

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

**ВКЛАД МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
В РЕАЛИЗАЦИЮ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ
РАЗВИТИЯ АГРАРНОЙ НАУКИ**

Материалы
Национальной научно-практической конференции
молодых ученых

*17–19 ноября 2021 года
г. Ижевск*

Ижевск
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
2021

УДК 63:001(06)
ББК 4я43
В 56

В 56 **Вклад** молодых ученых в реализацию приоритетных направлений развития аграрной науки: материалы Национальной научно-практической конференции молодых ученых, 17–19 ноября 2021 года, г. Ижевск. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – 388 с.

ISBN 978-5-9620-0401-3

В сборнике представлены статьи молодых ученых, отражающие результаты научных исследований в различных отраслях сельскохозяйственной науки: растениеводстве, агрохимии, плодоводстве и овощеводстве, лесоустройстве и экологии, зоотехнии, ветеринарной медицине, технологии и оборудовании пищевых и перерабатывающих производств, гуманитарных и педагогических науках, механизации и электрификации АПК.

Издание предназначено для студентов, аспирантов, преподавателей сельскохозяйственных вузов, работников научно-исследовательских учреждений и специалистов агропромышленного комплекса.

ISBN 978-5-9620-0401-3

УДК 63:001(06)
ББК 4я43

© ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021
© Авторы постатейно, 2021

**РАСТЕНИЕВОДСТВО, АГРОХИМИЯ И ПОЧВОВЕДЕНИЕ.
ОВОЩЕВОДСТВО И ПЛОДОВОДСТВО, ЗЕМЛЕДЕЛИЕ
И ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ**

УДК 633.854.434:631.531.04

Г. Р. Галиева, Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

**СОДЕРЖАНИЕ ЖИРА И СБОР МАСЛА
ПРИ РАЗНОЙ ГЛУБИНЕ ПОСЕВА СЕМЯН
СРЕДНЕРУССКОЙ ОДНОДОМНОЙ КОНОПЛИ
НАДЕЖДА В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ**

Представлены экспериментальные данные по изучению продуктивности сортов среднерусской однодомной конопли Надежда при разной глубине посева семян. С целью определения эффективности глубины посева как элемента технологии возделывания однодомной конопли сорта Надежда было определено содержание жира и сбор масла с урожая семян.

Актуальность. Конопля относится к числу важнейших технических культур, имеющих большое народно-хозяйственное значение. Является сырьем для текстильной промышленности. Кроме волокна, конопля дает семена, из которых получают ценное растительное масло и жмых. Конопляное семя содержит до 35 % жира, основную массу которого (около 28 %) удается извлечь механическим путем. Рафинированное конопляное масло по цвету и вкусу напоминает высшие сорта столовых масел (прованское, горчичное и др.) и может быть использовано в рыбоконсервном и кондитерском производстве. Масло конопли принадлежит к группе легковысыхающих масел. Присутствие ненасыщенных жирных кислот позволяет широко использовать его для изготовления олифы и масляных красок. Йодное число конопляного масла изменяется в пределах от 140 до 167, а среднее значение его равно 159 [11].

Благодаря широкому применению в разных отраслях данная культура становится привлекательной для сельхозтоваропроизводителей Удмуртской Республики [1–3, 6–7, 13–14, 16]. На кафедре растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА проведены обшир-

ные исследования по изучению влияния приемов технологии возделывания на продуктивность масличных культур: лен масличный, лен-долгунец, яровой рапс [8–10, 15, 17–19]. Однако в научной литературе недостаточно информации по влиянию приемов посева на масличность семян среднерусской однодомной конопли в условиях Среднего Предуралья.

По данным Государственного реестра селекционных достижений [6], сорт однодомной конопли Надежда отличается высокой и стабильной урожайностью семян, среднеспелый, масличного направления использования. Отличается более низким содержанием суммы тетрагидроканнабинолов (ТГК) и более высоким содержанием масла в семенах. Актуально изучение реакции среднерусской однодомной конопли Надежда на глубину посева семян при возделывании на семена.

Целью исследований явилось выявление реакции среднерусской однодомной конопли сорта Надежда на глубину посева содержанием жира и сбором масла с урожаем семян.

Материалы и методика. В качестве объекта исследования был взят сорт среднерусской однодомной конопли Надежда. Исследования проводили в 2020–2021 гг. на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве. Опыт микрополевой однофакторный, повторность вариантов 6-кратная. Способ посева – широкорядный, ширина междурядий 45 см, норма высева 1,2 млн шт. /га. Посев осуществляли в первой декаде мая, агротехника общепринятая для Среднего Предуралья [12]. Срок уборки в фазе полного созревания семян (не менее 75 % созревших семян). Содержание сырого жира – по ГОСТ 13496.15-97.

Результаты исследований. Пахотный слой почвы опытного участка имел в 2020 г. следующую агрохимическую характеристику: содержание гумуса – среднее, подвижного фосфора – повышенное, обменного калия – очень высокое, обменная кислотность – среднекислая; в 2021 г.: содержание гумуса – низкое, подвижного фосфора – высокое, обменного калия – повышенное, обменная кислотность – сильнокислая.

Период посев – созревание семян у конопли сорта Надежда в 2020 г. составил 108 сут. со среднесуточной температурой воздуха 16,3 °С и суммой осадков 199,6 мм при ГТК 1,1. Продолжительность данного периода в 2021 г – 126 сут. со среднесуточной температурой воздуха 19,2 °С и суммой осадков 193,3 мм, ГТК за вегетационный период – 0,8.

В урожае семян конопли сорта Надежда 2020 г. содержание жира составило 27–31 % (табл. 1). В вариантах с глубиной посева 3 и 4 см содержание жира было выше на 2–4 %, чем при посеве на 1, 2 и 5 см. Сбор масла с урожаем конопли при посеве на 3 и 4 см возрос на 21–45 кг/га в сравнении с аналогичным показателем при посеве на 1, 2 и 5 см.

Таблица 1 – Содержание жира и сбор масла с урожаем семян конопли сорта Надежда при разной глубине посева

Глубина посева	2020 г.		2021 г.	
	содержание жира, %	сбор масла, кг/га	содержание жира, %	сбор масла, кг/га
1 см	27	167	28	464
2 см	29	187	31	480
3 см (к)	31	208	31	544
4 см	31	195	30	516
5 см	28	163	29	493
НСР ₀₅	1	15	2	37

По вариантам опыта семена конопли урожая 2021 г. содержали 28–31 % жира. Глубина посева 3 см и 4 см способствовала увеличению на 51–80 кг/га сбора масла с урожаем семян относительно данного показателя при посеве на 1, 2 и 5 см.

В среднем за 2020–2021 гг. при посеве конопли на глубину 2, 3 и 4 см содержание жира в семенах составило 30–31 % (табл. 2). В вариантах с глубиной посева 1 и 5 см, содержание жира было существенно ниже на 2–4 %, чем аналогичный показатель при посеве на 3 и 4 см (НСР₀₅ – 1 %).

Таблица 2 – Содержание жира и сбор масла с урожаем семян конопли сорта Надежда при разной глубине посева, среднее за 2020–2021 гг.

Глубина посева	Содержание жира, %	Сбор масла, кг/га
1 см	27	315
2 см	30	329
3 см (к)	31	363
4 см	31	341
5 см	29	324
НСР ₀₅	1	22

Наибольший сбор масла в урожае семян 363 кг/га конопли был получен при глубине посева 3 см, который превышал на 22–

48 кг/га сбор масла в вариантах с глубиной посева семян 1, 2, 4 и 5 см.

Вывод. Результаты исследований показали, что на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве реакция конопли Надежда на глубину посева проявилась наибольшим сбором 363 г/м² масла с урожаем семян при содержании жира 31 %.

Список литературы

1. Галиев, Р. Р. Приемы посева среднерусской однодомной конопли / Р. Р. Галиев, Г. Р. Галиева // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 37–41.
2. Галиева, Г. Р. Влияние метеорологических условий на общую высоту растения среднерусской однодомной конопли в Среднем Предуралье / Г. Р. Галиева, Е. В. Корепанова // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых. В 3 томах. – 2020. – С. 66–71.
3. Галиева, Г. Р. Конопля в Нечерноземной зоне Российской Федерации / Г. Р. Галиева, Р. Р. Галиев // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 68–72.
4. Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений [Электронный ресурс]. – URL: <https://gossortrf.ru/> (дата обращения 14.11.2021).
5. ГОСТ 13496.15-97 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира [Электронный ресурс]. – URL: <http://vsegost.com/> (дата обращения 25.04.20).
6. Корепанова, Е. В. Агроэкологическая оценка сортов среднерусской однодомной конопли в Уральском регионе Нечерноземной зоны России / Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева, И. Ш. Фатыхов // От импортозамещения к экспортному потенциалу: научно-инновационное обеспечение АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург: Уральский ГАУ, 2021. – С. 84–86.
7. Корепанова, Е. В. Лен-долгунец в адаптивной земледелии Среднего Предуралья: монография / Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов, Л. А. Толканова. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2004. – 203 с.
8. Корепанова, Е. В. Нормы высева и приемы уборки льна-долгунца на семена в Среднем Предуралье: монография / Е. В. Корепанова, И. И. Фатыхов; под науч. ред. И. Ш. Фатыхова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – 136 с.
9. Корепанова, Е. В. Повышение эффективности льноводства оптимизацией приемов возделывания / Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов, В. Н. Гореева // Льноводство: реалии и перспективы: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – 2020. – С. 24–30.

10. Корепанова, Е. В. Адаптивная технология возделывания льна-долгунца в Среднем Предуралье / Е. В. Корепанова // Агроэкологическая роль плодородия почв и современные агротехнологии: материалы Международной научной-практической конференции. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2008. – С. 161–162.

11. Лиходеевский, А. В. К вопросу о возрождении незаслуженно забытых технологий: техническая конопля / А. В. Лиходеевский // Теория и практика мировой науки. – 2021. – № 3. – С. 29–38.

12. Общее земледелие, растениеводство: учебное пособие / И. Ш. Фатыхов, Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева [и др.]. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – 205 с.

13. Продуктивность сортов среднерусской однодомной конопля при разных нормах высева в технологии возделывания на волокно в Среднем Предуралье // Г. Р. Галиева, Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева [и др.] // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России. – Ижевск, 2021. – С. 22–30.

14. Реакция сортов среднерусской однодомной конопля на метеорологические условия в Среднем Предуралье / Г. Р. Галиева, Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева [и др.] // Агротехнологии XXI века: стратегия развития, технологии и инновации: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию основания университета. – Пермь, 2020. – С. 14–18.

15. Салимова, Ч. М. Приемы посева ярового рапса Галант в Среднем Предуралье: монография / Ч. М. Салимова, Э. Ф. Вафина, И. Ш. Фатыхов; под науч. ред. И. Ш. Фатыхова. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2011.

16. Сравнительная продуктивность сортов среднерусской однодомной конопля в абиотических условиях Среднего Предуралья / Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов, В. Н. Гореева [и др.] // Сортовую агротехнику полевых культур – в производство: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию со дня рождения профессора кафедры растениеводства Ивана Васильевича Осокина. – Пермь: Прокрость, 2020. – С. 97–100.

17. Фатыхов, И. Ш. Приемы обработки почвы в технологии возделывания ярового рапса Аккорд в условиях Среднего Предуралья: монография / И. Ш. Фатыхов, Э. Ф. Вафина, В. В. Медведев. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021.

18. Эффективность приемов технологии возделывания льна масличного / В. Н. Гореева, Р. Р. Галиев, Е. В. Корепанова [и др.] // Сортовую агротехнику полевых культур – в производство: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию со дня рождения профессора кафедры растениеводства Ивана Васильевича Осокина. – Пермь: Прокрость, 2020. – С. 137–139.

19. Response of oil flax varieties to abiotic conditions of the middle Cis-Ural region by formation of seed yield / V. Goreeva, E. Korepanova, I. Fatykhov [et al.] // *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. – 2020. – Т. 48. – № 2. – P. 1005–1016.

УДК 631.331

И. А. Дерюшев, Д. А. Галицын, В. В. Костев
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ПОСЕВА ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В ОТКРЫТОМ ГРУНТЕ

Рассматривается вопрос о полосовом посеве овощных культур. Проведение экспериментов процесса распределения семян по ширине засеваемой полосы на лабораторной установке с применением сошниковой группы для полосового посева овощных культур.

Актуальность. Учение о площади питания растений – одно из древнейших в земледелии. Однако интерес к его изучению не только не снижается, но даже возрастает. Объясняется это многими причинами. Во-первых, внедрением в производство новых сортов растений, предъявляющих определенные требования к площади питания. Во-вторых, сильное влияние на величину площади питания растений оказывают уровень культуры земледелия, окультуренности почв, применение удобрений и орошение.

По мере совершенствования средств механизации посева обычно необходимы уточнения по размещению растений по площади для обеспечения более производительного использования машин.

При оптимальной площади питания растений складывается наиболее благоприятное соотношение между ассимилирующей поверхностью листьев растений и интенсивностью фотосинтетических процессов. При тесном размещении растений всегда уменьшается число ветвей и степень их облиственности.

Густота посевов определяются также почвозащитной ролью растений, их конкурентоспособностью по отношению к сорным растениям.

Размещение семян в почве, площадь питания каждого растения, ее форма на практике определяются выбранным способом и нормами посева.

Выбор способов посева и установление норм высева – вопрос не только агротехнический, но и экономический. Прогрессивными способами посева или посадки считаются такие, которые обеспечивают получение хорошего урожая высокого качества при минимальных затратах.

Одной из основных задач посева является обеспечение оптимальной густоты стояния растений вследствие равномерного распределения их по площади засеваемого участка. Основным недостатком рядового посева, выполняемого обычными двухдисковыми сошниками, является неравномерное распределение семян вдоль рядка. При таком посеве из-за низкой полевой всхожести семян и несовершенства высевающих аппаратов их высевают в значительно большем количестве, чем необходимо. В связи с этим для нормального роста и развития растений необходимо прореживание всходов.

Кроме того, при рядовом способе посева увеличивается количество недогонов, что снижает выход продовольственной продукции. Чтобы устранить этот существенный недостаток рядового посева, начали использовать ленточные и полосовые способы посева [2, 4].

Основным преимуществом полосового посева по сравнению с рядовым является то, что благодаря рассредоточенному размещению семян в полосе можно выращивать большее количество растений на единицу площадей и исключается необходимость в ручном прореживании всходов.

Материалы и методика. Целью лабораторных исследований является проведение экспериментов процесса распределения семян по ширине засеваемой полосы на лабораторной установке с применением сошниковой группы для полосового посева овощных культур [1, 3].

За основу лабораторной установки была принята схема и принцип работы уже имеющейся установки на кафедре «Тракторы, автомобили и сельскохозяйственные машины» для исследования разбросного способа посева семян.

Схема установки представлена на рисунке 1. Лабораторная установка состоит из рамы, на которой смонтировано все оборудование.

На раме установлена бесконечная транспортерная лента, надетая на барабаны. Привод барабанов осуществляется посредством мотор-редуктора и ременной передачи. Натяжение ленты осуществляется натяжным устройством. Над лентой закреплен электропривод с целью установки различных высевающих аппара-

тов. На раме также смонтирован пульт управления лабораторной установкой. Конструкция электроприводов лабораторной установки позволяет варьировать скоростью движения ленты (скоростью посева) и частотой вращения привода высевающего аппарата (нормой высева семян).

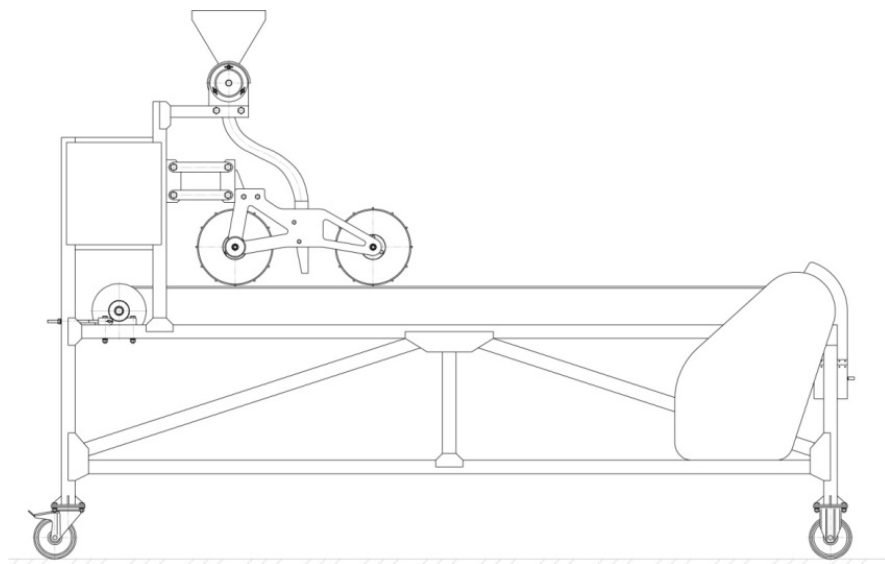


Рисунок 1 – Лабораторная установка

Учитывая то, что равномерность распределения семян по площади обусловлена характером их распределения по ширине захвата, на ленту транспортера были нанесены квадраты 5×5 см, позволяющие оперативно и с достаточной точностью оценивать качество распределения семян по ширине захвата сошника. Высевающий аппарат производит высев семян на размеченную ленту, в результате чего наглядно получаем распределение семян, что позволяет оценить равномерность распределения семян по ширине засеваемой полосы.

Результаты исследований. Оценка равномерности распределения семян по засеваемой площади тремя показателями:

- коэффициентом равномерности посева K_B ;
- коэффициентом плотности посева K_{II} ;
- средней площадью питания одного растения S_{II} .

$$K_B = b/a, \quad (1)$$

где a – количество элементарных площадок (5×5 см) в квадрате со сторонами 15 см;

b – количество элементарных площадок (площадь питания), содержащих семена.

$$K_{II} = Z/b, \quad (2)$$

где Z – число семян на площади квадрата 15×15 см.

$$S_{II} = 25b/Z, \text{ см}^2. \quad (3)$$

Коэффициент K_B , K_{II} , величину S_{II} определим при разных нормах высева семян моркови и результаты приведем в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты экспериментальных исследований

Показатели		K_B	K_{II}	S_{II} , см ²
Q, кг/га	3	0,96	3,84	5,68
	4	0,97	5,46	5,01
	5	0,98	6,33	3,42
	6	1	7,78	1,83

Выводы и рекомендации. С увеличением нормы высева коэффициенты равномерности посева K_B и плотности посева K_{II} увеличиваются. Площадь питания одного растения S_{II} при норме высева $Q = 4$ кг/га она больше и составляет $5,01$ см².

Список литературы

1. Дерюшев, И. А. Изыскание конструктивной схемы и обоснование технологических параметров широкополосного сошника с активным рассеивателем семян: дис. канд. техн., наук / И. А. Дерюшев. – Чебоксары, 2009. – 143 с.
2. Дерюшев, И. А. Преимущества полосового способа посева овощных культур и технические средства для его реализации / И. А. Дерюшев, С. А. Дерюшев // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск, ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – С. 18–22.
3. Дерюшев, И. А. Универсальная лабораторная установка для определения показателей качества работы высевающих аппаратов и сошников сеялок / И. А. Дерюшев, П. Л. Максимов, С. А. Дерюшев // Научные исследования: теоретико-методологические подходы и практические результаты: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Самара, 2017. – С. 357–359.
4. Чичкин, В. П. Овощные сеялки и комбинированные агрегаты / В. П. Чичкин. – Кишинев: Штиинца, 1984. – 392 с.

Ю. Н. Кудрявцева, Т. Ю. Бортник
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ВЛИЯНИЕ ЗООГУМУСА НА КАЧЕСТВО ПЛОДОВ ПЕРЦА СЛАДКОГО

Проведен анализ результатов исследований показателей качества плодов перца сладкого при выращивании с использованием зоогумуса в разных пропорциях в смеси с торфом и живой землей.

Актуальность. Применение нетрадиционных удобрительных средств в настоящее время является альтернативой использования классических органических и минеральных удобрений. В современных условиях при выращивании овощных культур особенно важно получение экологически безопасной и качественной продукции. В связи с этим возрастает значение применения продуктов утилизации органических отходов в качестве удобрений [2–4, 7].

Проблема утилизации отходов различных производств, вышедшей из срока годности продукции, городских отходов в виде скошенной травы и опавшей листвы, пищевых отходов и т.п. в настоящее время особенно обострилась. Органические отходы в условиях городов по существующему регламенту принято вывозить на свалки, где они способствуют выделению токсичных веществ в атмосферу, образованию так называемого свалочного фильтрата и другим негативным явлениям, способствующим загрязнению окружающей среды.

Одним из экологичных путей утилизации органических отходов является использование личинок мухи Чёрной львинки (*Hermetia illucens*). Личинки, которым скармливают отходы, быстро наращивают массу, и их, в конечном итоге, можно использовать как очень ценную высокобелковую кормовую добавку при выращивании животных и, например, в аквакультуре [1]. В результате скармливания отходов личинкам образуется продукт утилизации, который называют зоогумусом или зоокомпостом. Зоогумус представляет собой сыпучий продукт тёмной окраски, имеющий слабощелочную реакцию, высокое содержание элементов питания растений – азота, фосфора, калия, микроэлементов. Это вещество возможно использовать как нетрадиционное органическое удобрение,

в первую очередь особо ценных овощных культур, способствующее лучшему росту и развитию растений, повышению урожайности и улучшению качества растениеводческой продукции [3, 5].

Цель исследований: выявить влияние зоогумуса как компонента тепличных грунтов на показатели качества плодов перца сладкого.

Материалы и методика. В 2021 г. в д. Якшур Завьяловского района проведен однофакторный опыт в поликарбонатных теплицах по изучению влияния зоогумуса. Для составления тепличных грунтов взяты исходные материалы: зоогумус, низинный торф и готовый торфогрунт «Живая земля» с различными соотношениями.

Схема опыта:

1) торф : грунт «Живая земля» в соотношении 1 : 1 – T_1G_1 (контроль);

2) зоогумус : торф : грунт «Живая земля» в соотношении 1 : 3 : 3 – $3G_1T_3G_3$;

3) зоогумус : торф : грунт «Живая земля» в соотношении 1 : 4 : 4 – $3G_1T_4G_4$;

4) зоогумус : торф : грунт «Живая земля» в соотношении 1 : 5 : 5 – $3G_1T_5G_5$;

5) зоогумус : торф : грунт «Живая земля» в соотношении 1 : 6 : 6 – $3G_1T_6G_6$;

6) зоогумус : торф : грунт «Живая земля» в соотношении 1 : 3 : 3 – $3G_1T_7G_7$;

7) зоогумус : торф : грунт «Живая земля» в соотношении 1 : 9 : 9 – $3G_9T_9G_9$;

8) зоогумус : торф : грунт «Живая земля» в соотношении 1 : 10 : 10 – $3G_1T_{10}G_{10}$.

В опыте размещение вариантов методом полной рендомизации в трехкратной повторности.

Результаты исследований. Показатели качества овощной продукции являются одними из критериев её оценки с точки зрения экологической безопасности. В значительной степени качество определяется особенностями технологии выращивания культур [6]. В связи с этим представляло интерес оценить влияние состава тепличных грунтов с различным соотношением компонентов, включающих зоогумус, на качество продукции. Анализ показателей качества плодов перца сладкого проводили в 2 срока: 8 июля и 7 сентября 2021 г., результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Качество продукции перца сладкого при различном содержании зоогумуса в составе тепличного грунта (2021)

Варианты	Сухое вещество, %	Нитраты, мг/кг		Водорастворимые сахара, %	
		I срок	II срок	I срок	II срок
T ₁ G ₁ (к)	7,7	79	7,2	5,2	5,3
3G ₁ T ₃ G ₃	8,9	132	18,4	5,7	5,9
3G ₁ T ₄ G ₄	8,3	139	13,9	7,0	5,9
3G ₁ T ₅ G ₅	9,3	109	15,5	6,6	7,3
3G ₁ T ₆ G ₆	11,8	138	16,1	6,0	8,0
3G ₁ T ₇ G ₇	10,8	118	19,9	5,4	5,7
3G ₁ T ₉ G ₉	10,2	94	15,5	6,7	5,1
3G ₁ T ₁₀ G ₁₀	8,5	87	12,8	5,9	5,8
НСР ₀₅	1,9	13	3,6	0,7	0,6

Содержание сухого вещества в плодах изменялось в пределах 7,7–11,8 %. Наибольшее накопление сухого вещества выявлено при использовании вариантов грунта с более высоким соотношением, где зоогумус был относительно сильно разбавлен торфом и готовым грунтом (5–7-й варианты). В этих вариантах получено достоверное увеличение данного показателя относительно контроля на 2,4–4,1 %.

Содержание нитратов в первый срок анализа по всем изучаемым вариантам не превышало ПДК (200 мг/кг). Выявлено достоверное увеличение содержания нитратов в плодах перца сладкого в первый срок в вариантах на 15,8–60,1 мг/кг (контроль 78,6 мг/кг), кроме варианта, где использовали соотношение компонентов 1 : 10 : 10 при НСР₀₅ – 13,3 мг/кг. Однако во всех вариантах данный показатель не превышает ПДК для перца (250 мг/кг). Во второй срок анализа по всем вариантам содержание нитратов было очень низким, что показывает зрелость плодов. Но при этом было выявлено достоверное повышение содержания нитратов в плодах перца сладкого на 5,6–12,7 мг/кг при НСР₀₅ – 3,6 мг/кг. Какая-либо закономерность этого показателя в зависимости от состава грунтов не установлена.

Достоверное увеличение содержания водорастворимых сахаров в плодах перца сладкого в первый срок (08.07.2021 г.) было зафиксировано в большинстве изучаемых сочетаний компонентов тепличного грунта, кроме вариантов 6 и 2. Во второй срок учёта данный показатель изменялся примерно в тех же пределах, что и в первый срок, также в большинстве вариантов выявлено достоверное увеличение содержания водорастворимых сахаров.

Заключение. Использование зоогумуса в разных пропорциях с торфом и готовым грунтом оказало положительное влияние на содержание в плодах перца сладкого водорастворимых сахаров, нитратов и сухого вещества в оба срока проведения анализов. Зоогумус можно рассматривать как перспективный компонент приготовления тепличных грунтов для выращивания перца сладкого.

Список литературы

1. Адаптация и перспективы разведения мухи Чёрная львинка (*Hermetia illucens*) в циркумполярном регионе / А. М. Антонов, Е. Lutovinovas, Г. А. Иванов [и др.] // Принципы экологии. – 2017. – № 3. – С. 4–19.
2. Бортник, Т. Ю. Эффективность использования органического удобрения РосПочва под овощные культуры в условиях Удмуртской Республики: монография / Т. Ю. Бортник, Е. В. Лекомцева, Т. Е. Иванова. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – 200 с.
3. Бортник, Т. Ю. Проблема утилизации органосодержащих отходов в городских условиях / Т. Ю. Бортник // Роль вузовской науки в развитии агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2021. – С. 7–12.
4. Ельшаева, И. В. Условия применения органосодержащих коммунальных отходов в качестве удобрительных материалов / И. В. Ельшаева, А. С. Пинаева // Роль вузовской науки в развитии агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2021. – С. 71–76.
5. Пендюрин, Е. А. Использование зоокомпоста культивирования личинок мухи Чёрная львинка (*Hermetia illucens*) при выращивании огурцов / Е. А. Пендюрин, Л. М. Смоленская, А. В. Святченко // Вестник аграрной науки. – 2021. – № 1 (88). – С. 56–62.
6. Показатели качества овощных культур в зависимости от технологии выращивания / Т. Е. Иванова, О. В. Любимова, Л. А. Несмелова [и др.] // Вестник Ижевской ГСХА. – 2019. – № 1 (57). – С. 10–23.
7. Сидиков, С. Получение нетрадиционных удобрений из органосодержащих отходов производства и их агрономическая ценность / С. Ситдииков, М. Эрамотова, З. Сайдуллаева // Роль вузовской науки в развитии агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2021. – С. 105–109.

Т. Г. Леконцева¹, А. В. Федоров²

¹ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

²УдмФИЦ УрОРАН

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КЛОНАЛЬНОГО МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ *VITIS VINIFERA* L. НА ПРИМЕРЕ СОРТА ПАМЯТЬ ДОМБКОВСКОЙ

На питательной среде Мурасиге и Скуга (MS) с пониженным содержанием макроэлементов при введении в стерильную культуру *in vitro* успешность приживаемости эксплантов составила 40,0 %. Определена оптимальная концентрация 6-бензиламинопурина (6-БАП) на этапе собственно микроразмножения – 1,0 мг/л. Увеличение концентрации 6-БАП до 2,0 и 3,0 мг/л способствует снижению коэффициента размножения с 4,4 шт./черенок до 3,3 и 2,9 шт./черенок соответственно ($НСР_{05} = 1,0$). Выявлено, что наилучшей питательной средой для укоренения микрочеренков является среда по прописи В. А. Зленко, на которой достигается лучшее развитие микрорастений по таким морфометрическим показателям, как высота микропобегов, количество листьев и корневая система. На среде по рецептуре В. А. Зленко высота микроросаженцев была больше по сравнению с контролем на 4,3 мм при $НСР_{05} = 2,7$, количество листьев больше на 0,5 при $НСР_{05} = 0,3$, а корневая система микроросаженцев развита лучше на 0,4 балла ($НСР_{05} = 0,2$).

Актуальность. Клональное микроразмножение является новым перспективным способом вегетативного размножения растений, позволяющим за короткое время получать генетически однородный посадочный материал в большом количестве от одного исходного растения. Данный метод размножения имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными: получение генетически однородного посадочного материала, освобождение растений от различного рода заболеваний, высокий коэффициент размножения, возможность проведения работ в течение всего года [1–3]. В промышленном производстве плодово-ягодных, садовых и декоративных культур во всем мире в настоящее время наиболее перспективным методом размножения растений считается метод *in vitro*.

Материалы и методика. Исследования проводились на базе лаборатории УдмФИЦ УрО РАН. В работе пользовались общепринятыми в практике клонального микроразмножения растений методами: стерилизация исходного материала, введение в культуру, собственно клональное микроразмножение и укоренение *in vitro* с последующей адаптацией к условиям *in vivo* [1].

Цель исследования – совершенствование технологии клонального микроразмножения винограда культурного на примере сорта Память Домбковской.

Растительный материал культивировали в условиях светостановки при температуре +25 °С и 16-часовом фотопериоде. Закладку опытов проводили в трехкратной повторности, в одной повторности не менее 10 пробирок, статистическая обработка данных выполнена дисперсионным методом по Б. А. Доспехову [4].

Исследовали следующие параметры: высота микропобегов и микросаженцев (мм), количество листьев (шт.), коэффициент размножения (шт./черенок, учитывали как количество микропобегов, полученных от одного черенка). Качество корней оценивали в баллах: 1 балл – это слаборазвитая корневая система, имеющая один основной корень не более 20 мм или 2–3 более коротких, боковых корней нет; 2 балла – среднеразвитая корневая система, основных корней 3–4 длиной 20–50 мм или один, но с хорошо развитыми боковыми и всасывающими корнями; 3 балла – хорошо развитая корневая система, основных корней 5 и более длиной 20–50 мм, часто с хорошо развитыми боковыми и всасывающими корнями. Успешность адаптации рассматривали как процентное соотношение адаптированных микросаженцев к общему количеству высаженных в субстрат.

Результаты исследований. Успех размножения *in vitro* во многом зависит от состава питательных сред. Для введения в культуру апикальных меристем использовали агаризованные питательные среды Мурасиге и Скуга с пониженным содержанием макроэлементов и модифицированную среду MS с парааминобензойной кислотой (ПАБК) по рецептуре В. А. Зленко, содержание 6-БАП 0,25 мг/л [5].

Приживаемость на среде MS с пониженным содержанием макроэлементов была существенно выше (40 %) по сравнению с модифицированной средой MS по В. А. Зленко (30 % при $HCp_{05} = 1,3$).

На этапе собственно микроразмножения изучены варианты концентрации 6-БАП (мг/л): 1,0 (К), 2,0 и 3,0, основа – модифицированная среда MS по рецептуре В. А. Зленко с повышенным содержанием $CaCl_2$ – 650 мг/л. Учитывали такие параметры, как коэффициент размножения, длина микропобегов, витрификация и некроз побегов (табл. 1).

Оптимальной для развития микропобегов была концентрация 6-БАП 1,0 мг/л, при котором получен наибольший в опы-

те коэффициент размножения – 4,4 шт./черенок, на средах с содержанием цитокинина 2,0 и 3,0 мг/л данный показатель составлял соответственно 3,3 и 2,9 шт./черенок (при $НСР_{05} = 1,0$). Наши данные согласуются с результатами исследований, полученными Т. А. Красинской. При использовании 6-БАП в концентрациях 1,1, 1,5 и 2,0 мг/л отмечалось снижение коэффициента размножения с 4,4 до 3,8, а доля витрифицированных побегов, наоборот, возрастала с 1,8 до 29,0 % [6].

Таблица 1 – Влияние концентрации 6-БАП на морфометрические параметры микрочеренков

Концентрация 6-БАП, мг/л	Коэффициент размножения, шт./черенок	Длина побега, мм	Витрификация, %	Некроз, %
1,0 (К)	4,4	17,6	3,3	26,7
2,0	3,3	13,3	33,3	40,0
3,0	2,9	11,4	63,3	13,3
$НСР_{05}$	1,0	4,2	10,5	17,9

Средняя длина микропобега в контрольном варианте (1,0 мг/л) составляла 17,6 мм, что было существенно выше, чем на средах с цитокинином в концентрации 2,0 и 3,0 мг/л, где длина микропобегов была 13,3 и 11,4 мм соответственно ($НСР_{05} = 4,2$).

В контрольном варианте отмечали активный рост и формирование хорошо развитых боковых побегов. При дальнейшем увеличении концентрации 6-БАП до 3,0 мг/л наблюдали морфологические изменения побегов – некроз верхушки, признаки витрификации.

В контрольном варианте доля витрифицированных микрочеренков составляла 3,3 %, при увеличении концентрации цитокинина до 2,0 и 3,0 мг/л данный показатель был существенно выше – 33,3 и 63,3 % соответственно ($НСР_{05} = 10,5$).

Некроз верхушки – отмирание апикальных участков тканей с изменением их окраски. Наибольшее количество побегов с некрозом верхушки отмечено при концентрации 6-БАП 2,0- мг/л (40 %), в контрольном варианте таких растений оказалось 26,7 %, при увеличении концентрации цитокинина до 3 мг/л их доля уменьшалась до 13,3 %, но различия были несущественными. В асептической культуре некроз верхушек побегов и кончиков корней является визуальным признаком недостатка кальция [2].

Таким образом, оптимальной для этапа собственно микро-размножения оказалась питательная среда с содержанием 6-БАП в дозе 1,0 мг/л.

На этапе укоренения использовали две рецептуры питательных сред: MS с половинной концентрацией макроэлементов и модифицированную MS по рецептуре В. А. Зленко, содержание ауксина индолил-3-уксусной кислоты (ИУК) 0,2 мг/л [7]. Был проведен учет начала корнеобразования (рис. 1).

Через 12 дней культивирования на среде по рецептуре В. А. Зленко укоренилось 75,0 % черенков, на среде ½ MS – 41,7 %, через 16 дней 100,0 и 83,3 % соответственно. Максимальное количество черенков укоренилось через 14–16 дней культивирования.

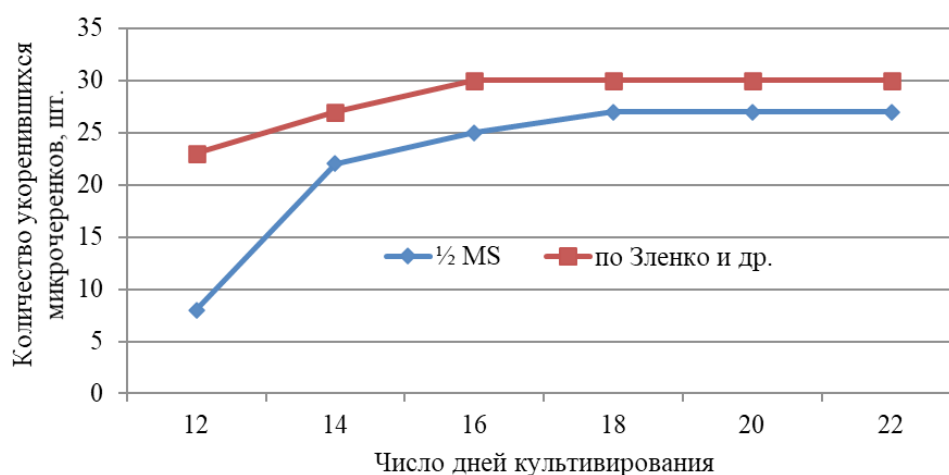


Рисунок 1 – Корнеобразование микрочеренков *Vitis vinifera* L., 2016–2017 гг.

На рисунке 2 представлен внешний вид микросаженцев, пригодных для высадки на адаптацию.

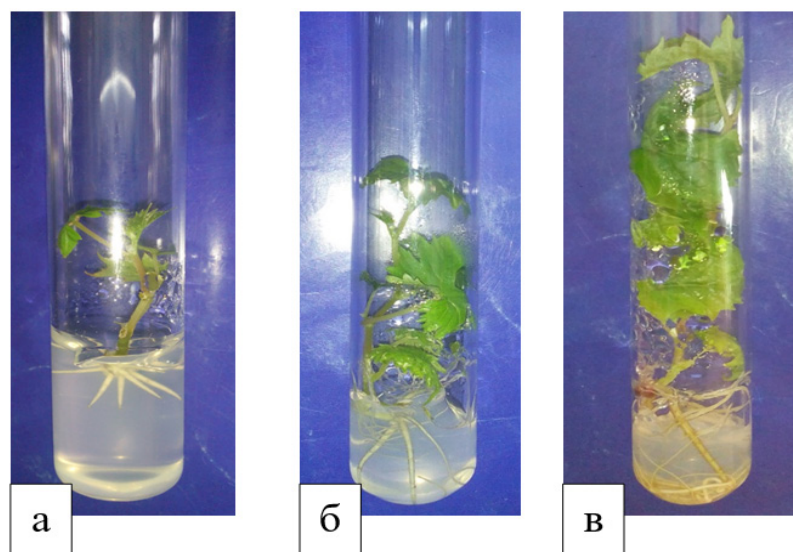


Рисунок 2 – Внешний вид микросаженцев винограда сорта Память Домбковской, продолжительность культивирования, сутки:
а) 13; б) 33; в) 44

По истечении 60 дней культивирования на среде для укоренения учитывали такие параметры, как высота побега, количество листьев, развитие корневой системы (табл. 2).

Таблица 2 – Морфометрические показатели микроросаженцев Память Домбковской

Питательная среда	Высота побега, мм	Количество листьев, шт.	Корневая система, баллы
½ MS (К)	54,6	6,4	2,4
По Зленко и другие	58,9	6,9	2,8
НСР ₀₅	2,7	0,3	0,2

Микроросаженцы на модифицированной среде MS по рецептуре В. А. Зленко имели существенно лучшие морфометрические показатели по всем параметрам, чем на среде MS с половинной концентрацией макроэлементов.

Адаптация растений-регенерантов к условиям *in vivo* является одним из самых ответственных и трудоемких этапов, который завершает весь процесс размножения *in vitro*. Для адаптации нами была использована «Универсальная земля садовая» производства ЗАО «МНПП «ФАРТ».

Мы предлагаем начинать высадку на адаптацию саженцев винограда через 14 дней после посадки на укоренение, что позволяет сократить продолжительность культивирования *in vitro* в 2–4 раза по сравнению с общепринятой методикой.

При культивировании микрочеренков в течение 10–14 суток корни достигают длины 10–15 мм, без признаков ветвления. Надземная часть развита слабо: верхушечные черенки только начинают свой рост, на черенках из средней и нижней частей побега начинают просыпаться пазушные почки. По нашему мнению, очень важно уловить данный момент развития растений, так как относительно «старая» листовая поверхность в меньшей степени подвержена увяданию из-за потери тургора, корневая система справляется с влагообеспечением небольшой надземной части. Кроме этого корни растений прямые, не загнуты, как это происходит при более длительном культивировании в условиях небольшого объема пробирок (рис. 2, б, в). Саженцы выборочно, аккуратно пинцетом вынимали из пробирок, корни промывали в децимолярном растворе марганцовокислого калия и высаживали в микропарник. Для повышения приживаемости микроросаженцев почвосмесь предвари-

тельно проливали раствором «Триходерма вериде» согласно инструкции.

Выводы и рекомендации. Оптимальной средой для введения в стерильную культуру эксплантов винограда является среда Мурасиге и Скуга с пониженным содержанием макроэлементов (40 % приживаемость эксплантов). На этапе собственно микроразмножения целесообразно использовать питательную среду с содержанием 6-БАП в дозе 1,0 мг/л. Питательная среда для укоренения по рецептуре В. А. Зленко способствует существенно лучшему развитию микрорастений по таким параметрам, как высота побега, количество листьев и развитие корневой системы. Выведение на адаптацию пробирочных растений следует производить через две недели культивирования *in vitro*, что позволяет сократить продолжительность ризогенеза в 2–4 раза по сравнению с общепринятой методикой с сохранением высокой приживаемости растений (до 100 %).

Список литературы

1. Бутенко, Р. Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе / Р. Г. Бутенко. – Б/м, 1999. – 160 с.
2. Черевченко, Т. М. Биотехнология тропических и субтропических растений *in vitro* / Т. М. Черевченко, А. Н. Лаврентьева, Р. В. Иванников. – Киев: Наук. Думка, 2008. – 560 с.
3. Тимофеева, О. А. Клональное микроразмножение растений: учебно-методическое пособие / О. А. Тимофеева, Ю. Ю. Невмержицкая. – Казань: Казанский университет, 2012. – 56 с.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1968. – 336 с.
5. Зленко, В. А. Размножение оздоровленного посадочного материала винограда в культуре *in vitro* / В. А. Зленко, И. В. Котиков, Л. П. Трошин // Садоводство и виноградарство. – 2005. – № 1. – С. 21–23.
6. Красинская, Т. А. Морфогенез растений-регенерантов сортов винограда в культуре *in vitro* при использовании биологически активных веществ синтетического происхождения / Т. А. Красинская, А. А. Змушко // Журнал Белорусского государственного университета. Биология. – Минск, 2018. – С. 95–104.
7. Исаева, А. Н. Перспективы биотехнологического метода при интродукции *Vitis vinifera* L. в Удмуртской Республике / А. Н. Исаева, Т. Г. Леконцева, А. В. Федоров // Современные тенденции сохранения, восстановления и обогащения фиторазнообразия ботанических садов и дендропарков: Международная научная конференция, посвященная 70-летию дендрологического парка «Александрия», как научного учреждения НАН Украины. – Белая Церковь, 2016. – С. 333–335.

М. А. Ложкин, Э. Ф. Вафина
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА СОРТОВ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ ПРИ ДЕСИКАЦИИ И СЕНИКАЦИИ ПОСЕВОВ

Приведены данные о формировании урожайности зерна сортов озимой тритикале в зависимости от десикации и сеникации посевов в условиях 2021 г. Повышенная среднесуточная температура воздуха и практически полное отсутствие осадков способствовали быстрому снижению влажности зерна, различий по вариантам с обработкой посевов и без нее не установлено.

Актуальность. Большое значение в получении высокой урожайности семян всех зерновых культур с наилучшими качествами имеет своевременная уборка. Важным фактором, определяющим сроки и способы уборки, является спелость семян. Зерно ряда культур созревает неравномерно, ранняя преждевременная уборка не обеспечивает урожая высокого качества и ведёт к получению щуплых неполноценных семян. При запоздалой уборке увеличиваются механические потери от травмирования и осыпания зерна, при этом также снижается урожайность зерна и его качество. Десикация и сеникация посевов являются одними из приемов, позволяющими провести уборочные работы в оптимальные сроки и с сохранением качества и количества выращенной продукции [1, 3]. В условиях Удмуртской Республики потенциальная урожайность зерна озимой тритикале достигает 6,65 т/га [2]. Учитывая такую биологическую особенность культуры, как склонность к прорастанию на корню, изучение приемов уборки, способствующих сохранению выращенного урожая с лучшими качественными показателями, является актуальным вопросом.

Цель исследования – выявить влияние десикации и сеникации посевов сортов озимой тритикале на урожайность зерна.

Материалы и методика. Для достижения цели был заложен полевой двухфакторный опыт в УНПК «Агротехнопарк» ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА по следующей схеме. Фактор А – сорт: А1 – Ижевская 2 (к), А2 – Бета. Фактор В – Обработка посевов: В1 – без обработки (к), В2 – десикант Суховой (норма расхода 1,5–2,0 л/га), В3 – сеникация 20 %-ным раствором аммиач-

ной селитры, В4 – сеникация 30 %-ным раствором аммиачной селитры, В5 – сеникация 20 %-ным раствором сульфата аммония, В6 – сеникация 30 %-ным раствором сульфатом аммония. Общая площадь делянки 30 м², учетная – 25 м². Обработку десикантами проводили при влажности зерна 30 %, сеникацию – при влажности 45 %. Расход рабочего раствора во всех вариантах 200 л/га.

Результаты исследований. Развитие растений озимой тритикале в осенний период проходило в относительно благоприятных метеорологических условиях. Всходы появились спустя 10 сут. после посева (табл. 1, 2). В фазе кущения растения развивались при среднесуточной температуре воздуха 11,8 °С и сумме осадков 15,5 мм.

Таблица 1 – Метеорологические условия вегетационного периода сорта озимой тритикале Ижевская 2, 2020–2021 гг.

Фаза развития	Продолжительность, сут.	Температура, °С		Сумма осадков, мм	ГТК
		сумма	среднесуточная		
Посев – всходы	10	155,7	15,6	0,0	0,00
Всходы – кущение	12	141,4	11,8	15,5	1,50
Кущение – окончание осенней вегетации	32	262,7	8,2	26,6	1,88
Возобновление вегетации – выход в трубку	38	453,1	11,9	36,0	1,14
Выход в трубку – колошение	13	208,8	16,1	10,0	0,48
Колошение – молочное состояние зерна	28	546,5	19,5	31,6	0,58
Молочное состояние зерна – начало восковой спелости зерна	15	342	22,8	10,4	0,32
Начало восковой спелости зерна – уборка	7	146,9	21,0	16,1	1,10
Посев – уборка (исключая зимний период)	155	2257,1	15,9	146,2	0,87

Вегетационный период 2021 г. характеризовался превышением среднесуточной температуры воздуха от средней многолетней до 9,7 °С и небольшим количеством выпадающих осадков. Начиная от фазы выхода в трубку, гидротермический коэффициент составил 0,48–1,10 для сорта Ижевская 2 и 0,29–0,77 для сорта Бета. Наступление фазы молочного состояния зерна у сорта Бета отмечена 20.06, у сорта Ижевская 2 – 28.06. Начало восковой спелости зерна – 01.07 и 14.07 соответственно.

Таблица 2 – Метеорологические условия вегетационного периода сорта озимой тритикале Бета, 2020–2021 гг.

Фаза развития	Продолжительность, сут.	Температура, °С		Сумма осадков, мм	ГТК
		сумма	средне-суточная		
Посев – всходы	10	155,7	15,6	0,0	0,00
Всходы – кущение	12	141,4	11,8	15,5	1,50
Кущение – окончание осенней вегетации	32	262,7	8,2	26,6	1,88
Возобновление вегетации – выход в трубку	35	382,2	10,9	36,0	1,47
Выход в трубку – колошение	11	206,6	18,8	9,1	0,44
Колошение – молочное состояние зерна	24	402,8	16,8	15,5	0,38
Молочное состояние зерна – начало восковой спелости зерна	12	297,8	24,8	23,0	0,77
Начало восковой спелости зерна – уборка	7	139,5	19,9	4,0	0,29
Посев – уборка (исключая зимний период)	143	1988,7	15,8	129,7	0,84

В условиях 2021 г. получена урожайность зерна от 1,91 т/га до 2,47 т/га, при этом большая урожайность получена у сорта Бета 2,41 т/га при НСР₀₅ главных эффектов по фактору А – 0,13 т/га (табл. 3). В зависимости от способов обработки посевов существенных различий по урожайности не выявлено. Делянки озимой тритикале Бета с сеникацией были убраны через 20 суток, Ижевская 2 – через 18 суток при влажности зерна 12 %. После десикации Суховаем уборка сортов проведена через 3 сут. при влажности зерна 10 %.

Таблица 3 – Урожайность сортов озимой тритикале в зависимости от десикации и сеникации посевов, т/га

Обработка посевов (В)	Сорт (А)			
	Ижевская 2 (к)		Бета	
	т/га	откл.	т/га	откл.
Без обработки (к)	1,95	–	2,37	–
Десикация Суховай	1,99	0,04	2,42	0,05
Сеникация ам.селитра 20 %	1,91	-0,04	2,38	0,01
Сеникация ам.селитра 30 %	1,98	0,03	2,41	0,04

Обработка посевов (В)	Сорт (А)			
	Ижевская 2 (к)		Бета	
	т/га	откл.	т/га	откл.
Сеникация сульфат аммония 20 %	1,99	0,04	2,42	0,05
Сеникация сульфат аммония 30 %	1,98	0,03	2,47	0,1
Среднее (А)	1,97	–	2,41	–
НСР ₀₅	главных эффектов		частных различий	
Фактор А (сорт)	0,13		0,31	
Фактор В (обработка)	$F_{\phi} < F_{05}$		$F_{\phi} < F_{05}$	

В абиотических условиях вегетационного периода 2021 г. снижение влажности зерна во всех вариантах шло одинаково, в связи с чем уборка всех вариантов по каждому сорту была проведена в один срок. Быстрому снижению влажности способствовала среднесуточная температура воздуха 21,5 °С в период от проведения сеникации до уборки, от десикации до уборки 21,0 °С. В дневные часы воздух прогревался до 33 °С при отсутствии осадков.

Вывод. Таким образом, в условиях 2021 г. десикация и сеникация посевов сортов озимой тритикале не оказывала влияние на урожайность зерна сортов озимой тритикале.

Список литературы

1. Батуева, И. В. Влияние срока уборки и десикации на урожайность и послеуборочное дозревание семян озимой пшеницы в Среднем Предуралье / И. В. Батуева, С. Л. Елисеев, Н. Н. Яркова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 6 (50). – С. 27–30.
2. Вафина, Э. Ф. Программирование урожайности зерна озимой тритикале в условиях Удмуртской Республики / Э. Ф. Вафина // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 54–59.
3. Мухаметшина, С. И. Урожайность семян ярового рапса при разных сроках десикации и уборки / С. И. Мухаметшина, Э. Ф. Вафина, И. Ш. Фатыхов // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 11. – С. 33–38.

А. Б. Мерцалова, Т. Ю. Бортник
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯЧМЕНЯ

Представлены результаты изучения эффективности обработки семян и опрыскивания растений ячменя гуминовыми препаратами «Живая капля» и «Золото полей». В условиях 2020 г. на низкокультуренной агродерново-подзолистой среднесуглинистой почве применение данных удобрений способствовало получению достоверных прибавок урожайности зерна 21–26 г/м² по отношению к контролю без обработки.

Актуальность. Для системного окультуривания почв возможно использовать органические и минеральные удобрения, а также гуминовые препараты, которые относят к инновационным средствам химизации [1]. Большинство исследователей отмечают, что гуминовые вещества, полученные различными способами и из разных источников, не являются удобрениями как таковыми в связи с низким содержанием в них элементов питания [2, 3]. Однако они содержат ростостимулирующие соединения, обладают способностью укреплять иммунитет сельскохозяйственных растений, их устойчивость к неблагоприятным условиям возделывания, поражению заболеваниями и вредителями [4, 5, 7]. В условиях Удмуртской Республики вопросы использования гуминовых веществ при возделывании сельскохозяйственных культур изучены недостаточно; имеются лишь отдельные сведения [1, 2].

Цель исследований: изучить эффективность гуминовых препаратов на урожайность ячменя при выращивании на дерново-подзолистых почвах.

Материалы и методика. В 2020 г. на агродерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве проведен опыт по изучению использования гуминовых препаратов разных торговых марок «Живая капля» (ЖК) и «Золото полей» (ЗП) при возделывании ячменя. Схема двухфакторного опыта включала использование гуминовых препаратов в разных дозах (1:10 и 1:100) и разных способах внесения (табл. 1). Контроль – варианты без обработки и опрыскивания, а также варианты с обработкой семян и опрыскиванием чистой водой. Повторность четырехкратная, всего 64 де-

лянки. Общая площадь делянки $10 \text{ м} \times 1,5 \text{ м} = 15 \text{ м}^2$. Расположение вариантов: полная рендомизация. В качестве фона внесена азофоска в дозе по 25 кг д.в./га (каждого элемента).

Условия проведения исследований. Почва опытного участка имела сильнокислую среду, низкую сумму обменных оснований, среднюю обеспеченность подвижным фосфором, а также низкое содержание подвижного калия и гумуса.

Вегетационный период 2020 г. по агрометеорологическим условиям отличался от среднемноголетних данных. В течение первой половины вегетации среднемесячная температура была существенно ниже нормы – на $1,7^\circ\text{C}$. В то же время в июне осадков выпало 50,2 % от среднемноголетней нормы. Условия уборки (август) сложились благоприятно.

Технология возделывания ячменя сорта Раушан в опыте общепринятая для условий Удмуртской Республики.

Результаты исследований. Ячмень – требовательная к плодородию почвы культура, хорошо отзывается на удобрения [6]. В условиях 2020 г. на низкоокультуренной агродерново-подзолистой среднесуглинистой почве получен низкий уровень урожайности зерна ячменя (табл. 1).

Исследованиями установлено, что способ применения гуминовых препаратов не играл существенной роли в повышении урожайности – по фактору А все отклонения в пределах ошибки опыта. Однако при использовании совместной обработки семян и опрыскивания растений в фазу начала трубкования получены существенные прибавки урожайности, как по отношению к абсолютному контролю, так и к варианту с водой, в пределах 35–40 и 37–48 г/м² соответственно. По фактору В выявлено достоверное повышение урожайности при использовании всех видов изучаемых препаратов в обеих дозах, увеличение данного показателя по отношению к контролю составило 21–26 г/м², по отношению к варианту с водой – 21–41 г/м² при НСР₀₅ главных эффектов по фактору В – 18 г/м². Существенных различий между использованием продуктов «Живая капля» и «Золото полей» не выявлено.

Таким образом, использование гуминовых препаратов «Живая капля» и «Золото полей» можно считать перспективным приемом повышения продуктивности сельскохозяйственных культур на низкогумусированных агродерново-подзолистых почвах. Предполагается продолжить исследования на более окультуренных почвах.

Таблица 1 – Биологическая урожайность зерна ячменя сорта Раушан, г/м² (2020 г.)

Варианты (А)	(В)	Урожайность	± к контролю	± к воде
1. Обработка семян	1. Б/о	93	–	–
	2. Вода	92	-1	–
	3. ЖК 1	117	24	25
	4. ЖК 2	97	4	5
	5. ЗП 1	130	37	37
	6. ЗП 2	90	-1	-2
Среднее по фактору В		104	10	16
2. Некорневая подкормка	1. Б/о	93	–	–
	2. Вода	95	2	–
	3. ЖК 1	107	14	12
	4. ЖК 2	117	24	22
	5. ЗП 1	105	12	10
	6. ЗП 2	133	40	38
Среднее по фактору В		108	19	21
3. Обработка семян и некорневая подкормка	1. Б/о	93	–	–
	2. Вода	86	-7	–
	3. ЖК 1	132	39	46
	4. ЖК 2	133	41	48
	5. ЗП 1	113	21	28
	6. ЗП 2	128	35	42
Среднее по фактору В		114	26	41
Среднее по фактору А	1. Б/о	93	–	–
	2. Вода	91	-2	–
	3. ЖК 1	119	25	28
	4. ЖК 2	116	22	25
	5. ЗП 1	116	23	25
	6. ЗП 2	117	24	26
НСР ₀₅ частных различий:			3,1	
НСР ₀₅ главных эффектов:			–	
фактора А			F _ф < F _т	
фактора В			1,8	

Сведения об элементном составе растений имеют практическое значение. По химическому составу судят об обеспеченности растений питательными веществами. Его используют для контроля за качеством растениеводческой продукции. Злаковые однолетние травы должны иметь не менее 15 % сырого протеина (табл. 2).

Таблица 2 – Содержание сырого протеина в зерне ячменя ярового сорта Раушан, % на а. с. в. (2020 г.)

Варианты (А)	(В)	N, %	± к контролю	± к воде
1. Обработка семян	1. Б/о	5,44	–	–
	2. Вода	4,63	0,81	–
	3. ЖК 1	6,31	0,87	1,68
	4. ЖК 2	15,69	10,25	11,06
	5. ЗП 1	9,25	3,81	4,62
	6. ЗП 2	10,19	4,75	5,56
Среднее по фактору В		8,56	3,12	3,93
2. Некорневая подкормка	1. Б/о	5,44	–	–
	2. Вода	4,06	1,38	–
	3. ЖК 1	10,80	5,36	6,74
	4. ЖК 2	13,31	7,87	9,25
	5. ЗП 1	7,50	2,06	3,44
	6. ЗП 2	7,56	2,12	3,50
Среднее по фактору В		8,13	2,69	4,07
3. Обработка семян и некорневая подкормка	1. Б/о	5,44	–	–
	2. Вода	7,44	2,00	–
	3. ЖК 1	4,81	-0,63	-2,63
	4. ЖК 2	6,50	1,06	-0,94
	5. ЗП 1	13,00	7,56	5,56
	6. ЗП 2	5,39	-0,05	-2,05
Среднее по фактору В		6,31	-1,13	0,87
Среднее по фактору А	1. Б/о	5,44	–	–
	2. Вода	5,38	-0,06	–
	3. ЖК 1	7,31	1,87	1,93
	4. ЖК 2	11,81	6,43	6,43
	5. ЗП 1	9,94	4,50	4,56
	6. ЗП 2	7,31	1,87	1,93

Содержание сырого протеина в сухом веществе зерна ячменя было ниже нормы. Наибольшее содержание протеина (15,7 %) отмечено в варианте 4 ЖК 2 (обработка семян), прибавка к контролю составила 10,2 %, а к варианту с водой – 11,1 %. В среднем по фактору А при всех вариантах обработки наблюдается увеличение сырого протеина на 1,9–6,4 % по отношению к контролю и на 1,9–11,8 % по отношению к варианту с водой.

По фактору В также при внесении гуминовых препаратов в обеих дозах в среднем наблюдается прибавка показателя на 1,9–3,78 % и на 0,8–4,0 % соответственно.

Выводы:

1. В условиях 2020 г. при возделывании ячменя на низко-окультуренной агродерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве обработка семян и опрыскивание посевов в фазу начала трубкования гуминовыми удобрениями «Живая капля» и «Золото полей» способствовало повышению урожайности зерна на 21–26 г/м³ относительно контроля без обработки и варианта с обработкой чистой водой.

2. Содержание сырого протеина в сухом веществе зерна ячменя было ниже нормы. При внесении гуминовых препаратов в обеих дозах, в среднем наблюдается прибавка показателя на 1,9–3,78 % и на 0,8–4,0 % соответственно.

Список литературы

1. Горбушина, А. Б. Эффективность гуминового продукта при возделывании клевера лугового на агродерново-подзолистых почвах Удмуртской Республики / А. Б. Горбушина, Т. Ю. Бортник, А. Л. Иошина // Гуминовые вещества в биосфере: материалы VII Всероссийской научной конференции, посвящ. 90-летию со дня рождения профессора Д. С. Орлова. Москва, 4–8 декабря 2018 г. – М.: МАКС Пресс, 2018. – С. 117–118.

2. Изучение использования гуминовых продуктов «Life Force[®]» на агродерново-подзолистых почвах Удмуртской Республики / А. Б. Горбушина, Н. А. Семакина, Т. Ю. Бортник [и др.] // Агротехнический вестник. – 2018. – Спецвыпуск. – С. 16–24.

3. Ковриго, В. П. Почвы Удмуртской Республики: монография / В. П. Ковриго. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2004. – 490 с.

4. Мамеев, В. В. Влияние гуминовых и минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы / В. В. Мамеев, И. В. Сычева, М. С. Сычев // Агротехнический вестник. – 2015. – № 5. – С. 10–14.

5. Негода, С. В. Роль удобрений гуматов в повышении плодородия почв / С. В. Негода, Р. А. Родителей // Агротехника. – 2014. – № 3. – С. 34–36.

6. Совершенствование системы удобрения ячменя в современных условиях / А. С. Башков, Т. Ю. Бортник, А. Ю. Карпова [и др.] // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 10. – С. 14–17.

7. Яхин, О. И. Биостимуляторы в агротехнологиях: проблемы, решения, перспективы / О. И. Яхин, А. А. Лубянов, И. А. Яхин // Агротехнический вестник. – 2016. – № 1. – С. 15–21.

А. В. Никитина, Т. Г. Леконцева

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ДИНАМИКА РОСТА И КОЭФФИЦИЕНТ РАЗМНОЖЕНИЯ КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ ЯБЛОНИ В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*

Проведено исследование по изменчивости количественных признаков клоновых подвоев яблони в культуре *in vitro*.

Создание высокоинтенсивных садов на клоновых подвоях связано с потребностью большого количества однородного посадочного материала. Совершенствование способов ускоренного размножения плодово-ягодных культур является одной из главных задач сегодняшнего садоводства. В данных условиях особо важной является разработка высокоэффективных технологий производства оздоровленного посадочного материала с использованием метода клонального микроразмножения, который характеризуется повышенным коэффициентом размножения, возможностью работать круглогодично и планировать выпуск растений к определённому сроку [3–8].

Целью данной работы было выявление изменчивости количественных признаков клоновых подвоев яблони в культуре *in vitro*.

Материалы и методика. Материалом исследования служили 3 подвойные формы клоновых подвоев яблони – 54-118 (Контроль), Парадизка Будаговского, Малыш Будаговского. Опыты проводили в УдмФИЦ УрОРАН. Клональное микроразмножение клоновых яблони проводили согласно методическим рекомендациям О. В. Матушкиной [2]. Повторность опыта была 4-кратная, по 10 растений в повторности. Статистическая обработка результатов исследований выполнена методом дисперсионного анализа [1].

Результаты исследования. Показатели изменчивости количественных признаков клоновых подвоев яблони при их микроразмножении представлены в таблице 1. Было установлено, что изучаемые клоновые подвои по-разному отзываются на клональное микроразмножение. Так, длина побега у подвоя 54-118 (контрольный вариант) составила 11 мм. Подвой Парадизка Будаговского

сформировал длину побега существенно больше на 14 мм по сравнению с контрольным вариантом (контроль – 11 мм, НСР₀₅ – 13 мм). При этом Малыш Будаговского отличался по длине побега от контрольного варианта несущественно.

Таблица 1 – Изменчивость количественных признаков клоновых подвоев яблони в культуре *in vitro*

Подвойная форма яблони	Длина побега, мм	Коэффициент размножения
54-118 (К)	11,0	1,3
Малыш Будаговского	16,0	2,3
Парадизка Будаговского	25,0	4,0
НСР ₀₅	13,0	1,5

Аналогичная тенденция наблюдается при изучении коэффициента размножения.

Вывод. В наших исследованиях максимальную реакцию по изучению изменчивости количественных признаков показал подвой Парадизка Будаговского (высота – 25 мм, коэффициент размножения – 4,0).

Список литературы

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
2. Матушкина, О. В. Технология клонового микроразмножения яблони и груши (методические рекомендации) / О. В. Матушкина, И. Н. Пронина. – Мичуринск: ВСТИСП, 2008. – 32 с.
3. Матушкина, О. В. Особенности размножения сортов яблони *in vitro* / О. В. Матушкина, И. Н. Пронина // Научные труды Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства. – 2015. – Т. 8. – С. 110–114.
4. Влияние способа и срока стерилизации в культуру *in vitro* на жизнеспособность эксплантов клонового подвоя яблони 54-118 / А. В. Никитина, А. М. Ленточкин, Т. Г. Леконцева [и др.] // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. – 2020. – Т. 30. – № 4. – С. 411–416.
5. Никитина, А. В. Влияние стимуляторов корнеобразования на размножение клоновых подвоев яблони зелеными черенками / А. В. Никитина // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Национальной науч.-практ. конф. молодых ученых, 4–5 дек. 2019 г. – Ижевск, 2020. – Т. 1. – С. 170–174.

6. Никитина, А. В. Современное состояние садоводства и питомниководство / А. В. Никитина // Сортовую агротехнику полевых культур – в производство: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию со дня рождения профессора кафедры растениеводства И. В. Осокина, 3 апр. 2020 г. – Пермь: Прокрость, 2020. – С. 115–117.

7. The effectiveness of the use of the silicon – containing preparation siliplant in the case of clonal micropropagation of the rose Reine Sammut / T. G. Lekontseva, A. V. Fedorov, A. V. Nikitina [et al.] // Bio web of conferences – International scientific and practical conference “Fundamental scientific research and their applied aspects in biotechnology and agriculture” (FSRAABA 2021). – Tyumen, 19–20 July 2021. – P. 05015.

УДК 636.085.55

Т. Н. Рябова, С. И. Коконев
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КОМБИКОРМОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

На основании официальных данных Росстата приведен статистический анализ развития комбикормовой отрасли. Установлено, что за период 2014–2019 гг. объем производства комбикормов в Российской Федерации увеличился в 1,29 раза, в Удмуртской Республике за 2010–2019 гг. – в 1,45 раза.

Актуальность. В настоящее время кормопроизводство является основной отраслью сельского хозяйства, которая определяет состояние молочного и мясного животноводства, птицеводства и рыбоводства. На уровень развития животноводства во многом оказывает влияние обеспеченность высококачественными комбикормами, поскольку 65–75 % в структуре себестоимости продукции животноводства приходится на стоимость кормов [1, 2].

Качество производимых комбикормов в разных регионах России определяется специализацией сельскохозяйственного производства, почвенно-климатическими условиями территории, разнообразием сырьевой базы и др.

Основным сырьем в составе комбикормов является зерно. К кормовым добавкам и дополнительным видам сырья относятся премиксы, минеральные добавки, витамины, аминокислоты, БВМД, БВД, продукты животного происхождения и др. Кроме того, комбикормовая индустрия является потребителем различных

отходов зерна, в том числе отрубей, используются также отходы свеклосахарного, крахмалопаточного и бродильного производств: меласса, жом, кормовые дрожжи и т.д. [3].

Для планирования направлений дальнейшего развития комбикормовой отрасли анализ объемов производства комбикормовой продукции в отдельных регионах и целом в Российской Федерации является актуальным.

Результаты исследований. По данным Федеральной службы государственной статистики (Росстат), предоставленным некоммерческой организацией «Союз комбикормщиков», в Российской Федерации рост производства комбикормов за 2014–2019 г. ежегодно составляет 2,8–6,9 % [4–9]. В целом объем производства комбикормов за шесть лет увеличился на 29,1 % (рис. 1).

В 2019 г. было произведено 27,7 млн т комбикормов всех видов, на долю комбикормов для крупного рогатого скота приходилось 7,7 %, для свиней – 39,9 %, для птицы – 51,9 % и для прочих видов сельскохозяйственных животных – 0,5 %. Однако следует учитывать, что данные Росстата являются не окончательными, так как комбикормовые цеха, находящиеся в составе сельскохозяйственных предприятий, не имеют статуса юридического лица и не предоставляют информацию об объемах произведенной продукции.

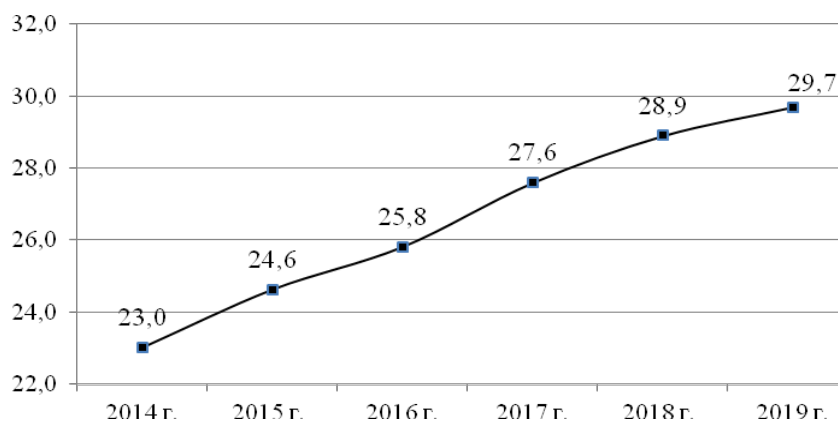


Рисунок 1 – Объем производства комбикормов в Российской Федерации, млн т

На фоне общероссийского роста объема производства комбикормов выявлена тенденция увеличения объемов и в Приволжском федеральном округе, на долю которого в 2019 г. приходилось 20,3 % валового производства комбикормов в России. В целом по Приволжскому федеральному округу к 2019 г. по сравнению с 2014 г. объемы производства комбикормов увеличились на 32 %.

Общая динамика производства комбикормов в регионах Приволжского федерального округа с 2014 по 2019 г. представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Объем производства комбикормов, тыс. т

Регион ПФО	Год						Средний за 2014– 2019 гг.	Доля в объе- меПФО
	2014	2015	2016	2017	2018	2019		
Республика Башкортостан	357,8	307,6	374,1	485,6	531,9	548,6	434,4	8,2
Республика Марий Эл	473,6	622,6	533,7	624,2	629,8	733,5	602,9	11,4
Республика Мордовия	614,2	673,2	741,8	831,7	878,5	924,6	777,3	14,7
Республика Татарстан	820,1	848,1	975,5	849,5	955,9	936,8	897,7	17,0
Удмуртская Республика	396,2	368,7	406,4	402,1	404,1	462,2	406,5	7,7
Чувашская Республика	82,0	106,5	127,5	122,4	115,4	113,0	111,1	2,1
Пермский край	320,3	350,8	334,1	334,1	344,6	348,4	338,7	6,4
Кировская область	162,7	194,2	191,5	204,5	241,4	272,3	211,1	4,0
Нижегородская область	380,1	403,4	389,3	443,8	434,5	411,5	410,4	7,8
Оренбургская область	182,8	243,1	198,5	164,3	182,3	167,1	189,7	3,6
Пензенская область	544,5	627,0	722,1	693,5	774,6	900,0	710,3	13,4
Самарская область	43,9	51,1	36,0	27,6	13,3	17,4	31,5	0,6
Саратовская область	128,5	106,8	110,8	143,3	154,9	164,4	134,8	2,5
Ульяновская область	63,5	40,7	39,8	*	*	*	48,0**	0,9

Примечание: * данные не предоставлены; ** среднее за 2014–2016 гг.

В среднем за шесть лет крупнейшими регионами, вырабатывающими комбикорма в Приволжском округе, являются Республика Татарстан – 897,7 тыс. т (17,0 % объема производства), Республика Мордовия – 777,3 тыс. т (14,7 %), Пензенская область – 710,3 тыс. т (13,4 %), Республика Марий Эл – 602,9 тыс. т (11,4 %). Доля этих четырех регионов за 2014–2019 гг. составляла 56,4 % от общего окружного объема производства. Минимальный объем производства комбикормов был отмечен в Самарской и Ульяновской областях – 31,5 и 44,3 тыс. т соответственно.

По объемам производства комбикормов в 2019 г. Удмуртская Республика находилась на 6-м месте среди других регионов При-

волжского федерального округа (406,5 тыс. т), хотя еще в 2012–2013 гг. уступала лишь Республике Татарстан (762,6–765,1 тыс. т), Республике Мордовия (475,8–533,8 тыс. т) и Пензенской области (393,5–539,9 тыс. т).

Общая динамика производства комбикормов в Удмуртской Республике за 2010–2019 гг. представлена на рисунке 2.

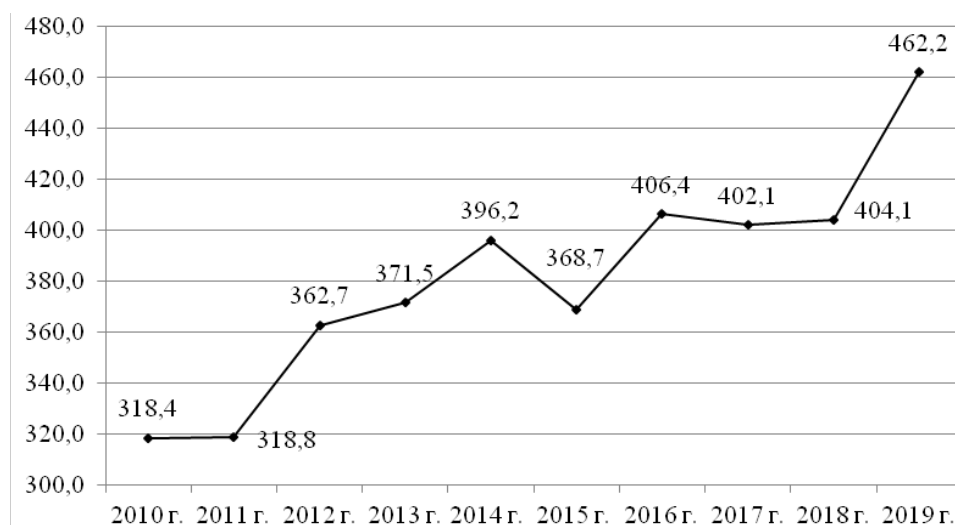


Рисунок 2 – Объем производство комбикормов в Удмуртской Республике, тыс. т

В Удмуртской Республике за исследуемый период значительное увеличение объема производства комбикормов произошло в 2019 г. – на 14,4 % (или 58 тыс. т) относительно аналогичного объема в 2018 г. Значительная доля производства комбикормовой продукции приходится на комбикорма для птиц – 58,1 %, свиней – 32,2 %, КРС – 9,3 %.

В 2015 г. значимое снижение объемов производства комбикормов на 27,5 тыс. т (7,5 %) по сравнению с предыдущим годом связано с неблагоприятными погодными условиями и снижением средней урожайности основных зерновых и зернобобовых культур в республике на 2,2 ц/га.

В 2016 г. ситуация на комбикормовом рынке относительно выровнялась, что обусловлено увеличением объемов производства (10,2 %).

В увеличении объема производства комбикормов важная роль принадлежит валовым сборам зерновых и зернобобовых культур, так как в комбикормах содержится порядка 70 % фуражного зерна.

Анализ состояния сырьевой базы для выработки комбикормов показывает, что в Удмуртской Республике за период с 2015 по 2019 г. наблюдается рост валовых сборов зерновых культур на 1,4–129 % ежегодно (табл. 2).

Таблица 2 – Валовый сбор зерновых и зернобобовых культур в Удмуртской Республике, тыс. т

Культуры	Год					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Зерновые культуры	583,5	505,5	517,9	668,3	601,3	609,8
Зернобобовые культуры	26,3	24,4	22,5	33,4	28,5	16,1

Производство зернобобовых культур за анализируемые годы составило 16,1–33,4 тыс. т. Несмотря на положительную динамику в урожайности гороха, как основной зернобобовой культуры, в республике отмечается снижение его посевных площадей.

Вывод. Таким образом, на основании статистических данных можно сделать вывод, что объемы производства комбикормов в России в целом за период 2014–2019 гг. увеличились в 1,29 раза, в Удмуртской Республике – в 1,45 раза. Основным потребителем кормов в стране и в регионе является птицеводческая отрасль, на втором месте – отрасль свиноводства, на третьем – скотоводства и прочие потребители.

Список литературы

1. Особенности кормопроизводства и кормления высокопродуктивных коров в Удмуртской Республике / Е. М. Кислякова, С. И. Коконов, Г. М. Жук [и др.]. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. – 102 с.
2. Кислякова, Е. М. Интенсификация производства молока на основе прогрессивных приемов кормления коров в условиях Удмуртской Республики / Е. М. Кислякова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – 308 с.
3. Кузьмичева, М. Б. Состояние российского рынка комбикормов / М. Б. Кузьмичева // Мясная индустрия. – 2009. – № 7. – С. 48–52.
4. Производство комбикормовой продукции в 2014 г. (данные Росстата предоставлены Союзом комбикормщиков) // Комбикорма. – 2015. – № 2. – С. 15–36.
5. Производство комбикормовой продукции в 2015 г. (данные Росстата предоставлены Союзом комбикормщиков) // Комбикорма. – 2016. – № 2. – С. 30–38.
6. Производство комбикормовой продукции в 2016 г. (данные Росстата предоставлены Союзом комбикормщиков) // Комбикорма. – 2017. – № 3. – С. 9–25.
7. Производство комбикормовой продукции в 2017 г. (данные Росстата) // Комбикорма. – 2018. – № 2. – С. 6–14.
8. Производство комбикормовой продукции в 2018 г. (данные Росстата) // Комбикорма. – 2019. – № 3. – С. 13–23.
9. Производство комбикормовой продукции в 2019 г. (данные Росстата) // Комбикорма. – 2020. – № 3. – С. 15–25.

И. Н. Серебренникова, Т. А. Бабайцева
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ОЦЕНКА КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ

В условиях Удмуртской Республики 2020–2021 гг. проведена оценка 95 образцов озимой тритикале различного эколого-географического происхождения. Выделены 5 образцов озимой тритикале с высокой урожайностью и лучшие образцы по отдельным элементам структуры.

Актуальность. Тритикале (\times *Triticosecale* Wittmack) – новый ботанический род злаковых растений и первая синтетическая культура, созданная человеком, сочетающая в себе ценные в сельскохозяйственном отношении признаки обеих родительских форм – ржи и пшеницы [3, 9]. Ныне тритикале является высокоурожайным, нетребовательным к почвенно-климатическим условиям родом растений, важнейшим питательным кормовым и диетическим пищевым ресурсом [4].

В последнее время все больше возникает интерес к этой зерновой культуре – перспективной как для получения хлебопекарной муки и крупы, так и для производства крахмала, солода, комбикормов. Тритикале играет важную роль в кормовом балансе [1]. Тритикале представляет также несомненный интерес как сырье для приготовления диетических сортов хлеба, кондитерских изделий, спирта и другой продукции [6].

Для расширения посевных площадей тритикале в нашей стране необходим соответствующий набор сортов, обладающих высокой потенциальной продуктивностью, с устойчивостью растений к болезням и абиотическим стрессорам, адаптированных местным условиям. Поэтому требуются ценные источники генов, контролирующие устойчивость растений к патогенам, пониженным температурам, недостаточной водообеспеченности и к другим факторам среды. Следовательно, в селекции тритикале проблема исходного материала в настоящее время приобретает особенную актуальность.

На данный момент селекционная работа с озимой тритикале в Среднем Предуралье ведется небольшими объемами. Проведенной работы по оценке исходного материала по комплексу биологических и хозяйственно ценных признаков и свойств для селекции

конкурентоспособных сортов озимой тритикале, адаптированных к условиям Среднего Предуралья, недостаточно.

В связи с этим **целью нашей работы** является дать комплексную оценку коллекции озимой тритикале и выделить хозяйственно-ценные признаки для дальнейшей селекции. Были определены следующие задачи: дать сравнительную оценку коллекции различного эколого-географического происхождения по хозяйственно-биологическим свойствам; определить урожайность зерна и ее структуру.

Материалы и методика. Полевые исследования проводились на опытном поле в «УНПК Агротехнопарк Ижевской ГСХА» в условиях вегетации 2020–2021 гг. Опыт проводился в соответствии с требованиями методик опытного дела [2, 5]. Анализ агрохимических свойств почвы осуществляли по общепринятым методикам [8], оценки и наблюдения – согласно методике ВИР по изучению коллекции образцов озимой тритикале [7]. В опыте изучались 95 образцов озимой тритикале различного эколого-географического происхождения: Россия – 51 (Краснодарский НИИСХ, ДЗНИИСХ, Московское отделение ВИР, Московский НИИСХ, Сибирский НИИРС, Ленинградская обл., Курский НИИСХ, Ставропольский НИИСХ, Воронежский НИИСХ, ГБС РАН, ДОС ВИР), Польша – 18, Украина – 10, Беларусь – 10, Молдова – 3, Казахстан – 1.

Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая, среднесуглинистая, характеризуется средней степени окультуренности. Обменная кислотность нейтральная (pH_{KCl} 6,1), содержание гумуса низкое (1,7 %), подвижного фосфора высокое (295 мг/кг почвы), обменного калия среднее (88 мг/кг почвы). Агроклиматические условия вегетационного периода были относительно благоприятны для роста и развития озимой тритикале. Всходы появились дружно на 9–10-й день после посева. Зима 2020–2021 гг. была нехолодная, малоснежная. Весенняя вегетация проходила в благоприятных условиях. В летний период установилась жаркая сухая погода, что отрицательно сказалось на кущении и формировании продуктивности колоса.

Результаты исследования. В наших условиях одним из важных показателей является зимостойкость, так как в зимний и ранневесенний периоды озимые культуры часто подвергаются различным неблагоприятным внешним воздействиям, которые приводят к частичному изреживанию или полной гибели посевов. Осенью

перед уходом в зиму всходы посевов были оценены по 5-балльной шкале: 91 образец получил преимущественно 4–5 баллов, и лишь 4 образца – 2–3 балла. После перезимовки оценка проводилась по 9-балльной шкале. Коллекционные образцы по зимостойкости различались от 1 до 9 баллов. У 12 образцов зимостойкость была высокой и очень высокой. Средний балл был у 17 образцов, низкий и очень низкий – у 66 образцов.

Большой интерес в селекции тритикале на зернофуражные и хлебные цели представляют короткостебельные сорта. Среди изучаемых образцов на уровне сорта Ижевская 2 было всего 5 образцов (высота растений более 80 см). На уровне стандарта Зимогор был 71 образец при стандартном отклонении 12 см. Ниже стандарта Зимогор показали существенную разницу 12 образцов, а некоторые имели высоту даже ниже 50 см.

Урожайность зерна изучаемых коллекционных образцов варьировала в широких пределах – от 1 до 290 г/м², коэффициент вариации $V = 68 \%$. Таким образом, по урожайности все образцы озимой тритикале можно разделить на 5 групп (рис. 1). В 1-ю группу включены 5 образцов, имеющие самую высокую урожайность на уровне стандарта Зимогор. Вторая группа урожайность имеет на уровне стандарта Ижевская 2, где всего 11 образцов.

Количество образцов, шт.

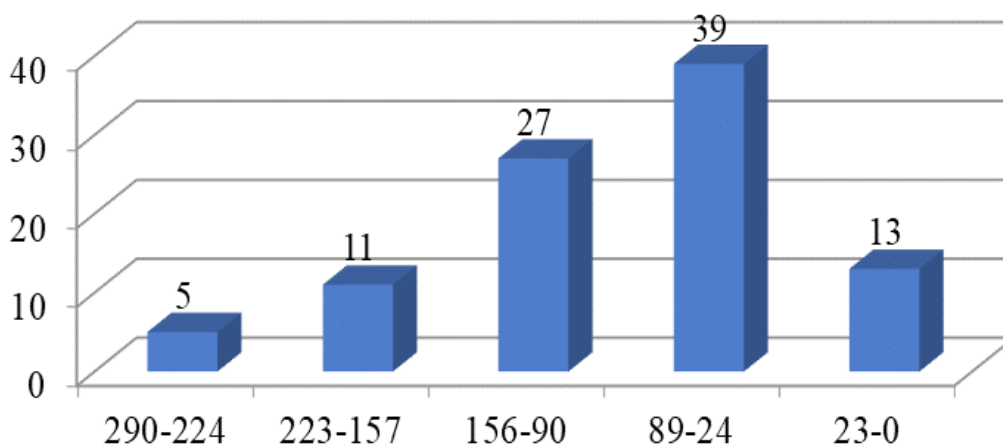


Рисунок 1 – Гистограмма распределения урожайности коллекционных образцов озимой тритикале

Высокая урожайность образцов Зимогор (290 г/м²) и Бета (266 г/м²) была получена благодаря наибольшему количеству продуктивных стеблей (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность лучших коллекционных образцов озимой тритикале и ее структура

Образец	Зимостой- кость, балл	Урожай- ность, г/м ²	Масса зерна с колоса, г	Продуктив- ные стебли, шт./м ²	Масса 1000 зерен, г
Ижевская 2, ст.	7	167	0,86	189	37,1
Зимогор, ст.	9	290	0,96	338	38,6
Бета	9	266	0,87	324	34,4
Корнет	9	279	1,10	302	38,3
Чернобривец	7	191	1,24	187	43,3
Мачкян	9	211	0,95	193	33,0
Л.266/12	3	164	1,34	161	44,5
Л.297/12	5	167	1,44	137	40,7
Немчиновский 56	7	184	1,10	230	39,9
Берекет	7	266	1,22	259	50,4
Импульс	7	171	1,14	190	37,2
Нелли	7	205	1,09	225	37,3
АД14055	5	180	1,06	216	38,7
№ 21832/97	5	179	0,78	151	34,3
Атаман Платов	9	225	0,98	214	38,7
Л22Т.224×Водолей	5	197	1,25	184	37,1
σ	2	65,9	0,25	72	4,2
V%	77	68	24	65	11

Образцы Корнет и Берекет не уступают стандарту Зимогор по урожайности (соответственно 279 г/м² и 266 г/м²), имея относительно высокую массу зерна с колоса и количество продуктивных стеблей. У некоторых образцов урожайность была получена благодаря массе зерна с колоса – это Чернобривец, Л. 297/12, Л. 266/12, Л. 22Т.224 × Водолей. Также высокая масса зерна с колоса получена еще у 18 образцов. Особо выделился образец Vision – 1,87 г, продуктивность колоса которого почти в 2 раза выше, чем у стандарта Зимогор (0,96 г), а также Anvo, № 279/12 (70), Ingen 33, Бард и Импринт.

По массе 1000 зерен 15 образцов превысили стандарт Зимогор (38,6 г). Однако 4 образца представляют наибольший интерес, среди них Букет, Дозф, Князь, Берекет. 12 образцов имели существенную разницу в худшую сторону при стандартном отклонении 4,2 г.

Из-за неблагоприятных условий погоды часто у тритикале проявляется высокая череззерница, которая не должна превышать 10 %. Низкая череззерница выявлена только у 3 образцов: Ambrau (Kill) – 9,5 %, Л. 266/12 – 9,1 %, Импринт – 9,5 %. У 20 образцов

череззерница была выше стандарта Зимогор (16,9 %), при стандартном отклонении $\sigma = 6,9 \%$.

Вывод. Таким образом, на основе проведенных полевых исследований в условиях 2021 г. наибольшую урожайность сформировали образцы Зимогор – 290 г/м², Берекет – 266 г/м², Бета – 266 г/м², Корнет – 279 г/м², Атаман Платов – 225 г/м².

Список литературы

1. Кормовая ценность и технологические свойства селекционных образцов озимого тритикале / Р. Ф. Байбеков, Л. Х. Суханбердина, А. В. Филиппова [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2020. – № 1 (57). – С. 43–56.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Емцева, М. В. Использование генов Vrn для создания форм тритикале с разной продолжительностью вегетационного периода / М. В. Емцева // Сельскохозяйственная биология. – 2020. – Том 55¹. – № 1. – С. 3–14.
4. Инновационные сорта и технологии возделывания ярового тритикале: коллективная монография / С. М. Лукин, И. В. Русакова, А. М. Тысленко. – Иваново: ФГБНУ ВНИИОУ, 2017. – 295 с.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. – М., 1989. – 195 с.
6. Пути и методы улучшения тритикале в процессе селекции в Центральном регионе России / Н. Г. Пома [и др.] // Достижения и перспективы научного обеспечения агропромышленного комплекса Центрального региона России: сборник материалов научно-практической конференции, посвященной 80-летию Москва «Немчиновка». – М.: ООО «НИПКЦ Восход-А», 2012. – С. 91–99.
7. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале: метод. указания / А. Ф. Мережко [и др.]. – СПб., 1999. – 81 с.
8. Практикум по агрохимии: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений / В. В. Кидин [и др.]. – М.: КолосС, 2008. – 599 с.
9. Романов, Б. В. Гексаплоидное тритикале, созданное на базе тургидной и твёрдой пшеницы / Б. В. Романов, К. И. Пимонов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование: ФГБОУ ВО Донской ГАУ. – 2020. – № 1 (57). – С. 126–134.

П. А. Ухов, А. В. Никитина
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЫ УЧЕБНОГО САДА ФГБОУ ВО ИЖЕВСКАЯ ГСХА

Осенью 2020 г. на территории Ижевской государственной сельскохозяйственной академии был заложен плодово-ягодный сад. Почва участка, по результатам агрохимического анализа, характеризовалась низким содержанием органического вещества, но высоким количеством подвижных форм фосфора и обменного калия.

Актуальность. Садоводство – высокоинтенсивная отрасль, требующая значительных затрат при закладке плантаций и в уходе за ними. Высокая рентабельность садоводства во многом зависит от применения рациональной системы удобрения с учетом биологических особенностей плодовых и ягодных культур, возраста сада, фазы развития растений, почвенных и погодных условий [2].

Согласно районированию промышленного садоводства России, территория Удмуртской Республики относится к региону промышленного ягодоводства и ограниченного плодового садоводства. Для успешной посадки и дальнейшего выращивания плодовых деревьев и ягодных кустарников необходимо довольно серьезно подойти к выбору участка, видов и сортов растений [3, 4].

Осенью 2020 г. на территории учебного корпуса № 2 ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА был заложен плодово-ягодный учебный сад по следующим группам культур: семечковые, косточковые, ягодные. Выращиваемые культуры требовательны к условиям произрастания, в частности, к почвенному плодородию и отзывчивы на внесение удобрений. Учитывая то, что в Удмуртской Республике большая часть территории представлена дерново-подзолистыми почвами, которые имеют низкое естественное плодородие [5, 6], необходима их агрохимическая оценка с целью создания оптимальных условий для роста и развития растений.

Целью работы стало проведение агрохимического анализа почвы под плодово-ягодными насаждениями.

Материалы и методика. Экспериментальный участок заложен осенью 2020 г. на территории учебного корпуса № 2 ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. Агрохимический анализ почвы, отобранной

с глубины пахотного слоя 0–20 см, проводился летом 2020 г. по общепринятым методикам.

Результаты исследования. Плодово-ягодные насаждения имеют хорошо развитую корневую систему. Особенностью данных культур является то, что они отличаются высоким поглощением питательных веществ на единицу продукции и требуют оптимальных условий произрастания, а также высокого почвенного плодородия [1]. В связи с этим был проведен агрохимический анализ почвы плодово-ягодного сада ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, и получены следующие результаты (табл. 1).

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика дерново-подзолистой среднесуглинистой слабосмытой почвы

Год	Органическое вещество, %	рН _{КС1}	Физико-химические показатели, ммоль/100 г		V, %	Содержание подвижных элементов, мг/кг	
			Н _г	S		P ₂ O ₅	K ₂ O
2020	1,56	6,84	0,53	5,7	91,5	191	256

Установлено, что содержание органического вещества в почве опытного участка очень низкое и составляет 1,56 %. Реакция почвенной среды нейтральная при высоком содержании подвижных форм фосфора (191 мг/кг) и очень высоком обменного калия (256 мг/кг), что соответствует требованиям плодово-ягодных культур. Для дерново-подзолистых почв характерно низкое значение суммы обменных оснований, что вызвано в первую очередь низким содержанием органического вещества. Так, при анализе почвенного образца значение суммы обменных оснований было низким и составило 5,7 ммоль/100 г почвы.

Вывод. Для получения высоких значений урожайности культур на участке плодово-ягодного питомника необходимо использовать органические удобрения с целью улучшения почвенного плодородия.

Список литературы

1. Современная система минерального питания и удобрения плодовых и ягодных растений / А. К. Кондаков, Ю. В. Турнов, О. А. Грезнев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 2. – С. 22–23.
2. Кудряшова, А. М. К вопросу потребности плодовых деревьев в минеральных удобрениях / А. М. Кудряшова // Новая наука: от идеи к результату. – 2015. – № 6–2. – С. 6–9.

3. Ленточкин, А. М. История и современное состояние плодородия в Удмуртии / А. М. Ленточкин, А. М. Бурдина, А. В. Никитина // Роль агрономической науки в оптимизации технологий возделывания сельскохозяйственных культур: материалы Международной науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 65-летию работы кафедры растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА в Удмуртии 19–22 ноября 2019 г. – Ижевск, 2020. – С. 348–358.

4. Никитина, А. В. Современное состояние садоводства и питомниководство // Сортовую агротехнику полевых культур – в производство: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию со дня рождения профессора кафедры растениеводства И. В. Осокина, 3 апр. 2020 г. – Пермь: Прокрость, 2020. – С. 115–117.

5. Ухов, П. А. Производственная эффективность промежуточных культур при выращивании яровой пшеницы / П. А. Ухов, А. М. Ленточкин // Пермский аграрный вестник. – 2020. – № 1 (29). – С. 91–100.

6. Ухов, П. А. Сравнительная эффективность технологии прямого посева и минимальной обработки почвы при выращивании яровых промежуточных культур / П. А. Ухов // Агрофорсайт. – 2019. – № 1. – С. 8.

УДК 630*231+630*17:582.47

С. Г. Белослудцева, О. Е. Осмачко
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

**АНАЛИЗ РОСТА И РАЗВИТИЯ
ХВОЙНОГО ПОДРОСТА НА ВЫРУБКАХ
В УСЛОВИЯХ КЕЗСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА
УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

Приводится анализ основных показателей роста хвойного подроста на вырубках.

Актуальность. Лес – возобновляемый природный ресурс, имеющий огромное защитное значение для флоры и фауны. Сохранение и приумножение лесов в настоящее время является основной задачей всей лесной отрасли [5]. При этом целенаправленно решается комплекс задач – создание высокопродуктивных насаждений наиболее ценного видового состава, выполнение ими экологических, средообразующих и рекреационных функций [1, 2, 6, 9, 10].

Возобновительные процессы наблюдаются как под пологом насаждений, так и на вырубках. Если под пологом насаждений подрост находится в среде неизменной и защищенной от внешних экологических воздействий, то на вырубках происходит резкое изменений условий среды [4, 8]. В этой связи целью работы является изучение особенностей роста и развития хвойного подроста на вырубках в условиях Кезского лесничества УР.

Материалы и методика. Для характеристики подроста в условиях исследуемого лесничества на вырубках пятилетней давности нами были заложены пробные площади по общепринятым в лесной таксации методам. Произведен пересчет подроста по породам и группам высот и их качественному состоянию. В каждой категории высот отобрано по 5 модельных экземпляров, у которых по мутовкам и числу годичных слоев определен средний возраст,

а также прирост за последние 5 лет [3]. Характеристика пробных площадей приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика пробных площадей

Пробная площадь, № (ПП)	1	2	3
Год рубки	2016	2016	2016
Состав возобновления	5Е1ПЗБ1Ос	6Е2Лп2Ос	8Е2Ос+Б
Количество жизнеспособного подроста (шт. га/ %)	747	684	394
Тип вырубki	Малиннико- вый	Малиннико- вый	Малиннико- вый

Результаты исследования. В Кезском лесничестве, как и в республике в целом, основной лесообразующей породой и в составе насаждений, и в возобновлении является ель [7]. Хвойный подрост – это главная составляющая возобновительного процесса, его наличие обуславливает рост и развитие будущего древостоя. Показателем успешности возобновления является количество жизнеспособного подроста ценных лесообразующих пород [8, 11, 12]. Одним из показателей жизнеспособности является прирост подроста по высоте, который должен составлять не менее прироста боковых ветвей верхней половины кроны [3].

По полученным нами данным, количество жизнеспособного подроста на пробных площадях варьирует в пределах от 394 до 747 шт./га, возобновление на пробных площадях недостаточное. Резкие изменения условий среды после сплошных рубок вынуждают сохранившийся подрост хвойных пород приспособляться к новой обстановке, что приводит к естественному отпаду.

На исследуемых вырубках в основном преобладает хвойный подрост предварительной генерации, в составе возобновления которых присутствуют ель и сосна. Большая часть жизнеспособного подроста имеет высоту более 1 м, средний возраст составляет в среднем 14 лет. Сложившиеся лесорастительные условия после сплошных рубок являются сдерживающим и стабилизирующим фактором, влияющим на динамику естественного возобновления в плане его роста и состояния. Изменение прироста по высоте среднего и крупного подроста (более 1,5 м) на пробных площадях приводится на рисунках 1 и 2.

На исследуемых участках рубка была проведена в 2016 г. Анализ прироста подроста хвойных пород по высоте по годам по-

казал его динамичность по категориям крупности и возрасту. Наиболее низкий прирост крупного подростка по высоте на пробных площадях был отмечен в 2017 г., что объясняется его адаптацией к изменившимся лесорастительным условиям после удаления материнского древостоя. В последующие годы показатели прироста по высоте увеличились. Наиболее чувствительным к изменяющимся условиям среды на выбранных участках оказался средний подрост высотой от 0,5 до 1,5 м. Динамика прироста в пределах пробных площадей имела как различия по годам наблюдения, так и черты сходства в отдельные годы. Вероятнее всего, это связано с особенностями климатических, почвенно-гидрологических условий в период наблюдений.

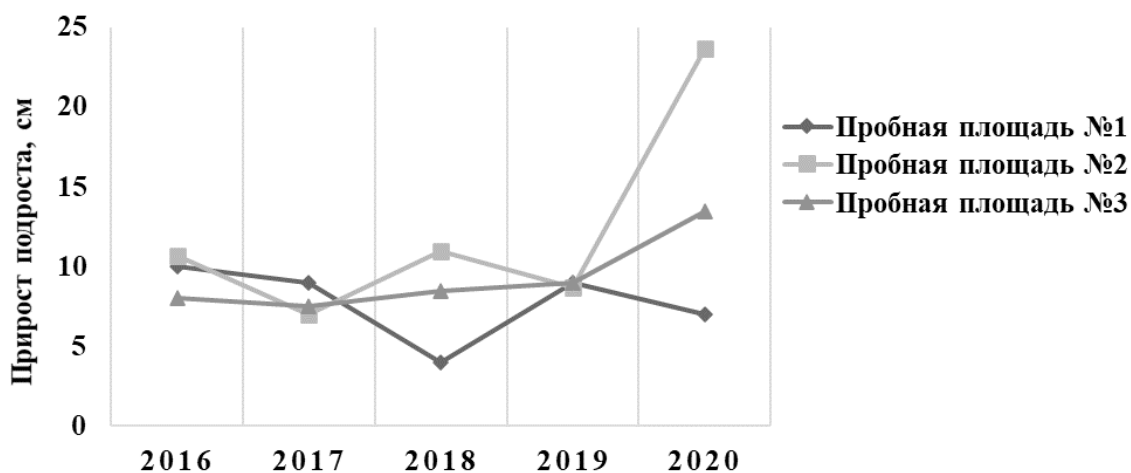


Рисунок 1 – Изменение прироста по высоте среднего подростка (от 0,5–1,5 м) на пробных площадях

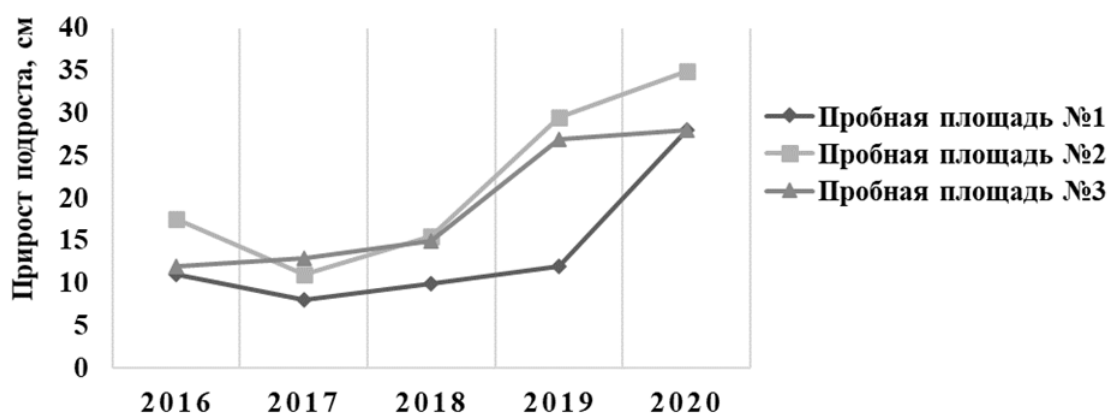


Рисунок 2 – Изменение прироста по высоте крупного подростка (более 1,5 м) на пробных площадях

Таким образом, проведенные исследования подтверждают, что прирост по высоте является немаловажным признаком опре-

деления успешности естественного возобновления и залогом формирования в будущем высокопродуктивных устойчивых насаждений в полной мере выполняющих экологические, средообразующие и защитные функции.

Список литературы

1. Духтанова, Н. В. Культуры ели на нелесных площадях / Н. В. Духтанова, Н. М. Итешина, Е. Е. Шабанова // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России. – Ижевск, 2021. – С. 218–223.
2. Особенности роста лесных культур сосны в зоне широколиственных лесов на примере Брянской области / И. И. Дроздов [и др.] // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2014. – Т. 18. – № 4. – С. 45–51.
3. Лесоведение. Учебная практика: учебно-метод. пособие / Сост. Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2009. – 55 с.
4. Манько, Ю. И. Выживание и рост сохранившегося подроста ели и пихты на сплошных вырубках в Среднем Сихотэ-Алине / Ю. И. Манько // Лесоведение. – 2005. – № 1. – С. 28–36.
5. Мелехов, И. С. Лесоведение: учебник для вузов / И. С. Мелехов. – М.: МГУЛ, 1999. – 398 с.
6. Анализ ведения лесного хозяйства арендатором на участках, переданных в аренду на примере ООО ТПК «Восток-Ресурс» / К. А. Мушкина, Н. М. Итешина, Р. Ф. Асадуллаев [и др.] // Научные инновации в развитии отраслей АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 3 томах. – 2020. – С. 130–134.
7. Итешина, Н. М. Динамика темнохвойных лесов на Востоке Русской равнины / Н. М. Итешина, А. К. Касимов, Л. Н. Данилова // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2012. – № 2 (85). – С. 38–41.
8. Итешина, Н. М. Влияние таксационных показателей материнского древостоя на количественные и качественные показатели подроста в условиях кисличного типа леса / Н. М. Итешина, Л. А. Назарова, М. В. Лесков // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – С. 194–198.
9. Итешина, Н. М. История лесовосстановления в Удмуртской Республике / Н. М. Итешина // Прикамское собрание: материалы III Всероссийского открытого научно-практического форума. – 2019. – С. 338–342.
10. Итешина, Н. М. Компенсационное лесовосстановление как способ увеличения площадей лесных культур хозяйственно-ценных пород / Н. М. Итешина, К. А. Мушкина, О. Е. Осмачко // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 142–146.

11. Назарова, Л. А. Естественное возобновление ели в зеленомошной группе типов леса таежной зоны (на примере Удмуртской Республики) / Л. А. Назарова, Н. М. Итешина // Теория и практика – устойчивому развитию агропромышленного комплекса: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2015. – С. 204–207.

12. Назарова, Л. А. Закономерности естественного возобновления ели под пологом в условиях Среднего Предуралья / Л. А. Назарова, Н. М. Итешина // Лесная наука, молодежь, будущее: материалы Международной школы-конференции молодых ученых. Национальная академия наук Беларуси, Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам, Институт леса НАН Беларуси, Белорусское общество лесоводов. – Гомель, 2017. – С. 215–218.

УДК 631.461

К. С. Семенова, В. А. Иванова, Ю. А. Попенова
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева

ОЦЕНКА БИОПРЕПАРАТОВ КАК СПОСОБА ДООЧИСТКИ ПОЧВ И ГРУНТОВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Приведена технология удаления нефти и нефтепродуктов, разработанная А. И. Головановым и А. А. Маматовым. Эта технология является одной из самых эффективных, но необходимо проводить дополнительную доочистку оставшихся нефтепродуктов. Используемые в технологии инженерные системы можно использовать как мелиоративные, которые позволяют создать оптимальные условия для развития микроорганизмов-деструкторов. Выбран один из экологически безопасных и экономически эффективных способов очистки для замкнутых систем, а именно биологическая очистка. Приведена сравнительная оценка биопрепаратов на основе эффективности очистки почв и грунтов от нефтепродуктов, информация о которых есть в открытом доступе. Выбран оптимальный биопрепарат.

Актуальность. Одной из наиболее распространенных экологических проблем является загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами при их переработке, транспортировке и хранении. В результате поступления нефтепродуктов на поверхность земли нарушается воздухообмен в почве, затрудняется поступление воды и, соответственно, различных питательных веществ, необходимых для жизни и развития почвенных животных и растений.

Тяжелые фракции нефтепродуктов поступают в нижние горизонты, достигают грунтовых вод и образуют зону загрязнения.

Эта зона распространяется по площади и перемещается по направлению потока грунтовых вод, попадая в водный объект, вызывая загрязнение водозаборов, поверхностных вод [5].

Попавшие в водный объект нефтепродукты создают большую экологическую угрозу. Единица объема нефти способна загрязнить объем воды, превосходящий ее в 1000 раз, так как содержание нефтепродуктов порядка 0,1 мг/л делает воду непригодной для употребления, а концентрация больше 0,05 мг/л недопустима для рыбохозяйственных водоемов [3].

Токсичность различных типов нефти и нефтепродуктов неодинакова. Наибольшее отравляющее воздействие на живые организмы оказывают легкие фракции нефти и легкие нефтепродукты, но воздействие этих продуктов короткое, из-за быстрой испаряемости с поверхности почвы, биodeградации и рассеяния. Тяжелые фракции нефти и тяжелые нефтепродукты сильного отравляющего воздействия на организм не оказывают, но они значительно ухудшают свойства почв, затрудняют дыхание и питание растений.

Основными элементами состава нефти являются углерод (83,5–87,0 %) и водород (11,5–14,0 %). Кроме того, в нефти присутствуют: сера в количестве от 0,1 до 1,0–2,0 % (иногда ее содержание может достигать до 5,0–7,0 %, во многих нефтях серы практически нет); азот в количестве от 0,001 до 1,0 (иногда до 1,7 %); кислород (встречается не в чистом виде, а в различных соединениях) в количестве от 0,01 до 1,0 % и более, но не превышает 3,6 %. Из других элементов в нефти присутствуют железо, магний, алюминий, медь, олово, натрий, кобальт, хром, германий, ванадий, никель, ртуть, золото и другие. Однако содержание их менее 1,0 %.

В современном мире существует большое разнообразие методов очистки почвы и грунтов от загрязнения нефтью и нефтепродуктами: механический, химический, физический, физико-химический, микробиологический, кроме того, разрабатываются и новые методы и технологии. К ним можно отнести биосорбционный метод, озонирование воды, очистка с помощью магнитов, очистка флотационно-кавитационным методом, очистка с помощью магнитных наночастиц, биологическая очистка и другие [6]. Выбор метода доочистки от нефтепродуктов зависит от физико-химического состава, почвенно-гидрологических условий, от масштаба загрязнения и т.д.

Материалы и методика. Существует хорошо зарекомендовавшая себя технология удаления нефтепродуктов с почв и грунтов, основанная на локализации очага загрязнения и удаления

нефтепродуктов, разработанная А. И. Головановым и А. А. Маматовым [2]. Загрязненная территория ограждается водонепроницаемой стеной в грунте во избежание распространения загрязнения. После этого на огражденной территории бурятся скважины на всю мощность горизонта. В скважины подается вода, происходит насыщение грунта водой и поднятие грунтовых вод с нефтепродуктами, до тех пор, пока уровень не достигнет поверхности земли. После этого прекращают подачу воды. На ранее спланированной поверхности земли устраивают чеки с помощью валиков (аналогично чекам рисовых оросительных систем), в которых создают небольшой слой воды с нефтепродуктами. Всплывшие нефтепродукты, переливаясь через валики, попадают в канал, а из него в бассейн или пруд. Дно бассейна покрыто водонепроницаемым материалом. Чеки подпитывают водой так, чтобы слой всплывших нефтепродуктов не касался поверхности почвы. В бассейне нефтепродукты расслаиваются с водой, их выкачивают в автоцистерны и транспортируют на ближайший нефтеперегонный завод для очистки и последующей утилизации. Используемая для вытеснения вода будет загрязненной, ее также необходимо подвергнуть очистке перед сбросом в водоприемник [2].

При данном методе очищается может достигать до 80,0 % объема загрязненных почв и грунтов, поэтому считается наиболее эффективным. Но необходимы дополнительные мероприятия по деструкции оставшихся нефтепродуктов, а также рекультивация разрушенного почвенного покрова, которая обеспечит дальнейшее использование земель, например в сельском хозяйстве.

В настоящее время разработано большое количество методов доочистки почв и грунтов от загрязнений нефтепродуктами. Одним из эколого-экономически эффективным в замкнутой системе считается биологический метод очистки. Существуют следующие подходы к деструкции микроорганизмами нефтяных углеводородов в почвенном профиле: стимуляция природного самоочищения экосистемы путем создания необходимых условий для развития биоценоза. Введение в загрязненную почву углеводородокисляющих микроорганизмов наряду с созданием оптимальных условий их жизнедеятельности. Используемая технология очистки от нефтепродуктов уничтожает часть микроорганизмов и условия их развития, то требуется введение биопрепаратов.

Основным элементом нефти является углерод. В настоящее время для доочистки почвы и грунтов от нефтепродуктов приме-

няются углеводородокисляющие микроорганизмы. Практически все углеводороды, входящие в состав нефти, могут окисляться до углекислого газа (CO_2) и воды (H_2O) почвенной микрофлорой или превращаться в промежуточные соединения, используемые другими микроорганизмами. В биологическом окислении нефти участвуют почвенные бактерии родов: *Pseudomonos*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Rhodococcus*, *Azotobacter*, *Mycobacterium*, *Actinomyces*, *Corynebacterium*, *Nocardia*, *Frankia* и др. Но окисление нефтепродуктов происходит очень медленно из-за низкой активности почвенных бактерий, их содержания в объеме почвы, а также соответствующего видового состава в естественной среде. Необходимо рассмотреть более подробно применение биопрепаратов.

В настоящее время разработано большое количество биопрепаратов для рекультивации почв и грунтов, загрязненных нефтепродуктами. Но информация о их производстве и применение незначительна и ограничена. Нами было рассмотрено несколько препаратов, проверенных на практике, и проведена их оценка. Важнейшим параметром оценки, характеризующим биопрепарат, принято эффективность очистки (процент от исходного содержания нефти и нефтепродуктов) и ее скорость.

Результаты исследований. Препарат «Бациспектин» широко применяется для рекультивации почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. В препарате содержится природный почвенный штамм *Bacillus sp.* 739, который за 2 месяца разлагает более 51 % нефтепродуктов, содержащихся в почве [1].

При внесении в загрязненную почву природных биопленок с доминированием цианобактерии *p. Oscillatoria* эффективность очистки почвы от нефтепродуктов за 30–90 дней доходила до 100 % в зависимости от концентрации нефтепродуктов.

Бактерии *Rhodococcus erythropolis* проявили высокую способность к деструкции отдельных углеводородных соединений, входящих в состав нефти. Так, ксилол ($(\text{CH}_3)_2\text{C}_6\text{H}_4$) был частично деструктирован бактериями, убыль соединения составила 49 %. Толуол ($\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}_3$) был практически полностью разрушен бактериями, степень деструкции толуола, культивируемого с *Rhodococcus erythropolis*, составила около 99 %. Одним из объективных показателей биодеструкции нефти бактериями в почве является снижение содержания серы, поскольку бактерии окисляют серу до водорастворимых ионов-сульфатов (SO_4 , S_2O_3 , SO_2 и других) [4].

Биопрепарат «Путидойл» создан на основе нефтеокисляющего штамма бактерий *Pseudomonas putida* 36. Цена за 1 кг – 3500 руб. Биопрепарат «Деворойл» был разработан на основе объединения бактерий *Pseudomonas stutzeri.*, *Rhodococcus longus*, *Rhodococcus erythropolis* и дрожжей *Candida sp.*, *Yarrowia lipolytica*. Данные микроорганизмы могут оставаться активными при повышенной солености почвы до 150 г/л и рН от 4,5 до 9,5, устойчивы к резким перепадам температуры от +5 до +40 °С, остаются активными при загрязнении почвы нефтью выше 5 %. Цена за 1 кг – 7000 руб.

Эффективность очистки (процент от исходного загрязнения) биопрепаратов «Путидойл» и «Деворойл» равны 1–33 % и 85–92 % (в некоторых случаях до 99 %) в течение 1–30 дней и 1–2 месяцев соответственно [7].

Для биологической доочистки почвы необходимо создание оптимального водного режима (влажность почвы 0,7...0,9 от предельной полевой влагоемкости). Для этого во влажные периоды лета и весны нужно поддерживать уровни грунтовых вод на глубине до 1 м с помощью используемых скважин. А в засушливые периоды необходимо проводить поливы, для чего можно использовать построенную сеть трубопроводов совместно с насосной станцией. В дальнейшем на очищенной и рекультивированной территории можно проводить орошение и выращивать сельскохозяйственные культуры.

Выводы и рекомендации. Технология удаления из почвы нефти и нефтепродуктов, разработанная А. И. Головановым и А. А. Маматовым, является одной из самых эффективных, поскольку позволяет удалить до 80 % нефтепродуктов, но требуется дополнительная доочистка. Используемые в технологии инженерные системы можно использовать как мелиоративные, они позволяют создать оптимальные условия для развития микроорганизмов-деструкторов. В качестве способа доочистки почвы и грунтов используется биологическая очистка. В настоящее время для доочистки почвы и грунтов от нефтепродуктов применяются углеводородоокисляющие микроорганизмы, но информация о большинстве из них закрытая. Из рассмотренных биопрепаратов по очистке почвы и грунтов от нефтепродуктов самым эффективным является «Деворойл», он может очистить до 99 % загрязнений за 1–2 месяца. В дальнейшем на очищенной и рекультивированной территории можно проводить орошение и выращивать сельскохозяйственные культуры.

Список литературы

1. Двадненко, М. В. Воздействие нефти на окружающую среду / М. В. Двадненко, Р. В. Маджигатов, Н. А. Ракитянский // Международный журнал экспериментального образования. – 2017. – № 3–1. – С. 89–90.
2. Голованов, А. И. Прогнозирование развития чрезвычайных ситуаций на мелиорируемых и рекультивируемых землях / А. И. Голованов, С. А. Максимов // Природообустройство. – 2008. – С. 55–62.
3. Голованов, А. И. Очистка земель, загрязненных нефтепродуктами: учебно-методическое пособие / А. И. Голованов, А. А. Маматов. – 2005. – С. 11–12.
4. Патент России № 2137839 Микробиологический способ снижения содержания серы и азота в нефти и сероводорода в пластовых водах и попутных газах / Курашов В. М. 1999. Бюл. № 33.
5. Патент РФ № RU 2426781 С2, 20.08.2011 Способ выбора штаммов микроорганизмов-деструкторов нефти и нефтепродуктов / Немцева Н. В., Гоголева О. А., Бухарин О. В.
6. Биологическая очистка промышленных нефтезагрязненных сточных вод / Н. М. Привалова, М. В. Двадненко, К. Ю. Хруцкий [и др.] // Успехи современного естествознания. – 2009. – № 5. – С. 81–82.
7. Сравнительная характеристика отечественных биопрепаратов, предлагаемых для очистки почв и грунтов от загрязнения нефтью и нефтепродуктами / Е. А. Рогозина, О. А. Андреева, С. И. Жаркова [и др.] // Нефтегазовая геология. теория и практика. – 2010. – Т. 5. – № 3. – С. 10.

УДК 630*160.2+630*17:582.475(570.51)

М. Н. Старков, Р. Р. Абсалямов, И. Л. Бухарина
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АНТИОКСИДАНТНЫХ ВЕЩЕСТВ В РАЗЛИЧНЫХ ОРГАНАХ ДЕРЕВА В НАСАЖДЕНИЯХ ЕЛИ В УСЛОВИЯХ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Приводится диаграмма результатов анализа танинов в органах ели сибирской (*Picea obovata*). В итоге определили, что наиболее низкое содержание танинов характерно для побегов. Наибольшая концентрация антиоксидантных веществ наблюдается в хвое и корнях, вышеуказанные органы дерева являются активными путями взаимодействия древесного организма с окружающей средой.

Актуальность. Древесина является ценным природным возобновляемым ресурсом, с помощью которого решаются различные конструкционные, энергетические и экономические задачи. Особое значение в данном случае имеет древесина хвойных пород, в частности еловая. Зачастую насаждения ели испытывают на себе воздействие разных стрессовых факторов. Для предотвращения различных критических ситуаций, связанных с ослаблением, а иногда даже с гибелью хвойных насаждений, следует изучить механизмы повышения устойчивости растительных организмов на изучаемой территории.

Материалы и методика. Исследования проводились на хвойных насаждениях ели сибирской (*Picea obovata*) территории Якшур-Бодьинского, Игринского, Кезского районов Удмуртской Республики. Для оценки состояния еловых насаждений заложены пробные площади (ПП) размером 100×100 м в трех лесничествах – на территории Якшур-Бодьинского (ПП 1), Игринского (ПП 3), Кезского (ПП 2) лесничеств в таежной (бореальной/зона южно-таежных лесов) зоне. В каждом лесничестве – по одной ПП в насаждениях с преобладанием ели, в местах их активного усыхания, в кисличных типах леса.

По жизненному состоянию древесные растения были подразделены на две группы:

1) хорошее (крона густая или слегка изрежена, хвоя зеленая/светло-зеленая; отдельные ветви засохли); для удобства классифицировалось как категория «здоровые»;

2) удовлетворительное (крона ажурная; хвоя светло-зеленая, матовая; прирост ослабленный, менее половины обычного; усыхание ветвей до 50 %; наличие на стволе различных видов повреждений); для удобства классифицировалось как категория «ослабленные».

Для изучения биохимических особенностей в пределах каждой вышеуказанной группы отбирались несколько особей каждого вида в смешанные пробы (минимум по 5 особей двух категорий «здоровые» и «ослабленные») для отбора образцов и проведения биохимических анализов. Изучение содержания танинов было проведено с использованием метода спектрофотометрии.

Танины имеют некоторое значение в защитной функции растительных организмов. На содержание танинов в листьях влияют степень техногенной нагрузки и особенности метеорологических условий вегетационного периода [1]. Кроме того, конденсированные танины являются активными участниками адаптационных

процессов у древесных растений в условиях, как минимум, техногенного стресса [1].

Начиная с Фини [4], исследователи постоянно пытались понять адаптивное значение конденсированных танинов (СТ) в растениях. Большая часть этой работы посвящена исследованию роли СТ в устойчивости растений к травоядным животным [2], параллельный объем исследований, однако, был сосредоточен на роли СТ в регулировании доступности питательных веществ в почве, предполагая другую, но менее широко используемую адаптивную роль СТ [5–6]. Способность СТ регулировать питательную среду почвы неявно связывает надземные и подземные процессы, поскольку наличие питательных веществ в почве закладывает основы для приспособленности и продуктивности растений, а статус питательных веществ растений часто влияет на приспособленность и продуктивность травоядных животных. Используя широту исследований экспрессии и экологических последствий, СТ влияют на микроорганизмы и их деятельность [8–9] и изменяют микоризные взаимодействия [7]. Обширная литература указывает на то, что СТ обычно подавляют организмы, от микробов до млекопитающих, хотя этот эффект часто зависит от структуры соединения и экологического контекста [9]. Почвенные микробы часто подавляются СТ с большой молекулярной массой, но также могут использовать СТ с малой молекулярной массой в качестве источника углерода. Эти ингибирующие и связывающие питательные вещества свойства, а также другие возможные роли СТ, такие как защита листьев от фотоокисления [3], доказывают несколько возможных адаптивных ролей для продукции этого полимера в растениях.

Результаты исследований. В результате анализов была сформирована диаграмма на рисунке 1.

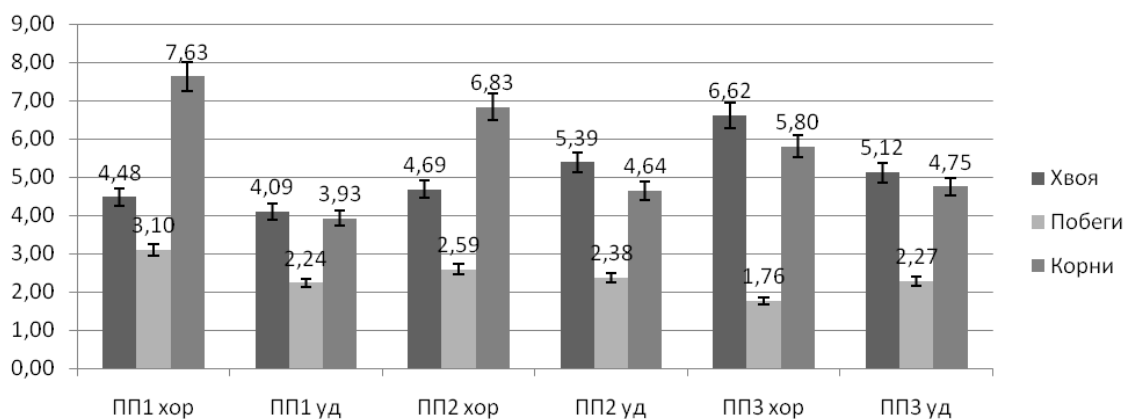


Рисунок 1 – Содержание танинов в органах ели сибирской на пробных площадях

Исходя из данных диаграммы, можно заметить, что достоверно наибольшая концентрация антиоксидантных веществ наблюдается в хвое и корнях. Тенденция по географическому расположению довольно разнообразная, и выделить четкую зависимость по этому признаку статистически трудно.

Выводы. Данное явление объясняется тем, что вышеуказанные органы дерева являются активными путями взаимодействия древесного организма с окружающей средой. Это обусловливается функцией подавления различных микроорганизмов и изменения микоризных взаимодействий корневой системы растений, а также защитой зеленой части дерева от воздействия различных внешних окислителей.

Таким образом, косвенно доказывается существование защитной функции танинов. Устойчивость организмов растений, зависящая от данных антиоксидантов, имеет некоторую зависимость от географического положения в условиях одной бореальной/зона южнотаежных лесов. Конечно, говорить о полном раскрытии механизма устойчивости древесного организма к условиям окружающей среды не представляется возможным, однако рассмотрение отдельных элементов адаптивной устойчивости растений на биохимическом уровне может повлиять и на комплексное сочетание факторов сопротивляемости внешним раздражителям

Список литературы

1. Бухарина, И. Л. Особенности содержания танинов в листьях древесных растений в техногенной среде / И. Л. Бухарина, А. М. Кузьмина, П. А. Кузьмин // Химия растительного сырья. – 2015. – № 4. – С. 71–76.
2. Bernays EA, Cooper DG, Bilgener M. 1989. Herbivores and plant tannins. In: Begon M, Fitter AH, Ford ED, MacFadyen A, Eds. *Advances in ecological research*, vol 19. London: Academic Press. pp 263–302.
3. Close DC, McArthur C. 2002. Rethinking the role of many plant phenolics—protection from photodamage not herbivores? *Oikos* 99:166–72.
4. Feeny PP. 1970. Seasonal changes in oak leaf tannins and nutrients as a cause of spring feeding by winter moth caterpillars. *Ecology* 51:565–81.
5. Hattenschwiler S, Vitousek PM. 2000. The role of polyphenols in terrestrial ecosystem nutrient cycling. *Trends Ecol Evol* 15:238–43.
6. Kraus TEC, Dahlgren RA, Zasoski RJ. 2003. Tannins in nutrient dynamics of forest ecosystems—a review. *Plant Soil* 256:41–66.
7. Kosola KR, Parry D, Workmaster BAA. 2006. Responses of condensed tannin in Poplar roots to fertilization and gypsy moth defoliation. *Tree Physiol* 26:1607–11.

8. Madritch MD, Donaldson JR, Lindroth RL. 2007. Canopy her-bivory can mediate the influence of plant genotype on soil processes through frass deposition. *Soil Biol Biochem* 39:1192–201.

9. Madritch MD, Jordan LM, Lindroth RL. 2007. Interactive effects of condensed tannin and cellulose additions on soil respiration. *Can J Forest Res* 37:2063–7.

УДК 630*33

М. В. Якимов

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

УЧЕТ ЛЕСОСЕЧНЫХ ОСТАТКОВ ПРИ ЗАГОТОВКЕ ДРЕВЕСИНЫ

Исследуются виды древесных остатков, которые остаются после разработки лесосеки, также рассмотрено их применение в производстве. Рассчитаны выходы лесосечных остатков по каждому виду древесной породы.

Актуальность. В России самые значительные запасы лесов, почти четверть от общемировых. Леса нашей страны представляют собой колоссальную ресурсную базу. При этом используется не более половины всех отходов древесины, а в Сибири, то есть в самом «лесном» регионе нашей страны, не более 35 % древесного сырья. Остальное просто выбрасывается без попытки утилизации или сжигается.

В связи с этим поставлена **цель:** разработать теорию комплексного применения древесных остатков после лесозаготовки.

Для достижения цели решаются следующие задачи:

- изучить виды древесных остатков;
- изучить применение лесосечных отходов;
- изучить выход древесных остатков от общего запаса насаждения.

Материалы и методика. Материалами исследования в процессе работы послужили научные статьи, размещенные в журналах, публикации, диссертации, учебная литература, электронные ресурсы, таксационные описания. Для достижения цели исследования используется системный и комплексный подход. Исследования проводились в Нылгинском участковом лесничестве Увинского лесничества Удмуртской Республики.

Результаты исследований. На сегодняшний день в условиях непрерывного возрастания потребности в древесном сырье особую важность приобретает его комплексное и рациональное использование. В связи с этим ключевым направлением развития лесного комплекса является увеличение использования древесной биомассы в производственном процессе. Это возможно при помощи новых технологий.

Например, использование мобильного измельчителя на лесосеке дает ряд преимуществ:

- получение древесноволокнистого полуфабриката на территории лесосеки за счет мобильности установки;
- получение древесноволокнистой массы в аэродинамической среде, что исключает большие расходы энергии на преодоление гидродинамического сопротивления, а также сточные воды, что улучшает экологическую обстановку.

По нормативным данным [1], на лесосеках остается около 25–35 % древесных остатков от общего запаса древесины при разработке лесосек (табл. 1, 2). Поэтому необходимо учитывать древесные остатки и использовать их в производстве.

Таблица 1 – Объем коры, сучьев, пней и корней

Древесная порода	Объем коры, % от объема ствола в коре	Объем сучьев и ветвей, % от объема ствола	Объем пней и корней, % от объема стволов в полных спелых древостоях	
			пней	пней и корней
Сосна	10–17	4–10	8–12	18–25
Ель	7–15	5–12	10–12	25–30
Дуб	17–20	6–15	10–12	22–35
Береза	–	3–8	8–10	22–24
Ольха	–	5–12	8–10	22–24
Осина	13–15	5–12	8–10	22–24

Таблица 2 – Выписка из таксационного описания Нылгинского участкового лесничества Увинского лесничества УР

Квартал	Выдел	Площадь	Состав	Элемент леса	Возраст	Полнога	Запас сырораствующего леса		
							на 1 га	общий на выделе	в т. ч. по составляющим породам
186	22	26,2	4Е2ПЗЛП1Б	4Е	90	0,3	160	4190	1680
				2П	90				840
				3ЛП	90				1260
				1Б	90				420

В соответствии с нормативами выхода порубочных остатков можно сделать вывод, что на данном участке, а именно квартал 186, выдел 22, на площади 26,2 га можно получить из елового древостоя 184,8 м³ коры, 142,8 м³ сучьев и ветвей, 431,8 м³ пней и корней; из древостоя пихты – 92,4 м³ коры, 71,4 м³ сучьев и ветвей, 215,9 м³ пней и корней; из липового древостоя – 190,4 м³ коры; из березового древостоя – 23,1 м³ сучьев и ветвей, 96,6 м³ пней и корней. Общий запас древесных остатков составил 1449,2 м³.

Как показали результаты литературных и экспериментальных исследований, внедрение измельчителя в систему комплексной переработки древесины позволит повысить эффективность использования лесосечных отходов с 10 до 80 % за счет получения древесного волокна. Древесное волокно можно использовать в качестве дополнительного сырья в производстве плитной продукции, домостроении, мебелировании и т. п.

При расчетах достаточно исходить из среднего количества технической зелени на 1 м³ стволовой массы определенной древесной породы. Н. Н. Вшивцев (1941) считает, что в насаждениях средней полноты из отходов от 1 м³ пихтовой древесины получается около 100 кг лапки (технической зелени) [2].

В наших исследованиях масса технической зелени пихты составила 84 т. Производство древесной муки из веток и хвойных лапок позволит сократить объем неиспользуемой биомассы древесины, оставляемой на лесосеке, что положительным образом скажется на состоянии окружающей среды и повысит коэффициент комплексного использования древесных остатков.

Выводы и рекомендации. Таким образом, при переработке древесных остатков мобильным измельчителем можно получить 767 м³ щепы в плотной мере. Запас сучьев, ветвей и технической зелени напрямую зависит от относительной полноты: чем ниже относительная полнота, тем больше запас.

В Западной Европе и многих других странах в последние десятилетия экологическое топливо очень востребовано, как и безотходные виды производства. При активной поддержке государства и дотациях с его стороны в поддержку данных видов бизнеса, в скором времени можно ожидать более активного развития коммерческих проектов на основе переработки древесных отходов.

Учитывая все возрастающий мировой спрос на экологически чистые и дешевые энергоносители, нужно занимать эту выгодную и перспективную бизнес-нишу.

Список литературы

1. Ушаков, А. И. Справочник по учету лесоматериалов: справочное пособие для профучилищ / А. И. Ушаков. – М.: Экология, 1994. – 208 с.
2. Выход технической зелени с крон деревьев на 1 кубометр стволовой древесины [Электронный ресурс] / РГАУ-МСХА. Зооинженерный факультет: сайт. – URL: <https://www.activestudy.info/vyход-texnicheskoj-zeleni-s-kron-derevev-na-1-kubometr-stvolovoj-drevesiny>.

УДК 636.2.082.4

Е. Л. Алыпova¹, Г. Ю. Березкина¹, Р. Р. Закирова²

¹ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

²ФГБОУ ВО Удмуртский ГУ

ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА КОРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА ПЕРВОГО ОСЕМЕНЕНИЯ

Приводится сравнительный анализ основных показателей воспроизводства (продолжительность сервис-периода, МОП, выход телят, индекс плодовитости и сохранность) в зависимости от возраста первого осеменения коров. Высокие показатели репродуктивной функции выявлены у коров, возраст первого осеменения которых находился в пределах от 12,1 до 14,0 месяцев.

Актуальность. На современном этапе, в связи с высокой голштинизацией черно-пестрого скота, встает вопрос по определению оптимального возраста первого осеменения телок [3–6, 8]. Ежегодное получение от каждой коровы жизнеспособного теленка – это одна из главных задач при воспроизводстве стада. Поэтому повышение интенсификации воспроизводства стада позволит увеличить производство молока и снизить его себестоимость.

Влияние сроков первого плодотворного осеменения на последующие продуктивные и воспроизводительные показатели является одним из наиболее изученных вопросов выращивания ремонтных телок, но также одним из наиболее неоднозначных по выводам и результатам. В связи с чем определение оптимальных возраста и живой массы телок черно-пестрой породы при первом осеменении, учитывая региональные особенности Удмуртской Республики, становится очень важным, так как установление их способствует полной реализации генетического потенциала коров.

Цель – изучить влияние возраста первого осеменения телок на воспроизводительные качества коров. Для реализации данной цели были поставлены следующие задачи:

1) изучить основные показатели воспроизводства коров в зависимости от возраста первого осеменения;

2) изучить показатели сохранности коров.

Материалы и методика. Исследования проводились в ведущих племенных заводах Удмуртской Республики. Объектом исследований послужили телки черно-пестрой породы, родившиеся в период с 2014 по 2015 г. в количестве 3276 голов. Все животные были распределены на 6 групп в зависимости от возраста первого осеменения: первая группа – до 12,5 мес.; вторая – 12,6–13,0 мес.; третья – 13,1–14,0 мес.; четвертая – 14,1–15,0 мес.; пятая – 15,1–16,0 мес. и шестая – 16,0 мес и более.

Все животные содержались в одинаковых условиях: способ содержания беспривязно-боксовый, рационы кормления сбалансированы по основным питательным веществам, тип кормления силосно-сенажно-концентратный.

При оценке воспроизводительных качеств коров учитывали возраст при первом осеменении и отеле, продолжительность сервис-и сухостойного периода, продолжительность межотельного периода, выход телят и индекс плодовитости, коэффициент воспроизводительной способности, сохранность поголовья.

Результаты исследований. Анализ данных таблицы 1 показал, что наибольшая продолжительность сервис-периода у коров шестой группы – 139,7 дня. Возраст первого осеменения в этой группе в среднем составил 17,3 мес., и таких коров около 5 % от анализируемого поголовья. При этом коровы, впервые осемененные в возрасте 12,6 мес. (вторая группа), характеризуются самой низкой продолжительностью сервис-периода – 127,3 дня. В остальных группах продолжительность сервис-периода была свыше 130 дней.

Большая продолжительность сервис-периода оказала влияние и на выход телят. В группах достоверных отличий не выявлено, но наибольший выход телят во второй и третьей группах (83,4 и 82,3 % соответственно), где средний возраст первого осеменения составил 12,6 и 13,4 мес.

Комплексным показателем оценки воспроизводительной способности является индекс плодовитости, так как он отражает пожизненную плодовитость и при его расчете учитывается продолжительность межотельного периода и возраст коровы при первом отеле [1, 2, 7]. Высокие показатели плодовитости в первой, второй и третьей группах находятся в пределах от 50,2 до 49,0 %. Также необходимо отметить, что у коров первой группы индекс плодовитости достоверно выше по сравнению с коровами шестой группы на 5,9 п.п. ($P \geq 0,95$).

**Таблица 1 – Воспроизводительные качества коров
в зависимости от возраста первого плодотворного осеменения**

Показатель	Группа					
	I	II	III	IV	V	VI
Сервис-период, дней	133,2 ± 8,5	127,3 ± 3,9*	130,5 ± 3,1	132,1 ± 4,7	132,8 ± 6,1	139,7 ± 3,8
Стельность, дней	277,9 ± 11,4	278,6 ± 3,9	273,9 ± 3,2	279,1 ± 4,7	280,6 ± 9,9	277,6 ± 11,9
Продолжительность сухостойного периода, дней	55,3 ± 2,2	55,4 ± 0,7	55,8 ± 0,6	55,8 ± 0,8	56,1 ± 1,3	55,4 ± 2,4
Продолжительность МОП, дней	411,1 ± 14,3	405,9 ± 4,1	404,4 ± 3,3	411,3 ± 4,8	413,4 ± 7,6	417,5 ± 12,1
КВС	0,89 ± 0,01	0,90 ± 0,03	0,90 ± 0,02	0,89 ± 0,01	0,88 ± 0,01	0,87 ± 0,02
Выход телят, голов	81,3 ± 3,2	83,4 ± 2,1	82,3 ± 4,5	81,7 ± 3,4	81,5 ± 3,6	79,0 ± 3,4
Индекс плодовитости, %	50,2 ± 1,9*	49,8 ± 2,1	49,0 ± 1,6	47,3 ± 2,1	46,3 ± 1,8	44,3 ± 1,9

Примечание: *P ≥ 0,95.

Также нами была проведена оценка влияния возраста первого осеменения на сохранность коров в течение трех продуктивных лет (табл. 2).

Проведенные исследования показали, что самая высокая сохранность по окончании первой лактации в группе, где возраст первого осеменения в среднем составил 12,6 мес. (98,9 %) и 13,4 мес. (92,4). В этих же группах высокая сохранность и за три лактации (51,1 и 47,4 % соответственно), причем разница в группах достоверная.

**Таблица 2 – Влияние возраста первого осеменения
на сохранность за три лактации**

Группа	Возраст 1 осеменения, мес.	Сохранность поголовья до окончания 1-й лактации	Сохранность коров за три лактации по отно- шению к 1-й лактации
I	до 12,0	89,0	43,2±0,4
II	12,1–13,0	98,9	47,4±0,7***
III	13,1–14,0	92,4	51,1±0,7***
IV	14,1–15,0	88,1	40,1±0,3
V	15,1–16,0	84,2	38,4±0,5
VI	16,1 и выше	82,6	35,8±0,5

Примечание: *** P ≥ 0,999.

Вывод. Таким образом, в условиях современной интенсификации производства молока высокие показатели репродуктивной функции выявлены у коров, возраст первого осеменения которых находился в пределах от 12,1 до 14,0 мес.

Список литературы

1. Взаимосвязь продуктивных показателей коров черно-пестрой породы с воспроизводительными качествами / Г. Ю. Березкина, С. Л. Воробьева, Е. М. Кислякова [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2019. – № 7. – С. 39–42.
2. Вильвер, Д. С. Влияние возраста телок при первом осеменении на воспроизводительные качества коров / Д. С. Вильвер, А. С. Вильвер // АПК России. – 2015. – Т. 73. – С. 151–155.
3. Влияние сроков плодотворного осеменения телок на их продуктивные и воспроизводительные качества / Т. Л. Лещук, А. Г. Лещук, Е. В. Достовалов [и др.] // Главный зоотехник. – 2014. – № 9. – С. 25–30.
4. Закирова, Р. Р. Молочная продуктивность и воспроизводительные качества коров-первотёлок при использовании белковых добавок / Р. Р. Закирова, Г. Ю. Березкина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4(90). – С. 263–266.
5. Лыков, Е. Д. Продуктивность голштинизированных коров разных генотипов при возрасте первого осеменения 14–15 месяцев / Е. Д. Лыков // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам: сборник научных трудов по результатам работы V Международной молодежной научно-практической конференции, Вологда-Молочное, 23 апреля 2020 г. – Вологда-Молочное: Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н. В. Верещагина, 2020. – С. 265–269.
6. Назарова, К. П. Молочная продуктивность и воспроизводительные показатели коров черно-пестрой породы в зависимости от технологии получения молока / К. П. Назарова, Г. Ю. Березкина // Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 1 (204). – С. 51–59.
7. Сивкин, Н. В. К вопросу о возрасте и живой массе при первом осеменении телок айрширской, черно-пестрой и симментальской пород / Н. В. Сивкин, Н. И. Стрекозов // Проблемы и перспективы развития современной репродуктивной технологии, криобиологии и их роль в интенсификации животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию открытия № 103 и памяти Л. К. Эрнста (08.01.1929–26.04.2012), п. Дубровицы, 24–27 апреля 2017 г. – п. Дубровицы: Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства имени академика Л. К. Эрнста, 2017. – С. 455–456.
8. Шевхужев, А. Ф. Воспроизводительная способность голштинского скота Отечественной и зарубежной селекций / А. Ф. Шевхужев, А. А. Тумов // Вестник

УДК 636.2

**С. Д. Батанов, О. С. Старостина,
Л. В. Корнилова, О. А. Гоголева, С. И. Дякин,
М. М. Лекомцев, А. А. Лекомцева**
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Представлены научные исследования по выявлению степени влияния происхождения (линейное происхождение) на формирование некоторых фенотипических особенностей коров голштинской породы. Представленные исследования послужат дополнительным источником научной информации при совершенствовании методов селекции в молочном скотоводстве.

Актуальность. Создание высокопродуктивного молочного стада крупного рогатого скота, характеризующегося крепким здоровьем и длительным продуктивным долголетием, невозможно без систематической оценки животных по основным фенотипическим признакам, проявляющим свою «активность» при направленном влиянии генотипических особенностей [1, 4–6].

Изучение хозяйственно-биологических особенностей крупного рогатого скота разводимых линий и потомства быков-производителей имеет целью установить целесообразность разведения в стаде большого числа линий, выявить наиболее продуктивные из них, оценить эффективность использования быков-производителей, поскольку различия между животными, как разных генотипов, так и линий, во многом predeterminedляются «качеством» используемых быков-производителей, наметить повторение наиболее удачных сочетаний родительских пар для совершенствования генетического потенциала скота, увеличения роста объемов производства высококачественного и экологически чистого молока, «усиления» резистентности животных к заболеваниям [2–3, 7].

Целью наших исследований явилось изучение степени влияния линейного происхождения на формирование некоторых фе-

нотипических особенностей крупного рогатого скота в условиях ООО «Чура» Глазовского района УР.

Материалы и методика. Научные исследования проведены в условиях ООО «Чура» Глазовского района УР в период 2019–2020 гг. на поголовье коров голштинской породы в динамике лактаций (с 1-й по 3-ю лактацию). Основные данные по происхождению и молочной продуктивности коров взяты из форм зоотехнического учета и электронной базы ИАС «Селэкс – Молочный скот». Для определения показателя силы влияния фактора «линия» на молочную продуктивность коров нами проведен однофакторный дисперсионный анализ.

Результаты исследований. В таблице 1 приведена характеристика основных линий коров голштинской породы по молочной продуктивности за 2020 г. В результате оценки линий по показателям молочной продуктивности коров выявлено, что по первой лактации максимальный удой (7090 кг молока) имели дочери быков линии Монтвик Чифтейн.

Таблица 1 – Характеристика линий по молочной продуктивности коров

Родоначальник линии	1-я лактация			2-я лактация			3-я лактация		
	гол.	удой кг	жир, %	гол.	удой кг	жир, %	гол.	удой кг	жир, %
Вис Бэк Айдиал 1013415	99	7090	3,83	61	7817	3,83	138	8030	3,81
Монтвик Чифтейн 95679	9	7008	3,85	42	7504	3,85	39	8285	3,82
Рефлекшн Соверинг 198998	125	6882	3,85	35	7589	3,85	64	8045	3,83
Пабст Говернер 882933	1	6795	3,83	2	7246	3,85	10	8181	3,83

При этом они превосходили сверстниц в среднем на 4,3–12,6 %, имея средний показатель массовой доли жира в молоке 3,83 %. По результатам второй лактации максимальный удой выявлен у дочерей быков линии Вис Бэк Айдиал (7817 кг молока), что выше, чем у сверстниц, на 2,8–11,6 %. Содержание жира в молоке данного поголовья составило 3,83 %, что ниже на 0,02 %, чем у дочерей быков линий Рефлекшн Соверинг и Пабст Говернер (3,91 %). По итогам третьей лактации максимальный удой выявлен у потомков быков линий Монтвик Чифтейн – 8285 кг и Пабст Говернер – 8181 кг (поголовье коров линейного происхождения Пабст Говернер ограничено).

В таблице 2 представлен однофакторный дисперсионный анализ результатов исследований влияния фактора «линия» на молочную продуктивность коров.

Таблица 2 – Влияние фактора «линия» на молочную продуктивность коров

Результативный признак	Показатель силы влияния фактора «линия», η_x^2	Достоверность, P	Границы показателя (lim)
Удой за лактацию, кг	0,014±0,006	0,01	0,002–0,026
Жир, %	0,004±0,008	Более 0,05	0,001–0,011
Белок, %	0,009±0,006	Более 0,01	0,004–0,021
Продуктивный индекс, кг	0,016±0,006	0,01	0,004–0,028

Анализ данных таблицы 2 показал, что сила влияния фактора «линия» как метода разведения на показатели: удой за лактацию, массовая доля жира и белка в молоке и продуктивный индекс не была существенной. Показатель силы влияния находился в пределах 0,004–0,016 по показателям при высоком уровне достоверности.

Выводы и рекомендации. Таким образом, коровы анализируемой популяции независимо от происхождения показали достаточно высокий уровень молочной продуктивности и адаптационных свойств.

Практика разведения молочного скота показывает, что повышать генетический потенциал стада можно и без учета линейной принадлежности коров и быков. Однако, чтобы избежать неточности при закреплении быков в стадах, целесообразно сохранить учет линейной принадлежности коров, придавая линии только генеалогическое значение. При этом необходимо стремиться к тому, чтобы вклад быков-производителей каждой линии в структуру стада был, по возможности, равным.

Список литературы

1. Басонов, О. А. Экстерьерно-конституциональные особенности коров черно-пестрой породы разных генотипов / О. А. Басонов, А. В. Клипова, Н. П. Шкилев // Зоотехния. – 2018. – № 11. – С. 5–8.
2. Батанов, С. Д. Разработка модели комплексной оценки экстерьера и продуктивности молочного скота с использованием цифровых технологий / С. Д. Батанов, И. А. Баранова, О. С. Старостина // Зоотехния. – 2019. – № 7. – С. 2–8.
3. Ляшенко, В. В. Оценка типа телосложения высокопродуктивных коров голштинской породы / В. В. Ляшенко, И. В. Ситникова // Нива Поволжья. 2013. – № 3(28). – С. 118–123.
4. Мартынова, Е. Н. Химический состав молока в зависимости от генотипа животного / Е. Н. Мартынова, С. Д. Батанов // Аграрная наука. – 2004. – № 9. – С. 24.
5. Молочная продуктивность дочерей быков-производителей голштинской породы разных линий / А. И. Любимов, Е. Н. Мартынова, Г. В. Азимова [и др.]

// Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 2 (88). – С. 262–265.

6. Молочная продуктивность коров голштинской породы в Южно-Лесостепной зоне Предуралья / Р. М. Мударисов, И. Н. Хакимов, В. Г. Семенов [и др.] // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 3. – С. 32–39.

7. Constitution traits formation and influence on milk productivity / S. D. Batanov, I. A. Baranova, O. S. Starostina [et al.] // Dokkyo Journal of Medical Sciences. – 2021. – Т. 48. – № 3. – С. 393–401.

УДК 636.2.082

**С. Д. Батанов, О. С. Старостина, О. И. Князева,
Л. В. Корнилова, О. А. Гоголева, С. И. Дякин,
М. М. Лекомцев, А. А. Лекомцева**
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ РАЗВЕДЕНИЯ – ОСНОВНОЙ ФАКТОР ЭВОЛЮЦИИ СТАД КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Представлены результаты научных исследований по определению степени влияния методов чистопородного разведения (внутрилинейный или межлинейный подбор) на формирование некоторых фенотипических особенностей коров голштинской породы. Представленные исследования послужат дополнительным источником научной информации при совершенствовании племенной работы в стадах крупного рогатого скота молочного направления продуктивности.

Актуальность Центральным звеном селекционной работы в процессе совершенствования отдельных популяций и пород молочного скота является не только эффективность использования племенных ресурсов быков-производителей, оцененных по качеству потомства, большое значение имеет и методика подбора животных (внутрилинейный и межлинейный подбор) при чистопородном разведении [2–5]. При этом степень эффективности влияния производителей и метода подбора животных обусловлена как генетическим потенциалом производителей, так и коров, к которым был осуществлен подбор конкретного быка определенного линейного происхождения [1, 6–7]. Конечный результат обусловлен влиянием целого ряда факторов, к которым в первую очередь

относятся генеалогическая и породная принадлежность каждого из родителей, биологическая совместимость, разная степень консолидации признаков и препотентности, уровень кормления и другие факторы [4–6].

Таким образом, проводя целенаправленный отбор крупного рогатого скота в условиях хозяйства, где внедряется промышленная технология производства молока, необходимо учитывать линейную «совместимость» животных, что является предпосылкой нормального функционирования всех органов и функций организма.

Материал и методика. Научные исследования проведены в условиях ООО «Чура» Глазовского района УР в период 2019–2020 гг. на поголовье коров голштинской породы. Опытное поголовье коров было поделено на группы с учетом линейного сочетания родительских пар (метод подбора – внутрилинейный и межлинейный), в возрасте 2-й и 3-й лактации. Основные данные по происхождению и молочной продуктивности коров взяты из форм зоотехнического учета и электронной базы ИАС «Селекс – Молочный скот». Из показателей молочной продуктивности учитывались: удой за 305 дней лактации, массовая доля жира (МДЖ) и массовая доля белка (МДБ). При использовании данных показателей был рассчитан продуктивный индекс. Для определения показателя силы влияния фактора «кросс-линия» на молочную продуктивность коров нами проведен однофакторный дисперсионный анализ.

Результаты исследований. Анализ молочной продуктивности коров при разных методах подбора показал, что при внутрилинейном подборе наибольшее поголовье животных отмечено в популяции линии Вис Бэк Айдиал – 62 головы коров и Рефлекшн Соверинг – 49 голов. Внутрилинейный подбор оказал определенное влияние на величину удоя и продуктивный индекс коров. Так, коровы, полученные от родителей линии Рефлекшн Соверинг, имеют более высокий удой на 230 кг, или 3 %, чем коровы, полученные от родителей линии Вис Бэк Айдиал (7309,40 кг). На массовую долю жира и белка в молоке данный вид подбора не оказал определенного влияния – 3,84–3,85 % и 3,04–3,05 %. Соответственно, продуктивный индекс коров, родители которых имеют линейное происхождение Рефлекшн Соверинг, достоверно выше, чем у коров линии Вис Бэк Айдиал, на 598,66 кг, или 7,96 %.

Анализ молочной продуктивности коров показал, что межлинейный подбор родительских пар оказал существенное влияние

на уровень молочной продуктивности коров. Так, наиболее высокопродуктивными явились коровы при подборе родительских пар Вис Бэк Айдиал – Пабст Говенер (но количество данных коров в стаде ограничено – 17 голов). Удой за лактацию в среднем составил 7983,12 кг молока, что выше, чем у коров, полученных при других межлинейных сочетаниях, в среднем на 3–11 % при оптимальном содержании жира и белка в молоке. Данное поголовье коров отличалось максимальным продуктивным индексом – 8717,07 кг. Несколько ниже удои имеют коровы, полученные при линейном сочетании родительских пар Монтвик-Чифтейн – Вис Бэк Айдиал и Монтвик Чифтейн – Рефлекшн Соверинг (7744,93 кг и 7733,79 кг молока с массовой долей жира 3,86–3,95 % и белка 3,06–3,07 %). Необходимо отметить, что коровы, полученные при линейном сочетании родительских пар Монтвик-Чифтейн – Рефлекшн Соверинг, имеют значительно выше массовую долю жира в молоке по отношению к среднему показателю по стаду (3,85–3,95 %). Несколько ниже уровень молочной продуктивности коров, имеющих происхождение при подборе родительских пар Вис Бэк Айдиал – Рефлекшн Соверинг (7635,86 кг молока), с относительно низкой массовой долей жира (3,88 %). Коровы с происхождением Рефлекшн Соверинг – Пабст Говернер, Вис Бэк Айдиал – Монтвик Чифтейн и Пабст Говернер – Рефлекшн Соверинг имеют практически равный удой (7503,49–7556,38 кг молока при массовой доле жира 3,85–3,95 %). При этом следует отметить, что достаточно высокий процент жира (3,95 %) в молоке имеют коровы с происхождением Рефлекшн Соверинг – Пабст Говернер. Самая низкая продуктивность по стаду выявлена у коров, полученных при подборе родительских пар линий Рефлекшн Соверинг – Вис Бэк Айдиал. Удой данных коров в среднем составил 7161,12 кг при относительно невысоком содержании жира в молоке – 3,87 %. Необходимо отметить, что коров, имеющих данное происхождение, в стаде наибольшее количество – 134 головы.

В таблице 1 представлен однофакторный дисперсионный анализ результатов исследований влияния фактора «кросс-линия» на молочную продуктивность коров.

Анализ данных таблицы 1 показал, что сила влияния фактора «кросс-линия» как метода подбора на показатели: удой за лактацию, массовая доля жира и белка в молоке и продуктивный индекс не была существенной. Показатель силы влияния находился в пределах 0,019–0,053 по показателям при высоком уровне достоверности.

Таблица 1 – Влияние фактора «кросс-линия» на молочную продуктивность коров

Результативный признак	Показатель силы влияния фактора «кросс-линия», η_x^2	Достоверность, P	Границы показателя (lim)
Удой за лактацию, кг	0,048±0,002	0,01	0,006–0,088
Жир, %	0,040±0,002	Более 0,01	0,004–0,071
Белок, %	0,019±0,006	Более 0,01	0,005–0,043
Продуктивный индекс, кг	0,053±0,003	0,01	0,013–0,095

Выводы и рекомендации. Таким образом, анализ молочной продуктивности коров, полученных при разных методах, показал, что наиболее высокопродуктивными оказались коровы, полученные при разведении по кросс-линиям.

Удой за лактацию у этих животных был выше в среднем на 5–8 %, чем коров, полученных при внутрилинейном подборе. Массовая доля жира в молоке выше у группы коров при разведении по кросс-линиям – 3,89 %, чем у коров, полученных при внутрилинейном разведении, – 3,84–3,85 %. На показатель массовой доли белка в молоке линейное происхождение не оказало существенного влияния – 3,04–3,06 %.

Список литературы

1. Батанов, С. Д. Модель прогнозирования молочной продуктивности коров по их экстерьерным особенностям / С. Д. Батанов, И. А. Баранова, О. С. Старостина // Вестник БашГАУ. – 2019. – № 49. – С. 55–62.
2. Зубриянов, В. Ф. Экстерьер и продуктивность черно-пестрого скота поволжского типа / В. Ф. Зубриянов, В. В. Ляшенко, И. М. Морозов // Зоотехния. – 2001. – № 4. – С. 4–6.
3. Кердяшов, Н. Н. Особенности кормления молодняка высокопродуктивного молочного скота до 6-месячного возраста / Н. Н. Кердяшов // Нива Поволжья. – 2013. – № 29. – С. 77–83.
4. Молочная продуктивность дочерей быков-производителей голштинской породы разных линий / А. И. Любимов, Е. Н. Мартынова, Г. В. Азимова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 2 (88). – С. 262–265.
5. Родионов, Г. В. Отбор коров в условиях молочного комплекса / Г. В. Родионов // Зоотехния. – 1995. – № 2. – С. 23–26.
6. Технологические свойства молока коров черно-пестрой породы нового типа / А. И. Любимов, Е. Н. Мартынова, В. А. Бычкова [и др.] // Зоотехния. – 2015. – № 1. – С. 19–21.

7. Constitution traits formation and influence on milk productivity / S. D. Batanov, I. A. Baranova, O. S. Starostina [et al.] // Dokkyo Journal of Medical Sciences. – 2021. – Т. 48. – № 3. – С. 393–401.

УДК 636.2.033(470.51)

В. Р. Васильев¹, О. А. Краснова²

¹ *Минсельхозпрод УР*

² *ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА*

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЯСНОГО СКОТОВОДСТВА УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Проведен анализ современного состояния мясного скотоводства Удмуртской Республики, выявлены проблемы, препятствующие интенсивному и стабильному развитию данной отрасли.

Актуальность. На современном этапе развития мясного скотоводства в Российской Федерации наблюдается дефицит потребления говядины при одновременном сокращении объемов производства мяса крупного рогатого скота. Основная причина – сокращение численности откормочного поголовья скота молочного направления при недостаточных темпах развития специализированного мясного скотоводства [3, 9, 10].

В 2020 г. продовольственная независимость Российской Федерации по такому показателю, как обеспеченность говядиной, составила 83,9 % с сохранением тенденции сокращения ее потребления на душу населения (до 13,2 кг), при этом в 2010 г. данный параметр составлял всего 66,3 %. Рост самообеспеченности связан в первую очередь с сокращением импортных поставок, а не с ростом объемов производства [7].

Таким образом, в современных реалиях развития скотоводства необходимо наращивать производство качественной говядины. Известно, что в Российской Федерации говядину традиционно получают путем откорма молочного скота. В последние годы в связи со снижением поголовья молочного скота в целом и его совершенствованием путем повсеместной голштинизации, а также ухудшением воспроизводительной способности маточного по-

головья, ввиду узконаправленной селекции молочного скота, направленной на увеличение продуктивности, количество и качество откормочного молодняка значительно уменьшилось [1, 4, 8].

Материалы и методика. Материалом исследования послужили данные оперативной отчетности состояния отрасли мясного скотоводства Удмуртской Республики, использовались методы документального анализа и математического прогнозирования.

Результаты исследований. Неоднократно отмечалось, что в рамках региональной политики, продвигаемой Министерством сельского хозяйства и продовольствия Удмуртской Республики, в регионе наблюдается стремительный рост поголовья помесного и чистопородного крупного рогатого скота мясного направления продуктивности. Чистопородный мясной скот Удмуртской Республики представлен герефордской и абердин-ангусской породами. Для дальнейшего развития мясного скотоводства и увеличения производства говядины необходимо планомерное увеличение поголовья крупного рогатого скота с непрерывным совершенствованием его племенных качеств для получения высококлассного чистопородного откормочного молодняка [2, 5].

При сравнении динамики 2019 и 2020 гг. прослеживается устойчивая тенденция развития мясного скотоводства в Удмуртской Республике (табл. 1).

Таблица 1 – Динамика отрасли мясного скотоводства Удмуртской Республики в 2019–2020 гг.

Показатель	На 01.01.2020	На 01.01.2021	Отклонение +/-	%
Количество хозяйств	25	34	+9	136,0 %
Поголовье всего, гол.	1 105	2 105	+1 000	190,5 %
в т.ч. коров, гол.	537	967	+430	180,1 %
быков-производителей, гол.	17	31	+14	182,4 %
молодняк, гол.	482	843	+361	174,9 %
нетели, гол	78	351	+273	450,0 %

На конец 2020 г. общее поголовье крупного рогатого скота мясного направления продуктивности увеличилось на 1 000 голов (190,5 %), при этом поголовье коров – на 430 голов (180,1 %), поголовье быков-производителей и количество молодняка возросло на 14 (182,4 %) и 361 (174,9 %) голову соответственно. Данная тенденция активного роста сохраняется и в течение 2021 г. (табл. 2).

Таблица 2 – Состояние отрасли мясного скотоводства
Удмуртской Республики на 01.11.2021 г.

Показатель	На 01.11.2021	На 01.11.2020	Отклонение +/-	%
Количество хозяйств	36	25	+11	144,0
Поголовье всего, гол.	2 767	1 896	+871	145,9
в т.ч. коров, гол.	1 272	814	+458	156,3

На конец октября 2021 г., по сравнению с аналогичным периодом 2020 г., количество хозяйств, ведущих деятельность в области мясного скотоводства, увеличилось на 11 (144,0 %). При этом общее поголовье скота и коров мясного направления продуктивности увеличилось на 871 голову (145,9 %) и 458 голов (156,3 %) соответственно.

Наибольшее поголовье мясного скота Удмуртской Республики сосредоточено в Шарканском, Селтинском и Малопургинском районах: 426, 380 и 289 голов соответственно и в сумме составляет 48,8 % от всего поголовья. Данные районы также являются лидерами по такому показателю, как количество полученного приплода (рис. 1). По данным графика видно, что абсолютным лидером по указанному показателю является Шарканский район. В нем получено 222 головы молодняка, или 26 % от всего приплода.

При этом стоит отметить, что значение показателя средне-суточного привеса скота, выращиваемого в Удмуртской Республике, на 1 ноября 2021 г. составило всего 1 056 г. Сравнив данный показатель со средними значениями прироста живой массы крупного рогатого скота мясного направления продуктивности (1500–1700 г), можно сделать вывод, что данный параметр в республике находится на достаточно низком уровне [3].

Говоря о положительных тенденциях развития отрасли, стоит отметить, что наиважнейшим фактором выступает уровень воспроизводства стада (рис. 2).

Данные графика показывают, что большинство хозяйств не обеспечивает необходимого уровня воспроизводства своих стад. Прирост поголовья происходит за счет покупки скота в других организациях, что стимулируется достаточно высоким показателем государственной поддержки (3,1 млн руб. в 2021 г., или более 4400 руб. на 1 голову). Лишь шесть хозяйств обеспечивают высокий уровень воспроизводства стада (от 92 до 118 % по прогнозу на конец 2021 г.), при этом три хозяйства показывают пограничный показатель воспроизводства от 71 до 74 % по прогнозу на конец 2021 г.

Получение приплода, гол

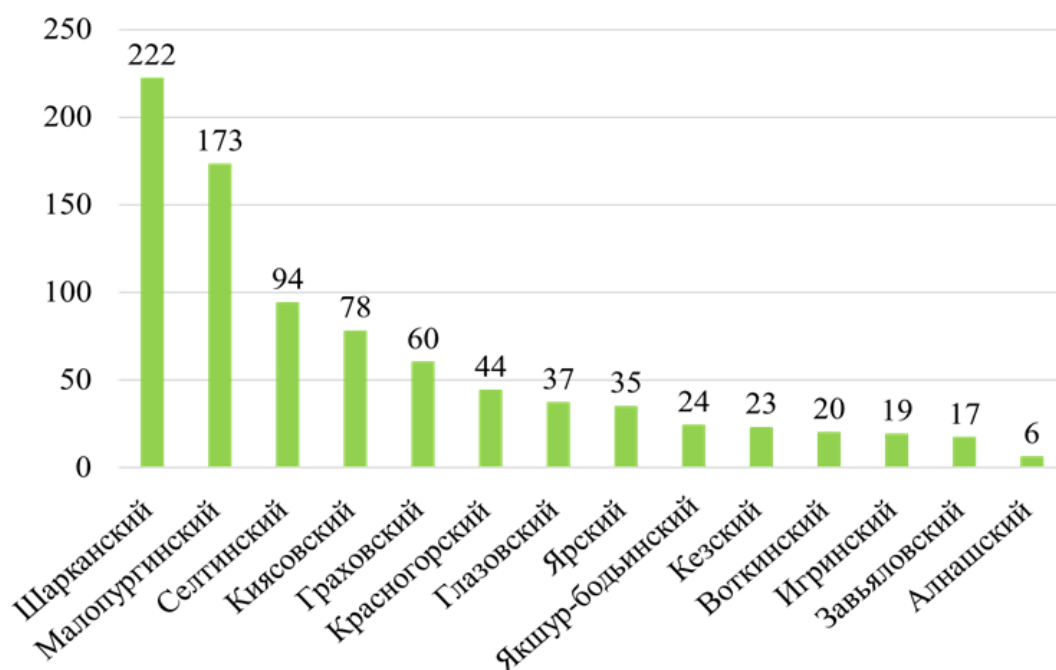


Рисунок 1 – Получение приплода крупного рогатого скота мясного направления продуктивности в хозяйствах Удмуртской Республики на 01.11.2021 г.

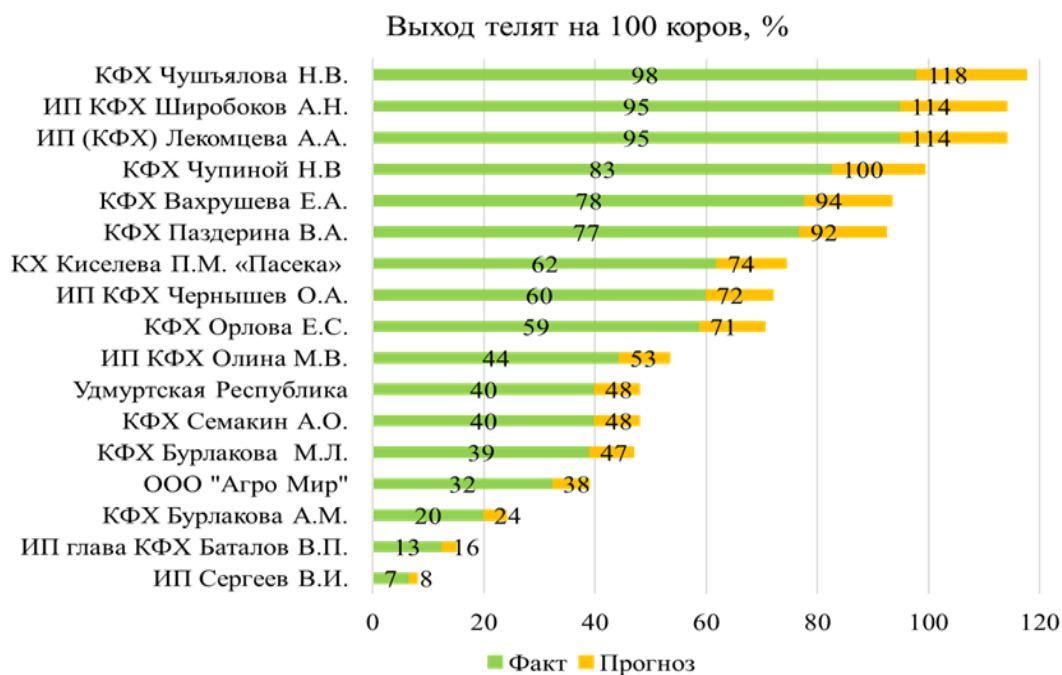


Рисунок 2 – Показатели воспроизводства в хозяйствах Удмуртской Республики на 01.11.2021 г.

Выводы и рекомендации. Анализ различных показателей мясного скотоводства Удмуртской Республики позволил выделить следующие проблемы:

– Низкий среднесуточный привес молодняка – 1056 г. на 1 ноября 2021 г. Необходимо стремиться к увеличению данного показателя до 1 500 г в сутки.

– Лишь шесть хозяйств Удмуртской Республики обеспечивают необходимый уровень воспроизводства своего стада, большинство обеспечивает прирост только за счет покупки скота с последующим субсидированием приобретенного поголовья. При сохранении данной тенденции имеются риски стагнации в отрасли. Необходимо разработать мероприятия, способствующие увеличению показателей воспроизводства.

Список литературы

1. Данкверт, С. А. Производство мяса в мире / С. А. Данкверт, А. М. Холманов, О. Ю. Осадчая. – М.: Экономика, 2016. – 495 с.
2. Дедюкин, А. М. К вопросу развития мясного скотоводства в Удмуртской Республике / А. М. Дедюкин, С. Л. Воробьева, Н. А. Санникова // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: материалы Международной науч.-практ. конф. – Ижевск, 2020. – С. 65–70.
3. Краснова, О. А. Повышение молочной и мясной продуктивности крупного рогатого скота при использовании биологически активных веществ / О. А. Краснова, С. Д. Батанов, Я. З. Лебенгарц // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2018. – № 5. – С. 20–36.
4. Краснова, О. А. Рост и развитие бычков черно-пестрой породы при использовании биостимулятора / О. А. Краснова, К. Л. Лазарева // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2021. – № 58–3. – С. 83–87.
5. Кудрин, М. Р. Абердин-ангусская порода крупного рогатого скота в условиях Удмуртской Республики / М. Р. Кудрин, Н. С. Любимова, О. А. Краснова // Аграрная наука-сельскохозяйственному производству: материалы Международной науч.-практ. конф. – Ижевск, 2019. – С. 45–49.
6. Животноводство Краснодарского края: проблемы и тенденции / А. В. Лихоман, В. В. Усенко, И. В. Тарабрин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 164. – С. 114–127.
7. Объем рынка говядины, самообеспеченность и душевое потребление в России в 2001–2020 гг. – URL: <https://meatinfo.ru/news/obem-rinka-govyadini-samoobespechennost-i-dushevoe-419786> (дата обращения 07.11.2020).
8. Эффективность выращивания бычков герефордской породы и их помесей / Р. В. Смертин, О. В. Горелик [и др.] // Социально-экономические аспекты развития сельских территорий: материалы Всероссийской (национальной) науч.-практ. интер.-конф. – Нижний Новгород, 2021. – С. 517–519.

9. Хайруллина, О. И. Проблемы и возможности развития мясного скотоводства России / О. И. Хайруллина // Экономика сельского хозяйства России. – 2017. – № 9. – С. 69–75.

10. Хардина, Е. В. Влияние дигидрокверцетина на мясную продуктивность бычков черно-пестрой породы / Е. В. Хардина, О. А. Краснова // Стратегические задачи по научно-технологическому развитию АПК: материалы Международной науч.-практ. конф. – Ижевск, 2018. – С. 329–332.

УДК 638.124.23+638.144.5

**С. Л. Воробьева, М. И. Васильева,
А. И. Любимов, Д. В. Якимов**
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ЯЙЦЕНОСКОСТИ ПЧЕЛИНЫХ МАТОК ПРИ ВВЕДЕНИИ СТИМУЛИРУЮЩЕЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ С ЭФФЕКТОМ АНТИОКСИДАНТА

Представлена динамика изменения яйценоскости пчелиных маток в течение весенне-летнего сезона в зависимости от применения стимулирующей кормовой добавки, основанной на органическом веществе с антиоксидантным эффектом – дигидрокверцетин.

Актуальность. Как известно, продуктивность пчелиных семей напрямую зависит как от генотипических, так и паратипических факторов, в числе которых наряду с условиями содержания и кормовой базой важной составляющей является состояние здоровья пчел [9].

Эпизоотическая ситуация по заразным болезням пчёл, сложившаяся в XXI веке, вызывает тревогу у пчеловодов всего мира. Массовая гибель пчёл в странах Европы и Америки привела к необходимости создания международных исследовательских организаций и центров, занимающихся выяснением причин высокой смертности пчелиных семей по всему миру [3, 4, 6].

В последние годы пчеловоды многих регионов нашей страны, столкнулись с проблемой массовой гибели пчелиных семей, вызванной неконтролируемым использованием пестицидов, а также распространением заболеваний пчел. Различные инфекционные и инвазионные заболевания оказывают негативное влияние

на физиологическое состояние особей, формирующих семью, и являются причиной значительных экономических потерь в пчеловодстве [1, 2, 5].

Весеннее развитие пчелиных семей зависит от силы семьи, наличия корма и природно-климатических условий региона. Основной задачей пчеловодов является в этот период подготовка пчелиных семей к основному летнему медосбору. Если пчелиные семьи не наберут в достаточном количестве силу и биомассу перед главным медосбором, это скажется на получении медовой продуктивности пчел [11].

В последнее время пчеловоды для стимуляции развития пчелиной семьи используют различные биологически активные добавки [7, 8]. Применение стимулирующих подкормок в пчелиных семьях является эффективным приемом в увеличении выхода продукции [10].

Материалы и методика. Целью исследований являлось изучение яйценоской способности пчелиных семей в весенне-летний сезон при использовании стимулирующей подкормки – дигидрокверцетин в зависимости от различных дозировок препарата.

Дигидрокверцетин – уникальное вещество группы флавоноидов, добываемое из древесины сибирской лиственницы. Дигидрокверцетин выступает как сильный антиоксидант, который помогает поддерживать и естественный иммунитет в организме, тем самым увеличивая возможности борьбы с болезнями.

Данный препарат апробируется на эффективность действия в различных отраслях сельского хозяйства с различной результативностью, в том числе и в отрасли пчеловодства.

Согласно методике проведения опытов, в пчеловодстве нами было сформировано четыре группы пчелиных семей по 10 штук в каждой группе. При первой весенней ревизии сформировали равные группы по силе семей и провели первую подкормку экспериментальных групп с учетом разных дозировок кормовой добавки. Дигидрокверцетин вводили в составе сахарного сиропа (концентрация 1 : 1). Повторная дача осуществлялась через 12 дней.

В контрольной группе отсутствовали какие-либо стимулирующие добавки.

В опытной группе № 1 использовали 5 мг на одну пчелиную семью.

В опытной группе № 2 использовали 10 мг на одну пчелиную семью.

В опытной группе № 3 использовали 15 мг на одну пчелиную семью.

Изучались следующие показатели: количество расплода, открытого и запечатанного через каждые 21 день, по методике В. В. Малкого, с использованием рамки сетки. За сезон провели три замера по количеству расплода с последующим расчетом яйценоскости пчелиных маток.

Результаты исследований. Результаты проведенных замеров по изучению изменения количества расплода и яйценоскости пчелиных самок приведены в рисунках 1–3.

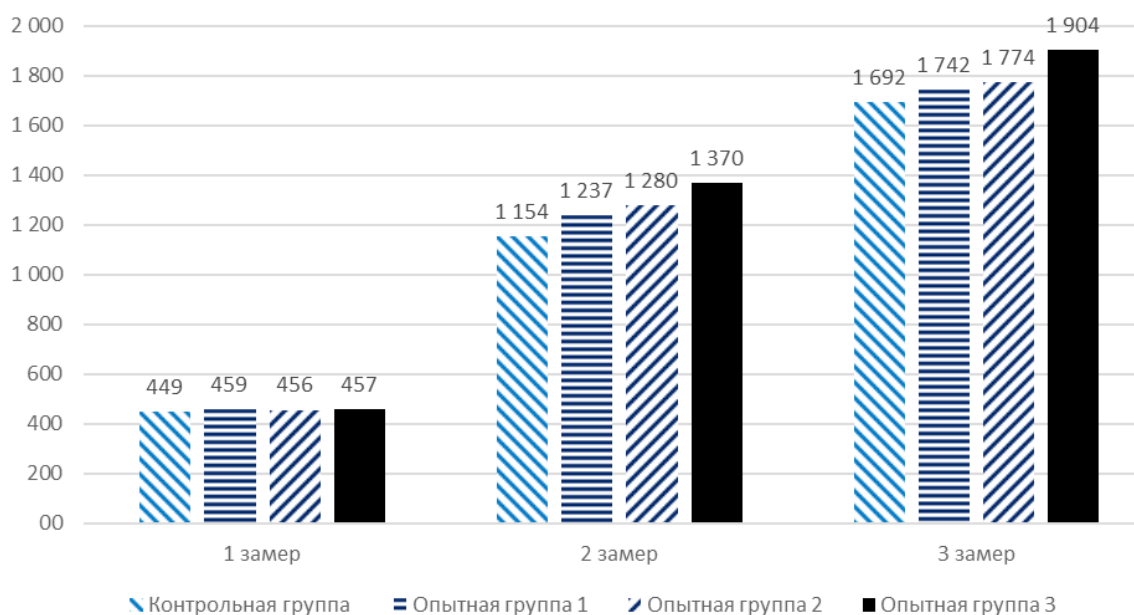


Рисунок 1 – Расчет яйценоскости пчелиных маток в весенне-летний сезон 2017 г., яиц

Анализ яйценоскости пчелиных маток выявил различие в росте количества расплода рабочих пчел в опытных группах в зависимости от дозировки дигидрохлорокверцетина. Пик яйценоскости пчелиных маток зафиксирован в третьем замере у опытной группы № 3 – 1903,8 яиц, что больше, чем у пчелиных маток в контрольной группе, на 211,4 яиц или 12,4 %. Пчелиные матки в опытных группах № 2 и № 1 имели также большую яйценоскость в сравнении с контрольной группой, и разница составила 81,9 яиц и 50 яиц.

Такая же тенденция наблюдается при анализе яйценоскости маток в весенне-летний период 2018 г.: наибольшая яйценоскость маток наблюдается во втором и третьем измерениях и составляет 1270,5–1744,8 яиц в опытной группе № 2, 1358,1–1836,2 яиц – в опытной группе № 3. Яйценоскость маток при максимальном раз-

витии семей, потреблявших ДГК из расчета 15 мг/пчелиную семью, превышала контроль во втором и третьем измерениях на 192,4 яиц или 16,5 % и 218,1 яиц или 13,4 %, соответственно.

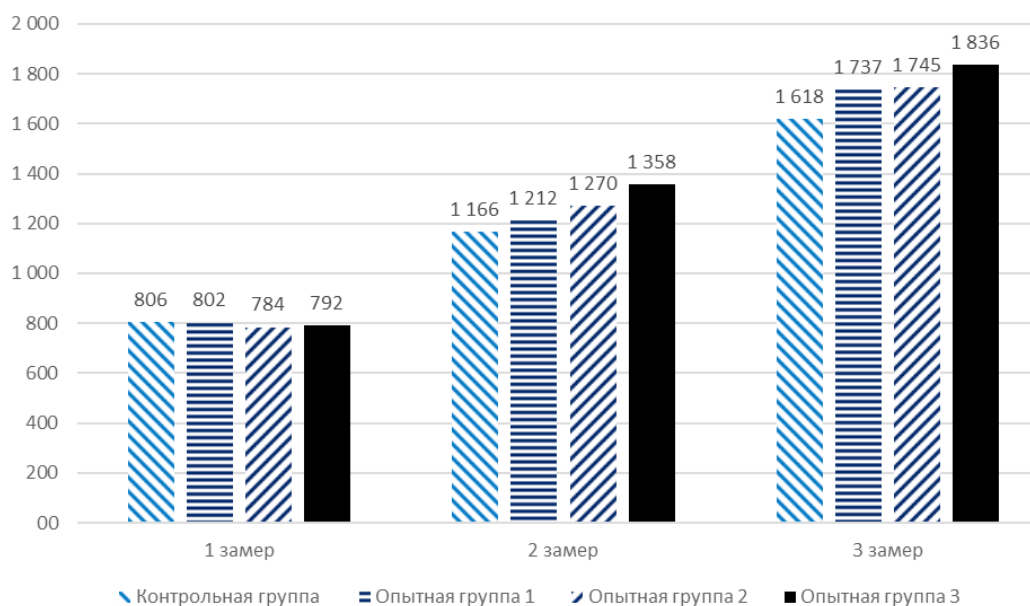


Рисунок 2 – Расчет яйценоскости пчелиных маток в весенне-летний сезон 2018 г., яиц

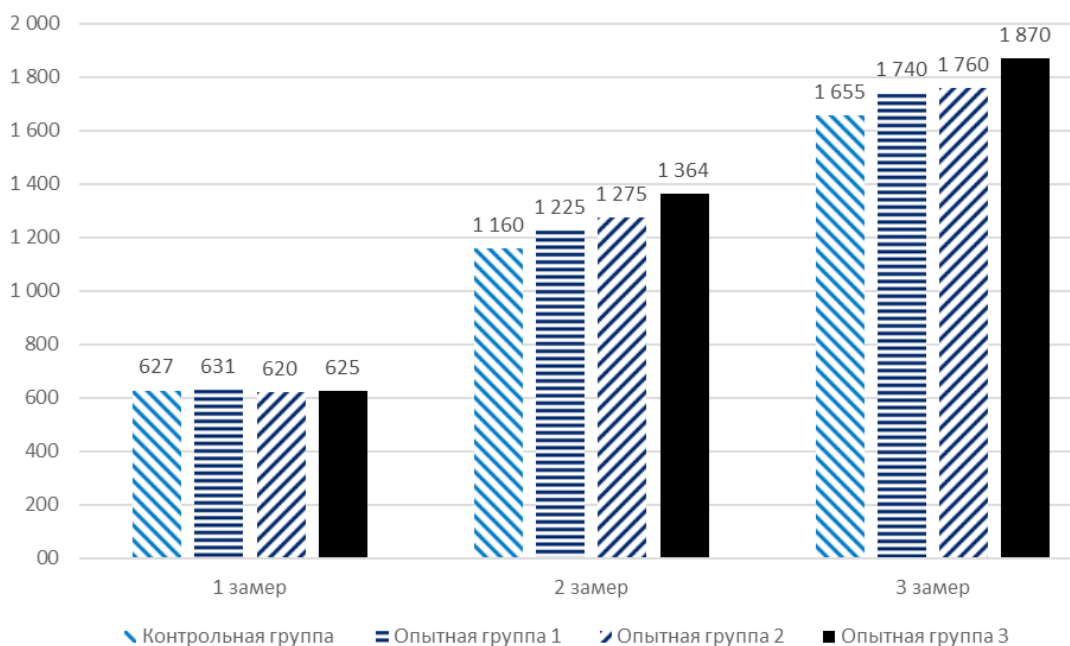


Рисунок 3 – Расчет яйценоскости пчелиных маток в весенне-летние сезоны 2017–2018 гг. в среднем, яиц

Аналогичная динамика роста наблюдается при анализе яйценоскости пчелиных маток опытных групп в расчете за два сезона исследований. Максимальная яйценоскость маток пчелиных

семей наблюдается во втором и третьем измерениях в опытной группе № 3 при использовании дигидрокверцетина из расчета 15 мг/пчелиную семью и составляет 1364,1 и 1870 яиц, соответственно. В пчелиных семьях опытных групп № 2 и № 1 яйценоскость маток была несколько ниже и находилась в пределах по второму замеру 1224,8–1275,0 яиц и по третьему замеру – 1739,5–1759,5 яиц.

Выводы. Таким образом, при использовании дигидрокверцетина с антиоксидантным эффектом яйценоскость пчелиных маток и количество расплода в пчелиных семьях увеличивается, в сравнении с контрольной группой, в опытной группе № 3 на 214,81 яиц или 13,0 %, в опытной группе № 2 – на 104,3 яиц или 6,3 %, в опытной группе № 1 – на 84,3 яиц или 5,1 %.

Список литературы

1. Васильева, М. И. Влияние стимулирующих подкормок на продуктивные показатели пчелиных семей в условиях Удмуртской Республики / М. И. Васильева, С. Л. Воробьева // Медовый край – медовая Россия: история, традиции, современные тенденции пчеловодства: материалы Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции, Усурийск, 07–09 окт. 2020 года / Отв. редактор С. В. Иншаков. – Усурийск: Приморская ГСХА, 2020. – С. 135–139.
2. Воробьева, С. Л. Влияние дигидрокверцетина на медовую и восковую продуктивность пчелиной семьи / С. Л. Воробьева, М. И. Васильева, Д. В. Якимов // Пчеловодство. – 2020. – № 6. – С. 14–16.
3. Ендовицкий, Р. В. Эпизоотология и распространение вароатоза в Тюменской области / Р. В. Ендовицкий, С. А. Пашаян // Инновационное развитие агропромышленного комплекса для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Тюмень, 20 дек. 2020 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2020. – С. 157–161.
4. Мониторинг инфекционных заболеваний пчелиных семей на территории Удмуртской Республики / Е. Д. Мушталева, С. Л. Воробьева, И. С. Иванов, С. И. Коконов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4 (90). – С. 224–228.
5. Применение пробиотических кормовых добавок нового поколения для улучшения хозяйственно полезных признаков медоносных пчел *A. Mellifera mellifera* L / Г. С. Мишуковская, М. Г. Гиниятуллин, Д. В. Шелехов [и др.] // Перспективы развития пчеловодства в условиях индустриализации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Краснодар, 14–16 окт. 2020 года / Отв. за выпуск В. И. Комлацкий. – Краснодар: Кубанский ГАУ им. И. Т. Трубилина, 2020. – С. 128–134.

6. Технология содержания пчелиных семей в климатических условиях Удмуртской Республики: монография / С. Л. Воробьева, А. И. Любимов, Л. М. Колбина, С. И. Коконов. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2021. – 260 с.

7. Тренина, А. С. Продуктивность пчелиных семей при использовании пробиотических препаратов в условиях Удмуртской Республики / А. С. Тренина, С. Л. Воробьева // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России, Ижевск, 24–26 февр. 2021 года. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2021. – С. 65–69.

8. Тренина, А. С. Хозяйственно-полезные показатели пчелиных семей в зависимости от использования стимулирующих подкормок в условиях Удмуртской Республики / А. С. Тренина, С. Л. Воробьева, И. М. Мануров // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых, в 3 т., Ижевск, 04–05 дек. 2019 года. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2020. – С. 156–159.

9. Экономическая эффективность лечения медоносных пчел от варроатоза при ведении органического животноводства / В. А. Чучунов, Е. Б. Радзиевский, В. А. Злепкин [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 3 (63). – С. 300–310.

10. Эффективность применения шандры гребенчатой (*Elsholtzia cristata*) в подкормке пчелиных семей / А. З. Брандорф, А. И. Шестакова, Д. В. Галицкая [и др.] // Перспективы развития пчеловодства в условиях индустриализации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Краснодар, 14–16 окт. 2020 года / Отв. за выпуск В. И. Комлацкий. – Краснодар: Кубанский ГАУ им. И. Т. Трубилина, 2020. – С. 120–127.

11. Ярошевич, Г. С. Влияние биологически активных веществ на репродуктивную функцию пчелиных маток в весенний период развития пчел в зависимости от медосбора / Г. С. Ярошевич, Г. С. Мазина, А. А. Кузьмин // Известия Санкт-Петербургского ГАУ. – 2020. – С. 130–138.

УДК 638.144.5-027.236

**С. Л. Воробьева, М. И. Васильева,
А. И. Любимов, Д. В. Якимов**
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СТИМУЛИРУЮЩЕЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ В ПЧЕЛОВОДСТВЕ

Проводится экономический расчет эффективности использования кормовой стимулирующей добавки с эффектом антиоксиданта в пчеловодстве. Использование органической добавки дигидрокверцетина позволило получить более высокий результат по медовой продуктивности и, соответственно, экономической эффективности.

Актуальность. Пчелы играют важную роль в жизни человечества, так как они являются опылителями растений, являющихся главной составляющей рациона человека и животных, прямо или косвенно треть нашего рациона является результатом опыления. Без опыления растений человеческая пища по своему составу сильно отличалась бы от того, какой является сейчас [4, 10].

Наблюдаемая в последние годы во многих странах мира массовая гибель пчелиных семей наносит серьезный ущерб не только отрасли пчеловодства, но и растениеводству, т.к. медоносные пчелы являются основными опылителями многих сельскохозяйственных культур. Это создает угрозу резкого обострения продовольственных проблем во всем мире и может привести к продовольственному кризису. Причины «коллапса пчелиных семей» широко обсуждаются учеными пчеловодами. Большинство из них склоняется к тому, что наиболее вероятной причиной гибели семей является распространение грибковых, бактериальных и вирусных инфекций пчел, связанное с почти повсеместным заражением пасек клещом *Varroa destructor*, а также неконтролируемое применение пестицидов в растениеводстве [1, 3, 5, 7].

Для предотвращения распространения заболеваний разрабатывается широкий спектр лечебных препаратов, однако представленные препараты фактически не решают поставленных задач. К некоторым из них, в частности грибку аскоферы, европейскому и американскому гнильцу и другим, сформировался высокий уровень устойчивости. Это в первую очередь обусловлено определен-

ным уровнем токсичности этих лечебных препаратов для медоносной пчелы, и, как следствие, с качеством меда [2, 6, 9].

С целью формирования устойчивого иммунитета, стимуляции жизнедеятельности организма, стрессоустойчивости, а также лечения и профилактики болезней пчел большое внимание уделяется препаратам, разработанным на основе биологически активных веществ, выявленных из естественных источников. Их применение способствует повышению естественного иммунитета, наблюдается интенсификация процессов обмена веществ, что обеспечивает высокую продуктивность и сохранность насекомых [8, 11].

Материалы и методика. Цель исследования заключается в изучении экономической эффективности использования органической антиоксидантной кормовой добавки – дигидрохверцетина в отрасли пчеловодства.

Для проведения исследований эффективности данной стимулирующей добавки были сформированы 4 опытные группы из пчелиных семей методом пар-аналогов. Во все группы отбирали пчелиные семьи, равные по силе семьи, возрасту пчелиной матки, количеству сотовых рамок и породной составляющей. В каждой группе было по 10 пчелиных семей согласно методике для проведения исследований в пчеловодстве, разработанной в НИИ Пчеловодства (г. Рыбное).

Дигидрохверцетин вводили в составе сахарного сиропа в качестве кормовой добавки при первой весенней ревизии. Повторная дача осуществлялась через 12 дней.

В контрольной группе отсутствовали какие-либо стимулирующие добавки.

В опытной группе № 1 использовали 5 мг на одну пчелиную семью.

В опытной группе № 2 использовали 10 мг на одну пчелиную семью.

В опытной группе № 3 использовали 15 мг на одну пчелиную семью.

В ходе проведения исследований изучались основные хозяйственно-полезные признаки пчелиных семей: товарная и валовая медовая продуктивность, а также количество полученного воска. Для расчета экономической эффективности количество полученного товарного меда и воска переводили в условные медовые единицы через переводные коэффициенты: 1 кг мёда – 1 условная единица; 1 кг воска – 2 условные единицы.

Результаты исследований. Система биологически обоснованных коэффициентов для перевода различных видов пчеловодной продукции в условный мед позволяет определить себестоимость каждого ее вида и сравнивать ее с рыночной ценой, выявить, производство какого из видов этой продукции экономически наиболее эффективно и выгодно.

Помимо этих коэффициентов для расчёта себестоимости учитываются фактические затраты труда и средства на производство каждого вида продукции в определенных климатических и медосборных условиях данной местности.

Экономическая эффективность проведенных исследований, в том числе расчет рентабельности, приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Расчет экономических показателей при использовании дигидрокверцетина в качестве кормовой добавки

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа № 1	Опытная группа № 2	Опытная группа № 3
Объем производства, условных медовых единиц на 1 пчелиную семью	15,38	17,56	19,00	21,48
в том числе товарная медовая продуктивность, усл. единицы	14,2	16,3	17,7	20,1
восковая продуктивность, усл. единицы	1,18	1,26	1,30	1,38
Себестоимость 1 условной медовой единицы, руб.	243,4	232,8	219,4	206,6
Цена реализации 1 условной медовой единицы, руб.	320	320	320	320
Прибыль (+) убыток (-) на 1 условную медовую единицу, руб.	76,6	87,2	100,6	113,4
Уровень рентабельности, %	31,5	37,5	45,9	54,9

Выводы. Использование стимулирующей кормовой добавки способствовало увеличению продуктивной способности пчелиных семей. Полученные данные убедительно доказывают эффективность использования дигидрокверцетина в количестве 15 мг на пчелиную семью (опытная группа № 3), так как от пчелиных семей в расчете на одну семью получено 21,48 медовых условных единиц, что на 6,1 единиц больше, чем получено от семей контрольной группы.

Пчелиные семьи опытных групп № 1 и № 2, также получавшие кормовую добавку, принесли больше товарной медовой продукции и отстроили большее количество сотовых рамок на 2,18 и 3,62 условных медовых единиц в сравнении с контрольной группой.

Себестоимость 1 условной единицы, полученной от пчелиных семей опытной группы № 3, составила – 206,6 руб., в то время как в контрольной группе этот показатель был выше на 36,8 руб.

Уровень рентабельности проведенных исследований у анализируемых групп существенно отличался. Максимальный показатель зафиксирован у опытной группы № 3 – 54,9 %, что больше, чем в контроле, на 23,4 %. При сравнении с опытными группами № 1 и № 2 разница составила 17,4 % и 9 %, соответственно в пользу опытной группы № 3.

Список литературы

1. Бавтрюкова, В. В. Использование подкормки «Витамин» в пчеловодстве и её влияние на продуктивность пчёл / В. В. Бавтрюкова, С. Л. Воробьева // Фундаментальные и прикладные исследования: естественные науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых и студентов, Уфа, 30 апр. 2021 года. – Уфа: Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, 2021. – С. 129–132.
2. Васильева, М. И. Влияние стимулирующих подкормок на продуктивные показатели пчелиных семей в условиях Удмуртской Республики / М. И. Васильева, С. Л. Воробьева // Медовый край – медовая Россия: история, традиции, современные тенденции пчеловодства: материалы Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции, Уссурийск, 07–09 окт. 2020 года / Отв. редактор С. В. Иншаков. – Уссурийск: Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 135–139.
3. Влияние кормовых добавок на продолжительность жизни пчел в садках / А. И. Науразбаева, Г. С. Мишуковская, М. Г. Гиниятуллин [и др.] // Пчеловодство. – 2020. – № 4. – С. 14–17.
4. Минина, О. А. Зимовка пчел в климатических условиях Юга Западной Сибири / О. А. Минина, Д. И. Попов // Интеграция науки и практики для развития агропромышленного комплекса: материалы 2-ой Нац. науч.-практ. конф., Тюмень, 11 окт. 2019 года. – Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2019. – С. 471–475.
5. Мониторинг инфекционных заболеваний пчелиных семей на территории Удмуртской Республики / Е. Д. Мушталева, С. Л. Воробьева, И. С. Иванов, С. И. Коконев // Известия Оренбургского ГАУ. – 2021. – № 4 (90). – С. 224–228.
6. Мушталева, Е. Д. Оценка качественного состава меда при проведении профилактических мероприятий медоносных пчел препаратами органического

происхождения против инфекционных заболеваний / Е. Д. Мушталева, С. Л. Воробьева, С. И. Коконов // Роль ветеринарной и зоотехнической науки на современном этапе развития животноводства: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию доктора ветеринарных наук, профессора Геннадия Николаевича Бурдова и 60-летию доктора ветеринарных наук, профессора Юрия Гавриловича Крысенко, Ижевск, 23 июля 2021 года. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2021. – С. 301–305.

7. Мушталева, Е. Д. Состояние отрасли пчеловодства Удмуртской Республики / Е. Д. Мушталева, С. Л. Воробьева, М. И. Васильева // Вестник Ижевской ГСХА. – 2021. – № 2 (66). – С. 23–29.

8. Перспективы использования продуктов пчеловодства для разработки пробиотических добавок / А. Г. Коццаев, Ю. А. Лысенко, В. В. Радченко, К. Н. Муртазаев // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф., Краснодар, 31 марта 2020 года / Отв. за вып. А. В. Степовой. – Краснодар: Кубанский ГАУ им. И. Т. Трубилина, 2020. – С. 205–209.

9. Садрисламова, Р. Р. Влияние биостимулирующей добавки на показатели качества меда / Р. Р. Садрисламова, М. И. Васильева, С. Л. Воробьева // Фундаментальные и прикладные исследования: естественные науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых и студентов, Уфа, 30 апр. 2021 года. – Уфа: Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, 2021. – С. 177–180.

10. Технология содержания пчелиных семей в климатических условиях Удмуртской Республики: монография / С. Л. Воробьева, А. И. Любимов, Л. М. Колбина, С. И. Коконов. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2021. – 260 с.

11. Тронина, А. С. Продуктивность пчелиных семей при использовании пробиотических препаратов в условиях Удмуртской Республики / А. С. Тронина, С. Л. Воробьева // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России, Ижевск, 24–26 февр. 2021 года. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2021. – С. 65–69.

А. Н. Гуляева, С. П. Басс, П. И. Костенкова
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВЕДЕНИЯ ЛОШАДЕЙ ПРОДУКТИВНОГО НАПРАВЛЕНИЯ В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Рассмотрены вопросы потребности и спроса кобыльего молока в Удмуртской Республике. Проанализирована численность поголовья, выявлены особенности молока и его белкового состава. Сравнительный анализ ближайших предприятий показал, что производство кумыса является рентабельной отраслью. В результате исследований выявлено, что на территории Удмуртии имеется потребность в данном кисломолочном напитке и огромный спрос на него, однако производством занимается лишь один частный предприниматель.

Актуальность. Молочное коневодство – одно из древнейших занятий человечества. Еще за тысячелетия до нашей эры первобытные люди использовали кумыс в качестве полезного напитка, однако лишь к 1858 г. Н. В. Постников доказал и научно обосновал его лечебное действие.

На сегодняшний день, в связи с распространением новой коронавирусной инфекции, поражающей преимущественно органы дыхания, потребность в кумысе за 2020–2021 гг. возросла более чем в три раза [1, 4].

Наш регион не является традиционным по производству кумыса, однако сложившаяся эпидемиологическая ситуация может дать стимул для развития данной отрасли. В связи с этим **целью исследования** является изучение возможных перспектив развития продуктивных качеств лошадей, разводимых в условиях Удмуртской Республики [2, 3].

Для достижения цели необходимо решить несколько задач:

- 1) проанализировать численность поголовья лошадей в России и Удмуртской Республике;
- 2) выявить особенности кобыльего молока по имеющимся литературным данным;
- 3) провести сравнительный анализ ближайших предприятий по производству кумыса;
- 4) изучить потребность в молочной продукции коневодства и спрос на нее в Удмуртской Республике.

Материалы и методика. Материалом для проведения исследований послужили статистические данные ВНИИ коневодства, Министерства сельского хозяйства и продовольствия Удмуртской Республики и Российской Федерации, Министерства здравоохранения Удмуртской Республики.

Исследование особенностей кобыльего молока проходило на основе сравнительного анализа его химического состава с коровьим и козьим молоком по изученным среднестатистическим параметрам.

Выявление потребности на молочную продукцию коневодства проходило путем статистического анализа данных лечебных учреждений Удмуртской Республики. Изучение спроса на кумыс проходило путем социологического опроса населения.

Результаты исследований. В коневодстве Российской Федерации выделяют четыре направления: рабоче-пользовательное, продуктивное, племенное и спортивно-досуговое. Из 1,35 млн голов, по состоянию на 01.01.2021 г., практически 90 % относится к рабоче-пользовательному и продуктивному направлению (рис. 1).

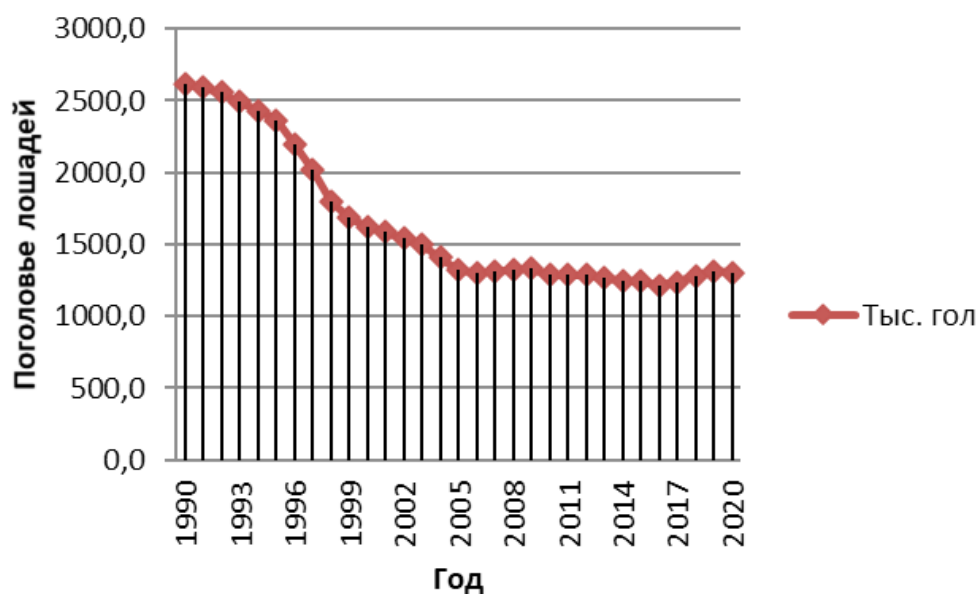


Рисунок 1 – Динамика поголовья лошадей с 1990 по 2020 г.

В Удмуртской Республике, по состоянию на 11.08.2021 г., насчитывается 1333 голов, в том числе 624 кобылы, 98 жеребцов-производителей. Породный состав республики представлен вятской, русской тяжеловозной, орловской рысистой. Лидирующими районами по поголовью лошадей являются Алнашский, Шарканский и Юкаменский.

Исходя из структуры численности лошадей в разных хозяйствах РФ, согласно рисунку 2, в 1990 г., почти все поголовье было представлено лошадьми конных заводов и племенных репродукторов.

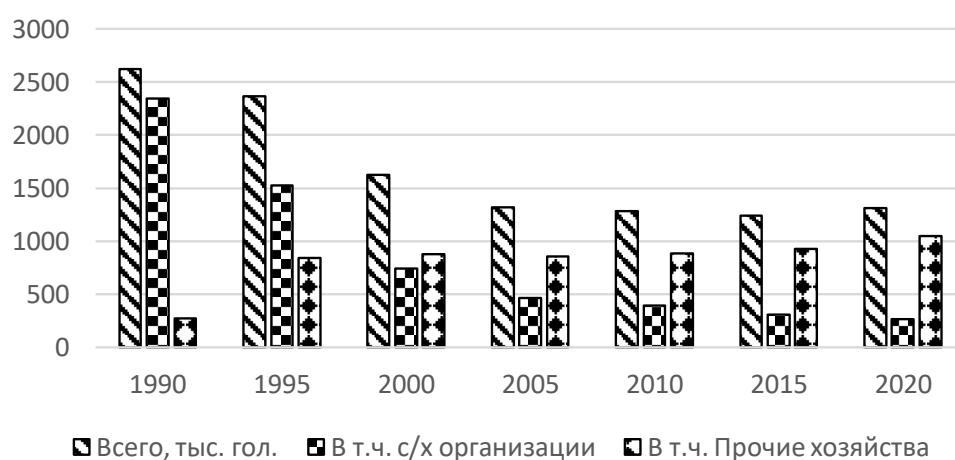


Рисунок 2 – Структура численности лошадей в разных категориях хозяйств

Доля содержания лошадей в прочих хозяйствах была незначительна и составляла 10,7 % (274,4 тыс. голов) от общего поголовья. За анализируемые 20 лет отчетливо прослеживается тенденция сокращения племенного поголовья. К 2020 г. ситуация в стране стала обратно пропорциональной 1990 г. Сейчас на долю племенных лошадей из конных заводов и племенных репродукторов приходится 20 % (262,4 тыс. голов) от общего поголовья, в то время как основная численность лошадей приходится на частных владельцев.

Натуральное кобылье молоко, согласно требованиям ГОСТ Р 52973-2008, имеет однородную, жидкую консистенцию белого цвета без осадка и хлопьев, чистый вкус и запах, без посторонних примесей, не свойственных натуральному молоку.

По химическому составу, представленному в таблице 1, кобылье молоко отличается низким содержанием белка и жира.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика состава молока, полученного от кобыл, коров и коз

Показатель	Кобылье молоко	Коровье молоко	Козье молоко
Содержание жира, %	1,5	3,6	4,2
Содержание белка, %	2,2	3,2	3,0
Содержание лактозы, %	7	4,8	4,5
Холестерин, мг	–	10	30
Витамин А, мг	0,02	0,03	0,06
Витамин D, мг	–	0,05	0,06

Показатель	Кобылье молоко	Коровье молоко	Козье молоко
Витамин Е, мг	0,07	0,09	0,09
Витамин С, мг	9,4	1,5	2,0
Содержание Са, мг	89	120	143
Содержание Mg, мг	9	14	14
Содержание Na, мг	30	50	47
Содержание Р, мг	54	90	89

Главной и отличительной чертой кобыльего молока от молока других видов животных является высокое содержание лактозы. Данный показатель, как правило, в среднем составляет 7 %, что почти в 1,5 раза выше относительно коровьего и козьего молока. Именно данный компонент способствует благоприятному течению процессов кисломолочного и спиртового брожения при производстве кумыса и придает ему сладковатый привкус.

Специфическое свойство молока обусловлено высоким содержанием витамина С. Его средняя величина составляет 9,4 мг, что в 4 раза выше относительно цельного коровьего и козьего молока.

Особый интерес представляют белки молока. Соотношение казеина и альбумино-глобулиновых фракций составляет 50,5:49,5 %, поэтому его называют альбуминовым. Усвояемость сывороточных белков в организме человека достигает 98 % (рис. 3).

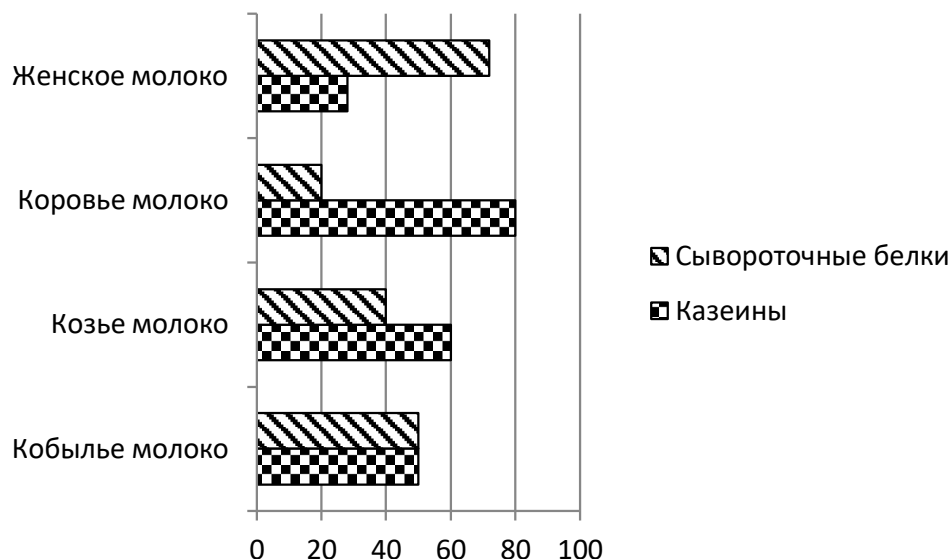


Рисунок 3 – Белковый состав молока разных видов животных

Особенности белковой составляющей химического состава кобыльего молока не позволяют получить большой ассортимент

кисломолочной продукции. Основной продукт – кумыс – лечебный напиток, технология изготовления которого обусловлена действием на молоко кисломолочного и спиртового брожения дрожжей и молочнокислых ацидофильной и болгарской палочек. Территориально употребление кумыса распространено на территории Башкирии, Татарстана, Якутии, Казахстана, Киргизии, Узбекистана.

На территории Удмуртской Республики существует единственная конеферма в починке Мочище Шарканского района, представляющая собой комплекс, состоящий из зданий и сооружений для производства и переработки кобыльего молока.

Конеферма, принадлежащая ИП Старцеву В.Г., имеет в своем составе 58 голов лошадей, в том числе 12 кобыл вятской породы, 5 новоалтайской и 13 башкирской породы.

Современная конюшня позволяет разместить лактирующих конематок в период между дойками в шести просторных залах группового содержания, по 7–8 голов в каждом, а восемь отдельных денников, оснащенных камерами видеонаблюдения, позволяют при необходимости оказать помощь животным в момент выжеребки. В этом же здании находится цех дойки на два поста. Отдельный размещенный в одной из левад ветеринарный модуль позволяет обрабатывать одновременно пять голов животных. Склад для сена с хранением годового запаса расположен в непосредственной близости к кормовым столам, что позволяет работникам конюшни без лишних трудозатрат раздать корм.

На сегодняшний день конеферма является единственной в России с полным циклом производства и переработки кобыльего сублимированного молока, кумыса и молозива.

Кобылье сублимированное молоко – это порошок белого цвета с приятным молочно-сливочным запахом, который производится из цельного парного кобыльего молока (не подверженного пастеризации) методом лиофилизации с предварительной шоковой заморозкой до -43°C и соответствует всем требованиям к качеству пищевой продукции. Продукт выпускается в капсулах 300 мг по 90 шт. в банке и в саше-пакетах по 15 г, что делает его доступным круглый год для жителей мегаполисов.

В перспективе в данном хозяйстве планируется изготовление гранулированного навоза и травы.

Наиболее крупными предприятиями по производству кумыса являются ЗАО Племзавод «Семеновский», расположенный в Республике Марий Эл, и АО «Уфимский конный завод № 119», рас-

положенный на территории Башкортостана. Сравнительная характеристика ведущих предприятий отрасли представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика ведущих предприятий отрасли по производству кумыса

Показатели	ЗАО Племязавод «Семёновский», Марий Эл	АО «Уфимский конный завод № 119», Башкирия
Производство кобыльего молока, кг	3600	–
Производство кумыса, кг	191 000	180 000
Разводимые породы	Русский и литовский тяжеловоз	Башкирская порода
Количество дойных кобыл	160	300
Цена реализации кумыса, объемом 0,5 л, руб.	115	110
Рентабельность производства	75,6	45

Анализ данных хозяйств показал, что, несмотря на превосходство поголовья дойного стада в «Уфимском конном заводе № 119», количество произведенного кумыса выше в хозяйстве, разводящем тяжеловозные породы лошадей. Данная закономерность обусловлена физиологическим объемом вымени. Башкирская порода лошадей при пятикратной дойке в среднем может дать 10–12 л в сутки, в то время как тяжеловозная – до 20 л.

На сегодняшний день нехватка кумысного сырья достигает практически 30 тыс. т. Только в Удмуртской Республике, согласно статистическим данным Министерства здравоохранения, количество больных туберкулезом превышает 1000 человек. Всего в республике зарегистрировано 7 противотуберкулезных учреждений: в Ижевске, Сарапуле, Глазове, Воткинске, Можге, Якшур-Бодьинском и Малопургинском районах. Больным туберкулезом кумыс назначают как дополнительное общеукрепляющее средство при проведении комплексной противотуберкулезной терапии.

Помимо легочных заболеваний, лечебный кисломолочный продукт из кобыльего молока также помогает при иммунодефиците и заболеваниях желудочно-кишечного тракта. Вследствие этого оздоровительные санатории и профилактории Удмуртии также могут иметь высокий спрос на кумыс.

Для оценки спроса на продукцию нами был проведен социологический опрос населения Удмуртской Республики. По данным

таблицы 3 можно судить о том, что из 500 опрошенных человек все имеют четкое представление о том, что такое кумыс и из чего он сделан. При этом 74,8 % хотели бы его попробовать, 16,6 % отказались, 8,6 % уже пробовали данный кисломолочный напиток.

Таблица 3 – Анализ спроса на кумыс в Удмуртской Республике

Вопрос	Количество, чел.	Количество человек от общего числа, %
Знаете ли вы, что такое кумыс и из чего он сделан?		
Да	500	100
Нет	–	0
Хотели бы вы его попробовать?		
Да	374	74,8
Нет	83	16,6
Я уже пробовал(а)	43	8,6

Таким образом, рынок сбыта продукции и спрос населения Удмуртской Республики говорит о том, что существует огромный потенциал развития отрасли коневодства продуктивного направления.

Вывод и рекомендации. Обобщая вышеизложенное, можно сделать вывод, что спрос на продукцию молочного коневодства огромен, однако предложений, к сожалению, практически нет. В связи с этим необходимо развивать производство данного направления, ассортимент предлагаемых товаров и вести их популяризацию среди населения Удмуртии.

Список литературы

1. Алексеева, Е. И. Физико-химические свойства кобыльего молока и приготовление кумыса / Е. И. Алексеева // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 48. – С. 89–94.
2. Басс, С. П. Вятская порода лошадей как популяция с ограниченным генофондом / С. П. Басс // Аборигенные породы лошадей: их роль и место в коневодстве Российской Федерации: материалы I Всероссийской науч.-практ. конф. с международным участием. – Ижевск, 2016. – С. 3–8.
3. Басс, С. П. Сравнительная оценка биологических качеств лошадей упряжных пород в условиях Удмуртской Республики / С. П. Басс // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России. – Ижевск, 2021. – С. 15–18.
4. Чиргин, Е. Д. Молочное коневодство – резерв повышения отрасли / Е. Д. Чиргин, В. С. Яворский, К. С. Новоселова // Коневодство и конный спорт. – 2001. – № 2. – С. 9.

УДК 636.2.033(470.51)

А. М. Дедюкин¹, Н. А. Санникова², С. Л. Воробьева²

¹ООО «Элита-Сервис»

²ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

СОСТОЯНИЕ МЯСНОГО СКОТОВОДСТВА В УДМУРТИИ

Быки-производители мясных пород, содержащиеся на станциях искусственного осеменения в Удмуртии, типичны, хорошо развиты, соответствуют классу элита-рекорд. Племенные коровы герефордской породы по живой массе превышают стандарт 1-го класса, имеют молочную продуктивность более 200 кг (живая масса теленка в 205 дней в среднем по стаду 206 кг), сохранность телят после первого отела 75,0 %, после второго – 100,0 %, в среднем по обследованному поголовью – 87,5 %.

Актуальность. Подотрасль «Мясное скотоводство» может быть отнесена к малозатратной, так как для мясного скота не нужны дорогостоящие производственные помещения и оборудование, не требуются операторы машинного доения, нет необходимости ежедневно отвозить на перерабатывающие предприятия скоропортящийся продукт – молоко, да и на рынке мраморная говядина пользуется повышенным спросом. Помимо этого мясной скот может обходиться исключительно объемистыми кормами – пастбищной травой летом и сеном, соломой – зимой, при минимальном расходе концентрированных кормов. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Удмуртии начало целенаправленно развивать мясное скотоводство с 2019 г. Следует отметить, что и ранее были попытки разведения племенного скота мясных пород в республике, в частности в конце XX века совершена первая попытка разведения герефордского скота в ЗАО «Пальниковское» Завьяловского района [6]. К сожалению, по ряду объективных и субъективных причин данное уникальное стадо было утрачено. В 2012 г. М. П. Киселевым предпринята новая попытка возрождения герефордов в Удмуртии.

Целью данной работы являлось изучение состояния мясного скотоводства в Удмуртской Республике.

В задачи исследования входило:

1) изучить породный состав и поголовье племенного герефордского и абердин-ангусского скота, разводимого в Удмуртии;

2) оценить качество быков-производителей и маточного поголовья мясного скота в Удмуртии;

3) дать характеристику молодняка по высоте в крестце.

Материалы и методика. Для достижения указанной цели и реализации поставленных задач использована методика и организация зоотехнических опытов [2], а также способы документального учета [4, 5].

Результаты исследований. Планируется, что первые племенные репродукторы в области мясного скотоводства будут созданы в республике в 2022 г. – первыми этот высокий статус получат КФХ Чушьяловой Н. В. из Малопургинского района и ООО СП «Восток» Селтинского района. В частности, по итогам 2020 г. общее поголовье скота в ООО СП «Восток» уже составит более 360 голов, а это 20 % от мясного поголовья всей республики [1]. В связи с этим оценка имеющегося поголовья племенного скота актуальна.

На сегодняшний день на станциях искусственного осеменения содержатся пять быков мясных пород – три герефорда и два абердин-ангуса. Быки-производители герефордской породы содержатся в ОАО «Удмуртплем» – Маэстро 4356 и ООО «Можгаплем» – Флай RU173785054 и Крокус RU173784886, представители абердин-ангусской породы – Шерл RU166168865 и Ураган RU176525054 принадлежат ООО «Можгаплем».

Маэстро 4356 рожден 02 мая 2013 г. в Белоруссии, в 15 месяцев имел живую массу 485 кг (среднесуточный прирост 1320 г), в 18 – 518 кг, оценен классом элита-рекорд. Флай RU173785054 рожден 28 марта 2018 г. в ООО «Красотинское» Пермского края, в 18 месяцев весил 540 кг, оценен классом элита-рекорд. Крокус RU173784886 рожден 07 апреля 2018 г. в ООО «Красотинское» Пермского края, в 18 месяцев имел живую массу 561 кг, оценен классом элита-рекорд.

Чистопородный абердин-ангусский бык Шерл RU166168865 родился 06 октября 2015 г. в ООО «Агрофирма Труд» Пермского края (ООО «Родник»), в 18 месяцев его масса была 586 кг, в 2 года – 710, в 3 – 920 и в 4 года – 1157 кг. Ураган RU176525054 рожден 23 апреля 2018 г. в ООО «Красотинское» Пермского края, в 18 месяцев весил 618 кг, в 2 года – 767 кг, оценен классом элита-рекорд.

Оценивая промеры живых быков мясных пород, содержащихся на территории Удмуртии, следует отметить, что абердин-ангусские быки превосходят аналогов герефордской породы

по высоте в холке, но уступают им по высоте в крестце, то есть герефордские быки более рослые (табл. 1). Разница в промерах у данных особей незначительна. Животные компактны, широкотелы, имеют глубокую грудь, то есть соответствуют в полной мере стандартам мясного скота.

В 2020 г. пробонитировано 194 головы герефордского скота, в том числе 70 коров (табл. 2), что составляет 36,0 % от оцененных животных. Все коровы отнесены к чистопородным и IV поколения.

Из них 15,7 % отнесены к классу элита-рекорд, 77,1 – к классу элита и 0,7 % – к 1-му классу, что свидетельствует о высоком качестве маточного поголовья.

Следует отметить высокое качество телок старше двух лет и нетелей: 100,0 % пробонитированных чистопородных животных отнесено к классам элита-рекорд и элита.

Таблица 1 – Промеры абердин-ангусских и герефордских быков-производителей в возрасте 1 года 5–10 месяцев

Промер, см	Порода						
	абердин-ангусская			герефордская			
	Кличка и № быка						
	Шерл RU166168865	Ураган RU176525054	среднее	Маэстро 4356	Флай RU173785054	Крокус RU173784886	среднее
Высота в холке	125	130	127,5	121	129	126	125,3±2,3
Высота в крестце	127	133	130,0	126	136	131	131,0±2,9
Глубина груди	69	70	69,5	68	66	72	68,7±1,8
Ширина груди за лопатками	49	45	47,0	49	49	46	48,0±1,0
Ширина в маклоках	46	48	47,0	43	50	46	46,3±2,0
Косая длина туловища	148	154	151,0	143	145	158	148,7±4,7
Косая длина зада	70	65	67,5	–	65	65	65,0
Обхват груди за лопатками	188	191	189,5	186	183	186	185,0±1,0
Обхват пясти	18	24	21,0	23	21	19	21,0±1,2

Как отмечалось ранее, большая часть племенных животных герефордской породы сконцентрирована в ООО СП «Восток» Селтинского района Удмуртской Республики. Первая партия герефордского скота в количестве 30 голов завезена в декабре 2020 г. из ООО «Сергинское» Сивинского района Пермского края. Все за-

везенные животные чистопородные, их происхождение подтверждено генетически. Нетели типичной красной масти с белыми отметинами на голове, в области холки, конечностях, брюхе и на кончике хвоста.

Таблица 2 – Породный и классный состав мясного скота в Удмуртии (2020 г.)

Группа животных	Всего пробонитировано, голов	В том числе распределение по				
		породности		классам		
		ч/п и 4-е поколение	3-е поколение	элита-рекорд	элита	1-й класс
Герефордская порода						
Всего, голов	194	193	1	120	69	5
Быки-производители	6	5	1	5	1	–
Ремонтные бычки 10–18 месяцев	3	3	–	3	–	–
Коровы	70	70	–	11	54	5
Телки старше 2 лет и нетели	115	115	–	101	14	–
Абердин-ангусская порода						
Всего, голов	3	3	–	3	–	–
Быки-производители	3	3	–	3	–	–

Согласно Методическим рекомендациям по «Порядку и условиям проведения бонитировки племенного крупного рогатого скота мясного направления продуктивности», живая масса коров класса элита-рекорд в возрасте трех лет должна составлять 475 кг, элита – 455, 1-го класса – 430, 2-го класса 380 кг, четырех лет соответственно – 535, 505, 480 и 410 кг.

Распределение племенных животных мясных пород в Удмуртской Республике по живой массе представлено в таблице 3.

Таблица 2 – Распределение коров герефордской породы по живой массе при бонитировке

Группа коров по возрасту	Всего, голов	Из них имеют живую массу, кг			Число коров с живой массой 1-го класса и выше	Средняя живая масса 1 головы, кг
		401–450	451–500	501–550		
2–3 лет	65	5	50	10	65	503
4 лет	5	–	–	5	5	535
Итого по стаду	70	5	50	15	70	519

В возрастном аспекте 92,9 % маточного поголовья относится к молодым коровам в возрасте двух-трех лет, 7,1 % – четырехлетние коровы.

Средняя живая масса 1 головы у животных двух-трех лет составила 503 кг, что соответствует классу элита-рекорд, но 5 голов отнесено к 1-му классу, что составляет 7,7 % от поголовья. Коровы старших возрастов соответствуют минимальным показателям по живой массе классу элита-рекорд (535 кг). На увеличение данного показателя следует обратить особое внимание, так как «взрослые коровы на отечественных фермах достигают веса в 600 кг, вес герефордского быка составляет порядка 850 кг. У их британских сородичей показатели несколько выше. Коровы вырастают до 700 кг, а быки – 1000–1500 кг [3].

На массу взрослого животного непосредственно влияет рост и развитие молодняка, а они зависят от молочности коровы (рис. 1). Молочность мясных коров оценивается по живой массе их потомства, которую определяют в возрасте 205 дней, либо в перерасчете на этот возраст.

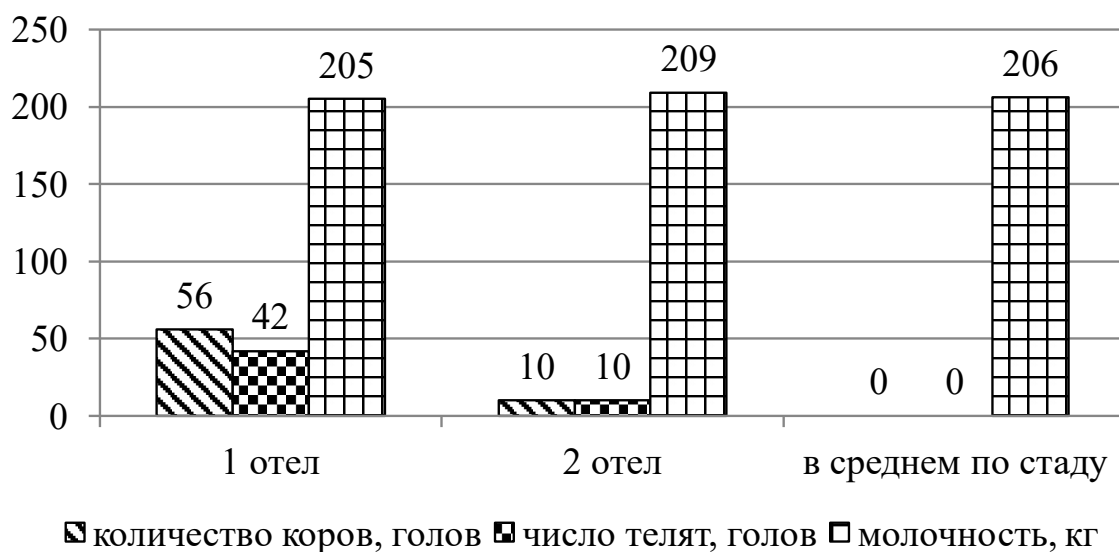


Рисунок 1 – Характеристика коров герефордской породы по молочности (живая масса теленка в 205 дней), кг

Согласно данным бонитировки, молочность коров, оцениваемая по живой массе телят в возрасте 205 дней, превышает 200–205 кг по первому отелу, 209 кг – по второму. Сохранность телят после первого отела составляет 75,0 %, после второго – 100,0 %, в среднем по обследованному поголовью – 87,5 %. Это можно объяснить недостаточно выраженным материнским ин-

стинктом у коров-первотелок, при отсутствии в стадах коров более старшего возраста, а также стрессом у нетелей при транспортировке.

Полученный молодняк развивается согласно возрасту и соответствует минимальным требованиям. По высоте в крестце бычки во все возрастные периоды превосходят телок (рис. 2), что определяется половым диморфизмом.

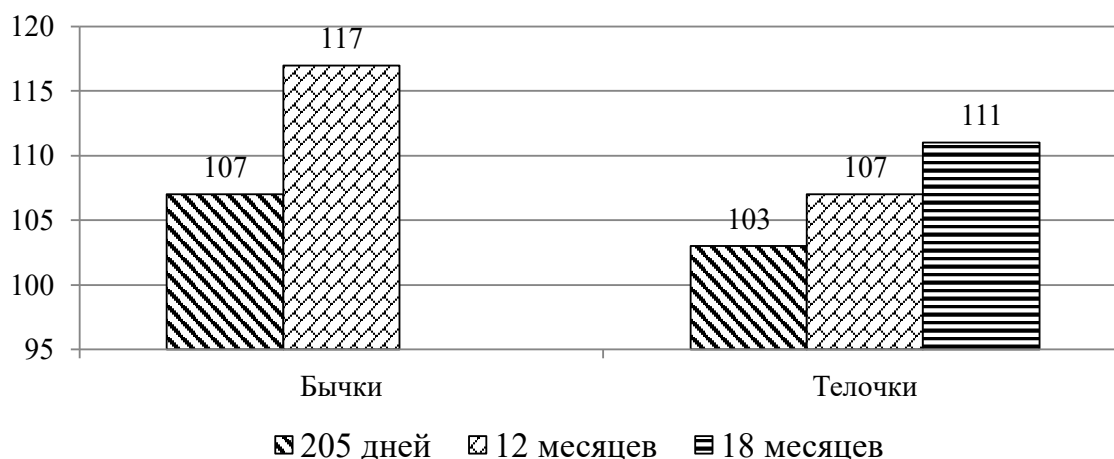


Рисунок 2 – Характеристика молодняка герефордской породы по высоте в крестце, см

Заключение. Быки-производители мясных пород в Удмуртии имеют класс элита-рекорд, отличаются высокой энергией роста. Племенные коровы мясных пород в Удмуртской Республике по живой массе превышают требования 1-го класса, их молочность, оцениваемая по живой массе телят в возрасте 205 дней, более 200 кг. Молодняк развивается согласно возрасту и соответствует минимальным требованиям.

Список литературы

1. В Удмуртии поголовье специализированного мясного скота с начала 2020 г. выросло на 67 % [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dairynews.ru/news/v-udmurtii-pogolove-spetsializirovannogo-myasnogo-.html> (дата обращения 13.11.2021).
2. Викторов, П. И. Методика и организация зоотехнических опытов / П. И. Викторов, В. К. Менькин. – М.: Агропромизадт, 1991. – 112 с.
3. Порода коров герефорд [Электронный ресурс]. – URL: novo-sel.ru (дата обращения 13.11.2021).
4. Способы статистического наблюдения [Электронный ресурс]. – URL: <https://helpiks.org/6-57483.html> (дата обращения 12.10.2020).

5. Способы статистического наблюдения [Электронный ресурс]. – URL: <https://poisk-ru.ru/s2710t1.html> (дата обращения 13.10.2020).

6. Филиппова, Л. А. Рост, развитие и мясная продуктивность герефордского, черно-пестрого молодняка и их помесей в условиях Удмуртской Республики: дис. ... канд. с.-х. наук / Л. А. Филиппова; науч. рук. С. Н. Ижболдина. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2000. – 162 с.

УДК 636.2.033(470.51)

**А. М. Дедюкин¹, Н. А. Санникова²,
О. Ю. Чекалева³, С. И. Чекалева³**

¹ООО «Элита-Сервис

²ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

³СПК «Аксакшур» Малопургинского района
Удмуртской Республики

ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКСТЕРЬЕРА КОРОВ-ПЕРВОТЕЛОК СПК «АКСАКШУР» МАЛОПУРГИНСКОГО РАЙОНА УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Коровы-первотелки СПК «Аксакшур» Малопургинского района Удмуртской Республики имеют молочный тип телосложения, присущий голштинской породе, гармоничное телосложение, рост на уровне минимального оптимального значения 6,08 балла (6–8 баллов), хорошо развитые молочные формы.

Актуальность. Экстерьер – внешнее строение тела животного, изучаемое в целях определения его продуктивных и племенных качеств. Оценка экстерьера коров-первотелок позволяет объективно и детализированно охарактеризовать внешний вид животного, выявить тенденции в изменении телосложения скота в разрезе отдельных хозяйств с целью его дальнейшего совершенствования и получить необходимые данные для индивидуального и группового подбора быков-производителей к маточному стаду.

Племенная работа, направленная на совершенствование типа телосложения крупного рогатого скота, имеет большое значение для повышения эффективности молочного скотоводства, поскольку гармонично сложенные, развитые животные отличаются высокой молочной продуктивностью и пользуются значительным спросом на рынке племенной продукции [2].

Целью данной работы являлось изучение экстерьера коров-первотелок СПК «Аксакшур» Малопургинского района Удмуртской Республики

В **задачи** исследования входила комплексная оценка экстерьера коров-первотелок СПК «Аксакшур».

Материалы и методика. Для достижения указанной цели и реализации поставленной задачи использованы методика и организация зоотехнических опытов [1], а также способы документального учета [4, 5].

В СПК «Аксакшур» оценка экстерьера коров-первотелок ведется специалистами ООО «Элита-Сервис», которые имеют соответствующую квалификацию и сертификат.

Оценка включает в себя основные положения двух систем оценки экстерьера животных: а) 100-балльная система по 6 признакам (субъективная оценка животных, позволяющая ранжировать их внутри стада); б) линейная система по 21 признаку (объективное описание отдельных признаков экстерьера).

Результаты исследования. На рисунке 1 представлены результаты линейной и комплексной оценки экстерьера и телосложения коров первого отела стада СПК «Аксакшур». С момента начала проведения оценки типа телосложения оценено 367 коров первого отела. Оценка проводится с 30-го по 120-й день после отела.

Коровы-первотелки СПК «Аксакшур» Малопургинского района Удмуртской Республики имеют рост на уровне минимального оптимального значения 6,08 балла при оптимальном показателе 6–9 баллов, отличаются недостаточно глубоким туловищем 5,92 (6–7). Имеют нежно-плотную конституцию, так как крепость телосложения, оцененная в 5,81 балла, не вписывается в оптимальное значение 6–8 баллов. Тем не менее первотелки гармонично сложены, хорошо развиты для своего роста. Крестец, оцененный на 5,76 балла, кажется удлиненным из-за несколько суженного таза.

Молочные формы достаточно хорошо развиты – 6,19 балла (нижняя граница оптимального показателя – 6–9 баллов). Вымя у большинства первотелок симметричное, недостаточно длинное, относительно широкое и глубокое, слегка разделенное на четверти с боков. Дно вымени горизонтальное, у некоторых слегка наклонное, при этом центральная поддерживающая связка сильная, четко выделяется, разделяя вымя на половинки. Вымя располагается выше скакательного сустава. Структура вымени мягкая, по-

датливая, после доения на молочном зеркале образуются мелкие складки. Редко, но встречаются коровы, у которых запас вымени представлен 3–4 крупными складками. Передние четверти вымени крепкие, недостаточно длинные (5,12 балла), равномерной ширины, хорошо сбалансированы, но недостаточно плавно соединены с телом (5,4 – слабое прикрепление к туловищу животного), имеется угол в месте перехода вымени в брюшную стенку. Задние четверти вымени прикреплены плотно, одинаково неширокие от верха до дна вымени (5,57 балла, оптимально 6–9), несколько округляются в нижней части, расположены выше скакательного сустава на одном уровне с передними четвертями.

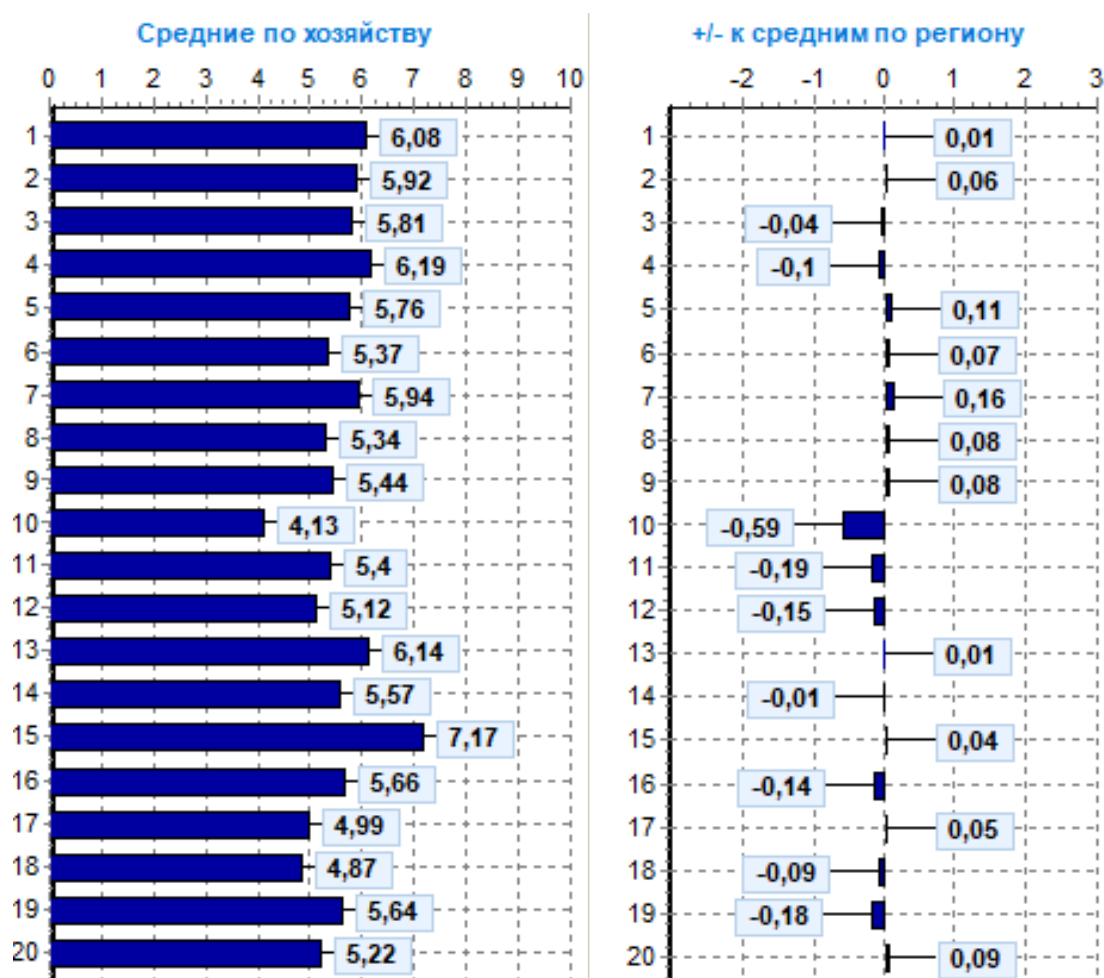


Рисунок 1 – Графическое представление экстерьера коров первого отела СПК «Аксакшур» Малопургинского района Удмуртской Республики:

- 1 – рост; 2 – глубина туловища; 3 – крепость телосложения; 4 – молочные формы; 5 – длина крестца; 6 – положение таза; 7 – ширина таза; 8 – обмускуленность; 9 – постановка задних ног; 10 – угол копыта; 11 – прикрепл. п/д вымени; 12 – длина п/д вымени; 13 – высота прикрепл. з/д вымени; 14 – ширина з/д вымени; 15 – борозда вымени; 16 – положение дна вымени; 17 – располож. пер. сосков; 18 – длина сосков; 19 – задние ноги (сзади); 20 – скакат. сустав (сзади)

Соски одинакового размера, несколько коротковаты (4,87 балла из 5–7), цилиндрической или слабо конической формы, вертикально расположены в центре каждой четверти при осмотре сбоку и слегка смещены внутрь при виде сзади, на умеренном расстоянии друг от друга. Задние соски у некоторых первотелок сближены.

Молочные вены длинные, несколько извилистые и разветвленные, в целом хорошо выражены.

Постановка задних конечностей – 5,64 балла, у некоторых первотелок отмечается слабость бабок, плоское копыто. Для улучшения данного показателя специалистам хозяйства необходимо усилить профилактическую работу, такую как своевременная уборка навоза, отсутствие излишней сырости, наличие подстилки или матов в стойлах, проведение дезинфекции, систематическая и своевременная обрезка копыт, проверка качества кормов, систематическое применение копытных ванн, обеспечение животных активным моционом. Отбирая быков для стада, следует уделять особое внимание показателям качества конечностей у дочерей.

Проявление остальных признаков находится на уровне среднего по популяции Удмуртской Республики.

Основными экстерьерными недостатками коров-первотелок, обследованных в 2021 г. (107 голов), являются: форма вымени (асимметрия долей вымени) – 2 головы, или 1,9 %; невертикальное расположение передних сосков наблюдается у 4 оцененных первотелок (3,7 %); наклонное дно вымени имеют 6 первотелок (5,6 %); у 8 первотелок (7,5 %) есть дополнительные соски. Среди других недостатков отмечены животные с приподнятым корнем хвоста – 2 головы (1,9 %), шилозадый крестцом – 3 головы (2,8 %).

Особо следует отметить проблемы с конечностями: наплывы на суставах, травматические повреждения (кирпичный пол при своих достоинствах имеет и существенный недостаток – кирпичи могут выступать, скалываться и острыми гранями травмировать животных), слабые бабки (9 голов, или 8,4 %), плоское копыто (5 голов, или 4,6 %), сближенность ног в скакательных суставах (4 головы, или 3,7 %), что в совокупности составило 16 животных, или 14,9 %.

Заключение. Специалистам СПК «Аксакшур» необходимо провести работу по улучшению экстерьера крупного рогатого, уделив особое внимание подбору быков-производителей с высокой препотентностью не только по показателям молочной продуктивности, но и по признакам экстерьера, положительно вли-

яющим на продуктивное долголетие потомства: крепость телосложения, глубина туловища, качество конечностей, плотность прикрепление вымени.

Список литературы

1. Викторов, П. И. Методика и организация зоотехнических опытов / П. И. Викторов, В. К. Менькин. – М.: Агропромизадт, 1991. – 112 с.
2. Методика оценки телосложения крупного рогатого скота молочного и молочно-мясного направлений продуктивности. – М., 2017. – 46 с.
3. Способы статистического наблюдения [Электронный ресурс]. – URL: <https://helpiks.org/6-57483.html> (дата обращения 12.10.2020).
4. Способы статистического наблюдения [Электронный ресурс]. – URL: <https://poisk-ru.ru/s2710t1.html> (дата обращения 13.10.2020).

УДК 636.2.061

Е. И. Куликова¹, Г. Ю. Березкина¹, Р. Р. Закирова²

¹ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

²ФГБОУ ВО Удмуртский ГУ

ЛИНЕЙНАЯ ОЦЕНКА ЭКСТЕРЬЕРА КОРОВ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА

Проведена линейная оценка экстерьера животных в условиях интенсивной технологии производства молока, а также в зависимости от их происхождения. В результате исследований выявили, что коровы голштинской породы отличаются большим ростом (7,7 балла), что выше по сравнению с черно-пестрыми первотелками на 1,5 балла, более глубоким туловищем (6,1 балла), и у них лучше выражен молочный тип (7,0 баллов).

Актуальность. При совершенствовании высокопродуктивного скота особое внимание уделяется оценке экстерьера и развитию отдельных статей коров [5, 8]. В настоящее время развитие отрасли молочного скотоводства идет на высоком уровне – используются современные технологии, которые наряду с генетикой оказывают влияние на формирование телосложения телок и в дальнейшем коров [1, 4].

Для более объективной оценки телосложения используется линейная оценка экстерьера, которая позволяет оценить

экстерьерно-конституциональные особенности коров-первотелок [2, 3, 6, 7].

Цель – оценить экстерьерный профиль коров-первотелок в условиях промышленного производства молока в зависимости от происхождения.

Материалы и методика. Исследования проводились в СПК-колхоз «Заря» Можгинского района Удмуртской Республики в период с 2020 по 2021 г. Объектом исследований послужили коровы-первотелки черно-пестрой и голштинской пород.

В СПК-колхоз «Заря» Можгинского района линейную оценку всех коров-первотелок проводят в ОАО «Удмуртплем» и ООО «Можгаплем» в период с 30-го по 120-й день. С момента проведения оценки типа телосложения было оценено 430 голов коров первого отела.

Результаты исследований. Молочные фермы в хозяйстве модернизированы и оснащены высокотехнологичным оборудованием, используется современное молочное оборудование, вентиляторы в коровниках, чесалки для животных, рельсовые подталкиватели для кормов, сепарирование навоза и т.п. (табл. 1). В хозяйстве внедрена поточно-цеховая технология содержания коров. Во всех отделениях применяется круглогодичная стойловая система содержания.

Таблица 1 – Основные технологические операции

Показатель	СПК – колхоз «Заря»		
	Способ содержания	Беспривязно-боксовый		Привязный
Содержание	В боксах (190×90)		В стойлах (200×120)
Кормление	Кормосмесь, раздается при помощи миксера на кормовой стол		
Поение	Групповые поилки с подогревом		Индивидуальные по типу сообщающихся сосудов
Пол	Кирпичный + маты с рифленой поверхностью		
Доильное оборудование	Доильный зал «Европараллель»	Доильный зал «Елочка»	Линейная доильная установка «УДМ-100»
Вентиляция	Свето-вентиляционный конек, принудительная вентиляция		
Навозоудаление	Дельта-скрепер		ТСН-160

Линейная оценка коров-первотелок СПК-колхоз «Заря» представлена в таблице 2 и на рисунках 1, 2.

Таблица 2 – Результаты линейной оценки коров-первотелок

Показатель		Голштинская порода		Черно-пестрая порода	
		$\bar{X} \pm m_{\bar{X}}$	$C_v, \%$	$\bar{X} \pm m_{\bar{X}}$	$C_v, \%$
Молочный тип		82,9±0,06	0,6	82,1±0,11	2,7
Объем туловища		82,1±0,16	1,6	81,0±0,1	2,6
Конечности		80,1±0,12	1,2	79,4±0,15	3,5
Вымя		81,1±0,23	2,3	80,6±0,11	2,7
Общая оценка		82,4±0,10	1,1	81,4±0,12	2,7
туловище	Рост	7,7±0,12	13,1	6,2±0,05	16,1
	Глубина туловища	6,1±0,09	13,1	5,8±0,04	12,1
	Крепость	5,2±0,10	15,4	5,4±0,04	12,9
	Молочный тип	7,0±0,04	5,0	6,6±0,04	10,6
	Длина крестца	6,3±0,10	12,7	6,5±0,03	10,7
	Положение таза	4,8±,14	23,9	5,1±0,03	11,8
	Ширина таза	5,5±0,11	16,4	6,1±0,04	13,1
	Обмускуленность	3,5±0,14	32,3	3,6±0,04	19,4
конечности	Постановка задних ног (сбоку)	4,6±0,10	17,4	4,9±0,03	10,2
	Угол копыта	4,8±0,13	20,8	3,9±0,04	17,9
вымя	Прикрепление передних долей вымени	6,2±0,14	19,4	5,5±0,05	16,4
	Длина передних долей вымени	4,6±0,17	30,4	5,8±0,07	22,4
	Высота прикрепления задних долей вымени	6,9±0,12	13,0	7,3±0,05	12,3
	Ширина задних долей вымени	6,0±0,10	13,3	6,5±0,03	10,8
	Борозда вымени	6,5±0,12	15,4	6,4±0,04	12,5
	Положение дна вымени	7,7±0,10	10,4	7,3±0,05	12,3
	Расположение передних сосков	5,4±0,09	14,8	5,0±0,03	12,0
	Длина сосков	5,5±0,19	29,1	6,6±0,06	16,7

По результатам линейной оценки все первотелки получили оценку «хорошо с плюсом», общая оценка за экстерьер составила 82,9 балла (голландская порода) и 82,1 балла (черно-пестрая порода).

Коровы голштинской породы отличаются большим ростом (7,7 баллов), что выше по сравнению с черно-пестрыми первотелками на 1,5 балла, более глубоким туловищем (6,1 балла), у них лучше выражен молочный тип (7,0 баллов). У чистопородных первотелок более короткие передние доли вымени (4,6 балла), что короче по сравнению с черно-пестрыми коровами на 1,2 балла, но вымя прикреплено лучше (6,2 балла), задние доли вымени более узкие (6,5 балла) и соски короче по сравнению с местными коровами на 0,5 балла.

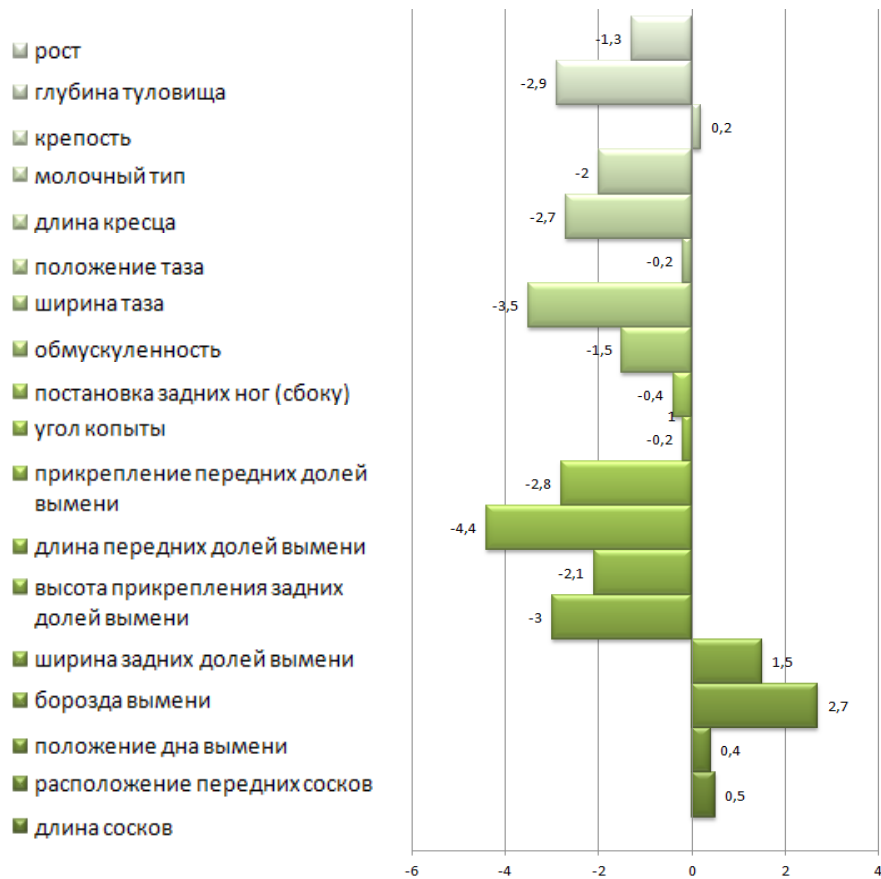


Рисунок 1 – Линейный профиль чистопородных коров-первотелок голштинской породы

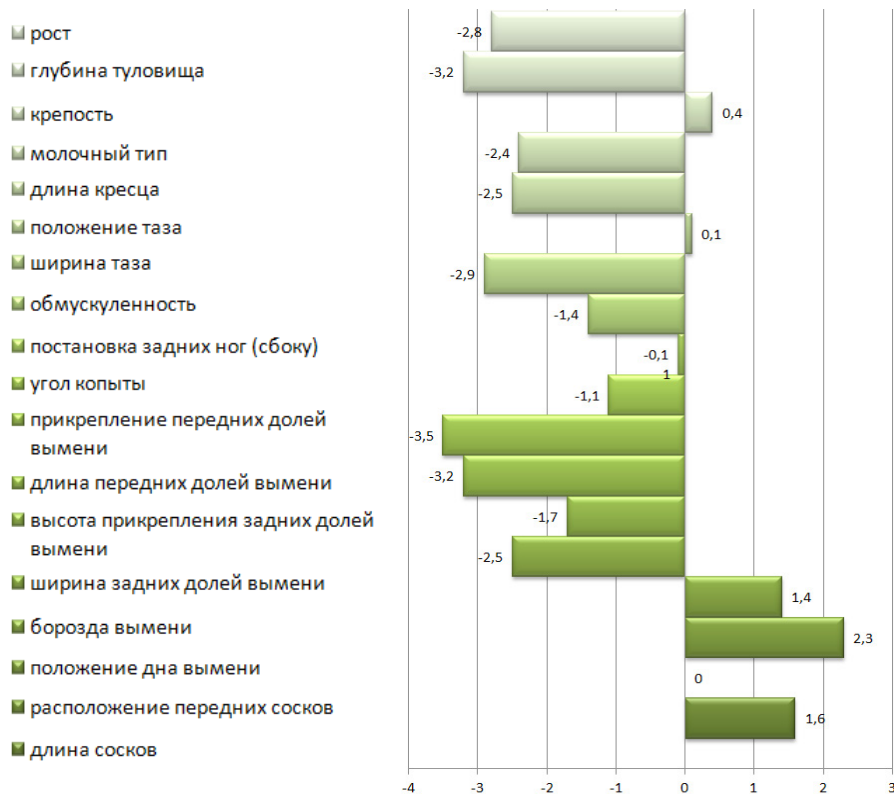


Рисунок 2 – Линейный профиль черно-пестрых коров-первотелок

Вывод. Таким образом, коровы-первотелки хозяйства по основным показателям отвечают требованиям развития животных молочного направления продуктивности, но следует отметить, что для формирования стада с более выраженным желательным типом, улучшения молочных признаков, пригодности к машинному доению необходима корректировка телосложения скота, которая может быть достигнута путем подбора быков-производителей с учетом линейного профиля дочерей, в пользу более прямого угла копыта и более выраженных молочных форм.

Список литературы

1. Громова, Т. В. Линейная оценка экстерьера коров-первотелок Приобского типа черно-пестрой породы и ее связь с молочной продуктивностью / Т. В. Громова, П. В. Конорев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 2(160). – С. 96–102.
2. Использование линейной оценки экстерьера коров / А. Е. Чиндалиев, А. С. ы. Калимолдинова, А. У. л. Алипов [и др.] // Главный зоотехник. – 2019. – № 8. – С. 32–38.
3. Исупова, Ю. В. Влияние голштинизации на репродуктивные и продуктивные качества первотелок разных линий / Ю. В. Исупова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 томах. Ижевск, 12–15 февраля 2019 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 35–40.
4. Когут, М. И. Линейная оценка коров-первотелок симментальской комбинированной породы по типу / М. И. Когут, В. В. Каплинский, В. М. Братюк // Научно-технический бюллетень Института животноводства Национальной академии аграрных наук Украины. – 2018. – № 120. – С. 55–63.
5. Линейная оценка экстерьера коров черно-пестрой и голштинской пород в Северном регионе Казахстана / М. А. Свяженина, А. М. Рахимов, Ж. М. Касенов [и др.] // Главный зоотехник. – 2017. – № 7. – С. 13–19.
6. Мартынова, Е. Н. Экстерьерные особенности и молочная продуктивность голштинизированных коров холмогорской породы разных генераций / Е. Н. Мартынова, Ю. В. Исупова // Пермский аграрный вестник. – 2018. – № 1 (21). – С. 125–131.
7. Петрова, М. Ю. Подбор быков-производителей и оценка их дочерей по типу телосложения / М. Ю. Петрова, Ю. В. Чернигов, Т. Ш. Кузнецова // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2019. – № 2 (34). – С. 120–125.

А. Г. Максимов, Н. А. Максимов
ФГБОУ ВО Донской ГАУ

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ЖИВОЙ МАССЫ ПОРОСЯТ ЗИМНЕГО И ЛЕТНЕГО ОПОРОСОВ

Рентабельность свиноводства значительно зависит от скорости роста молодняка свиней. Поросята, полученные в разные сезоны года, имеют разную скорость роста. Приводятся результаты изменения абсолютного, среднесуточного и относительного приростов у молодняка свиней в зависимости от сезона опороса. Установлено, что подвинки, полученные зимой, имеют лучшие показатели роста (при сдаче на убой) в сравнении с летними поросятами.

Актуальность. Эффективность производства продукции свиноводства главным образом зависит от скороспелости молодняка. До 70 % затрат в структуре себестоимости 1 кг свинины занимают корма. Зная закономерности онтогенеза свиней, можно определить критические периоды в их развитии и поддержать в это время соответствующими условиями содержания, а главное – необходимым уровнем кормления [1, 2, 3, 5, 7]. Известно, что поросята, полученные в разные сезоны года, обладают разной скоростью набора живой массы.

Онтогенез – индивидуальный рост и развитие животных – включает два периода: эмбриональный и постэмбриональный. В первом периоде выделяют 3 фазы: а) зародышевую, б) предплодную и в) плодную. Во втором – 5 фаз: 1) новорожденности, 2) молочного питания, 3) полового созревания, 4) физиологической и хозяйственной зрелости, 5) старения.

Главная задача зооинженера и ветеринарного врача – увеличить продолжительность фазы физиологической и хозяйственной зрелости животных за счет соответствующего уровня кормления, создания оптимальных условий содержания и режима хозяйственного использования, а также своевременного проведения профилактических обработок и лечения [4, 5, 6].

Контролируя течение онтогенеза, обычно наблюдают за линейным ростом животного, увеличением живой массы, поверхности тела, объема отдельных органов и т. п. Это осуществляют путем ежемесячных взвешиваний и взятия промеров во время проведения бонитировки [4, 6].

Закономерности онтогенеза необходимо знать: 1) для того, чтобы проводить корректировку уровня кормления и условий содержания с.-х. животных; 2) величину среднесуточных приростов молодняка и того, как выполняется план производства приростов молодняка; 3) соответствие животных требованиям бонитировочных классов; 4) чтобы начислять зарплату животноводам [4].

Динамика роста с.-х. животных зависит от многих факторов, основными из них являются: 1) вид, 2) направление продуктивности, 3) порода, 4) пол, 5) возраст, 6) уровень кормления и условия содержания, 7) индивидуальные особенности животных [4].

Цель исследований. Проанализировать и сравнить абсолютный (кг), среднесуточный (г) и относительный (%) прирост у молодняка свиней крупной белой породы, полученного во время зимнего и летнего опоросов.

Методика исследований. Для проведения эксперимента в одном из товарных хозяйств Ростовской области нами была проанализирована хозяйственная документация по 20 маткам крупной белой породы (покрытых хряками КБ) – аналогов по росту, развитию и происхождению, по результатам 3-го опороса. Из них 10 маток опоросились зимой и 10 – летом. Из родившихся поросят составили 2 группы животных: I – поросята, полученные в зимний опорос ($n = 114$ гол.) и II – в летний опорос ($n = 101$ гол.). В таблице 1 представлены средние арифметические данные по живой массе потомков I и II групп. У подопытных животных в возрасте до 8-месячного возраста определяли абсолютный (А, кг), среднесуточный (СП, г) и относительный (К, %) прирост, используя следующие формулы:

1) абсолютный прирост (А) за период наблюдений (кг):

$$A = W_t - W_o,$$

где W_o – значение изучаемого признака в начале периода,

W_t – значение этого же признака в конце периода;

2) среднесуточный прирост (СП) за соответствующий период (г):

$$СП = \frac{W_t - W_o}{t},$$

где t – период между начальным и конечным взвешиванием или измерением оцениваемого животного, сут.;

3) относительный прирост (К, %):

$$K = \frac{W_t - W_o}{W_o} \times 100 \%$$

Результаты исследований по сравнительному анализу скорости роста молодняка свиней породы КБ в зависимости от сезона опороса представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Живая масса и приросты молодняка свиней крупной белой породы

Возраст (мес.)	Зимний опорос				Летний опорос			
	Живая масса, кг	А, кг	СП, г	К, %	Живая масса, кг	А, кг	СП, г	К, %
При рождении	1,1	–	–	–	1,2	–	–	–
1	6,9	5,8	193	527,3	7,3	6,1	203	508,3
2	17,0	10,1	337	146,4	16,9	9,6	320	131,5
3	35,5	18,5	617	108,8	39,7	22,8	760	134,9
4	45,5	10,0	333	28,6	48,2	8,5	283	21,4
5	62,3	16,8	560	36,9	63,6	15,4	513	32,0
6	79,6	17,3	577	27,8	75,4	11,8	393	18,6
7	101,1	21,5	717	27,0	94,3	18,9	630	25,1
8	117,6	16,5	550	16,3	106,4	12,1	403	12,8

Выводы. Живая масса поросят, полученных в зимний опорос, – при рождении и в возрасте 1, 3, 4 и 5 мес. была ниже, чем у сверстников, родившихся летом. Однако в 6, 7 и 8 мес. (79,6, 101,1 и 117,6 кг соответственно) зимние поросята превосходили своих летних аналогов (75,4, 94,3 и 106,4 кг соответственно).

Кроме этого необходимо отметить, что многоплодие маток, опоросившихся зимой (11,4 гол.), было выше, чем у опоросившихся летом (10,1 гол.).

Наивысший абсолютный и среднесуточный прирост у поросят, родившихся зимой, наблюдался в 3, 6, 7 мес. (А = 18,5, 17,3 и 21,5 кг; СП = 617, 577 и 717 г соответственно), а у летних в 3, 5, 7 мес. (А = 22,8, 15,4 и 18,9 кг; СП = 760, 513 и 630 г соответственно).

В отношении относительного прироста у поросят зимнего и летнего опоросов лучшая интенсивность роста наблюдалась в 1, 2 и 3-месячном возрасте (527,3, 146,4 и 108,8, 508,3, 131,5 и 134,9 % соответственно). В заключительные 3 месяца откорма большей от-

носительной скоростью роста характеризовались подвинки, полученные зимой ($K = 6$ мес. – 27,8, 7 мес. – 27, 8 мес. – 16,3 % в сравнении с летними – $K = 6$ мес. – 18,6, 7 мес. – 25,1, 8 мес. – 12,8 %).

Список литературы

1. Жигачев, А. И. Разведение сельскохозяйственных животных с основами частной зоотехнии : учебник для вузов / А. И. Жигачев. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Квадро, 2013. – 408 с.
2. Кахикало, В. Г. Практикум по разведению животных: учеб. пособ. / В. Г. Кахикало, Н. Г. Предеина, О. В. Назарченко; под ред. В. Г. Кахикало. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Лань, 2013. – 320 с. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/32818>.
3. Красота, В. Ф. Разведение сельскохозяйственных животных: учебник / В. Ф. Красота, Т. Г. Джапаридзе. – М.: ВНИИплем., 1999. – 386 с.
4. Разведение животных: практикум / Сост. А. Г. Максимов, Н. В. Иванова, В. В. Федюк. – Персиановский: Донской ГАУ, 2021. – 128 с.
5. Разведение животных: учебник / В. Г. Кахикало, В. Н. Лазаренко, Н. Г. Фенченко, О. В. Назарченко. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Лань, 2014. – 448 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/44758>.
6. Словарь-справочник по разведению сельскохозяйственных животных с основами частной зоотехнии: учеб. пособ. / Г. В. Максимов, В. Н. Василенко, А. Г. Максимов [и др.]. – Новочеркасск: Лик, 2013. – 284 с.
7. Туников, Г. М. Разведение животных с основами частной зоотехнии: учебник / Г. М. Туников, А. А. Коровушкин. – 3-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2017. – 744 с.

УДК 636.4.084.1

Л. С. Рыболовлева, М. И. Васильева

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ОРГАНИЗАЦИЯ КОРМЛЕНИЯ ПОРОСЯТ НА ДОРАЩИВАНИИ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Представлены результаты исследований по влиянию сроков скармливания пороссятам на доращивании разных видов комбикормов на интенсивность их роста и сохранность. Для обеспечения биологически полноценного кормления молодняка свиней на доращивании, повышения интенсивности их роста рекомендуется пороссятам с низкой живой массой при отъеме скармливать комбикорм СПК-3 до 50-дневного возраста в количестве 0,66 кг на голову.

Актуальность. Для интенсивного ведения свиноводства важным условием является эффективное доращивание поросят после отъема, особенное внимание уделяется раннему отъему – в 27-дневном возрасте. В первую неделю после отъема может наблюдаться снижение веса поросят. Задержка в росте в данный период может оказать отрицательное воздействие на дальнейшее развитие животного. Чтобы избежать негативного влияния раннего отъема, в последнее время все чаще используют сбалансированные и высокопитательные корма, а также добавки, обеспечивающие наибольший прирост живой массы и сохранность молодняка [1, 2, 5–7].

Поросята отличаются высокой продуктивностью, интенсивным ростом при хорошей приспособленности к промышленным условиям содержания. Выращивать поросят в крупных комплексах необходимо с соблюдением всех норм, правил и рекомендаций по содержанию и кормлению [3, 4, 8].

Целью работы является изучение организации кормления поросят в период доращивания в условиях свиноводческого комплекса ООО «Восточный» Завьяловского района Удмуртской Республики.

Для достижения результата были поставлены следующие задачи:

- 1) определить влияние технологии кормления на интенсивность роста поросят;
- 2) изучить показатели продуктивности поросят в период доращивания в зависимости от их живой массы и видов комбикормов.

Материалы и методика. Исследования проводились на участке доращивания свиноводческого комплекса ООО «Восточный» Завьяловского района Удмуртской Республики.

Для опыта были отобраны три группы поросят в возрасте 27 дней, по 42 головы в каждой, которые отличались по живой массе при отъеме:

- 1-я группа – мелкие поросята, живая масса которых при отъеме составила 4,5 кг;
- 2-я группа – средние поросята с живой массой 5,7 кг;
- 3-я группа – крупные поросята с живой массой 7,8 кг.

Рост и развитие подопытного молодняка на доращивании оценивались с учетом следующих показателей: живая масса 1 головы при переводе на доращивание и откорм, а также при переводе с одного вида комбикорма на другой; на основании этих данных

рассчитали среднесуточный, абсолютный, относительный приросты живой массы.

Во время исследования все группы поросят получали полноценные комбикорма в зависимости от возраста. Молодняк 1-й группы получал комбикорм СПК-3 до 50-го дня жизни, средние и крупные поросята получали эти же корма до 45-го дня жизни.

Результаты исследований. Известно, что низкий вес поросят при рождении ведет к замедленному росту в течение всей жизни. Однако не менее важную роль играет вес поросенка при отъеме. Низкая живая масса при отъеме негативно сказывается на темпах роста в периоды выращивания и откорма. Очень важно организовать правильное кормление поросят в первые дни после отъема. Показатели продуктивности поросят на доращивании при скармливании им комбикорма СПК-3 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели продуктивности молодняка на доращивании при использовании СПК-3

Показатель	Группы животных		
	1-я группа – мелкие	2-я группа – средние	3-я группа – крупные
Возраст при переводе на доращивание, дни	27,2±0,22	27,2±0,24	27,2±0,33
Количество голов при постановке	42	42	42
Живая масса при постановке на доращивание, кг	4,5±0,28	5,7±0,35	7,8±0,59
Возраст при переходе на СПК-4, дни	50,2±0,53	45,2±0,35	45,2±0,44
Количество голов в клетке	37	38	38
Живая масса при переходе на СПК-4, кг	10,2±0,82*	10,5±0,86	12,1±0,94
Конверсия корма, кг	1,88±0,24	1,69±0,40	1,82±0,32*
Среднесуточный прирост на СПК-3, г	245,0±16,1	267,3±17,6	241,3±11,5**

Примечание: * – $P \geq 0,95$; ** – $P \geq 0,99$.

Можно отметить, что третья группа за время кормления СПК-3 показала наименьший среднесуточный прирост – 241 г ($P \geq 0,99$), что ниже на 9,7 % группы средних поросят. Это можно объяснить тем, что поросята крупные, поступили с достаточно высокой, в сравнении с остальными группами, живой массой 7,8 кг. Наименьшие затраты кормов на единицу прироста оказались во второй группе – 1,69 кг.

В дальнейшем последовал перевод поросят на комбикорм СПК-4. Поросята первой и третьей групп имели наивысшие среднесуточные приросты при переходе на комбикорм СПК-5 – 481 и 480 г соответственно; при этом было затрачено минимум кормов на один килограмм прироста – 1,47 и 1,22 кг соответственно. Живая масса поросят в группе мелких животных увеличилась на 70 % с момента перехода на СПК-4, увеличение в группах среднего и крупного молодняка составило 82 % и 79 % соответственно.

Переход животных на комбикорм СПК-5 осуществляется с 65-го дня жизни, с участка доращивания на участок откорма – в возрасте 83 дня. Следует отметить, что крупные поросята имели при потреблении корма СПК-5 наивысший среднесуточный прирост – 673 г, что выше группы мелких и средних поросят на 135 и 29 г ($P \geq 0,95$) соответственно. Конверсия корма крупных поросят составила 1,58 кг, что ниже конверсии корма мелких и средних на 0,1 и 0,36 кг соответственно.

Выводы. За весь период содержания разных групп поросят на доращивании наилучший результат по среднесуточным приростам был в третьей группе – 497 г, что выше группы мелких поросят на 18,8 %, а группы средних – на 12,1 % ($P \geq 0,95$).

Для обеспечения биологически полноценного кормления молодняка свиней на доращивании, повышения интенсивности их роста рекомендуем использовать в кормлении поросят с низкой живой массой при отъеме комбикорм СПК-3 до 50-дневного возраста в количестве 0,66 кг на голову.

Список литературы

1. Андреева, А. В. Повышение стрессоустойчивости поросят в период отъема / А. В. Андреева, Е. Т. Муратова // Перспективы развития Агропромышленного комплекса России: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – М., 2008. – С. 176–179.
2. Казанцева, Н. П. Использование кормовой добавки «Дженикс» в кормлении супоросных и подсосных свиноматок / Н. П. Казанцева, М. И. Васильева // Достижения науки и практики в решении актуальных проблем ветеринарии и зоотехнии: материалы Всерос. науч.-практ. конф., 09 ноября 2018 г. – Чебоксары, 2018. – С. 54–58.
3. Казанцева, Н. П. Показатели продуктивности свиней при разных схемах скрещивания / Н. П. Казанцева, М. И. Васильева, И. Н. Сергеева // Пермский аграрный вестник. – 2019. – № 4 (28). – С. 99–106.
4. Биологические и технологические аспекты интенсификации свиноводства: монография / Н. П. Казанцева, О. А. Краснова, М. Р. Кудрин [и др.]. – Ижевск: Цифра, 2020. – 127 с.

5. Колмацкий, Г. В. Эффективность раннего отъема поросят / Г. В. Колмацкий, Л. Ф. Величко, В. А. Завертнев // Свиноводство. – 2020. – № 5. – С. 7–9.
6. Степанов, В. П. Ресурсосберегающие технологии кормления свиней / В. П. Степанов // Вестник ВНИИМЖ. – 2013. – № 1 (9). – С. 96–103.
7. Сычева, Л. В. Эффективность использования престаартера в кормлении поросят / Л. В. Сычева // Известия оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 3 (41). – С. 152–154.
8. Productive qualities of hybrid pigs / O. A. Krasnova, N. P. Kazantseva, M. R. Kudrin [et al.] // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. – 2020. – Т. 11. – № 14. – С. 11A14G.

УДК 638.15-085

А. С. Федорова, С. Л. Воробьева, М. И. Васильева
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

СПОСОБ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОТЕИНСОДЕРЖАЩЕГО ПРЕПАРАТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПЧЕЛИНОЙ СЕМЬИ

Проведены исследования по оценке влияния протеинсодержащего препарата с антиоксидантными свойствами на хозяйственно-полезные признаки пчелиных семей. БАД оказала позитивное влияние на параиммунитет пчел: количество расплода и медовая продуктивность во 2-й опытной группе были выше контрольных значений на 31,2 и 5,5 % соответственно.

Актуальность. В последние годы на территории Удмуртской Республики обширно распространилась инвазионная болезнь под названием нозематоз. Представленное заболевание вызвано одноклеточным паразитом (*Nosema apis*), паразитирующим в эпителиальных клетках средней кишки взрослой пчелиной особи.

Спора ноземы проникает в незащищенный средний отдел кишечника пчелы путем проглатывания зараженного корма, где позже и начинает размножаться. Заражение семьи также происходит во время очистительных действий пчел в ячейках сот, а также в результате контакта с загрязненным пасечным инвентарем [3, 4, 6].

Некоторая доля спор нозематоза выводится из кишечника испражнениями на стенки ульев, сот и летков, и как результат – здоровые пчелы мгновенно подвергаются атаке патогена. При этом

часть спор остается в организме, из которых продолжают развиваться простейшие.

Климат Удмуртской Республики относится к умеренно-континентальному типу, в центральных и северных зонах республики чаще всего болезненное состояние пчеловодческих пасек носит самый высокий уровень ущерба. Паразитарное заболевание приводит к ослаблению и критическому снижению продуктивности ослабленных семей, а порой и их гибели [2, 5].

Одним из факторов возникновения нозематоза служит продолжительная затянувшаяся зима в Удмуртии, что провоцирует высокую влажность в зимовниках, которая влечет за собой поздний очистительный облет пчел. Стоит заметить, что часть пчел погибает в конце зимовки, а остальная часть постепенно вымирает весной [7].

В борьбе с нозематозом эффективно практикуются химические методы – антибиотики, небезопасные как для самого пчеловода, так и загрязняющие продукты пчеловодства.

Поэтому **целью работы** стало определить влияние протеин-содержащего препарата на хозяйственно-полезные признаки пчелиных семей.

Материалы и методика. Исследования проводились в ООО «Россия» Можгинского района Удмуртской Республики, объектом исследования стали медоносные пчелы, зараженные микроспоридией *Nosema apis*. При проведении исследований руководствовались методическими рекомендациями «Методы проведения научно-исследовательских работ в пчеловодстве».

Для проведения опыта методом пар-аналогов были подобраны 3 группы, в каждой по 10 пчелиных семей. Весной после выставки пчел из зимовника контрольная группа получала углеводную подкормку, 1-я и 2-я опытные группы в составе подкормки – биологически активную добавку (БАД). В борьбе с нозематозом была апробирована американская БАД – протеин микробного происхождения, который, обладая антиоксидантными свойствами, катализирует реакции превращения радикалов до воды. Подкормку осуществляли трехкратно, через каждые 12 дней, с каждой последующей подкормкой дозировку функционально действующего вещества увеличивали. Всего на 1-ю опытную группу было израсходовано 450 мг препарата, на 2-ю опытную группу – 600 мг. На пасеке степень зараженности пчелиных семей нозематозом установили на основании результатов микроскопического иссле-

дования. При определении яйценоскости маток учитывали количество печатного расплода рамкой-сеткой. Медовую продуктивность определили по валовому сбору меда.

Результаты исследований. Результаты микроскопического исследования по выявлению нозематоза показали следующее: до применения биопрепарата степень поражения пчелиных семей ноземой оценивалась в 3 балла (150 спор обнаружено), что указывает на разгар заболевания (рис. 1). После испытания антиоксидантного препарата повышенной дозы (2-я опытная группа) степень поражения оценивалась уже в 2 балла, всего в поле зрения у большинства особей было обнаружено 40 спор, что свидетельствует об окончании или спаде заболевания (рис. 2).

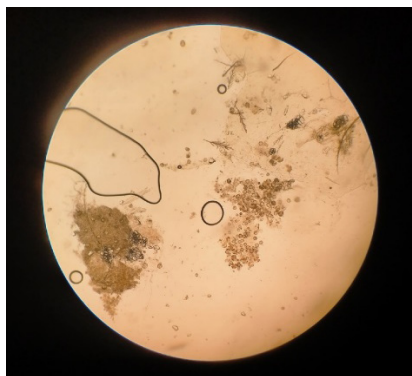


Рисунок 1 – Степень поражения до подкормки на «+++»

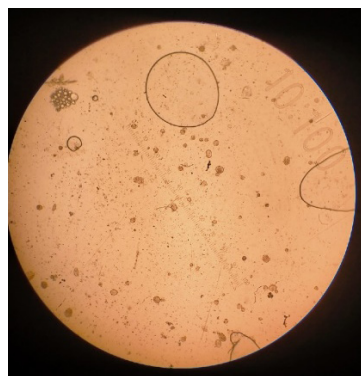


Рисунок 2 – Степень поражения после подкормки на «++»

В семьях, сильно зараженных нозематозом, подвергается разрушению не только перитрофическая мембрана кишечника, значительные изменения происходят и в яичниках матки, у рабочих пчел старше 14-дневного возраста атрофируются слюнные железы, что существенно отражается на развитии семьи. Зная невосприимчивость молодых пчел к ноземе, пчеловодам необходимо позаботиться о своевременном наращивании силы семей к главному медосбору.

Величина медовой продуктивности напрямую зависит от качественного развития семей. Сравнительный анализ исследуемых семей после весенней выставки показал, что введение антиоксидантного протеина оказало стимулирующее влияние на усиление яйцекладки маткой, увеличив количество печатного расплода в среднем на 16,3–31,2 %. Так, ко второму измерению разница в пользу 1-й опытной группы составила 7,4 %, 2-й опытной группы – 61,8 %. Аналогичная тенденция сохраняется и к третьему измерению: отставание в развитии контрольных семей было

на уровне 15,0–46,1 %, что свидетельствует о проявлении барьерных свойств препарата к деструктивным действиям токсинов микроспоридия.

Эффективность работы пчелиных семей оценивают по уровню валового сбора нектара и его интенсивности переработки, биохимических превращений в мед. В семьях, получавших антиокислительный препарат микробного происхождения, количество валового меда было больше в 1-й опытной группе на 3,2 %, во 2-й опытной группе – на 5,5 %. Следовательно, в семьях опытных групп гипофаренгиальные железы функционировали лучше.

Вывод и рекомендации. В связи с развитием органического пчеловодства для увеличения параиммунитета пчелиных семей рекомендуем применять биологически активные добавки, проявляющие антиоксидантные свойства.

Список литературы

1. Лабораторные исследования в ветеринарии: вирусные, риккетсиозные и паразитарные болезни: справочник / Б. И. Антонов, В. В. Борисов, Л. П. Каменева [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1987. – 240 с.
2. Воробьева, С. Л. Морфометрические показатели пчел Удмуртии / С. Л. Воробьева // Вестник Ижевской ГСХА. – 2008. – № 2. – С. 20–21.
3. Эпизоотическое обследование пасек в Удмуртской Республике / Л. М. Колбина, С. Н. Непейвода, Е. В. Паньков [и др.] // Пчеловодство. – 2012. – № 7. – С. 24–25.
4. Мониторинг по основным заразным болезням пчел в Удмуртской Республике / Л. М. Колбина, С. Л. Воробьева, Н. А. Санникова [и др.] // Пути развития пчеловодства в России через успешный опыт регионов России, стран СНГ и Дальнего Зарубежья: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 2011 г. – Ярославль, 2011. – С. 50–52.
5. Любимов, А. И. Антропогенное воздействие на жизнедеятельность и продуктивность пчелиных семей / А. И. Любимов, С. Л. Воробьева, Н. А. Санникова // Пчеловодство. – 2014. – № 9. – С. 14–15.
6. Плахова, А. А. Экстерьер и продуктивность пчелиных семей / А. А. Плахова // Роль генетического ресурса медоносных пчел среднерусской породы в продовольственной и экологической безопасности России: монография. – Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2016. – С. 108–113.
7. Взаимосвязь метеорологических условий и продуктивности пчелиных семей в Удмуртии / Д. В. Якимов, А. И. Любимов, С. Л. Воробьева [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 3 (83). – С. 335–339.

В. М. Юдин¹, А. И. Любимов¹, В. В. Хохлов²

¹ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

²ФКОУ ВО Пермский институт ФСИИ России

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНБРИДИНГА В СТАДЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Приводится сравнительный анализ результатов использования инбридинга в селекции крупного рогатого скота. Установлено, что лучшие результаты получены от дочерей быков: Капрала, от инбредных особей этого быка получено 9242,4 кг молока с массовой долей жира 3,87 %, Ж. Кольна-М – 9241,7 кг с массовой долей жира 3,77 %. Минимальная продуктивность наблюдается у инбредных коров-дочерей быка Алмаза – 7638,8 кг молока с массовой долей жира 3,68 %, что на 646,7 кг (7,8 %) меньше, чем у аутбредных полусестер.

Актуальность. Частота встречаемости инбридинга зависит от многих факторов. В настоящее время, когда селекционеры могут использовать методы долговременного хранения спермы производителей, трансплантации яйцеклеток, искусственного осеменения животных, имеется реальная возможность повсеместного и интенсивного использования в воспроизводстве наиболее ценных производителей и самок.

В этой связи большую актуальность приобретает вопрос о возможности, целесообразности и масштабах применения родственных спариваний [1, 3].

Материалы и методика. Инбридинг определялся на основе анализа родословных с учетом 5 поколений предков, по общепринятому методу Пуша – Шапоружа и коэффициенту инбридинга Райта – Кисловского [2].

Результаты исследований. Общая частота случаев инбридинга составляет от 7,88 до 55,4 % от общего числа дочерей быков. При этом существенное поголовье инбредных коров выявлено среди дочерей Джин 32 – 37 голов, Адмирала 1226 – 36 голов.

В целом следует отметить, что основная доля инбредных дочерей получена в результате отдаленного инбридинга в степени V-V и IV-V ($F = 0,19-0,39$), в количестве от 2,2 до 55,4 % случаев. Случаи умеренного инбридинга составляют относительно меньшую часть – от 1,1 до 19,7 % случаев. Близкий инбридинг выявлен только среди дочерей Базл-М 11230448 и Джут 54 в ко-

личестве 1 и 3 головы соответственно в степени III-III. Случаев кровосмешения выявлено не было.

Анализируя молочную продуктивность, следует отметить, что в большинстве случаев инбридинг не оказал негативного влияния на потомство и от инбредных особей получен более высокий удой, чем от аутбредных особей. Так, с средним инбредные особи превосходят по удою своих аутбредных полусестер от 5 до 11 %, однако по массовой доле жира в молоке наблюдается обратная тенденция: инбредные коровы незначительно уступают аутбредным особям на 0,01–0,02 %. Аналогичная тенденция по массовой доле белка: от 0,01 до 0,03 %.

Выводы и рекомендации. Лучшие результаты получены от дочерей быков: Капрала 591, от инбредных особей этого быка получено 9242,4 кг молока с массовой долей жира 3,87 %, Ж. Кольна-М 11087837 – 9241,7 кг с массовой долей жира 3,77 %. Минимальная продуктивность наблюдается у инбредных коров-дочерей быка Алмаза 39175 – 7638,8 кг молока с массовой долей жира 3,68 %, что на 646,7 кг (7,8 %) меньше, чем у аутбредных полусестер.

Список литературы

1. Анисимова, Е. И. Оценка сыропригодности молока коров симментальской породы различных продуктивно-конституциональных типов / Е. И. Анисимова, О. В. Сычева // Аграрная Россия. – 2021. – № 1. – С. 22–24.
2. Молочная продуктивность черно-пестрого скота с разными генотипами пролактина и соматотропина / Л. Р. Загидуллин, Р. Р. Шайдуллин, Т. М. Ахметов [и др.]. – Молочное и мясное скотоводство. – 2021. – № 4. – С. 21–24.
3. Эффективность осеменения коров-первотелок голштинской породы сексированным семенем на современном молочном комплексе / В. В. Ляшенко, О. Н. Новичкова, И. В. Каешова [и др.]. – Зоотехния. – 2021. – № 9. – С. 36–39.

УДК 619:614.31(470.51)

А. Ф. Калашникова, О. С. Уткина

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ, ПРОВОДИМЫЕ В СХК «НИВА» ШАРКАНСКОГО РАЙОНА

Изучена технология производства молока в СХК «Нива» Шарканского района с точки зрения выполнения ветеринарно-санитарных правил. В целом они соблюдаются, регулярно проводится контроль молока на наличие субклинического и клинического мастита, после лечения определяется наличие в молоке антибиотиков. Для повышения санитарно-гигиенических показателей молока предприятию рекомендуется соблюдать все правила доения.

Актуальность. Молоко является основным и ценным продуктом питания для населения многих стран мира. Оно используется в пищевых целях в натуральном виде и для изготовления различных молочных, в том числе диетических, продуктов. В молоке нуждаются прежде всего социально незащищенные группы людей, особенно дети, больные и пожилые жители.

К молоку предъявляются высокие ветеринарно-санитарные и технологические требования. Оно должно соответствовать требованиям ГОСТ, Техническому регламенту, СанПиН и Правилам ветеринарно-санитарной экспертизы. В реализацию или на переработку для пищевых целей должно направляться молоко, полученное от здоровых животных и в условиях высокой гигиены на всех производственных участках [3, 4, 10].

Молоко здоровых коров не только сохраняет пищевую ценность, оно может храниться без изменения основных физико-химических и микробиологических свойств более длительный срок.

Однако при нарушении условий содержания и кормления коров, правил и технологии доения достаточно часто развивается субклинический, а затем клинически выраженный мастит. Мастит является одной из широко распространенных болезней коров, которая наносит большие экономические убытки как хозяйствам –

производителям молока, так и молокоперерабатывающим предприятиям. При мастите резко снижается молочная продуктивность коров. Маститное молоко значительно отличается от продукции здоровых животных по физико-химическим показателям, содержанию микроорганизмов и плохой технологичностью.

Известны более 30 видов микроорганизмов, способных осложнять течение воспалительного процесса в вымени и других органах животного. Многие из них являются опасными для человека и при определенных условиях могут вызывать инфекционную патологию, токсикоинфекции или токсикозы микробного происхождения. Поэтому важным ветеринарно-санитарным мероприятием на фермах является своевременное выявление заболевания коров и проведение эффективного курса их лечения [6, 7, 9].

Преобладающим методом лечения маститов является антибиотикотерапия. Согласно законодательству РФ и ТС, молоко больных коров, а также молоко с остаточными количествами антибиотиков должно выдаиваться отдельно и не поступать на переработку. Ответственность за это нарушение ложится как на производителя молока, не выполнившего всех предписаний ветврача по дозе, спектру препаратов, продолжительности запрета направления молока на переработку, так и на переработчика [1, 8].

Цель исследований – изучение технологии производства молока в СХК «Нива» Шарканского района с точки зрения выполнения ветеринарно-санитарных мероприятий.

Материал и методика. Наблюдения проведены с начала июня до середины июля 2021 г. на территории СХК «Нива» Шарканского района Удмуртской Республики.

Наличие антибиотиков в молоке определяли с помощью экспресс-теста 4SENSOR. Объектом анализа служило молоко, полученное от коров после лечения антибиотиками. Первое тестирование проводили на 5-й день после лечения, если обнаруживалось остаточное количество антибиотиков, то анализ повторяли на 7-й день после лечения.

Экспресс-тест 4SENSOR позволяет определить наличие хлорамфеникола, стрептомицина, тетрациклинов и бета-лактамов в молоке. Каждая испытательная линия соответствует одному из антибиотиков. Последовательность действий при работе с экспресс-тестом: смешать молоко с реагентом в микролунке, поместить микролунку в инкубатор на 5 мин., после истечения времени поместить тест-полоску и включить таймер еще на 5 мин.,

расшифровать полученный результат визуально. При визуальной расшифровке проводится сравнение интенсивности двух линий (тестовой и контрольной). Если тестовая линия видна лучше, чем контрольная, то можно сделать вывод, что антибиотики отсутствуют. Если тестовая линия несколько слабее контрольной, можно говорить о присутствии антибиотиков. В этом случае это молоко утилизируется, а в последующие дойки проверяется заново [1].

Результаты исследований. СХК «Нива» Шарканского района – это товарное хозяйство, специализирующееся на производстве молока. В 2020 г. общее поголовье скота составило 908 голов, из них коров – 301 голова. Средний удой молока от одной коровы за год составляет 6137 кг, содержание жира в молоке – 3,55 %, белка – 3,03 %, 89 % всего реализуемого молока имеет высший сорт, 9 % – первый и 2 % – второй сорт.

В СХК «Нива» используют стойлово-пастбищную систему и привязное содержание крупного рогатого скота. В хозяйстве до сих пор используется в основном ручной труд. Доеение коров осуществляется в специальные переносные бидоны, и лишь в одном помещении есть молокопровод с танком-охладителем, куда перевозят на лошадях бидоны из остальных помещений. Процесс доения обеспечивают четыре доярки. Перед доением вымя коровы моют водой, сдаивают первые струйки молока на пол, протирают вымя насухо чистой индивидуальной тряпкой и только после этого к вымени подключают доильный аппарат. Когда молоко заканчивается, происходит автоматическое отключение доильного аппарата. Доярка подходит к корове и сдаивает последние струйки молока (проверяет все ли выдоилось). Затем вымя ополаскивается водой.

Можно сказать, что санитарные правила при доении коров в хозяйстве соблюдаются не в полной мере. Так, согласно современным представлениям о технологии доения коров, необходимо сдаивать первые струйки молока в специальную кружку, а не на пол, затем все содержимое кружки переливать в емкость с дезинфицирующим раствором. Это необходимо для того, чтобы исключить распространение инфекции в животноводческом помещении в случае, если коровы больны маститом. Также после доения коров недостаточно ополаскивания вымени, соски необходимо обрабатывать специальными антисептическими средствами, чтобы снизить их бактериальную обсемененность к началу следующего доения.

Молоко является скоропортящимся продуктом, и контроль его должен проводиться быстро, в режиме реального време-

ни. Для этого предпочтительнее использовать экспресс-методы или тест-системы, считывающие устройства и компьютерную технику, позволяющие сократить время скрининговых исследований молочного сырья и наиболее достоверно получать показатели для его ветеринарно-санитарной оценки.

В СХК «Нива» не реже одного раза в месяц ветеринарные врачи выявляют коров больных маститом с помощью маститдиагностов «Димастин» и «Мастоприм». Для анализа молока, направляемого на продажу, количества соматических клеток в хозяйстве используют прибор «Соматос-М». В случае их повышенного количества можно говорить о поступлении в сборное молоко аномального молока [2, 5, 11].

Больных маститом коров лечат антибиотиками. При лечении маститов чаще вводят антибиотики через сосок в больную долю вымени. Для создания депо антибиотика эти дозы чаще бывают весьма завышены. Вследствие этого молоко и молочные продукты могут содержать антибиотики. Употребление молока, содержащего антибиотики, создает опасность для здоровья людей, вызывая аллергическое состояние и дисбактериозы. Поэтому необходимо тщательно проверять молоко на наличие антибиотиков.

На территории СХК «Нива» антибиотики в молоке определяют при помощи экспресс-теста 4SENSOR после 5–7 дней лечения. Молоко от пролеченных коров в течение 5–7 дней утилизируется. Надо сказать, что за время проведения исследования в данном хозяйстве при тестировании молока, полученного по истечению карантинного периода, антибиотиков выявлено не было.

Вывод и рекомендации. Таким образом, в СХК «Нива» в целом соблюдаются ветеринарно-санитарные правила производства молока, регулярно проводится индивидуальный контроль заболевания коров маститом и после лечения определяется наличие в молоке антибиотиков. Также в самом хозяйстве проводится контроль количества соматических клеток в сборном молоке от группы коров и в молоке, направляемом на продажу с помощью прибора «Соматос-М», с целью предупреждения попадания в молоко аномального молока. Для повышения санитарно-гигиенических показателей производимого молока и, как следствие, его сортности, рекомендуем предприятию соблюдать технологию доения в том плане, чтобы первые струйки молока сдаивались в отдельную емкость и после доения соски вымени коров обрабатывались антисептическими средствами.

Список литературы

1. Аспандиярова, М. Т. Тест «СЕНКОР» – надежный метод контроля антибиотиков в молоке / М. Т. Аспандиярова // Переработка молока. – 2014. – № 9 (179). – С. 52–53.
2. Бычкова, В. А. Уровень соматических клеток в молоке, производимом в Удмуртской Республике / В. А. Бычкова, О. С. Уткина // Эффективность адаптивных технологий в животноводстве: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию со дня рождения доктора с.-х. наук, профессора В. В. Соколова. – Ижевск, 2005. – С. 26–29.
3. Бычкова, В. А. Повышение качества молока-сырья Удмуртской Республики в соответствии с требованиями «Технического регламента на молоко и молочную продукцию» / В. А. Бычкова, О. С. Уткина, Ю. Г. Мануилова / Научный потенциал – современному АПК: материалы Всерос. науч.-практ. конф. 17–20 февр. 2009 г. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2009. – Т. 2. – С. 20–24.
4. Бычкова, В. А. Качество молока, производимого в Удмуртской Республике и пути его повышения в соответствии с требованиями нормативных правовых актов Российской Федерации / В. А. Бычкова, О. С. Уткина, Ю. Г. Мануилова // Научное обеспечение инновационного развития АПК: материалы Всерос. науч.-практ. конф. 16–19 февр. 2010 г. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2010. – Т. 2. – С. 82–88.
5. Бычкова, В. А. Некоторые особенности определения количества соматических клеток в молоке на приборе «Соматос-М» / В. А. Бычкова, О. С. Уткина // Вестник Ижевской ГСХА. – 2011. – № 4 (29). – С. 29–31.
6. Гераймович, О. А. Профилактика и лечение мастита молочных коров / О. А. Гераймович, А. Ю. Киселев, А. К. Мамахай // Инновации в сельском хозяйстве. – 2019. – № 4 (33). – С. 124–131.
7. Истомина, Е. А. Лечение и профилактика маститов. Обзор литературы / Е. А. Истомина, В. М. Усевич // Молодежь и наука. – 2018. – № 1. – С. 33.
8. Мартынов, Ю. А. О контроле антибиотиков в молоке / Ю. А. Мартынов // Переработка молока. – 2014. – № 12 (182). – С. 56–57.
9. Серегин, И. Г. Совершенствование ветеринарно-санитарного контроля молока на крупных перерабатывающих предприятиях / И. Г. Серегин, Д. В. Никитченко // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. – 2017. – Т. 12. – № 1. – С. 86–92.
10. Уткина, О. С. Динамика изменения качества молока, поступающего на перерабатывающие предприятия Удмуртской Республики / О. С. Уткина, В. А. Бычкова // Инновационный потенциал сельскохозяйственной науки XXI века: вклад молодых учёных-исследователей: материалы Всерос. науч.-практ. конф. 24–27 окт. 2017 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 273–376.

11. Productive qualities of holsteins with different levels of somatic cells in milk / E. N. Martynova, V. A. Bychkova, O. S. Utkina [et al.] // International Journal on Emerging Technologies. – 2020. – Т. 11. – № 2. – С. 524–530.

УДК 636.237.21: 591.411

А. П. Караваяев, Д. С. Берестов
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ НА ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОРОВ

Приводится сравнительный анализ электрокардиографических показателей крупного рогатого скота в зависимости от их уровня молочной продуктивности. Установлено, что происходит снижение длительности систолических и увеличение диастолических интервалов, а также повышение амплитуд зубцов R и S у групп с более высокой молочной продуктивностью.

Актуальность. В настоящее время в Удмуртской Республике акцент в скотоводстве направлен на молочную продуктивность. Изменения в организме, которые происходят во время лактации, являются значительными и оказывают большую нагрузку на сердечно-сосудистую систему [1, 2]. В связи с этим важно оценить адапторно-приспособительные механизмы сердца к изменениям, происходящим в организме лактирующей коровы.

Целью работы является изучение влияния уровня молочной продуктивности на электрокардиографические показатели крупного рогатого скота. В связи с целью были поставлены следующие **задачи**:

- проанализировать влияние уровня молочной продуктивности на изменение интервалов и амплитуды зубцов в электрокардиограмме;
- рассчитать показатели функционального состояния миокарда и сравнить их в зависимости от уровня продуктивности животных.

Материалы и методика. Для опыта использовалось дойное стадо в количестве 14 голов. Коровы были разбиты на 2 группы по молочной продуктивности: высокопродуктивные – 7–9 тыс. л

за последний период лактации и среднепродуктивные – 5–7 тыс. л. Электрокардиограммы снимались с помощью одноканального прибора ЭК1Т-03М2. За основу для исследований были взяты показатели, снятые в результате наложения электродов по системам сагиттальных и фронтальных отведений по М. П. Рощевскому [5]. Подсчет высоты зубцов и длительности интервалов проводился во втором отведении при скорости бумаги в 50 мм в секунду и вольтаже зубцов 10 mm/mV. Для подсчета и интерпретации результатов была выбрана сагиттальная система отведений, так как она более полно отражала изменения электрических характеристик сердца. Полученные электрокардиограммы анализировались по следующим показателям: положение водителя ритма, интервалометрия, ЧСС, амплитудометрия зубцов, СПП, СПЖ, ДСК [3, 8]. Результаты подвергались статистической обработке с помощью программы Microsoft Office Excel.

Результаты исследований. Полученные результаты электрокардиографического обследования приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Электрокардиографические показатели коров по уровню продуктивности

Показатели	Высокопродуктивные, M±m (n = 7)	Среднепродуктивные, M±m (n = 7)
Зубец P, mV	0,1	0,11
Интервал P-Q, с	0,23±0,03	0,24±0,01
Зубец R, mV	0,27±0,05	0,16±0,05
Зубец S, mV	0,4±0,2	0,3±0,1
Зубец T, mV	0,3±0,08	0,3±0,1
Интервал Q-T, с	0,30±0,05	0,36±0,04
Сегмент S-T, с	0,23±0,03	0,22±0,04
Интервал T-P, с	0,24±0,05	0,18±0,01
R-R, с	0,76±0,09	0,77±0,04
ЧСС, уд/мин.	79±10	78±5

У здоровых высокопродуктивных животных особенности показателей ЭКГ проявлялись в небольшом уменьшении интервала P-Q, снижении длительности Q-T, увеличении интервала T-P в сравнении с коровами, дающими меньшее количество молока. Кроме этого увеличение продуктивности животных сопровождается повышением вольтажа зубцов R и S.

Снижение систолического интервала Q-T и диастолического интервала T-P связано с повышением нагрузки на сердце в связи

с увеличением объемов его камер для изгнания большего объема крови в аорту и дальнейшим ее продвижением по большому кругу кровообращения, в том числе и к молочной железе.

Повышение вольтажа зубцов также отражает повышенную нагрузку на сердце и указывает на тот факт, что у высокопродуктивных коров сердце более тренировано и обладает большим потенциалом функциональных возможностей развития лактации. Потенциал действия дольше сохраняется в сердечной мышце, но при этом быстрее уменьшается при увеличении ЧСС [9, 10]. Следовательно, увеличение минутного объема кровообращения будет находиться в прямой пропорциональности от увеличения амплитуды зубцов на ЭКГ.

Кроме того, у взрослых коров было обнаружено снижение амплитуд всех зубцов, увеличение длительности всех интервалов и сегментов, длительности интервала R-R и уменьшения частоты сердечных сокращений по сравнению с телятами. Увеличение длительности всех интервалов и сегментов, отражающих процесс прохождения импульсов через проводящую систему (интервал P-Q), электрическую систолу (интервал Q-T) и диастолу (интервал T-P), а также длительности сердечного цикла (R-R) происходит из-за того, что за счет увеличения толщины и площади миокарда электрическим импульсам, проходящим из синусового узла через всю проводящую систему сердца, требуется больше времени, чтобы достичь его периферических участков. Снижение амплитуд зубцов объясняется же дальнейшим увеличением приростов живой массы, что приводит к утолщению кожи, подкожной клетчатки, мышц и других структур, находящихся между электрическими импульсами и регистрирующими электродами.

Также были оценены показатели, характеризующие функциональное состояние дойных коров (табл. 2).

Таблица 2 – Сравнение показателей функционального состояния крупного рогатого скота в зависимости от уровня их продуктивности

Показатели	Взрослое поголовье (3–5 лет)	
	высокопродуктивные, M±m (n=7)	среднепродуктивные, M±m (n=7)
СПП, %	30±5,4	32,7±5,2
СПЖ, %	37±1,3	46±0,9
ДСК, %	0,41±0,14	0,33±0,09

Понижение показателей СПП и СПЖ у более высокопродуктивных животных указывает на более высокую скорость проведе-

ния электрических импульсов по миокарду предсердий и желудочков. При распространении импульса возбуждения по предсердиям они синхронно сокращаются, а возбуждение концентрируется в атриовентрикулярном узле и не идет дальше до тех пор, пока систола не прекратится [4, 6, 7]. На ЭКГ это сокращение регистрируется в виде отрезка от изоэлектрической линии от окончания зубца Р до начала зубца Q. Следовательно, при хорошей тренированности сердца систола предсердий занимает меньший промежуток времени, что приводит к меньшей задержке потенциала действия в атриовентрикулярном узле и уменьшению длительности интервала Р-Q, что так же снижает показатель СПП.

Интервал Q-T, находящийся в прямой зависимости от систолического показателя желудочков, отражает скорость распространения возбуждения по пучкам Гиса, волокнам Пуркинье и рабочим кардиомиоцитам желудочков. Поэтому уменьшение этого интервала свидетельствует о более быстром проведении возбуждения по данным структурам и ответном сокращении желудочков, что дает в свою очередь возможность для более частой генерации потенциалов действия, увеличения частоты сердечных сокращений и повышения минутного объема крови. Эти вышеперечисленные факторы позволяют предполагать увеличенные функциональные резервы сердца у высокопродуктивных животных по сравнению с коровами с более низкими показателями лактации.

Выводы:

1) при оценке показателей молочных коров установлено снижение длительности систолических и увеличение диастолических интервалов, а также повышение амплитуд зубцов R и S у групп с более высокой молочной продуктивностью;

2) СПП у высокопродуктивных коров снизился на 2,7 %, СПЖ – на 9,0 %, при этом на 0,08 % повысился ДСК по сравнению с коровами средней продуктивности.

Список литературы

1. Емельянова, А. С. Связь функционального состояния сердечно-сосудистой системы и молочной продуктивности коров по электрокардиографическому обследованию: монография / А. С. Емельянова. – Рязань: ФГОУ ВПО РГА-ТУ, 2010. – 139 с.

2. Ипполитова, Т. В. Адаптационные реакции коров в связи с функциональным состоянием, физиологическими и технологическими нагрузками /. Т. В. Ипполитова, А. А. Олешкевич, В. Н. Шевкопляс // Ученые записки Казанской госу-

дарственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2019. – № 2. – С. 86–90.

3. Кулакова, Л. С. Определение варианта нормы показателей ЭКГ крупного рогатого скота голштинской породы в возрастном аспекте / Л. С. Кулакова, Л. Г. Шиховцева // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки. – 2016. – № 1. – С. 111–115.

4. Муничева, М. Н. Показатели электрокардиографического исследования высокопродуктивных коров костромской породы в сухостойном периоде / М. Н. Муничева, Н. А. Кочуева // Труды Костромской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 1. – С. 52–55.

5. Рощевский, М. П. Электрокардиология копытных животных / М. П. Рощевский. – Л., 1978. – 168 с.

6. Сабетова, К. Д. Влияние витаминно-минеральных препаратов на показатели электрокардиограммы коров / К. Д. Сабетова, Н. А. Кочуева // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2019. – № 2. – С. 67–69.

7. Сабетова, К. Д. Особенности электрофизиологических свойств миокарда коров на поздних сроках гестации / К. Д. Сабетова, Н. А. Кочуева // Труды Костромской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 1. – С. 62–67.

8. Шумилин, Ю. А. Особенности методики регистрации электрокардиограммы у крупного рогатого скота / Ю. А. Шумилин // Ветеринарно-санитарные аспекты качества и безопасности сельскохозяйственной продукции. – 2020. – № 1. – С. 238–240.

9. Chalmeh, Aliasghar. Evaluating heart electrical activities and cardiac arrhythmias of Holstein cows during ageing by short-term electrocardiography in comparison with 24-hour holter – monitoring / Aliasghar Chalmeh, Sanaz Karamifar // Veterinary Medicine and Science. – 2021. – № 7. – P. 843–850.

10. Dehkordi, Afshin Jafari. Frequency of cardiac arrhythmias in high – and low – yielding dairy cows / Afshin Jafari Dehkordi, Abdonnaser Nasser Mohebi, Masoumeh Heidari Soreshjani // Veterinary Research Forum. – 2014. – № 5. – P. 1–5.

Е. С. Климова, Т. В. Бабинцева

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ КРИПТОСПОРИДИОЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

По результатам проведенных исследований установили, что при проведении методов гелиминтоовоскопии обнаружили минимальное количество ооцист криптоспоридий. Эффективнее использовать метод окрашивания нативных мазков. Они дают более качественный результат, но метод Романовского-Гимзе менее эффективен в отличие от окраски по Циля-Нильсена, так как в первом случае окрашивание происходит одним красителем и трудно идентифицировать ооцисты, а при втором, благодаря нескольким красящим веществам, ооцисты окрашиваются в красный цвет, а окружающая их среда – в сине-зеленый.

Актуальность. Заблаговременные комплексные ветеринарные мероприятия позволяют предупредить паразитарные заболевания телят-молочников и взрослого поголовья жвачных животных, что соответственно приведет к повышению продуктивности [3, 6, 7, 10].

Острые кишечные заболевания телят-молочников остаются одной из самых актуальных проблем ветеринарных специалистов России. Высокий процент распространенности желудочно-кишечных заболеваний телят в ранний постнатальный период обусловлен разными этиологическими факторами [1, 4, 8].

Исследования последних лет показали важную роль патогенных видов криптоспоридий в развитии заболеваний желудочно-кишечного тракта телят. Криптоспоридиозная инвазия широко распространена во всем мире, включая все регионы нашей страны, в хозяйствах с различными технологиями производства, и наносит значительный ущерб животноводству. Экономические потери складываются из недополучения прироста, повышенной смертности среди больных животных и высоких затрат на проведение лечебных мероприятий [1, 3, 4, 6–8, 10].

Возбудителя *Cryptosporidium* жвачных животных сложно обнаружить при лабораторных исследованиях, так как требуются специальные методы окрашивания нативных мазков, что затрудняет диагностику [3].

Диагноз на криптоспоридиоз у телят-молочников устанавливают на основании анализа эпизоотологических данных, клинических признаков заболевания и результатов лабораторных исследований. Окончательный диагноз ставят на основании гельминтоовоскопии в сочетании с окрашиванием нативных мазков. В то же время диагностика криптоспоридиоза считается сложной и трудной задачей, что связано с несовершенством методов концентрирования ооцист, а также способов окрашивания мазков фекалий.

Имеется много литературных данных по лабораторным методам диагностики криптоспоридий, вместе с тем многие из них посвящены диагностике инвазии методом флотации ооцист кокцидий, однако при использовании насыщенных растворов ооцисты могут разрушаться [2, 5, 8, 9].

Таким образом, актуальным остается сравнительный анализ методов диагностики на наличие возбудителя криптоспоридиоза жвачных животных.

Материалы и методика. Работа выполнялась в период с 2016 по 2021 г. на кафедре инфекционных болезней и патологической анатомии ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. Производственные исследования проводили в хозяйства Завьяловского, Увинского, Можгинского, Игринского районов Удмуртской Республики.

Для диагностики криптоспоридиоза в хозяйствах нами было обследовано 260 проб от различных возрастных групп: 1) новорожденные телята до 10 суток, 2) телята от 11 суток до 3 месяцев, 3) молодняк от 3 до 6 месяцев, 4) молодняк от 6 месяцев до 1 года, 5) взрослые животные старше 1 года.

Отбор материала проводили ректально, свежие пробы фекалий нумеровали и помещали в полиэтиленовые пакеты. В целях консервирования проб фекалий использовали 2,5 % бихромат калия и 10 % нейтральный формалин. Из полученного материала на месте проводили гельминтоовоскопические (Щербовича, Фюллеборна) методы диагностики и готовили нативные мазки, которые окрашивали по Цилю – Нильсену, Романовскому – Гимзе.

Результаты исследований. Для выявления ооцист возбудителя криптоспоридиоза применяют метод нативного мазка, а также различные способы концентрации ооцист в пробах фекалий [4, 5, 12].

Одна из методик исследований фекалий – это седиментация, основанная на принципе осаждения ооцист кокцидий, которое происходит в процессе обработки проб водой или другими жидкостями, и исследования полученного осадка.

Также актуальной методикой является флотация, основанная на всплытии ооцист кокцидий, в результате чего они концентрируются в поверхностной пленке. Для постановки данной методики используют насыщенные растворы различных солей, удельная плотность которых выше, чем у ооцист.

Из осадка фекалий (седиментационные методы) или из поверхностной пленки после флотации готовят мазки, которые окрашиваются по Романовскому – Гимзе и Цилю – Нильсену.

В мазках, окрашенных по Цилю – Нильсену, можно визуализировать ооцисты криптоспоридий, которые окрашены от красного до вишневого цвета, при этом могут встречаться неправильно окрашенные или частично окрашенные ооцисты (рис. 1).

В мазках, окрашенных методом Романовского – Гимзе, ооцисты окрашены в фиолетовый цвет, что усложняет диагностику и не позволяет дифференцировать криптоспоридий от ооцист других кокцидиозов (рис. 2).

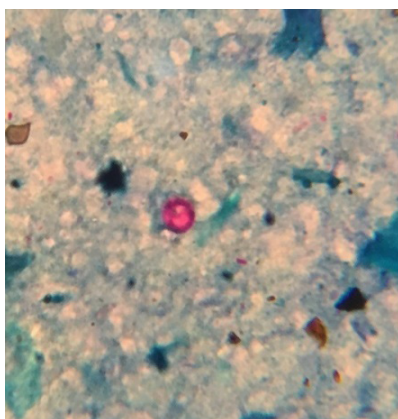


Рисунок 1 – Окрашивание нативного мазка по методу Циля – Нильсена (ув. × 800)

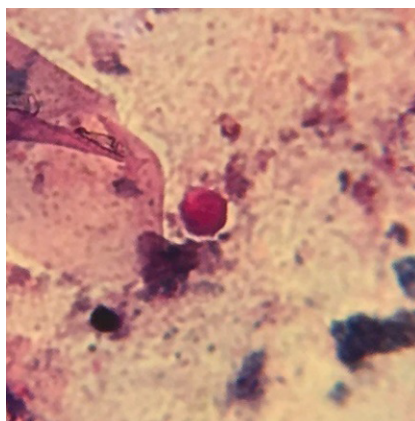


Рисунок 2 – Окрашивание нативного мазка по методу Романовского – Гимзе (ув. × 800)

При микроскопировании нативных мазков ооцисты криптоспоридий выглядят бесцветными, шаровидной или слегка яйцевидной формы, с гладкой толстостенной оболочкой.

Сравнивая методы диагностики ооцист эймерий, определили, что наиболее эффективной методикой является окрашивание нативных мазков по Цилю – Нильсену – 90,77 %. Вследствие затрудненной микроскопии мазков, окрашенных по методу Романовского – Гимзе, выявляемость ооцист криптоспоридий ниже в 1,4 раза. Из седиментационных методов эффективность выше на 40 % у метода Фюллеборна, что может являться доказательством быстрого разрушения ооцист криптоспоридий в растворах высокой плотности.

Таблица 1 – Сравнительный анализ лабораторных исследований при диагностике криптоспориоза крупного рогатого скота

№ п/п	Методы лабораторных исследований	Всего	+ проб	Эффективность, %
1	Метод Щербовича	65	16	24,61
2	Метод Фюллеборна	65	42	64,62
3	Окрашивание по методу Циля – Нильсена	65	59	90,77
4	Окрашивание по методу Романовского – Гимзе	65	44	67,69

Выводы и предложения. Таким образом, по результатам проведенных исследований установили, что при гельминтоооскопии обнаружили минимальное количество ооцист криптоспоридий. Эффективнее использование методов окрашивания нативных мазков. Они дают более качественный результат, но метод Романовского – Гимзе менее эффективен в отличие от окраски по Цилю – Нильсену, так как в первом случае окрашивание происходит одним красителем и трудно идентифицировать ооцисты, а при втором, благодаря нескольким красящим веществам, ооцисты окрашиваются в красный цвет, а окружающая их среда в сине-зеленый.

Список литературы

1. Абдулмагомедов, С. Ш. Распространение криптоспориоза крупного рогатого скота в хозяйствах горной зоны Дагестана / С. Ш. Абдулмагомедов, В. Ф. Никитин // Российский паразитологический журнал. – 2014. – № 2. – С. 22–23.
2. Диагностика криптоспориоза телят: методические рекомендации. / М. Ш. Акбаев, Н. В. Есаулова, О. Е. Давыдова [и др.]. – М.: ФГОУ ВПО МГАВМиБ им. К. И. Скрябина, 2004. – 14 с.

3. Васильева, В. А. Влияние *C. parvum* на интрамуральную нервную систему кишечника телят / В. А. Васильева, П. А. Кулясов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2013. – Т. 213. – С. 55–58.
4. Дмитриева, Е. Л. Распространение возбудителя криптоспориоза в природных и синантропных биоценозах Центрально-Черноземной зоны: на примере Курской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.19. / Дмитриева Екатерина Леонидовна. – Курск, 2008. – 22 с.
5. Касаткина, Н. М. Анализ эффективности известных методов диагностики по критерию выявления кишечных паразитов / Н. М. Касаткина, Н. А. Ильина // Успехи современного естествознания. – 2007. – № 12. – С. 145–147.
6. Сезонно-возрастная динамика эймериоза и криптоспориоза крупного рогатого скота / Е. С. Климова, М. Э. Мкртчян, Е. В. Максимова [и др.] // Международный вестник ветеринарии. – 2020. – № 3. – С. 24–29.
7. Климова, Е. С. Эймериоз и криптоспориоз крупного рогатого скота / Е. С. Климова, М. Э. Мкртчян // Современные проблемы общей и частной паразитологии: материалы III Международного паразитологического симпозиума, Санкт-Петербург, 18–20 декабря 2019 г. – СПб.: Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины, 2019. – С. 136–139.
8. Краснова, О. П. Особенности эпизоотологии, лабораторной диагностики, патогенеза и лечения криптоспориоза телят / О. П. Краснова, С. В. Ларионов // Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье. – 2001. – № 1. – С. 98–104.
9. Мкртчян, М. Э. Диагностика криптоспориоза крупного рогатого скота / М. Э. Мкртчян, Е. С. Климова // Современные проблемы общей и частной паразитологии: материалы II Международного паразитологического форума, Санкт-Петербург, 06–08 декабря 2017 г. Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины; Зоологический институт РАН. – СПб.: Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины, 2017. – С. 198–201.
10. Klimova, E. S. Distribution of Eimeria Species and Their Associations in the Farms of the Udmurt Republic / E. S. Klimova, M. E. Mkrтчyan, T. V. Babintseva // International Scientific and Practical Conference "AgroSMART – Smart Solutions for Agriculture", Tyumen, 16–19 июля 2019 г. – Tyumen: Knowledge E., 2019. – P. 433–439.

Е. С. Климова

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ЭПИЗОТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПАРАЗИТОЗОВ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Наиболее многообразный паразитоценоз крупного рогатого скота выявили в южной зоне республики на территории Каракулинского района, минимальное количество паразитов – в Юкаменском районе. Во всех климато-географических зонах обнаружены кокцидиозы жвачных животных. Изучая распространенность эндопаразитозов жвачных в хозяйствах Удмуртской Республики, определили, что на территории всех зон встречаются многочленные паразитоценозы с преобладанием миксинвазий.

Актуальность. Сельское хозяйство является одним из важнейших секторов экономики Удмуртской Республики, обуславливающей продовольственную, экономическую, экологическую и социальную безопасность региона [15]. В Удмуртии на начало 2019 г. действовало 315 крупных, средних и малых сельскохозяйственных организаций. На начало 2020 г. в республике зарегистрировано 1065 крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей. В 2021 г. открылось 33 новых фермерских хозяйства.

В настоящее время скотоводство в Удмуртской Республике является ведущим среди сельскохозяйственного производства. Вместе с тем стоит сказать, что в республике приоритетной является отрасль животноводства. На долю животноводства в 2018 г. приходилось две трети (65 %) общего объема продукции сельского хозяйства республики. На конец августа 2019 г. поголовье крупного рогатого скота в крупных, средних и малых сельхозорганизациях составило 274,8 тыс. голов (из них коров – 107,6 тыс. голов, свиней – 237,4 тыс. голов, овец и коз – 2,6 тыс. голов). В структуре поголовья скота на конец июня 2019 г. на хозяйства населения и фермеров приходилось 21,4 % поголовья крупного рогатого скота и 95,8 % овец и коз. Анализируя динамику структуры поголовья жвачных животных, выявили увеличение их количества

(от 0,2 до 0,9 %) в муниципальных районах республики. По результатам сводных данных по хозяйствам всех категорий Удмуртской Республики, поголовье крупного рогатого скота в 2021 г. составило 133 551,0 [25].

Развитию животноводства на территории Удмуртской Республики значительно препятствуют инвазионные заболевания [4–6, 8, 12, 18–21, 24]. Знание особенностей цикла развития и распространения возбудителей паразитарных заболеваний в зависимости от климатической зоны позволяет ветеринарным специалистам всех служб правильно определить источник возбудителя заболевания, механизм передачи, факторы, способствующие распространению инвазионного начала, и составить комплекс ветеринарных мероприятий для профилактики, либо ликвидации болезни [2–3, 7, 11]. В настоящий момент достаточно проблематично спрогнозировать возникновение той или иной паразитарной болезни среди сельскохозяйственных животных, в частности среди жвачных животных. Это связано с наличием огромного количества видов паразитов и их взаимосвязью с макрохозяевами, что обуславливается различными условиями обитания и содержания, а также некорректным выбором антигельминтных средств [13, 16–17, 22].

Учитывая все вышесказанное, необходимо оценивать не только особенности эпизоотического процесса какого-либо инвазионного заболевания, но и определять зависимость степени зараженности в конкретных природно-климатических условиях для достижения успеха девакации.

Таким образом, считаем проведение исследований в данном направлении актуальным и значимым для развития скотоводства Удмуртской Республики.

Целью исследования является изучение эпизоотических особенностей гельминто-протозоозов жвачных животных различных климато-географических зон на территории Удмуртской Республики.

В связи с особенностями климатических условий, в том числе с предельными значениями колебаний температур, продолжительностью зимнего периода, наличием устойчивого снежного покрова и средним количеством осадков, степень распространения паразитов в южной, центральной и северной зонах Удмуртской Республики значительно варьирует.

Материалы и методика. Объектом для исследования служили спонтанно зараженные жвачные животные из хозяйств

Юкаменского, Завьяловского, Каракулинского и Сарапульского районов Удмуртской Республики. Инвазированность животных определяли гельминтоларвоскопическими методами. Для этого брали пробы фекалий и методами последовательных промываний Фюллеборна, Бермана – Орлова выделяли яйца (ооцисты) и личинки паразитов, дополнительно проводили окрашивание нативных мазков методом Циля – Нильсона на выявление ооцист криптоспоридий.

Результаты исследований. Динамика распространения различных паразитозов в некоторых районах Удмуртии по результатам копрологических исследований представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Распространенность паразитозов жвачных животных в хозяйствах УР

Климато-географические зоны	Административные районы	Экстенсивность инвазии, %						
		фасциалез	дикроцелиоз	стрионгилятоз ЖКТ	стрионгилоидоз	трихоцефалез	криптоспоридиоз	эймериоз
Северная (преобладание лесостепей)	Юкаменский	–	4,4	8,8	–	–	26,0	26,0
Центральная (преобладание равнин)	Завьяловский	7,3	8,7	84,0	–	4,4	39,0	48,0
Южная (преобладание пойменных лугов)	Каракулинский	48,0	26,0	7,3	8,7	5,0	48,0	59,4
	Сарапульский	51,1	39,0	26,0	–	–	82,6	39,0
Средняя ЭИ,% по УР		35,5	19,5	31,5	8,7	4,7	48,9	43,1

Данные таблицы 1 свидетельствуют, что на территории УР распространены паразиты различных классов.

Наибольшее разнообразие паразитозов отмечено в южной зоне республики, на территории Каракулинского района. Минимальное количество паразитов отмечается на территории северной зоны, представленной Юкаменским районом.

Процент экстенсивности инвазии по трематодозным и протозоозным инвазиям резко возрастает в южной зоне (Каракулинский и Сарапульский районы). Экстенсивность по фасциолезу составила 48,0 %, дикроцелиозу – 26,0 %, из группы простейших криптоспоридиоз выявляли чаще – 48,0–82,6 %, чем эймериоз – от 39,0 % до 59,4 %. Возможно, это связано с благоприятными агроклиматическими условиями, в которых развитие промежуточных хозя-

ев возбудителя, а также споруляция ооцист простейших происходит продуктивнее.

Стронгилятозы ЖКТ жвачных животных распространены во всех зонах республики. Такая высокая распространенность может быть связана как с наличием благоприятных условий, так и с возможностью заражения не только алиментарно, но и перкутанно, а некоторые виды способны сохраняться в подслизистом слое кишечника до 1,5 лет, дожидаясь наступления благоприятных условий. Наивысшая степень инвазии отмечается в центральной зоне на территории Завьяловского района – 84,0 %. Данный район на протяжении нескольких лет является стационарно неблагоприятным по стронгилятозам ЖКТ, как и Юкаменский район, где степень зараженности по стронгилятозу ЖКТ составила 8,8 %.

Стронгилоидоз выявили только в южной зоне, на территории Каракулинского района, и процент зараженности составил 8,7 %.

Также из нематод на территории республики (в Завьяловском и Каракулинском районах) встречается трихоцефалез.

Во всех климато-географических зонах обнаружены с наиболее высокой степенью зараженности кокцидиозы жвачных животных. Такая высокая распространенность может быть связана с тем, что ооцисты эймерий очень устойчивы во внешней среде и отсутствие регулярной дезинвазии приводит к контаминации внешней среды. Неудовлетворительные санитарно-гигиенические условия способствуют длительному паразитоносительству и регулярной реинвазии животных [1, 9–10, 14, 23].

Выводы и предложения. Таким образом, изучение распространенности паразитозов в Удмуртской Республике показало, что на территории всех ее зон встречаются многочленные паразитоценозы жвачных животных с преобладанием микстинвазий, но наиболее разнообразная структура паразитов отмечается в южной зоне, на территории которой преобладают пойменные луга. Это должно быть учтено при выборе противопаразитарных препаратов и составлении комплексных планов борьбы с инвазионными болезнями.

Список литературы

1. Васильева, И. Л. Анализ эффективности дезинфицирующих средств / И. Л. Васильева // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России, Ижевск, 24–26 февраля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 99–101.

2. Калинина, Е. С. Сезонная динамика гельминто-протозоозов различных возрастных групп крупного рогатого скота / Е. С. Калинина, М. Э. Мкртчян, А. С. Вострухина // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2012. – № 4–1. – С. 23–25.

3. Калинина, Е. С. Анализ паразитарной ситуации в хозяйствах Малопургинского района / Е. С. Калинина, М. Э. Мкртчян // Научное обеспечение развития АПК в современных условиях: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2011. – С. 47–50.

4. Калинина, Е. С. Гельминто-протозоозные инвазии крупного рогатого скота в хозяйствах Удмуртской Республики / Е. С. Калинина, М. Э. Мкртчян, М. Б. Шарафисламова // Вестник Ижевской ГСХА. – 2011. – № 3 (28). – С. 30–32.

5. Климова, Е. С. Эймериоз и криптоспориديоз крупного рогатого скота / Е. С. Климова, М. Э. Мкртчян // Современные проблемы общей и частной паразитологии: материалы III Международного паразитологического симпозиума. – 2019. – С. 136–139.

6. Distribution of eimeria species and their associations in the farms of the udmurt republic / Е. С. Климова, М. Э. Мкртчян, Т. В. Бабинцева [и др.] // International Scientific and Practical Conference «AgroSMART – Smart Solutions for Agriculture» Ser. «КнЕ Life Sciences». – 2019. – С. 433–439.

7. Климова, Е. С. Гельминтофауна крупного рогатого скота в СПК «Свобода» Кезского района Удмуртской Республики / Е. С. Климова // Научно обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 24–26.

8. Климова, Е. С. Смешанные инвазии крупного рогатого скота в УР и меры борьбы с ними: спец. 03.02.11 «Паразитология»: дис. ... канд. вет. наук / Климова Екатерина Сергеевна. – СПб., 2015. – 199 с.

9. Климова, Е. С. Контаминация предметов окружающей среды ооцистами эймерий / Е. С. Климова, А. Д. Решетникова // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых. В 3 томах, Ижевск, 04–05 декабря 2019 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 401–403.

10. Контаминация предметов окружающей среды ооцистами эймерий / Е. С. Климова, М. Р. Кудрин, Е. В. Максимова [и др.] // Вестник Ижевской ГСХА. – 2020. – № 1(61). – С. 36–41.

11. Климова, Е. С. Зараженность эймериозом в северных районах Удмуртской Республики / Е. С. Климова, Т. В. Бабинцева, Ю. Г. Крысенко // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного работника сельского хозяйства РФ, почетного работника ВПО РФ, лауреата Государственной премии УР, ректора ФГБОУ

ВО Ижевская ГСХА, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Любимова Александра Ивановича. В 2-х томах. Ижевск, 20 июля 2020 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 288–290.

12. Сезонно-возрастная динамика эймериоза и криптоспоридиоза крупного рогатого скота / Е. С. Климова, М. Э. Мкртчян, Е. В. Максимова [и др.] // Международный вестник ветеринарии. – 2020. – № 3. – С. 24–29.

13. Кряжев, А. Л. Инвазированность гельминтами крупного рогатого скота различных пород / А. Л. Кряжев // Теория и практика паразитарных болезней животных. – 2012. – № 13. – С. 210–213.

14. Анализ микроклимата в помещении для ремонтных телок / М. Р. Кудрин, Л. А. Шувалова, А. В. Костин [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 11 (181). – С. 104–111.

15. Кудрин, М. Р. Мясное скотоводство в Удмуртской Республике / М. Р. Кудрин, В. А. Николаев // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 80-летию со дня рождения и 55-летию трудовой деятельности заслуженного деятеля науки РФ, заслуженного учёного Брянской области, почётного профессора Брянского ГАУ, доктора сельскохозяйственных наук Гамко Леонида Никифоровича. Брянск, 15–16 апреля 2021 г. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2021. – С. 90–97.

16. Мальцев, К. П. Эпизоотология фасциолезной инвазии крупного рогатого скота в Центральной Нечерноземной зоне России / К. П. Мальцев, А. Н. Аксенов, И. Д. Шелякин // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. – 2001. – С. 151–153.

17. Гельминтология / М. Э. Мкртчян, А. С. Вострухина, Е. С. Климова [и др.]. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2013. – 64 с.

18. Мкртчян, М. Э. Возрастная динамика моно- и смешанных инвазий крупного рогатого скота // М. Э. Мкртчян, Е. С. Климова // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2015. – № 4. – С. 77–80.

19. Мкртчян, М. Э. Современное состояние проблемы распространения эймериозов среди сельскохозяйственных животных в Удмуртской Республике / М. Э. Мкртчян, А. С. Вострухина, Е. С. Калинина // Вестник Ижевской ГСХА. – 2012. – № 2. – С. 49–51.

20. Решетникова, А. Д. Анализ паразитарной ситуации по эймериозу крупного рогатого скота в Удмуртской Республике / А. Д. Решетникова, Е. С. Климова // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых. В 3 томах, Ижевск, 04–05 декабря 2019 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 426–429.

21. Решетникова, А. Д. Эпизоотический мониторинг эймериоза молодняка крупного рогатого скота / А. Д. Решетникова, Е. С. Климова, Ю. Г. Крысенко // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материа-

лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России, Ижевск, 24–26 февраля 2021 г. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. – С. 142–146.

22. Особенности эпизоотологии гельминтозов крупного рогатого скота в хозяйствах Среднего Поволжья / К. М. Садов, Н. Н. Багманова, Н. И. Косяев [и др.] // Ветеринарный врач. – 2003. – № 3. – С. 60–63.

23. Сафиуллин, Р. Т. Паразитарные болезни их распространение и экономический ущерб / Р. Т. Сафиуллин // Ветеринарный врач. – 2004. – № 2. – С. 69–70.

24. Measures against cattle's mono-and mixtinvasions with fasciolosis and strongylatoses of the gastrointestinal tract / E. S. Klimova, M. Mkrtchyan, T. V. Babintseva [et al.] // BIO Web of Conferences: International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources» (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 г. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00198.

25. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Удмуртской Республике [Электронный ресурс]: сайт. – URL: <https://udmstat.gks.ru/>.

УДК 619:616.995.1-085.28:636.2

**Е. С. Климова, А. Д. Решетникова,
М. Р. Кудрин, Ю. Г. Крысенко**
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОТИВОПАРАЗИТАРНОЙ ОБРАБОТКИ ПРИ ФАСЦИОЛЕЗЕ И СТРОНГИЛЯТОЗАХ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Выявлена высокая степень зараженности крупного рогатого скота фасциолезом и стронгилятозами ЖКТ в различных районах Удмуртской Республики, что обусловлено оптимальными климатическими условиями для передачи возбудителя животным. Для оздоровления хозяйства от фасциолеза достаточно прервать звено биологического цикла развития возбудителя: заболевшее животное – моллюск. При этом необходимо своевременно выявлять больных животных и проводить мероприятия по борьбе с промежуточным хозяином.

Введение. В целях реализации Федерального закона «О развитии сельского хозяйства» Правительством Российской Федерации поставлена задача увеличения продуктивности животноводства с одновременным получением качественной продукции. Рен-

табельность животноводства напрямую зависит от благополучия по паразитарным болезням, так как они наносят значительный экономический ущерб скотоводству за счет снижения продуктивности и качества получаемой продукции, а также снижения племенной ценности и увеличения затрат на кормление и проведение комплексных мер борьбы с паразитами [3, 5, 7–8, 12, 19].

На территории Российской Федерации паразитарные болезни животных продолжают оказывать влияние на экономику животноводства. Наиболее широко в стране в целом и в хозяйствах Удмуртской Республики в частности распространены паразитозы крупного рогатого скота – фасциолез (*Fasciola hepatica*) и стронгилятозы пищеварительного тракта (*Chabertia ovina*, *Haemonchus contortus*, *Bunostomum trigonocephalum*), которые приводят к значительным экономическим потерям [2–3, 5, 7–8, 10, 12, 17, 19–20].

В хозяйствах Удмуртской Республики широко распространены паразиты крупного рогатого скота, в преобладающем большинстве протозоозы, но в связи с климатогеографическими особенностями региона борьба с трематодозно-нематодозными инвазии остается актуальной задачей [1–3, 5–6, 12].

Анализ эпизоотической ситуации с 2009 г. показал, что во всех районах регистрируются моноинвазии фасциолеза и стронгилятозов желудочно-кишечного тракта, а также их ассоциации.

При планировании дегельминтизации животных необходимо учитывать, что в результате проведения комплексных мер борьбы с паразитами крупного рогатого скота нужно достичь полного освобождения организма хозяина не только от гельминтов, но и продуктов их жизнедеятельности.

Успех борьбы с гельминтозами зависит от наличия высокоэффективных, малотоксичных, экономически доступных препаратов. Выбор при этом должен базироваться не только на высокой экстенсивности, но и безопасности препаратов, которые в большинстве случаев сами являются достаточно токсичными. В настоящее время в мировой ветеринарной практике используется свыше 2000 антигельминтных препаратов в разных лекарственных формах [4, 9, 11, 13–16, 18, 21–22].

Исходя из вышеизложенного, **целью наших исследований** явилось изучение эпизоотической ситуации по паразитозам в хозяйствах Удмуртской Республики, проведение оценки терапевтической эффективности антигельминтных препаратов против моно- и смешанных инвазии фасциолеза, стронгилятозов ЖКТ крупного рогатого скота.

Материалы и методика. Материалом для исследования служили пробы фекалий от спонтанно зараженных животных. Всего исследовали 780 голов крупного рогатого скота. Степень зараженности животных определяли общепринятыми копроовоскопическими методами и неполным гельминтологическим вскрытием печени и кишечника животных на убойных пунктах. Пробы фекалий отбирали индивидуально и исследовали методом флотации и методом последовательных смывов.

Терапевтическую эффективность антигельминтных препаратов изучали на 675 головах крупного рогатого скота, животных разделили на группы по принципу аналогов, по 45 голов в каждой. Антигельминтную эффективность препаратов выявляли в производственных условиях согласно «Руководству Всемирной ассоциации за прогресс ветеринарной паразитологии» (1995), на основании копроовоскопических исследований животных. Перед массовой дегельминтизацией каждый препарат предварительно испытывали на небольшой группе животных (5–10 голов). При отсутствии осложнений в течение 3 суток приступали к обработке всей группы.

Первую серию опыта проводили на спонтанно зараженных фасциолами животных. Для этого сформировали 3 группы: первую группу дегельминтизировали препаратом «Сантомектин» в дозе 1 мл на 50 кг живой массы; для обработки коров второй группы использовали альбендазол в дозе 15 мл на 50 кг массы тела. Животные третьей группы были заражены, но не подвергались дегельминтизации, так как служили контролем.

Вторую серию опыта проводили на животных, спонтанно зараженных стронгилятами ЖКТ. Животным первой группы вводили инъекционные препараты: «Новомек» по 1 мл/50 кг и альбендазол по 15 мл/50 кг. Животные третьей группы противопаразитарных препаратов не получали – контроль.

В третьей серии опыта участвовали животные, зараженные ассоциацией паразитов: фасциолами и стронгилятами ЖКТ. В целях дегельминтизации использовали согласно инструкции два препарата широкого спектра действия, обладающих трематоцидным и нематоцидным эффектом: «Клозантин 20 %» и альбендазол.

Зараженность животных определяли методом трехкратных гельминтокопроскопических исследований проб фекалий методами флотации и последовательных промываний до и после противопаразитарных обработок (на 15, 30-е и 90-е сутки после дегельминтизации).

После противопаразитарных обработок животных проводился комплекс мер по дезинвазии объектов внешней среды.

Результаты исследований. В Удмуртской Республике имеются оптимальные природно-климатические условия для завершения биологического цикла гельминтов крупного рогатого скота.

Анализируя результаты исследований, мы обнаружили, что в исследуемых районах регистрируются как моноинвазии фасциолеза, стронгилятозов ЖКТ, так и их ассоциации.

При изучении экстенсивности инвазии выявили, что стронгилятозы ЖКТ доминируют относительно фасциолеза. Степень зараженности их варьирует от 33,07 до 59,59 %, высокая экстенсивность инвазии объясняется многими факторами. Во-первых, популяция взрослых животных (коров, нетелей) в эпизоотическом процессе стронгилят желудочно-кишечного тракта имеет значение как первичный источник возбудителя инвазии; во-вторых, биологический цикл возбудителя напрямую зависит от условий внешней среды: это положительные температуры, влажность воздуха, кислород, поэтому условия для развития геогельминтов благоприятные.

Зараженность фасциолами крупного рогатого скота на территории обследованных районов обусловлена постоянно действующей закономерной передачей возбудителя в популяции данного вида животных. Значительное количество переувлажненных пастбищ, заливных лугов, продолжительные положительные температуры окружающей среды способствуют развитию и распространению промежуточного хозяина – малого прудовика. Максимально благоприятные условия для развития *F. hepatica* отмечаются в центре региона, Увинском районе, где экстенсивность инвазии достигает 49,22 %. Наименьший процент заражения взрослого поголовья (16,77 %) регистрируется на севере республики, в Кезском районе. Это доказывает, что даже незначительное снижение температуры окружающей среды неблагоприятно влияет на развитие фасциол.

Несколько иную картину отмечали при ассоциации фасциол и стронгилят ЖКТ: минимальный процент заражения отмечается в Кезском районе и составляет 5,59 %, а наибольшее количество зараженных животных (почти 22,0 %) – на юге республики, в Малопургинском районе.

Изучив терапевтическую эффективность антигельминтных препаратов против фасциолеза крупного рогатого скота, выбрали «Сантомектин» и альбендазол. Основное требование для антигельминтных препаратов в условиях сельскохозяйственных предприя-

тий, помимо эффективности, это доступная цена. В таблице 1 приведены препараты и их стоимость, что позволяет выбрать оптимальное по цене средство.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика антигельминтных препаратов, рекомендуемых при фасциолезе крупного рогатого скота

Название препарат	Стоимость	Стоимость 1 дозы
«Сантомектин»	50 мл – 296 руб.	53 руб.
Альбендазол	1 л – 625 руб.	84 руб.

Для оценки антигельминтной эффективности в 5 опытных группах проведены обработки животных вышеперечисленными препаратами.

Изучая экстенсивность инвазии фасциолеза КРС после дегельминтизации, выявили, что у животных во всех обработанных группах уже на 15-й день степень инвазированности значительно снизилась. Максимально – в 3-й и 4-й группах, где экстенсивность препаратов составила более 93 и 95 % соответственно. При этом уже через 3 месяца после дегельминтизации яйца фасциол не обнаружены у животных первой, третьей и четвертой групп.

Хозяйства Удмуртской Республики являются стационарно неблагополучными по стронгилятозам желудочно-кишечного тракта крупного рогатого скота. Поэтому одной из первостепенных задач является выбор доступных и эффективных средств (табл. 2).

Таблица 2 – Сравнительная характеристика антигельминтных препаратов против стронгилятозов ЖКТ крупного рогатого скота

Название препарат	Стоимость	Стоимость 1 дозы
«Новомек»	100 мл – 420 руб.	38 руб.
Альбендазол	1 л – 625 руб.	84 руб.

По результатам проведенных исследований наиболее эффективным противопаразитарным препаратом от моноинвазии нематод является «Новомек» (стоимость дегельминтизации одного животного не превышает 40 руб.). Низкую эффективность (75,5 %) получили при проведении дегельминтизации альбендазолом. Связано это, возможно, с лекарственной формой и с тем, что ранее средство уже использовалось в исследуемых хозяйствах на протяжении нескольких лет.

При ассоциативном течении фасциолеза и стронгилятозов ЖКТ крупного рогатого скота использовали два препарата широкого действия: альбендазол и «Клозантин 20 %».

Определение терапевтической эффективности противопаразитарных средств для животных, инвазированных ассоциациями гельминтов, показало, что экстенсивность препарата «Клозантин 20 %» составила 93,3 %, но проявилась она только к 90-му дню после дегельминтизации.

Выбор противопаразитарных препаратов для каждого хозяйства индивидуален, при этом необходимо не только ориентироваться на стоимость, но и уделить внимание срокам выведения препарата с молоком и ограничения на мясную продукцию. Это позволит использовать антигельминтные средства для обработки всего поголовья одномоментно, и они будут эффективны против ассоциативных инвазий.

Выводы и предложения. По результатам проведенных исследований выявили высокую степень зараженности крупного рогатого скота фасциолезом (49,22 %) и стронгилятозами ЖКТ (59,59 %) в различных районах Удмуртской Республики. Это обусловлено оптимальными климатическими условиями для закономерной передачи возбудителя восприимчивым животным.

Для оздоровления хозяйства от фасциолеза достаточно прервать одно звено биологического цикла развития возбудителя: заболевшее животное – моллюск. При этом необходимо своевременно выявлять больных животных и проводить мероприятия по борьбе с промежуточным хозяином.

Стронгилятозы ЖКТ крупного рогатого скота – геогельминтозы, и эту особенность возбудителей необходимо учитывать в борьбе с ними. Только лишь уничтожение инвазионного начала у зараженных животных не приведет к положительному результату. Необходимо обязательно проводить дезинвазию пастбищ и выгульных площадок с целью обеззараживания их от яиц нематод, из которых во внешней среде выделяются личинки.

Список литературы

1. Гельминтология / М. Э. Мкртчян, А. С. Вострухина, Е. С. Климова [и др.]. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2013. – 64 с.
2. Калинина, Е. С. Гельминто-протозоозные инвазии крупного рогатого скота в хозяйствах Удмуртской Республики / Е. С. Калинина, М. Э. Мкртчян, М. Б. Ша-рафисламова // Вестник Ижевской ГСХА. – 2011. – № 3 (28). – С. 30–32.

3. Климова, Е. С. Смешанные инвазии крупного рогатого скота в УР и меры борьбы с ними: автореферат дис. ... канд. вет. наук / Е. С. Климова. – СПб., 2015. – 22 с.
4. Климова, Е. С. Эффективность Albicolum 10 % ВК при смешанных гельминтозах крупного рогатого скота / Е. С. Климова, М. Э. Мкртчян // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. – 2021. – № 22. – С. 240–245.
5. Климова, Е. С. Влияние способа содержания овец на зараженность *Strongyloides papillosus* / Е. С. Климова, М. Э. Мкртчян, Т. В. Бабинцева // Современная ветеринарная наука: теория и практика: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 20-летию факультета ветеринарной медицины Ижевской ГСХА, Ижевск, 28–30 октября 2020 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 62–64.
6. Климова, Е. С. Трематодология: лабораторный практикум / Е. С. Климова, Т. В. Бабинцева. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – 51 с.
7. Кононова, Е. А. Эпизоотологический мониторинг при смешанных инвазиях крупного рогатого скота в Рязанской области и совершенствование средств лечения: дис. ... канд. вет. наук: 03.00.19 / Кононова Екатерина Александровна. – Рязань, 2009. – С. 112.
8. Косяев, Н. И. Стронгилятозы пищеварительного канала жвачных животных и меры борьбы с ними / Н. И. Косяев // Ветеринарный врач. – 2003. – № 1 (13). – С. 33–35.
9. Кручиненко, О. В. Терапевтическая эффективность трематозола и роленола при дикроцелиозе и стронгилятозах органов пищеварения / О. В. Кручиненко, И. Л. Бондаревский // Ученые записки УО ВГАВМ. – 2016. – № 3. – С. 51–54.
10. Эпизоотология трематодозов жвачных животных в центральном районе Нечерноземья РФ / В. В. Кузьмичев, Х. С. Абдуллаев, В. М. Кузнецов [и др.] // Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию ГНУ Краснодарский НИВИ. – Краснодар, 2006. – С. 169–171.
11. Мкртчян, М. Э. Оценка эффективности фаскоцида при дикроцелиозе и его ассоциациях / М. Э. Мкртчян, С. О. Мовсесян, Е. С. Климова // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. – 2015. – № 16. – С. 263–265.
12. Мкртчян, М. Э. Возрастная динамика моно- и смешанных инвазий крупного рогатого скота / М. Э. Мкртчян, Е. С. Климова // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2015. – № 4. – С. 77–80.
13. Мкртчян, М. Э. Сравнительная оценка экстенсивности антигельминтиков / М. Э. Мкртчян, Е. С. Климова // Вестник ветеринарии. – 2013. – № 1 (64). – С. 23–25.
14. Мкртчян, М. Э. Эффективность Klozantin 20 % при гельминтозах крупного рогатого скота / М. Э. Мкртчян, Е. И. Трошин, Е. С. Калинина // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2013. – № 1. – С. 109–110.

15. Решетникова, А. Д. Эпизоотический мониторинг эймериоза молодняка крупного рогатого скота / А. Д. Решетникова, Е. С. Климова, Ю. Г. Крысенко // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России. Ижевск, 24–26 февраля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 142–146.
16. Сафиуллин, Р. Т. Сравнительная эффективность Роленола и Сантела при смешанной фасциолезно-стронгилятозной инвазии крупного рогатого скота / Р. Т. Сафиуллин, А. М. Устинов // Ветеринария. – 2010. – № 4. – С. 17–20.
17. Measures against cattle's mono-and mixtinvasions with fasciolosis and strongylatoses of the gastrointestinal tract / E. S. Klimova, M. E. Mkrtychyan, T. V. Babintseva [et al.] // BIO Web of Conferences: International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources» (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 г. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00198.
18. Fascioliasis and Strongylatoses of Cattle: Economic Loss and Control Measures / E. Klimova, M. Kudrin, T. Krylova [et al.] // Advances in Animal and Veterinary Sciences. – 2020. – Vol. 8. – No Special Issue 3. – P. 56–62.
19. Effects of three Anthelmintic treatment regimes against Fasciola and Nematodes on the performance of ewes and lambs on pasture in the highlands of Kenya / N. Maingi, R. O. Otieno, E. H. Weda [et al.] // Veterinary Research Communications. – 2002. – T. 26. – № 7. – P. 543–552.
20. Fasciola gigantica: tegumental surface alterations following treatment in vitro with the sulphoxide metabolite of triclabendazole / M. Meaney, I. Fairweather, G. Brennan [et al.] // Parasitology Research. – 2002. – T. 88. – № 4. – P. 315–325.
21. Stear, M. J. Alternatives to Anthelmintics for the control of Nematodes in livestock / M. J. Stear, M. Doligalska, K. Donskow-schmelter // Parasitology. – 2007. – T. 134. – № 2. – P. 151.
22. Assessment of the anthelmintic effect of natural plant cysteine proteinases against the gastrointestinal Nematode, Heligmosomoides polygyrus, in vitro / G. Stepek, D. J. Buttle, I. R. Duce [et al.] // Parasitology. – 2005. – T. 130. – № 2. – P. 203–211.

М. В. Князева*ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА*

ЭТИОЛОГИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ АКУШЕРСКО-ГИНЕКОЛОГИЧЕСКИХ БОЛЕЗНЕЙ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Проведен анализ распространения акушерско-гинекологических заболеваний у крупного рогатого скота за длительный период времени в одном из племенных хозяйств Удмуртской Республики. Изучены причины и предрасполагающие факторы для развития данной группы болезней.

Актуальность. Поскольку Удмуртия является одним из лидеров молочной отрасли в Приволжском федеральном округе и России, ежегодно увеличиваются показатели молочной продуктивности животных, общее поголовье дойного стада [2]. Но проблема воспроизводства стада остается одной из главных причин, сдерживающих темпы роста отрасли в целом.

Материалы и методика. Исследование проводилось в одном из племенных хозяйств Удмуртской Республики, где разводят голштинизированный скот холмогорской породы.

В качестве материала исследования выступают отчеты по акушерско-гинекологическим болезням, акты акушерско-гинекологической диспансеризации коров ветеринарной службы хозяйства, отчеты по воспроизводству зоотехнической службы за период с 2012 по 2021 г.

Результаты исследований. При анализе отчетной документации ветеринарной службы хозяйства изучена заболеваемость коров акушерско-гинекологическими патологиями за 9 лет. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Заболеваемость акушерско-гинекологическими патологиями у коров

Болезни, %	Год								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Задержание последа	13,5	12,0	8,0	9,0	11,0	15,5	15,0	15,0	20,0
Эндометрит	42,5	46,0	34,0	26,0	28,0	29,5	30,5	32,0	37,0
Другие болезни	44,0	42,0	58,0	45,0	60,5	55,0	57,0	53,0	43,0

За исследуемый период отметили планомерный рост заболеваемости задержанием последа (на 6,5 %). Диагноз эндометрит у данного поголовья фиксируют реже на 5,5 %. При этом в середине исследуемого периода отметили падение показателя на 16,5 %, а затем вновь его постепенный рост. С группой патологий «другие болезни» ситуация несколько иная: в середине исследуемого периода выявили максимальную заболеваемость (60,5 %). Если рассматривать заболеваемость в начале и конце периода исследования, то показатель практически не изменился и находится на уровне 43,0 %. В группу патологий «другие болезни» в данном случае относят субинволюцию матки, послеродовой парез, родовые травмы половых органов, выпадение влагалища и матки, а также болезни яичников. Поскольку за исследуемый период в хозяйстве нерегулярно работал ветеринарный врач-гинеколог, то болезни яичников решено было включить в группу «другие болезни».

При анализе отчетов по воспроизводству зоотехнической службы отметили рост молочной продуктивности коров – удои молока за 305 дней лактации увеличился на 1382 л. На сегодняшний день данный показатель составляет 8152 л. Также планомерно за исследуемый период увеличился показатель выхода телят: в 2012 г. данный показатель составил 58,6 %, затем в 2014–2017 гг. оставался на уровне 80,0 %, но с 2018 г. вновь отметили рост показателя на 5,0–7,0 %.

При анализе актов акушерско-гинекологической диспансеризации выявили ряд причин и предрасполагающих факторов к развитию данной группы болезней. Основными причинами задержания последа, группы других болезней служит нарушение обмена веществ у коров. По результатам биохимического исследования крови на протяжении исследуемого периода всегда наблюдали следующие отклонения, выраженные в разной степени: гипокальцемию, гиперфосфатемию, соответственно, и нарушение соотношения кальция к фосфору, гипопропротеинемия, гипергликемия [1, 3]. Также в течение исследуемых 9 лет у коров выявляли высокий уровень щелочной фосфатазы, что является показателем ацидоза в организме животных и предрасполагающим фактором к развитию кетоза. Это серьезное нарушение обмена веществ, выявляемое в высокопродуктивных стадах, в данном хозяйстве также диагностировали, но это были единичные случаи.

Предрасполагающим фактором для задержания последа является нерегулярный пассивный моцион у животных, полное от-

сутствие моциона у стельных и новотельных коров, располагающихся в родильных отделениях.

Причинами развития эндометрита является условно патогенная микрофлора матки, которая при сниженном иммунном статусе животных вызывает развитие воспалительных процессов. Предрасполагающими факторами является нарушенный обмен веществ у животных, высокая молочная продуктивность, некачественное оказание акушерской помощи животным, отсутствие моциона у стельных и новотельных коров.

Причинами развития болезней яичников являются нарушения минерального обмена (гипокальцемиия, гиперфосфатемия, гипокаротинемия) у животных, что ведет к функциональным и органическим изменениям в яичниках.

Выводы и рекомендации. Распространение акушерско-гинекологических болезней очень высокое в исследуемом стаде: преобладающей группой заболеваний являются «другие болезни», в том числе болезни яичников. Причинами развития большей части акушерско-гинекологических патологий являются нарушения углеводного, белкового и минерального обмена веществ у коров. Основными предрасполагающими факторами являются высокая молочная продуктивность, отсутствие и нерегулярность моциона у коров.

Хозяйству необходимо разработать план мероприятий, учитывающий не только специальные ветеринарные и зоотехнические мероприятия, но и общие организационные, направленные в первую очередь на заинтересованность работников предприятия в качественном выполнении своих обязанностей.

Список литературы

1. Князева, М. В. Анализ акушерско-гинекологической диспансеризации в хозяйствах Удмуртии / М. В. Князева, Л. Ф. Хамитова, Е. А. Мерзлякова // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2014. – Т. 219, № 3. – С. 188–192.
2. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Удмуртской Республики: официальный сайт [Электронный ресурс]. – URL: udmark.ru.
3. Шистерова, А. Д. Биохимические показатели крови крупного рогатого скота в условиях содержания СПК «Чутырский» / А. Д. Шистерова // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2021. – № 1. – С. 377–380.

А. Н. Куликов

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СМЕСИ МУРАВЬИНОЙ И ПРОПИОНОВОЙ КИСЛОТ В КАЧЕСТВЕ КОНСЕРВАНТА ДЛЯ ЖИДКОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ

Изучена эффективность использования солей муравьиной и пропионовой кислот в качестве консерванта для предложенной жидкой кормовой добавки. Был отмечен слабый рост микроорганизмов в образце с суммарной концентрацией пропионовой и муравьиной кислот 0,3 % и полное подавление его при концентрации 0,4 %.

Актуальность. В животноводстве широко используют жидкие кормовые добавки [2]. В их составе содержатся компоненты, которые могут быть использованы микроорганизмами в качестве питательных веществ. Это ведет к развитию бродильных или гнилостных процессов, приводящих кормовые добавки в негодность [4, 5].

Для решения данной проблемы используют различные виды консервантов. Однако далеко не все они полностью безопасны для животных. Многие из них способны вступать в нежелательные химические реакции с веществами, входящими в состав кормовой добавки [1]. Кроме того, их использование повышает себестоимость продукции [3].

Поэтому при создании рецептур кормовых добавок всегда возникает необходимость оптимального выбора консерванта.

Сотрудниками ООО «Производственная компания Ижсинтез-Химпром» и ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА была разработана жидкая кормовая добавка, содержащая глицерин, хелатные комплексные соединения металлов-микроэлементов, водорастворимые витамины, соллюбилизированные жирорастворимые витамины (А, D, E), витаминоподобные вещества (холин, L-карнитин) глицерин, а также вспомогательные вещества. Для данной кормовой добавки было необходимо выбрать консервант, являющийся безопасным для животных и недорогим. Кроме того, он не должен реагировать с вышеуказанными веществами с образованием нерастворимых продуктов.

Нужными свойствами обладает смесь муравьиной и пропионовой кислот. Однако необходимо, чтобы кормовая добавка имела

значения рН, близкие к нейтральным, при которых не происходило бы разложения входящих в ее состав витаминов. В таких условиях в ней будут присутствовать не указанные выше кислоты, а их соли.

Целью работы явилось определение эффективности использования солей муравьиной и пропионовой кислот в качестве консерванта для предложенной жидкой кормовой добавки.

Задачи:

1) определить концентрацию консерванта, оказывающую бактериостатическое действие;

2) определить концентрацию консерванта, оказывающую бактерицидное действие.

Материалы и методика. Были приготовлены образцы жидкой кормовой добавки со следующим содержанием смеси муравьиной и пропионовой кислот (взятых в соотношении 1:3,2 по массе): 1,0 %, 0,9 %, 0,8 %, 0,7 %, 0,6 %, 0,5 %, 0,4 %, 0,3 %, 0,2 %, 0,1 %. В качестве контроля служил образец без консерванта.

Добавляя к данным растворам NaOH, доводили рН до 6,2. При этом происходило образование пропионата и формиата натрия.

Жидкая кормовая добавка была приготовлена в нестерильных условиях и разлита в нестерильные емкости, что обеспечивало ее контаминацию мезофильными микроорганизмами. После термостатирования (при +31 °С в течение 72 часов) проводилась оценка наличия роста микроорганизмов по появлению помутнения исследуемого образца и возможности газообразования.

Из пробирок, где было отмечено отсутствие роста микроорганизмов, делали пересевы на мясопептонный агар для подтверждения результата. Термостатирование выполнялось в течение 24 часов при +37 °С.

Результаты исследования. Полученные результаты представлены в таблице 1. Был отмечен слабый рост микроорганизмов в образце с суммарной концентрацией пропионовой и муравьиной кислот 0,3 % и полное подавление его при концентрации 0,4 %.

Таблица 1 – Рост микроорганизмов при разных концентрациях консерванта

Суммарная концентрация пропионовой и муравьиной кислот (%)	Наличие роста микроорганизмов
0 (контроль)	+
0,1	+
0,2	+
0,3	+/-

Суммарная концентрация пропионовой и муравьиной кислот (%)	Наличие роста микроорганизмов
0,4	-
0,5	-
0,6	-
0,7	-
0,8	-
0,9	-
1,0	-

Примечание: (+) наличие роста микроорганизмов; (+/-) слабый рост микроорганизмов; (-) отсутствие роста микроорганизмов.

При контрольном пересеве на мясопептонный агар с образца с концентрацией консерванта 0,3 % отмечено наличие роста микроорганизмов. Аналогичный посев из емкости с содержанием консерванта 0,4 % показал отсутствие роста.

Таким образом, при концентрации 0,3 % данный консервант оказывает бактериостатическое действие, а при концентрации 0,4 % – бактерицидное.

Полученные результаты являются обнадеживающими, поскольку большинство других консервантов, используемых для подобных задач, эффективны при близких концентрациях. При этом смесь муравьиной и пропионовой кислот значительно дешевле и соответствует всем вышеуказанным требованиям.

Выводы:

1. Соли пропионовой и муравьиной кислот могут использоваться в качестве консерванта для предложенной кормовой добавки.
2. Используемая концентрация консерванта должна быть не ниже 0,4 %.

Список литературы

1. Асямова, А. В. Производные гуанидина в медицине и сельском хозяйстве / А. В. Асямова, В. И. Герунов // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2017. – № 4 (28). – С. 130–135.
2. Полноценное кормление молочного скота – основа реализации генетического потенциала продуктивности / В. И. Волгин, Л. В. Романенко, П. Н. Прохоренко [и др.]. – М.: РАН, 2018. – 260 с.
3. Разработка биотехнологических методов повышения эффективности процессов производства продукции животноводства на основе совершенствования

способов сохранения заготавливаемых кормов с применением новых консервантов / И. Ф. Горлов, В. И. Левахин, М. И. Сложенкина [и др.] // Фермер. Поволжье. – 2015. – № 10 (41). – С. 48–50.

4. Ферментативная активность гидролаз штаммов микроорганизмов, перспективных для создания на их основе кормовых добавок и биологических консервантов / Р. С. Мухаммадиев, И. Г. Каримуллина, В. Г. Гумеров [и др.] // Состояние, проблемы и перспективы развития современной науки: сборник научных трудов Нац. науч.-практ. конф. – 2021. – С. 127–133.

5. Узлова, М. А. Исследование применения растительных пищевых добавок с противомикробными свойствами в качестве консервантов / М. А. Узлова, Л. Т. Сухенко // Вестник научных конференций. – 2017. – № 3–4 (19). – С. 99–101.

УДК 615.28:637.116

Е. А. Михеева, Б. А. Александров
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ВЛИЯНИЕ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ СРЕДСТВ НА БИОПЛЕНКУ МОЛОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Биопленка на молочном оборудовании способна формироваться в течение 4–5 суток при нарушении технологии мойки и дезинфекции. Наличие биопленки подтверждает каталазный, люминисцентный тесты и бактериологические методы исследования в комплексе. Наилучшие результаты дезинфекции показали комбинированные средства, содержащие более одного действующего компонента.

Актуальность. Известно, что загрязнение молока и молочной продукции как в промышленном животноводстве, так и на предприятиях по переработке молока – один из факторов угрозы накопления и распространения микроорганизмов [5, 6, 8, 9]. Трудно контролировать микробный состав в трубах и системы доения, имеющих замкнутый тип. Системы доения загрязняются минеральными и органическими отложениями и представляют собой источник распространения микроорганизмов, поэтому они нуждаются в регулярной очистке и дезинфекции.

На сегодняшний день доказано, что большая часть микроорганизмов существует в виде биопленок, т.е. сообществ микроорганизмов, заключенных в матрикс полимерных веществ. Бактерии в составе биопленки способны защищаться от факторов внешней среды, в том числе антибактериальных препаратов и дезинфици-

рующих средств [2, 6]. Наличие биопленки, образующейся в процессе эксплуатации оборудования, провоцирует снижение качества получаемой продукции. Одновременно возникает усиление устойчивости к дезинфицирующим средствам.

Обнаружение и идентификация бактерий в состоянии биопленки бактериологическими методами не имеет высокой достоверности, поскольку экзополисахаридный матрикс препятствует механическому переносу бактерий на питательные среды [10], а снижение метаболической активности способствует сохранению жизнеспособности клеток, но делает их некультивируемыми [4].

Основным механизмом борьбы с биопленками является комбинированное воздействие различными средствами, обладающими антибактериальными свойствами и способностью разрушать матрикс [1, 4, 7].

Устойчивость биопленок к химическим веществам была установлена в результате многочисленных исследований. Так, например, известно, что биопленки *P. Aeruginosa* в той или иной мере устойчивы к йодоформу, гипохлориту натрия, четвертичным аммонийным соединениям, хлору и наночастицам серебра [3, 6, 7].

Однако во многих исследованиях отмечена высокая эффективность препаратов на основе перекиси водорода и пероксиуксусной кислоты [3].

Наиболее распространенным методом борьбы с образованием биопленок является нанесение различных дезинфицирующих жидкостей (растворов или зелей) на поверхность молочного оборудования, которые препятствуют адгезии бактерий, упрощают гидролиз и эмульгирование белково-жировой фракции загрязнения и способствуют растворению минерального компонента [6, 7, 10].

В связи с вышесказанным **целью работы** явилось изучение влияния различных видов дезинфицирующих средств на биопленку в условиях *in vitro*.

Задачи:

- 1) создать биопленку в искусственных условиях;
- 2) определить наличие биопленки на поверхности объекта;
- 3) оценить бактериологическим методом характер действия некоторых химических дезинфектантов на биопленку.

Материалы и методика. Наращивание биопленки осуществляли на пластинках из нержавеющей стали с использованием молока и микрофлоры, выделенной с объектов доильного оборудования (стафилококк, бациллы спорообразующие, стрептококк, груп-

па кишечной палочки) стационарным методом. Рост биопленки продолжался в течение 1 месяца.

Наличие биопленки, содержащей грамотрицательные и грамположительные микроорганизмы, определяли каталазным тестом и методом люминесценции.

Дезинфекцию пластин осуществляли методом погружения в рабочий раствор дезинфектанта с последующим промыванием водопроводной водой 30 сек. Смывы с площади 50 см² проводили с использованием стерильных ватных тампонов и погружением в 5 мл стерильной воды.

Осуществляли посев на мясо-пептонный агар (МПА) для определения общего микробного числа (ОМЧ), среду Кода (для выделения группы кишечной палочки) и среду Чапека (для определения роста грибов) по 1 мл. Термостатирование посевов на МПА выполняли при температуре 31 °С, на среде Кода 31 °С, на среде Чапека при 27 °С в течение 72 часов.

Результаты исследований. При формировании биопленки в искусственных условиях было замечено, что ее можно было визуализировать уже на 3–5-й день культивирования. Через 7–8 дней пластинка содержала значительное количество белково-жирового субстрата с формированием равномерного слоя.

При проведении каталазного теста на поверхности пластинки образовывался обильный слой пены с выделением значительного количества кислорода, что свидетельствовало о содержании каталазо-позитивных форм микроорганизмов. Облучение ультрафиолетом позволило выявить наличие свечения нежно-зеленого цвета.

Наилучшую эффективность (менее 100 КОЕ/1 мл) показали препараты в рабочих разведениях, содержащие источник активного хлора в сочетании с щелочными компонентами; глутаровый альдегид в сочетании с четвертичными аммонийными соединениями (ЧАС) и перекисные соединения в сочетании с надуксусной кислотой. Каталазный тест, проведенный по завершении дезинфекции, дал слабоположительный результат.

Смеси кислот, щелочные средства и растворы ЧАС (без других действующих компонентов) ожидаемого результата не дали. Каталазный тест давал ярко выраженный положительный результат.

Выводы:

1. По результатам исследования можно заключить, что биопленка на молочном оборудовании способна формироваться в течение 4–5 суток при нарушении технологии мойки и дезинфекции.

2. Наличие биопленки демонстрируют каталазный и люминесцентный тесты.

3. Наилучшие результаты дезинфекции показали комбинированные средства, содержащие более одного действующего компонента.

Список литературы

1. Lebeaux, D. Biofilm-Related Infections: Bridging the Gap between Clinical Management and Fundamental Aspects of Recalcitrance toward Antibiotics/ D. Lebeaux, J.-M. Ghigo, C. Beloina // *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 2014. – V. 78. – № 3. – P. 510–543.

2. O’Toole, G. A. Flagellar and twitching motility are necessary for *Pseudomonas aeruginosa* biofilm development / G. A. O’Toole, R. Kolter // *Mol. Microbiol*, 1998. – V. 30. – P. 295–304.

3. Pathogenic features and characteristics of food borne pathogens biofilm: biomass, viability and matrix / S. Lin, L. Yang, G. Chen [et al.] // *Microb. Pathig*, 2017. – V. 111. – P. 285–291.

4. Viable but Nonculturable and Persister Cells Coexist Stochastically and Are Induced by Human Serum/ M. Ayrapetyan, T. Williams, R. Baxter [et al.] // *Infection and Immunity*. 2015. – V. 83. – № 11. – P. 4194–4203.

5. Александров, Б. А. Мероприятия по контролю ветеринарно-санитарного состояния предприятий-производителей сырого молока Удмуртской Республики / Б. А. Александров, Е. А. Михеева // *Роль ветеринарной и зоотехнической науки на современном этапе развития животноводства: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию доктора вет. наук, профессора Г. Н. Бурдова и 60-летию доктора вет. наук, профессора Ю. Г. Крысенко*. – Ижевск, 2021. – С. 12–15.

6. Кузина, Ж. И. Выбор компонентного состава дезинфектантов для санитарной обработки при производстве функциональных молочных продуктов пластичной консистенции / Ж. И. Кузина, Б. В. Маневич // *Молочная промышленность*. – 2021. – № 3. – С. 57–59.

7. Методы борьбы с биологическими пленками на пищевых производствах / А. В. Тутельян, Ю. М. Романова, Б. В. Маневич [и др.] // *Молочная промышленность*. – 2020. – № 11. – С. 48–53.

8. Михеева, Е. А. Ветеринарная микробиология и микология. Общая микробиология / Е. А. Михеева, Е. С. Климова. – Ижевск, 2017. – 84 с.

9. Михеева, Е. А. Вирусология и биотехнология / Е. А. Михеева, В. В. Тихонова Часть 1. Общая вирусология. – Ижевск, 2018. – 81 с.

10. Способность к формированию биопленок в искусственных системах у различных штаммов *Salmonella typhimurium* / Ю. М. Романова, Н. В. Алексее-

УДК 619:614.484

Ф. М. Нехайчик, Д. Н. Мингалеев
ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ

КОРРОЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩЕГО СРЕДСТВА НА ОСНОВЕ ЧЕТВЕРТИЧНОГО АММОНИЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ

Представлены результаты изучения коррозионной активности дезинфицирующего средства, в состав которого входит четвертичное аммониевое соединение. Для проведения лабораторных опытов по определению степени коррозии использовали металлические пластины из алюминия, оцинкованного железа и нержавеющей стали. Металлические пластины погружали в дезинфицирующий раствор, степень коррозии оценивали гравиметрическим методом и визуально. В качестве контроля был использован 2 % раствор едкого натра. В ходе проведенных опытов установлено, что дезинфицирующее средство оказывает незначительную коррозионную активность на представленные образцы металлических пластин.

Актуальность. Приоритетной задачей ветеринарной дезинфектологии является синтез эффективных и безопасных дезинфицирующих средств. Дезинфицирующие средства должны обладать высокой антимикробной активностью, умеренным токсическим воздействием на организм животных и человека, хорошей моющей способностью и слабым разрушающим действием на строительные материалы обрабатываемых объектов [3].

В настоящее время дезинфицирующие растворы на основе четвертичных аммониевых соединений зарекомендовали себя как наиболее эффективные среди остальных средств дезинфекции на российском рынке. Большинство объектов ветеринарного надзора, подвергающихся дезинфекции, состоят из металлических конструкций. Защита металлических конструкций от коррозии входит в ряд актуальных задач практической ветеринарии. Четвертичные аммониевые соединения уменьшают агрессивность коррозии [1, 4].

Материалы и методика. Исследования проводили согласно методике определения и оценки коррозионной активности мо-

ющих и дезинфицирующих средств. Для проведения испытаний использовались металлические пластинки толщиной 1–4 мм, площадью 50×30 мм. Были задействованы металлические пластинки из следующих материалов: алюминий марки А, оцинкованное железо, нержавеющая сталь. Степень коррозионной активности оценивали визуально и гравиметрическим методом [2].

Перед постановкой опытов проводили взвешивание металлических пластин. После пластины погружали в испытуемые растворы с экспозицией 24 часа, в качестве контроля использовали раствор 2 % едкого натра. Металлические пластинки извлекали из растворов, удаляли продукты коррозии, высушивали и вновь подвергали взвешиванию. Степень и скорость коррозии оценивали расчетным способом. Использовали следующие формулы:

Степень коррозии:

$$K = \frac{P_0 - P_1}{S},$$

где P_0 – начальная масса пластинки, г;

P_1 – масса пластинки после испытания, г;

S – площадь поверхности пластинки, см².

Скорость коррозии:

$$V = \frac{K}{t},$$

где t – длительность испытания, ч.

Результаты исследований. В ходе проведенных исследований установлено, что исследуемое дезинфицирующее средство проявляет коррозионную активность слабее, чем 2 % раствор едкого натра. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Коррозионная активность дезинфицирующего средства и 2 % раствора едкого натра

Металлическая пластинка	Скорость коррозии, г/м ² час	Внешний вид металлических пластин после завершения опыта
Исследуемое дезинфицирующее средство		
Алюминиевая пластинка марки А	0,37	Не изменился
Пластинка из нержавеющей стали	0,18	Не изменился

Металлическая пластинка	Скорость коррозии, г/м ² час	Внешний вид металлических пластин после завершения опыта
Пластинка из оцинкованного железа	0,25	Не изменился
2 % раствор едкого натра		
Алюминиевая пластинка марки А	2,2	Присутствует темно-серый налет
Пластинка из нержавеющей стали	0,58	Присутствует серый налет
Пластинка из оцинкованного железа	1,47	Присутствуют очаги коррозии

Внешний вид металлических пластин, погруженных в раствор дезинфицирующего средства, не изменился. Скорость коррозии алюминиевой металлической пластинки марки А после погружения в дезинфицирующее средство на 1,83 ниже, чем после погружения в 2 % раствор едкого натра. Скорость коррозии при экспозиции в дезинфицирующем средстве пластинки из оцинкованного железа и пластинки из нержавеющей стали на 1,22 и 0,4 ниже, чем при экспозиции в 2 % растворе едкого натра соответственно.

Выводы и рекомендации. По результатам проведенных исследований установлено, что исследуемое дезинфицирующее средство обладает незначительным корродирующим воздействием на металлы. Дезинфицирующее средство может применяться для проведения дезинфекции на объектах ветеринарного надзора, так как экспериментально доказано, что препарат не портит металлические изделия, не нарушает целостность, не изменяет внешний вид.

Список литературы

1. Волков, Ю. П. Перспективы развития исследований в области разработки дезинфицирующих средств / Ю. П. Волков // Актуальные проблемы дезинфекции, стерилизации, дезинсекции и дератизации: материалы научной конференции. – М., 2008. – С. 3–14.
2. Методические указания о порядке испытания новых дезинфицирующих средств для ветеринарной практики. – М.: Печ. цех Госагропрома СССР, 1987. – 158 с.
3. Попов, Н. И. Дезинфекция: роль, значение и назначение при инфекционной патологии свиней / Н. И. Попов // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2012. – № 4 (8). – С. 79–86.

4. Современные средства дезинфекции и дезинсекции. Характеристика, назначение, перспективы / Л. С. Федорова, Л. И. Арефьева, Л. С. Путинцева [и др.] // Медицина и здравоохранение. Обзорная информация. – М., 2007. – С. 3–25.

УДК 619:616.98:578.831.31-085.373:636.2.053

Д. А. Петров

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ГИПЕРИММУННАЯ ПОЛИВАЛЕНТНАЯ СЫВОРОТКА ПРИ ОСТРЫХ РЕСПИРАТОРНО-КИШЕЧНЫХ ИНФЕКЦИЯХ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Проведен анализ рынка гипериммунных сывороток против острых респираторно-кишечных инфекций крупного рогатого скота. Изучена их эффективность в условиях отдельно взятого хозяйства.

Актуальность. В настоящее время основной проблемой сельскохозяйственных предприятий являются бактериальные и вирусные заболевания, а также их ассоциативное течение, возникающее в результате несоблюдения норм содержания и кормления матерей и молодняка [3, 6]. Основной задачей ветеринарных врачей хозяйств является борьба с ними за счет биопрепаратов. К этой группе относятся гипериммунные моно- и поливалентные сыворотки и новое направление в данной группе – использование иммуноглобулинов [2, 5, 8].

Гипериммунная сыворотка – биопрепарат, содержащий в своей основе антитела в определенном титре, являющийся первоначальным этапом в терапии и приобретении пассивного иммунитета животным против различных бактериальных и вирусных заболеваний, а также их ассоциаций [1, 4, 7]. Для приготовления гипериммунных сывороток используют животных-продуцентов, которые ранее прошли вакцинацию и выработали специфические антитела на введенный антиген. В качестве животных-продуцентов чаще используют крупный рогатый скот, а именно волов, и лошадей [9, 12]. Также при отборе животных учитывают следующие факторы: тип высшей нервной деятельности, пол, возраст, породу, реактивность организма, конституцию животного. Сыворот-

ку готовят из цитрированной крови животных-продуцентов, которая впоследствии прошла сепарацию и дефибринирование плазмы. В качестве консерванта чаще используют 0,5 % раствор фенола. Основные минусы сывороток – низкая концентрация иммуноглобулинов и возникновение различных побочных реакций, в том числе «сывороточная болезнь» и анафилактический шок [4, 10, 11].

Препарат, содержащий специфический иммуноглобулин, также является средством пассивной иммунизации и терапии, как и гипериммунные сыворотки. Изготовление препарата завязано на вакцинации животных-продуцентов и получении от них сыворотки [2, 7, 9]. Специфические иммуноглобулины получают путем осаждения их с помощью раствора сульфата аммония. Далее осажденные глобулины центрифугируют в дистиллированной воде и пропускают через крупнопористые фильтры. Методика приготовления сильно отличается от приготовления гипериммунных сывороток. Основным минусом специфического иммуноглобулина – это методика его приготовления, а именно многоэтапность.

Целью работы является изучение рынка гипериммунных сывороток против респираторно-кишечных заболеваний молодняка крупного рогатого скота.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- 1) провести анализ рынка гипериммунных сывороток;
- 2) оценить эффективность препаратов в отдельно взятом хозяйстве;
- 3) проанализировать полученные результаты.

Материалы и методика. Проводилось сравнительное исследование наиболее популярных лечебно-профилактических препаратов на базе СПК «Держава» Можгинского района: сыворотки против пастереллеза, сальмонеллеза, эшерихиоза, парагриппа-3 и инфекционного ринотрахеита крупного рогатого скота; «Иммуносерум» производства Армавирской биофабрики.

Результаты исследований. Обе сыворотки изготовлены из крови клинически здоровых волов-продуцентов, гипериммунизированных инактивированными поливалентными вакцинами от определенных штаммов микроорганизмов. Сыворотка против пастереллеза, сальмонеллеза, эшерихиоза, парагриппа-3 и инфекционного ринотрахеита крупного рогатого скота содержит следующие штаммы: *Pasteurella multocida* № 8683, № 656, № Т-80, *Pasteurella haemolytica* № 169, *Salmonella Typhimurium* № 371, *Salmonella dublin* № 373, *Escherichia coli* 115/2 (O115), 320 (O78:K80),

адгезивные антигены K88, K99, 987P, F41, ТЛ- и ТС-анатоксины клеток бактерий *Escherichia coli* O115:K88, O141:K99, O9:K103:987P, O141F41 и авирулентные вирусы парагриппа-3 (штамм ПТК-45/86) и инфекционного ринотрахеита (штамм ТК-Аг(ВИЛВ) В-2). Иммуносерум содержит специфические антитела против вирусов парагриппа-3, инфекционного ринотрахеита, диареи – болезни слизистых, ротавируса, коронавируса и аденовируса крупного рогатого скота. Обе сыворотки законсервированы в растворе 0,5 % фенола, что способствует длительному хранению препаратов в течение 12 месяцев. Сыворотки применяют на телятах по следующей схеме: поливалентные гипериммунные сыворотки с профилактической целью по 20 мл вводят в первые сутки после рождения, повторно через 10 дней. Впоследствии проводится вакцинация против острых респираторно-кишечных инфекций. Для лечения больных телят дозу сыворотки увеличивают в 2 раза и вводят с интервалом через 48 ч от трех до пяти инъекций. В хозяйстве эффективность профилактики и лечения заболеваний данными препаратами составляет выше 90 %.

Выводы и рекомендации. Поливалентные гипериммунные сыворотки нашли широкое применение в животноводческих хозяйствах благодаря их высокой эффективности. В то же время у них имеется недостаток в том, что они не очищены от балластных белковых фракций. В связи с этим доза препаратов относительно большая.

Список литературы

1. Андреева, А. В. Сывороточные иммуноглобулины при коррекции противoinфекционного иммунитета молодняка сельскохозяйственных животных / А. В. Андреева, О. Н. Николаева // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2014. – № 2 (30). – С. 42–44.
2. Иванов, И. С. Влияние сочетанного применения антиапоптогенных средств антибактериальной природы на выживаемости и иммуноморфологию облученных животных / И. С. Иванов, Е. И. Трошин // Эффективность адаптивных технологий в животноводстве: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 50-летию аграрного образования в Удмуртской Республике, Ижевск, 17–19 июня 2004 г. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2004. – С. 50–52.
3. Силос как компонент в синтезе добавок микроэлементов / И. С. Иванов, Е. В. Копысова, В. А. Руденок [и др.] // Роль филиала кафедры на производстве в инновационном развитии сельскохозяйственного предприятия: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 30-летию филиала кафедры растениевод-

ства ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА в СХПК – Колхоз имени Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики, Ижевск, 25–27 июня 2014 г. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – С. 25–26.

4. Климова, Е. С. Сезонная динамика инвазированности телят криптоспориديозом / Е. С. Климова, М. Э. Мкртчян, Т. В. Бабинцева // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. – 2019. – № 20. – С. 273–277.

5. Климова, Е. С. Сравнительный анализ изменений показателей крови крупного рогатого скота при моноинвазии дикроцелиоза и неоскариоза / Е. С. Климова, Е. В. Максимова // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2016. – № 1. – С. 84–87.

6. Крысенко, Ю. Г. Влияние препарата «иммунофан» на выработку поствакцинальных антител против вирусной диареи крупного рогатого скота / Ю. Г. Крысенко, И. С. Иванов, А. О. Чиркова // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного работника сельского хозяйства РФ, почетного работника ВПО РФ, лауреата государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Любимова Александра Ивановича. В 2-х томах, Ижевск, 20 июля 2020 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 298–301.

7. Крысенко, Ю. Г. Динамика отдельных показателей крови при смешанной форме цирковирусной инфекции / Ю. Г. Крысенко, А. В. Меньшиков, Н. А. Капачинских // Актуальные вопросы зооветеринарной науки: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию доктора ветеринарных наук, профессора, почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, ветерана труда Новых Николая Николаевича, Ижевск, 15 мая 2019 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 34–38.

8. Крысенко, Ю. Г. Принцип получения специфического иммуноглобулина против респираторно-кишечных инфекций крупного рогатого скота / Ю. Г. Крысенко, И. С. Иванов // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России, Ижевск, 24–26 февраля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 118–121.

9. Крысенко, Ю. Г. Технология выращивания и схема вакцинации телят / Ю. Г. Крысенко, И. С. Иванов // Научные инновации в развитии отраслей АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 3 томах. Ижевск, 18–21 февраля 2020 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 123–126.

10. Крысенко, Ю. Г. Эффективность применения гипериммунной сыворотки против респираторных болезней крупного рогатого скота в ООО «Правда» Завьяловского района Удмуртской Республики / Ю. Г. Крысенко, И. С. Иванов, Р. М. Юзмиев // Научные инновации в развитии отраслей АПК: материалы Междунар. науч.-

практ. конф. В 3 томах. Ижевск, 18–21 февраля 2020 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 126–130.

11. Динамика иммунного ответа при вакцинации РРСС и в сочетании с иммуномодулятором / Е. В. Максимова, Д. И. Сафронов, А. С. Орехова [и др.] // Современные проблемы развития фундаментальных и прикладных наук, Praha, Czech Republic, 03 октября 2016 г. – Praha, Czech Republic: Printing house "Maestro", 2016. – С. 112–117.

12. Максимова, Е. В. Формирование противовирусного иммунитета у новорожденных телят / Е. В. Максимова, С. В. Малькина // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России. Ижевск, 24–26 февраля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 129–131.

13. Медведев, А. П. Получение поливалентной ассоциированной сыворотки против колибактериоза (эшерихиоза) и сальмонеллеза крупного рогатого скота / А. П. Медведев, А. А. Вербицкий, Д. Б. Кулешов // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак Почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2019. – Т. 55. – № 4. – С. 57–61.

14. Михеева, Е. А. Иммуноморфогенез при иммунизации против некробактериоза крупного рогатого скота / Е. А. Михеева, Т. В. Бабинцева. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019.

15. Михеева, Е. А. Особенности иммунного статуса телят до двухмесячного возраста в племенных хозяйствах УР / Е. А. Михеева, Л. Ф. Хамитова, Ю. Г. Васильев // Инновационному развитию АПК и аграрному образованию – научное обеспечение: материалы Всерос. науч.-практ. конф.: в 3 томах. Ижевск, 14–17 февраля 2012 г. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2012. – С. 53–56.

16. Патент № 2259849 С2 Российская Федерация, МПК А61К 39/395. Способ получения иммуноглобулинов для специфической терапии хламидиоза у плотоядных животных: № 2003102548/13: заявл. 30.01.2003: опубл. 10.09.2005 / Г. М. Исхаков, А. В. Куприянова, Р. Х. Равилов [и др.]; заявитель Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана.

Д. А. Петров, Д. О. Стерхова
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ МЕДА ШМЕЛЕЙ ВИДА *BOMBUS TERRESTRIS*

Представлены результаты микробиологического исследования шмелиного меда, полученные путем посева на различные питательные среды. При исследовании были обнаружены: мицелий *Ascospheara apis*, грибы рода *Penicillium*, *Candida*; энтеробактерии; клостридии перфрингенс и анаэробные бациллы; тетракокки и кислотоустойчивые бациллы.

Актуальность. Мед в настоящее время является наиболее востребованным продуктом на прилавках магазина. В его состав входят различные биологически активные вещества, углеводы, белки, которые необходимы для организма человека при различных физиологических состояниях. Настоящим деликатесом в сфере пчеловодства является шмелиный мед [1, 3, 4, 8].

Качество меда в ветеринарно-санитарном отношении зависит в первую очередь от наличия или отсутствия возбудителей бактериальных и инвазионных заболеваний шмелей, а также от качества нектара и пыльцы растений, произрастающих вблизи улья, которые напрямую влияют на микробиологический состав меда. Немаловажную роль в разнообразии микробного состава меда играет внутренняя микрофлора кишечника самих насекомых [2, 5, 6, 7, 9].

Целью работы является определение микробной обсемененности меда шмелей вида *Bombus terrestris*.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие **задачи**:

- 1) отобрать мед из сот для исследования;
- 2) произвести посевы на общепотребительные и специальные питательные среды;
- 3) определить микробный состав шмелиного меда.

Материалы и методика. Бактериологическому исследованию подвергали шмелиный мед. Его отбирали стерильным шпатель и в стерильных условиях делали посевы на МПА и МПБ для определения аэробных микробов, на среду Эндо – группы кишечной палочки, МПБ с добавлением растительного масла – для определения наличия анаэробов, на энтерококкагар – для определения группы

энтерококков, М17 – для определения группы кишечных стрептококков, среда ГМК-2 и бифидум-среда – для культивирования бифидобактерий, сульфитный агар – для выделения сульфитредуцирующих клостридий, среда Чапека – для культивирования плесневых грибов. Посевы инкубировали в термостате при температуре +37 °С в течение 24–48 часов в аэробных и анаэробных условиях для определения роста бактерий. После инкубирования в термостате определяли наличие роста, культуральные, морфологические и тинкториальные свойства микроорганизмов по общепринятым методикам.

Результаты исследований. На МПА наблюдали округлой формы колонии одного вида, белого цвета с ровными краями и блестящей поверхностью. В мазках были обнаружены микроорганизмы из рода *Bacillus*.

На среде Эндо отмечали колонии одного вида с фиолетовым окрасом, округлой формой и ровными краями. Размер составил от 1 мм до 1,5 мм. В мазках наблюдали грамтрицательные палочки из семейства *Enterobacteriaceae*.

На энтерококкагаре, среде ГМК-2 и М17 роста не обнаружено. На сульфитном агаре обнаружено 5 видов колоний. 1 – колонии белого цвета с ровным краем, блестящей поверхностью от 1 до 4 мм. 2 – полупрозрачные колонии с бахромчатым краем, с матовой поверхностью и размером от 3 до 5 мм. 3 – желтого цвета колонии с бахромчатым краем и кратерообразным профилем колонии. Размер колоний составил от 3 до 5 мм. 4 – полупрозрачные колонии с ровным краем и кратерообразным профилем колонии. Размер – колоний составил от 4 до 6 мм. 5 – бледно-желтого цвета колонии, М-форма колоний с ровными краями до 4 мм в диаметре. В мазках обнаружили шаровидные формы микроорганизмов, в частности микрококки, тетракокки или сарцины, а также микроорганизмы рода *Clostridium* и несульфитредуцирующие из рода *Bacillus*.

На бифидум-среде отмечали поверхностный рост и в средней части в виде «комет» белого цвета, образующих при встряхивании крошковатую массу. В мазках наблюдали грамположительные изогнутой формы бифидум-бактерии и грамположительные микроорганизмы рода *Bacillus*.

На среде Чапека наблюдали 4 вида колоний. 1 – мицелий черного или темно-коричневого цвета с округлой формой, напоминающий вату. Размер составил от 0,5 мм до 1,5 см. 2 – ризоидный полупрозрачный мицелий коричневого цвета до 7 см в диаметре. 3 – амёбовидный мицелий желтого цвета до 3 см в диаметре, напо-

минающий вату. 4 – округлой формы мицелий белого или серого цвета от 1,5 до 2 см в диаметре, напоминающий вату. Были обнаружены при микроскопии раздавленной капли: мицелий *Ascospheara apis*, грибы рода *Penicillium*, *Candida*.

На МПБ, содержащийся в анаэробных условиях, обнаружено диффузное помутнение среды с обильным поверхностным ростом, без пигмента (цвет белый) – в виде поверхностной пленки. Микроскопия показала палочки овоидной формы с центрально расположенной спорой из рода *Clostridium*.

На МПБ, содержащийся в аэробных условиях, отмечали осадок в виде рыхлых небольших хлопьев белого цвета, верхняя часть бульона прозрачная. При микроскопии обнаружили грамположительные бактерии семейства *Lactobacillus*, а также грамположительные шаровидные формы микроорганизмов, в частности сарцины или тетракокки, микрококки.

Вывод и рекомендации. При микробиологическом исследовании шмелиного меда были обнаружены: мицелий *Ascospheara apis*, грибы рода *Penicillium*, *Candida*; энтеробактерии; клостридии перфрингенс и анаэробные бациллы; тетракокки и кислотоустойчивые бациллы.

Список литературы

1. Анализ распространения болезней пчёл в Удмуртской Республике / Е. А. Михеева, Л. М. Колбина, Е. С. Климова [и др.] // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 томах, Ижевск, 12–15 февраля 2019 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 118–120.
2. Влияние профилактических препаратов органической природы на рост и развитие гриба *Ascospheara apis* / Е. Д. Мушталева, С. Л. Воробьева, Е. А. Михеева [и др.] // Пчеловодство. – 2020. – № 4. – С. 24–27.
3. Крысенко, Ю. Г. Сравнительный анализ различных сортов мёда / Ю. Г. Крысенко, И. С. Иванов, М. Н. Вотинцева // Роль ветеринарной и зоотехнической науки на современном этапе развития животноводства: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию доктора ветеринарных наук, профессора Геннадия Николаевича Бурдова и 60-летию доктора ветеринарных наук, профессора Юрия Гавриловича Крысенко, Ижевск, 23 июля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 171–175.
4. Петров, Д. А. Микробный состав кишечника шмелей разных возрастных групп в условиях закрытого грунта / Д. А. Петров // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 405–410.

5. Петров, Д. А. Санитарные показатели содержания и кормления насекомых-опылителей в условиях закрытого грунта / Д. А. Петров, Д. О. Стерхова, Е. А. Михеева // Роль ветеринарной и зоотехнической науки на современном этапе развития животноводства: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию доктора ветеринарных наук, профессора Геннадия Николаевича Бурдова и 60-летию доктора ветеринарных наук, профессора Юрия Гавриловича Крысенко, Ижевск, 23 июля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 329–335.
6. Пономарев, А. П. Нано- и микроорганизмы, выявляемые методом электронной микроскопии у шмелей *Bombus terrestris* / А. П. Пономарев, В. А. Пономарев, Е. Ф. Дворянкина // Нанотехнологии и охрана здоровья. – 2010. – Т. 2. – № 1. – С. 48–53.
7. Пономарев, В. А. Экология шмелей рода *Bombus (Latr.)* и профилактика инфекционных болезней при их лабораторном разведении: специальность 03.00.0916.00.03: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Пономарев Всеволод Алексеевич. – Иваново, 2004. – 71 с.
8. Стерхова, Д. О. Влияние температуры и влажности воздуха на заболеваемость пчёл в Удмуртской Республике / Д. О. Стерхова, Е. А. Михеева // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России, Ижевск, 24–26 февраля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 146–148.
9. Стерхова, Д. О. Изучение заболеваемости медоносных пчёл *Apis mellifera* в условиях закрытого грунта / Д. О. Стерхова, Д. А. Петров // Современное состояние и перспективы развития ветеринарной и зоотехнической науки: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием, Чебоксары, 29 октября 2020 г. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2020. – С. 190–194.

УДК 619:615.283

А. Д. Решетникова, Е. С. Климова, Ю. Г. Крысенко
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ТЕРАПЕВТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОКЦИДИОСТАТИКОВ ПРИ ЭЙМЕРИОЗАХ ТЕЛЯТ

Проведя исследования, определили, что до обработки препаратами все животные опытных групп были заражены ооцистами эймерий, при этом интенсивность инвазии колеблется от одного до 98 экземпляров в поле зрения микроскопа. Все используемые препараты показали эффективность при кокцидиозах молодняка крупного рогатого скота, отсутствие клинических признаков и улучшение общего состояния здоровья животных, но при использовании «Диклакокс форте» получили наибольшую экстенсивности – 96,8 %.

Введение. Кокцидиозы имеют широкое распространение по всему миру. В последние годы наблюдается обострение эпизоотологической ситуации по протозоозам крупного рогатого скота в хозяйствах Удмуртской Республики, в связи с этим разработка эффективных мер борьбы с использованием доступных, безопасных средств является первостепенной задачей для ветеринарных специалистов животноводческих предприятий [1, 3–5, 7, 8, 12, 15–17].

При хроническом течении эймериоза происходит подавление защитных механизмов организма и при отсутствии своевременных обработок наносит колоссальный экономический ущерб предприятию. Учитывая, что кокцидии имеют сложный биологический цикл развития, одним из важнейших мероприятий в комплексе мер по профилактике и ликвидации заболевания телят является фармакотерапия [2, 4, 6, 9, 10–11, 13].

На сегодняшний день на рынке страны имеется огромное количество групп и поколений кокцидиостатиков для контроля заболеваний молодняка, вызванных простейшими. Разработка новых схем профилактики против эймериозной инвазии остается актуальной по причине устойчивости возбудителя к применяемым ранее препаратам [1, 2, 4, 6, 11, 12, 14, 17].

Цель работы – сравнить терапевтическую эффективность кокцидиостатиков «Стоп-кокцид», «Торукокс 5 %» и «Диклакокс форте» при эймериозе телят.

Материалы и методика. Исследования проводились в 2019–2021 гг. в условиях кафедры инфекционных болезней и патологической анатомии ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. Диагноз на кокцидиоз ставили комплексно, учитывая клинические признаки (различного уровня диареи, переходящие в большинстве случаев в профузный понос с примесью слизи и крови, истощение, угнетение, снижение или отсутствие аппетита). Материалом для исследования служили пробы фекалий от условно здоровых телят и телят с признаками заболевания, принадлежащих хозяйству Увинского района Удмуртской Республики. Пробы фекалий отбирали ректально по 10–15 г от каждого животного. Для проведения опыта методом пар-аналогов были сформированы 4 группы по 7 голов телят 2–6-месячного возраста одного пола и массы тела. I, II, III группы (опытные) – животные, спонтанно зараженные эймериозом, и IV группа (контрольная) – животные без характерных для эймериоза клинических признаков. Фекалии исследовали флотационными методами Фюллеборна и Дарлинга. Интенсивность инвазии

определяли при помощи камеры МакМастера. Микроскопировали при объективе $\times 40$, окуляре $\times 10$. Животным I группы задавали «Стоп-кокцид 5 %» суспензию орально в дозе 0,3 мл на 1 кг массы животного, однократно. Животным II группы задавали «Торукокс 5 %» суспензию орально в дозе 1 мл на 7 кг массы животного, однократно. Животным III группы задавали «Диклакокс форте» раствор для перорального применения в дозе 0,4 мл на 1 кг массы животного, двукратно с интервалом 24 часа. Препараты задавали в смеси с теплым молоком и ЗЦМ индивидуально в утреннее кормление. VI группе задавали внутрь в дозе 100 мл на животное 0,9 % раствор натрия хлорида.

Результаты исследования. До обработки препаратами все животные опытных групп были заражены ооцистами эймерий на 100 %, при этом интенсивность инвазии колеблется от 1–98 экземпляров в поле зрения микроскопа. На рисунке 1 мы наблюдаем, как меняется экстенсивность (ЭИ) и интенсивность инвазии (ИИ) в зависимости от используемого препарата.

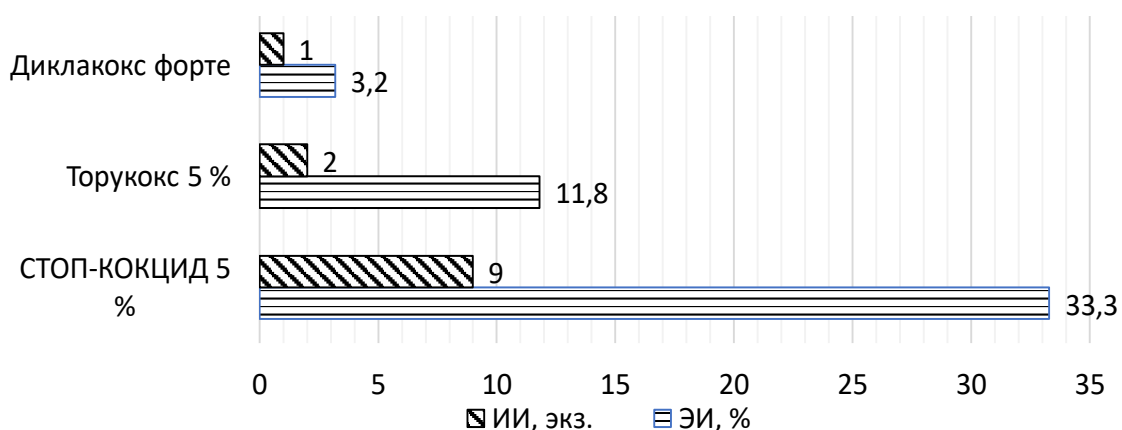


Рисунок 1 – Терапевтическая эффективность кокцидиостатиков (ЭИ%, ИИэкз.)

Низкий результат экстенсивности инвазии 3,2 % с интенсивностью 1 экземпляр показал препарат «Диклакокс форте». Что касается результатов препарата «СТОП-КОКЦИД 5 %», высокая степень зараженности 33,3 % и интенсивности инвазии в количестве 9 экземпляров объясняется использованием ранее данного препарата в хозяйстве. Терапевтическая эффективность «Торукокс 5 %», в отличие от «СТОП-КОКЦИД 5 %», была выше, а именно ЭИ – 11,8 %, ИИ – 2 экземпляра, несмотря на одинаковое действующее вещество, что обуславливается разным составом, производителем и дозой данных препаратов.

Сравнительный анализ эффективности используемых препаратов проводили также по длительности проявления клинических признаков заболевания (табл. 1).

Таблица 1 – Терапевтическая эффективность препаратов и длительность проявления клинических признаков эймериоза молодняка

Препарат	Стоимость 1 дозы	Дни проявления клинических признаков диареи										ЭИ, %	ИИ, экз.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
К													
Стоп-Кокцид	40,2 руб.	+	+	+	+	+	+	+	±	±	-	33,3	9
Торукокк 5 %	52,2 руб.	+	+	+	+	+	±	±	±	-	-	11,8	2
Диклакокк 5 %	54 руб. (108 руб. – 2 дачи)	+	+	+	±	±	±	-	-	-	-	3,2	1
Контроль (NaCl)	38 руб.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0

Наши исследования свидетельствуют, что после применения препарата «Диклакокк форте» потеря клинических признаков у телят осуществлялась на 7-й день после первой дачи. Препарат «Торукокк 5 %» также показал неплохие результаты. Улучшение общего состояния животных после первой обработки произошло на 6-й день, а отсутствие клинических признаков наблюдали на 9-й день.

Выводы и рекомендации. Все испытываемые препараты показали эффективность при кокцидиозах молодняка крупного рогатого скота, отсутствие клинических признаков и улучшение общего состояния животных наблюдались у всех опытных групп после применения препаратов.

Длительность клинического течения заболевания составила 6 суток, но общее улучшения состояния телят наблюдалось уже на 3-и сутки. Изнуряющие профузные поносы с кровью и слизью при использовании «СТОП-КОКЦИД 5 %» и «Торукокк 5 %» длились на 3–4 дня дольше.

Ценовая политика апробированных препаратов складывается из действующего вещества, производителя и кратности доз. Несмотря на низкую стоимость 1 дозы препаратов «СТОП-КОКЦИД 5 %» и «Торукокк 5 %», не рекомендуется их использовать в исследуемом хозяйстве по причине идентичности действующего вещества (толтразурил) и низких показателей экстенсивности, свидетельствующих об устойчивости кокцидиозов к толтразурилу, так как действующее вещество уже использовалась в хозяйстве

ранее. При использовании «Диклакокс форте» получили высокую экстенсивность – 96,8 %. Возможно, это обусловлено другим действующим веществом и двукратной дозой препарата, даже несмотря на высокую ценовую категорию.

По результатам лечебно-профилактической обработки можно сделать вывод, что регулярное использование противококцидных препаратов еще не дает гарантии полного купирования инвазионного процесса, поскольку необходима регулярная смена препаратов с различным составом действующих веществ, проведение контроля интенсивности инвазии кокцидий и дезинвазии, соблюдение санитарно-гигиенических параметров животноводческих предприятий. Данный комплекс мероприятий значительно уменьшит процент распространенности кокцидиозов в хозяйстве и снизит экономический ущерб.

Список литературы

1. Андрушко, Е. А. Сравнительная эффективность препаратов ампробел и толтарокс / Е. А. Андрушко, С. В. Егоров // Вестник Костромского государственного университета. – 2014. – Т. 20. – № 7. – С. 48–49.
2. Протозойные болезни животных: учебное пособие / Л. М. Белова, Н. А. Гаврилова, В. А. Ширяева [и др.]. – СПб.: ФГБОУ ВО СПбГАВМ, 2019. – С. 48–50.
3. Васильева, И. Л. Анализ эффективности дезинфицирующих средств / И. Л. Васильева // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России. Ижевск, 24–26 февраля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 99–101.
4. Калинина, Е. С. Эффективность противопаразитарной обработки молодняка крупного рогатого скота при микстинвазиях / Е. С. Калинина, М. Э. Мкртчян // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2011. – Т. 206. – С. 89–92.
5. Сезонно-возрастная динамика эймериоза и криптоспориديоза крупного рогатого скота / Е. С. Климова, М. Э. Мкртчян, Е. В. Максимова [и др.] // Международный вестник ветеринарии. – 2020. – № 3. – С. 24–29.
6. Контаминация предметов окружающей среды ооцистами эймерий / Е. С. Климова, М. Р. Кудрин, Е. В. Максимова [и др.] // Вестник Ижевской ГСХА. – 2020. – № 1(61). – С. 36–41.
7. Климова, Е. С. Эймериоз и криптоспоридиоз крупного рогатого скота / Е. С. Климова, М. Э. Мкртчян // Современные проблемы общей и частной паразитологии: материалы III Международного паразитологического симпозиума, Санкт-Петербург, 18–20 декабря 2019 г. – СПб.: ФГБОУ ВО СПбГАВМ, 2019. – С. 136–139.

8. Кононова, Е. А. Эффективность ивермага и тримеразина при смешанной гельминто-протозойной инвазии крупного рогатого скота в условиях ООО «Авангард» Рязанского района. / Е. А. Кононова, М. А. Труханов // Инновации молодых ученых и специалистов – национальному проекту «Развитие АПК»: материалы Международ. науч.-практ. конф. – Рязань: Рязанская ГСХА, 2006. – С. 331–332.

9. Анализ микроклимата в помещении для ремонтных тёлочек / М. Р. Кудрин, Л. А. Шувалова, А. В. Костин [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 11 (181). – С. 104–111.

10. Максимова, Е. В. Влияние паразитарных заболеваний на молочную продуктивность коров / Е. В. Максимова, Е. С. Климова // Роль ветеринарной и зоотехнической науки на современном этапе развития животноводства: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию доктора ветеринарных наук, профессора Геннадия Николаевича Бурдова и 60-летию доктора ветеринарных наук, профессора Юрия Гавриловича Крысенко, Ижевск, 23 июля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 258–262.

11. Мкртчян, М. Э. Современное состояние проблемы распространения эймериозов среди сельскохозяйственных животных в Удмуртской Республике / М. Э. Мкртчян, А. С. Вострухина, Е. С. Калинина // Вестник Ижевской ГСХА. – 2012. – № 2 (31). – С. 49–51.

12. Мкртчян, М. Э. Сравнительная оценка экстенсивности антгельминтиков / М. Э. Мкртчян, Е. С. Климова // Вестник ветеринарии. – 2013. – № 1 (64). – С. 23–25.

13. Простейшие и вызываемые ими болезни / Ю. Ф. Петров, И. Б. Сорокина, С. В. Егоров [и др.]. – М.: МУ ИГСХА имени Д. К. Беляева, 2004. – С. 46.

14. Решетникова, А. Д. Кокцидиозы как факторы, способствующие снижению продуктивности молодняка крупного рогатого скота / А. Д. Решетникова, Е. С. Климова, Ю. Г. Крысенко // Роль ветеринарной и зоотехнической науки на современном этапе развития животноводства: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию доктора ветеринарных наук, профессора Геннадия Николаевича Бурдова и 60-летию доктора ветеринарных наук, профессора Юрия Гавриловича Крысенко, Ижевск, 23 июля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 346–350.

15. Решетникова, А. Д. Эпизоотический мониторинг эймериоза молодняка крупного рогатого скота / А. Д. Решетникова, Е. С. Климова, Ю. Г. Крысенко // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Международ. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России, Ижевск, 24–26 февраля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 142–146.

16. Решетникова, А. Д. Анализ паразитарной ситуации по эймериозу крупного рогатого скота в Удмуртской Республике / А. Д. Решетникова, Е. С. Климова

// Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых. В 3 томах. Ижевск, 04–05 декабря 2019 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 426–429.

17. Klimova, E. S. Distribution of Eimeria Species and Their Associations in the Farms of the Udmurt Republic / E. S. Klimova, M. E. Mkrtchyan, T. V. Babintseva // International Scientific and Practical Conference "AgroSMART – Smart Solutions for Agriculture", Tyumen, 16–19 июля 2019 года. – Tyumen: Knowledge E., 2019. – P. 433–439.

УДК 636.1.046:611.12

Н. Н. Рощупкин, Д. С. Берестов
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛОШАДЕЙ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

Приводится сравнительный анализ данных электрической активности сердца лошадей при легкой работе, полученных при собственном исследовании, с найденными в доступной научной литературе. Данные имеют как общие тенденции, так и расхождения по отдельным параметрам.

Актуальность. В настоящее время перед владельцами спортивных лошадей и специалистами коневодства очень остро встает проблема преждевременного завершения спортивной карьеры подопечных животных [6]. Связано это зачастую с нерациональным тренингом, приводящим к патологии различных систем органов животных, в частности сердечно-сосудистой [8–10].

В связи с тем, что сердечно-сосудистые заболевания могут протекать длительно в скрытой фазе компенсации, то своевременная диагностика послужит хорошим превентивным мероприятием в отношении данной группы заболеваний [5, 7]. Одним из самых простых методов ранней диагностики сердечно-сосудистых заболеваний является электрокардиография (ЭКГ) [4, 8]. Быстрая декомпенсация сердечной мышцы при неумеренных тренинговых нагрузках связана с тем, что в подобных условиях кардиомиоциты испытывают гипоксию. При этом внутри указанных клеток возрастает активность системы перекисного окисления липидов [2, 9]. В результате изменяются физические свойства мембранных

органелл и поверхностных мембран кардиомиоцитов, что приводит к нарушениям процессов де- и реполяризации, хорошо фиксируемое электрокардиографом [9, 10].

Таким образом, актуальность работы заключается в своевременной диагностике заболеваний сердца спортивных лошадей для рационализации их системы тренинга и степени физических нагрузок. Однако для эффективной диагностики заболеваний необходимо знать, как изменяются показатели ЭКГ лошадей при различных уровнях физической нагрузки, а в идеальном случае иметь систему диагностических критериев по аналогии с велоэргометрией, принятой в гуманной медицине. Однако разнообразие видов, пород и других особенностей животных приводит к трудностям в создании стройной системы референсных интервалов, что в свою очередь требует накопления обширного статистического материала в области электрокардиографии в условиях физической нагрузки [1, 3].

Целью работы явился анализ показателей электрической деятельности сердца спортивных лошадей до и после легкой работы.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- 1) оценить показатели электрической деятельности сердца лошадей до тренировки;
- 2) получить электрокардиограммы животных после тренировки;
- 3) проанализировать динамику показателей электрокардиограмм;
- 4) сопоставить полученные данные с доступными литературными источниками.

Материалы и методика. Исследования проводились на базе учебно-опытной конюшни ФГБОУ ВО Ижевской ГСХА. В исследовании было задействовано 6 голов взрослых лошадей без признаков сердечно-сосудистых заболеваний в анамнезе. Электрокардиограмму записывали согласно рекомендациям М. П. Рощевского в системах фронтальных и сагиттальных отведений с помощью цифрового ветеринарного электрокардиографа «Поли-Спектр 8/в». При анализе полученных электрокардиограмм использовали общепринятый алгоритм анализа с определением источника водителя ритма, частоты сердцебиения, амплитуд зубцов, продолжительностей интервалов. Последние две группы параметров определялись измерением усредненных кардиокомплексов (рис. 1). Запись производили до и после тренировки.

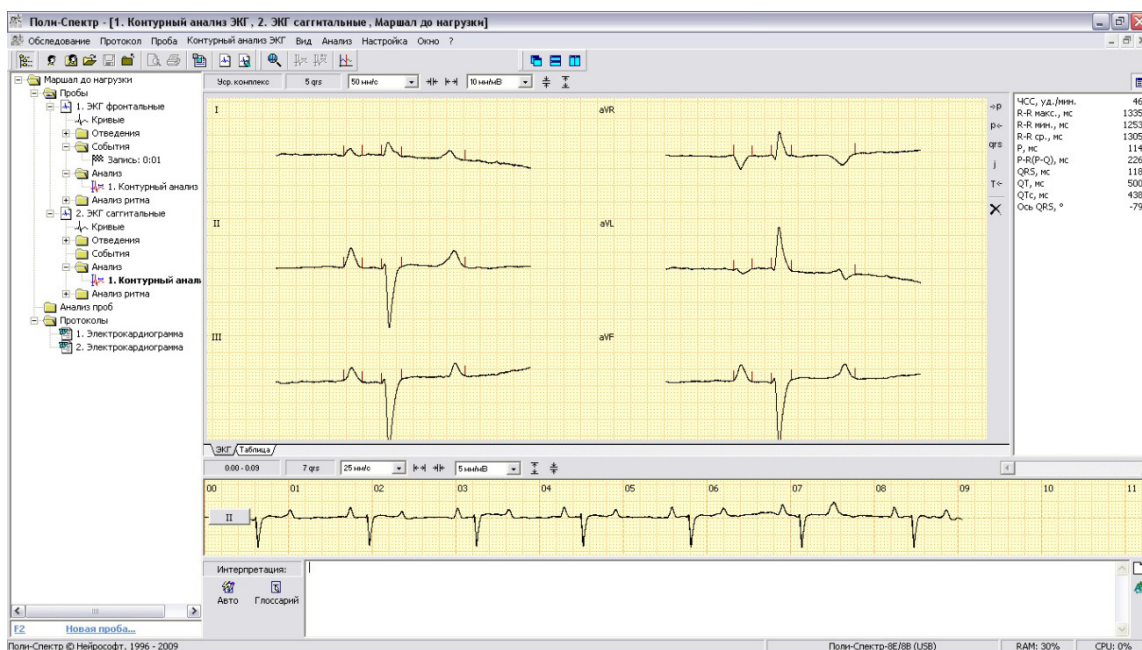


Рисунок 1 – Усредненные кардиокомплексы лошади в состоянии покоя. Саггитальные отведения

Результаты исследований. Согласно данным доступной литературы [9], после проведения умеренной тренинговой нагрузки с последующим проведением ЭКГ-исследования наблюдалось увеличение зубца R в 3 раза, зубца S – в 1,8 раза, зубца T – в 2,8 раза в сравнении с показателями до нагрузки. Длительность интервала P-Q уменьшилась на 25 %, комплекса QRS – на 25 %, длительность интервала Q-T по результатам исследований осталась прежней в сравнении с аналогичными показателями. Непонятным остается отсутствие указание на отведения, в которых произведены измерения. Согласно тем же источникам, после проведения слишком интенсивного, не соответствующему физическому развитию лошадей тренинга наблюдалось смещение сегмента S-T вверх от изолинии более чем на 0,2 мВ и формирование его куполообразной формы, свидетельствующей о начинающихся дистрофических процессах в миокарде. Также отмечалось удлинение промежутка Q-T более чем на 10 % от нормы [9].

При анализе полученных электрокардиограмм были выявлены разнонаправленные сдвиги показателей. Так, у большинства лошадей умеренно увеличивалась частота сердцебиения, что проявлялось сокращением интервала R-R, укорочением продолжительности деполяризации миокарда предсердий (зубца P) и желудочков (зубца R), сокращением интервала ST. Однако разброс в степени изменения этих параметров был достаточно велик, а у одного из опытных животных показатели остались практически неизменными.

При измерении амплитуд зубцов установлено, что в пределах отведения с максимальным вольтажом кардиокомплексов изменения не были однонаправленными. В сагиттальных отведениях у большинства животных амплитуда зубца R демонстрировала тенденцию к снижению.

Степень изменения вольтажа зубца R коррелировала с динамикой частоты сердцебиения. Максимальный рост амплитуды наблюдался у животных с большим временем восстановления частоты сердцебиения после нагрузки. У лошади с неизменившейся ЧСС амплитуда R даже незначительно снизилась. Наиболее согласованным было изменение амплитуды T, увеличившимся у большинства животных.

Заключение и выводы. Таким образом, полученные данные не в полной мере согласуются с литературными источниками. Очевидно, что на динамику показателей ЭКГ влияет не только продолжительность, интенсивность нагрузки и время, прошедшее после прекращения тренинга, но индивидуальные показатели животного (вес, порода, степень тренированности и т.д.), которые необходимо учитывать при составлении ЭКГ-заключения, что требует дополнительных исследований и является тематикой дальнейших опытов. Тем не менее, на основании полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. После тренировки происходит увеличение ЧСС различной степени, коррелирующее с динамикой амплитуды зубца R.
2. Наиболее согласованное изменение претерпевает амплитуда зубца T.
3. Изменения зубца R носят преимущественно отрицательный характер по амплитуде.

Список литературы

1. Особенности электрокардиограмм карликовых видов копытных млекопитающих / Д. С. Берестов, Д. И. Сафронов, А. А. Гордеева [и др.] // Вестник Ижевской ГСХА. – 2013. – № 2. – С. 72–75.
2. Васильев, Ю. Г. Ветеринарная клиническая патофизиология: учеб. пособие. В 2 частях. Ч. I. Патология сердечно-сосудистой системы, крови, дыхания, желудочно-кишечного тракта и печени / Ю. Г. Васильев, Д. С. Берестов, Е. И. Трошин. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – 208 с.
3. Виноградова, О. В. Динамическая электронейростимуляция в восстановительный период физической нагрузки у лошадей / О. В. Виноградова // Аграрный вестник Урала. – 2008. – № 12 (54). – С. 59–60.

4. Клиническая диагностика внутренних болезней животных: учебник / С. П. Ковалев, А. П. Курдеко, Е. Л. Братушкина [и др.]; под редакцией С. П. Ковалева [и др.]. – 4-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2020. – 540 с.
5. Никулин, И. А. Электрокардиографические показатели лошадей русской рысистой породы / И. А. Никулин, Е. И. Есикова, Ю. М. Енина // Ветеринария. – 2007. – № 5. – С. 42–44.
6. Физиологические показатели спортивных лошадей при скормливании препарата «Иппосорб» / С. Е. Яковлева, В. В. Черненко, Г. Ф. Бовкун [и др.] // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 10. – С. 61–65.
7. Черненко, В. В. Электрокардиографическая диагностика болезней сердца лошадей / В. В. Черненко, Ю. И. Симонов // Коневодство и конный спорт. – 2018. – № 1. – С. 32–33.
8. Черненко, В. В. Электрокардиографические параметры у племенных лошадей / В. В. Черненко, Л. Н. Симонова, Ю. И. Симонов // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 10. – С. 41–44.
9. Шестакова, А. Н. Сердечная деятельность спортивных лошадей под влиянием тренинга: спец. 03.00.13 «Физиология»: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Шестакова Анна Николаевна. – М., 2009. – 20 с.
10. Шестакова, А. Н. Электрическая активность сердца у спортивных лошадей в зависимости от тренинга / А. Н. Шестакова // Теоретические и практические вопросы ветеринарной медицины: материалы Всероссийской научно-практической конф. молодых ученых и специалистов, 13–14 нояб. 2007 г. – Киров, 2007. – С. 132–134.

УДК 638.15-085.28

Д. О. Стерхова¹, В. В. Тихонова²

¹ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

²ФГБОУ ВО ИГМА

ВЛИЯНИЕ «АПИВРАЧ» И «СПАСИПЧЕЛ» НА ПАТОГЕННЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ

Поиск препаратов для повышения резистентности пчелиных семей является актуальной проблемой в наше время, так как это связано с постоянно растущим числом инфекций, вызываемых устойчивыми к синтетическим антибактериальным препаратам и антибиотикам микроорганизмами. Препараты «АпиВрач» и «СпасиПчел» обладают выраженной антагонистической активностью к патогенной кишечной палочке и менее выраженной – к патогенному стафилококку золотистому.

Актуальность. С каждым годом увеличивается количество людей, предпочитающих придерживаться здорового питания и употреблять в пищу только натуральные, качественные продукты. К настоящему времени экопродукты, пользуются востребованностью. Одним из перспективных направлений является органическое пчеловодство. Добыть мед, отвечающий требованиям к экопродуктам, можно в специальных пчеловодческих хозяйствах, прошедших соответствующую сертификацию. По данным многих авторов, основным загрязнителем экопродукции, в том числе и меда, являются химиотерапевтические препараты (антибиотики, репелленты, инсектициды, пестициды, акарициды и т.п.); кроме того, увеличение числа штаммов микроорганизмов, резистентных к противомикробным препаратам, широко распространено по всему миру и является серьезной проблемой современного здравоохранения и ветеринарии [1, 10].

При введении естественным способом лечебных и профилактических препаратов на основе живых непатогенных микроорганизмов, способных предоставить положительные эффекты на физиологические и биохимические функции организма хозяина через оптимизацию его микробиологического статуса, относят к препаратам-пробиотикам. Способность повышать противоинфекционную устойчивость организма является важной их особенностью. После попадания препарата в желудочно-кишечный тракт начинают выделяться биологически активные вещества и функционировать системы микробных клеток, оказывающих как прямое действие на патогенные и условно-патогенные микроорганизмы, так и опосредованное – путем активации специфических и неспецифических систем защиты организма [2].

Новая разработка НВП «БашИнком» препараты «АпиВрач» и «СпасиПчел» используются для биологической защиты пчел от заболеваний вирусной, бактериальной, грибковой этиологии (аскосфероз, нозематоз, гнильцы). Служит для повышения иммунитета, ускорения роста и продуктивности пчелиных семей [3, 4, 5].

Целью исследования явилось изучение антагонистической активности препаратов, содержащих бактерии *Bacillus subtilis*, по отношению к патогенной микрофлоре.

Материалы и методика. Исследования проводили на кафедре эпизоотологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

В качестве тест-объекта использовали *Staphylococcus aureus*, выделенный из кишечника телят, и *Escherichia coli*, выделенную из кишечника белых мышей.

Staphylococcus aureus – грамположительные кокки, расположенные в мазке в виде небольших групп (в виде виноградных гроздей), неподвижные, не имеют жгутиков, не образуют спор, диаметром 0,5–1,5 мкм, обладающие каталазной активностью, в культуре дающие золотистый пигмент. *Escherichia coli* – грамотрицательные короткие палочки с закругленными концами, лактозопозитивные, с металлическим блеском колоний.

Для выделения и идентификации исследуемых культур использовали мясо-пептонный агар (МПА). Видовую идентификацию выделенных микробных ассоциатов проводили на основе изучения их морфологических и биохимических свойств.

Антагонистический эффект выявляли у препаратов «АпиВрач», «СпасиПчел», содержащие в своем составе бактерии *Bacillus subtilis*. Препарат «АпиВрач» – комплекс пробиотических бактерий *Bacillus subtilis* 11 В, 12В, 1К, 3К, 3Н, титр не менее 1×10^8 КОЕ/мл. Препарат «СпасиПчел» – комплекс пробиотических бактерий *Bacillus subtilis* 11 В, 12В, титр не менее 1×10^8 КОЕ/мл [6, 7].

Определение антагонистической активности препаратов проводили методом перпендикулярных штрихов. Испытуемые штаммы *Bacillus subtilis* наносили в виде вертикального штриха по диаметру чашки Петри. После инкубации в течение 2 суток при температуре 33 °С к штаммам перпендикулярно подсеивали тест-объекты (*S. aureus*, *E. coli*). Антимикробные вещества, проникающие в толщу агара, задерживали рост чувствительных к ним микроорганизмов, что выражалось в образовании зон отсутствия роста тест-объектов. О наличии и степени антагонистической активности у тестируемых препаратов судили по величине зоны ингибирования роста тест-штамма на границе со штрихом роста *Bacillus subtilis* [8, 9].

Чувствительность тест-объектов к антибактериальным препаратам определяли диско-диффузионным методом. На поверхность плотной питательной среды, засеянной сплошным газоном исследуемой культурой, накладывали не более 6 дисков, пропитанных антибиотиками. Спустя 18–24 часа инкубирования в термостате результат оценивали по диаметру зоны отсутствия роста вокруг дисков с антибиотиками.

Результаты исследований. При определении чувствительности тест-объектов к антибиотикам было выявлено, что *Escherichia*

coli не проявляла достаточной чувствительности к антибактериальным препаратам. Имела среднюю чувствительность к доксицилину, колистину, энрофлоксацину. Не чувствительна к флорфениколу, котримоксазолу, амоксициллину.

Staphylococcus aureus обладал чувствительностью к амоксициллину, среднюю чувствительность к колистину.

Результаты активности *Bacillus subtilis* к патогенным тест-объектам, отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Антагонистическая активность препаратов

Исследуемый препарат	Величина зоны задержки роста тест-культуры, см	
	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>
«АпиВрач»	1,98 ± 0,02	2,47 ± 0,09
«СпасиПчел»	1,65 ± 0,13	2,15 ± 0,15

Выводы и рекомендации. По результатам исследования выявлено, что «АпиВрач» и «СпасиПчел» проявили более выраженную антагонистическую активность в отношении *Escherichia coli* и несколько менее выраженную – к *Staphylococcus aureus*.

«АпиВрач» показал себя более эффективным по отношению к «СпасиПчел». Данный факт мы связываем с большим разнообразием штаммов бацилл, входящих в состав препарата.

Негативное влияние «АпиВрач» и «СпасиПчел» на патогенные штаммы *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus* можно объяснить способностью *Bacillus subtilis* вырабатывать антибиотические вещества и способностью изменять рН среды в кислую сторону, что замедляет способность патогенной микрофлоры к размножению.

Благодарности. ООО «Научно-внедренческое предприятие «БашИнком» за предоставление препаратов.

Список литературы

1. Бармина, И. Э. Стимулирующие подкормки для пчелиных семей с добавлением комплексных аминокислотных и пробиотических препаратов / И. Э. Бармина, А. Г. Маннапов, Г. В. Карпова // Вестник ОГУ. – 2011. – № 12 (131). – С. 376–377.
2. Влияние препарата «АпиВрач» на показатели роста *Ascosphaera apis* и других микроорганизмов / Д. О. Дряхлова, Е. Д. Мушталева, Е. А. Михеева [и др.] // Биомика. – 2019. – Т. 11. – № 2. – С. 202–205.
3. Энтеробактерии кишечника зимующих пчел *Apis Mellifera* / Я. Э. Ляпунов, Р. З. Кузьяев, Р. Г. Хисматуллин [и др.] //Микробиология. – 2008. – № 3 (77). – С. 421–427.

4. Влияние профилактических препаратов органической природы на рост и развитие гриба *Ascosphaera apis* / Е. Д. Мушталева, С. Л. Воробьева, Е. А. Михеева [и др.] // Пчеловодство. – 2020. – № 4. – С. 24–27.

5. Сравнительный микробиологический анализ различных фракций продуктов жизнедеятельности личинок *G.mellonella l. In vitro* / А. С. Осокина, И. В. Масленников, Е. А. Михеева [и др.] // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного работника сельского хозяйства РФ, почетного работника ВПО РФ, лауреата государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Любимова Александра Ивановича. В 2 томах. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 304–309.

6. Панин, А. Н. Пробиотики – неотъемлемый компонент рационального кормления животных / А. Н. Панин, Н. И. Малик // Ветеринария. – 2006. – № 7. – С. 21–23.

7. Пат. 1822689 Российская Федерация С, А01К53/00Подкормка для пчел / Э. В. Чаусова, Л. С. Холодная, И. А. Левченко; заявитель Киевский государственный университет им Т. Г. Шевченко (SU), Украинский Научно-Исследовательский Технологический Институт Пчеловодства (SU), SU 19914928524. № 4928524/15; заявл. 18.10.1991; опубл. 23.06.1993.

8. Пат. 2388219 Российская Федерация А01К47/00 Способ профилактики вирусных заболеваний пчел и повышения их продуктивности/ Г. А. Ноздрин, А. А. Плахова, В. Г. Кашковский; заявитель и патентообладатель Новосибирский государственный аграрный университет; заявл. 06.05.2008; опубл.10.05.2010.

9. Петров, Д. А. Санитарные показатели содержания и кормления насекомых-опылителей в условиях закрытого грунта / Д. А. Петров, Д. О. Стерхова, Е. А. Михеева // Роль ветеринарной и зоотехнической науки на современном этапе развития животноводства: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию доктора ветеринарных наук, профессора Геннадия Николаевича Бурдова и 60-летию доктора ветеринарных наук, профессора Юрия Гавриловича Крысенко. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 329–335.

10. Стерхова, Д. О. Анализ заболеваемости пчел нозематозом в условиях закрытого грунта при восстановлении естественной резистентности / Д. О. Стерхова, Е. А. Михеева, Л. М. Колбина // От инерции к развитию: научно-инновационное обеспечение и актуальные проблемы ветеринарной медицины: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – 2020. – С. 160–161.

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

УДК 664.681.1

А. Ю. Алашеева, А. В. Мильчакова, Н. И. Мазунина

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПЕЧЕНЬЯ «МИНУТКА» С ДОБАВЛЕНИЕМ ТРИТИКАЛЕВОЙ МУКИ

При проведении сравнительной оценка печенья «Минутка» с заменой пшеничной муки на тритикалевую были выявлены лучшие по качеству образцы: печенье «Минутка» (контроль) и печенье с заменой 10 и 20 % пшеничной муки на тритикалевую

Актуальность. Питательная ценность муки тритикалевой разных сортов, как и других видов муки, зависит от химического состава зерна и выхода муки. Мука из зерна тритикале может использоваться в кондитерской, хлебобулочной и макаронной промышленности. Хлеб из нее по питательной ценности, содержанию белков, незаменимых аминокислот, витаминов и микроэлементов превосходит как пшеничный, так и ржаной, имеет специфический вкус и приятный аромат, длительное время сохраняет свежесть и не черствеет 3–4 суток. Мука, изготовленная из зерна тритикале, имеет сладковатый вкус, легкий ореховый аромат и очень приятный кремовый оттенок. Применение тритикалевой муки позволит уменьшить дефицит ржаной муки, расширить сырьевую базу хлебопекарной промышленности, исключить смешивание разных видов муки (ржаной и пшеничной), разнообразить ассортимент хлебобулочных изделий с улучшенной биологической ценностью [9]. Тритикалевая крупа имеет высокую энергетическую ценность (до 1100 кДж). Она содержит большое количество белка, незаменимых аминокислот, в том числе лизина, валина, лейцина, богата макро- и микроэлементами, включая фосфор, калий, магний, кальций, марганец, железо, медь, цинк, бор, кобальт. Содержащийся в крупе крахмал отличается низким содержанием амилозы, что способствует лучшей перевариваемости его в организме человека [8].

В ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА вопросами введения в рецептуры пищевых продуктов дополнительного сырья или частичной замены основного сырья на более функциональное занимались Э. Ф. Вафина [1], Н. И. Мазунина [3], А. В. Мильчакова [5–7], Е. А. Ряпалова [7].

Целью данной работы является совершенствование технологии производства песочного печенья с добавлением тритикалевой муки для увеличения ассортимента и повышения качества продукции.

Материалы и методика. На основе имеющегося на производстве печенья «Минутка» была выработана рецептура печенья с добавлением тритикалевой муки 10, 20, 30 и 40 %.

Анализ готовой продукции на соответствие ГОСТ [2] был выполнен по следующим показателям: органолептическим, влажности, намокаемости, щелочности и дегустационной оценки.

Результаты исследований. После проведения пробной выпечки образцы исследовали по органолептическим и физико-химическим показателям. По вкусу и запаху контроль и образец с добавлением 10 % тритикалевой муки очень похожи – сладкие, сильно выражен вкус масла, без постороннего запаха. У образцов с добавлением 20, 30, 40 % тритикалевой муки попадают частицы плохо размолотой тритикалевой муки. Форма у всех 5 образцов плоская, без повреждений; поверхность шероховатая, не подгорелая, нижняя поверхность ровная, но у образцов с добавлением 30 и 40 % тритикалевой муки имеются ее единичные вкрапления. Цвет контрольного образца и образцов с добавлением 10 и 20 % тритикалевой муки соломенно-светлый, у образцов с добавлением 30 и 40 % тритикалевой муки – светло-коричневый. Вид на изломе у всех 5 образцов – с пористой структурой, без пустот и следов непромеса. Физико-химические показатели печенья представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели печенья

Вариант	Влажность, %	Щелочность, град.	Намокаемость, %
Норма по ГОСТ	Не более 10,0	Не более 2,0	Не менее 180
Печенье «Минутка» контроль	4,7	1,7	214
Печенье «Минутка» 10 % тритикалевой муки	4,8	1,8	197
Печенье «Минутка» 20 % тритикалевой муки	4,3	1,6	190

Вариант	Влажность, %	Щелочность, град.	Намокаемость, %
Печенье «Минутка» 30 % тритикалевой муки	3,5	1,4	183
Печенье «Минутка» 40 % тритикалевой муки	2,5	1,3	181
НСР ₀₅	0,6	0,2	5

Данные таблицы показывают, что влажность по контролю составляет 4,7 %. У образца с добавлением 10 и 20 % тритикалевой муки влажность находится на уровне контроля (4,8 и 4,3 %), а с увеличением содержания тритикалевой муки она уменьшается. Так, с 20 % добавлением тритикалевой муки влажность снизилась до 4,1 %, с 30 % тритикалевой муки – 3,5 %, с 40 % тритикалевой муки – 2,5 %, что на 0,6–2,3 % ниже влажности в контрольном варианте при НСР₀₅ = 0,6 %. Аналогично наблюдаются изменения щелочности печенья. При добавлении 30 и 40 % тритикалевой муки данный показатель снижается на 0,3–0,4 град. при НСР₀₅ = 0,2 град. Наибольшую намокаемость показал контрольный образец – 214 %.

У остальных образцов намокаемость снизилась на 17–33 % относительно данного показателя контрольного образца при НСР₀₅ = 5 %. Все пять образцов по всем физико-химическим показателям соответствуют требованиям ГОСТ.

По результатам дегустационной оценки наибольший бал получили контрольный вариант (29,4 балла), образцы с добавлением 10 % тритикалевой муки (29,9 балла) и 20 % тритикалевой муки (29,2 балла).

Вывод. Таким образом, среди исследуемых образцов печенья лучшими оказались контрольный вариант печенья «Минутка», печенье с заменой 10 % пшеничной муки на тритикалевую и печенье с заменой 20 % пшеничной муки на тритикалевую.

Список литературы

1. Вафина, Э. Ф. Использование семян рапса и арахиса при производстве зернового изделия «Зерна и злаки» / Э. Ф. Вафина, А. Ю. Кузьминых, И. В. Егорова // Актуальные проблемы технологии продуктов питания, туризма и торговли: сборник научных трудов II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Нальчик, 2021. – С. 102–105.

2. ГОСТ 24901-2014 «Печенье. Общие технические условия» [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200114736>.
3. Мазунина, Н. И. Использование кунжута и ячменной муки в производстве хлебобулочных изделий / Н. И. Мазунина // Роль филиала кафедры на производстве в инновационном развитии сельскохозяйственного предприятия: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 30-летию филиала кафедры растениеводства ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА в СХПК «Колхоз имени Мичурина» Вавожского района Удмуртской Республики. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – С. 34–36.
4. Мильчакова, А. В. Использование ржаного солода при производстве пряников северные / А. В. Мильчакова // Роль филиала кафедры на производстве в инновационном развитии сельскохозяйственного предприятия: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 30-летию филиала кафедры растениеводства ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА в СХПК «Колхоз имени Мичурина» Вавожского района Удмуртской Республики. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – С. 41–45.
5. Мильчакова, А. В. Производство песочного печенья с добавлением гречневой муки / А. В. Мильчакова, О. В. Эсенкулова // Научно обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства: материалы Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 59–63.
6. Мильчакова, А. В. Производство сдобного печенья с добавлением ржаного солода / А. В. Мильчакова, Н. И. Мазунина // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 томах. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 172–174.
7. Ряпалова, Е. А. Использование цикория и порошка из ягод малины в технологии производства батона «Зебра» / Е. А. Ряпалова, Т. Н. Рябова // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф., молодых ученых. В 3 томах. – Ижевск, 2020. – С. 180–184.
8. Чиркова, Л. В. Технология выработки крупы из тритикале / Л. В. Чиркова, И. А. Панкратьева, С. В. Зверев, О. В. Политуха // Хранение и переработка зерна. – 2017. – № 1 (209). – С. 38–39.
9. Шильман, Л. З. Технология кулинарной продукции: учебное пособие / Л. З. Шильман. – М.: Академия, 2016. – 176 с.

С. В. Владимиров, М. В. Иващенко
ДонНУЭТ имени Туган-Барановского

ОБОСНОВАНИЕ СОСТАВА МУЛЬТИЭНЗИМНОЙ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

На основании данных литературных источников о строении растительной ткани проводится сравнительный анализ ферментов целлюлазы, ксиланазы и пектиназы и возможности их использования в виде мультиэнзимной композиции для обработки растительного сырья с целью повышения содержания в системе пектиновых веществ, в частности растворимого пектина. Предлагаются параметры проведения процесса ферментализации.

Актуальность. Анализ состояния проблемы недостатка в рационе питания людей пектиновых веществ, а также состояния производства пектина и продуктов с повышенным содержанием пектиновых веществ в нашей стране позволил предложить направление развития ресурсосберегающей и малоотходной технологии переработки растительного сырья с помощью ферментных препаратов целлюлолитического, гемицеллюлолитического, ксиланазного и пектолитического действия.

Материалы и методика. На основании анализа литературных источников приведены данные о размещении пектиновых веществ в растительном сырье и выявлены проблемы их извлечения. Предложены ферменты для дальнейшего проведения исследований: целлюлаза, ксиланаза, пектиназа. Приведены сравнительные характеристики ферментов.

Результаты исследований. Для решения проблемы соответствия нутриентного состава продуктов питания требованиям ВОЗ, обогащения продуктов питания биологически активными веществами и внедрения малоотходных технологий необходимо использовать новейшие способы обработки сырья. На данный момент производится широкий ассортимент продукции из плодово-ягодного и овощного сырья, например, овощные и плодово-ягодные пюре, измельченные и протертые плоды и ягоды с сахаром, пасты, консервы и продукты из целых или нарезанных плодов [1, 2].

Для извлечения биологически активных веществ, в том числе пектиновых, из продуктов растительного происхождения в контексте реализации принципов малоотходных технологий целесообразно использовать ферментные препараты как для комплексной переработки растительного сырья, так и для переработки отходов производства, которые богаты именно этими веществами.

Природный полисахарид пектин (основной строительный материал для клеточных стенок высших растений) обладает широким спектром функциональных свойств. В сочетании с водой и некоторыми другими веществами он может выступать в качестве загустителя, желеобразующего агента, стабилизатора, эмульгатора, катионсвязывающего агента и т.д.

Сложности получения растворимого пектина обусловлены его размещением в растительном сырье. Традиционный способ извлечения пектина посредством кислотного гидролиза не позволяет полностью экстрагировать пектин без повреждения его структуры и не отвечает требованиям экологической безопасности из-за использования кислоты [3].

Роль пектиновых веществ в жизненном цикле представителей флоры разнообразна, что обуславливает различное размещение растворимого пектина и протопектина в растительных клетках. Например, протопектин входит в состав клеточных стенок, а растворимый пектин сосредоточен в вакуоле. Кроме того, их содержание зависит от зрелости плодов и других характеристик растительного сырья (вид, возраст, условия роста и развития), что в свою очередь влияет на технологические факторы ведения процесса извлечения пектиновых веществ. Целесообразность использования ферментных препаратов направленного действия обусловлена строением протопектина. Протопектин в продуктах растительного происхождения находится в связанном виде с целлюлозой и гемицеллюлозой [4].

Взаимное размещение полисахаридов растительной клетки можно представить в следующем виде (рис. 1). Таким образом, целлюлоза, гемицеллюлоза, протопектин связаны друг с другом ковалентными связями и другими взаимными силами различной природы [5, 6].

Нами предлагается технология обработки растительного сырья ферментов целлюлолитического, гемицеллюлолитического и пектиназного действия с целью максимизации выхода растворимого пектина в систему и для перехода протопектина в пектин

без использования высоких температур, которые могут снижать содержание биологически активных веществ, нестойких к действию температуры, а также снизить энергоемкость процесса.

В таблице 1 представлена характеристика биохимических показателей ферментов, отобранных для дальнейших исследований.

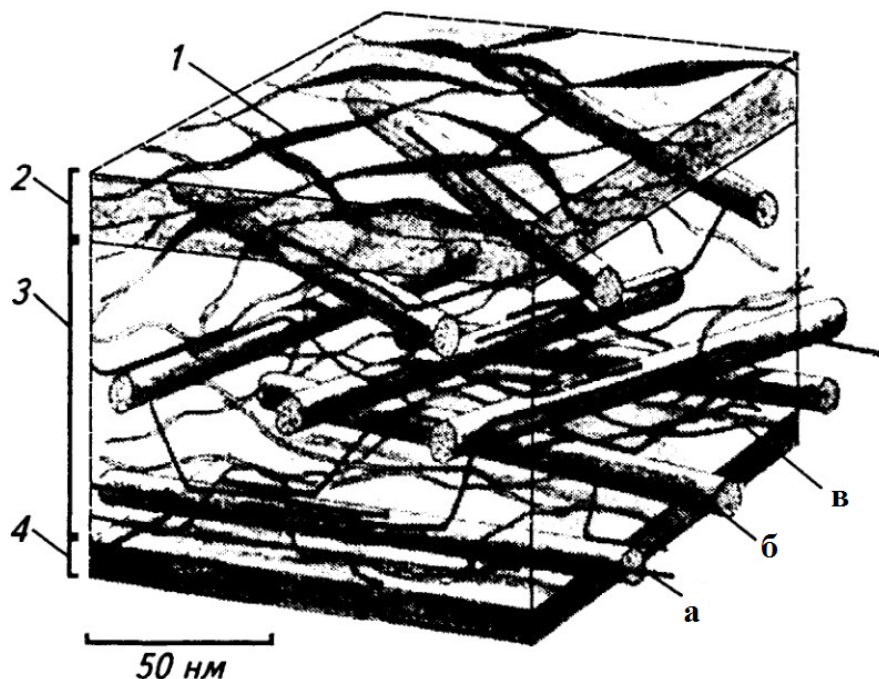


Рисунок 1 – Схема возможного соединения микрофибрилл и компонентов матрикса:

- 1 – молекулы пектина срединной пластины; 2 – срединная пластина;
 3 – первичная оболочка; 4 – цитоплазматическая мембрана;
 а – молекула гемицеллюлозы; б – молекула целлюлозы; в – молекула пектина

Таблица 1 – Характеристика биохимических параметров ферментов для биокатализа растительного сырья

Наименование фермента	Активность	Значение pH среды		Значение температуры среды	
		оптимум	рабочий диапазон	оптимум	рабочий диапазон
Пектиназа (полигалактуроноза)	35 ед./г	3,7–4,3	2,0–5,2	35–50 °С	25–55 °С
Целлюлаза	10 000 ед./г	3,5–4,5	2,0–6,5	50–65 °С	30–75 °С
Ксиланаза	10 000 ед./г	5,0–7,0	4,5–8,0	50–60 °С	40–65 °С

На основании данных таблицы можно предположить, что оптимальными параметрами ведения процесса ферментализации является значение pH от 3,5 до 5,5 и температуры среды от 35 до 50 °С.

Выводы и рекомендации. Предложенный способ переработки растительного пектинсодержащего сырья позволит снизить себестоимость готового полуфабриката за счет энерго- и ресурсосберегающих методов обработки сырья с помощью ферментных препаратов. Разработка ресурсосберегающей технологии растительного полуфабриката на основе пектинсодержащего сырья является одним из путей решения проблемы разработки пищевых продуктов лечебно-профилактического и оздоровительного направления. Дальнейшие исследования будут направлены на оптимизацию состава ферментного комплекса и обоснование оптимальных условий ведения процесса ферментолиза для получения максимальной концентрации растворимого пектина.

Список литературы

1. Новое в технологии переработки плодового сырья: монография / Л. П. Малюк, А. А. Дубинина, Л. Н. Пилипенко [и др.]. – Харьк. гос. академия технол. и орг-ции питания. – Харьков, 1995. – 106 с.
2. Гнищевич, В. А. Изучение факторов, влияющих на процесс ферментативного гидролиза растительного сырья (тезисы) / В. А. Гнищевич, А. В. Слащева, М. В. Иващенко // Сборник материалов III Международной инновационной научно-практической конференции «Современная торговля: теория, практика, перспективы развития». – М.: Московский гуманитарный университет, май 2014 г. – С. 224–225. – URL: <http://www.ael.ru/about/novosti/fayly/КОнф%20%20Современ.%20торговля.pdf> (дата обращения: 15.09.2021 г.).
3. Ptichkina, N. M. Pectin extraction from pumpkin with the aid of microbial enzymes / N. M. Ptichkina, O. A. Markina, G. N. Rumyantseva // Food Hydrocolloids. – 2008. – № 22. – P. 192–195.
4. Донченко, Л. В. Пектин: основные свойства, производство и применение / Л. В. Донченко, Г. Г. Фирсов. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 276 с.
5. McCann, M. C. Plant cell wall architecture: the role of pectin's / M. C. McCann, K. Roberts // Pectin's and Pectinases: Proceedings of an Int. Sym. – Wageningen, Netherlands, 1996. – P. 91–107.
6. Visser, J. Pectin's and petinases / J. Visser, A. G. Voragen. – Amsterdam: Eisevier Science, 1996. – 990 p.

Е. И. Гавшина

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ПРОЦЕСС УДАЛЕНИЯ ВЛАГИ ИЗ ПЛОДОВ ОБЛЕПИХИ

Рассматривается и описывается процесс удаления влаги из свежего растительного сырья – плодов облепихи крушиновидной. Доказывается практически, что при процессе сублимации продукт теряет в весе еженедельно, и процесс удаления влаги завершается спустя месяц экспериментального наблюдения. Полученный продукт не теряет структурной целостности, способности к дегидратации, максимально сохраняет витаминный состав и весь набор полезных свойств.

Актуальность. Основное и главное преимущество сублимированной ягодной продукции – длительный срок хранения сырья. Также стоит отметить, что все сублимированные продукты имеют отличие в массе, в сравнении со свежими продуктами, в меньшую сторону, что позволяет экономить в расходах на транспортировку и на способе хранения данной продукции.

Сублимированное растительное сырье может использоваться как основной компонент для готовых блюд и напитков, так и для производства биологически активных добавок и лекарственных средств. Ягоды, подвергнутые процессу сублимационной сушки, – прекрасный ингредиент для производства продуктов специального назначения, лечебного и диетического питания [1–2, 7].

Сублимация позволяет сохранить почти без изменений структуру исходного продукта, его биохимические и биологические свойства, витаминный состав, и поэтому данный процесс экономически оправдан, если необходимо сохранить в продукте набор этих качеств.

При помещении сублимированной ягоды в емкость с водой или при добавлении любой другой жидкости, ягоды принимают свой естественный вид в считанные минуты. Продукты сублимационной сушки изготавливаются из натурального сырья без добавления консервантов, сахаров, ароматизаторов, глютена, ГМО, а также могут быть отнесены к категории вегетарианских блюд.

Материалы и методика. Для проведения экспериментального исследования с целью подробного изучения процесса удаления влаги из растительного сырья нам понадобились 2224 г свежей облепихи крушиновидной и морозильная камера с постоянной тем-

пературой $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$, с тремя отсеками (коробами) для выкладки плодов по слоям. Для более точного наблюдения за процессом испарения влаги из плодов облепихи мы расположили плоды следующим образом: в первом отсеке плоды разложены в один слой, во втором отсеке – в два слоя, и в третьем отсеке – в три слоя. Данная раскладка плодов позволит проанализировать процесс испарения влаги и сделать вывод о том, каким образом необходимо располагать сырье при процессе сублимации с целью большего испарения влаги из продукта за наиболее короткий период времени.

Плоды облепихи, расположенные в один слой, имеют вес 440 г на день начала эксперимента. Облепиха, разложенная в два слоя во втором отсеке, весит 744 г. И расположенные в три слоя плоды облепихи в третьем отсеке имеют вес 1040 г.

Для того чтобы процесс удаления влаги происходил без образования кристаллов льда и по времени не растягивался на длительный период времени, открывать морозильную камеру необходимо нечасто, и только в определенный день для взвешивания плодов [3–5].

Спустя неделю экспериментального наблюдения и взвешивания плодов в каждом из трех отсеков было установлено значительное снижение массы облепихи, что говорит о том, что процесс удаления влаги находится в активной стадии в ближайшие дни после начала эксперимента. Через семь дней наблюдения вес облепихи в первом ящике уменьшился на 7 г, во втором – на 10 г, в третьем – на 9 г.

Для того чтобы установить длительность активной фазы удаления влаги из плодов облепихи, было проведено взвешивание облепихи спустя три дня после первого взвешивания, что составило 10 дней от начала эксперимента. Вес облепихи в каждом отсеке морозильной камеры остался неизменным, благодаря чему можно сделать вывод о том, что пик активной фазы удаления влаги из плодов приходится на первые несколько дней после помещения сырья в холодную среду морозильной камеры.

Спустя две недели наблюдения вес облепихи в один слой уменьшился на 1 г в сравнении с облепихой спустя неделю исследования и на 8 г от начального веса. Вес облепихи в два слоя уменьшился на 1 г в сравнении с облепихой спустя неделю исследования и на 11 г от начального веса. Вес облепихи в три слоя уменьшился на 1 г в сравнении с облепихой на 10-й день исследования, разница в весе от начала исследования составляет ровно 10 г.

Так как изменения в весе спустя две недели эксперимента были весьма незначительными, проведение следующих измерений было запланировано на 21-й день после начала экспериментального исследования.

Спустя 21 день исследования вес облепихи в 1 слой остался неизменным в сравнении с весом облепихи спустя 14 дней исследования, что составляет 8 г разницы с начальным весом облепихи. Вес облепихи в 2 слоя уменьшился на 1 г в сравнении с весом облепихи спустя 14 дней исследования, что составляет 12 г разницы от начального веса. Вес облепихи в 3 слоя уменьшился на 1 г в сравнении с весом облепихи на 14-й день исследования, что составляет 11 г разницы от начального веса.

В завершении эксперимента взвешивание плодов облепихи крушиновидной состоялось спустя 30 дней после начала исследования. Вес облепихи в 1 слой с начала исследования уменьшился на 10 г и составил к его концу 430 г. Спустя 1 месяц исследования вес облепихи в 2 слоя уменьшился в сравнении с первоначальным на 13 г и составил 731 г. Вес облепихи в 3 слоя в сравнении с началом исследования остался неизменным, что говорит о завершении процесса удаления влаги. Таким образом, разница в весе в сторону уменьшения от начала исследований составила 11 г и равна 1029 г на конец исследования.

Результаты исследований. Проведя экспериментальное наблюдение за удалением влаги из растительного сырья, посредством помещения плодов облепихи в морозильную камеру с температурой -16°C на срок, равный 30 календарным дням, определили, что пик активной и основной фазы приходится на первые несколько дней от начала эксперимента. В середине эксперимента снижение массы сырья минимально, что говорит о том, что процесс удаления влаги замедляется. Снижения веса не происходит ни на 14-й, ни на 21-й день эксперимента, и процесс полностью завершается к 30-му дню эксперимента. Важно отметить, что разница в весе в заключительные дни эксперимента, начиная с 21-го дня, минимальна и составляет порядка 1 г [6–9].

Данные экспериментального наблюдения за снижением массы плодов облепихи, помещенных в морозильную камеру на срок до 30 календарных дней, представлены в таблице 1.

Снижение веса плодов облепихи в морозильной камере представлено также в виде диаграммы на рисунке 1. Крайний левый столбец соответствует весу облепихи на момент начала исследо-

ваний в каждом из отсеков. Уменьшение веса зафиксировано на 7, 14, 21, 30-й дни эксперимента.

Таблица 1 – Удаление влаги из плодов облепихи в морозильной камере

Продукт	Вес изначальный от 24.09, г	Вес спустя неделю 01.10, г	Вес спустя 10 дней 04.10, г	Вес спустя 14 дней 08.10, г	Вес спустя 21 день 15.10, г	Вес спустя месяц 25.10, г
Облепиха в 1 слой	440	433	433	432	432	430
Облепиха в 2 слоя	744	734	734	733	732	731
Облепиха в 3 слоя	1040	1031	1031	1030	1029	1029

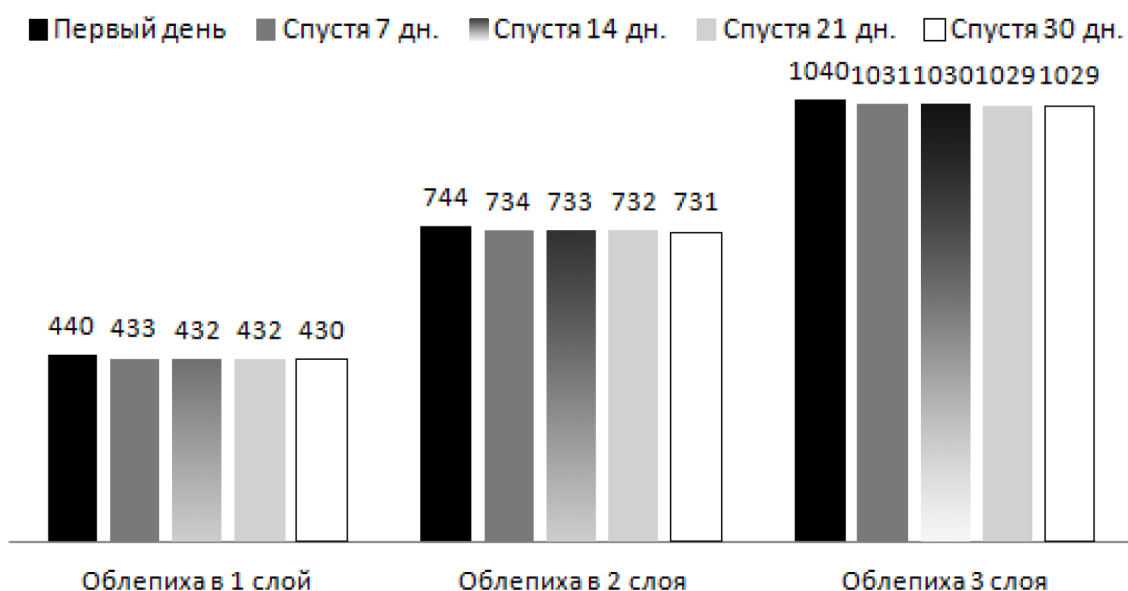


Рисунок 1 – Снижение массы облепихи в течение месяца в каждом отсеке послойно

Выводы и рекомендации. Целью переработки любого растительного сырья методом сублимационной сушки является снижение водной активности и содержания влаги в продукте, что позволит остановить развитие микробных и гнилостных процессов, а значит, увеличить сроки хранения продукции. Процесс сублимации растительного сырья в данном случае облепихи крушиновидной позволяет уменьшить массу готового продукта, что приведет к снижению расходов на транспортировку продукции, также сублимация повышает качество сырья и подготавливает продукты к дальнейшему применению в разных промышленных областях [1].

Отличия продукции сублимационной сушки от свежего сырья минимальны, что подтверждают органолептические показатели, такие как вкус, запах, цвет. Текстура сублимированной ягодной продукции более пористая и хрустящая, но при помещении продукции в водную среду ягоды принимают вид свежих. Плоды облепихи, подвергнутые процессу удаления влаги путем помещения сырья в морозильную камеру, сохранили свой первоначальный цвет и аромат. В то же время сублимированная облепиха имеет пористую структуру и поэтому обладает высокой абсорбционной способностью. При удалении влаги из продукта нет необходимости в добавлении различных добавок для увеличения сроков хранения продукции.

Сублимированная облепиха полезна и вкусна, как и только что собранная свежая ягода. Употреблять в пищу и использовать для приготовления различных блюд и напитков такие ягоды может любой человек, который не имеет противопоказаний к употреблению данного продукта в свежем виде. Процесс сублимации ягодной продукции позволит употреблять сублимированную ягодную продукцию в любое время года, и исключительно с пользой для здоровья.

Список литературы

1. Гавшина, Е. И. Перспективы использования облепихи в производстве продуктов специального назначения для людей с повышенной физической нагрузкой, в том числе работников служб чрезвычайных ситуаций / Е. И. Гавшина, Н. Ю. Касаткина, В. В. Касаткин // Наука Удмуртии. – 2019. – № 4 (90). – С. 18–21.
2. Восстановление сублимированных продуктов // В. В. Касаткин, А. И. Евсеев, С. А. Вахрушев [и др.] // Вестник Ижевской ГСХА. – 2010. – № 3 (24). – С. 8–10.
3. Касаткин, В. В. Сушка термолабильных материалов на установках непрерывного действия / В. В. Касаткин, И. Ш. Шумилова // Пищевая промышленность. – 2006. – № 10. – С. 12–13.
4. Тепломассообмен в сублимационных сушильных установках непрерывного действия с СВЧ- и УЗИ-источниками при непрерывном потоке газа / В. В. Касаткин, Н. Ю. Литвинюк, И. Г. Поспелова [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2011. – № 7. – С. 75–77.
5. Касаткин, В. В. Анализ существующих сушек / В. В. Касаткин, Н. Ю. Литвинюк, К. В. Кожевникова // Научное обеспечение реализации национальных проектов в сельском хозяйстве: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2006. – С. 107–110.
6. Пат. на изобретение RU 2346626 С2 20.02.2009. Установка непрерывного действия для измельчения и сублимационной сушки кускообразных материалов

/ В. В. Касаткин, Н. Ю. Литвинюк, Л. Я. Лебедев, А. В. Храмешин, И. Ш. Шумилова; Заяв. № 2007103504/13 от 29.01.2007.

7. Касаткина, Н. Ю. Тенденции организации обучения специалистов пищевых и перерабатывающих предприятий в современных условиях / Н. Ю. Касаткина, В. В. Касаткин // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016 – С. 147–153.

8. Сублимационная сушка в установках непрерывного действия в поле СВЧ-энергии / Н. Ю. Литвинюк, В. В. Касаткин, В. В. Фокин [и др.] // Аграрная наука на рубеже тысячелетий: труды научно-практической конференции. – Ижевск, 2001. – С. 221–224.

9. Литвинюк, Н. Ю. Совершенствование процесса сублимационной СВЧ-сушки плодово-ягодных соков / Н. Ю. Литвинюк, В. В. Фокин, В. В. Касаткин // Актуальные проблемы электромеханизации производственных процессов в АПК Удмуртской Республики и пути их решения в условиях современной рыночной экономики: труды научно-практической конференции. – Ижевск, 2001. – С. 97–99.

УДК 664.681.15

И. Н. Давкина, Т. Н. Рябова, С. И. Коконев
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

БАНАНОВОЕ ПЮРЕ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА САХАРНОГО ПЕЧЕНЬЯ

Исследовано влияние бананового пюре на качество сахарного печенья. Установлено, что с добавлением 10 % бананового пюре происходит улучшение органолептических показателей качества сахарного печенья.

Актуальность. Российский рынок кондитерских изделий в настоящее время является в мире одним из быстроразвивающихся кондитерских рынков.

Для обеспечения конкурентоспособности мучных кондитерских изделий необходимо расширение ассортимента изделий, отвечающих целям сбалансированного питания. Решение этой проблемы возможно путем введения в рецептуру новых видов сырья, обладающих необходимыми технологическими свойствами, богатым химическим составом [8].

Одним из способов повышения качества продуктов питания является обогащение их различными видами раститель-

ного сырья. Растительное сырье обладает высокими питательными, вкусовыми и лечебно-профилактическими свойствами, содержит клетчатку и пектиновые вещества. Для этих целей рационально использовать плоды, ягоды, овощи и продукты их переработки [1, 3–7].

В России банан входит в число трех самых популярных фруктов. В структуре российского импорта ягод и фруктов на бананы приходится около 28 % рынка. По данным «АБ-Центр» – экспертно-аналитического центра агробизнеса, употребление бананов в Российской Федерации ежегодно возрастает и достигает 9,3 кг на душу населения [2].

В связи с этим совершенствование технологии производства сахарного печенья с добавлением бананового пюре для улучшения вкусовых качеств и увеличения ассортимента мучных кондитерских изделий является актуальным.

Материалы и методика. Экспериментальные исследования проводились в условиях лаборатории кафедры растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. Объектом исследования являлись опытные образцы следующих видов сахарного печенья: сахарное печенье (контроль), сахарное печенье с добавлением 10 и 20 % (от массы муки) бананового пюре.

Технологический процесс производства сахарного печенья включал следующие операции: подготовка сырья и полуфабрикатов к производству, приготовление эмульсии, приготовление теста, формирование теста, выпечка, охлаждение.

Для оценки показателей качества полученных образцов использовали ГОСТ 24901–2014 Печенье. Общие технические условия.

Результаты исследований. Определение качества сахарного печенья по органолептическим показателям проводили по внешнему виду, вкусу, запаху, цвету и виду в изломе (табл. 1).

По органолептическим показателям разработанные варианты сахарного печенья соответствуют требованиям ГОСТ 24901-2014 Печенье. Общие технические условия.

Вкус и запах сахарного печенья с добавлением 10 % бананового пюре более нежный и приятный, свойственный банану. Более выраженный вкус присутствует в сахарном печенье с добавлением 20 % бананового пюре. Форма и поверхность всех образцов печенья плоская, без вмятин и вздутий и слегка шероховатая. При включении в рецептуру бананового пюре изделия приобрели светло-бежевую и бежевую окраску, нижняя сторона изделий

во всех вариантах была более темная. Все виды сахарного печенья были пропеченными, без пустот и следов непромеса.

Таблица 1 – Органолептические показатели сахарного печенья

Наименование показателей	Сахарное печенье (контроль)	Сахарное печенье с добавлением 10 % бананового пюре	Сахарное печенье с добавлением 20 % бананового пюре
Вкус и запах	Без постороннего привкуса и запаха	Свойственный банану нежный, приятный вкус и запах	Более выраженный вкус банана
Форма	Плоская, без вмятин, вздутий и повреждений края		
Поверхность	Слегка шероховатая	Слегка шероховатая	Слегка шероховатая, неровная
Цвет	Светло-соломенный. Нижняя сторона более тёмная	Светло-бежевый. Нижняя сторона темнее, чем верхняя	Бежевый. Нижняя сторона более тёмная
Вид в изломе	Пропеченное, без пустот и следов непромеса		

При введении в рецептуру бананового пюре влажность печенья составила 8,5–9,7 %, что на 1,1–2,3 % выше, чем у контрольного образца (табл. 2). Данные показатели влажности соответствуют требованиям ГОСТ 24901-2014 – не более 10 %. Отмечено снижение намокаемости изделий на 1,5–10,0 % в сравнении с аналогичным показателем контроля. Сахарное печенье с добавлением 20 % пюре по данному показателю не соответствует требованиям стандарта (не менее 180 %).

Таблица 2– Физико-химические показатели сахарного печенья

Показатель	Сахарное печенье (контроль)	Сахарное печенье с добавлением 10 % бананового пюре	Сахарное печенье с добавлением 20 % бананового пюре
Массовая доля влаги, %	7,4	8,5	9,7
Намокаемость, %	187,0	185,5	177,0

После определения органолептических и физико-химических показателей качества была проведена дегустационная оценка, в которой был выявлен наиболее понравившийся образец печенья. Оценку проводили по пятибалльной шкале, оценивался вкус, запах, форма, поверхность, цвет и пропеченность. По результатам дегустационной оценки сахарное печенье контрольного варианта получило 26,0 баллов из 30, сахарное печенье с добавлением 10

и 20 % бананового пюре – 29,4 и 29,0 баллов соответственно. Сахарное печенье с добавлением 10 % пюре превосходило остальные изучаемые варианты по запаху и цвету.

Вывод и рекомендации. С целью улучшения вкусовых качеств сахарного печенья и увеличения ассортимента мучных кондитерских изделий рекомендуется производить сахарное печенье с добавлением бананового пюре в размере 10 % от массы муки.

Список литературы

1. Березкина, Г. Ю. Разработка технологии производства сливочного масла с цикорием / Г. Ю. Березкина, А. С. Тронина, С. С. Вострикова // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного работника сельского хозяйства РФ, почетного работника ВПО РФ, лауреата государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, д-ра с.-х. наук, проф. Любимова А. И. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 171–176.

2. Бронникова, В. В. Плоды бананов в кухнях народов мира / В. В. Бронникова, В. И. Мошков // Успехи современной науки и образования. – 2017. – Т. 1. – № 7. – С. 64–68.

3. Вафина, Э. Ф. Возможность использования семян рапса при производстве хлебобулочных изделий / Э. Ф. Вафина, А. Ю. Кузьминых // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки РФ, Чувашской АССР, Почетного работника ВПО РФ, д-ра с.-х. наук, проф. А. И. Кузнецова. – Чебоксары: ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ, 2020. – С. 345–349.

4. Вострикова, С. С. Перспективы использования растительных компонентов при производстве йогурта / С. С. Вострикова, Г. Ю. Березкина // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. – Чебоксары: ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА, 2019. – С. 164–169.

5. Мильчакова, А. В. Производство песочного печенья с добавлением гречневой муки / А. В. Мильчакова, О. В. Эсенкулова // Научно обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 59–63.

6. Рябова, Т. Н. Производство пшеничного хлеба на мятном отваре / Т. Н. Рябова, В. С. Шуклина // Эффективность адаптивных технологий в сельском хозяйстве: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 50-летию СХПК имени Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – С. 108–111.

7. Ряпалова, Е. А. Использование цикория и порошка из ягод малины в технологии производства батона «Зебра» / Е. А. Ряпалова, Т. Н. Рябова // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 180–184.

8. Теплов, В. И. Физиология питания / В. И. Теплов, В. Е. Боряев. – М.: Дашков и К°, 2006. – 451 с.

УДК 664.66.022.3

А. В. Мильчакова, Н. И. Мазунина
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ПРОИЗВОДСТВО И ЭКСПЕРТИЗА ХЛЕБА «ПРИБАЛТИЙСКИЙ ОВОЩНОЙ» С ДОБАВЛЕНИЕМ РОЗМАРИНА

Представлены результаты исследований по производству и определению качества хлеба «Прибалтийский овощной». Был выделен образец с добавлением чеснока 2 кг и розмарина 500 г (на массу муки 100 кг).

Актуальность. Хлеб – пищевой продукт, изготовленный при выпечке теста, приготовленного из муки, воды и соли, с добавлением или без добавления сахара. В мире мало ценностей, которые, как хлеб, ни на день, ни на час не теряли бы своего значения. Когда хочется есть, вспоминаешь прежде всего хлеб. Хлеб употребляют в любое время года, в любом возрасте, в любом настроении. Он делает вкуснее остальную пищу, оказывается одной из основных причин хорошего и плохого пищеварения [4].

В питании человека роль хлеба устанавливается содержанием в нем питательных веществ, белков, жиров, витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон. Химический состав хлеба обуславливается сортом муки, технологией приготовления и рецептурой. Значительную часть вырабатываемого ассортимента представляют хлебобулочные изделия из муки высшего и первого сортов, которые включают минимальные концентрации витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон, вследствие потери их вместе на стадиях переработки в муку зерновых культур, производства хлеба [5].

В ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА на кафедрах растениеводства вопросами введения в рецептуры пищевых продуктов растительного производства дополнительного сырья или частичной замены основного сырья на более функциональное занимались, Вафина Э. Ф. [1, 2], Рябова Т. Н. [6], Ряпалова Е.А. [7].

Материалы и методика. Целью работы является совершенствование технологии производства хлеба «Прибалтийский овощной» с добавлением розмарина для улучшения качества и увеличения ассортимента хлебобулочных изделий. Проверка качества хлеба «Прибалтийский овощной» исследуется согласно ГОСТ 31807-2012 «Изделия хлебобулочные из ржаной и смеси ржаной и пшеничной муки. Общие технические условия» [3].

Методы контроля: определение органолептических показателей – по ГОСТ 5667; определение влажности – по ГОСТ 21094; определение кислотности – по ГОСТ 5670; определение пористости – по ГОСТ 5669. Разработаны новые рецептуры хлеба «Прибалтийский овощной» с добавлением розмарина по следующим вариантам на 10 кг муки: 100 г лука, 100 г чеснока и 50 г укропа; 100 г лука, 100 г чеснока и 50 г розмарина; 200 г лука и 50 г розмарина; 200 г чеснока и 50 г розмарина. В качестве контрольного варианта был выбран вариант хлеба «Прибалтийский овощной» с добавлением лука, чеснока и укропа.

Результаты исследований. Технология производства хлеба «Прибалтийский овощной» с добавлением розмарина включает в себя следующие операции: прием и хранение сырья, подготовка сырья, приготовление дополнительного сырья (лук, чеснок и розмарин), приготовление готовых изделий (замес теста, формование, расстойка, выпечка, охлаждение), подготовка изделий к упаковке, упаковка.

В 2017 г. в ООО «Хлебозавод № 5» г. Ижевска была проведена пробная выпечка хлеба «Прибалтийский овощной».

В качестве исходной рецептуры для изготовления нового продукта был взят хлеб «Прибалтийский овощной». Для производства данного вида хлебобулочного изделия использовались следующие виды сырья: мука пшеничная 1-го сорта, мука ржаная обдирная, солод ржаной ферментированный, дрожжи, соль, сахар, масло подсолнечное, вода, лук сухой, чеснок сухой и укроп сухой. При производстве новых образцов укроп заменялся на розмарин. Количество сахара-песка, масла, соли, используемых в исходной рецептуре и в рецептурах опытных вариантов оставалось неизменным, кроме лука и чеснока в двух вариантах.

Была проведена органолептическая оценка качества изготовленных образцов по следующим показателям ГОСТ 31807-2012: вкусу, запаху, форме, цвету, поверхности, состоянию мякиша.

Образцы хлеба «Прибалтийский овощной» не отличались по форме и поверхности, цвету и состоянию мякиша. Все изделия имели продолговато-овальную форму и надрезы на поверхности. Цвет хлеба «Прибалтийский овощной» всех четырех видов был светло-коричневый. Мякиш всех вариантов не отличался, пропеченный, следы непромеса отсутствовали. Во всех изделиях распределение добавок было равномерно.

Хлеб «Прибалтийский овощной» с добавлением лука, чеснока и укропа имел слабовыраженный привкус лука, чеснока и укропа. Хлеб «Прибалтийский овощной» с добавлением лука, чеснока и розмарина обладал специфическим вкусом хвои, характерным для розмарина, и имел слабовыраженный привкус лука и чеснока. Хлеб «Прибалтийский овощной» с добавлением лука и розмарина имел специфический вкус хвои и слабовыраженный вкус лука. Хлеб «Прибалтийский овощной» с добавлением чеснока и розмарина обладал специфическим вкусом хвои и ярко выраженным вкусом чеснока.

Контрольный образец имел слабовыраженный запах лука, чеснока и укропа. У остальных образцов присутствовал запах хвои и слабовыраженные запахи лука и чеснока.

Физико-химическая оценка проводилась по следующим показателям: влажность, кислотность и пористость. В таблице 1 представлены физико-химические показатели изготовленных изделий.

Таблица 1 – Физико-химические показатели качества хлеба «Прибалтийский овощной»

Показатель	Норма по ГОСТ 31807-2012	Хлеб «Прибалтийский овощной»			
		лук + чеснок + укроп (к)	лук + чеснок + розмарин	лук + розмарин	чеснок + розмарин
Влажность, %	19,0–50,0	38,0	40,0	40,0	42,0
Кислотность, град., не более	11,0	9,0	9,2	9,8	9,0
Пористость, %, не менее	46,0	58,8	62,7	60,6	59,1

Полученные результаты говорят о том, что при замене укропа на розмарин физико-химические показатели значительно

не изменяются. Массовая доля влаги контрольного варианта хлеба «Прибалтийский овощной» (лук + чеснок + укроп) соответствовала норме по ГОСТ (19,0–50,0 %) и составила 38,0 %. При добавлении вместо укропа розмарина влажность хлеба увеличилась на 2,0 % в сравнении с влажностью контрольного изделия и составила 40,0 %.

При добавлении в хлеб «Прибалтийский овощной» лука и розмарина влажность изделия увеличилась на 2,0 % и составила 40,0 %. Влажность хлеба «Прибалтийский овощной» 42,0 % была в варианте с добавлением чеснока и розмарина, что выше на 4,0 % влажности контрольного варианта.

Кислотность хлеба «Прибалтийский овощной» (контроль) была 9,0 градусов. Это соответствует норме ГОСТ (не более 11,0 градусов). Кислотность хлеба «Прибалтийский овощной» с добавлением лука и розмарина – 9,8 град. Кислотность второго образца, хлеба «Прибалтийский овощной» с добавлением лука, чеснока и розмарина составило 9,2 градуса. У хлеба «Прибалтийский овощной» с добавлением чеснока и розмарина кислотность осталась на уровне данного показателя в контроле.

Пористость всех четырех видов соответствует норме ГОСТ (не менее 46,0 %). У исследуемых изделий она находилась в пределах от 58,8 до 62,7 %.

Таким образом, все изучаемые образцы хлеба по органолептическим и физико-химическим показателям качества соответствовали нормам ГОСТ 31807-2012.

После изготовления хлеба «Прибалтийский овощной» с разными добавками была проведена дегустационная оценка. Дегустационную оценку проводили по следующим показателям: вкус, запах, цвет, состояние мякиша, форма, а также внешний вид поверхности. По сумме высокие баллы получили хлеб «Прибалтийский овощной» с добавлением чеснока и розмарина – 29,4 и контрольный образец – 29,0 баллов. Меньшие баллы соответственно у хлеба «Прибалтийский овощной» с добавлением лука, чеснока и розмарина – 28,2 и у хлеба «Прибалтийский овощной» с добавлением лука и розмарина – 28,2. Все четыре образца хлеба «Прибалтийский овощной» с разными добавками считаются отличного качества.

Вывод. После экспертизы хлеба «Прибалтийский овощной» с использованием розмарина был выделен лучший образец с добавлением чеснока 2 кг и розмарина 500 г (на массу муки 100 кг).

Список литературы

1. Вафина, Э. Ф. Возможность использования семян рапса при производстве хлебобулочных изделий. / Э. Ф. Вафина, А. Ю. Кузьминых // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки Российской Федерации, Чувашской АССР, Почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Александра Ивановича Кузнецова (1930–2015 гг.). – Чебоксары: Чувашский ГУ имени И. Н. Ульянова, 2020. – С. 345–349.
2. Вафина, Э. Ф. Использование семян рапса и арахиса при производстве зернового изделия «Зерна и злаки» / Э. Ф. Вафина, А. Ю. Кузьминых, И. В. Егорова // Актуальные проблемы технологии продуктов питания, туризма и торговли: сборник научных трудов II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Нальчик, 2021. – С. 102–105.
3. ГОСТ 31807-2012. Изделия хлебобулочные из ржаной и смеси ржаной и пшеничной муки. Общие технические условия.
4. История хлеба [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.eda-server.ru/cook-book/muchnye/raznoe/st00228.htm> (Дата обращения 19.09.2017).
5. Классификация и ассортимент хлеба и хлебобулочных изделий [Электронный ресурс]. – URL: https://studwood.ru/1135103/marketing/klassifikatsiya_assortiment_hleba_hlebobulochnyh_izdeliy (дата обращения 02.06.2018).
6. Рябова, Т. Н. Производство пшеничного хлеба на мятном отваре / Т. Н. Рябова, В. С. Шуклина // Эффективность адаптивных технологий в сельском хозяйстве: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 50-летию СХПК имени Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики. – Ижевск, 2016. – С. 108–111.
7. Ряпалова, Е. А. Использование цикория и порошка из ягод малины в технологии производства батона «Зебра» / Е. А. Ряпалова, Т. Н. Рябова // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых. В 3 томах. – Ижевск, 2020. – С. 180–184.

О. А. Осколкова, К. В. Анисимова
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО МОРОЖЕНОГО

Приведена характеристика мороженого с функциональной добавкой в виде гидроколлоидов семян льна.

Актуальность. Развитие в пищевой промышленности производства продуктов функционального питания на основе использования растительного сырья позволяет получать биологически полноценные, безопасные продукты питания, обладающие функциональными свойствами. В настоящее время созданы сотни молочных продуктов функционального назначения, таких как йогурт, творог, творожные сырки, пудинги и мороженое. В последние годы уверенно растет глобальный рынок мороженого и, по прогнозам различных аналитических агентств, в ближайшей перспективе продолжит рост. Мороженое обладает высокой энергетической ценностью, что не всегда благополучно с точки зрения рационального питания. Гидроколлоиды семян льна имеют низкий уровень калорийности, способствуют снижению гликемического индекса, содержания холестерина в крови. Поэтому применение их в качестве функциональной добавки в производстве мороженого будет актуальным [1–3, 6, 7].

Материалы и методика. Исследование проводилось на основе анализа научных статей по выбранной теме, маркетинговых данных с использованием интернет-ресурсов.

Результаты исследований. Процесс производства мороженого включает в себя ряд технологических операций: составление смесей по рецептуре из сырьевых компонентов и их перемешивание, фильтрование, пастеризация, гомогенизация, охлаждение и хранение (созревание) смеси, фризирование (для насыщения смеси воздухом и частичного вымораживания воды), закаливание (дальнейшее замораживание) мороженого и его хранение до реализации. Во время фризирования происходит формирование новых компонентов – воздушных пузырьков, кристаллов льда и лактозы.

Смесь и мороженое с точки зрения коллоидной химии представляют собой две разные дисперсные системы. Сведения о составных частях смеси для самой распространенной разновидности – сливочного мороженого приведены на рисунке 1.

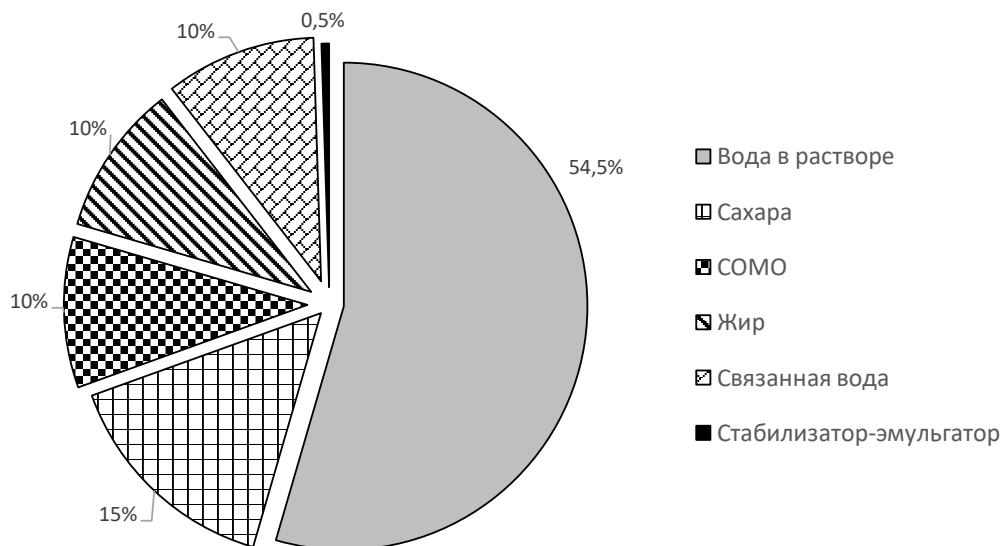


Рисунок 1 – Массовая доля ингредиентов в смеси для мороженого 10 % жирности

По физико-химическим показателям – массовым долям сухих веществ, СОМО (сухой обезжиренный молочный остаток), сахарозы, кислотности и объемной доле воздушной фазы – мороженое должно соответствовать в каждом отдельном случае действующей технической документации (табл. 1).

Таблица 1 – Физико-химические показатели мороженого

Показатели	Закаленные продукты		Мягкое мороженое
	мороженое	фруктовые десерты	
Содержание, % сухих веществ:			
СОМО	8,0–12,0	–	10,0–14,0
Молочного жира	0–15	–	0,0–8,0
Белка	3,0–6,7	–	3,7–6,7
Сахарозы	12–16,5	27,0–32,0	14,0–16,0
Влаги	60,0–71,0	66,5–70,0	64,0–71,0
Минеральных веществ	≤2,65	–	≤2,65
Воздуха (объемная доля)	33–47	29–41	29–37
Отношение СОМО/жир	≥0,7	–	≥1,5
Кислотность, не более Т	20,0–24,0	70	24,0–29,0
Взбитость, %	50–90	40–70	40–60

Физико-химические показатели мороженого с экстрактом полисахаридов семян льна соответствуют нормативным требованиям. Полисахариды семян льна обладают следующими полезными, функциональными и технологическими свойствами: препятствуют потере влаги, не имеют запаха, вкуса и цвета, не токсичны, имеет высокую устойчивость к термической обработке, кислой среде и дрожжевому брожению, проявляют стабильность во время всего технологического процесса, натуральное растворимое волокно. Функциональные свойства пищевых волокон связаны в основном с работой желудочно-кишечного тракта (рис. 2).



Рисунок 2 – Действие пищевых волокон в кишечнике

Пищевые волокна характеризуются разнообразными физико-химическими свойствами: водоудерживающей способностью, способностью образовывать растворы различной вязкости и гели, проявляют сорбционные и ионообменные свойства [4, 5].

Вывод. Производство мороженого функционального назначения, содержащее в своем составе гидроколлоиды семян льна, позволяет получить продукт с повышенной пищевой ценностью, обогащенный микро- и макроэлементами, пищевыми волокнами. Полученное мороженое обладает хорошими физико-химическими, органолептическими показателями и может использоваться в питании людей, заботящихся о своем здоровье.

Список литературы

1. Воздействие СВЧ-излучения на получение экстрактов из растительного сырья / Т. С. Копысова, А. Б. Спиридонов, К. В. Анисимова [и др.] // Вестник Ижевской ГСХА. – 2020. – № 2 (62). – С. 62–70.
2. Воронова, Н. С. Сравнительная характеристика функционально-технологических продуктов переработки семян льна [Электронный ресурс] / Н. С. Воронова, Л. С. Береди́на // Молодой ученый. – 2016. – № 21 (125). – С. 114–117. – URL: <https://moluch.ru/archive/125/34911/> (дата обращения: 15.09.2021).
3. Гидроколлоиды семян льна: характеристика и перспективы использования в пищевых технологиях / К. В. Анисимова, Т. С. Копысова, О. А. Осколкова [и др.] // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской ГСХА. – 2021. – С. 249–252.
4. Анисимова, К. В. Изучение методов получения полисахаридных продуктов из семян льна / К. В. Анисимова, О. А. Осколкова, И. А. Осколкова // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России. – 2021. – С. 129–133.
5. Пищевые волокна в продуктах питания / А. А. Кочеткова, Л. Г. Ипатова, А. П. Нечаев [и др.] // Пищевая промышленность. – 2007. – № 5. – С. 8–10.
6. Разработка технологии экстрагированных напитков на основе растительного сырья удмуртской республики / А. Б. Спиридонов, К. В. Анисимова, Н. Г. Главатских [и др.] // Научные инновации в развитии отраслей АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – 2020. – С. 178–184.
7. Структурирующие добавки из семян льна / К. В. Анисимова, Н. Г. Главатских, О. Б. Поробова [и др.] // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 9–13.

УДК 637.521.44

Е. В. Хардина, С. С. Вострикова, А. М. Саттарова
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖИДКОЙ ПАНИРОВОЧНОЙ СМЕСИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Представлены результаты исследований по изучению целесообразности использования в технологии производства мясных рубленых полуфабрикатов котлет «Домашние» жидкой панировочной смеси Клаир 5.

Актуальность. Рынок мясных полуфабрикатов в Российской Федерации сейчас является одним из самых молодых рынков, а потому он имеет много возможностей для активного развития. Около 70 % объема продаж мясных полуфабрикатов разных категорий в России обеспечивают полуфабрикаты в тестовой оболочке. Оставшийся сегмент делят между собой три категории: готовые замороженные мясные вторые блюда, филе в панировке и наггетсы; мясные полуфабрикаты (котлеты, бифштексы и т.п.). На спрос мясных полуфабрикатов значительное влияние оказывает культура потребления. Российский потребитель по большей части является приверженцем домашней еды. Стоит отметить, что в среднем за последние годы потребление замороженной продукции на душу населения в Российской Федерации составило около 14 кг в год (для сравнения: в США уровень потребления составляет 57 кг на человека [2]).

Особый сегмент в структуре потребления мясных полуфабрикатов – это мясные рубленые полуфабрикаты в панировке. Как правило, данная категория мясных полуфабрикатов изготавливается из охлажденного или размороженного мяса, предварительно измельченного. Панировка, используемая для приготовления таких полуфабрикатов, может быть разнообразной по своему составу и физическим свойствам, однако основным ее назначением является сохранение сочности продукта при термической обработке. Панировочные смеси, как правило, состоят из углеводистых компонентов (мука различных зерновых культур, сухари, хлопья, отруби). Это сложные углеводы, которые способны к гидратации при взаимодействии с водой. Именно благодаря данному свойству происходит удержание свободной влаги в мясном изделии. Ряд производителей помимо сухих панировочных смесей дополнительно используют меланж. Меланж способствует легкой адгезии сухой панировочной смеси на поверхности полуфабрикатов [1, 4].

Вслед за развитием рынка мясных полуфабрикатов в панировке рынок панировочных смесей также динамично развивается. Сегодня производители панировочных смесей предлагают не только сухую панировку для прямого использования, но и сухие смеси для приготовления жидкой панировки. Сегодня широкое распространение получила мокрая панировка (баттер). Одной из лучших является жидкая панировка Бэттер Коат 1:5 (Нидерланды), стоимость 331,7 руб./кг. Это средство для изготовления мокрой панировки для полуфабрикатов. Минимизирует впитывание влаги из мяс-

ной массы. Жидкая панировка обычно состоит из воды, крахмала, муки, специй и пряностей, а также гуаровой или ксантановой камеди, придающей ей определенную вязкость. Такая панировка представляет собой текучую вязкую массу, которая должна равномерно покрывать сформованный продукт с нанесенной посыпкой. Поглощение такой панировки и ее стекание с изделия определяется преимущественно вязкостью. Чем больше вязкость панировки, тем меньше ее стекает и тем большая часть удерживается на поверхности заготовки. В зависимости от типа изделия следует точно подобрать нужную толщину слоя жидкой панировки. Обычно жидкую панировку наносят каскадным методом, подавая ее на изделия (например, на куриные грудки) сверху самотеком. Затем покрытые панировкой полуфабрикаты обдувают воздухом с помощью вентилятора, удаляя излишки покрытия, которые возвращаются в емкость с панировкой и направляются на рециркуляцию [3, 5, 6].

В этой связи **целью работы** являлось изучение целесообразности использования панировочной смеси Клаир 5 в технологии производства мясных рубленых полуфабрикатов котлет «Домашние».

В задачи исследований входило следующее:

1) изучить технологическую схему производства мясных рубленых полуфабрикатов котлет «Домашние»;

2) изучить рецептурный состав и проанализировать качество сырья, используемого при производстве мясных рубленых полуфабрикатов котлет «Домашние», изготавливаемых согласно технологической инструкции ГОСТ 32951-2014;

3) заменить существующий тип панировки мясных рубленых полуфабрикатов котлет «Домашние» на панировочную смесь Клаир 5;

4) проанализировать органолептические и физико-химические показатели качества готовых мясных полуфабрикатов.

Материалы и методика. Изучение технологии производства мясных рубленых полуфабрикатов котлет «Домашние» осуществлялось согласно технологической инструкции к ГОСТ 32951-2014 «Полуфабрикаты мясные и мясосодержащие. Общие технические условия».

Изучение требований к качеству готовых изделий осуществлялось согласно технологической инструкции к ГОСТ 32951-2014.

Оценка качества мясных рубленых полуфабрикатов котлеты «Домашние» осуществлялась в условиях лаборатории «Переработка продукции животноводства» ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

и производилась по органолептическим показателям в замороженном и готовом виде: внешний вид, состояние поверхности, вид на разрезе, цвет, запах, вкус согласно методике, описанной в ГОСТ 9959-2015 «Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки». Анализ физико-химических параметров (массовая доля хлористого натрия) осуществляли согласно ГОСТ 9957-2015 «Мясо и мясные продукты. Методы определения массовой доли хлористого натрия».

Гидратацию панировочной смеси Клаир 5 производили путем смешивания 1 части воды и 5 частей сухой смеси. Смешивание проводили до получения однородной массы. Нанесение жидкой панировки проводили каскадным методом.

Результаты исследований. Рецептурный состав мясных рубленых полуфабрикатов котлеты «Домашние» представлен следующими ингредиентами: говядина жилованная второго сорта, бедра куриные с кожей, жир сырец говяжий, лук репчатый, сухари, соль, черный перец, сахар, мука на льезон, вода на льезон.

В опыте были сформированы две группы полуфабрикатов: контрольная, выработанная по традиционной рецептуре и технологии, и опытная, выработанная с применением новой панировочной смеси Клаир 5.

Охлажденную или размороженную говядину, филе куриного бедра с кожей измельчали на куттере с добавлением воды. Далее к ним добавляли специи и другие компоненты, все это тщательно перемешивали 7–10 минут. Из готового фарша формовали ручную котлеты.

Процесс панировки образцов отличался, так как в контроле и опыте использовали разные виды панировочной смеси. Для панировки контрольного образца готовили льезон и панировочные сухари. Полученный льезон наносили на поверхность полуфабриката, а затем обсыпали его панировочными сухарями.

Для панировки опытного образца использовали сухую смесь Клаир 5. Готовую сухую смесь гидратировали в соотношении 1:5. Смешивание сухой смеси и воды проводили до получения однородной структуры. Предварительно на поверхность полуфабрикатов наносили предаст (мука), а затем жидкую панировку. Готовая жидкая панировка представляла собой текучую вязкую массу, которая равномерно покрывала сформованный продукт с нанесенным предастом. Стоит отметить, что поглощение такой панировки и ее стекание с изделия определяется преимущественно вяз-

костью. Чем больше вязкость панировки, тем меньше ее стекает и тем большая часть удерживается на поверхности заготовки. Покрытые панировкой полуфабрикаты некоторое время выдерживали на воздухе для удаления (стекания) излишек покрытия.

Заморозку контрольного и опытного образцов проводили в морозильной камере с температурой не выше $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В ходе исследований органолептических показателей контрольного и опытного образцов мясных рубленых полуфабрикатов котлет «Домашние» было установлено, что контрольный образец отличался менее привлекательным внешним видом (рис. 1). Так, в замороженном состоянии у контрольного образца наблюдались локальные участки растрескавшейся панировки. При термической обработке образцов происходило чрезмерное намокание и набухание панировки из-за выделившейся свободной влаги. У готовых полуфабрикатов панировка отслаивалась от поверхности продукта.

Опытный образец котлет отличался более привлекательным внешним видом. В замороженном состоянии продукт имел ровную, гладкую поверхность. При термической обработке слой панировки достаточно плотно прилегал к поверхности продукта, не наблюдалось его набухания. У готовых котлет слой панировки представлял собой прочную корочку, которая не деформировалась при механическом воздействии.



Рисунок 1 – Мясные полуфабрикаты котлеты «Домашние» в замороженном виде (слева – контрольный образец, справа – опытный образец)

Содержание хлористого натрия в контрольном и опытном образцах было стандартным и составило 1,60 и 1,71 %, соответственно (при норме не более 1,80 %).

Вывод. Полученные результаты исследований свидетельствуют целесообразности использования специальной жидкой па-

нирочной смеси Клаир 5 в технологии производства мясных. Панировочная смесь Клаир 5 обладает хорошей адгезией, вязкостью и минимизирует впитывание влаги из мясной массы полуфабрикатов.

Список литературы

1. Васильева, М. И. Разработка технологии производства комбинированного колбасного хлеба / М. И. Васильева // Современному АПК – эффективные технологии: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации, почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации Валентины Михайловны Макаровой. 11–14 дек. 2018 г. – Ижевск, 2019. – С. 174–176.

2. Васильева, М. И. Особенности переработки свинины с разными функционально-технологическими характеристиками / М. И. Васильева, М. В. Злобина, Н. П. Казанцева // Вестник Ижевской ГСХА. – 2021. – № 2 (66). – С. 16–23.

3. Краснова, О. А. Применение дигидрокверцетина в качестве антиоксиданта при хранении рубленых полуфабрикатов / О. А. Краснова, Е. В. Хардина // Вестник Ижевской ГСХА. – 2008. – № 3 (17). – С. 11–18.

4. Краснова, О. А. Научно-практические аспекты технологии повышения хранимоспособности мясных рубленых полуфабрикатов / О. А. Краснова, Е. В. Хардина // Развитие социально-экономических систем в условиях замедления темпов экономического роста на разных уровнях управления: материалы Международной заочной научно-практической конференции 27 мая 2014. – Ижевск: ИПЦ «Малотиражка», 2014. – С. 57–61.

5. Хардина, Е. В. Белки животного происхождения в рецептуре вареных колбасных изделий / Е. В. Хардина, С. С. Вострикова // Технологии и продукты здорового питания: материалы XII Нац. науч.-практ. конф. с международным участием. 17–18 дек. 2020 г. – Саратов, 2021. – С. 716–720.

6. Хардина, Е. В. Практика использования белковых оболочек при производстве полукопченых колбасных изделий / Е. В. Хардина, С. С. Вострикова // Роль ветеринарной и зоотехнической науки на современном этапе развития животноводства : материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию доктора ветеринарных наук, профессора Геннадия Николаевича Бурдова и 60-летию доктора ветеринарных наук, профессора Юрия Гавриловича Крысенко, 23 июля 2021 г. – Ижевск, 2021. – С. 374–381.

7. Khardina, E. V. Development of a method for preventing hydrolytic decomposition of fat raw materials used in the production of semi-smoked sausage products / E. V. Khardina, S. S. Vostrikova // Biotechnology and Food Technology, 27–29 окт. 2020 г. – СПб., 2020. – С. 117.

УДК 656.025.41.6(075.8)

Е. П. Стрелкова, А. А. Мартюшев
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

РЕШЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ ДОСТАВКИ ТОВАРНОЙ ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В ТОРГОВУЮ СЕТЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАДАЧ ЛОГИСТИКИ

Приводится пример оптимизации мелкопартионных перевозок молочной продукции сельскохозяйственного предприятия-производителя с целью оптимизации расходов доставки товарной продукции в торговую сеть.

Актуальность. Сельскохозяйственные предприятия страны в последнее время стараются перейти к производству готовой товарной продукции и реализовывать ее без участия перерабатывающих предприятий. Такой подход способствует получению наибольшей выгоды. Поскольку сельскохозяйственные предприятия получают дополнительную прибыль от переработки продукции, они имеют ряд преимуществ, таких как:

- дополнительные высокооплачиваемые рабочие места;
- премирование рабочих;
- возможность обновления техники;
- стабильный доход в течение года;
- стабильная заработная плата.

В результате для распространения готовой продукции предприятиям выгоднее использовать свой транспорт, который полностью подготовлен к перевозкам скоропортящихся продуктов питания. Учитывая, что для доставки продукции в торговую сеть используются мелкопартионные перевозки в достаточно большое количество организаций (торговых точек), для этого лучше использовать кольцевые сборно-развозочные маршруты.

Материалы и методика. При организации таких маршрутов с целью минимизации затрат необходимо решить транспортную задачу. При этом требуется:

- обеспечить доставку полного заявленного ассортимента продукции в установленные сроки во все торговые точки населенного пункта;
- обеспечить сохранность перевозимого груза;
- получить минимальный суточный пробег автомобилей при доставке этой продукции.

Решение этой задачи выполним на примере ведущего сельскохозяйственного предприятия Удмуртской Республики АО «Путь Ильича» Завьяловского района. АО «Путь Ильича» занимается производством молока и молочных продуктов, при этом все производимое молочное сырье перерабатывается и реализуется в виде готовой товарной продукции силами самого предприятия.

Решение транспортной задачи при организации мелкопартионных перевозок по кольцевым сборно-развозочным маршрутам произведем с использованием задач логистики, а именно метода Кларка – Райта и задачи типа «Комивояжер».

В организации мелкопартионных перевозок существует ряд особенностей, которые значительно увеличивают время доставки товаров, их необходимо учитывать при планировании перевозок.

В процессе планирования сборно-развозочных маршрутов возникает необходимость построения маршрута таким образом, чтобы не превышалась грузопместимость автомобиля, при этом последовательность объезда пунктов должна быть выбрана так, чтобы суммарный пробег по маршрутам был минимальным. Следует также учитывать необходимость максимального использования грузопместимости автомобиля и стремиться к выполнению перевозок минимальным количеством подвижного состава. Задачи планирования мелкопартионных перевозок относятся к классу задач дискретной оптимизации. Однако полный перебор вариантов часто нереален из-за слишком большого множества допустимых решений [1].

Метод функций «выгоды» был предложен английскими специалистами Кларком и Райтом для решения задач автомобильных мелкопартионных перевозок с одним отправителем или получателем. Метод основан на понятии эффекта (выгоды), который получается от объединения двух маятниковых маршрутов в один кольцевой [1].

Эффект от объединения этих двух маршрутов в один равен

$$f_{ij} = l_{0i} + l_{j0} - l_{ij}, \quad (1)$$

где l_{0i} – расстояние от центрального пункта до пункта i ;

l_{j0} – расстояние от пункта j до центрального пункта;
 l_{ij} – расстояние между пунктами i и j .

Действительно, в результате объединения двух маршрутов отпадает необходимость возврата с i -го маршрута на центральный пункт и подача автомобиля из центрального пункта на j -й маршрут (т.е. из пробега автомобиля вычитаются расстояния l_{0i} и l_{j0}). Но вместо этого появляется пробег от последней точки i -го маршрута до первой точки j -го маршрута (т.е. к пробегу автомобиля добавляется расстояние l_{ij}).

Таким образом, некоторые маршруты можно объединить в соответствии с величиной «выгоды» в более крупные маршруты. Если при этом для возможных объединений использовать маршруты, величина «выгоды» на которых имеет наибольшее значение, то можно рассчитывать, что полученное решение будет близко к оптимальному.

Решение заканчивается, когда дальнейшее объединение маршрутов станет невозможно. Это может быть по двум причинам: либо не осталось ни одного положительного значения выгоды (т.е. объединять невыгодно), либо при объединении превышает грузоподъемность автомобиля [2, 3].

Результаты исследований. Таким образом, начальная таблица оптимизации автомобильных перевозок для АО «Путь Ильича» выглядит следующим образом (табл. 1).

Таблица 1 – Оптимизация мелкопартионных перевозок продукции АО «Путь Ильича»

Ввоз груза, ед.	Вывод груза, ед.	ГОП, км	ГПШ, км															
			0															
5	5	10	1															
7	7	18	13	2														
6	6	18	13	0,9	3													
7	7	19	14	1,7	1,1	4												
6	6	19	14	1,7	1,2	2,2	5											
8	8	19	14	1,2	1,7	2,6	0,4	6										
6	6	18	13	1	1,5	2,4	0,8	0,6	7									
5	5	21	15	4,1	4,7	5,6	3,4	3,9	3,4	8								
6	6	24	19	6,5	7	7,9	5,7	6,3	6,1	4,1	9							
8	8	22	18	4,8	5,3	6,3	4,1	4,7	4,5	2,5	1,4	10						
8	8	23	18	5,1	5,6	6,5	4,3	4,9	4,7	5,7	5,5	4,1	11					
7	7	25	19	6,6	6,7	7,2	5,9	6,5	6,3	7,3	7,1	5,7	1,7	12				
5	5	24	19	6,2	6,7	7,5	5,4	6	5,9	6,9	6,5	5,1	1,3	1,1	13			
6	6	24	19	6,1	6,7	7,6	5,4	6	5,8	6,8	6,1	4,7	1,2	1,5	0,6	14		

Вывод и рекомендации. Метод Кларка – Райта не гарантирует оптимальный порядок объезда пунктов внутри маршрута. Поэтому после получения кольцевых маршрутов необходимо для каждого маршрута решить задачу оптимального объезда пунктов в маршруте (эта задача еще называется задачей типа «коммивояжер») с целью сокращения общего пробега на маршруте.

Список литературы

1. Горев, А. Э. Грузовые автомобильные перевозки: учеб. пособие / А. Э. Горев. – М.: Академия, 2004. – 288 с.
2. Снижение расхода топлива двигателей автотракторной техники и машинно-тракторных агрегатов путем применения трансмиссионных тепловых аккумуляторов / Е. А. Потапов, А. А. Мартюшев, Д. А. Вахрамеев [и др.] // Современные проблемы экологии: XXI Междунар. науч.-практ. конф. – Тула, 2018. – С. 35–37.
3. Халиуллин, Ф. Х. Обзор программных продуктов для моделирования функционирования энергетических установок мобильных машин / Ф. Х. Халиуллин, Г. Г. Галеев, Р. Р. Шириязданов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – № 2 (24). – С. 66–72.

УДК 37.06

И. О. Харитонов, И. А. Болдырева

*Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт
им. А. К. Кортунова – филиал ФГБОУ ВО Донской ГАУ*

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИЙСКОЙ СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Исследуется дистанционное обучение, проблемы, возникающие в процессе дистанционного обучения. Выделяются его особенности, достоинства и недостатки, а также делается вывод о дальнейшем развитии дистанционного образования в современных эпидемиологических условиях.

Актуальность. Стремительное изменение социально-экономической ситуации в мире, вызванное пандемией Covid-19, ставит перед каждым государством и его обществом ряд актуальных проблем, связанных в первую очередь с организацией системы здравоохранения и образования. В этих условиях глобально меня-

ется парадигма образовательного процесса. Все более актуальным становится вопрос дистанционного обучения как образовательной технологии и дистанционного образования как новой формы получения образования.

С одной стороны, современную систему образования трудно представить без IT-технологий, так как она все больше «дистанцируется» и компьютеризируется, происходит сближение компьютерной индустрии и образовательной системы. Студенты и школьники уже давно активно пользуются компьютерными технологиями в своей жизни и образовании. Во многих странах развивается дистанционное обучение, являющееся приоритетным и регулярно финансируемым направлением. Развитие новых технологий помогает гораздо шире организовать активное взаимодействие всех участников образовательного процесса, и процесс образования, в свою очередь, становится более интересным и полноценным.

С другой стороны, встают такие проблемы, как:

- проблема личных коммуникаций обучающихся между собой и с педагогом;
- проблема социальной адаптации в процессе получения образования;
- проблема технического обеспечения образовательного процесса необходимым оборудованием и т.д.

Цель исследования – изучить процесс дистанционного обучения и выявить его особенности, достоинства и недостатки.

Результаты исследования. Дистанционное обучение и дистанционное образование в качестве предмета исследований появились в публикациях российских ученых еще в конце 1990-х годов. Так, А. А. Андреевым была дана следующая трактовка: «дистанционное обучение – это целенаправленный процесс интерактивного взаимодействия обучающихся и обучающихся между собой и со средствами обучения, инвариантный (индифферентный) к их расположению в пространстве и времени, который реализуется в специфической дидактической системе» [1].

Выделим еще одно определение этой категории, данное А. В. Зубовым: «Дистанционное обучение – это новая форма организации учебного процесса, соединяющая в себе традиционные и новые информационные технологии обучения, основывающаяся на принципе самостоятельного получения знаний, предполагающая в основном телекоммуникационный принцип доставки обучаемому основного учебного материала и интерактивное вза-

имодействие обучаемых и преподавателей как непосредственно в процессе обучения, так и при оценке полученных ими в процессе обучения знаний и навыков» [2]. Здесь следует обратить внимание на тот факт, что в основе определения закладывается принцип самостоятельного получения знаний.

Таким образом, дистанционное обучение – это самостоятельная форма обучения, в которой информационные технологии являются ведущим средством обеспечения образовательного процесса. Такой вид обучения является целенаправленным и контролируемым процессом интерактивного (т. е. диалогового) взаимодействия преподавателя и учащихся между собой [3].

Если рассматривать практику внедрения дистанционной формы обучения в российской образовательной системе, то следует сразу разграничить особенности ее реализации в средней школе и высших учебных заведениях.

Главная особенность заключается в том, что вузы начали осуществлять этот процесс уже давно и поэтапно в связи с тем, что требования аккредитации высших учебных заведений предусматривают максимальную информационную прозрачность и доступность для обучающихся всех видов электронных образовательных ресурсов. Школы технически и содержательно оказались не готовы к экстремальному переходу на дистанционное обучение. Это только та техническая и информационная часть проблемы, которая находится на поверхности.

К более глубоким и детальным проблемам дистанционного образования можно отнести нижеследующие (табл. 1).

Рассмотрим ряд положительных моментов при использовании дистанционных форм обучения.

Отсутствие территориальных ограничений при использовании дистанционной формы обучения позволяет учащимся обучаться практически из любого места, а также позволяет вести обучение параллельно в российском и зарубежном вузах.

Удаленное обучение экономически эффективнее для образовательных организаций, так как затраты на организацию образовательного процесса значительно ниже по сравнению с традиционным обучением.

Доступность и гибкость системы дистанционного образования позволяет совмещать учебу с работой, что дает шанс получать знания в различных областях без отрыва от непосредственной де-

тельности, а также возможность получить востребованные и перспективные специальности на рынке труда [4].

Таблица 1 – Особенности и проблемы дистанционного обучения в РФ

Материально-технические	Содержательно-дидактические	Социально-психологические
<p>1. Материальная сторона вопроса: в семье, где несколько школьников разного возраста, порой нет возможности обеспечить каждого компьютерной техникой и необходимыми условиями для организации учебного процесса.</p> <p>Для студентов вузов эта проблема стоит так же остро, поскольку проживание в общежитии предусматривает совместное пребывание в замкнутом пространстве студентов разных специальностей и курсов, что делает невозможным полноценное одновременное присутствие на занятиях</p>	<p>1. При удаленном обучении сложно обеспечить соблюдение дисциплины и четкий распорядок занятий, что усложняет процесс обучения, так как вся ответственность за усвоение информации лежит на обучающихся</p>	<p>–</p>
<p>2. Еще одним недостатком удаленного обучения является отсутствие Интернета или сети Wi-Fi в удаленных населенных пунктах, а также загруженность серверов при большом количестве онлайн-пользователей</p>	<p>2. У школьников нет возможности получить базовые знания, которые будут являться основой для дальнейшего обучения</p>	<p>2. Обучающиеся колледжей и вузов быстрее адаптируются к дистанционному обучению, нежели учащиеся начальной или средней школы в силу возраста и имеющихся навыков социализации</p>
<p>3. Чтобы овладеть необходимыми техническими навыками, педагогам любой возрастной категории в сжатые сроки требуется переобучение, переподготовка и дополнительное образование по овладению информационными технологиями</p>	<p>3. В процессе получения дистанционных знаний учащиеся чаще всего используют метод аналогий, то есть решают проблему или задачу по шаблону, не вдумываясь в ее суть, что не формирует развития мышления и творческого начала</p>	<p>–</p>

Дистанционное образование более технологично и эффективно за счет возможности применения мультимедиа технологий, пре-

зентаций и онлайн-фильмов, что делает изучаемый материал ярким, наглядным, легко запоминающимся, интересным и полноценным.

Многообразие контрольно-измерительных материалов (тестовых заданий, контрольных, презентаций), а также возможность в получении быстрого результата проверки этих заданий.

Комплекс информационно-справочных материалов, большое количество электронных учебников и онлайн-библиотек [5].

Снижение психоэмоционального напряжения у обучающихся, испытывающих проблемы публичного выступления в аудитории, так как волнение и боязнь не позволяют некоторым ученикам показать свои знания.

Более объективная оценка знаний и умений в силу того, что при дистанционном обучении не возникает личных симпатий и антипатий преподавателя к обучающемуся, а контрольно-измерительные материалы заложены в компьютерной программе [6].

Вывод. Таким образом, развитие дистанционного образования в России имеет свои плюсы и минусы, но, что еще важнее – перспективы этого процесса в будущем, так как оно позволяет открывать новые возможности для самореализации как педагогов, так и обучающихся.

Побудительными стимулами к развитию дистанционного образования являются его высокая рентабельность и меньшая стоимость образовательных услуг. Сегодня удаленная форма получения знаний – мировой тренд, поэтому необходимы новые методики, которые включали бы более тесные контакты обучающихся с педагогами. Очень важно, чтобы ресурсы, созданные в рамках этих методик, были доступными и обладали гибкостью.

Список литературы

1. Андреев, А. А. Дистанционное обучение: сущность, технология, организация / А. А. Андреев, В. И. Солдаткин. – М.: МЭСИ, 1999. – 196 с.
2. Зубов, А. В. Информационные технологии в лингвистике: учеб. пособие для студ. лингв. факультетов вузов / А. В. Зубов, И. И. Зубова. – М.: Академия, 2004. – 208 с.
3. Кусов, И. С. Опыт и перспективы онлайн-обучения в России [Электронный ресурс] // Перспективы онлайн-образования в России: сборник Всероссийской научной конференции с международным участием. – URL: <https://sev.msu.ru/wp-content/uploads/2019/01/Sbornik-onlajn-obuchenie.pdf> (дата обращения 22.09.2021).
4. Матвиенко, В. Высшей школе – новые импульсы / В. Матвиенко // Высшее образование в России. – 2003. – № 1.

5. Набиев, И. М. Перспективы дистанционного образования [Электронный ресурс] / И. М. Набиев // Молодой ученый. – 2014. – № 2 (61). – С. 799–801. – URL: <https://moluch.ru/archive/61/9218/> (дата обращения: 23.09.2021).

6. Тетерин, С. С. Дистанционное обучение: проблемы и перспективы [Электронный ресурс] // Контент-платформа Pandia.ru. – URL: <https://pandia.ru/text/78/277/91076.php> (дата обращения 23.09.2021).

УДК 631.313.3-233.16:534.014.1

**А. П. Бодалев¹, А. А. Ломаев², А. В. Костин²,
Ф. Р. Арсланов², Ю. Г. Корепанов²**

¹ООО «ПКБ Горизонт»

²ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАСПОЛОЖЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ТЯЖЕЛОЙ ЗУБОПРУЖИННОЙ БОРОНЫ

Проводится анализ расположения рабочих органов на секции тяжелой широкозахватной зубопружинной бороны, выявлены недостатки в заводских настройках, требуется проведение дальнейших исследований.

Актуальность. Тяжелые зубопружинные бороны имеют хорошие перспективы при использовании в технологиях минимальной обработки почвы. Эти технологии позволяют обеспечить минимальное, но достаточное воздействие рабочих органов почвообрабатывающих машин на обрабатываемые поля и снизить издержки производства, повысит рентабельность агропромышленного производства [1–6].

Существующие модели борон имеют большую ширину захвата в пределах 7...27 м [3, 4, 7–10]. Однако мало исследовано распределение рабочих органов по ширине, следует обосновать их размещение на раме [11–14].

Материалы и методика. Для проведения исследований используется метод критического анализа и элемент функционального анализа.

Результаты исследований. Модель тяжелой зубопружинной бороны представлена на рисунке 1. За основу взята борона КАМА 15 с шириной захвата 15 м производства компании «Техно-трон», г. Набережные Челны РТ или агрегат КПШ-15 производства Шарканского РТП, с. Шаркан УР.

Сотрудниками и студентами Инженерного факультета ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА была разработана 3D-модель бороны,

на рисунке 2 представлен элемент в виде отдельной секции с зубо-пружинными рабочими органами.



Рисунок 1 – Борона КАМА-15

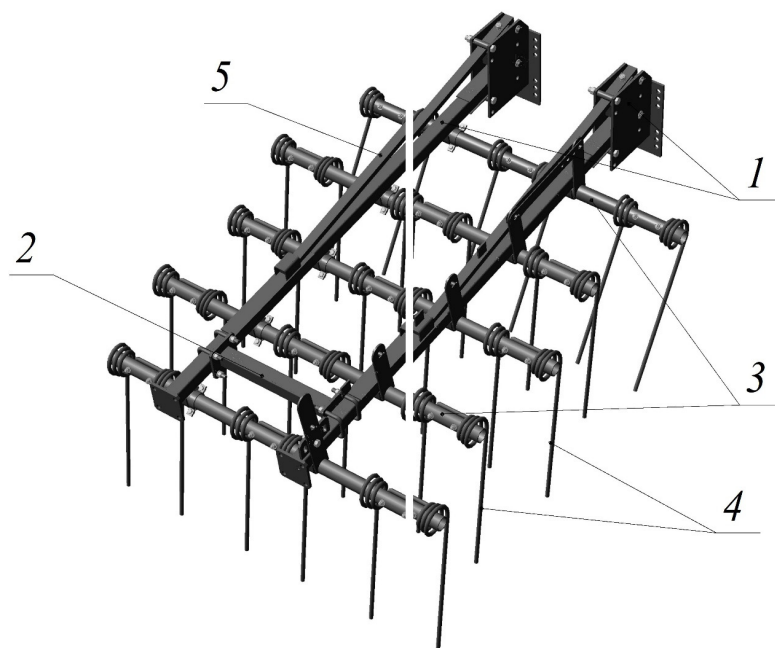


Рисунок 2 – Секция бороны:

1 – продольные брусья; 2 – поперечина; 3 – переключины;
4 – зубопружинные рабочие органы; 5 – рессора

Борона КАМА 15 имеет ширину захвата 15 м и снабжена восемью секциями с рабочей шириной 1,5 м. Каждая секция содержит два продольных брусья 1, усиленных поперечиной 2. К брусьям крепятся шарнирно-трубчатые переключины 3, имеющие возможность поворачиваться вокруг своих осей одновременно за счет пантографного механизма (на схеме не указан). К переключинам крепятся зубопружинные рабочие органы 4. Для обеспечения по-

стоянного давления для погружения рабочих органов в почву используются рессоры 5. В секции имеются 5 трубчатых переключателей, на каждой из которых установлены по 3 зубопружинных рабочих органа, расположенных в шахматном порядке для обеспечения обработки всей площади охватываемой секцией поверхности поля. Всего имеется 15 рабочих органов. Поворот трубчатых переключателей позволяет управлять углом атаки рабочих органов в пределах $-10^{\circ} \dots +70^{\circ}$. Для управления глубиной обработки используются механизмы погружения на основной раме бороны. По мере износа рабочих органов их можно опускать ниже за счет кронштейнов крепления к основному брусу рамы.

Рассмотрим полноту и равномерность обработки почвы рабочими органами бороны. Для этого представлены виды бороны сверху и спереди по сборочному чертежу (рис. 3).

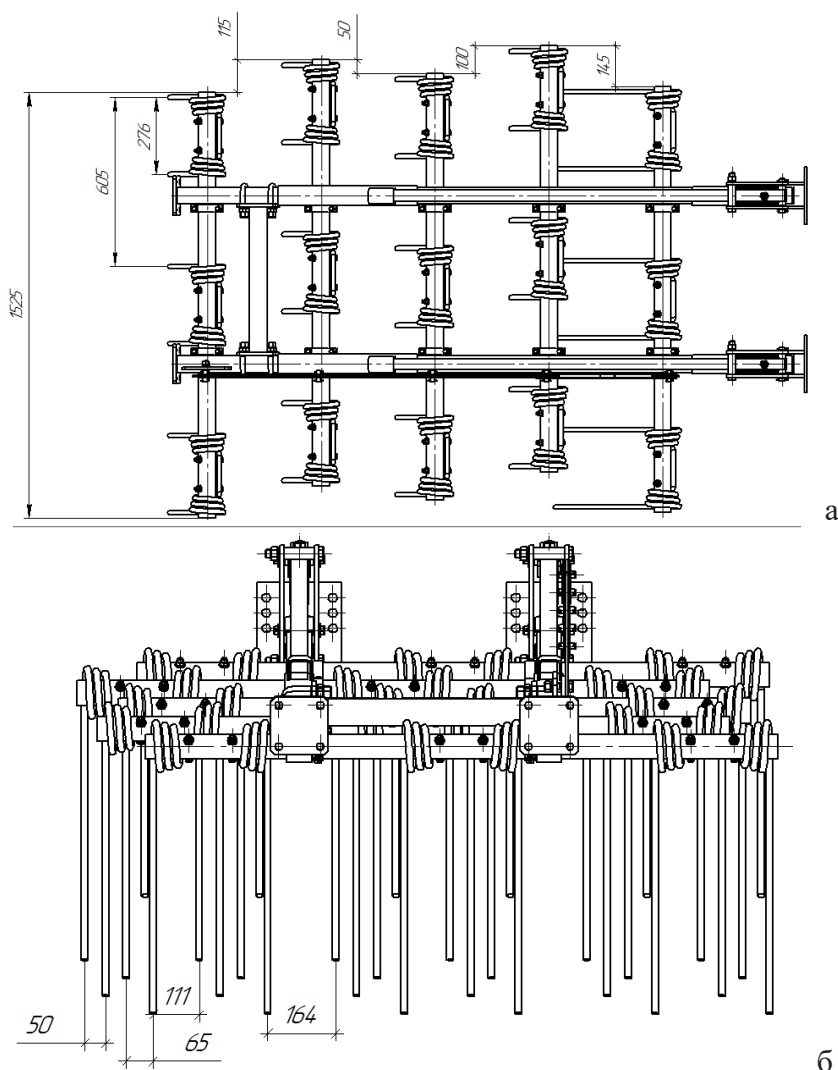


Рисунок 3 – Сборочный чертеж секции бороны:
а – вид сверху; б – вид спереди

Трубчатые перекладыны с рабочими органами установлены вразбежку со смещением 50...145 мм, что позволяет каждому пальцу бороны проходить по своей траектории в плане, а не след в след. Однако если посмотреть на вид спереди (рис. 3 б), то получается, что расстояние между пальцами не однородно. Имеются значительные зазоры в 111 и 164 мм, которые оставляют за собой полосы почвы, подвергнутые недостаточной обработке.

Выводы. Проведенный анализ размерных цепей в установке рабочих органов по секции бороны позволяет сделать вывод о недостаточно проработанной заводской установке рабочих органов, которые оставляют за собой огрехи во время поверхностной обработки почвы. Необходимо провести дальнейшее обоснование параметров установки рабочих органов.

Список литературы

1. Сиразиев, Л. Ф. Классификация колебаний и использование их в почвообрабатывающей технике / Л. Ф. Сиразиев, А. Р. Расимович // Вестник Курской ГСХА. Научно-практический журнал. – 2013. – № 2. – С. 72–75.
2. Ходаев, Д. Интенсификация крошения почвы бороной путем возбуждения поперечных колебаний зубьев: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01/ Ходаев Джалал. – М., 2005. – 172 л.
3. ОрёлАгро [Электрон. ресурс]: / Тяжелые пружинные бороны «КАМА» 12-27: сайт. – URL: <http://orelagro.ru/tehnika/borony/kama-12-27.html> (дата обращения: 21.11.2021).
4. АгроБаза [Электрон. ресурс]: / Бороны тяжелые зубчатые пружинные: сайт. – URL: <https://www.agrobase.ru/catalog/machinery/machinery503b8650-1536-461-8d90-e62d984ffa79> (дата обращения 22.11.2021).
5. Определение оптимальных параметров работы тяжелой пружинной зубчатой бороны на почвах Удмуртской Республики / А. П. Бодалев, А. Г. Иванов, А. В. Костин // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – С. 5–13.
6. Бодалев, А. П. Тяжелая пружинная стерневая бороны новой конструкции / А. П. Бодалев // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 1. – URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2018/1/st_115.doc.
7. Бодалев, А. П. Обоснование параметров и режимов работы тяжелой стерневой пружинной бороны / А. П. Бодалев, А. Г. Иванов, А. В. Костин // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 1. – URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2018/1/st_114.doc.
8. Анализ конструкций тяжелых стерневых борон / О. Н. Крылов [и др.] // Научное обеспечение АПК. Итоги и перспективы. – 2013. – С. 124–132.

9. Бодалев, А. П. Перспективные рабочие органы тяжелых пружинных борон / А. П. Бодалев // Научно обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства: материалы Всерос. науч.-практ. конф., в 3-х т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 69–72.

10. Бодалев, А. П. Тяжелая стерневая широкозахватная пружинная борона / А. П. Бодалев // Актуальные проблемы в Агроинженерии в XXI веке: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 30-летию кафедры технической механики конструирования машин. – Белгород: Белгородская ГАУ, 2018. – С. 20–23.

11. Дородов, П. В. Расчет и обоснование рациональных параметров пружинного пальца тяжелой стерневой бороны / П. В. Дородов, А. Г. Иванов, А. П. Бодалев // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 3. – URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/СТАТУИ/2018/3/st_333.doc.

12. Бодалев, А. П. Определение оптимальных параметров работы тяжелой пружинной зубовой бороны на почвах Удмуртской Республики / А. П. Бодалев, А. Г. Иванов, А. В. Костин // Научное и кадровое обеспечение АПК для производственного импортозамещения: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – С. 5–13.

13. Бодалев, А. П. Исследования свободных колебаний пружинных пальцев борон / А. П. Бодалев, Е. В. Соловьева, А. П. Ильин // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 3 т. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2019. – С. 22–27.

14. Определение глубины обработки в зависимости от деформации пружинных пальцев бороны / А. Г. Иванов [и др.] // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 3 т. – Ижевск: Ижевская ГСХА. – 2019. – С. 65–69.

УДК 631.362.3: 635.21

Ю. Д. Боднарчук

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УСТАНОВОК ДЛЯ СОРТИРОВКИ КАРТОФЕЛЯ

Рассматриваются установки для сортировки картофеля по типу рабочего органа, которые разделяют картофельный ворох на фракции. Проанализирован принцип работы устройства, определены достоинства и недостатки сортирующих устройств.

Актуальность. В России картофель является одним из основных продуктов питания, а главным направлением работы агропромышленного комплекса является, обеспечение населения качественными продуктами питания. Добиться этого возможно созданием и внедрением новых механизмов, устройств, машин, которые могут улучшить качество продуктов и упростить сложные технологические процессы.

Одним из сложных технологических процессов является послеуборочная обработка картофеля. Как показывает опыт, при эксплуатации картофелеуборочного комбайна в картофельном ворохе присутствуют примеси с содержанием органических, растительных, почвенных остатков и дефектных клубней [1, 2]. Чтобы получить более качественный продукт, необходимо сортировать клубни картофеля на специализированных сортирующих устройствах.

Картофель при сортировке, как правило, делят на три фракции. По агротребованиям, установки для сортирования картофеля разделяют клубни картофеля на фракции с учетом их массы:

- крупную (свыше 80 г);
- среднюю (50–80 г);
- мелкую (30–50 г).

Клубни менее 30 г отправляют на заготовку кормов или в отходы. После отсортировки клубней от примесей во фракциях разрешается не более 10 % наличия клубней из соседних фракций, а также повреждаемость картофеля должна составлять не более 1 %.

В процессе деления картофеля на фракции на некоторых сортирующих устройствах происходит повреждение клубней и снижение точности калибрования [3, 4].

В результате ухудшается качество продукта и процесса обработки картофеля.

Материалы и методика. Целью работы является изучение известных сортирующих устройств, выявление перспективных установок в соответствии с проведенным анализом.

Для достижения цели, поставлены следующие задачи:

1. Поиск и изучение известных сортирующих устройств;
2. Провести сравнительный анализ.

Результаты исследований. Известна установка грохотного типа для сортирования картофеля «Allround». Рабочими органами являются верхние обрезиненные решета с квадратными ячейками и вибрацией (колебания). Недостатком данной установки является наличие большого количества трущихся и изнашивающихся де-

талей, неуравновешенность рабочего органа, сложность ремонта и эксплуатации конструкции.

Известна дисковая установка для сортирования клубней. Сортировочное устройство представляет собой приводной вал, на котором жестко закреплены диски разного диаметра и окантованы эластичным материалом. Достоинством установок дискового типа является небольшая повреждаемость клубней картофеля и высокая точность сортирования [5]. Недостатком является дезориентация клубней картофеля в щели между дисками.

Известна установка для сортировки клубней картофеля барабанного типа. Главным рабочим органом установки для сортирования картофеля являются вращающиеся цилиндрические решета барабана, которые осуществляют разделение картофеля на фракции по габаритным размерам. Установка обеспечивает хорошую точность сортирования, несложная конструкция. Барабанные установки обеспечивают высокую степень очистки от различных примесей, но наблюдается чуть повышенная повреждаемость картофеля.

Известна установка для сортирования картофеля роликового типа КСП-15. Рабочий орган устройства выполнен в виде шестигранного вала, на котором расположены вращающиеся волоконитовые диски и пальцы из резины.

Установка обеспечивает большую точность и производительность сортировки, однако наблюдается повышенная повреждаемость (порядка 15 % по массе) клубней. В процессе сравнительного анализа сортирующих устройств по типу рабочего органа в таблице 1 приведены достоинства и недостатки.

Таблица 1 – Достоинства и недостатки сортирующих устройств по типу рабочего органа

Тип рабочего органа	Достоинства	Недостатки
Дисковые	Низкая повреждаемость, высокая производительность, высокая точность сортирования, простота в конструкции	Дезориентация клубней картофеля в щели между дисками
Роликовый	Интенсивное разделение на фракции, высокая производительность	Высокая повреждаемость клубней, большая металлоемкость
Барабанный	Интенсивное разделение на фракции, простота конструкции	Высокая повреждаемость, низкая производительность, большая металлоемкость
Грохотный	Простота конструкции, интенсивное разделение на фракции, высокая производительность	Высокий уровень шума, высокая изнашиваемость рабочих деталей, большая металлоемкость, высокая повреждаемость

Рассмотрев принцип работы сортирующих устройств, произведен сравнительный анализ по производительности и коэффициенту точности сортирования в зависимости от типа машины (табл. 2).

Таблица 2 – Сравнительный анализ по показателям

Показатель	Типы машин			
	роликовые	дисковые	грохотные	барабанные
Производительность, Q, т/ч.	7,0	10,0	3,8	3,5
Точность сортирования, %	от 64 до 78	от 96 до 98	от 76 до 94	от 73 до 90

Выводы и рекомендации. Исходя из сравнительного анализа и вышеуказанных достоинств и недостатков сортирующих устройств, можно сделать вывод, что перспективными установками для сортировки картофеля являются установки дискового типа, так как они обладают низкой повреждаемостью, обеспечивают высокую производительность и находятся на первом месте по коэффициенту точности сортирования.

Рекомендуется продолжить исследования рабочих органов дискового устройства с целью улучшения процесса разделения на фракции.

Список литературы

1. Боднарчук, Ю. Д. Применение технического зрения в линии для сортировки картофеля / Ю. Д. Боднарчук // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 25–30.
2. Боднарчук, Ю. Д. Применение современных робототехнических систем в технологическом процессе послеуборочной обработки картофеля / Ю. Д. Боднарчук, А. В. Костин // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. году науки и технологии в России. – Ижевск, 2021. – С. 3–7.
3. Боднарчук, Ю. Д. Особенности функционирования рабочих органов дискового сортирующего устройства / Ю. Д. Боднарчук, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров // Научные инновации в развитии отраслей АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. в 3 томах. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 7–10.
4. Боднарчук, Ю. Д. Анализ существующих конструкций для калибрования картофеля / Ю. Д. Боднарчук // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 220–222.

5. Останин, Р. И. Механизированный комплекс для послеуборочной обработки и хранения картофеля / Р. И. Останин, А. В. Костин, Л. Я. Лебедев [и др.] // Вестник Ижевской ГСХА. – 2021. – № 2 (66). – С. 56–64.

УДК 631.3-189.2-868

М. А. Витвинова

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВИБРОДОЗАТОРА ЗЕРНА

При приготовлении кормов в сельскохозяйственном производстве используют в основном два способа дозирования зерна: объёмный и более точный – массовый или весовой. Для реализации указанных способов существуют различные устройства со своими недостатками и преимуществами. Большею частью используются механические рабочие органы, обладающие несовершенством конструкции. Кроме того, весовые дозирующие устройства являются сложными по конструкции. Дозирующие устройства используются как отдельные машины, так и в составе какого-то устройства, например, дробилки зерна. Наиболее ответственной и энергоёмкой операцией в приготовлении концентрированных кормов является измельчение зерна.

С целью совершенствования рабочего процесса и конструкции дробилок зерна проведен ряд исследований, направленных на эффективность работы циклона, совершенствования технологической схемы дробилки и процесса очистки исходного зерна [2–5, 7, 10]; разработку и исследование вибрационных устройств для улавливания твёрдых неорганических примесей в исходном зерне [1]; комплексную оценку эффективности работы дробилки зерна [8]. Эффективность работы дробилки зерна, кроме всего прочего, зависит также и от равномерности подачи исходного зерна в дробильный барабан. Современные устройства для дозированной подачи зерна реализуют низкую равномерность.

Одним из путей совершенствования процесса дозирования является использование вибрации рабочих органов при дозировании материалов [3, 9]. Анализ состояния вопроса показал, что вибрация широко используется в народном хозяйстве, при этом важным преимуществом является низкий удельный расход энергии и простота конструкции. Поэтому разработка и исследование устройств для вибрационного дозирования сельскохозяйственных материалов является актуальной задачей.

Цель – техническая возможность использования вибрации для дозирования зерна.

Задачи:

- исследование зависимости амплитуды колебаний от массы вибросистемы;
- исследование зависимости точности дозирования от амплитуды колебаний вибросистемы.

Для реализации поставленных задач разработана лабораторная установка, представленная на рисунке 1. Установка работает следующим образом. Зерно из бункера 1, установленного на стойках 7, через регулируемую заслонку 2 поступает на вибrolоток 3 и под действием вибрации стекает из лотка в приёмную ёмкость. Вибролоток установлен на основании 5 посредством стоек 4. Вибрация лотка осуществляется при помощи вибратора 6. В таблице 1 приведено оборудование для проведения исследований.

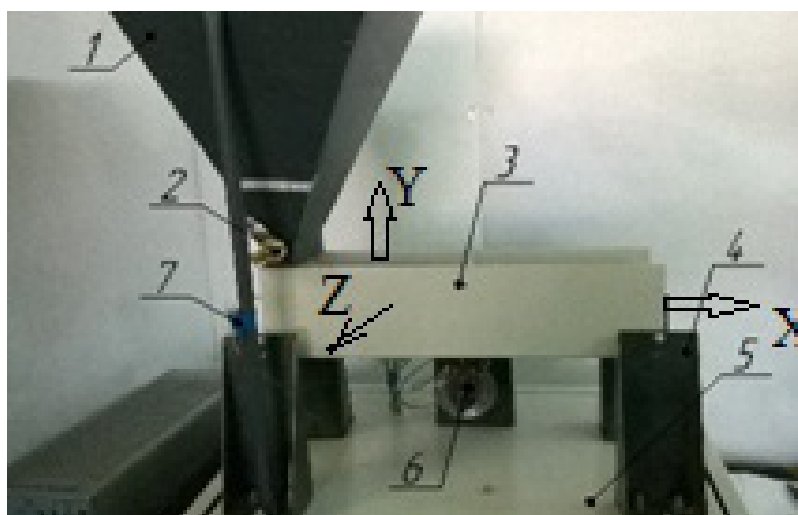


Рисунок 1 – Лабораторная установка:

- 1 – загрузочный бункер; 2 – ручка заслонки; 3 – вибrolоток;
4, 7 – стойки; 5 – основание; 6 – вибратор

Таблица 1 – Приборы и аппаратура, использованные при проведении экспериментов [2, 4]

Наименование	Марка	Класс точности	Назначение
Вибрационный стенд	Собственная конструкция	–	Виброудаление неорганических примесей, вибродозирование
Весы лабораторные	ВЛКТ-500Г-М	4	Определение массы проб
Лазерный фототахометр	DT-2234A	2	Определение частоты вращения
Секундомер	СДС _{пр.1}	2	Регистрация времени опыта
Амперметр	3514	2	Регистрация напряжения

Наименование	Марка	Класс точности	Назначение
Вольтметр	3515	2	Регистрация напряжения
Шумоанализатор спектра, виброметр портативный	ОКТАВА 110А	1	Регистрация интенсивности виброколебаний

Для проведения экспериментов использовались зёрна пшеницы. Точность дозирования определялась с пятикратной повторностью и оценивалась среднеквадратическим отклонением в %. Измерялась интенсивность вибрации в трёх плоскостях X, Y и Z (рис. 1) и рассчитывалась амплитуда колебаний по известной методике [6].

Результаты исследований приведены на рисунках 2–4.

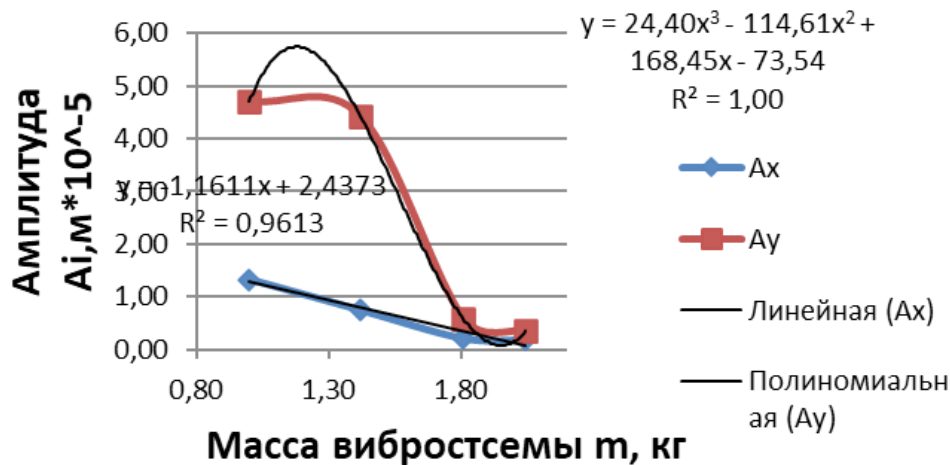


Рисунок 2 – Изменение амплитуды колебания от массы виброустройства в плоскостях X и Y

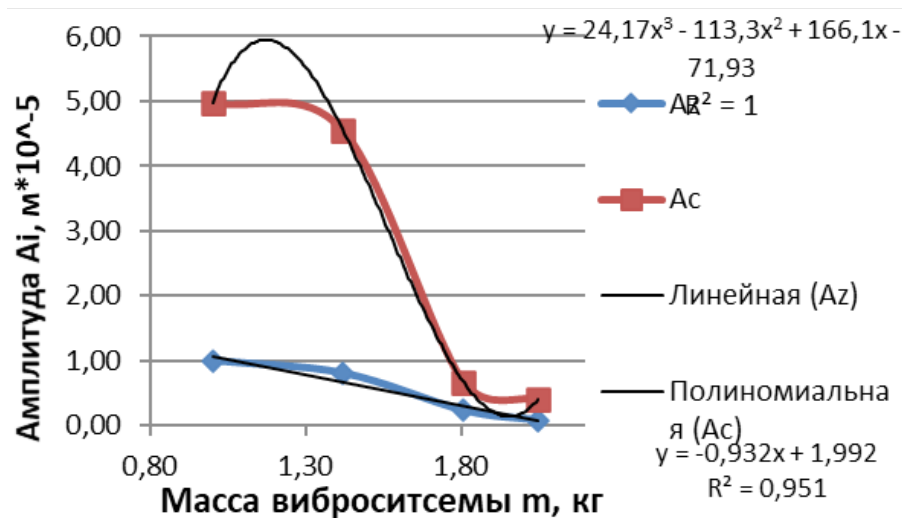


Рисунок 3 – Изменение амплитуды колебания виброустройства в плоскости Z и суммарной амплитуды от массы

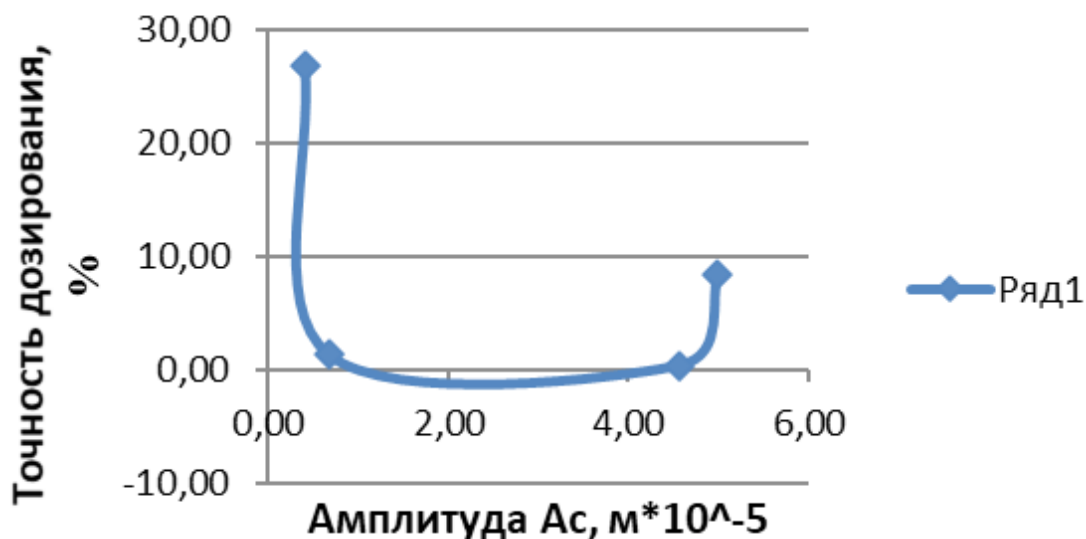


Рисунок 4 – Изменение точности дозирования от суммарной амплитуды колебаний

В результате исследований выяснилось следующее:

- наиболее существенное влияние на процесс оказывают колебания в плоскости Y;
- точность дозирования соответствует зоотехническим требованиям $\pm 5\%$ [11] для дозаторов концентрированных кормов при приготовлении кормосмесей в широких пределах амплитуды колебаний $(0,4 \dots 4,8) \cdot 10^{-5}$ м.

Список литературы

1. Исследование вибрационного уловителя примесей для дробилок зерна / Р. С. Байтуков, В. И. Ширококов, А. А. Мякишев, В. А. Баженов // Теория и практика – устойчивому развитию агропромышленного комплекса: материалы Всероссийской науч.-практ. конф., 17–20 фев. 2015 г. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2015. – Т. 2. – С. 158–162.
2. Quality and Energy Indicators of Grain Crusher as a Function of Screen Wear / V. Shirobokov, O. Fedorov, A. Ipatov, S. Shmykov, L. Novikova // International Journal of Emerging Trends in Engineering Research. Available Online. – Volume 8. – № 3, March 2020.
3. Машины и оборудования для раздачи кормов. – URL: <https://portal.tpu.ru/SHARED/1/LEXCOL/educationalwork/Tab4/Leksia9.pdf>.
4. Бастригов, А. Г. Зависимость эффективности работы циклона-сепаратора от количества циклов воздействия дробилки на зерно / А. Г. Бастригов, В. И. Ширококов, С. Н. Шмыков // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Международной конф. 12–15 февр. 2019 года. В 3 т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – Т. 3. – С. 10–19.

5. Витвинова, М. А. Разработка устройства для отделения примесей из зернового вороха / М. А. Витвинов // *Материалы Всеросс. студ. науч. конф.*, 14–18 марта 2016 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016.

6. Петров, В. А. Совершенствование процесса очистки зерна от неорганических примесей перед дроблением / В. А. Петров, В. И. Широбоков // *Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Национ. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию д-ра химических наук, профессора, засл. деят. науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию канд. техн. наук, профессора, засл. раб. сельского хозяйства УР, почет. раб. ВПО РФ Б. Д. Зонова.* – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 236–241.

7. Федоров, О. С. Совершенствование молотковых дробилок открытого типа / О. С. Федоров, В. И. Широбоков, А. Н. Голубков // *Сельский механизатор.* – 2020. – № 10. – С. 26–28.

8. Чурин, С. М. Исследование вибрации / С. М. Чурин. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА. – 2005. – 28 с.

9. Совершенствование технологической схемы дробилки зерна / В. А. Широбоков, Л. Я. Новикова, С. Н. Шмыков, В. А. Баженов // *Научные инновации в развитии отраслей АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф.* 18–21 февр. 2020 года. В 3 т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – Т. 3. – С. 80–84.

10. Широбоков, В. И. Комплексная оценка эффективности работы дробилок зерна открытого и закрытого типов / В. И. Широбоков, С. Н. Шмыков // *Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии*, 11–13 ноября 2020 года. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 230–235.

11. Предварительные исследования вибродозатора сухих рассыпных кормов / В. А. Широбоков, О. С. Федоров, А. А. Мякишев, В. А. Петров // *Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. году науки и технологии в России*, 24–26 февр. 2021 г. – Ижевск, 2021. – С. 68–72.

К. Г. Волков, А. Г. Ипатов
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОСТОЙКОСТИ ЗАЩИТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ РАБОЧЕЙ ФАСКИ ТАРЕЛОК КЛАПАНОВ

Необходимость исследования термостойкости керамического защитно-восстановительного покрытия заключается в раннем выходе из строя двигателей, работающих на газомоторном топливе, вследствие дефектов сопряжения «клапан-седло». В данных силовых агрегатах наблюдается воздействие повышенных температур на рабочую фаску тарелки клапана. Исходя из вышесказанного, основной целью данной работы является определение термостойкости керамического защитно-восстановительного покрытия рабочей фаски тарелки клапана. Исследования выполнены методом термоциклирования. В работе использованы образцы покрытий с разными составами (материалы группы 1 и группы 2), с разным содержанием компонентов. Нагрев производился в печи СНОЛ 1.6.2.5.1/9-И, измерение массы образцов на весах ВЛГЭ-310. В результате работы составлена таблица с данными об изменении массы образцов на каждом этапе. По характеру изменения массы определено состояние покрытия. Сделаны выводы по окислительным процессам, происходящим с компонентами керамического защитно-восстановительного покрытия.

Актуальность. Исследование термостойкости защитно-восстановительных покрытий рабочей фаски тарелок клапанов двигателей, работающих на газомоторном топливе, необходимо вследствие воздействия высоких температур на сопряжение «клапан-седло». Температура высокоскоростных отработавших газов в данном случае достигает 700 °С. Данный фактор приводит к окислению стандартных защитных покрытий рабочей фаски. В результате двигатель выходит из строя из-за нарушения герметичности сопряжения раньше заявленного срока. Решением данной проблемы является использование керамического защитно-восстановительного покрытия [6, 8, 10, 11, 14, 15, 17].

Цель. Исходя из вышесказанного, основной целью данной работы является определение термостойкости керамического защитно-восстановительного покрытия рабочей фаски тарелки клапана.

Материалы и методы. Для определения термостойкости использовался метод термоциклирования. Эксперимент заключался в циклическом нагреве до 700 °С и охлаждении до 100 °С в печи образцов с нанесенным покрытием. Для оценки состояния керами-

ческого покрытия проводилось взвешивание образцов до эксперимента и после каждого цикла.

В качестве образцов выступали стальные диски, описанные в [3,16]. На их поверхность наплавлились покрытия с разным составом и разным соотношением компонентов. Данные составы, а также параметры компонентов описаны в [1, 4, 5, 7, 12, 13]. Соответственно образцы делились на группу 1 и группу 2. Каждая из них включала в себя 5 дисков. Для нагрева деталей использовалась печь СНОЛ 1.6.2.5.1/9-И (рис. 1а). Взвешивание проводилось на весах ВЛТЭ-310 (рис. 1б). Обработка результатов проводилась в среде MSExcel.



а



б

Рисунок 1 – Экспериментальное оборудование

Обсуждение результатов. Полученные результаты взвешивания отобразены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты испытаний при 500 °С

№ опыта	Группа материалов 1			Группа материалов 2	
	Образец № 2, м, г.	Образец № 3, м, г.	Образец № 4, м, г.	Образец № 3, м, г.	Образец № 5, м, г.
0	149,370	150,416	149,059	162,707	162,775
1	149,260	150,465	149,053	162,749	162,827
2	149,413	150,449	149,046	162,735	162,819
3	149,413	150,459	149,056	162,740	162,815
4	149,388	150,461	149,040	162,738	162,812
Результаты испытаний при 700 °С					
0	149,370	150,416	149,059	162,707	162,775
1	149,260	150,465	149,053	162,749	162,827

№ опыта	Группа материалов 1			Группа материалов 2	
	Образец № 2, т, г.	Образец № 3, т, г.	Образец № 4, т, г.	Образец № 3, т, г.	Образец № 5, т, г.
2	149,413	150,449	149,046	162,735	162,819
3	149,413	150,459	149,056	162,740	162,815
4	149,388	150,461	149,040	162,738	162,812

В таблице 1 представлены результаты лишь тех образцов, которые вызывают интерес со стороны исследователя.

Результаты испытаний материалов группы 1. Образец № 2 показал незначительное среднее изменение массы, но со значительным разбросом отдельных значений. Для образцов № 3 и 4 видна зависимость, при которой после второго цикла испытаний происходит резкое увеличение массы.

Результаты испытаний материалов группы 2. У образца № 3 наблюдается стабильное уменьшение массы, а у образца № 5 существует верхний максимум после первого цикла испытаний.

Выводы. Нарастание массы испытуемого образца с малой скоростью говорит об образовании оксидной пленки на его поверхности, которая выполняет защитную функцию. Последующее уменьшение массы свидетельствует о диффузии газообразных продуктов окисления покрытия через оксидную пленку. В этом случае покрытие приобретает защитную пленку без нарушения структуры. Монотонное, незначительное уменьшение массы также является благоприятным исходом эксперимента, так как в структуре покрытия не происходит изменений и не происходит образования дефектов кристаллической решетки. Резкое увеличение массы является свидетельством разрушения материала. В данном случае происходит окисление не только приграничного слоя, но и всей толщины покрытия, что приводит к образованию дефектов структуры, ослаблению кристаллической связи исходных элементов. Колебательный характер изменения массы также приводит к разрушению и уносу покрытия, но в более продолжительный промежуток времени [2, 9].

Список литературы

1. Волков, К. Г. Оптимизация режимов формирования защитно-восстановительных керамических покрытий на основе многофакторного планирования эксперимента / К. Г. Волков // Вестник Ижевской ГСХА. – 2021. – № 3 (67). – С. 56–61.

2. Ивенин, С. В. Быстрое термическое окисление карбида кремния / С. В. Ивенин, Ф. Ю. Крестьянсков // Огарёв-Online. – 2014. – № 3 (17). – С. 7.
3. Ипатов, А. Г. Анализ трибологических параметров защитно-восстановительных покрытий рабочей фаски клапанов автотракторных двигателей / А. Г. Ипатов, К. Г. Волков // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. году науки и технологии в России, 24–26 февр. 2021 года. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 28–32.
4. Ипатов, А. Г. Механические и трибологические свойства защитно-восстановительных покрытий рабочей фаски клапанов двигателей внутреннего сгорания / А. Г. Ипатов, К. Г. Волков, Е. В. Харанжевский // Технический сервис машин. – 2021. – № 2 (143). – С. 135–143.
5. Ипатов, А. Г. Сравнительные трибологические свойства сверхтвёрдых антифрикционных покрытий на основе карбида бора / А. Г. Ипатов, К. Г. Волков // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. году науки и технологии в России, 24–26 февр. 2021 года. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 32–35.
6. Колодочкин, М. В. Попутный газ / М. В. Колодочкин, А. Ю. Шабанов // За рулем: электронный журнал. – URL: https://www.zr.ru/content/articles/16577-poputnyj_gaz/ (дата публикации: 01 октября 2008 г.).
7. Мартюшев, А. А. Анализ работоспособности упрочненных ножей ротационной косилки кроне EASYCUT b 870 CV / А. А. Мартюшев, А. Г. Ипатов, В. И. Ширококов // Вестник Ижевской ГСХА. – 2021. – № 3 (67). – С. 68–72.
8. Об объеме производства нефтепродуктов с 31 мая по 6 июня 2021 года и потребительских ценах на них // Федеральная служба государственной статистики: интернет портал. – URL: https://gks.ru/bgd/free/B04_03/IssWWW.exe/Stg/d02/73.htm (дата обращения 15.06.2021)
9. Пахомов, Е. П. Взаимодействие диоксида циркония с кислородом и его дефектная структура / Е. П. Пахомов // Теплофизика высоких температур. – 2005. – Т. 43. – № 4. – С. 556–567.
10. Попов, Д. А. О целесообразности применения аустенитного марганцовистого чугуна для седел клапанов ДВС, работающих на газомоторном топливе / Д. А. Попов, И. Е. Поляков, А. И. Третьяков // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2. – С. 10–18.
11. Савельев, Г. С. Эффективность газомоторного топлива для сельхозтехники / Г. С. Савельев, М. Н. Кочетков, Е. В. Овчинников // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2015. – № 1. – С. 12–15.
12. Ipatov, A. G. Modification of the Bearing Interfaces of a TKR7C-6 Turbocharger / A. G. Ipatov, A. G. Ivanov, E. V. Kharanzhevskii // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2020. – Vol. 49. – № 6. – P. 545–549.

13. Tribological performance of boron-based superhard coatings sliding against different materials / E. V. Kharanzhevskiy, M. D. Krivilyov, A. G. Ipatov [et al.] // Wear. – 2021. – Vol. 477. – P. 203835.

14. Ипатов, А. Г. Трибологические показатели упрочняющих и восстановительных керамических покрытий на основе карбида бора / А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский, С. Н. Шмыков, К. Г. Волков // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2021. – № 7. – С. 12–19.

15. Ипатов, А. Г. Перспективное развитие современных технологических процессов восстановления деталей машин / А. Г. Ипатов, С. Н. Шмыков, С. М. Стрелков // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – Ижевск, 2021. – С. 93–99.

16. Харанжевский, Е. В. Особенности формирования керамических восстановительных покрытий / Е. В. Харанжевский, А. Г. Ипатов, К. Г. Волков // Вестник Ижевской ГСХА. – 2021. – № 1 (65). – С. 51–55.

17. Шмыков, С. Н. Экономическая оценка способов восстановления вала турбокомпрессора / С. Н. Шмыков, А. Г. Ипатов, С. М. Стрелков // Вестник Ижевской ГСХА. – 2014. – № 2 (39). – С. 44–46.

УДК 629.43-33-046.26

К. Г. Волков, А. Г. Ипатов
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

УПРОЧНЯЮЩИЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ С КЕРАМИЧЕСКИМИ ЛЕГИРУЮЩИМИ КОМПОНЕНТАМИ РАБОЧЕЙ ФАСКИ КЛАПАНОВ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

В работе проведены исследования упрочняющего состава рабочей фаски клапана, работающей в двигателе на газомоторном топливе. Использование стандартных методов защиты фаски не позволяет сохранить заявленный производителем ресурс. Нанесение порошковой композиции упрочняющего покрытия производилось методом высокоскоростного лазерного спекания/наплавки. Для получения результатов долговечности рабочей поверхности клапана использовали стенд, разработанный на основе станка ОПР-1841а. Данный стенд позволял поддерживать определенную температуру и скорость потока газов в зоне сопряжения «клапан-седло» в момент имитации работы клапана. Исследования проводились в сравнении с клапаном со стандартным покрытием. Сравнение производилось по ши-

рине образовавшегося пояска приработки на поверхности рабочей фаски. По результатам эксперимента получены уравнения регрессии, описывающие изменение ширины пояска, построены соответствующие графики. По результатам исследований сделан вывод, что ресурс модифицированного клапана в четыре раза больше, чем у стандартного.

Актуальность. Ежегодно возрастающая стоимость традиционного топлива для автотракторных двигателей подталкивает предприятия к использованию альтернативных вариантов [6, 9]. Наиболее доступным является перевод имеющейся техники на компримированное газовое топливо либо закупка машин с силовыми агрегатами, подготовленными к работе на этом виде топлива. Но в этом случае наблюдается ранний выход из строя двигателей (сокращение срока работы до 80 %) вследствие нарушения герметичности сопряжения «клапан-седло» [5, 8]. Это происходит из-за высоких температур выхлопных газов (650...700 °С), истекающих через выходное сечение клапана со скоростью до 1000 м/с. [11, с. 374]. Также немаловажную роль в процессе износа рабочей фаски клапана играет эффект сухого трения в сопряжении.

Цель. Исходя из вышесказанного, основной целью данной работы является формирование упрочняющих покрытий рабочей фаски клапанов автотракторных двигателей.

Материалы и методы. В качестве упрочняющего покрытия использовалась порошковая композиция на основе никеля с добавлением керамических легирующих компонентов. Данный состав был выбран исходя из исследований, описанных в [2, 3, 4, 12–15].

Наплавка данной композиции на рабочую фаску клапана производилась методом высокоскоростного лазерного спекания, описанного в [7, 10, 12].

Ресурсные испытания клапанов с нанесенным упрочняющим покрытием производились на стенде, изготовленном из станка для притирки клапанов ОНР-1841А. Данный стенд имитирует работу клапана в двигателе, работающем на газомоторном топливе (рис. 1).

Определение износостойкости производилось по скорости образования пояска приработки по сравнению со стандартным клапаном.

Обсуждение результатов. Для оценки износостойкости упрочняющего покрытия была выбрана критическая ширина пояска приработки, равная 2 мм. Превышение данного значения может привести к прорыву выхлопных газов через сопряжение, а это,

в свою очередь, приведет к образованию критических дефектов рабочей фаски клапана [1, с. 81].

На рисунке 2а приведен стандартный клапан до испытаний, на рисунке 2б приведен модифицированный клапан до испытаний.

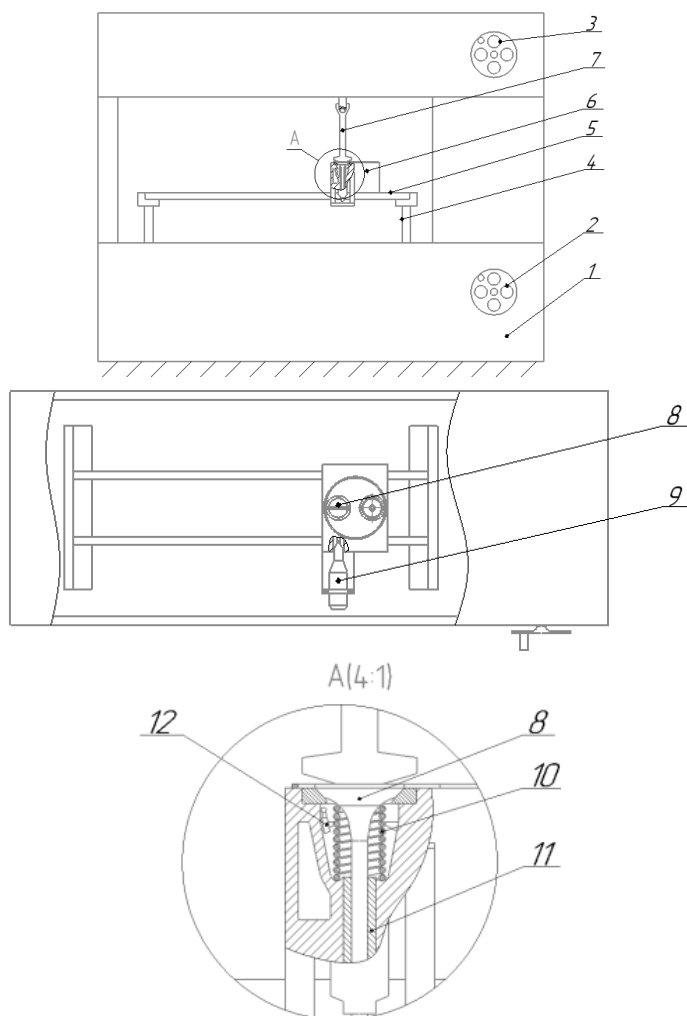


Рисунок 1 – Схема испытательной установки:

1 – станок ОПР-1841А; 2 – маховик регулировки высоты опор; 3 – маховик ручного привода; 4 – опора; 5 – рама; 6 – ГБЦ КАМАЗ 740.10; 7 – приводная лопатка; 8 – клапан выпускной; 9 – фен BLACK+DACKERKX2200K-QS; 10 – возвратная пружина; 11 – направляющая втулка; 12 – термопара K06



а)

б)

Рисунок 2 – Клапаны до испытаний:

а) стандартный клапан; б) модифицированный клапан

На рисунке 2а видно гладкую, ровную поверхность со средне-арифметическим отклонением профиля не боле 1 мкм, а на рисунке 2б шероховатость поверхности достигает значений 1,6 мкм, но при этом обеспечивается достаточная герметичность сопряжения.

На рисунке 3 изображены клапаны после проведения пяти циклов испытаний.



Рисунок 3 – Клапаны после испытаний:
а) стандартный клапан; б) модифицированный клапан

На рисунке 3а видно, что на стандартном клапане имеется четко выраженный поясok сопряжения «клапан-седло». Ширина данного пояска равна $(1,8 \pm 0,1)$ мм. В свою очередь, модифицированный клапан (рис. 3б) имеет ширину пояска $(1,1 \pm 0,1)$ мм.

Для получения полной картины процесса образования пояска и дальнейшего износа рабочей фаски проведен регрессионный анализ данных. Вследствие этого выведены следующие зависимости:

$$Y_1 = 0,363x^{0,342}, \quad (1)$$

$$Y_2 = 0,310x^{0,280}, \quad (2)$$

где Y_1 – ширина образовавшегося пояска на стандартном клапане, мм;

Y_2 – ширина образовавшегося пояска на модифицированном клапане, мм;

x – время работы сопряжения, мин.

По данным уравнениям регрессии построены графики, отображающие динамику изменения ширины пояска приработки (рис. 4).

По графику можно определить, что стандартный клапан при первом замере принял значение ширины пояска 1 мм, а модифицированный клапан на первом этапе имел ширину пояска не более 0.75 мм, которая слабо просматривалась на всей поверхности рабочей фаски клапана. Это говорит о более долгой приработке клапана к седлу. В течение всего эксперимента стандартный клапан

обладал большей скоростью увеличения ширины пояска. На пятом цикле (время работы 140 мин.) значение ширины пояска у стандартного клапана приняло значение 1.8 мм, а при времени работы 160 мин. ширина пояска превысила значение 2 мм. В свою очередь, модифицированный клапан имеет более «пологую» характеристику изменения ширины пояска, что позволяет сделать вывод о высокой долговечности покрытия в заданных режимах эксплуатации. Достижение ширины пояска в 2 мм происходит при времени работы 780 мин.

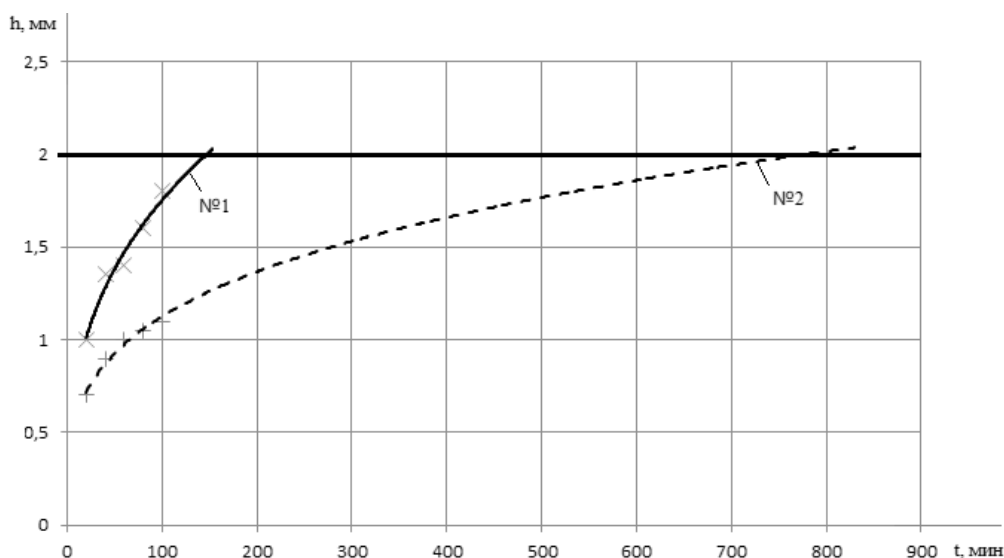


Рисунок 4 – График изменения ширины пояска сопряжения «клапан-седло» по аппроксимированным данным:
 № 1 – стандартный клапан; № 2 – модифицированный клапан

Выводы. В данной работе проведены исследования износостойкости упрочняющего покрытия рабочей фаски клапана автотракторных двигателей. Эксперимент проведен в сравнении со стандартным выпускным клапаном двигателя КАМАЗ 740.10. По результатам исследований проведен регрессионный анализ и получены уравнения регрессии, которые позволили провести прогнозирование изменения ширины пояска приработки от времени. В результате определено, что модифицированный клапан имеет четырехкратное превосходство по износостойкости над стандартным.

Список литературы

1. Автомобильный двигатель ЗИЛ 130 / Под ред. А. М. Кригера. – М.: Машиностроение, 1973. – 264 с.

2. Ипатов, А. Г. Анализ трибологических параметров защитно-восстановительных покрытий рабочей фаски клапанов автотракторных двигателей / А. Г. Ипатов, К. Г. Волков // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. году науки и технологии в России, 24–26 февр. 2021 года. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 28–32.

3. Ипатов, А. Г. К обоснованию материала защитно-восстановительного покрытия рабочей поверхности тарелки клапана / А. Г. Ипатов, К. Г. Волков // Вестник Ижевской ГСХА. – 2021. – № 1. – С. 44–50.

4. Ипатов, А. Г. Модификация подшипниковых сопряжений турбокомпрессора ТКР 7С-6 / А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский, А. Г. Иванов // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2020. – № 6. – С. 101–106.

5. Колодочкин, М. В. Попутный газ / М. В. Колодочкин, А. Ю. Шабанов // За рулем: электронный журнал. – URL: https://www.zr.ru/content/articles/16577-poputnyj_gaz/ (дата публикации: 01 октября 2008 г.).

6. Об объеме производства нефтепродуктов с 31 мая по 6 июня 2021 года и потребительских ценах на них // Федеральная служба государственной статистики: интернет портал. – URL: https://gks.ru/bgd/free/B04_03/IssWWW.exe/Stg/d02/73.htm (дата обращения 15.06.2021).

7. Пат. RU 2497978 С2 Российская Федерация, МПК С23С 24/08, В22F 3/105. Способ формирования покрытия и установка для его осуществления / А. Г. Ипатов, С. С. Стрелков, С. М. Стрелков, Е. В. Харанжевский; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия». – N 2011130871/02; заявл. 22.07.2011; опубл. 10.11.2013. – 10 с.: илл.

8. Попов, Д. А. О целесообразности применения аустенитного марганцовистого чугуна для седел клапанов ДВС, работающих на газомоторном топливе / Д. А. Попов, И. Е. Поляков, А. И. Третьяков // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2. – С. 10–18.

9. Савельев, Г. С. Эффективность газомоторного топлива для сельхозтехники / Г. С. Савельев, М. Н. Кочетков, Е. В. Овчинников // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2015. – № 1. – С. 12–15.

10. Стрелков, С. М. Износостойкость пористых покрытий / С. М. Стрелков, Е. В. Харанжевский, А. Г. Ипатов // Сельский механизатор. – 2010. – № 3. – С. 31–31.

11. Хазен, М. М. Теплотехника: учеб. пособие для нетеплоэнергетических специальностей вузов / М. М. Хазен, Г. А. Матвеев, М. Е. Грицевский, Ф. П. Казакевич; под ред. Г. А. Матвеева. – М.: Высшая школа, 1981. – 480 с.

12. Харанжевский, Е. В. Особенности формирования керамических восстановительных покрытий / Е. В. Харанжевский, А. Г. Ипатов, К. Г. Волков // Вестник Ижевской ГСХА. – 2021. – № 1. – С. 51–55.

13. Ipatov, A. G. The Tribological Properties of Superhard and Functional Coatings Based on Carbide and Boron Nitride / A. G. Ipatov, E. V. Kharanzhevskiy // Journal of Friction and Wear. – 2019. – Т. 40. – № 6. – С. 588–592.

14. Kharanzhevskiy, E. V. Ultralow friction behaviuor of B4C-BN-MeO composite ceramic coatings deposited on steel / E. V. Kharanzhevskiy, A. G. Ipatov, M. D. Krivilyov [et al.] // Surface and Coatings Technology. – 2020. – Т. 390. – С. 125664.

15. Tribological performance of boron-based superhard coatings sliding against different materials / E. V. Kharanzhevskiy, M. D. Krivilyov, A. G. Ipatov [et al.] // Wear. – 2021. – Vol. 477. – P. 203835. – DOI 10.1016/j.wear.2021.203835.

УДК 621.431

А. И. Волкова, А. А. Кавыев
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

КОНСТРУКТИВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Транспортные средства (далее ТС), в том числе тракторы и самоходные машины, выполняющие транспортные работы, представляют собой потенциальный источник повышенной опасности для людей, которая резко возросла в последние годы в результате роста мощности двигателей и скорости движения. В связи с этим требования к конструктивной безопасности ТС возрастают.

Актуальность. Конструктивная безопасность ТС включает в себя активную, пассивную, послеаварийную и экологическую безопасность. В последнее время конструктивная безопасность учитывалась только на автомобильном транспорте, но появилась необходимость учитывать все большее количество тракторов и самоходных машин, участвующих в транспортных процессах. Причем в некоторых ситуациях, тракторы и самоходные машины способны нанести большой вред здоровью людей из-за особенностей их конструкции (недостаточный обзор, большая масса, мощный двигатель и т.п.).

Более подробно рассмотрим виды конструктивной безопасности. Активная безопасность – это свойство транспортного средства предотвращать дорожно-транспортное происшествие (снижать вероятность его возникновения). Активная безопасность проявляется в период, соответствующий начальной фазе дорожно-транспортного происшествия, когда водитель (тракто-

рист) еще в состоянии изменить характер движения транспортного средства (ТС).

Под пассивной безопасностью подразумевается комплекс эксплуатационных свойств транспортного средства, обеспечивающий снижение тяжести последствий ДТП. Пассивная безопасность вступает в действие, если водителю (трактористу) не удалось избежать аварии, и обеспечивает уменьшение инерционных нагрузок на водителя и пассажиров, ограничение перемещения их в кабине, защиту от травм, увечий при ударе, устранение возможности выбрасывания из кабины в момент столкновения.

Послеаварийная безопасность – это свойства транспортного средства снижать тяжесть последствий ДТП.

Экологическая безопасность – это свойство автомобиля (трактора), позволяющее уменьшать вред, наносимый участникам движения и окружающей среде в процессе его нормальной эксплуатации. Мероприятиями по уменьшению вредного воздействия автомобилей на окружающую среду следует считать снижение токсичности отработавших газов и уровня шума.

Материалы и методика. Каждый вид конструктивной безопасности имеет важное значение для жизнедеятельности человека. Наиболее слабо в настоящее время рассмотрены вопросы экологической безопасности во время прогрева двигателя внутреннего сгорания в условиях низких температур. А прогрев двигателя – это обязательное мероприятие в рамках транспортного процесса.

Исследования показали, что при отрицательных температурах окружающего воздуха концентрация токсичных веществ в сотни раз превышает ПДК [1]. Это связано с недостатками рабочего процесса двигателя во время прогрева, которые выражаются в рассогласовании работы всех систем двигателя, повышенным зазором в цилиндро-поршневой группе, повышенным расходом масла и т.д.

Сегодня общепринятыми являются три основных способа снижения токсичности отработавших газов дизелей: улучшение эксплуатационных параметров, фильтрация и применение альтернативного топлива [1]. Кроме того, особое внимание следует уделить и такому процессу, как прогрев двигателя перед выполнением работ. Именно в процессе прогрева наблюдается самое большое количество всевозможных выбросов. При этом данный процесс происходит в гаражах, крытых площадках или других местах, где постоянно присутствует обслуживающий персонал.

Результаты исследований. Задача, на которую направлено наше техническое решение, заключается в уменьшении вредных выбросов отработанных газов ДВС путем снижения времени прогрева и снижения пусковых износов при отрицательных температурах окружающего воздуха.

Тепловой аккумулятор состоит из корпуса, выполненного из маслобензостойкого пластика и имеющего две изолированные друг от друга полости, теплоизоляционного слоя, изготовленного путем заливки наружной оболочки корпуса негорючей полиуретановой пеной, проточного теплообменника для топлива, расположенного внутри корпуса, двух электронасосов, трех электромагнитных клапанов, выпускного обратного клапана и автоматической системы управления.

Техническим результатом, обеспечиваемым приведенной совокупностью признаков, является легкий пуск двигателя, существенное уменьшение времени прогрева и существенное уменьшение вредных компонентов в составе отработавших газов за счет сохранения тепловой энергии от предыдущего периода работы ДВС охлаждающей жидкости, моторного масла и топлива.

Тепловой аккумулятор включает корпус 1 (рис. 1), состоящий из двух частей, герметично разделенных друг от друга и соединенных между собой двумя торцевыми крышками 2. В корпус 1 встроены топливный теплообменник 3 с запорными электромагнитными клапанами 4. На входе в корпус 1 установлен электромагнитный клапан 5 и масляный электронасос 6, на выходе – обратный клапан 7 с электронасосом 8. Наружный слой 9 выполнен из негорючей полиуретановой пены.

Тепловой аккумулятор дополнительно оснащен автоматизированной системой управления (на рисунке 1 не показана).

Устройство работает следующим образом. Охлаждающая жидкость циркулирует по системе охлаждения двигателя, куда встроены тепловой аккумулятор. При этом входной электромагнитный клапан с обратным клапаном постоянно открыты, а электронасос выключен. При остановке двигателя клапаны закрываются, и охлаждающая жидкость тем самым изолируется в тепловом аккумуляторе.

Моторное масло перекачивается масляным электронасосом во вторую полость теплоаккумулятора. Топливо, проходящее через топливный теплообменник, запирается электромагнитными клапанами. Теплота рабочих жидкостей сохраняется до следующе-

го пуска двигателя (до 48 часов). При пуске в автоматическом режиме моторное масло поступает из теплоаккумулятора в картер двигателя. Одновременно открываются все электромагнитные клапаны и включается электронасос, прокачивающий теплую охлаждающую жидкость из теплоаккумулятора в блок цилиндров двигателя.

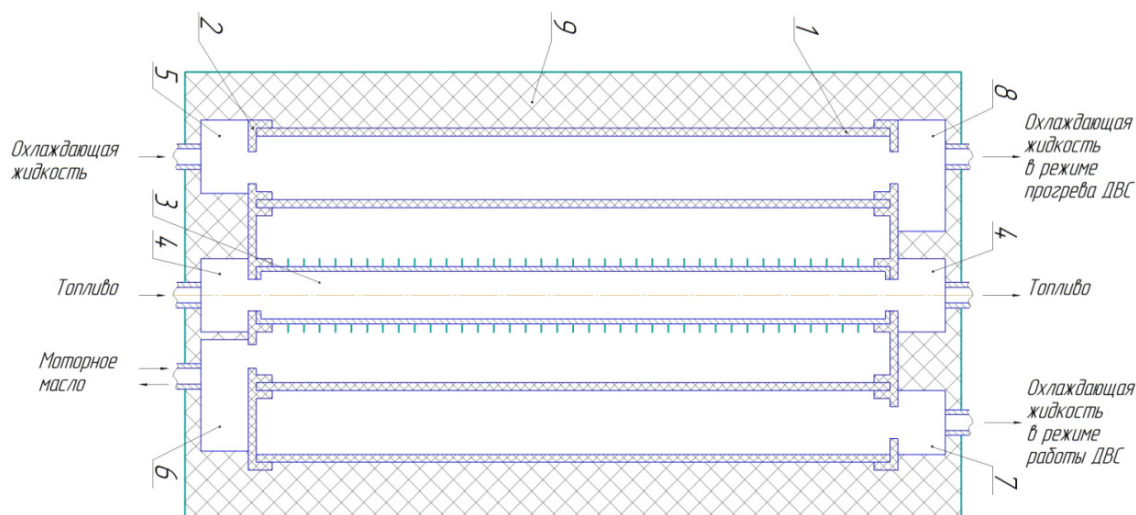


Рисунок 1 – Конструктивная схема теплового аккумулятора

Выводы и рекомендации. По истечении данных процессов, занимающих около 1 мин., система автоматизированного управления позволяет осуществить пуск двигателя. При пуске в цилиндры двигателя начинает поступать теплое топливо, за счет чего существенно улучшается качество образования горючей смеси и уменьшается концентрация вредных веществ в отработавших газах.

При применении подобных систем в комплексе экологический эффект будет значительным. Массовое внедрение данных мероприятий не повлечет за собой внушительных материальных затрат и позволит снизить себестоимость производимой продукции и улучшить ее качество.

Список литературы

1. Вахрамеев, Д. А. Снижение токсичности отработавших газов двигателя машинно-тракторного агрегата в реальных эксплуатационных условиях / Д. А. Вахрамеев, Р. Р. Шакиров, Н. Д. Давыдов, Ф. Р. Арсланов // Современные проблемы экологии: материалы XIV Международной науч.-техн. конф. – Тула, 2016. – С. 52–55.
2. Горев, А. Э. Организация и безопасность дорожного движения / А. Э. Горев, И. Н. Пугачев, Е. М. Олещенко. – Пособие для студ. высш. учеб. заведений – М.: Академия, 2009. – 194 с.

3. Платонов, А. П. Автомобиль-дорога. Охрана окружающей среды. – Павловск: ДУИЦ, 1998. – 227 с.
4. Солдатова, В. А. Экологические проблемы на транспорте / В. А. Солдатова, С. В. Федоров. – Чебоксары: Волжский филиал МАДИ (ГТУ), 2005. – 99 с.
5. Вахрамеев, Д. А. Комплексный предпусковой подогрев дизельного двигателя / Д. А. Вахрамеев, Е. А. Потапов, А. А. Мартюшев // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 12–29.
6. Потапов, Е. А. Обоснование выбора методов предпусковой тепловой подготовки для разных типов двигателей внутреннего сгорания / Е. А. Потапов, А. А. Мартюшев, Д. А. Вахрамеев, А. А. Кавыев, Н. Д. Давыдов // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 161–166.
7. Потапов, Е. А. Исследование эффективности предпускового подогрева автотракторных двигателей посредством системы теплового аккумулирования / Е. А. Потапов, А. А. Мартюшев, Д. А. Вахрамеев, И. А. Дерюшев, Ф. Р. Арсланов // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Саранск, 2020. – С. 94–102.

УДК 621.73.073-044.952

Д. В. Грачев, А. Г. Ипатов
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИЗНАШИВАНИЯ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПАНСОНА ПРИ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКЕ

Современное машиностроение стремится к реализации технологических процессов производства с минимальными экономическими и ресурсными затратами. Наиболее эффективным способом производства заготовок и деталей машин является штамповка. Как показывают исследования, до 70 % типовых деталей машин изготавливаются методом штамповки. Высокая скорость и динамическая нагруженность рабочих инструментов приводят к снижению ресурса рабочих поверхностей пуансонов и матриц. Основная причина снижения ресурса является адгезионное и абразивное изнашивание рабочих поверхностей. Для достижения высокого ресурса инструментов необходима разработка комплекса мер по повышению противозносных свойств. С этой целью в данной работе предлагается проанализировать особенности изнашивания рабочих поверхностей пуансона при холодной обработке.

Изнашивание рабочих поверхностей пуансона при вырубке и пробивке происходит в результате [1]:

- изнашивания контактных поверхностей инструмента с заготовкой;
- пластического деформирования и выкрашивания режущих кромок;
- протекания адгезионных процессов в зазоре между пуансоном и матрицей; и т.д.

В процессе эксплуатации торцевая поверхность пуансона испытывает максимальную контактную нагрузку, что приводит к деформации тонких поверхностных слоев инструмента и последующее течение материала вдоль торцевой поверхности инструмента (рис. 1а). Высокое удельное и многократно повторяющееся давление приводит к адгезии контактирующих поверхностей.

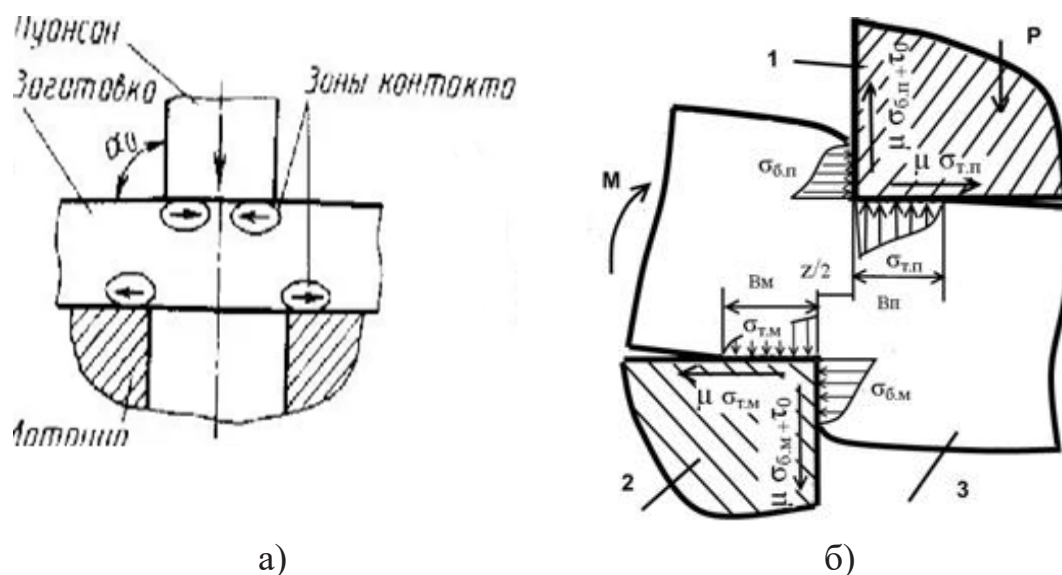


Рисунок 1 – Схема перемещения материала относительно штампа (а), эпюра нормальных и касательных напряжений (б)

Адгезионное схватывание вызывает разрушение контактных точек поверхности с формированием осповидного разрушения рабочей поверхности инструмента. Наиболее напряжённое состояние рабочей поверхности инструмента наблюдается по краям рабочей поверхности (рис. 1б). В зоне контакта режущей кромки лезвия пуансона возникают максимальные изгибающие напряжения, вызывающие интенсивное упруго-пластическое деформирование материала лезвия инструмента и разрушение поверхности. После пластической деформации обрабатываемого материала и дальнейшего движения пуансона относительно матрицы изменяется направление течения металла по контактными поясам матрицы и пуансона, что приводит к изменению направления касательных

напряжений. Таким образом, контактные поверхности пуансона и матрицы в процессе разделения работают в условиях знакопеременных нагрузок, что интенсифицирует их изнашивание в процессе эксплуатации.

Исходя из анализа контактирования рабочих поверхностей пуансона с обрабатываемым материалом, можно отметить, что повышение ресурса рабочей поверхности пуансона необходимо вести по двум основным направлениям: 1) повышение твердости рабочей поверхности за счет формирования внутренних покрытий на основе устойчивых химических соединений, что обеспечит высокую адгезионную и абразивную стойкость к изнашиванию; 2) Использование в качестве инструментов для пуансона металлических сплавов с высокой циклической прочностью и модулем Юнга.

Поскольку машиностроение в своей практике реализует огромное количество материалов для штампового оборудования, исходя из условий и особенностей обработки, то поиск оптимальных материалов является неэффективным. Поэтому нами предлагается в дальнейших исследованиях использовать технологию, разработанную авторами [2, 3, 5] и представляющую собой синтез тонких (до 5 мкм) функциональных покрытий [6, 7, 8] на основе керамических антифрикционных структур [4, 9].

Заключение. Рассмотрены особенности контактирования и последующего износа рабочих поверхностей пуансона. Определено, что в условиях эксплуатации рабочие поверхности пуансона подвержены высоким динамическим нагрузкам, приводящим к адгезионному разрушению поверхностей. Предложена технология повышения ресурса пуансона путем синтеза на рабочих поверхностях керамических антифрикционных покрытий.

Список литературы

1. Михаленко, Ф. П. Стойкость разделительных штампов / Ф. П. Михаленко. – М.: Машиностроение, 1976. – С. 207.
2. Ипатов, А. Г. Трибологические показатели упрочняющих и восстановительных керамических покрытий на основе карбида бора / А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский, С. Н. Шмыков, К. Г. Волков // Ремонт. Восстановление. Модернизация, 2021. – № 7. – С. 12–19.
3. Ипатов, А. Г. Механические и трибологические свойства защитно-восстановительных покрытий рабочей фаски клапанов двигателей внутреннего сгорания / А. Г. Ипатов, К. Г. Волков, Е. В. Харанжевский // Технический сервис машин, 2021. – № 2 (143). – С. 135–143.

4. Ипатов, А. Г. Сравнительные трибологические свойства сверхтвердых антифрикционных покрытий на основе карбида бора / А. Г. Ипатов, К. Г. Волков // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России. – Ижевск, 2021. – С. 32–35.

5. Ипатов, А. Г. Анализ трибологических параметров защитно-восстановительных покрытий рабочей фаски клапанов автотракторных двигателей / А. Г. Ипатов, К. Г. Волков // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. году науки и технологии в России. – Ижевск, 2021. – С. 28–32.

6. Харанжевский, Е. В. Особенности формирования керамических восстановительных покрытий / Е. В. Харанжевский, А. Г. Ипатов, К. Г. Волков // Вестник Ижевской ГСХА. – 2021. – № 1 (65). – С. 51–55.

7. Ипатов, А. Г. Анализ структуры и свойства восстановительных покрытий из порошковых композиций на основе железа / А. Г. Ипатов // Вестник Ижевской ГСХА. – 2021. – № 1 (65). – С. 39–44.

8. Ипатов, А. Г. Сравнительный анализ работоспособности керамических антифрикционных покрытий / А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский // Вестник Ижевской ГСХА. – 2020. – № 1 (61). – С. 67–71.

9. Ипатов, А. Г. Структура и трибологические свойства сверхтвердых упрочняющих покрытий на основе карбида бора / А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский, С. Н. Шмыков // Технический сервис машин. – 2020. – № 2 (139). – С. 134–140.

УДК 631.3.02-044.952

М. А. Ившин, А. Г. Ипатов
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗНАШИВАНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЧВЕННЫХ УСЛОВИЙ

Повышенный ресурс рабочих органов почвообрабатывающих машин обеспечивает высокое качество и низкую себестоимость выполнения работ. Для повышения ресурса рабочих органов в аграрном машиностроении используют технологические решения, направленные на создание на рабочих поверхностях противоизносных покрытий. Однако исследования, проведенные многими авторами, подтверждают, что износостойкость создаваемых покрытий во многом определяется почвенными условиями эксплуатации. Поэтому решение о нанесении противо-

износных покрытий на рабочих поверхностях рабочих органов должно быть принято в конкретных условиях эксплуатации на основе компонентов, устойчивых к конкретному почвенному составу. В данной работе проанализированы особенности изнашивания режущего лезвия рабочих органов почвообрабатывающих машин и предложено технологическое решение по повышению ресурса рабочих органов в зависимости от условий эксплуатации.

Актуальность исследований. Современная тенденция аграрного производства направлена на эксплуатацию сельскохозяйственных машин импортного производства. Высокое качество и надежность импортных машин по отношению к отечественным образцам, несмотря на их высокую балансовую стоимость, подкупает специалистов. Наибольшее применение в условиях агропромышленного комплекса находят почвообрабатывающие машины, в частности, бороны, культиваторы и плуги. Для производства большинства рабочих органов почвообрабатывающих машин используются среднеуглеродистые легированные стали. Основное назначение легирования углеродистых сталей при производстве рабочих органов почвообрабатывающих машин сводится к повышению стойкости к абразивному изнашиванию за счет повышения твердости рабочей поверхности. Некоторые производители используют технологии нанесения противоизносных покрытий методом оплавления литейных твердых сплавов (сормайты, стеллиты), что значительно повышает ресурс рабочих органов. Исследования, проведенные рядом авторов, подтверждают повышение ресурса рабочих органов с напайкой твердосплавного покрытия на 200–250 %. Однако при этом наблюдается значительное увеличение стоимости рабочего органа.

В работе [12] указано, что повышение себестоимости изделий может достигать 150–180 % от стандартных рабочих органов. Технологические решения, направленные на повышение стойкости к изнашиванию рабочих органов, не в полной мере оценивают их условия эксплуатации. Как показывает практика, во многих случаях одни и те же рабочие органы (упрочненные по одной и той технологии) могут иметь совершенно разные механизмы изнашивания, что, соответственно, влияет на ресурс изделий. Исходя из этого, при реализации технологических решений по повышению износостойкости и ресурса изделий необходимо в первую очередь оценивать условия эксплуатации и характер обрабатываемых почв.

В данной работе нами проведены априорные исследования по изучению влияния различных почв на интенсивность изнашивания рабочих органов почвообрабатывающих машин.

Цель исследований. Проанализировать кинетику и механизмы изнашивания рабочих органов почвообрабатывающих машин с целью оптимизации принятия эффективных технологических решений по повышению ресурса изделия в зависимости от условий эксплуатации.

При обработке почвы рабочими органами сельскохозяйственных орудий справедлив закон абразивного изнашивания. Интенсивность изнашивания определяется количеством твердых абразивных частиц в почве, а также наличием каменных включений.

Из всего многообразия факторов, влияющих на износ, практически можно выделить два главных: 1) механический состав почвы, определяющий ее абразивную агрессивность и связность; 2) плотность почвы, определяющей давление на лезвие почвенной массы, и интенсивность износа режущей части лезвия. При изменении одного из этих факторов будет меняться интенсивность износа и форма изношенного лезвия.

Опираясь на результаты исследований [1], можем сказать, что наибольшее влияние на интенсивность изнашивания оказывает физическое содержание в почвах песка. Исходя из этого, почвы делятся на три группы:

- первая группа – почвы с малой изнашивающей способностью, содержание песка до 80 %;
- вторая группа – супесчаные и песчаные почвы, содержание песка от 80 до 95 %, а также незначительное количество каменных включений;
- третья группа – почвы, содержащие от 95 до 100 % песка с большим количеством камней и обладающие большим абразивным износом.

Анализируя экспериментальные исследования [1], проведенные на примере лемеха плуга, можно оценить интенсивность изнашивания в зависимости от состава почв (табл. 1).

Таблица 1 – Максимальный абразивный износ лемехов в зависимости от группы почвы (г/га – грамм металла на 1 гектар пашни)

Показатель	Группа почвы		
	1	2	3
Интенсивность изнашивания, г/га	от 2 до 30 г/га	около 100 г/га	до 260 г/га

Таким образом, интенсивность изнашивания в песчаных и каменных почвах превышает интенсивность изнашивания в сугли-

нистых почвах в 8...9 раз, что соответственно влияет и на ресурс рабочего органа.

Содержание и состав почв также оказывает влияние на форму изнашивания режущего лезвия рабочего органа (рис. 1).

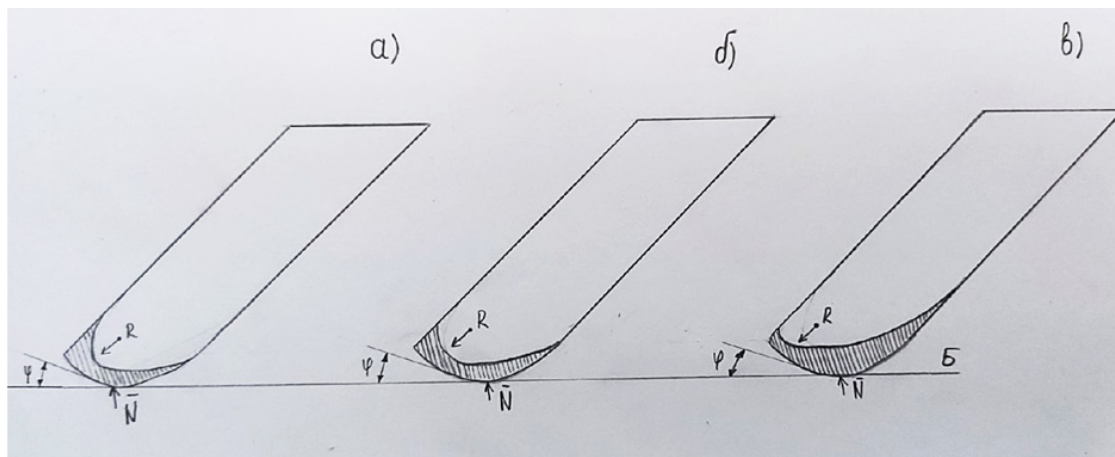


Рисунок 1 – Схема профиля изношенного лезвия при:

- а) почва с малой изнашивающей способностью; б) супесчаные и песчаные почвы;
- в) почва с большим содержанием песка; Б – дно почвенной борозды;
- N – нормальная реакция опоры; R – радиус закругления;
- φ – отрицательный угол наклона затылочной фаски ко дну борозды

Проведенные исследования в лабораторных условиях показали значительную разницу в механизме изнашивания в зависимости от почвенных условий. При высоком содержании в почве песка большая часть износа приходится на нижнюю часть режущей кромки. Верхняя же кромка изнашивается во влажной и глинистой почве, увеличивается радиус закругления R (рис. 1а).

Для уменьшения изнашивания и увеличения срока эксплуатации используют различные упрочняющие покрытия. Наиболее устойчивыми материалами против абразивного изнашивания являются керамические соединения, обладающие повышенной твердостью [2, 4, 6, 8, 9]. Существующие технологические процессы наплавки не позволяют синтезировать керамические покрытия в силу низкой адгезионной прочности и хрупкости. Авторами [3, 5, 7, 11] реализована технология нанесения антифрикционных покрытий на основе металлокерамических соединений, обладающих высокими физико-механическими свойствами [10]. Реализация тонких покрытий на поверхностях рабочих органов почвообрабатывающих машин позволит значительно увеличить их ресурс с минимальными затратами.

Заключение. В данной работе рассмотрены вопросы изнашивания рабочих органов почвообрабатывающих машин в зави-

симости от почвенных условий. Выявлено значительное изменение кинетики и механизма изнашивания от содержания песка в почве. Наибольшая интенсивность изнашивания наблюдается в условиях наличия в почве большого количества песка (90 %). В этих условиях величина износа увеличивается 8...9 раз в сравнении с суглинистыми почвами. Предложена технология повышения износостойкости рабочих органов нанесением тонких керамических покрытий.

Список литературы

1. Бартепов, И. М. Изнашивающая способность почв и ее влияние на долговечность рабочих органов почвообрабатывающих машин / И. М. Бартепов, Е. В. Поздняков // Лесотехнический журнал. – 2013. – № 3. – С. 114–123.

2. Ипатов, А. Г. Трибологические показатели упрочняющих и восстановительных керамических покрытий на основе карбида бора / А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский, С. Н. Шмыков, К. Г. Волков // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2021. – № 7. – С. 12–19.

3. Ипатов, А. Г. Механические и трибологические свойства защитно-восстановительных покрытий рабочей фаски клапанов двигателей внутреннего сгорания / А. Г. Ипатов, К. Г. Волков, Е. В. Харанжевский // Технический сервис машин. – 2021. – № 2 (143). – С. 135–143.

4. Ипатов, А. Г. Сравнительные трибологические свойства сверхтвердых антифрикционных покрытий на основе карбида бора / А. Г. Ипатов, К. Г. Волков // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. году науки и технологии в России. – Ижевск, 2021. – С. 32–35.

5. Ипатов, А. Г. Анализ трибологических параметров защитно-восстановительных покрытий рабочей фаски клапанов автотракторных двигателей / А. Г. Ипатов, К. Г. Волков // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. году науки и технологии в России. – Ижевск, 2021. – С. 28–32.

6. Харанжевский, Е. В. Особенности формирования керамических восстановительных покрытий / Е. В. Харанжевский, А. Г. Ипатов, К. Г. Волков // Вестник Ижевской ГСХА. – 2021. – № 1 (65). – С. 51–55.

7. Ипатов, А. Г. Анализ структуры и свойства восстановительных покрытий из порошковых композиций на основе железа / А. Г. Ипатов // Вестник Ижевской ГСХА. – 2021. – № 1 (65). – С. 39–44.

8. Ипатов, А. Г. Сравнительный анализ работоспособности керамических антифрикционных покрытий / А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский // Вестник Ижевской ГСХА. – 2020. – № 1 (61). – С. 67–71.

9. Ипатов, А. Г. Структура и трибологические свойства сверхтвердых упрочняющих покрытий на основе карбида бора / А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский, С. Н. Шмыков // Технический сервис машин. – 2020. – № 2 (139). – С. 134–140.

10. Ипатов, А. Г. Перспективное развитие современных технологических процессов восстановления деталей машин / А. Г. Ипатов, С. Н. Шмыков, С. М. Стрелков // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – Ижевск, 2021. – С. 93–99.

11. Мартюшев, А. А. Анализ работоспособности упрочненных ножей ротационной косилки KRONE EASYCUT В 870 CV / А. А. Мартюшев, А. Г. Ипатов, В. И. Ширококов // Вестник Ижевской ГСХА. – 2021. – № 3 (67). – С. 68–72.

12. Шмыков, С. Н. Экономическая оценка способов восстановления вала турбокомпрессора / С. Н. Шмыков, А. Г. Ипатов, С. М. Стрелков // Вестник Ижевской ГСХА. – 2014. – № 2 (39). – С. 44–46.

УДК 631.363-189.2

Н. И. Красноперов, О. С. Федоров, Л. С. Мосина
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ВИБРАЦИЯ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДОЗАТОРОВ И СМЕСИТЕЛЕЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БМВД

Исследуются принципы работы дозаторов и смесителей ингредиентов, используемых при приготовлении белково-минерально-витаминных добавок (БМВД).

Увеличение производства животноводческой продукции, несомненно, зависит от обеспечения сельскохозяйственных животных достаточным количеством кормов хорошего качества и рационального их использования.

Процессы роста, развития и нормального функционирования всех систем организма животного сопровождаются определенными затратами энергии и питательных веществ, источником которых являются корма. Все корма подразделяются на три группы: растительного происхождения, животного происхождения и промышленного производства. Корма растительного происхождения (концентрированные, грубые, сочные) являются основным и наи-

более важным компонентом при производстве комбикормов и кормовых смесей.

Эффективность использования кормов зависит не только от их первоначального качества, но и от способа их приготовления, применяемых при этом режимов обработки. Поэтому особое значение приобретает проблема разработки и внедрения новых и совершенствования существующих энергоресурсосберегающих технологических линий и технических средств для приготовления кормов [5, 6, 7, 11].

Особое значение при организации полноценного кормления сельскохозяйственных животных имеет сбалансированность комбикормов и кормовых смесей по основным питательным веществам, белково-витаминным добавкам, микроэлементам, витаминам и другим биологически активным веществам, способствующим повышению продуктивности животных на 10...15 % при одновременном снижении затрат труда [3, 6, 7, 11, 12, 13].

В настоящий момент все большее количество сельхозтоваропроизводителей производит комбинированные корма самостоятельно, измельчая собственные зерновые компоненты и смешивая их с промышленно изготовленными белково-минерально-витаминными добавками (БМВД). Однако не всегда покупные БМВД соответствуют требованиям рациона, составленного зоотехнической службой хозяйства. В этом случае выходом из положения является самостоятельное изготовление хозяйствами БМВД.

Важнейшими операциями приготовления БМВД являются дозирование и смешивание ингредиентов смеси. Соответственно, первая операция осуществляется дозаторами, а вторая – смесителями. Для дозирования компонентов применяют дозаторы весового и объемного принципа действия, каждый тип дозаторов имеет свои положительные и отрицательные стороны [2, 3, 5, 8]. Однако наиболее часто при приготовлении смесей, содержащих большое количество ингредиентов, требующих высокой точности дозирования, используют весовые дозаторы, так как погрешность дозаторов такого типа составляет 0,5... 1 %.

Кроме двух типов, упомянутых выше дозаторов, все более широкое распространение находят дозаторы вибрационного типа. Проведенный анализ литературных источников [2–5] показывает, что такие дозаторы обеспечивают более высокую точность дозирования, имеют возможность широкого регулирования параметров, влияющих на технологический процесс производства БМВД.

При производстве смесей сыпучих кормов кроме дозатора компонентов обязательной машиной в технологической цепочке является смеситель ингредиентов, основной задачей которого является получение однородной смеси из различных компонентов за максимально короткий промежуток времени с минимальными энергетическими затратами. При перемешивании сыпучих компонентов наиболее важным фактором, влияющим на процесс, является различие физико-механических свойств ингредиентов смеси. Чем больше эти различия, тем длительнее происходит процесс смешивания до получения необходимой однородности смеси. А также необходимо учитывать параметры работы дозатора, подающего смешиваемые компоненты в смеситель, так как качество готовой смеси в смесителе будет, несомненно, зависеть от равномерности и точности подачи компонентов. Таким образом, конструкция смесителя должна быть согласована с конструкцией дозирующего устройства и должна учитывать свойства смешиваемых компонентов.

Многочисленными исследованиями [1, 3, 4, 8, 9, 10, 14] установлено, что подвод вибрации к рабочим органам смесителя и смешиваемым ингредиентам способствует снижению энергоемкости процесса и повышению качества смеси.

Таким образом, при проектировании новых машин или модернизации существующих для дозирования и смешивания компонентов смеси БМВД необходимо согласовывать их технические характеристики для получения максимального эффекта от их использования. Изучение вибрационных воздействий на технологические процессы при производстве БМВД является перспективным направлением и требует дальнейшего изучения.

Список литературы

1. Результаты экспериментальных исследований вибрационного отделителя примесей из зерна / В. А. Баженов, А. А. Мякишев, В. А. Петров, О. С. Федоров, В. И. Ширококов // Вестник НГИЭИ. – 2016. – № 12 (67). – С. 27–35.
2. Голубков, А. Н. К вопросам дозирования сыпучих компонентов комбинированных кормов / А. Н. Голубков, О. С. Федоров, А. А. Антонов // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Национ. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию д-ра химич. наук, профессора, засл. деят. науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию канд. техн. наук, проф-ра, засл. раб. сельского хозяйства УР, почет. раб. ВПО РФ Б. Д. Зонова, 11–13 декаб. 2019 г. – Ижевск, 2020. – С. 23–26.

3. Мельников, С. В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм: учебн. для вузов / С. В. Мельников. – Л.: Колос, 1978. – 560 с.
4. Сабиев, У. К. Интенсификация технологических процессов приготовления комбикормов в условиях сельскохозяйственных предприятий: спец. 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» дис. ... д-ра техн. наук / Сабиев Уахит Калижанович. – Барнаул, 2012. – 408 с.
5. Сысуев, В. А. Кормоприготовительные машины. В 2 т. Т. 1. Теория, разработка, эксперимент / В. А. Сысуев, А. В. Алешкин, П. А. Савиных. – Киров.: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2008. – 640 с.
6. Savinyh, P. Influence of rotary grain crusher parameters on quality of finished product / P.Savinyh, V.Shirobokov, O.Fedorov, S.Ivanovs // Engineering for Rural Development. Proceedings. – 2018. – С. 131–136.
7. Shirobokov, V. Quality and energy indicators of grain crusher as a function of screen wear / V. Shirobokov, O. Fedorov, A. Ipatov, S. Shmykov, L. Novikova // International Journal of Emerging Trends in Engineering Research. – 2020. – Т. 8. – № 3. – С. 710–715.
8. Федоров, О. С. Особенности дозирования компонентов комбинированных кормов / О. С. Федоров, А. Н. Голубков // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых, 04–05 декабря 2019 г., в 3 т. – Ижевск, 2020. – С. 285–288.
9. Федоров, О. С. Способы интенсификации процесса дозирования сыпучих концентрированных кормов / О. С. Федоров, А. Н. Голубков // Научные инновации в развитии отраслей АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 18–20 февраля 2020 г., в 3-х т. – Ижевск, 2020. – С. 72–75.
10. Федоров, О. С. Влияние основных физико-механических характеристик сыпучих ингредиентов на качество комбинированных кормов / О. С. Федоров, А. Н. Голубков, В. А. Глухов, С. П. Князев // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академией, 11–13 ноября 2020 г. – Ижевск, 2021. – С. 193–200.
11. Федоров, О. С. Совершенствование молотковых дробилок открытого типа / О. С. Федоров, В. И. Ширококов, А. Н. Голубков // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 26–27.
12. Ширококов, В. И. Совершенствование конструкции зерновых молотковых дробилок / В. И. Ширококов, О. С. Федоров // Актуальные проблемы механизации сельского хозяйства: материалы Юбилейной науч.-практ. конференции 55 лет высшему агроинженерному образованию в Удмуртии, 3–4 дек. 2010 г. – Ижевск, 2010. – С. 16–19.
13. Ширококов, В. И. Совершенствование конструкции зерновых молотковых дробилок / В. И. Ширококов, О. С. Федоров // Актуальные проблемы механизации

зации сельского хозяйства: материалы Юбилейной науч.-практ. конф. 55 лет высшему агроинженерному образованию в Удмуртии, 3–4 декабря 2010 г. – Ижевск, 2010. – С. 16–19.

14. Янбекова, А. А. Вибрационные дозаторы как способ повышения точности дозирования премикса / А. А. Янбекова, Л. С. Каменских // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2020. – С. 1444–1447.

УДК 621.565

П. Л. Лекомцев, Р. Ю. Исупов

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ВЛИЯНИЕ ЧАСТОТНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРИВОДА КОМПРЕССОРА НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК ПЛОДООВОЩНЫХ ХРАНИЛИЩ

Применение частотного регулирования при работе холодильной установки в режиме с неполной нагрузкой позволяет существенно снизить энергопотребление за счет исключения режимов работы «остановка-пуск». Это представляется особо важным в условиях повышающихся цен на электроэнергию.

Компрессор любой холодильной установки по мере понижения температуры окружающей среды становится переразмеренным. В таком случае компрессор начинает получать частые команды автоматики «остановка-пуск», следовательно, электродвигатель привода компрессора переходит в повторно-кратковременный режим работы

Рассмотрим работу небольшой холодильной установки мощностью 10 кВт, которая имеет в своем составе компрессор соответствующей единичной мощности, то есть тоже 10 кВт. Летом, в период высокой температуры, установка работает на полную мощность, и в течение каждого часа времени компрессор работает 60 мин. (рис. 1). Зимой, при отсутствии потребности в холоде, возникает обратная ситуация – установка отключена, это означает, что в течение часа компрессор работает 0 минут. Но большую часть времени установка работает не в крайних режимах. Например, потребность в холоде составляет 2,5 кВт, в таком случае компрессор будет работать всего 15 минут в течение часа. Однако это не озна-

чает, что компрессор непрерывно работает 15 минут, а 45 минут остановлен. Компрессор в таких условиях будет работать короткие промежутки времени, сумма которых равна 15 минутам. Величина промежутка зависит от точности поддержания температуры в охлаждаемом контуре, чем меньше допустимый диапазон температуры, тем чаще будут циклы работы компрессора и наоборот.

Частота запусков электродвигателя компрессора во многом зависит от точности регулирования. При одной и той же нагрузке, при дифференциале регулирования температур в 1 К и в 2 К частота пусков в первом случае будет выше, а продолжительность работы ниже. Следовательно, при диапазоне регулирования в 1 К компрессор будет большее суммарное время находиться в режиме повышенной нагрузки.

Поскольку при пуске компрессора ток может превышать номинальные значения в 8 раз, то затраты энергии в момент пуска могут вырасти в 64 раза.

Рассмотрим работу установки с одним компрессором, который управляется задающим термостатическим реле (рис 3). Запуск компрессора осуществляется при температуре в охлаждаемом объеме 22 °С, а остановка – при температуре 21 °С. Поскольку компрессор переразмерен, при его включении испаритель начинает очень быстро охлаждать проходящий через него воздух, и температура воздушной струи очень быстро падает с 22 °С до 16 °С, вследствие чего температура воздуха в охлаждаемом объеме также резко снижается до 21 °С. После отключения компрессора температура начинает подниматься, и цикл повторяется вновь.

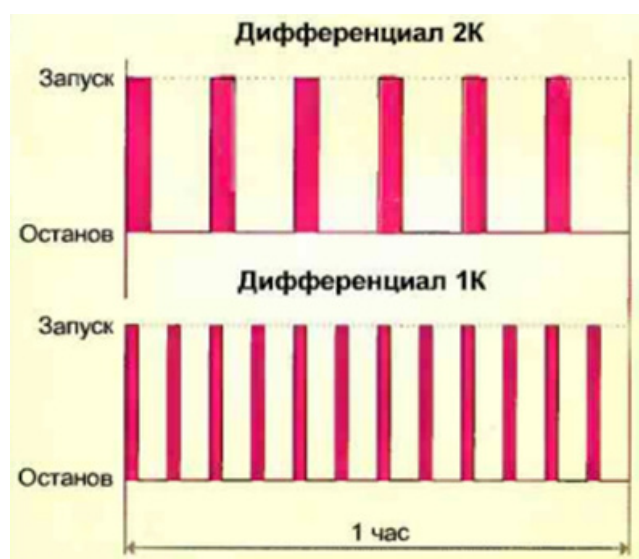


Рисунок 2 – Частота пусков компрессора

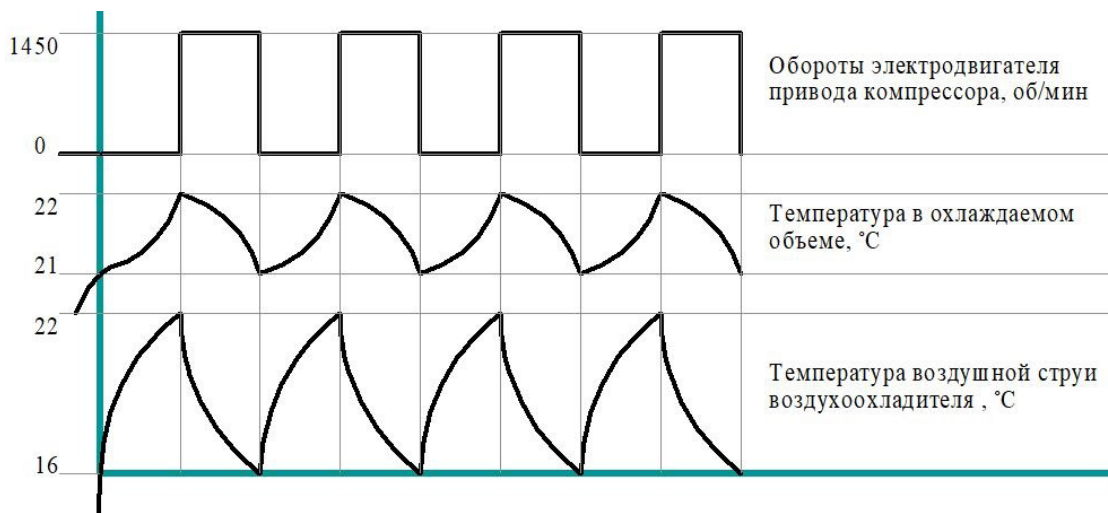


Рисунок 3 – Изменение температуры при работе компрессора в режиме «остановка-пуск»

Следующим рассмотрим вариант также с одним компрессором, но имеющим частотное регулирование привода компрессора (рис. 4). Компрессор также запускается при достижении в охлаждаемом объеме температуры 22 °С. При снижении температуры в охлаждаемом контуре обороты и производительность компрессора также плавно снижаются, при повышении температуры обороты нарастают.

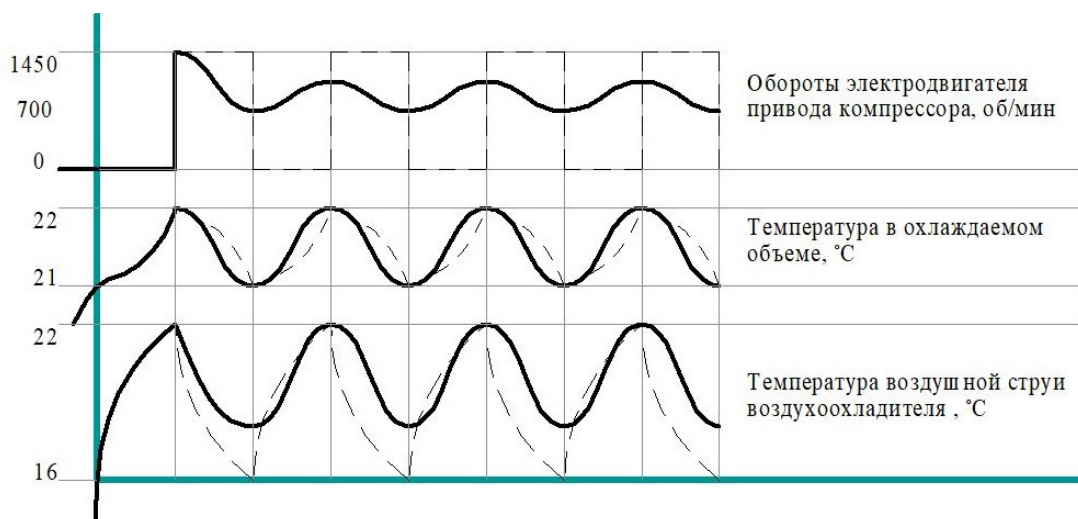


Рисунок 4 – Изменение температуры при плавном регулировании компрессора

Сравнение энергоэффективности холодильной системы с частотным регулированием привода компрессора и без. В рассматриваемых вариантах холодильной системы применяются одинаковые конденсаторы и испарители. Компрессоры имеют одинаковую

производительность и мощность. Данные, принятые для расчета холодильной системы, приведены в таблицах 1–4.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета ХС

Холодильный агент	R404A
Холодопроизводительность – Q_0 , кВт	17,5
Температура в камере – T_i , °C	0
Температура кипения – T_0 , °C	-8
Разница температур – dT_1 , К	8
Температура окружающей среды – T_{amd} , °C	32

Таблица 2 – Параметры вариантов холодильных систем

Вариант системы	Тип регулирования производительности компрессора	Компрессорно-конденсаторный агрегат	Воздухоохладитель
ХС 1	Регулирование включено/выключено (0/100 %)	ОА151-MS-206 $Q_0 = 17,9$ кВт $P = 8,4$ кВт	ОН201-340S1A-55 $T_0 = -7,7$ °C $COP = 2,14$
ХС 2	Плавное регулирование (30...100 %)	ОА153-MS-202 $Q_0 = 17,6$ кВт $P = 7,9$ кВт	ОН201-340S1A-55 $T_0 = -7,6$ °C $COP = 2,22$

Для сравнения энергоэффективности приведенных систем проведем расчет холодильных коэффициентов COP:

$$COP = \frac{Q_0}{P}, \quad (1)$$

где Q_0 – холодопроизводительность системы, кВт;
 P – потребляемая мощность, кВт.

Таблица 3 – Сравнение коэффициентов энергоэффективности COP

T_{amd} , °C	ХС 1			ХС 2		
	Q_0 , кВт	P , кВт	COP	Q_0 , кВт	P , кВт	COP
38	16,25	8,88	1,83	15,9	8,39	1,9
32	17,91	8,37	2,14	17,61	7,93	2,22
25	19,77	7,72	2,56	17,57	6,28	2,8
21	20,8	7,32	2,84	17,75	4,65	3,82
15	20,8	7,32	2,84	17,62	3,9	4,52
5	20,8	7,32	2,84	17,75	3,31	5,37

Следующим шагом в сравнении энергоэффективности является определение годового энергопотребления систем.

$$E = \sum((P_{agr} \times dj \times K) + (P_{вент} \times dj)), \text{ кВтч/год}, \quad (2)$$

где P_{agr} – Потребляемая мощность агрегата, кВт;
 $P_{вент}$ – Потребляемая мощность вентиляторов воздухоохлади-
 теля, кВт;
 dj – продолжительность работы агрегата, часы;
 K – коэффициент нагрузки.

Продолжительность работы агрегата (dj) и коэффициент на-
 грузки (K) принимаем согласно Directive 2009/125/ЕС.

Таблица 4 – Энергопотребление холодильных систем

Энергопотребление	ХС 1	ХС 2
кВтч/год	56 898	38 321
кВтч/месяц	4741,5	3193,417

Выводы и рекомендации. Минимальное годовое энергопо-
 требление имеет холодильная машина с частотным регулирова-
 нием привода компрессора. Регулирование привода компрессора
 позволяет снизить годовое энергопотребление на 32 %. Учитывая
 средний срок службы холодильных систем малой и средней мощ-
 ности, в 10 лет применение данной технологии дает значительную
 экономическую выгоду.

Список литературы

1. Ануфриев, А. В. Влияние способа регулирования производительности и внешних условий на эффективность винтового компрессора / А. В. Ануфриев, В. И. Пикарев // Научный журнал НИУ ИТМО, Серия Холодильная техника и кондиционирование. – № 1. – 2008.
2. Агрегаты холодильные компрессорно-конденсаторные. Условия испытаний, допуски и представление данных производителем.[текст]: EN13215:2016 – Введ. 2017-05-01.
3. Васильев, Д. А. Повышение энергосбережения при применении частотных преобразователей / Д. А. Васильев, Л. А. Пантелеева, В. А. Носков // Научно обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. в 3-х т. – Ижевская ГСХА., 2017. – С. 238–241.
4. Васильев, Д. А. Регулируемый электропривод как средство энергосбережения в установках с центробежным насосом / Д. А. Васильев, Л. А. Пантелее-

ва, В. А. Носков // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: материалы Всеросс. науч.-практ. конф. – Ижевская ГСХА, 2016. – С. 171–174.

5. Исупов, Р. Ю. Способы регулирования производительности конденсаторов воздушного охлаждения промышленных холодильных установок / Р. Ю. Исупов // Молодые ученые – агропромышленному комплексу Дальнего Востока: материалы XX Всеросс. науч.-практ. конф. молодых учёных, аспирантов и специалистов. – Ижевск, 2020. – С. 22–27.

6. Пособие для ремонтника. Справочное руководство по монтажу, эксплуатации, обслуживанию и ремонту современного оборудования холодильных установок и систем кондиционирования: справочник / Под общ. ред. В. Б. Сапожникова. – М.: Эдем, 2007. – 832 с.

УДК 631.352.02

А. А. Максимов, И. В. Калинин, Д. С. Семенов
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

КОМБИНИРОВАННЫЙ БОТВОДРОБИТЕЛЬ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ БОТВЫ КАРТОФЕЛЯ ПЕРЕД УБОРКОЙ

Приведен анализ способов и рабочих органов для удаления ботвы картофеля и их классификация.

Цель работы – повышение полноты удаления ботвы, снижение энергоемкости и металлоемкости конструкции машины.

Основная часть. Эффективность уборки картофеля в значительной степени зависит от предуборочной подготовки поля, которая включает в себя удаление ботвы, разбивку поля на участки и создание поворотных полос.

Уборка картофеля включает две технологические операции: удаление надземной массы ботвы ботводробителями и выкапывание клубней картофелекопателями. Удаление ботвы выполняется с целью создания благоприятных условий для работы картофелеуборочных машин [1–6].

Ботвоуборочная машина имеет (рис. 1) раму 1, опирающуюся на два опорных пневматических колеса 2. В передней части машины размещено присоединительное устройство (подвеска) к тракто-

ру. За ним на раме 1 установлены три конических редуктора 4, 5, 6, связанные между собой цепными муфтами 7. На валах конических редукторов смонтированы рабочие органы с горизонтальной 8 и вертикальной 9 осями вращения.

Рабочие органы 8 на горизонтальной оси вращения установлены на первичных валах редукторов 4, 5 и 6 и имеют ножи с дополнительными рабочими элементами в виде упругих прутков (бичей-ботвоподъемников).

Рабочие органы 9 на вертикальной оси вращения смонтированы на вторичных валах редукторов 4, 6 и включают также ножи, повернутые к плоскости вращения на острый угол.

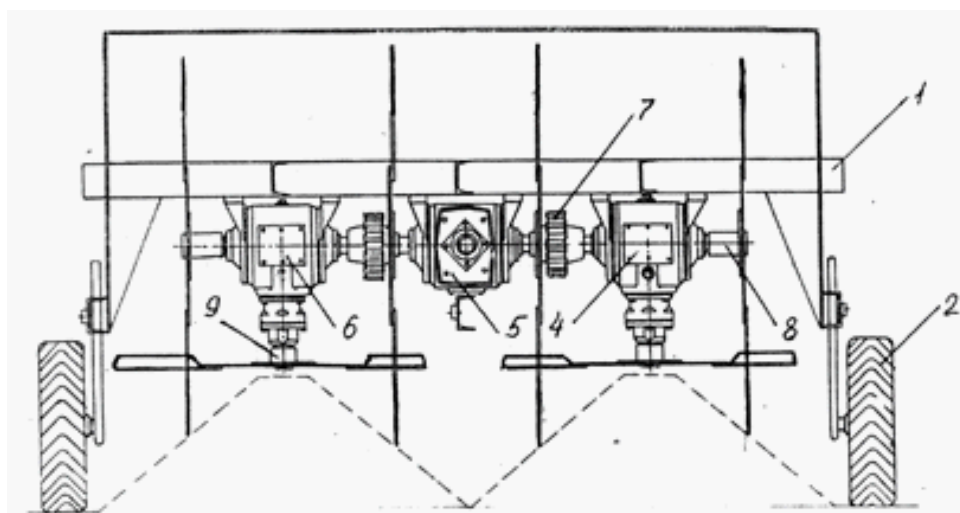


Рисунок 1 – Ботвоборочная машина

При поступательном движении машины рабочие органы на горизонтальной оси вращения благодаря упругим бичам-ботвоподъемникам подхватывают и приподымают полегшую ботву с междурядий с последующим дроблением ботвы ножами рабочих органов как с горизонтальной, так и с вертикальной плоскостью вращения, строго с согласованным их движением.

Рабочие органы 8 на вертикальной оси вращения подрезают основную массу ботвы, расположенную вдоль гребней. Ножи с горизонтальной плоскостью вращения, повернутые к последнему своей плоскостью на острый угол, создают разрежение под своей плоскостью вращения, чем способствуют подводу стеблей к ножам ботводробителя.

Вывод. Предлагаемое устройство машины позволяет снизить металлоемкость и энергоемкость конструкции ботводробителя и повысить полноту дробления ботвы.

Список литературы

1. Первушин, В. Ф. Результаты производственных исследований экспериментальных машин для удаления ботвы картофеля / В. Ф. Первушин, М. З. Салимзянов, Н. Г. Касимов // Наука Удмуртии. – 2009. – № 9 (36). – С. 192–196.
2. Первушин, В. Ф. Моделирование измельчителя ботвы картофеля / В. Ф. Первушин, А. Г. Иванов, М. З. Салимзянов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 6. – С. 2–3.
3. Первушин, В. Ф. Определение частоты вращения ротора измельчителя ботвы картофеля / В. Ф. Первушин, А. Г. Иванов, М. З. Салимзянов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 9. – С. 4–5.

УДК 635-133, 635.21

Д. А. Марков

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ОБЗОР НАЛИЧИЯ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ С 2013 ПО 2020 ГОДЫ

Представлен анализ посевных площадей под картофель и машины и оборудование для производства картофеля в условиях Удмуртской Республики.

Актуальность. Для качественного производства картофеля необходимо учитывать множество факторов, в том числе и оснащенность предприятия необходимыми машинами. Также играют важную роль и научные исследования по возделыванию картофеля и разработка новых машин [1, 3, 4, 9, 10] для его уборки.

Материалы и методика. Были проанализированы посевные площади картофеля в хозяйствах Удмуртской Республики, машины и оборудование, которые осуществляли производство картофеля.

Результаты исследований. Картофель – одна из важных культур в сельском хозяйстве, он используется на продовольственные, кормовые и технические цели. По данным одного из исследований, примерно 60 % выращиваемого в мире картофеля употребляется для еды человеком, 15 % идет на корм животным, 5 % – как промышленное сырьё и 11 % – на посадку.

Выращивание картофеля является трудоемким процессом и зачастую требует много ручного труда, начиная с посадки и за-

канчивая сортировкой. Также требуется и много различной техники: посадочный агрегат или комплекс, орудия для подготовки почвы, внесения удобрений, нарезки и формирования гребней, картофелеуборочный комбайн, сортировочный стол, а, самое главное, картофелехранилище с системой контроля климата [2, 5, 6, 7, 8].

Изначально рассмотрим наличие посевных площадей, производства и урожайности картофеля, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Посевные площади, производство и урожайность картофеля по СХО и КФХ Удмуртской Республики

Показатель	Урожайность, ц/га							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Посевные площади, всего, га	1 011 233	1 008 562	983 823	964 092	963 897	968 377	953 452	901 637
Картофель	10 190	7975	8460	10122	9763	6601	6693	5954
Картофель	157,8	144,6	183,1	185,1	111,2	179,7	200,8	199,6
Производство, тонн								
Картофель	160 751	115 328	154 877	187 313	108 579	118 599	134 425	118 841

Из таблицы 1 видно, что посевные площади постоянно уменьшаются (исключение 2019 г.), производство картофеля в 2020 г. уменьшилось на 26 % относительно 2013 г., а посевная площадь – практически на 41,5 %. Добиться увеличения урожайности позволило использование современной техники и технологий.

Наличие техники для возделывания картофеля в физических и эталонных единицах по СХО и КФХ Удмуртской Республики представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Наличие техники для возделывания картофеля

Техника	2018		2019		2020	
	Физ. ед.	Этал. ед.	Физ. ед.	Этал. ед.	Физ. ед.	Этал. ед.
Культиваторы	140	155	138	152	128	142
Сажалки	131	125	130	123	126	119
Картофелеуборочные комбайны	158	166	152	161	156	165
Копатели	125	124	124	123	126	126
Сортировочные пункты	37	41	33	38	29	34

В целом в сельском хозяйстве на сегодняшний день идет выбытие сельскохозяйственной техники, списание которой не возме-

щается приобретением новой. Из таблицы мы видим, что ситуация с техникой для выращивания картофеля стабильная, хотя по некоторым позициям мы видим спад. Стоит отметить, что на смену отечественным картофелеуборочным комбайнам приходят импортные, несмотря на их высокую стоимость. Доля импортных комбайнов в структуре парка составляет 50 % и с 2018 г. увеличилась на 10 %.

Проблемы:

– Сельскохозяйственные товаропроизводители в полном объеме не обеспечены техникой и оборудованием для выращивания картофеля.

– Зависимость от природно-климатических условий.

– Нестабильная цена на продукцию.

– Рост цен на ГСМ, электроэнергию и технику.

Выводы и рекомендации. Нынешнее положение в картофелеводстве Удмуртии нуждается в изменении. Природно-климатические условия региона соответствуют биологическим особенностям развития этой культуры. Ресурсный потенциал агропромышленного комплекса может обеспечить производство картофеля в необходимом объеме как для непосредственного употребления населением, так и для переработки. Для возрождения картофелеводства Министерством сельского хозяйства и продовольствия Удмуртской Республики разрабатывается концепция развития картофелеводства и овощеводства в регионе.

Список литературы

1. Боднарчук, Ю. Д. Влияние инженерно-исследовательской деятельности на техническое развитие в АПК / Ю. Д. Боднарчук, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – Ижевск. – 2021. – С. 26–29.

2. Комплекс оборудования для возделывания картофеля в хозяйствах малых форм собственности / А. Г. Иванов, К. И. Шубин, Р. Р. Шакиров, Д. А. Марков // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – Ижевск. – 2021. – С. 78–86.

3. Исследование взаимодействия рассады с посадочным стаканом рассадопосадочной машины / Н. Г. Касимов, А. Г. Иванов, Р. Р. Шакиров, В. И. Константинов // Сельский механизатор. – 2021. – № 5. – С. 14–16.

4. Шакиров, Р. Р. Цифровые технологии в животноводстве и растениеводстве / Р. Р. Шакиров, А. В. Костин, А. Г. Иванов // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию засл. раб. сельского хозяйства РФ, почет. раб. ВПО РФ, лауреата Государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора с.-х. наук, профессора А. И. Любимова. В 2-х т. – 2020. – С. 147–149.

5. Марков, Д. А. Анализ региональной структуры посевных площадей и урожайность картофеля (на материалах муниципальных районов Удмуртской Республики) / Д. А. Марков, А. Г. Иванов, Р. Р. Шакиров // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых, в 3 т. – 2020. – С. 246–250.

6. Марков, Д. А. Виды устройств для сортировки картофеля / Д. А. Марков, Р. Р. Шакиров, А. Г. Иванов // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Национ. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию доктора химич. наук, профессора, засл. деят. науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию канд. техн. наук, профессора, засл. раб. сельского хозяйства УР, почет. раб. ВПО РФ Б. Д. Зонова. – 2020. – С. 202–207.

7. Возделывание картофеля на кормовые цели / А. Г. Иванов, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров, Д. А. Марков, К. И. Шубин // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию засл. раб. сельского хозяйства РФ, почет. раб. ВПО РФ, лауреата Государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора с.-х. наук, профессора А. И. Любимова. В 2-х т. – 2020. – С. 71–76.

8. Оборудование для подготовки картофеля к кормопроизводству / А. Г. Иванов, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров, Д. А. Марков, П. Э. Павлов / Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию засл. раб. сельского хозяйства РФ, почет. раб. ВПО РФ, лауреата Государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора с.-х. наук, профессора А. И. Любимова. В 2-х т. – 2020. – С. 96–103.

9. Боднарчук, Ю. Д. Особенности функционирования рабочих органов дискового сортирующего устройства / Ю. Д. Боднарчук, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров // Научные инновации в развитии отраслей АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 3-х т. – 2020. – С. 7–10.

10. Метод планирования многофакторного эксперимента процесса сортирования клубней картофеля / Р. Р. Шакиров, А. Г. Иванов, Д. А. Марков, Н. В. Гусева // Научные инновации в развитии отраслей АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 3-х т. – 2020. – С. 75–77.

В. А. Петров, С. В. Волков, П. Э. Павлов
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ВЛИЯНИЕ ИЗНОСА РАБОЧИХ ОРГАНОВ МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Рассмотрены вопросы влияния изнашивания рабочих органов молотковых дробилок на показатели технологического процесса работы дробилки зерна.

Основным способом увеличения эффективности использования кормовой базы хозяйства является использование зерна в виде комбинированных кормов, а не применение чистого зерна на корм животным. Для этого необходимо обеспечить производство комбикормов в условиях хозяйства, для этого в первую очередь надо обеспечить технологический процесс необходимой техникой и оборудованием, именно по причине отсутствия такой техники понижается качество и ценность кормов.

Основная схема, по которой происходит приготовление комбинированных кормов в хозяйствах, заключается в том, что измельчается имеющееся фуражное зерно до необходимой фракции и происходит перемешивание с промышленно изготавливаемыми премиксами, минеральными добавками, фосфатами и т.д. [2, 3, 13].

Важнейшей операцией при этом является измельчение фуражного зерна, в основном хозяйствами используются дробилки зерна с измельчающим механизмом, представляющим из себя ротор с вращающимися молотками (молотковые дробилки) семейства КДУ [1, 4–7]. Основным недостатком дробилок такого типа является несвоевременный вывод измельченного зерна, приводящий к переизмельчению и дополнительным энергозатратам [7–11].

Ряд конструктивных решений [11, 12, 13] позволяет устранить этот недостаток. Авторы предлагают изменить принцип сепарации измельченного зерна таким образом, что сепарация происходит не в камере измельчения, а в отдельной емкости. Выявлен ряд факторов, влияющих на технологический процесс получения измельченного зерна необходимой фракции, но не рассмотрен фактор износа дек и молотков, который, несомненно, будет влиять на процесс измельчения и сепарации готовой продукции. С этой целью

проведены экспериментальные исследования, позволившие определить влияние изменения зазора между деками и молотками, возникающее в процессе работы дробилки зерна на процесс работы измельчителя. Основные результаты гранулометрического состава готового продукта представлены в таблице 1.

Анализ помольных характеристик показывает, что изменение величины зазора между молотком и декой приводит к значительным изменениям в гранулометрическом составе измельченного продукта, а именно с увеличением зазора Z_{δ} происходит увеличение процентного содержания в готовом продукте целых зёрен. Содержание остатка на сите Æ 3 мм при увеличении зазора Z_{δ} увеличивается с 0,3 % при $Z_{\delta} = 2$ мм, до 2,5 % при $Z_{\delta} = 6$ мм. Максимальное содержание пылевидной фракции наблюдается при $Z_{\delta} = 2$ мм, остаток на сите Æ 0,25 мм при этом составляет 5,4 %. С учётом требований ГОСТа и зоотехнических требований к кормам, при зазоре $Z_{\delta} = 2$ мм и $Z_{\delta} = 4$ мм измельченный продукт подходит для кормления всех групп животных. При $Z_{\delta} = 6$ мм получают корма, пригодные для кормления сельскохозяйственной птицы (табл. 1).

Таблица 1 – Помольные характеристики

Класс измельченных частиц, мм	Зазор молоток-дека					
	$Z_{\delta} = 2$ мм		$Z_{\delta} = 4$ мм		$Z_{\delta} = 6$ мм	
	$P_i, \%$	$R_i, \%$	$P_i, \%$	$R_i, \%$	$P_i, \%$	$R_i, \%$
0...0,25	5,4	5,4	5,3	5,3	2,8	2,8
0,25...1,00	16,0	21,4	17,1	22,4	10,7	13,5
1,00...2,00	73,2	94,6	67,4	89,8	60,9	74,4
2,00...3,00	5,0	99,6	9,4	99,2	22,4	96,6
Свыше 3,0 мм	0,3	99,9	0,6	99,8	2,5	99,1
Целые зерна	0,1	100,0	0,2	100,0	0,9	100,0

На рисунке 1 представлены зависимости: модуля помола d_{cp} , остатка на сите P_3 и удельных энергозатрат Э , в зависимости от изменения зазора между молотком и декой Z_{δ} .

Проведя анализ графика, мы видим, что с увеличением зазора между молотком и декой с величины $Z_{\delta} = 2$ мм до $Z_{\delta} = 6$ мм, модуль помола первоначально составлял $d_{cp} = 1,26$ мм, а при максимальном зазоре его величина равнялась $d_{cp} = 1,63$ мм. При минимальном зазоре между молотком и декой остаток на сите $P_3 = 0,3 \%$, с увеличением зазора до $Z_{\delta} = 6$ мм величина остатка на сите

Æ 3 мм увеличилась до $P_3 = 2,5$ %. Первоначальное значение удельных энергозатрат составляло $\mathcal{E} = 5,67$ кВт·ч/(т·ед. ст. изм.) при $Z_0 = 2$ мм, далее происходит их снижение до величины $\mathcal{E} = 4,82$ кВт·ч/(т·ед. ст. изм.) при $Z_0 = 6$ мм.

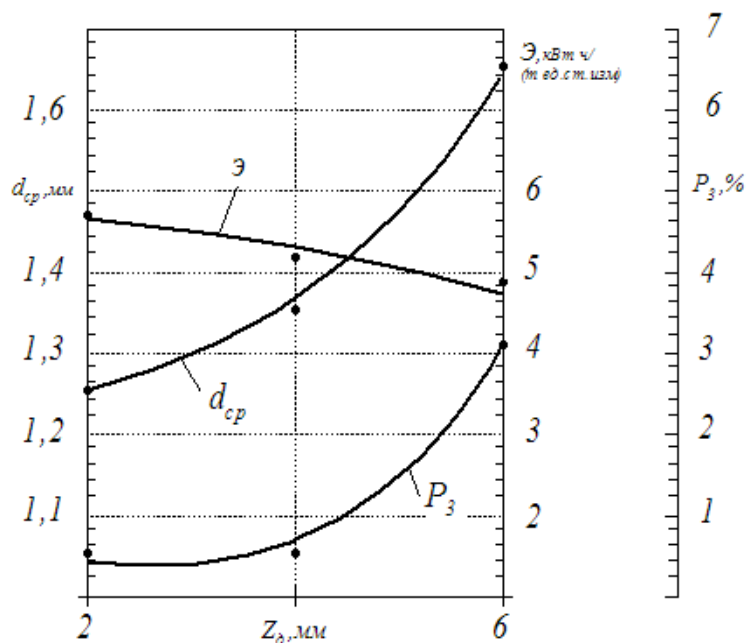


Рисунок 1 – Зависимости изменения: модуля помола $d_{\text{ср}}$, остатка на сите P_3 , удельных энергозатрат \mathcal{E} в зависимости от зазора между молотком и декой Z_0

Вывод. В результате проведенных исследований установлено, что изменение зазора между декой и молотком вследствие изнашивания оказывает существенное влияние на технологический процесс измельчения зерна в дробилке кормов.

Список литературы

1. Обоснование пропускной способности циклона-сепаратора для дробилок зерна / А. Г. Бастригов, П. В. Дородов, О. С. Федоров, В. И. Ширококов // Вестник Ижевской ГСХА. – 2016. – № 4 (49). – С. 44–51.
2. Голубков, А. Н. К вопросам дозирования сыпучих компонентов комбинированных кормов / А. Н. Голубков, О. С. Федоров, А. А. Антонов // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Национ. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию д-ра химических наук, профессора, засл. деят. науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию канд. техн. наук, профессора, засл. раб. сельского хозяйства УР, почет. раб. ВПО РФ Б. Д. Зонова, 11–13 дек. 2019 г. – Ижевск, 2020 г. – С. 23–26.

3. Конструктивные особенности смесителей для приготовления биологически активных добавок / И. А. Охотникова, Н. Г. Касимов, Л. Я. Лебедев, В. Ф. Первушин, О. С. Федоров, З. В. Горшков // Сельский механизатор. – 2021. – № 5. – С. 20–21.
4. Патент № 83946 Российская Федерация, МПК В 02 С 13/00, Дробилка для фуражного зерна / В. И. Ширококов, Ф. Г. Стукалин, В. А. Жигалов, В. А. Николаев, О. С. Федоров; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА – № 2008141746/22; заявл. 21.10.08; опубл. 27.06.09, Бюл. № 18. – 2 с.: ил.
5. Патент № 124190 Российская Федерация, МПК В 02 С 13/04, Дробилка для зерна / В. И. Ширококов, В. А. Жигалов, О. С. Федоров, А. Г. Бастригов, Н. С. Панченко; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА – № 2012121280/13; заявл. 23.05.12; опубл. 20.01.13, Бюл. № 2. – 2 с.: ил.
6. Патент 151368 Российская Федерация, МПК В02С 13/00. Модернизированная дробилка для зерна: № 2014126676: заявл. 01.07.2014: опубл. 10.04.2015 / Ширококов В. И., Жигалов В. А., Фёдоров О. С., Ясафов Ю. А., Бастригов А. Г.; заявитель и патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия». – 5с.: ил.
7. Федоров, О. С. Совершенствование молотковых дробилок открытого типа / О. С. Федоров, В. И. Ширококов, А. Н. Голубков // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 26–27.
8. Федоров, О. С. Повышение эффективности функционирования молотковой дробилки путём совершенствования способа сепарации: дис. ... канд. техн. наук. – Ижевск, ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. – 2010. – 136 с.
9. Федоров, О. С. Влияние основных физико-механических характеристик сыпучих ингредиентов на качество комбинированных кормов / О. С. Федоров, А. Н. Голубков, В. А. Глухов, С. П. Князев // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академией, 11–13 нояб. 2020 г. – Ижевск, 2021. – С. 193–200.
10. Федоров, О. С. Совершенствование конструкции зерновых молотковых дробилок / О. С. Федоров // Интеллектуальные системы в производстве. – 2008. – № 2 (12). – С. 110–113.
11. Ширококов, В. И. Исследование показателей работы дробилки закрытого типа / В. И. Ширококов, П. В. Дородов, Л. Я. Новикова, А. Г. Ипатов, О. С. Федоров // Сельский механизатор. – 2020. – № 11. – С. 16–17.
12. Ширококов, В. И. Совершенствование конструкции зерновых молотковых дробилок / В. И. Ширококов, О. С. Федоров // Актуальные проблемы механизации сельского хозяйства: материалы Юбилейной науч.-практ. конф. 55 лет выс-

шему агроинженерному образованию в Удмуртии, 03–04 декабря 2010 г. – Ижевск, 2010. – С. 16–19.

13. Shirobokov, V. Quality and energy indicators of grain crusher as a function of screen wear / V. Shirobokov, O. Fedorov, A. Ipatov, S. Shmykov, L. Novikova // International Journal of Emerging Trends in Engineering Research. – 2020. – Т. 8. – № 3. – С. 710–715.

УДК 620.193.26

**М. Ю. Попкова, В. Фоминых, О. М. Канунникова,
В. А. Руденок, О. С. Тихонова**
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ P- И N-СОДЕРЖАЩИХ ИНГИБИТОРОВ НА КОРРОЗИЮ СТАЛИ И ЦИНКОВЫХ ПОКРЫТИЙ

Проведены сравнительные исследования защитной способности азот- и фосфорсодержащих ингибиторов железа и цинка в хлоридсодержащей среде от коррозии.

Определили, что защитные свойства исследованных ингибиторов практически не зависят от условий эксплуатации, они не могут быть рекомендованы для длительной защиты металлических конструкций от коррозии вследствие слабых ингибирующих свойств. Однако их можно использовать для краткосрочной защиты в динамичных условиях и при нагреве.

Актуальность. Ингибиторы относятся к наиболее эффективным средствам защиты металлических конструкций от коррозии. К эффективным ингибиторам коррозии металлов и сплавов разного состава относятся гетероциклические ингибиторы, имеющие в качестве ответственных за адсорбцию «якорных» атомов азот, кислород, серу и фосфор [3–5, 12].

Как правило, защитные свойства ингибиторов исследуются при обычных условиях. Необходима оценка защитных свойств ингибиторов в условиях, приближенных к реальным условиям эксплуатации, таким, как повышенные температуры, динамичная коррозионная среда.

Материалы и методики. Объектами исследования являлись ингибиторы с различными гетероатомами.

Исследование защитных свойств перечисленных ингибиторов по отношению к железу и цинку проводилось в водном растворе NaCl в присутствии агрессивного хлорид-аниона в зависимости от условий (нагрев, перемешивание).

В качестве коррозионной среды выбран раствор 5 % NaCl без добавок и с добавлением ингибиторов БГК и ОЭДФК (0.5 г ингибитора в 250 мл раствора). Исследования проводили в стационарном режиме, при перемешивании и при нагреве. Перемешивание производилось с использованием магнитной мешалки (скорость вращения 200 об./мин.), температура нагрева составляла 50 °С.

Интенсивность процесса коррозии оценивалась по электродному потенциалу металла, измеренному относительно хлор-серебряного электрода.

ОДЭФК – оксиэтилидендифосфовая кислота с фосфором. Используется для защиты нефтяного оборудования, для борьбы с солеотложениями в системах водоснабжения и для защиты растений от некоторых болезней. Защитные свойства для цветных металлов практически не исследованы.

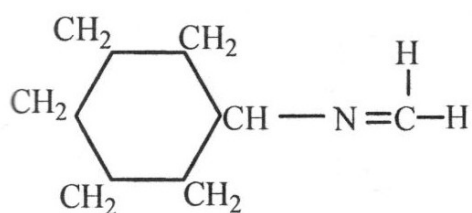
Ингибитор БГК представляет собой комплекс четвертичных аммониевых солей с добавлением алифатического диальдегида. Центральная структура ингибитора представлена на рисунке 1. Ингибиторы этого типа используются очень давно, в основном для защиты нефтяного оборудования от кислотной коррозии.

Два относительно недавно разработанных ингибитора типа ВНХЛ. Это летучие ингибиторы для защиты от атмосферной коррозии. Они разработаны в институте Нефтехимии в Санкт-Петербурге. Показали неплохие защитные свойства для ряда цветных металлов. Для цинка и железа исследований мало.

Химическая структура исследованных ингибиторов представлена на рисунке 1.

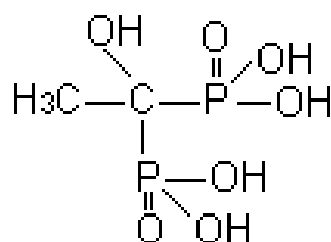
ВНХЛ-111

(на основе циклогексана)

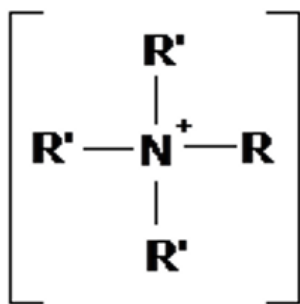


ОЭДФК

(на основе оксиэтилидендифосфоновой кислоты)



БГК
(на основе четвертичных солей аммония)



ВНХЛ-407
(на основе бензотриазола)

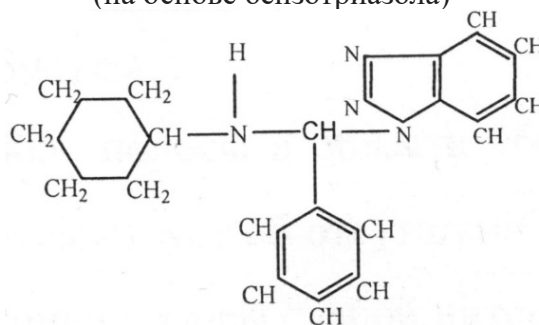


Рисунок 1 – Структура ингибиторов

Результаты исследований. Одной из причин эффективности действия ингибиторов коррозии считаются эффективные заряды (электронная плотность) на якорных атомах. Именно они определяют прочность сцепления молекулы ингибитора с поверхностью металла.

В данной работе по методу CNDO/2 (Блатов В. А., Шевченко А. П., Пересыпкина Е. В.) были рассчитаны электронные плотности на атомах азота в разных структурных составляющих молекул ингибиторов.

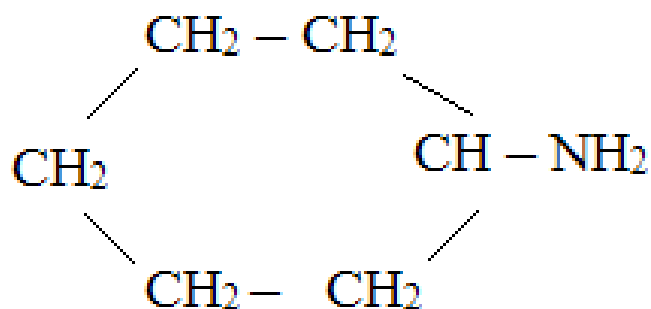
Электронные плотности составляют $1.196 \div 1.212$ для азота в группе NH- и $0.992 \div 1.19$ для третичного азота -N=. Для -P= электронная плотность равна 1,2.

Эффективный заряд на атоме азота в молекуле ингибитора БГК не был рассчитан, т.к. не известна структурная формула этого ингибитора.

Важное значение для эффективности взаимодействия молекул ингибитора с металлической поверхностью является гидрофобность ингибитора. Гидрофильная молекула, окруженная плотной гидратной оболочкой, хуже взаимодействует с металлом, чем гидрофобная.

π -константы гидрофобности ингибиторов (lgP) рассчитывались по методу К. Ханша [29] на основании данных по π_x фрагментов с учетом общих констант фрагментов и геометрических факторов. Метод состоит в применении уравнения $lgP = \sum_n^n f_n + \sum_n^m F_n$ (иначе называемой величиной π), где f_n – величина гидрофобности молекулярного фрагмента, F_n – фактор связи (или взаимодействия) атомов, влияющий на гидрофобность.

В качестве примера рассмотрим результаты расчета lgP циклогексиламина фрагментным методом Ханша, для которого имеются экспериментальные данные.



$$\pi = 5f_{\text{CH}_2} + f_{\text{CH}} + f_{\text{NH}_2} + (6-1)F_B + F_{\text{byN}} = 5 \cdot 0,66 + 0,43 - 1,54 + (6-1) \cdot (-0,09) - 0,20 = 1,54$$

Экспериментальное значение π циклогексиламина равно 1,49 очень близко к расчетному [диссертация Федоровой].

Расчетные значения π - констант гидрофобности ингибиторов, исследованных в данной работе, приведены в таблице 2.

Таблица 1 – Константы гидрофобности

ВНХ-Л-111	ВНХ-Л-405	ОЭДФ
1.21	1.86	0,78

Наиболее гидрофобной оказалась молекула фосфорсодержащего ингибитора (ОЭДФК), а наиболее гидрофильной – молекула с бензотриазольной структурой (ВНХЛ-407) в своем составе.

Потенциалы железа и цинка измерены в растворе NaCl без ингибиторов и с ингибиторами БГК и ОЭДФК в стационарном режиме, при перемешивании и при нагреве до 50 °С (рис. 2).

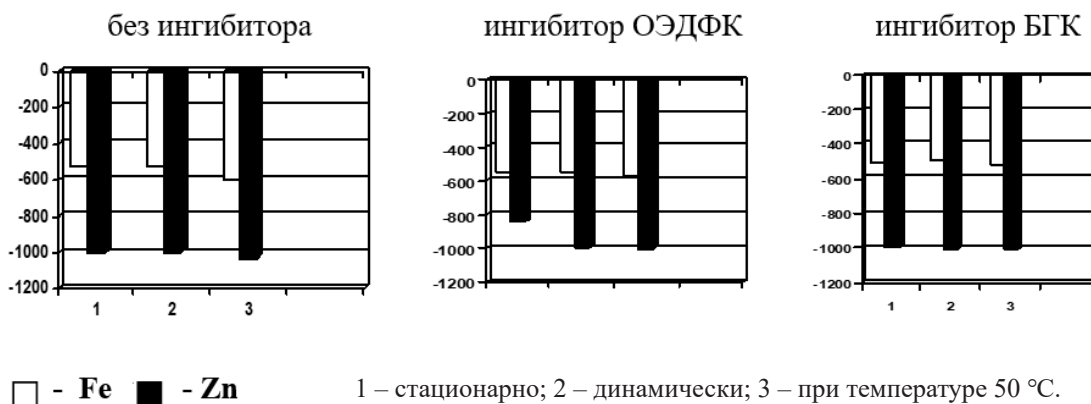


Рисунок 2 – Потенциалы в коррозионном растворе относительно хлор-серебряного электрода:
1 – стационарно; 2 – динамически; 3 – при температуре 50 °С

Чем более отрицательный потенциал, тем активнее идет процесс коррозии.

Видно, что коррозия цинка в растворе соли идет почти в 2 раза активнее, чем коррозия железа как в стационарном режиме, так и при перемешивании. Нагрев незначительно ускоряет этот процесс.

Ингибитор БКГ незначительно тормозит коррозию железа, а ОЭДФК – коррозию цинка покрытия.

Причина в следующем. Поверхность металла шероховатая и в растворе электролита возникает множество микрогальванических пар из-за неравномерного распределения поверхностной энергии по выступам и впадинам. Выступы на поверхности металла представляют собой более энергоемкие зоны по сравнению с впадинами. Поэтому металл выступов имеет меньший потенциал, т.е. является анодом, а впадины – катодом.

Благодаря положительному заряду на атоме фосфора ОЭДФК является ингибитором анодного типа. ОЭДФК адсорбируется на выступах. Взаимодействует с ионами цинка, которые образовались при окислении цинка, и образует комплексное соединение. Комплекс образует защитную пленку, которая удаляется при перемешивании, при нагреве становится рыхлой и отваливается.

Азот-содержащий ингибитор благодаря отрицательному заряду на атоме азота является катодным. Адсорбируется на поверхностной впадине. При нагреве и перемешивании ведет себя так же.

Ранее [3, 4, 5, 12] были исследованы ингибирующие свойства ингибиторов типа ВХЛ после деформационных воздействий.

В отсутствие ингибитора процесс коррозии идет равномерно по всей поверхности. Наблюдаются единичные питтинги. При добавлении в коррозионную среду ингибитора ВХЛ-407 наблюдается питтинговая коррозия.

Размеры питтингов составляют порядка 1–10 мкм. Принципиального влияния деформационной обработки на защитные свойства ингибитора не обнаружено.

В таблице 2 приведены относительные скорости коррозии железа и цинка в хлоридном растворе в присутствии ингибиторов. За 1 принята скорость коррозии в растворе без ингибитора.

Видно, что ингибиторы по-разному тормозят скорость коррозии. Наиболее эффективный ингибитор для железа и для цинка – ВХЛ-111.

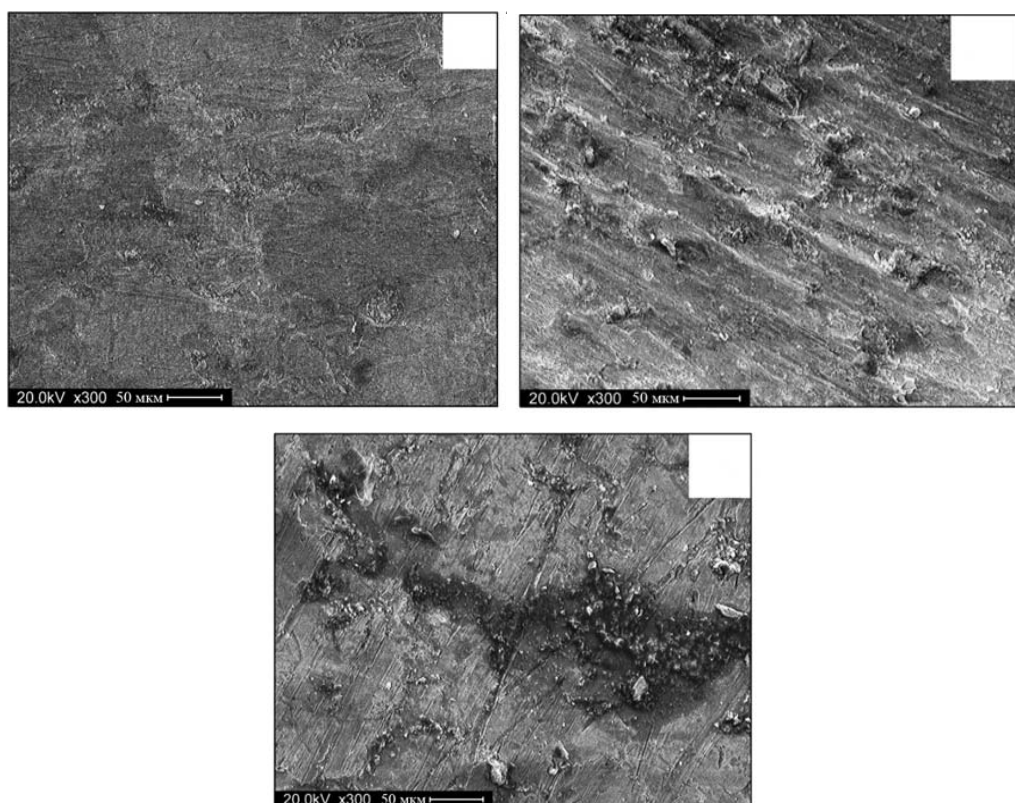


Рисунок 3 – Электронно-микроскопические изображения поверхности цинка после коррозии в хлоридсодержащей среде без ингибитора (а), с добавлением ингибитора ВХЛ-407 и с добавлением ингибитора ВХЛ после деформационного воздействия [Цветная металлургия]

Таблица 2 – Относительная скорость коррозии

Ингибитор	Относительная скорость коррозии Fe	Относительная скорость коррозии Zn
ОЭДФК	1,0	0,8
БГК	0.9	1.0
ВХЛ-Л-111	0.3	0.5
ВХЛ-Л-407	1.8	0.9

Выводы и рекомендации. Все исследованные ингибиторы имеют невысокую защитную способность по отношению к железосодержащим сталям и сплавам в хлорсодержащей коррозионной среде. Нагрев и перемешивание коррозионной среды практически не влияют на ингибирующие свойства.

Ранее [3, 4, 5] было показано, что ингибиторы на основе бензотриазола и циклогексана (ингибитор ВХЛ-Л-407) не изменяют своих защитных свойств после деформационных воздействий (механоактивации).

Цинковые покрытия сами по себе являются достаточно эффективной защитой сталей и железосодержащих сплавов от коррозии. До тех пор, пока площадь цинкового покрытия составляет не менее 10 % от поверхности, оно эффективно защищает металлическую конструкцию от коррозии [12].

Таким образом, несмотря на то, что защитные свойства исследованных ингибиторов практически не зависят от условий эксплуатации, они не могут быть рекомендованы для длительной защиты металлических конструкций от коррозии вследствие слабых ингибирующих свойств.

Однако их можно использовать для краткосрочной защиты в динамичных условиях и при нагреве.

Список литературы

1. Агафонкин, А. В. Ингибирование атмосферной коррозии металлов композициями на основе азометинов / А. В. Агафонкин, Ю. И. Кузнецов // Физикохимия-2009: материалы Московской конференции-конкурса молодых ученых, аспирантов и студентов. – М., 2009. – С. 103.

2. Исламутдинова, А. А. Синтез ингибиторов коррозии на основе четвертичных аммониевых соединений и анализ защитных свойств / А. А. Исламутдинова, Г. Р. Хайдарова, Ю. К. Дмитриев и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1–1. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=17539> (дата обращения: 16.10.2021).

3. Канунникова, О. М. Особенности коррозии цинкового покрытия в нейтральных средах в присутствии ингибиторов на основе бензотриазола, циклогексилламина и морфолина / О. М. Канунникова, В. В. Аксенова, Б. Е. Пушкарев и др. // Известия вузов. Цветная металлургия. – 2019. – (3). – С. 55–67.

4. Канунникова, О. М. Влияние механоактивации ингибиторов типа ВНХ-Л1 на коррозию железа и цинка. I. Ингибиторы на основе циклогексилламина и бензотриазола / О. М. Канунникова, С. М. Решетников, В. В. Аксенова и др. – ФХОМ. – № 1. – 2019.

5. Канунникова, О. М. Влияние механоактивации ингибиторов типа ВНХ-Л1 на коррозию железа и цинка. II. Ингибиторы на основе морфолина и бензотриазола / О. М. Канунникова, С. М. Решетников, В. В. Аксенова [и др.]. – ФХОМ. – 2019. – № 1. – С. 75–80.

6. Кротова, Д. М. Влияние четвертичных аммониевых и пиридиниевых солей на коррозию металлов / Д. М. Кротова, И. Ю. Егорова // Вестник ТвГУ. Серия «химия», 2012. – Вып. 14. – С. 71–77.

7. Кузнецов, Ю. И. Прогресс в науке об ингибиторах коррозии // Коррозия: материалы, защита. – М., 2015. – № 3. – С. 12–23.

8. Кузнецов Ю. И. Органические ингибиторы атмосферной коррозии // Вестник ТГУ. – Томск, 2014. – Т.18. – Вып. № 5. – С. 2126–2132.
9. Ключникова, Н. В. Теоретические основы коррозии: учеб. пособ. / Н. В. Ключникова, Л. Н. Наумова. – Белгород: Белгородский ГТУ им. В. Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2015. – 227 с. – 2227–8397.
10. Мамулова, Н. С. Все о коррозии: справочник / Н. С. Мамулова, А. М. Сухотин, Л. П. Сухотина и др. – СПб.: Химиздат, 2000. – 512 с.
11. Паустовская, В. В. Структура ингибиторов коррозии металлов: токсичность, характер действия на организм / В. В. Паустовская // Современные проблемы токсикологии, 2001.
12. Половняк, В. К. Защитное действие азот-, фосфорсодержащих ингибиторов коррозии стали и их промышленные испытания в условиях нефтедобычи и нефтепереработки / В. К. Половняк, И. В. Тимофеева, О. Н. Быстрова и др. // Практика противокоррозионной защиты. – 2006. – № 3. – С. 44–48.
13. Решетников, С. М. Влияние механоактивации на структуру и свойства ингибитора коррозии ВНХ-Л-407 / С. М. Решетников, А. И. Алцыбеева, О. М. Канунникова и др. // Химическая физика и мезоскопия. – 2017. – Том 19. – № 4. – С. 626–634.
14. Рахманкулов, Д. Л. Ингибиторы коррозии. Основы теории и практики применения / Д. Л. Рахманкулов. – Уфа: Реактив, 1997. – Том 1. – 296 с.
15. Рахманкулов, Д. Л. Ингибиторы коррозии. Т. 3. Основы технологии производства отечественных ингибиторов коррозии / Д. Л. Рахманкулов, В. Н. Зенцов и др. – М.: Интер, 2005. – 346 с.
16. Руденок, В. А. Сравнительная оценка коррозионного поведения цинковых покрытий в условиях, моделирующих эксплуатацию оборудования на открытом воздухе / В. А. Руденок, О. М. Канунникова, Г. Н. Аристова // Вестник Ижевской ГСХА, 2020. – № 2. – С. 70–78.
17. Саакян, Л. С. Защита нефтепромыслового оборудования от коррозии / Л. С. Саакян, А. П. Ефремов. – М.: Недра, 1982. – 227с.
18. Саакян, Л. С. Повышение коррозионной стойкости нефтегазопромыслового оборудования / Л. С. Саакян, А. П. Ефремов, И. А. Соболева. – М.: Недра. – 1988. – 211 с.
19. Семенова, И. В. Коррозия и защита от коррозии / Под ред. И. В. Семеновой. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 336 с.
20. Степин, С. Н. Применение фосфорсодержащих комплексонов и комплексонов в качестве ингибиторов коррозии металлов / С. Н. Степин, О. П. Кузнецова, А. В. Вахин, Б. И. Хабибрахманов. – С. 88–98.
21. Федорова, Н. С. Продукты сложной конденсации азотсодержащих соединений с альдегидами – летучие ингибиторы атмосферной коррозии черных и цветных металлов: канд. дис. – С-Петербург, 2011. – 199 с.

22. Хайдарова, Г. Р. Механизм защитного действия ингибиторов на основе четвертичных аммониевых солей / Г. Р. Хайдарова, А. С. Тюсенков, Д. Е. Бугай // Башкирский химический журнал. – 2017. – Том 24. – № 3. – С. 85–88.
23. Kanunnikova, O. M. Peculiarities of Corrosion of a Zinc Coating in Neutral Media in the Presence of Inhibitors Based on Benzotriazole, Cyclohexylamine, and Morpholine / O. M. Kanunnikova, V. V. Aksenova, B. E. Pushkarev, V. I. Ladyanov // Russian. J. Non-Ferrous Metals. – 2019. – Т. 60. – № 4. – P. 390–400.
24. Mani, N. Influence of anions on the inhibition of corrosion of zinc in acidic solutions by N-heterocyclics / Mani N., Iyer Venkatakrishna S., Bahadur Lai. // Bull. Electrochem. – 2003. – Vol. 19. – № 21. – P. 53–60.
25. Mani, N. Pyridine and its derivatives as inhibitors for the corrosion of zinc in acidic solutions / Mani N., Iyer Venkatakrishna S., Bahadur Lai. // J. Electrochem. Soc. – India, 2003. – Vol. 52. – № 1. – P. 23–28.
26. Muller B., Imblo G. Heterocycles as corrosion inhibitors for zinc pigments in aqueous alkaline media. Corros. Sci. – 1996. – Vol. 38. – P. 293–300.
27. Fattah A.A.A., Mabrouk E.M., Elgalil R.M.A., Ghoneim M.M. N-heterocyclic compounds as corrosion inhibitors for Zn in HCl acid solutions // Bull. Soc. Chim. Fr. 1991. Vol. 1. P. 48–53.
28. Wippermann, K. The inhibition of zinc corrosion by bisaminotriazole and other triazole derivatives / Wippermann K., Schaltze J.W., Kessel R., Penninger T. // Corros. Sci. – 1991. – Vol. 32. – P. 205–223.
29. X. Jiang, Effect of flow velocity and entrained sand on inhibition performances of two inhibitors for CO₂ corrosion of N80 steel in 3 % NaCl solution / X. Jiang, Y. G. Zheng, W. Ke // Corrosion Science. – 2005. – № 47. – P. 2636–2658.
30. Hansch, C. Substituent Constants for Correlation Analysis in Chemistry and Biology / C. Hansch, A. N. Leo. – N.Y.: J. Wiley & Sons. – 1981. – 339 p.

А. А. Соловьёва, В. В. Касаткин

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ НА ПЛОЩАДКАХ ПТИЦЕФАБРИК

Представлена инновационная технология для переработки органических отходов. Рассматривается площадка птицефабрик с описанием экологических проблем. Предлагается решить экологический вопрос с помощью применения комбинированной схемы с использованием технологий ускоренного компостирования и высокотемпературного пиролиза.

Актуальность. Птицефабрика – предприятие, которое производит продукцию птицеводства в промышленном масштабе. Используются на птицефабриках, в большинстве случаев, механизированные производственные процессы. В основе экологической проблемы на птицефабриках лежат отходы животного происхождения, сточные воды, выбросы в атмосферу и т.п. Но основной вид отходов – это птичий помет с высоким классом опасности отхода. На любом производстве, согласно законодательству, должны выделяться санитарно-защитные зоны и проводиться природоохранные мероприятия.

Птичий помет – это органическое удобрение, которое применяют в качестве удобрения путем добавления в почву, содержит большое количество питательных элементов в легкодоступной для растений форме.

Природоохранное законодательство регулирует деятельность птицефабрик, на производстве должна быть создана система экологической безопасности, а именно служба, которая регулирует и разрабатывает мероприятия по снижению отрицательного воздействия на окружающую среду.

Материалы и методика. В настоящее время всеобщее внимание направлено на решение экологических проблем и проблем, связанных с поиском альтернативных источников энергии и ресурсосберегающих технологий. Одна из таких проблем и стоит перед птицефабриками – утилизация отходов производства. Места хранения птичьего помета являются источником не только загрязнения рельефа почв, водоемов и подземных вод, но и причи-

ной возникновения и распространения резкого неприятного запаха, ускоренного роста и развития яиц и личинок гельминтов и мух, множества других микроорганизмов, в которых могут быть возбудители опасных заболеваний.

При длительном хранении органических отходов на грунтовых местах хранения происходит загрязнение почвы, грунтовых и поверхностных вод. В поверхностном слое почвы таких площадей по высоте 0,4 м содержится до 4950 кг/га минерального азота, в том числе 2500 кг/га нитратного, что в 17 раз выше по сравнению с незагрязнённой почвой.

В грунтовых водах на площадках хранения птичьего помета, где накапливаются атмосферные осадки, содержание (мл/л) нитратного азота превышает содержание его в дренажных водах с поля в 2 раза, аммиачного азота – в 8 раз, фосфора – в 11 раз, калия – в 10 раз. Эрозия почв, смыв удобрений и органических отходов приводят к сильнейшему загрязнению рек и озер.

Основной особенностью применения технологии является применение комбинированной схемы с использованием технологий ускоренного компостирования и высокотемпературного пиролиза, что в итоге позволит сократить затраты на капитальное строительство и уменьшит влияние коэффициента сезонности на ритмичность производства. Тем самым происходит уменьшение общей суммы затрат в сравнении с уже существующими технологиями на 30 %.

Результаты исследований. При внедрении технологии переработки птичьего помета на территории птицефабрик исключается накопление на полигоне сильного источника загрязнения окружающей среды, утилизация отходов фабрик переходит из затратной в доходную статью бюджета, появляются новые рабочие места в период реализации проекта, привлечение инвестиций в регион местонахождения площадок по утилизации, увеличение налоговых поступлений в муниципальный бюджет.

В результате применения технологии переработки органических отходов получают органические удобрения, тепловая энергия, электрическая энергия, водные ресурсы и вермикультура для производства белковых кормов, позволяющие использовать получаемые ресурсы на собственные нужды, что положительно сказывается на экономическом и экологических направлениях деятельности производств.

Выводы и рекомендации. Внедрение технологии переработки органических отходов продуктов на птицефабриках позволит

создать условия для разработки и конструирования тепличных комплексов безотходного производства, а также получение дополнительной прибыли птицефабрики и частично решит проблему с загрязнением экологии на территории региона местонахождения фабрик. Стоит отметить, что экономия на электроэнергию и экономия в использовании углекислого газа, применяемая для интенсивного роста растений, аккумулируется и повышает эффективность от возведения и использования комплекса с применением инновационной переработки органических отходов на птицефабриках. Экономия средств на электроэнергию при использовании мини-ТЭЦ составляет от 0,8 до 1 рубля за каждый выработанный установкой кВт.ч. Экономия при работе такой установки составит примерно 5 млн рублей в год. Во-вторых, за один час мини-ТЭС мощностью 1 МВт при среднегодовой нагрузке 75 % вырабатывает 372 м³ углекислого газа нормального давления, с содержанием CO₂ на уровне 700 ppm. Экономия от получения углекислого газа таким способом составит примерно 0,24 рубля на 1 м³ углекислоты. Таким образом, дополнительная экономия от использования системы утилизации выхлопных газов будет порядка 900 тыс. рублей в год при достаточно невысокой стоимости дополнительного оборудования – около 200 тыс. рублей на 1 МВт установленной электрической мощности.

Использование продуктов переработки с максимальной эффективностью и внедрение данной технологии позволит увеличить рентабельность производства на 20–30 % по сравнению с существующими тепличными хозяйствами. Изучение и получение экспериментальных данных по утилизации органических отходов позволят выйти на новый уровень улучшения экологической ситуации региона. А также позволит максимально использовать отходы производства в качестве дополнительных источников дохода и создаст благоприятную стезю для приближения к безотходному производству.

Кроме того, существуют меры государственной поддержки агропромышленного комплекса, включающие меры поддержки в сфере переработки. На этапе внедрения технологии финансовое стимулирование является важным преимуществом.

Список литературы

1. Ахмадишина, А. А. Переработка куриного помета в удобрение / А. А. Ахмадишина, А. А. Васильева, М. П. Прокопьева // Научные труды студентов Ижевской ГСХА [Электронный ресурс]. – Ижевск, 2017. – С. 624–627.

2. Исследование получения биогаза из отходов продукции птицеводства / М. В. Свалова, В. В. Касаткин, Ф. М. Бурлакова, С. И. Дякин [и др.] // Снижение отрицательного воздействия на окружающую среду химически активного азота при производстве сельскохозяйственной продукции. – 2010. – С. 138–145.

УДК 574:630*161.581.5

**М. Т. Спыну, Е. М. Илюшкова,
Я. С. Жигалева, М. В. Тихонова**
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева

ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЭМИССИИ ПОТОКОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТАЦИОНАРА РГАУ-МСХА ИМ. К. А. ТИМИРЯЗЕВА

Городские почвы являются одним из основных источников поступления парниковых газов в атмосферу. Масштабная застройка территорий, рост городов и увеличение антропогенной нагрузки на почвы приводят к изменению гидрологического режима. В результате увеличение количества переувлажненных городских территорий растет, что влияет и на интенсивность потоков почвенной эмиссии.

Для оценки вклада потоков парниковых газов из городских почв в атмосферу следует регулярно проводить экологический мониторинг с целью анализа закономерностей их динамики на городских территориях, где наблюдается переувлажнение почв [1, 2, 3].

Материалы и методика. Исследование почвенной эмиссии почвенных потоков парниковых газов проводилось при помощи метода отбора проб воздуха из экспозиционных камер, которые были установлены на вкопанные основания. Образцы воздуха отбирались в вials, а затем анализировались на хроматографе. Для измерения температуры воздуха и почвы использовался термометр, измерение влажности почвы проводилось термостатно-весовым методом.

Объектом проведения исследования является западное поле на территории экологического стационара РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, где в июле 2018 г. была произведена посадка 346 саженцев ивы пурпурной (*Salix purpurea*).

Почвенный покров территории исследования представлен насыпным грунтом поверх строительных отходов, а затем досыпан почвой и выровнен.

На разных участках насыпной горизонт имеет неоднородную структуру, так как при высыпке почвенного грунта не учитывались почвенные горизонты насыпаемого грунта, местами В1 горизонт имеет площадь поверхности около 20 м².

На объекте исследования наблюдаются подтопления, в центре поля находится небольшая западина, и сток воды направлен к краю поля через центр. В восточном направлении западное поле граничит с дренажной траншеей.

Весной 2019 г. была осуществлена засыпка данной траншеи минеральной частью слоем 50 см, следующий слой – торф 50 см, что позволяло отрегулировать режим поверхностного стока на западном поле. При этом территория подтопления была смещена к краю.

Результаты исследований. Измерения потоков парниковых газов, таких, как углекислый газ и оксид азота (I), проводились по сезонам с апреля по октябрь (2019–2020 гг.).

Как известно, повышенная влажность и температура почвы приводят к увеличению поступления закиси азота в атмосферу, эта зависимость неоднократно подтверждалась исследованиями в лесных экосистемах [3]. В городской черте на переувлажненных почвах потоки N₂O также имеют прямую зависимость интенсивности от влажности почвы и температурного режима.

Максимальные значения эмиссии потоков N₂O в 2020 г. наблюдались в сентябре – 0,25 мг/м² в день (рис. 1) в периоды выпадения наибольшего количества осадков. Этот период характеризуется самым высоким уровнем влажности верхних почвенных горизонтов, максимальное значение составляет – 42,66 %. Максимальные значения эмиссии потоков N₂O в точках 6,7 и 11, которые располагаются в области подтопления экспериментального участка.

Максимальное значение эмиссии углекислого газа наблюдается в июне 2019 г. и составляет 8,9 г/м² в день (рис. 2). Этот период характеризуется самым высоким за весь период исследований 2019–2021 г. уровнем температур верхних почвенных горизонтов, максимальное значение составляет – 24,1С. Максимальные значения эмиссии CO₂ в апреле, июле, августе и октябре наблюдаются в точке 16.

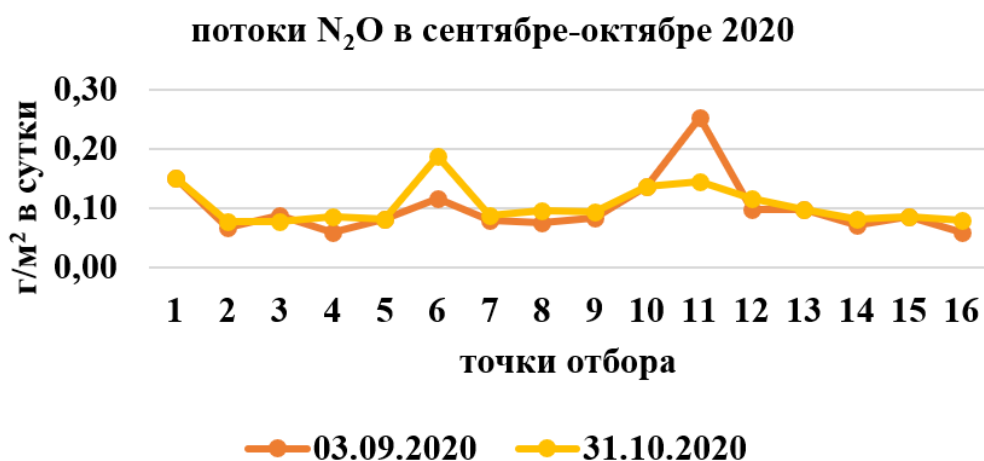


Рисунок 1 – Потоки N₂O в сентябре-октябре 2020 г.

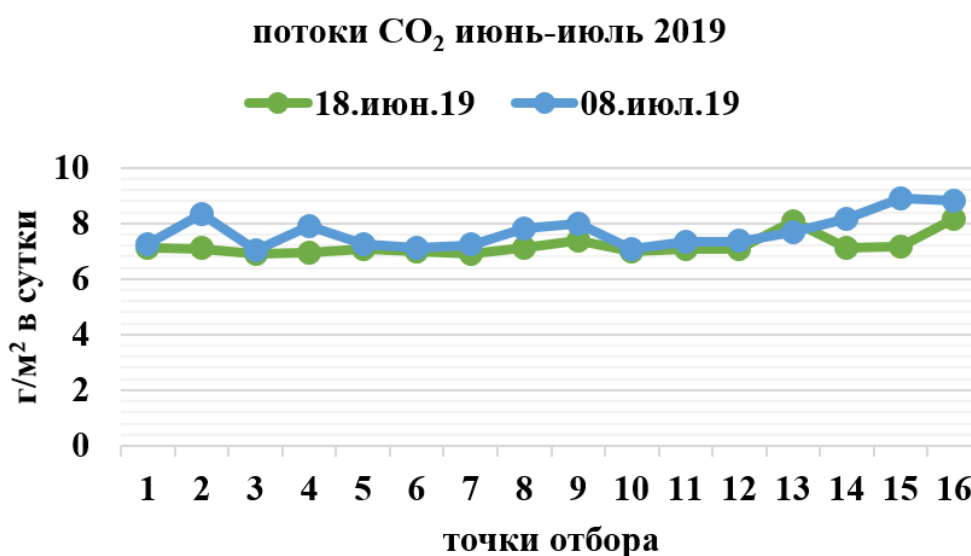


Рисунок 2 – Потоки CO₂ в июне-июле 2019 г.

Выводы. Максимальные значения эмиссии потоков N₂O в 2020 г. (сентябрь – 0,25 мг/м² в день) наблюдались в период с самым высоким уровнем влажности почвы верхних горизонтов (42,66 %), а также максимальные значения эмиссии потоков N₂O в точках 6,7 и 11 в середине самого переувлажненного участка за период измерений (2019–2021 гг.).

Максимальное значение эмиссии CO₂ наблюдается в июне 2019 г. и составляет 8,9 г/м² в день в точке 16. Этот период характеризуется самым высоким за весь исследуемый 2019–2021 г. уровнем температур верхних почвенных горизонтов, максимальное значение составляет -24,1С. Максимальные значения эмиссии CO₂ наблюдаются в апреле, июле, августе и октябре, наблюдаются в точках 13–16, что связано с лучшим прогреванием верхних горизонтов.

Список литературы

1. Тихонова, М. В. Экологическая оценка лесных экосистем к рекреационной нагрузке в условиях Московского мегаполиса (на примере Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА) / М. В. Тихонова, М. М. Визирская, А. С. Епихина, И. М. Мазиров // *Агроэкология*. – 2014. – № 2. – С. 14–21.
2. Vasenev I. I., Avilova A. A., Tikhonova M. V., Ermakov S. J. Assessment of within-forest variability in albeluvisol quality in an urban forest ecosystem for the northern part of the Moscow megalopolis // *Springer Geography*. – 2020. – P. 133–144.
3. Тихонова, М. В. Экологическая оценка почвенных потоков CO₂ в условиях склонового мезорельефа представительного московского лесопарка / М. В. Тихонова, Д. Р. Алилов, И. И. Васенев // *АгроЭкоИнфо*. – 2018. – № 3.

УДК 631.333.92+628.356:631.22

**М. И. Файзуллин¹, Т. В. Бабинцева², Е. В. Максимова²,
В. А. Николаев², Р. Р. Закирова³**

¹ООО «Удмуртмелъпром»

²ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

³ФГБОУ ВО УдГУ

ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОЛОМОНАВОЗНОЙ СМЕСИ ПОСЛЕ АЭРОБНОЙ ОБРАБОТКИ НА НАЛИЧИЕ ПАТОГЕНОВ

Представлены результаты микробиологического и гельминтологического исследования соломонавозных смесей, определено общее микробное число и содержание патогенной микрофлоры с течением времени в зависимости от разных способов аэрации навозных буртов.

Актуальность. Принудительная аэрация соломонавозных смесей при компостировании является перспективным методом получения органических удобрений. Внутренние объёмы буртов получают заряд воздушной смеси, что активизирует жизнедеятельность аэробной микрофлоры, приводит к росту температуры и уничтожению потенциальных разносчиков болезней, семян сорных растений, патогенов [1–7]. Данный метод в отличие от анаэробного компостирования, позволяет ускорить процессы ферментации, но следует подобрать режимы при порционной подаче воздуха, что и обуславливает актуальность данной темы.

Материалы и методика. Микробиологические исследования: для гельминтоовоскопических исследований материала применяли метод последовательных промываний и флотации; для гельминтоларвоскопии использовали упрощённый метод Бермана [8].

Результаты исследований. Описание разработанного авторами метода искусственной аэрации соломонавозных смесей приведено в нескольких источниках [9–15], поэтому представим его кратко (рис. 1).

В соломонавозной смеси, образующей бурт, размещаются перфорированные трубы 6 на поверхности компостной площадки. Они подключаются через коллектор 5, вентиль 4 и гибкий воздушный шланг 3 к ресиверу 2 компрессора 1. Включается компрессор 1, воздух нагнетается в ресивер 2 с избыточным давлением. После выключения компрессора открывается вентиль 4 и по гибкому шлангу 3 воздух стравливается из ресивера в коллектор 5, откуда распределяется по перфорированным трубам 6. В пространстве под укрытием, непроницаемым для воздуха, материалом создаётся незначительное избыточное давление, однако воздух не уходит в атмосферу, а поддерживает жизнедеятельность собственной аэробной микрофлоры навоза.

Обработка производилась четырьмя разными способами при прочих равных условиях:

- I – контрольный бурт, без искусственной обработки навоза воздухом;
- II – обработка однократная в сутки и один раз в неделю с малой площадью живого сечения отверстий в перфорированной трубе 200 мм²;
- III – обработка трехкратная в сутки и один раз в неделю с площадью живого сечения отверстий в перфорированной трубе 400 мм²;
- IV – обработка однократная в сутки и три раза в неделю с площадью живого сечения отверстий в перфорированной трубе 600 мм².

Влажность исходной смеси составляла 60...65 %, объём рабочего тела 0,5 м³ соломонавозной смеси [8–11].

В результате гельминтологического и бактериологического исследования навоза было обнаружено в исходной смеси наличие большого количества патогенов и гельминтов [8, 10, 11, 14, 15] (рис. 2).

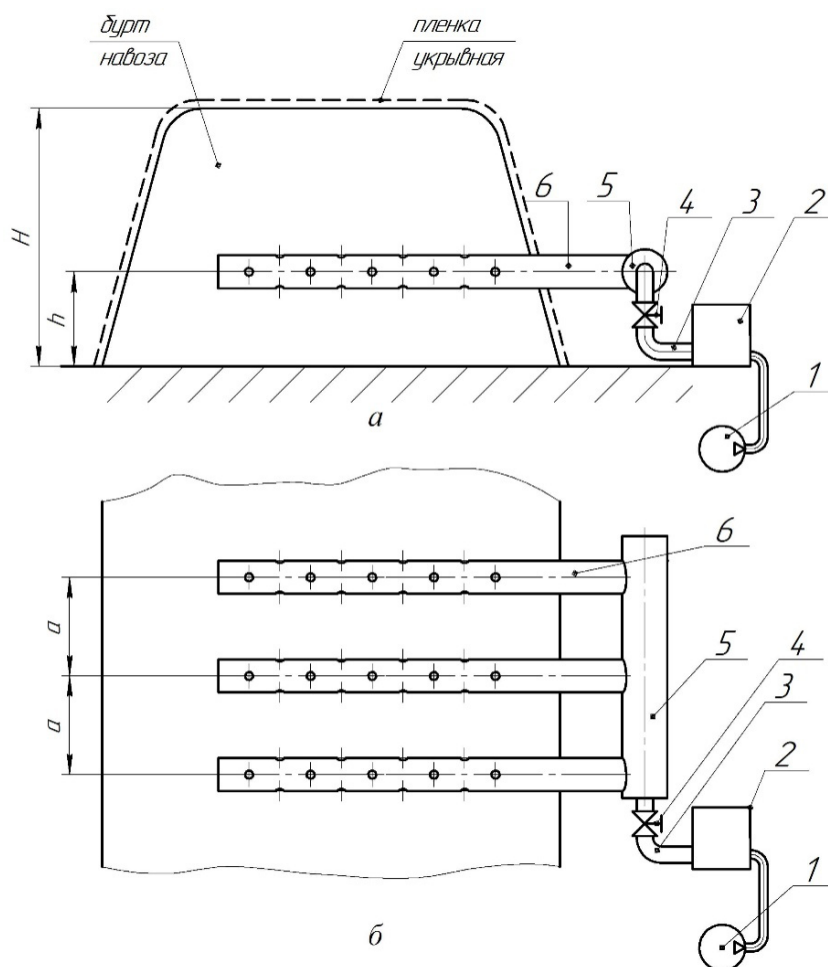
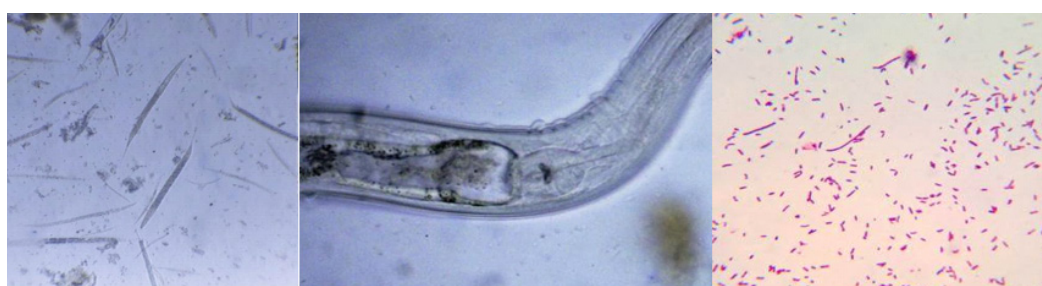


Рисунок 1 – Схема аэратора навозного бурта:

а – главный вид; б – вид сверху;

1 – компрессор; 2 – ресивер; 3 – гибкий воздушный шланг; 4 – вентиль;
5 – коллектор; 6 – перфорированные трубопроводы



а

б

с

Рисунок 2 – Микроскопия начальных образцов навоза:

а – стронгилойдес имаго; б – стафилококки; в – стрептококки

В процессе обработки отбирались пробы с периодичностью 2 недели в течение трех месяцев и контролировалось общее микробное число и наличие патогенных микроорганизмов. Результаты исследований сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты лабораторных экспериментов по определению общего количества бактерий

Способ обработки	Время, мес.						
	0	0,5	1	1,5	2,0	2,5	3,0
I	$\frac{15,6}{9,8}$	$\frac{15,3}{9,6}$	$\frac{14,9}{9,5}$	$\frac{14,6}{9,4}$	$\frac{14,1}{9,3}$	$\frac{13,8}{9,1}$	$\frac{13,3}{8,9}$
II	$\frac{15,6}{9,8}$	$\frac{14,6}{9,1}$	$\frac{13,3}{8,5}$	$\frac{12,4}{7,3}$	$\frac{11,3}{6,8}$	$\frac{10,0}{6,1}$	$\frac{9,2}{5,2}$
III	$\frac{15,6}{9,8}$	$\frac{12,9}{8,5}$	$\frac{11,2}{7,8}$	$\frac{9,1}{6,5}$	$\frac{7,8}{5,7}$	$\frac{6,9}{5,0}$	$\frac{5,6}{4,6}$
IV	$\frac{15,6}{9,8}$	$\frac{8,2}{7,2}$	$\frac{4,9}{4,1}$	$\frac{2,8}{3,2}$	$\frac{1,7}{1,4}$	$\frac{0,38}{0,6}$	$\frac{0,32}{0}$

Примечание: в числителе показано общее микробное число, КОЕ/г*10⁸, в знаменателе количество бактерий групп энтеробактерии, КОЕ/г*10⁸ (патогенная микрофлора)

Согласно ГОСТ 33830-2016 «Удобрения органические на основе отходов животноводства» и методических рекомендаций по проектированию систем удаления, обработки, обеззараживания, хранения и утилизации навоза и помета РД-АПК 3.10.15.01-17, параметры конечного продукта – удобрения должны иметь: уровень общего микробного числа КОЕ/г – не более $0,35 \times 10^8$ КОЕ/г (КОЕ – колониеобразующие единицы); отсутствие патогенной микрофлоры, яиц и личинок гельминтов.

Для удобства интерпретации результатов и наглядного их отображения для исследователя были построены диаграммы (рис. 3 и 4).

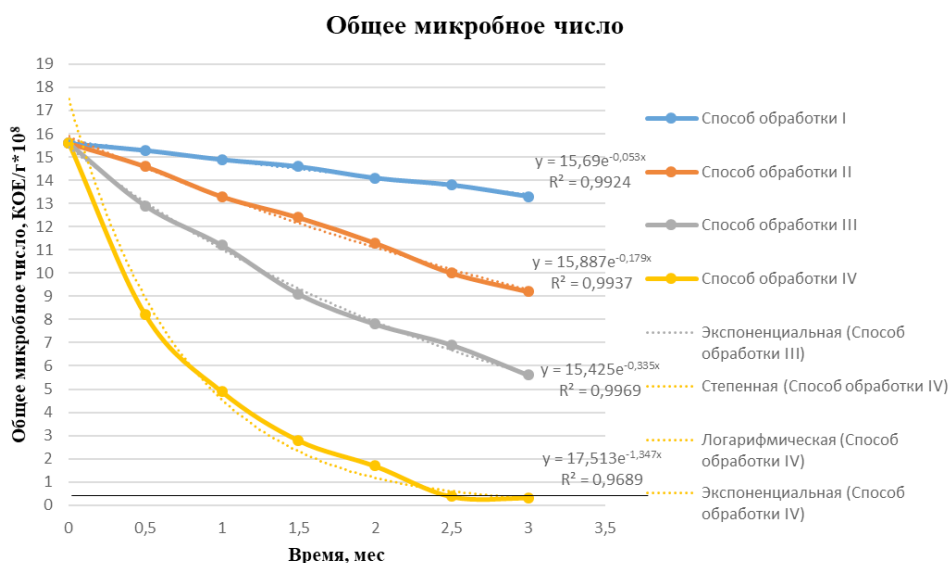


Рисунок 3 – Зависимость общего микробного числа навоза от времени

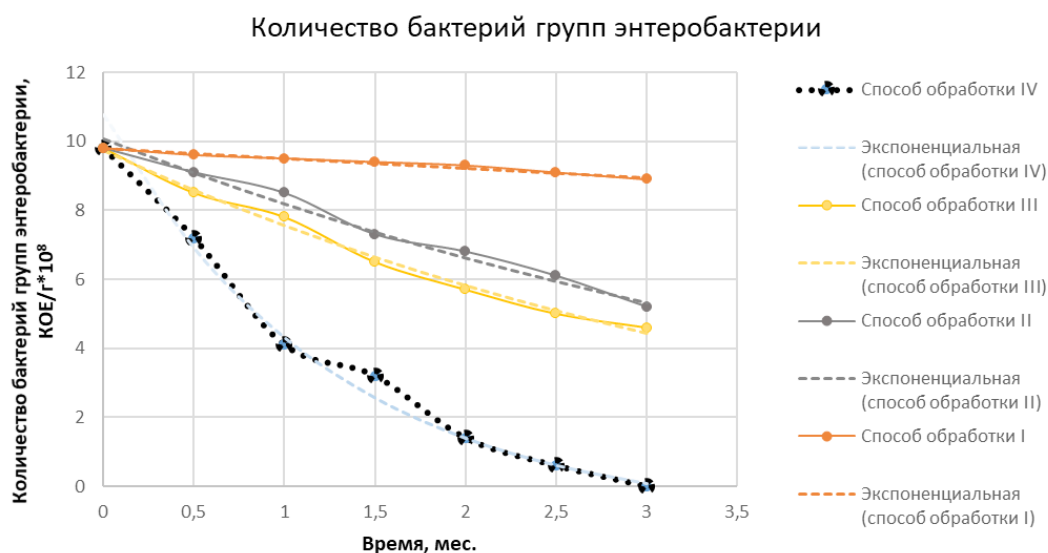


Рисунок 4 – Зависимость количества бактерий групп энтеробактерий навоза от времени

Выводы. Из графиков (рис. 3 и 4) видно, что только при IV способе обработки в течение трёх месяцев общее микробное число уменьшилось ниже границы допустимого уровня общего микробного числа (с $15,6 \times 10^8$ до $0,32 \times 10^8$ КОЕ/г), также подтвердилось уничтожение патогенной микрофлоры (её содержание снизилось с $9,8 \times 10^8$ до 0 КОЕ/г).

Список литературы

1. Губейдуллин, Х. Х. Современные технологии уборки и переработки жидкого навоза / Х. Х. Губейдуллин, В. Г. Артемьев, И. И. Шигапов [и др.] // Сельский механизатор. – 2018. – № 6. – С. 30–31.
2. Шигапов, И. И. Ресурсосберегающие технологии уборки жидкого навоза / И. И. Шигапов // Сельский механизатор. – 2017. – № 4. – С. 26–27.
3. Павлов, П. И. Технология уборки навоза / П. И. Павлов // Естественные и технические науки. – 2017. – № 3 (105). – С. 85–86.
4. Romaniuk, W. Технологический процесс получения биогаза с последующим использованием постферментационных субстанций / W. Romaniuk, P.Savinykh // Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды и производства альтернативных источников энергии, в том числе биогаза: монография под науч. ред. проф. Вацлава Романюка. Т. XXII. – Фаленты–Варшава, 2016. – С. 174–179.
5. Romaniuk, W. Внедрение энергоресурсосберегающих технологий производства молока и переработки навоза на примерах Республики Польша и Кировской области РФ / Wacław Romaniuk, Małgorzata Łukaszuk, Petr Savinykh, Vitalij Philipchik, Andrzej Karbowy // Проблемы интенсификации животноводства с уче-

том охраны окружающей среды и производства альтернативных источников энергии, в том числе биогаза: монография под науч. ред. проф. Вацлава Романюка. Т. XXII. – Фаленты–Варшава, 2016. – С. 203–214.

6. Романюк, В. Технология получения биогаза и ферментированного перегноя в условиях сельскохозяйственного предприятия Польши / В. Романюк, П. А. Савиных // Аграрная наука Евро–Северо–Востока. – 2018. – № 2 (63). – С. 90–95.

7. Использование биопрепарата для переработки навоза при беспривязной технологии содержания крупного рогатого скота / М. Р. Кудрин, О. А. Краснова, В. А. Николаев [и др.] // Известия Горского ГАУ. – 2018. – Т. 55. – № 4. – С. 70–76.

8. Лабораторные исследования навоза в ходе аэробного компостирования / М. И. Файзуллин и др. // Вестник Ижевской ГСХА. – 2019. – № 1 (57). – С. 32–42.

9. Иванов, А. Г. Перспективная технология утилизации навоза методом ускоренной ферментации / А. Г. Иванов, В. И. Широбоков, М. И. Файзуллин // Материалы Международ. науч.-прак. конф., в 3-х т. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 77–82.

10. Исследование процесса закрытого компостирования подстилочного навоза методом искусственной аэрации / А. Г. Иванов, М. И. Файзуллин, Р. Р. Шакиров [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2019. – № 3. – URL: <http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2019>

11. Файзуллин, М. И. Экспериментальная часть исследования процесса закрытого компостирования подстилочного навоза методом искусственной аэрации / М. И. Файзуллин // Журнал Известия ФГБОУ ВО СПГАУ. – 2019. – № 54. – URL: <http://spbgau.ru/files/nid/7911/54-izvestiya.pdf>

12. Иванов, А. Г. Аэратор навозных буртов / А. Г. Иванов, П. В. Дородов, Р. Р. Шакиров и [др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 24–25.

13. Патент на полезную модель 202657 Российская Федерация, МПК C05F 3/06 (2006.01). Устройство искусственной аэрации подстилочного навоза: № 2020133838/10: заявл. 15.10.2020 :опубл. 02.03.2021 / Иванов А. Г., Касимов Н. Г., Файзуллин М. И. [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО УдГУ. – 3 с.: ил.

14. Файзуллин, М. И. Планирование и анализ результатов полнофакторного эксперимента по обработке навоза воздухом / М. И. Файзуллин, Н. В. Гусева // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: материалы Международ. науч.-прак. конф. – Ижевск, 2018. – С. 185–191.

15. Файзуллин, М. И. Регрессионный анализ исследования процесса закрытого компостирования подстилочного навоза методом искусственной аэрации / М. И. Файзуллин, А. Г. Иванов, Ю. Г. Корепанов // Журнал Известия ФГБОУ ВО СПГАУ. – 2019. – № 55. – URL: <http://spbgau.ru/files/nid/7911/55-izvestiya.pdf>.

О. С. Федоров, А. Н. Голубков
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОЦЕСС ДОЗИРОВАНИЯ ИНГРЕДИЕНТОВ КОМБИНИРОВАННЫХ КОРМОВ

Исследуются факторы, влияющие на процесс дозирования ингредиентов, и их влияние на качество комбинированных кормов.

При приготовлении комбикормов используется как весовое, так и объемное дозирование компонентов. Дозирование по весу дает максимальную точность, но при этом необходимо учитывать, что для его реализации требуется более дорогостоящее и сложное оборудование. Одним из важных факторов, влияющих на точность дозирования ингредиентов при массовом дозировании, является их влажность (в зависимости от ингредиента 6 % ... 12 %) [1, 3, 8–11]. Так как при изменении влажности дозируемых компонентов массовый дозатор может точно отмерять необходимую дозу, но при этом содержание сухого вещества в отмеренной порции не будет соответствовать рецептурным требованиям, поэтому такой тип дозаторов даст наибольший эффект при использовании в помещениях с контролируемым влажностно-температурным режимом.

Кормоцеха сельхозтоваропроизводителей в основном размещены в холодных складских помещениях, в которых невозможно соблюдать необходимый температурный режим. В связи с этим наибольшее применение при изготовлении комбинированных кормов в заводских условиях нашел массовый способ дозирования, а в условиях собственных кормоцехов – объемный способ дозирования [4, 8].

Допустимая погрешность при весовом дозировании при максимальной нагрузке на весовой механизм $\pm 0,1-2$ % веса дозы.

Для объемных дозаторов допускаются следующие отклонения: для ингредиентов, составляющих в рецепте более 30 %, – до $\pm 1,5$; от 11 до 30 % – до ± 1 ; от 3 до 10 % – до $\pm 0,5$; менее 3 % – до $\pm 0,1$ [2, 11].

Наиболее часто встречающаяся компоновка дозирующих устройств включает в себя само дозирующее устройство и бункер-питатель. Дозируемый компонент насыпается в бункер-питатель,

дозирующее устройство расположено под ним и дозируемый компонент, как правило, поступает самотеком.

Поэтому основные факторы, влияющие на процесс дозирования, необходимо начать рассматривать именно с момента засыпания материала в бункер-питатель:

- вследствие неоднородности размеров частиц сыпучего компонента в процессе засыпки в бункер, а также в процессе хранения происходит расслоение частиц компонента. Более тяжелые опускаются вниз, а более легкие остаются в верхних слоях;

- некачественная подготовка дозируемого компонента приводит к тому, что могут встречаться крупнокусковые включения, которые впоследствии забивают рабочие органы дозирующего устройства и мешают свободному истечению материала;

- несоблюдение влажностного режима в помещении кормоцеха ведет к изменению влажности сыпучего компонента и, как следствие, это приводит к налипанию на рабочие органы, комкованию и сводообразованию;

- длительное время хранения компонентов смеси в бункере приводит к образованию жестких связей между частицами и, как следствие, возрастает начальное сопротивление сдвигу;

- несовершенство конструкции бункера, которое заключается в неверном расчете углов наклона стенок бункера, различных конструктивных элементов, препятствующих самотеку сыпучего материала в дозирующее устройство.

Основным показателем работы дозатора при объемном дозировании является его объемный расход [2], который определяется по формуле:

$$Q_V = S_{oms} v_{cp}, \quad (1)$$

где S_{oms} – площадь сечения выгрузного отверстия, м²;

v_{cp} – средняя скорость истечения материал через выгрузное отверстие, м/с.

Из формулы видно, что регулирование расхода дозатора можно осуществлять либо изменением сечения выгрузного отверстия, либо изменяя скорость истечения материала или используя одновременное изменение этих параметров. Таким образом, для регулирования процесса дозирования в данном случае можно использовать три способа.

В настоящий момент производители комбинированных кормов все чаще начинают использовать вибрационные дозаторы, кото-

рые, при объемном дозировании позволяют повысить точность процесса до 1,5...2 %, в то время как точность объемных дозаторов, не использующих вибрацию, лежит в пределах 10...12 % [5, 6, 7].

Основным фактором, влияющим на повышения точности работы дозаторов вибрационного типа, является увеличения числа способов воздействия на процесс дозирования, кроме трех выше указанных в первую очередь – это регулирование амплитуды и частоты колебаний рабочего органа дозатора.

Учитывая, что оборудование, использующее в своей основе вибрационный принцип работы, позволяет при меньшем количестве факторов, влияющих на процесс дозирования, одновременно и повышать качество процесса, целесообразно дальнейшее изучение и модернизация такого оборудования.

Список литературы

1. Голубков, А. Н. К вопросам дозирования сыпучих компонентов комбинированных кормов / А. Н. Голубков, О. С. Федоров, А. А. Антонов // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Национ. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию д-ра химич. наук, проф-ра, засл. деят. науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию канд. техн. наук, проф-ра, засл. раб. сельского хозяйства УР, почет. раб. ВПО РФ Б. Д. Зонова, 11–13 декабря 2019 г. – Ижевск, 2020. – С. 23–26.
2. Мельников, С. В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм: учебн. для вузов / С. В. Мельников. – Л.: Колос, 1978. – 560 с.
3. Обоснование пропускной способности циклона-сепаратора для дробилок зерна / А. Г. Бастригов, П. В. Дородов, О. С. Федоров, В. И. Ширококов // Вестник Ижевской ГСХА. – 2016. – № 4 (49). – С. 44–51.
4. Патент на полезную модель 151368 Российская Федерация, МПК В02С 13/00. Модернизированная дробилка для зерна: № 2014126676: заявл. 01.07.2014; опубл. 10.04.2015 / Ширококов В. И., Жигалов В. А., Фёдоров О. С., Ясафов Ю. А., Бастригов А. Г.; заявитель и патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия». – 5с.: ил.
5. Результаты экспериментальных исследований вибрационного отделителя примесей из зерна / В. А. Баженов, А. А. Мякишев, В. А. Петров, О. С. Федоров, В. И. Ширококов // Вестник НГИЭИ. – 2016. – № 12 (67). – С. 27–35.
6. Федоров, О. С. Влияние основных физико-механических характеристик сыпучих ингредиентов на качество комбинированных кормов / О. С. Федоров, А. Н. Голубков, В. А. Глухов, С. П. Князев // Развитие инженерного образования

и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской ГСХА, 11–13 ноября 2020 г. – Ижевск, 2021. – С. 193–200.

7. Федоров, О. С. Совершенствование молотковых дробилок открытого типа / О. С. Федоров, В. И. Ширококов, А. Н. Голубков // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 26–27.

8. Ширококов, В. И. Исследование показателей работы дробилки закрытого типа / В. И. Ширококов, П. В. Дородов, Л. Я. Новикова, А. Г. Ипатов, О. С. Федоров // Сельский механизатор. – 2020. – № 11. – С. 16–17.

9. Ширококов, В. А. Предварительные исследования вибродозатора сухих рассыпных кормов / В. А. Ширококов, О. С. Федоров, А. А. Мякишев, В. А. Петров // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. году науки и технологии в России, 24–26 февр. 2021 г. – Ижевск, 2021. – С. 68–72.

10. Янбекова, А. А. Вибрационные дозаторы как способ повышения точности дозирования премикса / А. А. Янбекова, Л. С. Каменских // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2020. – С. 1444–1447.

11. Savinyh, P. Influence of rotary grain crusher parameters on quality of finished product / P. Savinyh, V. Shirobokov, O. Fedorov, S. Ivanovs // Engineering for Rural Development. Proceedings. – 2018. – С. 131–136.

УДК 620.17

И. Т. Хакимов

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

РАСЧЕТ ФОКУСНОГО РАССТОЯНИЯ ЛАЗЕРНОГО ПОЛЯРИСКОПА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ НА ПРОЗРАЧНЫХ МОДЕЛЯХ ДЕТАЛЕЙ

Расчитан основной конструкционный параметр полярископа – фокусное расстояние от линзы лазерного модуля до модели детали, которое составило 286 мм, при этом пространственное разрешение прибора будет не ниже 0,1 мм.

Актуальность. Концентрацию местных напряжений, возникающих в деталях сельхозмашин и оборудования [1–3, 16], можно исследовать экспериментально путем физического моделирования [17, 18], например, на оптически прозрачных моделях

при помощи лазерного полярископа [4–11, 13–15]. Данный метод основан на том, что большинство прозрачных изотропных материалов под действием напряжений (деформаций) могут приобретать способность к двойному лучепреломлению (оптической анизотропии). Величина двойного лучепреломления, связанная с возникающими напряжениями, может быть измерена оптическим методом при просвечивании модели поляризованным светом лазера [9, 14]. Для исследования полей максимальных касательных напряжений нами был разработан и изготовлен лабораторный лазерный полярископ ЛП-1 (рис. 1).

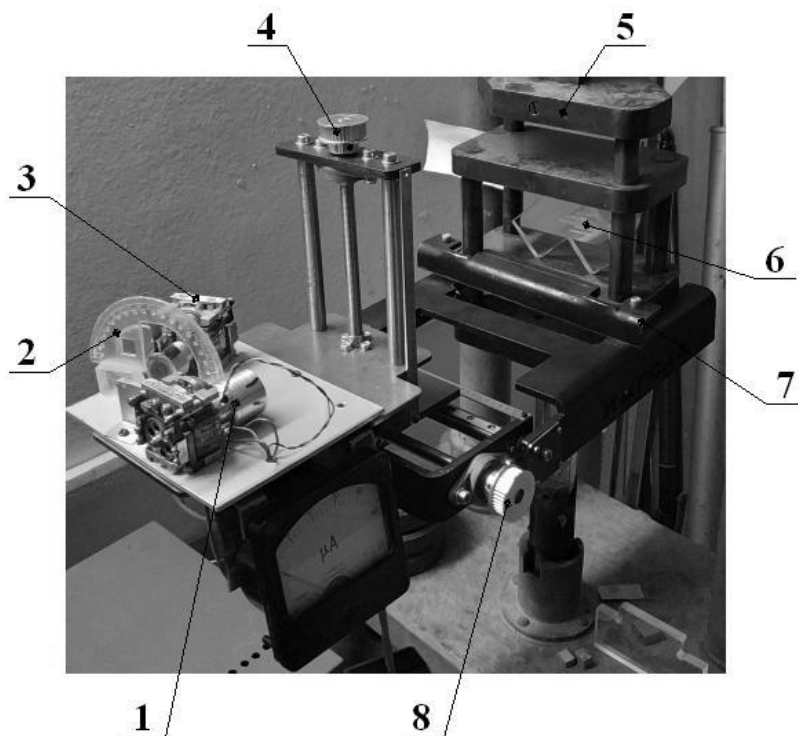


Рисунок 1 – Исследование напряженного состояния на лазерном полярископе ЛП-1:

- 1 – лазерный модуль; 2 – шкала отсчета угла наклона плоскости поляризации;
- 3 – модуль фотоприемника; 4 – регулятор вертикального перемещения луча лазера;
- 5 – нагрузочное устройство установки; 6 – модель детали из плексигласа;
- 7 – крепление ЛП-1 к нижней неподвижной плите нагрузочного устройства;
- 8 – регулятор горизонтального перемещения луча лазера

Величина максимальных касательных напряжения τ_{max} в исследуемой точке модели детали определяются по следующей зависимости [9–11, 14, 15]:

$$\tau_{max} = \tau_0 \left(\arcsin \sqrt{\frac{A}{A_{max}}} - \theta \right),$$

Для обоснования пространственной разрешающей способности прибора Δ , равной 0,1 мм, принимаем следующие конструкционные параметры: $s = 7,17$ мм – толщина модели детали; $D = 2$ мм – диаметр фокусирующей линзы лазерного модуля. Необходимо определить расстояние f между моделью и фокусирующей системой.

Результаты расчета. Из-за малости углов падения луча углы преломления на рисунке не показаны. Угол сходимости (или фокусировки) луча – угол между направлениями 2 и 10 обозначим α . При этом граница пучка 10 перпендикулярна поверхности модели. Сфокусированный линзой пучок излучения лазера падает на переднюю поверхность модели под углом $\alpha/2$. Часть энергии пучка отражается, а часть проходит модель и попадает на ее заднюю поверхность, где делится на два пучка, один из которых отражается, другой проходит дальше. Из геометрических построений на рисунке 2 не трудно показать, что $b = 3a$ и при заданном значении $\Delta = a+b = 4a = 0,1$ мм, имеем $a = 0,025$ мм. Т.е. оптическое разрешение прибора при определении максимальных касательных напряжений будет не ниже 0,025 мм.

Найдем угол α из треугольника 9 (рис. 2) : $\alpha = \arctg(2a/s) = \arctg(\Delta/2s) \approx 0,4^\circ$. Тогда расстояние f может быть определено $f = \frac{D(1 + \cos\alpha)}{2\sin\alpha} \approx 286$ мм.

Выводы:

1. Приведенный расчет позволил создать весьма компактную оптическую схему полярископа, который размещается в нагрузочном устройстве экспериментальной установки (рис. 1).

2. Разработанная и изготовленная установка позволяет измерять максимальные касательные напряжения и их направления в областях моделей деталей, где наблюдается высокий градиент упругих деформаций. При этом пространственное разрешение не менее 0,1 мм, что для большинства случаев концентрации напряжений вполне достаточно.

Список литературы

1. Аэратор навозных буртов / А. Г. Иванов, П. В. Дородов, Р. Р. Шакиров [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 24–25.
2. Дородов, П. В. Динамическая прочность пластобетона / П. В. Дородов // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготов-

ки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2021. – С. 67–73.

3. Дородов, П. В. Исследование кинематики потока частиц в барабане дробилки ДКР-5М / П. В. Дородов, В. А. Петров, В. А. Бабушкин // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию кандидата технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почетного работника ВПО РФ Б. Д. Зонова. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2020. – С. 339–345.

4. Дородов, П. В. Исследование напряжений в окрестности плоского горизонтального выреза / П. В. Дородов, А. В. Кулагин // Инженерный вестник Дона. – 2012. – № 2(20). – С. 438–442.

5. Дородов, П. В. Исследование напряженного состояния в пластине, ослабленной концентратором напряжений / П. В. Дородов, И. Г. Пospelова // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 8. – С. 67–70.

6. Дородов, П. В. Расчет местных напряжений в угловых зонах рамных конструкций / П. В. Дородов // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА. – 2021. – С. 100–107.

7. Дородов, П. В. Уточненный расчет и определение коэффициента концентрации напряжений в переходном сечении ступенчатого вала / П. В. Дородов // Вестник Ижевской ГСХА. – 2020. – № 3 (63). – С. 57–63.

8. Дородов, П. В. О напряженном состоянии в угловых элементах узлов и деталей машин / П. В. Дородов // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного работника сельского хозяйства РФ, почетного работника ВПО РФ, лауреата Государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора сельскохозяйственных наук, профессора А. И. Любимова. – Ижевск. – 2020. – С. 61–66.

9. Дородов, П. В. Разработка системы управления поляризационно-оптической установки для исследования напряженного состояния в моделях деталей машин / П. В. Дородов, Н. В. Гусева, М. М. Киселев // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Национальной науч.-практ. конф., посв. 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин Агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию кандидата технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почет. раб. ВПО РФ Б. Д. Зонова. – Ижевск. – 2020. – С. 345–347.

10. Ерохин, М. Н. Уточненный расчет и определение коэффициента концентрации напряжений в деталях машин, ослабленных боковыми вырезами / М. Н. Ерохин, П. В. Дородов // *Международный технико-экономический журнал*. – 2014. – № 4. – С. 77–83.
11. Ерохин, М. Н. К вопросу о концентрации напряжений и оптимизации формы переходной поверхности ступенчатого вала / М. Н. Ерохин, П. В. Дородов, А. С. Дорохов // *Проблемы машиностроения и надежности машин*. – 2020. – № 3. – С. 45–55.
12. Исследование показателей работы дробилки закрытого типа / В. И. Ширококов, П. В. Дородов, Л. Я. Новикова [и др.] // *Сельский механизатор*. – 2020. – № 11. – С. 16–17.
13. Концентрация напряжений в стыках конструкционных элементов сельхозмашин / П. В. Дородов, А. Г. Иванов, А. В. Костин [и др.] // *Сельский механизатор*. – 2020. – № 10. – С. 38–40.
14. Полярископ для определения разности главных напряжений в плоских моделях, изготовленных из оптически малочувствительных прозрачных материалов / В. П. Беркутов, Н. В. Гусева, П. В. Дородов, М. М. Киселев // *Вестник Ижевского ГСХА*. – 2008. – № 4(40). – С. 108–110.
15. Erokhin, M. N. Stress Concentration and Shape Optimization for a Fillet Surface of a Step-Shaped Shaft / M. N. Erokhin, P. V. Dorodov, A. S. Dorokhov // *Journal of Machinery Manufacture and Reliability*. – 2020. – Vol. 49. – No 3. – P. 214–223.
16. Evaluation of the process of pelleting for pre-sowing treatment of flax seeds / R. A. Trefilov, P. V. Dorodov, V. V. Kasatkin [et al.] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : conference proceedings, Krasnoyarsk, Russia, 13–14 ноября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations*. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62010.
17. Investigation of the main mechanical characteristics of plastics for three-dimensional printing of machine parts models / P. V. Dorodov, V. V. Kasatkin, N. Y. Kasatkina [et al.] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall*. – Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 52041.
18. Rigidity, creep and dynamic strength of plastics for three-dimensional printing of machine parts / P. V. Dorodov, V. V. Kasatkin, P. L. Lekomcev [et al.] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall*. – Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 52045.

**И. И. Хузяхметов, А. А. Брагин,
Д. В. Бельтюков, А. Г. Иванов**
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА ГРМ С РЕГУЛИРУЕМЫМ ВРЕМЕНЕМ РАБОТЫ КЛАПАНОВ

Производится структурный анализ механизма ГРМ с регулируемым временем работы клапанов, выявляется рациональность конструкции по наличию избыточных связей, показана формула строения механизма.

Актуальность. Традиционные двигатели внутреннего сгорания являются основой силовых установок автотранспорта, тракторов и спецтехники. ДВС – двигатель внутреннего сгорания – это разновидность теплового двигателя, в котором происходит образование горючей смеси и её сгорание в рабочей камере сгорания, то есть в цилиндрах ДВС [1–5].

ДВС преобразует тепловую энергию сгорания топлива в механическую. В настоящее время инженеры пытаются создать более экологичный и экономичный двигатель внутреннего сгорания, отличающийся высокими механическими характеристиками (мощность и крутящий момент) [6–11]. Одним из перспективных направлений исследований является совершенствование привода газораспределительного механизма (ГРМ) с целью получения более совершенного цикла сгорания топлива. Применение нового рычажного механизма привода распределительного вала позволяет регулировать время работы клапанов, что может повысить эффективность работы двигателя [11–15].

Материалы и методика. Для изучения строения и состава механизма был применен метод структурного анализа, используемый в научной дисциплине «Теория механизмов и машин» [16–25].

Результаты исследований. Структурная схема исследуемого механизма привода ГРМ представлена на рисунке 1.

Рассмотрим структуру механизма. Он содержит 6 звеньев: неподвижная стойка 0, кривошип 1, жестко связанный с распределителем (валом ГРМ), камень (ползун) 2 передачи движения на планшайбу; кулиса (планшайба) 3; камень (ползун) 4 передачи движения на кулачок; кривошип, жестко связанный с кулачком 5. Опре-

делим степень подвижности механизма по формуле Чебышёва как для плоского механизма [16–25]:

$$W = 3n - 2p_5 - p_4, \quad (1)$$

где W – степень подвижности механизма;

n – число подвижных звеньев;

p_i – соответственно число кинематических пар i -го класса.

В нашем случае имеем $n = 5$ подвижных звеньев, все кинематические пары V-го класса, их $p_5 = 7$: O_1 (0–1) – вращательная V класса; A (1–2) – поступательная V класса; A' (2–3) – вращательная V класса; O_3 (0–3) – вращательная V класса; B (3–4) – вращательная V класса; B' (4–5) – поступательная V класса; O_1' (0–5) – вращательная V класса.

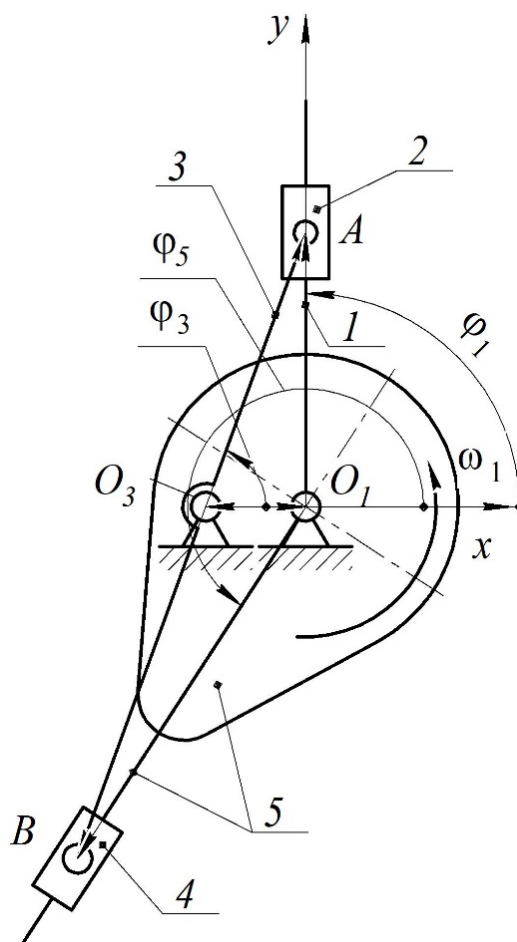


Рисунок 1 – Структурная схема двойного кулисного механизма передачи движения от распредвала к кулачку:

- 1 – кривошип, жестко связанный с распредвалом (валом ГРМ); 2 – камень (ползун) передачи движения на планшайбу; 3 – кулиса (планшайба); 4 – камень (ползун) передачи движения на кулачок; 5 – кривошип, жестко связанный с кулачком

Таким образом, имеем по формуле (1)

$$W = 3 \times 5 - 2 \times 7 - 0 = 1.$$

Результат показывает, что система имеет одну степень свободы, то есть имеется одно начальное звено, которому приписывается одна обобщенная координата. В качестве начального звена назначим кривошип 1.

Проверим наличие в механизме избыточных связей, для этого посчитаем степень подвижности по формуле Сомова-Малышева для пространственных механизмов [16–25]:

$$W_{CM} = 6n - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 - p_1. \quad (2)$$

В механизме фактически применяются кинематические пары следующих классов: O_1 (0–1) – вращательная V класса; A (1–2) – цилиндрическая IV класса; A' (2–3) – IV класса; O_3 (0–3) – вращательная V класса; B (3–4) – IV класса; B' (4–5) – цилиндрическая IV класса; O_1' (0–5) – вращательная V класса.

Таким образом, имеем по формуле (2):

$$W_{CM} = 6 \times 5 - 3 \times 5 - 4 \times 4 - 0 = -1.$$

Механизм имеет 2 избыточные связи: $W_{\text{ч}} - W_{CM} = 1 - (-1) = 2$ [18–25]. Эти связи возникают из-за необходимости обеспечивать параллельность осей вращения O_1 , O_2 , O_3 . Однако все детали изначально изготавливаются с высокой степенью точности, поэтому на конечной стоимости изделия наличие избыточных связей не скажется. Но их присутствие оказывает положительное влияние на общую высокую жесткость конструкции и отсутствия паразитных колебаний.

Разобьем механизм на группы Ассур (рис. 2).

Он состоит из начального механизма и двух групп Ассур 2 класса 2 порядка, представленных на рисунке.

Формула строения механизма имеет вид

$$I(0,1) \leftarrow II_{22}(2,3) \leftarrow II_{23}(4,5).$$

В формуле строения указывается класс римской цифрой, порядок и вид групп Ассур в виде индексов. В скобках указываются

номера звеньев, входящих в состав групп. На основе структурного анализа получаем механизм 2 класса, что позволяет произвести его кинематический анализ более простыми методами.

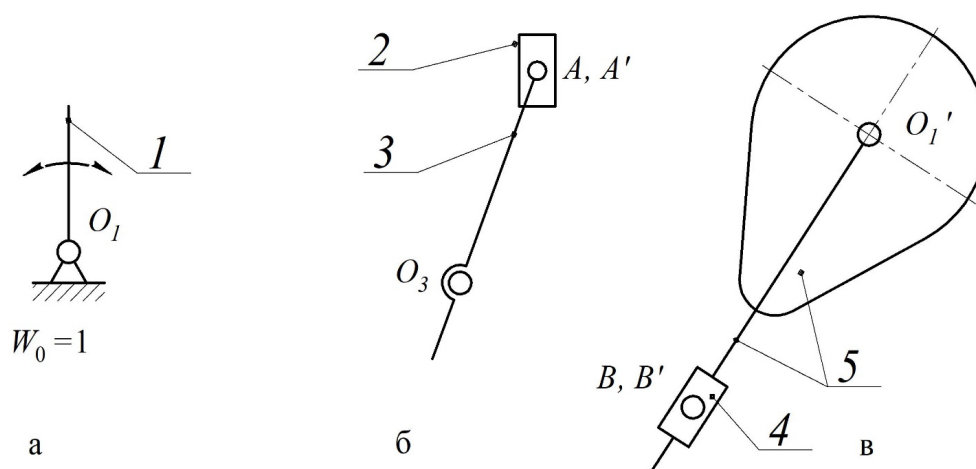


Рисунок 2 – Разбиение механизма на структурные группы:
 а – начальный механизм; б – группа Ассура 2 класса 2 порядка 2 вида;
 в – группа Ассура 2 класса 2 порядка 3 вида

Выводы. Структурный анализ рычажного (двукулисного) механизма привода ГРМ позволил обосновать работоспособность данной схемы. Было выявлено наличие двух избыточных связей, что компенсируется высокой жесткостью такой конструкции и её низкой виброактивностью. При этом структурный анализ позволяет упростить методы кинематического и динамического анализа при грамотном выборе начального звена. Как раз в нашем случае механизм разбился на две группы Ассура 2 класса 2 порядка, что и позволяет использовать сравнительно простые методы дальнейшего исследования.

Список литературы

1. Вахрамеев, Д. А. Улучшение технико-экономических показателей двигателя машинно-тракторного агрегата путем совершенствования динамических характеристик двигателя / Д. А. Вахрамеев, Е. А. Потапов, Ф. Р. Арсланов // Динамика механических систем: материалы I Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти проф. А. К. Юлдашева. – Казанский ГАУ; Ижевская ГСХА, 2018. – С. 53–59.
2. Дородов, П. В. Влияние инерционного коэффициента на коэффициент избытка воздуха двигателя машинно-тракторного агрегата / П. В. Дородов, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров // Динамика механических систем: материалы I Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти проф. А. К. Юлдашева. – Казанский ГАУ; Ижевская ГСХА, 2018. – С. 103–107.

3. Зейнетдинов, Р. А. Проектирование автотракторных двигателей / Р. А. Зейнетдинов, И. Ф. Дьяков, С. В. Ярыгин. – УлГТУ, 2004.
4. Зимин, И. Б. Тепловой расчет поршневых ДВС: метод. указ. / И. Б. Зимин, И. В. Кокунова, М. В. Стречень. – ФГБОУ ВПО Великолукская ГСХА, 2011.
5. Федоров, В. М. Разработка переподжатого газового двигателя, реализующего цикл дизеля / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – С. 194–196.
6. Hafizov, K. A. Thermodynamische Berechnung des idealen Zyklus eines Verbrennungsmotors / K. A. Hafizov, R. A. Usenkov, R. A. Latypov // Проблемы научной мысли. – 2019. – Т. 11, № 5. – С. 52–59.
7. The thermodynamic calculation of offset shafts rotary engine ideal cycle with external heat supply / С. А. Khafizov, R. А. Usenkov, Khalyullin F.K., R. А. Latypov // International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development. – 2019. – Т. 9, № 4. – С. 1109–1116.
8. Федоров, В. М. Обоснование параметров газовых двигателей мобильных машин, предназначенных для работы в сельском хозяйстве / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 278–283.
9. Анализ критериев экономической эффективности применения предпусковой тепловой подготовки автотракторных двигателей и агрегатов трансмиссии / Е. А. Потапов, А. В. Афонин, А. А. Мартюшев [и др.] // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2021. – С. 166–172.
10. Испытание гасителей крутильных колебаний коленчатых валов на безмоторном стенде / Ф. Х. Халиуллин, Р. Р. Ахметзянов, А. М. Гаврилов [и др.] // Сельский механизатор. – 2021. – № 8. – С. 27–29.
11. Авторевию: сайт. – URL: <https://autoreview.ru/news/turbomotor-hyundai-1-6-s-novoy-sistemoj-upravleniya-klapanami>.
12. Системы изменения фаз газораспределения [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.uazbuka.ru/engine/GRM/VVT.html>.
13. Шарибзянов, Н. М. Изучение первого в мире двигателя внутреннего сгорания с технологией CVVD (ContinuouslyVariableValveDuration) / Н. М. Шарибзянов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА [Электронный ресурс]. – 2020. – № 2 (11). – С. 1425–1429.
14. BMIRussian. Автокультура и автоспорт на русском: сайт. Санкт-Петербург, 2020. – URL: <https://bmirussian.tv/> (дата обращения: 20.10.2020).
15. Брагин, А. А. Кинематика ГРМ двигателя Hyundai с регулируемым временем рабочей фазы поворота кулачка / А. А. Брагин, И. И. Хузяхметов // Науч-

ные труды студентов Ижевской ГСХА. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2021. – С. 1637–1642.

16. Артоболевский, И. И. Теория механизмов и машин: учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит, 1988. – 640 с.

17. Васильченко, М. Ю. Влияние погрешностей монтажа на движение самоустанавливающегося механизма грохота / М. Ю. Васильченко, Ю. А. Боровиков, А. Г. Иванов // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2006. – № 4. – С. 31–34.

18. Иванов, А. Г. Методические вопросы структурного анализа и синтеза механизмов / А. Г. Иванов, Л. А. Пушкарева // Состояние и проблемы развития среднего профессионального образования в системе многоуровневой подготовки специалистов: материалы Всерос. науч.-метод. конф.: в 4-х частях. – Ижевск, 2003. – С. 101–104.

19. Иванов, А. Г. Некоторые аспекты проектирования рациональных механизмов / А. Г. Иванов, Р. Р. Закирова // Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы Нац. науч.-практ. конф. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – С. 28–31.

20. Иванов, А. Г. Определение избыточных связей в плоских механизмах / А. Г. Иванов, Р. Р. Закирова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междун. науч.-практ. конф. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 60–64.

21. Иванов, А. Г. Определение избыточных связей в плоских механизмах / А. Г. Иванов, Р. Р. Закирова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междун. науч.-практ. конф. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 60–64.

22. Иванов, А. Г. Структурно – параметрический синтез и анализ механизмов грохотных калибрующих машин: спец. 05.02.18 « Теория механизмов и машин»: дис. ... канд. тех. наук / Иванов Алексей Генрихович. – Ижевск, 2005. – 117 с.

23. Иванов, А. Г. Структурный синтез самоустанавливающихся механизмов грохота / А. Г. Иванов // Молодые ученые в реализации национальных проектов: материалы Всерос. науч.-практ. конф. мол. ученых, посвящ. 450-летию вхождения Удмуртии в состав России. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2006. – С. 247–252.

24. Лабораторные работы по теории механизмов и машин: электронное учебное пособие / Сост: Ю. А. Боровиков, Л. Я. Лебедев, А. Г. Иванов, Р. Р. Шакиров. – Ижевск, 2014.

25. Иванов, А. Г. Применение методов ТММ для синтеза схемы самоустанавливающегося механизма на примере клещевого захвата мешкотары / А. Г. Иванов // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 116–122.

С. Р. Шинкаренко, В. Ф. Первушин
 ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

КАРТОФЕЛЕСАЖАЛКА С ЛЕНТОЧНО-ЛОЖЕЧНЫМ ВЫСАЖИВАЮЩИМ АППАРАТОМ

Дается описание и технологический расчёт улучшения процесса заделки клубней.

Целью является улучшение процесса заделки клубней картофелесажалки.

Результаты исследования. Опыт посадки картофеля в гребень показывает, что целесообразно сошником делать борозды такой глубины, чтобы верхняя поверхность клубня в борозде была не ниже 5–6 см от поверхности поля. Для того, чтобы довести глубину заделки клубней в гребне до 12–14 см, необходимо выполнение следующего условия (рис. 1).

$$b_o = 2hctgv. \quad (1)$$

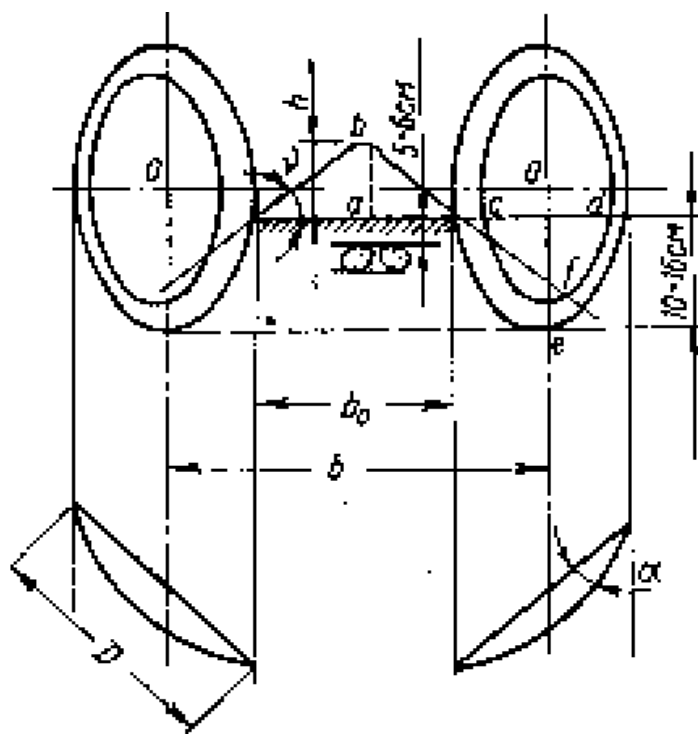


Рисунок 1 – К обоснованию угла установки дисков

Принимая $h = ab = 8$ см и $\nu = 35^\circ$, получаем $b_o = 40$ см. Кроме того запас земли в междурядье должен равняться объему гребня. Следовательно, диски должны быть установлены так, чтобы площадь сечения борозды cde (рис. 1) равнялась площади гребня abc .

Если считать, что диски расположены в вертикальной плоскости, то площадь сечения борозды можно считать с небольшой погрешностью по известной зависимости для площади сегмента, с учетом угла ∞ установки дисков.

$$S = \frac{2}{3} D_a a \sin \infty = \frac{4}{3} a \sqrt{a(D - A)} \sin \infty, \quad (2)$$

где a – глубина дисков ($a = 10 \dots 16$ см);

D_o – хорда диска на уровне a .

С другой стороны, значение S определяется по формуле [3]:

$$S = \frac{1}{4} hb_o, \quad (3)$$

где $h = (0,6 \dots 0,7)$.

По формуле (3.3) определим угол установки дисков ∞ .

Для нашего примера при $a = 15$ см, угол установки $\infty = 23^\circ$.

Расстояние между дисками, согласно рисунку 1, будет:

$$b = b_o + D_a \sin \infty.$$

Вывод: согласно расчётам, получена следующая формула:

$$\frac{1}{4} hb_o = \frac{2}{3} D_a a \sin \infty = \frac{4}{3} a \sqrt{a(D - A)} \sin \infty.$$

Используя данную формулу, можно рассчитать оптимальный угол установки дисков по их геометрическим параметрам и рабочей глубине.

Список литературы

1. Первушин, В. Ф. Машины и орудия для возделывания картофеля в условиях малых форм хозяйствования / В. Ф. Первушин, М. З. Салимзянов, Н. Г. Касимов и др. // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного ра-

ботника сельского хозяйства РФ, профессора А. И. Любимова. – Ижевск, 2020. – С. 136–142.

2. Первушин, В. Ф. Состояние производства картофеля в Удмуртской Республике / В. Ф. Первушин, М. З. Салимзянов // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета. – Ижевск, 2020.

3. Первушин, В. Ф. Общие закономерности воздействия рабочих органов сельскохозяйственных машин на почву / В. Ф. Первушин, М. З. Салимзянов // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета. – Ижевск, 2020.

УДК 631.22.018

**М. В. Шкляев¹, А. Г. Иванов¹,
В. А. Николаев¹, Р. Р. Закирова²**

¹ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

²ФГБОУ ВО УдГУ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ПРИВОДА КОНУСНОГО ЗАГРУЗОЧНОГО УСТРОЙСТВА ЭКСТРУДЕРА

Представлена методика расчета мощности привода конусного загрузочного устройства экструдера для утилизации отходов животноводства, опирающаяся на понятие скоростного напора.

Актуальность. Утилизация соломонавозных смесей и твердой фракции навоза крупного рогатого скота (КРС) или птичьего помета является важной задачей, которая решает проблему экологической безопасности ферм и коровников [1–5]. Однако существующие методы санитарной выдержки навоза или помета в буртах или лагунах является продолжительным методом и требует создания больших накопительных площадок, что требует значительных капитальных затрат [4–9]. Ускоренное обеззараживание соломонавозных смесей, твердой фракции навоза или помета путем термобарической обработки в экструдерах является перспективным методом обработки. Совершенствование этого ме-

тогда должно обеспечиваться точными математическими моделями, адекватно описывающими рабочие процессы. Одной из проблем является определение мощности привода конусного загрузочного устройства экструдера.

Материалы и методика. В работе применяется классический математический аппарат, методы теоретической механики и гидравлики [10] для получения искомых функциональных зависимостей.

Результаты исследований. В работах [11–16] описывается одношнековый экструдер для утилизации отходов животноводства с электроподогревом рабочей камеры. Конструктивная схема экструдера показана на рисунке 1.

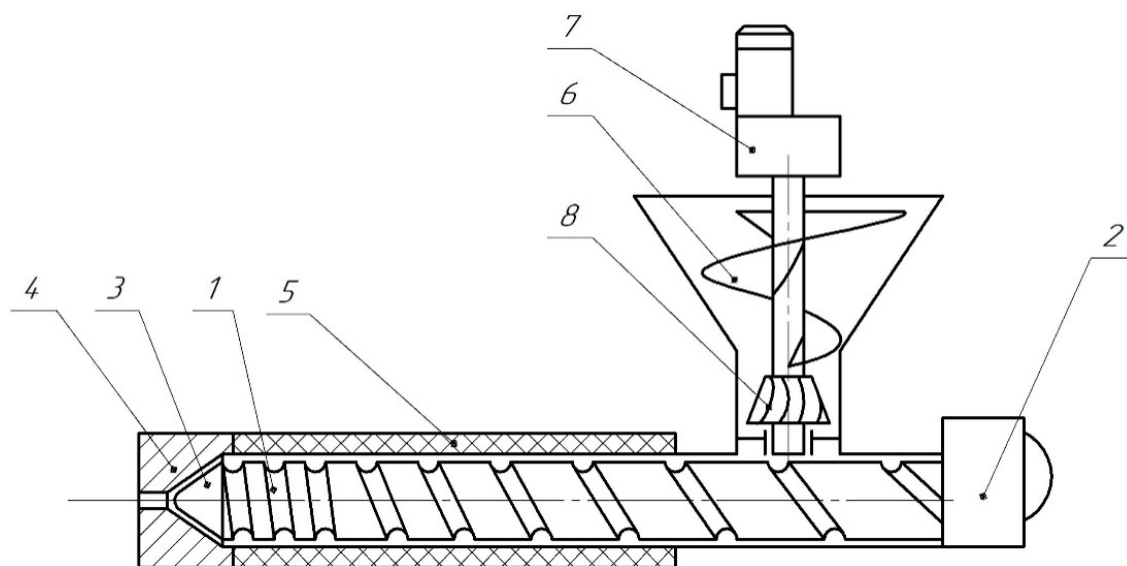


Рисунок 1 – Схема одношнекового экструдера с электроподогревом

Установка содержит следующие элементы конструкции: точенный шнек 1 с переменной навивкой, основной мотор-редуктор 2 с частотным регулируемым электроприводом, конический насадок 3, гайка с коническим углублением 4, кольцевые ТЭНы 5, питающий шнек 6, установленный в загрузочную воронку, вспомогательный мотор-редуктор 7 с частотно регулируемым электроприводом, жернов 8.

Целью работы является получение функциональных зависимостей по расчету мощности привода конусного загрузочного устройства экструдера. Твердая фракция навоза или птичьего помета или соломонавозных смесей с влажностью 50...70 % представляет собой неньютоновскую жидкость. Для определения мощности привода можно воспользоваться методами гидравлики

и теоретической механики. В силу механического воздействия шнека на подаваемый материал происходят затраты мощности N на создание необходимого скоростного напора, Вт.

Скоростной напор представляет собой давление потока жидкости p [10]

$$p = \frac{\rho v^2}{2}, \quad (1)$$

где ρ – плотность навоза, кг/м³;

v – скорость потока, м/с.

Под скоростью потока будем понимать скорость потока в направлении оси конического шнека загрузочного устройства, при этом за счет конической формы загрузочной камеры происходит сжатие навоза, увеличение его плотности и рост давления. Усилие от скоростного напора определяется интегралом по суммарной площади витков S , тогда мощность будет равна скалярному произведению осевой силы F и скорости потока v , при этом они совпадают по направлению и угол давления равен нулю:

$$N_1 = \int_s \frac{\rho v^3}{2} dS. \quad (2)$$

Так как плотность навоза в процессе его подачи коническим загрузочным устройством увеличивается, то следует найти зависимость плотности от положения текущей точки. Воспользуемся методом, изложенным в [10], и представим зависимость в виде экспоненты:

$$\frac{\rho_\infty - \rho}{\rho_\infty - \rho_0} = e^{-cp}, \quad (3)$$

где ρ_∞ – предельное значение плотности навоза, кг/м³;

ρ – плотность навоза при текущем давлении p , кг/м³;

ρ_0 – начальная плотность навоза, кг/м³;

c – эмпирический коэффициент, зависящий от конусности загрузочного устройства, Па⁻¹.

После преобразования степенными рядами получается

$$p = \frac{c_1^2}{2} (\rho - \rho_0), \quad (4)$$

где c_1 – коэффициент, равный

$$c_1 = \sqrt{\frac{2}{c(\rho_\infty - \rho_0)}}. \quad (5)$$

Скоростной напор из выражения (1) соответствует давлению (3):

$$\frac{\rho v^2}{2} = \frac{c_1^2}{2} (\rho - \rho_0) \Rightarrow \rho = \rho_0 \frac{1}{1 - \left(\frac{v}{c_1}\right)^2}.$$

С учетом этого получаем величину скоростного напора

$$p = \frac{\rho_0}{2} \frac{v^2}{1 - \left(\frac{v}{c_1}\right)^2}. \quad (6)$$

Для поиска интеграла (2) рассмотрим небольшую часть конического шнека (рис. 2).

Элемент площади dS в нормальной к оси шнека проекции равен площади прямоугольника в полярной системе координат с основанием $r d\varphi$ и высотой dr :

$$dS = r dr d\varphi. \quad (7)$$

Угол поворота в цилиндрической системе координат, связанной с осью конического шнека, составляет 6π рад (3 полных витка шнека). При этом текущий радиус изменяется от постоянного радиуса вала шнека r_0 до радиуса R периферийной точки шнека. Однако шнек является конусным, поэтому периферийный радиус по высоте сверху вниз вдоль оси шнека также изменяется от $R_{\max} = 0,2$ м до $R_{\min} = 0,05$ м при шаге витков $H = 0,1$ м и угле подъема винтовой линии $\alpha = 0,079$ рад ($4,5^\circ$).

Угол раствора конуса β составляет $\beta = 0,927$ рад (53°). Тогда текущий радиус R периферийной части шнека будет определяться в зависимости от угла поворота j :

$$R = R_{\max} \left(1 - \varphi \times \operatorname{tg} \alpha \times \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}\right). \quad (8)$$

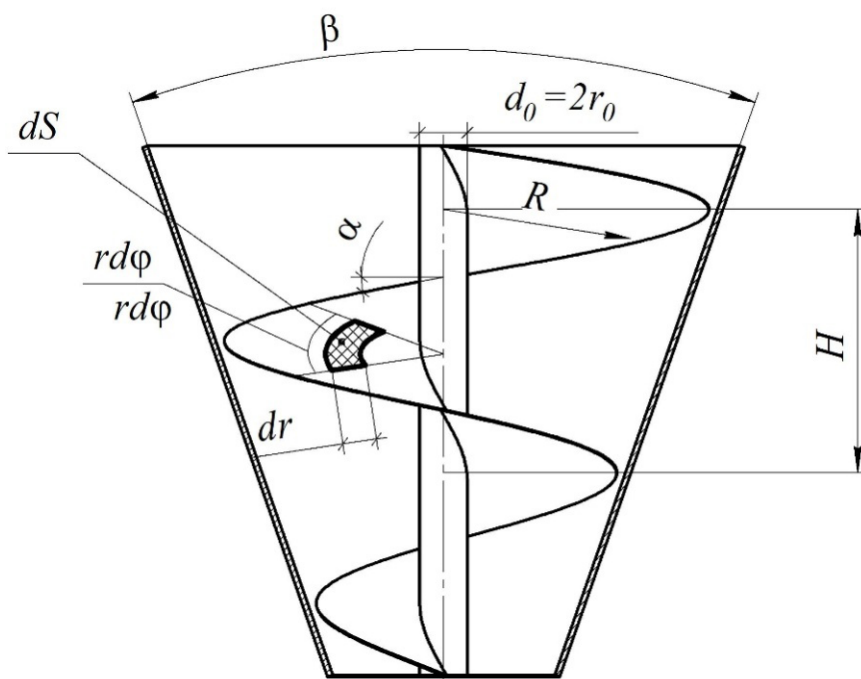


Рисунок 2 – Расчетная схема

Тогда подставляем (6–8) в (2) и получаем

$$N_1 = \int_0^{6\pi} d\varphi \int_{r_0}^{R_{\max}(1-\varphi \cdot \operatorname{tg}\alpha \cdot \operatorname{tg}\frac{\beta}{2})} \frac{\rho_0}{2} \frac{v^3}{1 - \left(\frac{v}{c_1}\right)^2} r dr. \quad (9)$$

Полученное выражение можно проинтегрировать численными методами в среде Mathcad или упростить для приведения в удобный вид для интегрирования по частям.

Выводы. Таким образом, представлена методика расчета мощности конусного загрузочного устройства экструдера для утилизации отходов животноводства.

Список литературы

1. Kudrin, M. R. Post-mortem indices of black-and-white breed / M. R. Kudrin, G. Y. Berezkina, A. L. Shklyayev [et all] // Agritech-2019: agribusiness, environmental engineering and biotechnologies: international scientific conference, 20–22 июня 2019 г. – Красноярск, 2019. – Т. 315 (7). – № 072034.
2. Кудрин, М. Р. Использование биопрепарата для переработки навоза при беспривязной технологии содержания крупного рогатого скота / М. Р. Кудрин, О. А. Краснова, В. А. Николаев [и др.] // Известия Горского ГАУ. – 2018. – Т. 55. – № 4. – С. 70–76.

3. Закирова, Р. Р. Техносферная безопасность и ее состояние в Удмуртской Республике / Р. Р. Закирова, А. Г. Иванов, Н. Ф. Свинцова // Актуальные проблемы биологии и экологии: материалы Международ. науч.-практ. конф. – 2019. – С. 114–119.
4. Губейдуллин, Х. Х. Современные технологии уборки и переработки жидкого навоза / Х. Х. Губейдуллин, В. Г. Артемьев, И. И. Шигапов [и др.] // Сельский механизатор. – 2018. – № 6. – С. 30–31.
5. Шигапов, И. И. Ресурсосберегающие технологии уборки жидкого навоза / И. И. Шигапов // Сельский механизатор. – 2017. – № 4. – С. 26–27.
6. Иванов, А. Г. Основные задачи агропромышленного комплекса в условиях рыночной экономики / А. Г. Иванов, Р. Р. Закирова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф. в 3 т. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 55–60.
7. Инновационное устройство для очистки сточных вод животноводческих ферм / И. И. Шигапов, Г. А. Симонов, Б. Р. Ахмадов [и др.] // Сельский механизатор. – 2021. – № 2. – С. 20–21.
8. Шигапов, И. И. Уборка и переработки навозной массы на базе спирально-винтовых механизмов / И. И. Шигапов, О. Н. Краснова // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: материалы Междунар. науч.-практ. конф. мол. ученых. – 2019. – С. 168–170.
9. Иванов, А. Г. Перспективная технология утилизации навоза методом ускоренной ферментации / А. Г. Иванов, В. И. Ширококов, М. И. Файзуллин // Материалы Международ. науч.-практ. конф., в 3-х т. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 77–82.
10. Новиков, В. В. Определение производительности пресс-экструдера с коническим направителем / В. В. Новиков, И. Л. Орси́к, И. В. Успенская // Эксплуатация автотракторной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. – 2015. – С. 43–49.
11. Иванов, А. Г. Экструдер для обработки отходов птицеводства и животноводства / А. Г. Иванов, Р. Р. Закирова, М. В. Шкляев // Наука Удмуртии. – 2019. – № 4 (90). – С. 38–40.
12. Экструдер для утилизации отходов животноводства и птицеводства / А. Г. Иванов, С. П. Игнатьев, Н. Г. Касимов [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 30–31.
13. Иванов, А. Г. Программа планирования экспериментов по исследованию экструзии отходов животноводства с их нагревом / А. Г. Иванов, М. В. Шкляев, Р. Р. Закирова // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию работы кафедры ЭРМАИФ, 90-летию д. х. н., проф., Г. А. Кораблева и 85-летию к.т.н., проф., засл. раб. сельского хозяйства УР, Б. Д. Зонова. – Ижевск, 2020. – С. 351–357.

14. Лабораторные исследования мощности привода экструдера для отходов животноводства / А. Г. Иванов, М. В. Шкляев, А. А. Мохов, Р. Р. Закирова // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. году науки и технологии в России. – Ижевск, 2021. – С. 23–28.

15. Игнатъев, С. П. Синтез технологий переработки помета / С. П. Игнатъев // Аспекты безопасности жизнедеятельности и медицины: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 2017. – С. 140–143.

16. Игнатъев, С. П. Экструдирование помета / С. П. Игнатъев // Сельский механизатор. – 2019. – № 8. – С. 20–21.

УДК 338.439.222+629.025

А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАНСПОРТНОГО МОДУЛЯ

Определяется срок окупаемости и затраты на производство разрабатываемой транспортной платформы. Представлены результаты расчетов, подтверждающие финансово-экономическую состоятельность данного проекта. Эксплуатация автономного транспортного устройства вместо человеческого труда должна обеспечить окупаемость самого модуля, а также ежегодную выгоду при его использовании в будущем.

Актуальность. Судить об эффективности использования автоматизированного труда взамен ручного, субъективно можно по рисункам 1, 2. Ограничения использования человеческого труда с переменной производительностью экономически не выгодно для работодателей.

Альтернативой могут послужить роботы, способные выполнять аналогичные операции без потерь производительности и качества, которые будут зависеть лишь от времени подзарядки энергоносителей [2, 3, 11].

Эффективность использования времени для выполнения работ у роботов – выше, о чем можно судить по выражению (1), полученном при анализе графиков на рисунках 1 и 2 [14, 24].

$$T_{pp}/T_{pc}, \quad (1)$$

где T_{pp} – полезное рабочее время работы;
 T_{pc} – полезное рабочее время человека.

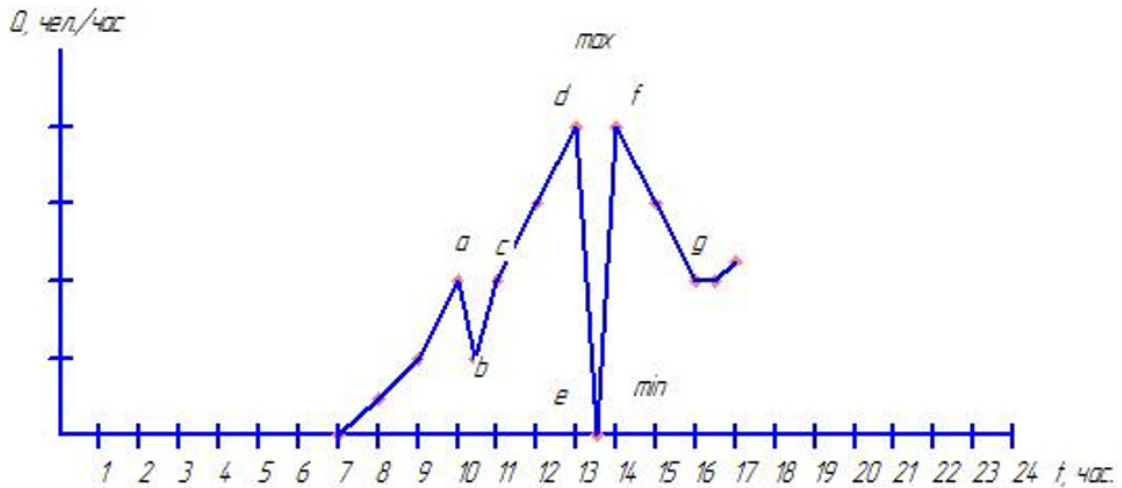


Рисунок 1 – График производительности человека в зависимости от времени

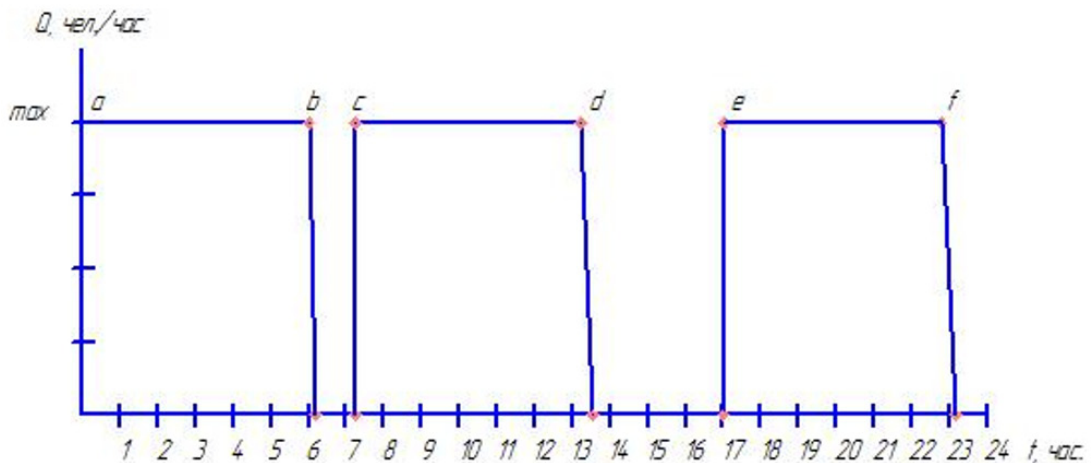


Рисунок 2 – График производительности работа в зависимости от времени

Материалы и методы. Расчет полезного времени работы производим, учитывая время заряда батареи и времени, затрачиваемого на выполнение контрольных настроек систем управления, также берем во внимание время, требуемое для контрольного осмотра деталей и механизмов устройства.

Таким образом, суточный эффективный коэффициент полезного фонда времени получим из выражения:

$$K_{ep} = ((T_{r1} - T_{s1} - T_{P1} - T_{o1}) + (T_{r2} - T_{s2} - T_{P2} - T_{o2}) + (T_{r3} - T_{s3} - T_{P3} - T_{o3}))/24. \quad (2)$$

Разделение суточного фонда времени на три диапазона требовалось с учетом сменной работы робота в связи с необходимостью подзарядки аккумуляторов через каждые 7–8 часов работы. Суточный рабочий фонд времени работников определен трудовым законодательством и составляет 8 часов в сутки. Суточный коэффициент эффективного фонда времени для человека можно определить отношением рабочего времени к количеству часов в сутках выражение (3) [1, 6–9, 12].

$$K_{вч} = T_{рч} / 24. \quad (3)$$

Оценка затрат на производство и эксплуатацию мобильной платформы сводится к суммированию стоимости комплектующих и затрат на выполнение операций по сборке модуля. Вся платформа собрана из легкодоступных деталей за исключением системы управления. Перечень деталей и стоимость приведена в таблице 1. На данном уровне исследования проблемы замены человеческого труда на машинный трудно говорить об однозначной выгоде. При тотальной автоматизации процессов, в том числе и в сельском хозяйстве, это может привести к чрезмерному освобождению от труда рабочий персонал, что, в свою очередь, связано с ростом безработицы. Следовательно, и обесцениванию человеческого труда. С другой стороны, прогресс в области электроники, техники и технологий связан с производством новых, более дешевых материалов, из которых производятся дешевые изделия. С точки зрения использования автономных устройств в тяжелых условиях или на низко квалифицированных работах, проект разработки универсальной транспортной платформы оправдывается, ведь для работы на полях в изнуряющую жару, грубо говоря, «ползать» по земле, выдирая плотно проросшую сорную растительность, требуется колоссальное количество трудозатрат. К примеру, для прополки 1 га картофеля требуется около 30 чел./часов. При этом, учитывая график работы рабочего персонала (8 часовой рабочий день), эффективность выполняемых работ в ручном режиме стремится к нулю [4, 13, 19, 23].

Таблица 1 – Сводная таблица элементов комплектации платформы

Наименование	Цена, руб. с НДС	Описание
Профильная труба 40×40×3	2300	ЗАО «ИжТоргМеталл»
Листовой прокат 1250×1200×7	–	ЗАО «ИжТоргМеталл»

Наименование	Цена, руб. с НДС	Описание
Звездочки для гусеницы (4 шт.)	3000	Ведущие и ведомые звездочки движителей
Ролики для гусеницы (8 шт.)	3450	Опорные ролики движителя
Гусеничная шина снегохода «Dingo» (1 шт.)	6500	–
Датчик крена ДН-Р02М	2470	–
Система видеобзора BIRD VIEW 360	29 500	9–12 В, разрешение 720х480
Планетарный редуктор на привод модуля GBX080 004К, (2 шт.)	14 900	4:1
Привод модуля ILS2T853PC1A0 (2 шт.)	49 700 (ЭТМ)	48В, 200 об./мин., 6 Нм, Modbus
Модуль дискр. вых. МУ110-224.8К (1 шт.)	3268	8 транзисторных выходов
Преобразователь DC-DC, SD-200-48-24	6000	Вход 36–72 В, выход 24В, 8А. Питание контроллера, панели, датчики
Ультразв. датчик ВБУ-М30-100У-4111-СА, (1 шт.)	5923	–
Процессор DSPIC30F5 011	680	Производитель Microchip
ИК-датчик NAVIGATOR 61 653 NS-IRM09 (2 шт.)	978	Радиус действия 8 м.
Система БИНС	30 000	Система навигации
Аккумулятор 24×3PzS240 (4 шт.)	72 630	12 В.
Зарядное устройство LifeBattery 36, 40, 48/150-300 (1 шт.)	3000	–
Индикатор заряда батареи Curtis серии 933/3D (1 шт.)	3000	–
Кнопки, автоматические выключатели, светосигнальная арматура, ШУ, клеммники, динрейки, провода, наконечники, маркировки, дистанционный ПУ и пр.	До 10 000	Выбирается по ходу проектирования, исходя из размера, способа установки, вместимости шкафа и тд.
Итоговые затраты на комплектующие	292 349	

Результаты исследований. Расчет проводился без учета затрат на работы по сборке данного модуля.

Сезонный расчет затрат при использовании ручного труда произведен на месяц (21 рабочий день). Заработная плата выделя-

ется ежедневно (8 рабочих часов) в размере 580 рублей. Обеденный перерыв осуществляется за счет предприятия. Количество работников – 15 человек (табл. 2). Использование человеческого труда предусматривает кроме приведенных затрат еще затраты на медицинские обследования, на страхование и затраты, связанные с потерей времени в связи с государственными и внутренними праздничными днями [20, 21].

Таблица 2 – Расчет затрат при использовании человеческого труда

Наименование статьи	Сумма, руб.	
	дневная	месячная
1. Заработная плата рабочих	8700	182 700
2. Затраты на средства гигиены, дезинфицирующие средства, перчатки и т.п.	250	5250
3. Затраты на сырье для обеда (250 руб. на человека в день)	3750	78 750
4. Отчисления на социальные нужды (31,5 % от заработной платы с учетом отчислений «на травматизм»)	2740,5	57 550,5
5. Кассовое обслуживание	261	5481
6. Административные расходы (поощрения, подготовка кадров и т.п.)	574,2	12 058,2
7. Коммунальные услуги (газ, электричество, канализация, отопление)	490	10 290
8. Затраты на использование человеческого труда	16 765,7	352 079,7

Данные виды затрат при использовании роботизированных устройств упраздняются из расчетов, ввиду того, что автоматизированные технические устройства не требуют выходных и медицинского обслуживания.

Определили, что производительность человеческого труда и работа отличаются в 2,06 раза в пользу автономных устройств. Таким образом, вместо 15 человек рабочего персонала предприятию достаточно приобрести 6 роботизированных устройств, что обойдется в сумму 1 754 093 рублей. При этом необходим обученный штат в количестве 2 человек для выполнения работ, связанных с эксплуатацией машин. Итого затраты на использование платформы за первый месяц составят 1 807 389,2 рублей [5, 10, 15–18, 22].

Срок окупаемости находится по формуле (4):

$$T_o = \frac{Z_{роб}}{Z_{чел}}, \quad (4)$$

где $Z_{роб}$ – затраты на использование платформы за месяц, руб.;
 $Z_{чел}$ – затраты на использование человеческого труда за месяц, руб.

Тогда срок окупаемости технологии будет равен:

$$T_o = \frac{1807389,2}{352079,7} = 5,13 \text{ месяца.}$$

Выводы и рекомендации. В результате получили, что при данных параметрах роботизированная система по уходу за растениями окупится почти за один сезон. Внедрение роботизированных систем приводит к существенному снижению затрат в первую очередь за счет снижения количества рабочего штата и большей эффективности использования рабочего времени. Срок окупаемости составил около полугода непрерывной работы.

Учитывая, что количество времени работ по уходу за растениями ограничено временами года (3–4 месяца в год), роботизированная система, применяемая в хозяйстве, окупится за 2 сезона работ. А это значит, что в последующие годы транспортная платформа позволит сохранять в бюджете около 298 тысяч рублей в месяц.

Приведенные расчеты показали, что использование универсальной транспортной платформы по уходу за растениями экономически выгодно.

Список литературы

1. Взаимодействие пружинных рабочих органов тяжелых зубовых борон с почвой / А. П. Бодалев, А. Г. Иванов, А. В. Костин [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2020. – № 1(104). – С. 16–30.
2. Доронина, С. А. Повышение экономической эффективности землепользования на основе оптимизации мероприятий освоения и интенсификации использования земельных угодий / С. А. Доронина, Е. А. Кониная, О. И. Рыжкова // Управленческий учет. – 2021. № 6(2). – С. 357–365.
3. Кудрин, М. Р. Автоматизация процесса доения коров с помощью роботодояра / М. Р. Кудрин, А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Международной науч.-практ. конф., 12–15 фев. 2019 г. – Ижевск, 2019. – Т. 2. – С. 98–100.
4. Кудрин, М. Р. Микроклимат и проектирование животноводческих предприятий: монография / М. Р. Кудрин, А. В. Костин, А. Л. Шкляев. – Ижевск: Цифра, 2020. – 184 с.

5. Машины для уборки и доработки корнеклубнеплодов / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев, О. П. Васильева, Е. А. Михеева // Аграрное образование и наука – в развитии отраслей животноводства: материалы Междун. научн.-практ. конф. посвященной 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, почетного работника высшего образования РФ, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора с.-х. наук, профессора А. И. Любимова, 20 июля. 2020 г. – Ижевск, 2020. – Т. 2. – С. 156–164.
6. Машины и оборудование для производства продукции растениеводства: учебное пособие / К. Л. Шкляев, И. А. Дерюшев, О. П. Васильева [и др.]. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2019. – 124 с.
7. Механизация процесса доения коров с помощью робота-дойера / М. Р. Кудрин, А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2019. – № 5 (96). – С. 21–33.
8. Мушталева, Е. Д. Состояние отрасли пчеловодства Удмуртской Республики / Е. Д. Мушталева, С. Л. Воробьева, М. И. Васильева // Вестник Ижевской ГСХА. – 2021. – № 2 (66). – С. 23–29.
9. Применение методов механики к исследованию рабочих процессов калибрующих устройств для картофеля: моногр. / А. Г. Иванов, П. Л. Максимов, Л. М. Максимов [и др.]. – Ижевск: Цифра, 2021. – 260 с.
10. Шакиров, Р. Р. Визуализация резьбового соединения в программе компас 3D / Р. Р. Шакиров, А. В. Костин, А. Л. Шкляев, В. И. Константинов, И. А. Охотникова // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: материалы Национальной научн.-практ. конф., 11–13 дек. 2019г. – Ижевск, 2020. – С. 374–377.
11. Шкляев, А. Л. Анализ основных видов силовых установок и обоснование выбора электродвигателя в качестве энергосиловой установки для мобильной автоматизированной транспортной платформы / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Аграрное образование и наука – в развитии отраслей животноводства: материалы Междун. научн.-практ. конф., 20 июля. 2020 г. – Ижевск, 2020. – Т. 2. – С. 150–156.
12. Шкляев, А. Л. Выбор типа движителя для мобильной роботизированной платформы / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: материалы Национальной научн. -практ. конф. – Ижевск, 2020. – С. 377–383.
13. Шкляев, А. Л. Выбор тягового электродвигателя для привода универсального транспортного модуля / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России, 24–26 фев. 2021 г. – Ижевск, 2021. – Т.3. – С. 72–77.
14. Шкляев, А. Л. Гусеничный движитель для сельскохозяйственного робота / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: материалы Национальной научн.-практ. конф., – Ижевск, 2020. – С. 383–389.

15. Шкляев, А. Л. Методика и расчет механической части роботизированной транспортной платформы / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Международ. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии, 11–13 нояб. 2020 г. – Ижевск, 2021. – С. 217–224.

16. Шкляев, А. Л. Мобильная энергетическая платформа / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Национ. научн.-практ. конф. молодых ученых, 04–05 дек. 2019 г. – Ижевск, 2020. – Т.2. – С. 299–305.

17. Шкляев, А. Л. Расчет количества аккумуляторов для универсального сельскохозяйственного транспортного модуля / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Национ. науч.-практ. конф., 15 июля 2021 г. – Ижевск, 2021. – С. 317–323.

18. Шкляев, К. Л. Картирование сельскохозяйственных земель / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: материалы Национальной научн.-практ. конф., 11–13 дек. 2019г. – Ижевск, 2020. – С. 389–399.

19. Шкляев, К. Л. Комплекс машин для возделывания и уборки корнеплодов / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев, Е. А. Михеева // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Национальной научн.-практ. конф., 15 июля 2021 г. – Ижевск, 2021. – С. 311–316.

20. Шкляев, К. Л. Малогабаритные сортировки для картофеля / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Международ. науч.-практ. конф., 11–13 нояб. 2020 г. – Ижевск, 2021. – С. 211–217.

21. Шкляев, К. Л. Навигационные системы в агропроизводстве / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Национ. научн.-практ. конф. молодых ученых, 04–05 дек. 2019 г. – Ижевск, 2020. – Т.2. – С. 306–310.

22. Шкляев, К. Л. Обоснование угла схода клубней с лопасти загрузочного ротора / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Научные инновации в развитии отраслей АПК: материалы Международной научн.-практ. конф., 18–21 февр. 2020 г. – Ижевск, 2020. – Т. 3. – С. 88–92.

23. Шкляев, К. Л. Проблемы внедрения точного земледелия в Удмуртской Республике / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: материалы Международ. науч.-практ. конф., 13–16 фев. 2018 г. – Ижевск, 2018. – Т. 2. – С. 203–205.

24. Экструдер для утилизации отходов животноводства и птицеводства / А. Г. Иванов, С. П. Игнатъев, Н. Г. Касимов [и др.] // Сельский механизатор, 2020. – № 10. – С. 28–30.

УДК 621.43.

С. Н. Шуханов, О. Н. Хороших, И. Б. Егоров
ФГБОУ ВО ИрГАУ им. А. А. Ежовского

ЗАВИСИМОСТЬ РЕСУРСА ДВИГАТЕЛЯ ОТ ФАКТОРОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕЖИМОВ ЕГО РАБОТЫ

Конкурентоспособное развитие аграрного сектора страны предусматривает современное научное обеспечение [1–4]. Существенную составляющую в этом комплексе задач представляет собой инженерно-техническое сопровождение, включая автотракторную технику [5–7,10,11], основным источником энергии которой являются поршневые двигатели внутреннего сгорания.

Актуальность. Информация о зависимости ресурса двигателя от факторов эксплуатации и режимов функционирования имеет ключевое значение для его долговечной работы.

Материалы и методы исследования. Проведены обзор и анализ литературных источников как основы для дальнейших изысканий.

Результаты исследований. При функционировании мобильных средств на сухих дорогах с грунтовым покрытием в воздухе может быть 0,31...0,41 г/м³ кварцевой пыли. При осуществлении основной обработки почвы, например, вспашки, вокруг работающего трактора содержание пыли достигает 0,3...0,5 г/м³.

Количество пыли, которое может попасть в цилиндр, при расчете на примере дизеля Д-243:

$$V \times i = 4.75 \text{ л } n = 2200 \text{ мин.}^{-1}.$$

Расход воздуха:

$$G_e = 0,12 V_h \times i \times \frac{n}{\tau} = \frac{313,5 \text{ м}^3}{\text{ч}}.$$

При действительной концентрации пыли в используемом воздухе 0,41 г/м³ в рабочем цилиндре без воздухоочистителя может быть

$$G_n = 0,4 \times G_e = 126 \text{ г/ч.}$$

Коэффициент очистки применяемого воздухоочистителя рассчитывают так:

$$\varepsilon_n = \left(1 - \frac{\varphi_2}{\varphi_1}\right) \times 100\%,$$

где φ_2 , φ_1 – количество присутствующей пыли до, а также после воздухоочистителя.

Коэффициент очистки современных конструкций воздухоочистителей варьирует в пределах 99,7...99,9 %, при этом в цилиндре будет 0,11...0,31 г/ч. пыли, хотя реальный пропуск пыли соответствует 0,1...0,3 %. Попавшая пыль является основной причиной происходящего износа как цилиндра поршня, так и поршневых колец. Поэтому при функционировании поршневого двигателя необходимо отслеживать техническое состояние воздухоочистителя [9]. При снижении температуры значение вязкости эксплуатируемой смазки возрастает, что является причиной повышения величины толщины рабочего слоя смазки, а это, в свою очередь, ведет к снижению реального износа [9].

Температура окружающей среды, в том числе, оказывает воздействие на интенсивность процесса износа. Оказывается, чем меньше температура используемой охлаждающей жидкости, тем интенсивность происходящего износа становится больше [9]. Варьирование температуры окружающего воздуха [8] от +25,0 до -35,0 °С влияет на интенсивность процесса изнашивания эксплуатируемого коленчатого вала примерно на 60,0 %, а при снижении значения температуры рабочей охлаждающей жидкости от 106 до 56 °С наблюдается существенный рост скорости величины износа порядка 30 %. Подобный характер имеет варьирование скорости износа применяемых поршней из сплава алюминия. Рост износа является причиной повышения жесткости выполняемого процесса сгорания вследствие увеличения времени задержки воспламенения, а также увеличения значения максимального давления осуществляемого цикла.

Снижение цетанового числа дизельного топлива влечет за собой износ цилиндра, что также коррелирует с увеличением времени задержки воспламенения, в том числе его последствиями [8, 9].

Пониженная температура жидкости является причиной уменьшения значения температуры конструкции цилиндра, в том числе поршня, но вследствие того, что поршни из сплава алюми-

ния имеют больший коэффициент линейного расширения по сравнению с чугуном, из которого выполнен цилиндр, величина зазора между поршнем, а также гильзой увеличивается. Это влечет за собой смыв используемой смазки топливом с рабочей поверхности зеркала цилиндра, включая поршень, закоксовывание эксплуатируемых поршневых колец и, как результат, – увеличение величины износа [8].

Повышение температуры охлаждающей жидкости (выше 96 °С) уменьшает величину зазора между поршнем, а также гильзой, значение вязкости смазки, что ведет к повышению собственно износа, а в исключительных случаях – к заклиниванию самого поршня. По этой причине значение температуры охлаждающей жидкости должно быть в диапазоне 85...95 °С.

От скорости нагрузочного режима работы поршневого двигателя варьируют нагрузки на рабочие пары трения. Первый образует инерционные, второй – газовые слагаемые нагрузки на элементы КШМ. Значит, увеличение оборотов коленчатого вала, а также повышение производимой мощности ведет к возрастанию величины износа [9].

Неустановившийся режим работы поршневого двигателя является причиной снижения качественных показателей функционирования ДВС как мощностных, так и экономических. До настоящего времени не определен механизм действия самого неустановившегося режима работы поршневого двигателя на собственно параметры слоя используемой смазки пар трения. Отрицательные аспекты, влияющие на них, – разнопеременная скорость вращения, а также нагрузка; пульсирующий эффект смазки. А именно совокупность этих вредных факторов приводит к нарушению оптимального жидкостного режима трения. Опыт эксплуатации демонстрирует, что двигатели, функционирующие на установленном режиме, в том числе в составе используемых электростанций, отработывали более десятков лет, тогда как эти же двигатели на тракторе после 4...6 тыс. моточасов эксплуатации выходят из строя [8, 9].

Пуск двигателя следует отнести к частному случаю неустановившегося режима работы. *Запуск поршневого двигателя при отрицательных значениях температур* осложняется тем, что с понижением значения температуры увеличивается вязкость используемой смазки, по этой причине собственно смазка подается к трущимся составляющим элементам с большой задержкой [8] (даже при значении температуры – 15 °С смазка в коренных подшипниках некото-

рое время отсутствует до 120 с.), что является причиной увеличения сопротивления момента проворачивания коленчатого вала. В настоящее время структурируют три характерных фазы:

- интенсивный износ в начальный период процесса пуска, когда применяемое масло пока не поступило к трущимся рабочим поверхностям;
- быстрое снижение интенсивности изнашивания по причине поступления смазочного вещества;
- равномерное снижение интенсивности по мере протекания прогрева дизеля.

Даже при положительном значении температуры атмосферного воздуха (+15 °С) применяемое масло к трущимся составляющим элементам поступает только через 6...10 с. Использование *предпусковой прокачки масла* минимизирует задержку появления необходимой масляной пленки на опорных подшипниках до 1...2 с. Практика показывает, что величина износа дизеля за один пуск соответствует эксплуатации его под рабочей нагрузкой в продолжении нескольких часов. В частности, 100 холодных пусков дизеля (на примере трактора ДТ-54А) тождественны износу при 501–1000 ч. обычной эксплуатации. Значение эксплуатационных износов в процессе пуска варьирует в пределах 26...30 % летом, а также 46...65 % зимой, при этом до 80 % величины износа составляет собственно пуск [8].

Ускорение частоты вращения коленчатого вала при неустановившемся режиме функционирования ведет к интенсивному росту нагрузок на составные части, а значит – к повышению интенсивности процесса изнашивания [9].

Заключение. Знания закономерностей процесса изнашивания при различных режимах функционирования способствуют правильной эксплуатации двигателя с целью повышения его ресурса.

Список литературы

1. Алтухов, С. В. Анализ теплового состояния распылителей форсунок / С. В. Алтухов, С. Н. Шуханов // Аграрная наука. – 2018. – № 5. – С. 56–57.
2. Бутенко, А. Ф. К теоретическому обоснованию активного питателя в конструкции ленточного зернометателя / А. Ф. Бутенко, А. В. Асатурян, А. И. Шешин // Международный технико-экономический журнал. – 2018. – № 6. – С. 22–27.
3. Бутенко, А. Ф. О конструктивных особенностях и принципе работы экспериментального зернометателя с лопастным барабаном / А. Ф. Бутенко, А. В. Асатурян, Е. В. Воронов // Вестник Алтайского ГАУ. – 2019. – № 12 (182). – С. 131–136.

4. Kokieva, G. E. Research of the mathematical model of heated greenhouses / G. E. Kokieva, S. A. Voinash, A. M. Sluchevsky, K.Yu. Maksimovich // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "International Science and Technology Conference "Earth Science". – 2021. – С. 012104.
5. Kokieva, G. E. Animal waste utilization technology / G. E. Kokieva, Yu. A. Shaposhnikov, A. Spiridonova, Zh. Sivsheva // E3S Web of Conferences. XIV International Scientific and Practical Conference “State and Prospects for the Development of Agribusiness – INTERAGROMASH 2021”. – Rostov-on-Don, 2021. – С. 05005.
6. Kokieva, G. E. Livestock machinery maintenance efficiency / G. E. Kokieva, S. A. Voinash, V. A. Sokolova, A. S. Gogolevski // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Science and Technology Conference (FarEastCon 2020) 6th-9th October 2020, Russky Island, Russia. – 2021. – С. 062072.
7. Rogovskii, I. L. Engineering of constructive parameters of vibroaspiration separator of oil-containing grain seeds / I. L. Rogovskii, I. P. Palamarchuk, S. A. Voinash, I. P. Troyanovskaya, A. F. Butenko, V. A. Sokolova // Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2020. – С. 42034.
8. Суркин, В. И. Повышение технического уровня тракторных дизелей оптимизацией пар трения: автореф. дисс. ... докт. наук. – Л., 1988. – 31 с.
9. Костин, А. К. Работа дизелей в условиях эксплуатации / А. К. Костин [и др.]. – Л.: Машиностроение, 1989. – 284 с.
10. Шуханов, С. Н. Элементы взаимодействия частиц зернового вороха с воздухом при работе ленточного метателя / С. Н. Шуханов // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 12. – С. 58–59.
11. Шуханов, С. Н. Некоторые показатели теплообменного процесса при работе охладителя зерна вихревого типа / С. Н. Шуханов // Пермский аграрный вестник. – 2015. – № 3 (11). – С. 44–47.

ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 631.234:628.8+631.829

М. А. Иванов

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПОДКОРМКИ РАСТЕНИЙ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА УГЛЕКИСЛЫМ ГАЗОМ

Предложен вариант подачи газа при помощи форсунок с контролем микроконтроллером, чтобы решить проблему нехватки углекислоты при выращивании растений в сооружении защищенного грунта.

Актуальность. Углекислота наряду с питательными веществами, светом и водой является одним из важнейших факторов для выращивания растений. Но углекислого газа, содержащегося в атмосфере, может не хватать. Невысокая концентрация углекислого газа при выращивании растений является фактором, ограничивающим урожайность.

Как известно, растениям для осуществления фотосинтеза необходимо большое количество воздуха, так как содержание углекислого газа в атмосферном воздухе составляет всего лишь 0,03 %, и этого недостаточно для оптимального роста и развития растений. При недостаточном воздухообмене содержание CO_2 в теплицах в результате его интенсивного поглощения растениями может упасть ниже 0,01 % и фотосинтез практически прекращается.

Повышение эффективности работы электрооборудования для подкормки растений CO_2 , является приоритетной задачей для данного исследования [2, 5].

В современном растениеводстве все больше склоняются к использованию дополнительного оборудования, с помощью которого осуществляется подкормка растений CO_2 . При этом улучшается контроль над процессами вегетации и цветения (плодоношения).

Контроль концентрации CO_2 планируется проводить при помощи двух датчиков, расположенных возле растений [1].

С их внедрением открывается много новых возможностей для использования данных устройств подкормки растений CO_2 в овощеводстве и цветоводстве [7].

Можно будет выбрать для растения любую концентрацию CO_2 , в то время как корректировка концентрации имеющимся оборудованием ограничена. Установки подкормки растений CO_2 могут быть полезны для управления культурой, в том числе процессом цветения и габитусом растений: для разных фаз развития культуры или при различной высоте растений будут использоваться форсунки разного сечения [3].

Материалы и методика. Проанализирована отечественная и зарубежная литература. Составлен алгоритм работы микроконтроллера подачи углекислого газа в сооружении защищенного грунта.

Результаты исследования. При разработке установки подкормки растений углекислым газом предполагается использовать поливинилхлоридные трубы с вмонтированными в них форсунками, которые могут дозированно подавать CO_2 в объем помещения защищенного грунта.

Подача углекислого газа планируется при помощи отбора отходящих газов котельной. В связи с этим наиболее подходящим вариантом впрыска газа является вариант с использованием электромагнитной форсунки, так как он обладает рядом преимуществ, а именно:

1. Позволяется накопить давление в системе для наиболее эффективного создания «облака» газа (если давления недостаточно).

2. Появляется возможность контролировать периодичность и последовательность открытия/закрытия форсунок, что позволит обеспечить равномерность подкормки растений сооружения защищенного грунта.

3. Простота в управлении форсунками.

Основываясь на данных, указанных выше, целесообразно использовать форсунки для газобаллонного оборудования и разместить их непосредственно над растениями, как показано на рисунке 1.

Для реализации работы программы потребуется микроконтроллер, имеющий достаточное количество аналоговых входов и дискретных выходов.

Основываясь на необходимости контроля двух электроустановок и двух датчиков, можно сделать вывод, что для взаимос-

вязанного управления концентрацией газа в условиях сооружения защищенного грунта необходим микроконтроллер, имеющий 2 аналоговых входа и как минимум 2 дискретных выхода, к которым возможно присоединение исполнительных механизмов, осуществляющих регулирующее воздействие на концентрацию CO_2 [4, 8].

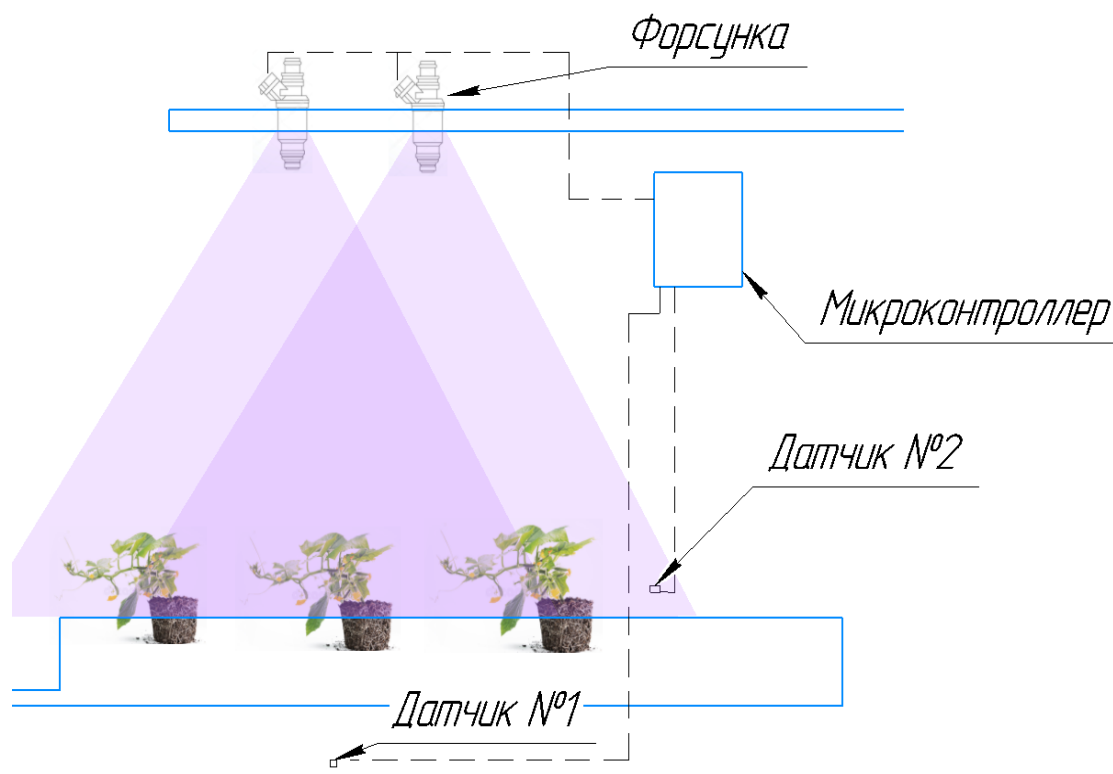


Рисунок 1 – Общий вид проектируемой установки

Микроконтроллер начинает обзор данных с датчиков, которые реагируют на различную концентрацию углекислого газа в воздухе.

Далее, так как при отсутствии напряжения форсунки находятся в закрытом состоянии, микроконтроллер определяет необходимость увеличения или снижения концентрации углекислого газа, следовательно, подает команду на включение форсунок. Аналогично проверяется каждое последующее значение концентрации при каждом опросе датчиков, до тех пор, пока значение концентрации не будет находиться в указанном диапазоне. Как только это произойдет, микроконтроллер подает команду на отключение установки.

Вместе с этим закончится работа алгоритма и установки в целом (рис. 2) [6].

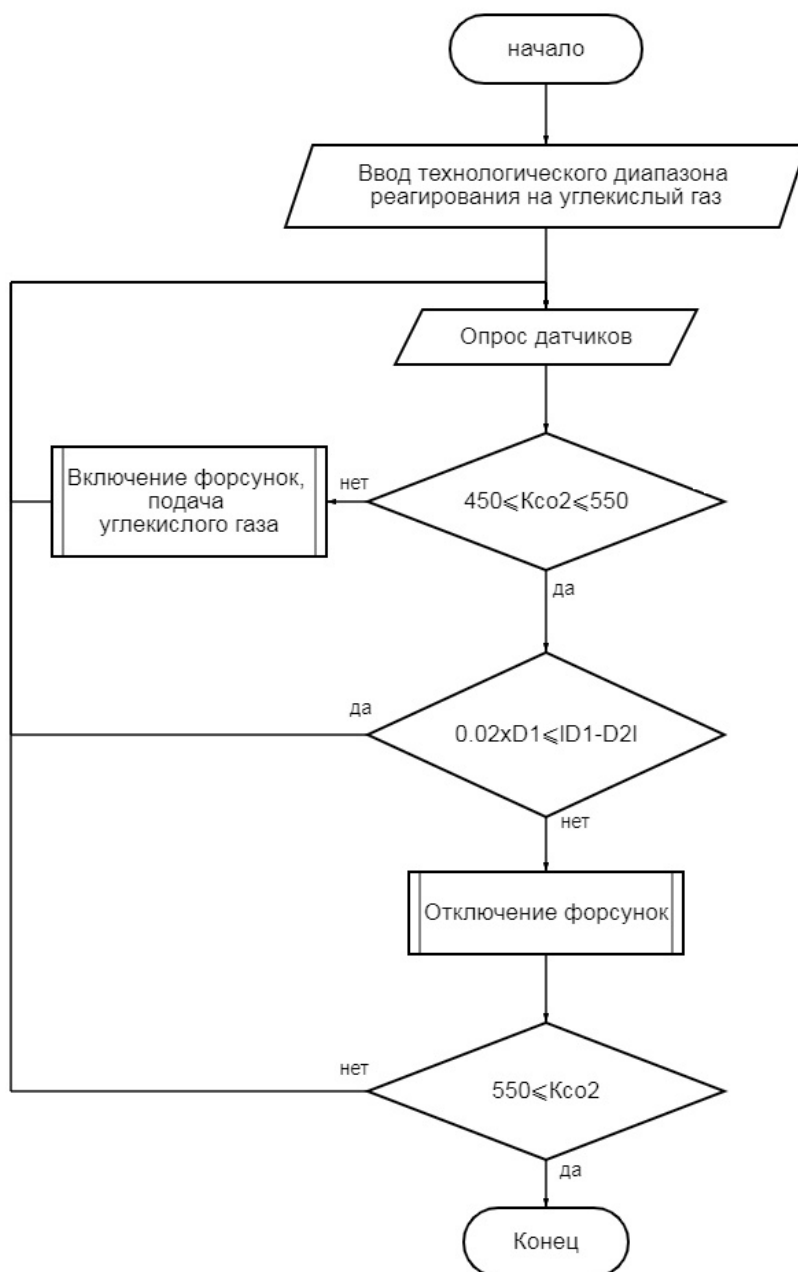


Рисунок 2 – Алгоритм работы микроконтроллера:
 K_{CO_2} – текущее значение концентрации газа; D1 – показания датчика № 1;
 D2 – показания датчика № 2

Выводы. Чтобы решить проблему нехватки углекислоты при выращивании растений в сооружении защищенного грунта, предложен вариант подачи газа при помощи форсунок с контролем микроконтроллером.

Необходимы дополнительные экспериментальные исследования. Требуется усовершенствование конструкции и расположения основных элементов установки для оптимизации распыления углекислого газа.

Список литературы

1. Владыкин, И. Р. Разработка математической модели уровня углекислого газа с учетом взаимосвязанного влияния микроклиматических параметров в защищенном грунте / И. Р. Владыкин, И. С. Елесин // *Инновации в сельском хозяйстве*. – 2016. – № 3(18). – С. 353–357.
2. Анализ существующих технологий подкормки культур защищенного грунта углекислым газом / И. Р. Владыкин, М. А. Иванов, Е. И. Владыкина [и др.] // *Вестник ВИЭСХ*. – 2021. – № 2021(3). – С. 51–56.
3. Владыкин, И. Р. Елесин И. С. Исследование энергоэффективных технологий подкормки углекислым газом биологических объектов в защищенном грунте / И. Р. Владыкин, И. С. Елесин // *Вестник ВИЭСХ*. – 2014. – № 2(15). – С. 27–29.
4. Владыкин, И. Р. Вентиляционные установки взаимосвязанного управления в защищенном грунте / И. Р. Владыкин, А. В. Соковикова // *Сборник научных докладов ВИМ*. – 2008. – № 1. – С. 273–282.
5. Владыкин, И. Р. Энергоэффективное регулирование температуры в сооружениях закрытого грунта / И. Р. Владыкин, Е. И. Владыкина, Д. И. Владыкин // *Актуальные вопросы энергетики АПК: материалы научно-практической конференции, посвященной 100-летию плана ГОЭРЛО*. – 2021. – С. 22–26.
6. Vladykin, I. The thermo vision inspection of protective structures of greenhouses / I. Vladykin, V. Loginov, O. Kochurova // *Science, Technology and Higher Education: materials of the V International research and practice conference*, Westwood, publishing office Accent Graphics communications – Westwood – Canada, 2014. – P. 30–34.
7. Energy-saving technologies and electric equipment applied in agriculture / N. P. Kondratieva, I. R. Vladykin, V. M. Litvinova [et al.] // *Research in agricultural electric engineering*. – 2016. – P. 62–68.

УДК 621.376.32

Н. П. Кондратьева, А. А. Шишов
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

АНАЛИЗ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ НАРУШЕНИЙ ИЗОЛЯЦИИ

В сетях с изолированной нейтралью возникает задача выявления скрытых мест нарушения изоляции. Проведен анализ существующих для этих целей устройств. Приведены их достоинства и недостатки. Необходимо разработать устройство для эффективного выявления скрытых нарушений изоляции в распределительных сетях.

Актуальность. В настоящее время одной из основных нерешенных проблем при эксплуатации разветвленной системы электроснабжения 6/10 кВ является нестабильное нарушение изоляции. Определить такие нарушения сложно, поскольку происходит пробой поврежденного элемента, а затем вновь изоляционные свойства восстанавливаются. Данный процесс может возникать с различной периодичностью, поэтому затруднен его поиск путем обхода. Только за май 2016 г. на подстанции «Закамская» ООО «Удмуртэнерго-нефть» было зарегистрировано 28 таких случаев. Обнаружение и локализация данных повреждений проблематична и занимает много времени. Сказывается отсутствие возможности диагностировать данные повреждения заблаговременно.

Материалы и методика. Существующие устройства регистрируют напряжение нулевой последовательности на шинах низковольтного напряжения силового трансформатора в электрических сетях с изолированной нейтралью [1]. При появлении напряжения нулевой последовательности происходит включение на землю одной из фаз шин низковольтного напряжения через токоограничивающее сопротивление. Если в момент включения этой фазы через токоограничивающее сопротивление не протекает ток, то эту фазу отключают и включают на землю любую другую через токоограничивающее сопротивление. При этом контролируют появление тока двойного замыкания на землю в одной из отходящих линий, а при его появлении делают вывод о том, что в этой линии произошло замыкание на землю.

Недостатком этого способа является то, что он позволяет определить только поврежденную фазу на секции шин, но не позволяет находить точное место повреждения изоляции.

Результаты исследований. В устройстве [2] указанный недостаток устраняется, так как оно контролирует изоляцию сети электроснабжения с изолированной нейтралью. Это устройство состоит из высоковольтных проводов подключения, контактора измерительной цепи, контактора заземления, параллельно контактам которого подключен диодный мост с модулятором поискового тока. Устройство выполнено с возможностью подключения фазы сети электроснабжения через коммутационный переключатель, токоограничивающий конденсатор, контакт контактора измерительной цепи и контакт контактора заземления к контуру заземления.

Недостатком этого устройства является сложность идентификации результатов проверки, так как на нем загораются лам-

пы, и для идентификации повреждения необходимо знать комбинации ламп.

Задачей исследования является рассмотрение возможности упрощения идентификации результатов проверки.

Устройство для выявления нарушений изоляции в системе электроснабжения с изолированной нейтралью должно включать высоковольтные провода подключения, блоки коммутации и сравнения напряжений, модулятор, кнопочную панель, дисплей. Оно должно мониторить и определять место повреждения изоляции в распределительной сети последовательно на всех секциях шин подстанции. При этом выбирается такая высоковольтная линия электропередачи с коммутационным аппаратом, которую можно без потери электроснабжения вывести в ремонт.

Выводы и рекомендации. Предлагаемое устройство должно эффективно выявлять скрытые нарушения изоляции в распределительных сетях, предотвращать их развитие до момента возникновения аварийных ситуаций, легко идентифицировать характер повреждения и выводить на дисплей. Таким образом снизится вероятность потери напряжения на питающих фидерах объектах сельского хозяйства, что в свою очередь приведет к надежной эксплуатации электрооборудования аграрно-промышленного комплекса, таких как тепличные комбинаты.

Также нередки случаи, когда отходящая линия 6–10 кВ находится в балансом ведомстве тепличного комбината, а питающий фидер эксплуатирует сетевая компания. Используя данное устройство, можно локализовать место возникновения однофазного замыкания на землю и снизить количество аварийных отключений, вызванных однофазными замыканиями на землю, что приведет к снижению аварийных ситуаций, сократит риски поражения людей электрическим током, уменьшит издержки, связанные с аварийным прекращением производственного процесса.

Список литературы

1. Патент РФ на изобретение № 2294585 (RU) Способ определения линии с замыканием на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью / Васильев Валерий Георгиевич, Чернышов Вадим Алексеевич; опубл. 27.02.2007, бюл. № 6.
2. Патент РФ на изобретение № 2644626 (RU) Способ и устройство контроля изоляции системы электроснабжения с изолированной нейтралью / Моисеенко Александр Борисович, Шульгин Андрей Николаевич; опубл. 13.02.2018, бюл. № 5.

3. Тройников. И. А. Сети телемеханики напряжением более 4 кВ / И. А. Тройников, Н. П. Кондратьева // Современному АПК – эффективные технологии: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации, почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации Валентины Михайловны Макаровой. – Ижевск, 2019. – С. 143–149.

4. Кондратьева, Н. П. Выбор кабельных линий 0,4 кВ для тепличных комбинатов / Н. П. Кондратьева, Д. А. Филатов, П. В. Терентьев // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2019. – № 2 (35). – С. 17–25.

5. The effect of greenhouse irradiators on the load factor of step-down transformers / N. Kondrateva, P. Terentyev, D. Filatov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International AgroScience Conference, AgroScience 2019. – 2020. – С. 012051.

УДК 638.08

Н. П. Кондратьева, В. К. Ваштиев, А. В. Ваштиева
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ В ИНСЕКТАРИИ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ БОЛЬШОЙ ВОСКОВОЙ МОЛИ ПРИ ПОМОЩИ ПИД-РЕГУЛЯТОРА

Приводится описание использования ПИД-регулятора в модели управления показателей микроклиматом в инсектарии для выращивания большой восковой моли.

Актуальность. Большая восковая моль считается вредителем в пчеловодстве, однако у данного вида есть и положительные свойства. Исследования показали значимость данного вида в медицинских целях: препараты, разрабатываемые на основе целебного экстракта личинок восковой моли и биологически активных вытяжек из лекарственных растений, обладают бактериостатическим, противогрибковым и противотуберкулезным действием, помогают при сердечно-сосудистых заболеваниях [3, 10].

Учеными обнаружено, что микроорганизмы личинок восковой моли способны к биопереработке пластика.

Большой интерес к этому насекомому проявляется с точки зрения альтернативного источника питания. В личинках *G. Mellonella* содержится большой процент жирных кислот – 22,0 %, 34,5 % незаменимых аминокислот, энергетическая ценность которых составляет 2658 Ккал/ кг.

Большая восковая моль упоминается как подкормка для домашних и сельскохозяйственных животных, что позволяет применять ее как перспективную биологическую добавку.

При анализе литературы выявлено, что восковая моль – уникальное насекомое, поскольку содержит ряд изученных и неизученных ферментов, комплекс аминокислот и витаминов, позволяющих ее использовать в медицине, ветеринарии, рыболовстве, косметологии и в других отраслях. Кроме того, последние исследования зарубежных и российских ученых показывают, что личинки *G. mellonella* способны переваривать синтетические полимеры [9]. Однако при всех ее положительных свойствах большая восковая моль остается недостаточно изученным видом, в том числе и в плане промышленного выращивания.

Управление микроклиматом в инсектарии является одним из основных компонентов по производству насекомых. Создание комфортных условий для насекомых напрямую влияет на скорость роста популяции и качество конечного продукта. Процесс управления микроклиматом рассматривается как установка зависимости элементов воздействия на климат от показаний датчика в критических точках сбора данных. Наиболее важные параметры микроклимата в инсектарии для выращивания большой восковой моли – влажность и температура.

Описание модели. Оптимальная температура для выращивания большой восковой моли 30–35 °С. Рекомендуемый уровень относительной влажности при выращивании личинок большой восковой моли составляет 70–80 % [11].

Элементами сбора данных показаний микроклимата являются резистивные датчики температуры и влажности. Элементами управления микроклиматом – нагревательный элемент, вентилятор и ультразвуковой увлажнитель воздуха.

В настоящее время в отечественной литературе существует большое количество статей по отдельным моделям и методам управления микроклиматом в зданиях. В работе [7] проведен анализ основных современных подходов к моделированию процессов формирования микроклимата в помещении с целью определения

наиболее эффективных моделей и набора контролируемых параметров. Для задачи управления микроклиматами в инсектарии наиболее подходящим является модель с ПИД-управлением [2, 5, 6].

ПИД-управление – пропорционально-интегрально-дифференциальный закон управления системой, наиболее распространенный для подобных задач. Он объединяет все достоинства и недостатки законов, его составляющих.

Каждый из элементов регулятора (пропорциональное, интегральное и дифференциальное звенья) выполняет свою задачу и оказывает свое специфическое воздействие на функционирование системы: пропорциональный закон отвечает за настоящее (реагирует на текущую ошибку), дифференциальный – за будущее (реагирует на тенденцию изменения ошибки), а интегральный – за прошлое (накапливая предыдущие ошибки и сглаживая высокочастотные шумы) [1, 4, 8].

На рисунке 1 представлена система с ПИД-регулятором в общем виде.

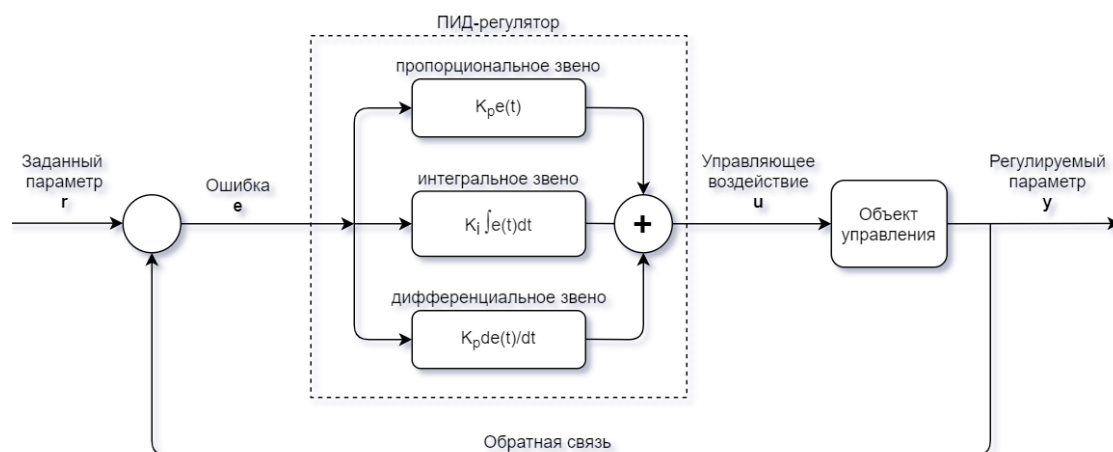


Рисунок 1 – Система с ПИД регулятором

Входной сигнал ПИД регулятора u определяется формулой (1):

$$u(t) = P + I + D = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt + K_d de/dt, \quad (1)$$

где K_p , K_i , K_d – коэффициенты усиления регулятора.

На рисунке 2 представлена схема управления температурой в инсектарии при помощи ПИД-регулятора. Управление влажностью будет представлять аналогичную схему, отличия будут только в названиях элементов управления.

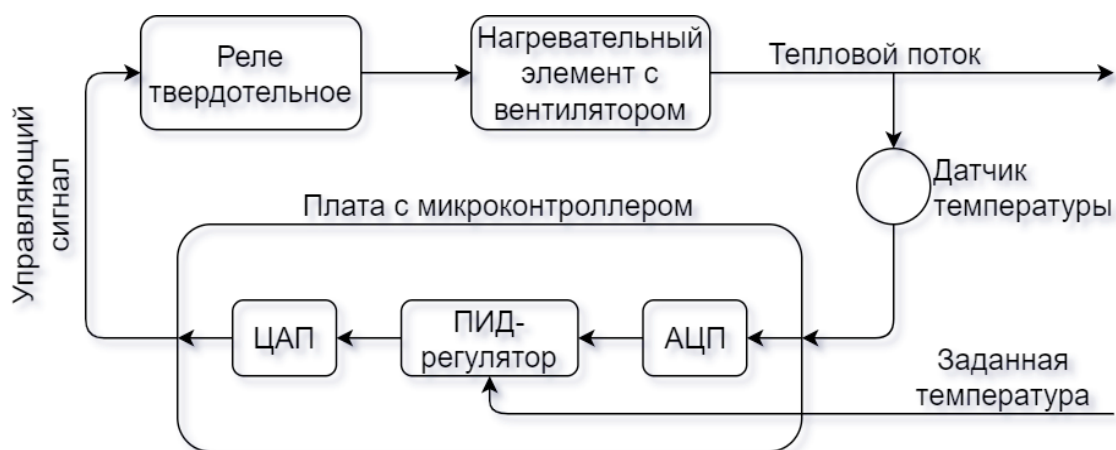


Рисунок 2 – ПИД-схема управления температурой в инсектарии

Практическое применение. Если рассматривать систему на конкретном примере, то расположение элементов управления микроклиматом будет согласно эскизу (рис. 3).

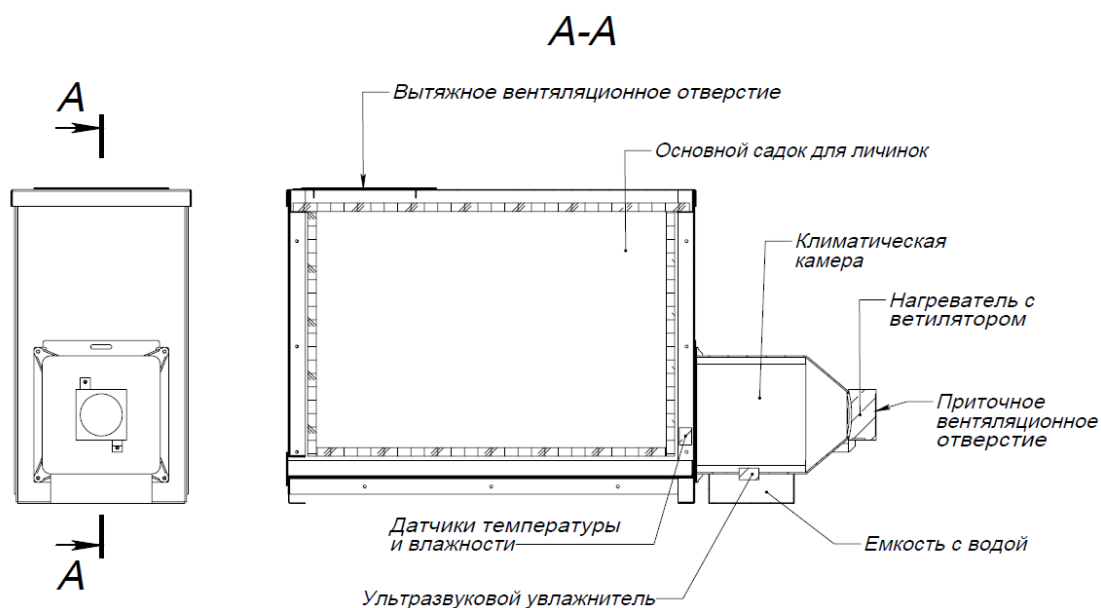


Рисунок 3 – Расположение элементов управления микроклиматом инсектарии для разведения большой восковой моли

Основной садок для личинок имеет габариты 490×220×380 мм и вытяжное и приточное вентиляционные отверстия. Для комфортного роста популяции большой восковой моли создается насыщенный влажностью теплый поток воздуха в климатической камере, где происходит смешивание теплого и влажного воздуха.

Движение потоков теплого воздуха в инсектарии было смоделировано при помощи программного расчетного пакета, результаты представлены на рисунке 4. Данные расчеты позволили опре-

делить расположение критических точек замера показателей температуры и влажности.

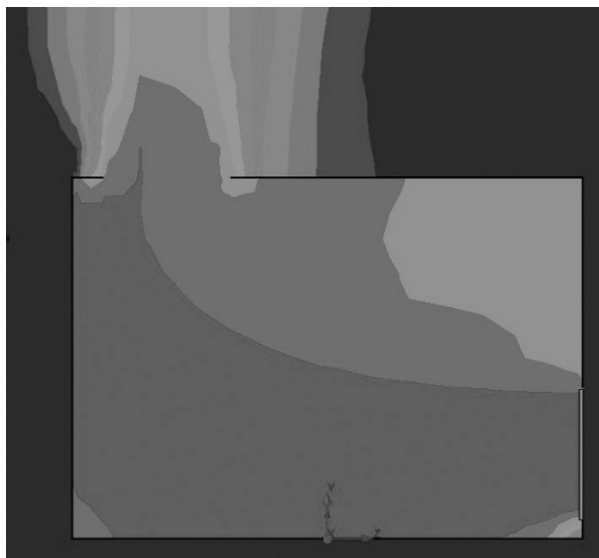


Рисунок 4 – Модель движения тепловых потоков в инсектарии при скорости 1 м/с

Выводы. Таким образом, изучив специфику вопроса регулировки климатических показателей в инсектарии, было принято решение использовать ПИД-регулятор в качестве модели управления микроклиматом. Однако у данного метода имеется и отрицательная составляющая – сложная настройка коэффициентов регулятора. Как правило, подбор коэффициентов сводится к трем способам: теоретический (математический), инженерный (стендовый), практический (непосредственно на объекте исследования).

ПИД-регулятор известен миру несколько десятков лет и является самой распространенной моделью управления системой с обратной связью, благодаря своей простоте относительно других моделей управления. По данному методу написано много литературы и программных библиотек, что делает метод более популярным для решения подобных задач.

Список литературы

1. Ferreira, A. P. Thermal Faults Modeling using a RC model with an Application to Web Farms / A. P. Ferreira, D. Mose, C. Oh Jae // 19th Euromicro Conference on Real-Time system (ECRTS'07). – 2007. – P. 113–124.
2. Kishore, S. Real time thermal comfort sensing using a computer aided module / S. Kishore, P. Yashwanth, V. Suresh Kumar // IJARECE. – February 2016. – Vol. 5. issue 2. – P. 412–415.

3. Effect of optical radiation on greater wax moth (*Galleria mellonella* L.)–pest of bee colonies / N. P. Kondrateva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2020. – Т. 433. – №. 1. – С. 012036.
4. Kramer, R. Simplified thermal and hygric building models: A literature review / R. Kramer, J. van Schijndel, H. Schellen // *Frontiers of Architectural Research*. – 2012. – № 1(4). – P. 318–325.
5. Perera, D. W. U. Control of temperature and energy consumption in buildings: A review / D. W. U. Perera, C. F. Pfeiffer, N. O. Skeie // *International Journal of Energy & Environment*. – 2014. – Т. 5. – №. 4.
6. Зорин, С. В. ПИД-закон регулирования. Методы нахождения ПИД-коэффициентов [Электронный ресурс] / С. В. Зорин. – URL: <http://www.termodat.ru/pdf/pid.pdf> (дата обращения: 12.05.2021).
7. Карпенко, А. В. Модели управления микроклиматом в помещении / А. В. Карпенко, И. Ю. Петрова // *Фундаментальные исследования*. – 2016. – Т. 2. – №. 7.
8. Карпов, В. Э. ПИД-управление в нестрогом изложении / В. Э. Карпов. – М.: НИИ информационных технологий, 2012. – С. 15–18.
9. Результаты опытов по применению световых энергосберегающих электротехнологий для отлова насекомых / Н. П. Кондратьева [и др.] // *Вестник НГИ-ЭИ*. – 2019. – № 12 (103).
10. Цифровые световые технологии для управления поведением *Galleria mellonella* / Н. П. Кондратьева, Д. В. Бузмаков, И. Р. Ильясов [и др.] // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2021. – Т. 15. – № 1. – С. 78–83.
11. Осокина, А. С. Биологические основы разведения большой восковой моли (*Galleria mellonella* L.) как источника биологически активных веществ: монография / А. С. Осокина, Л. М. Колбина, А. В. Гущин. – Ижевск, 2019. – 166 с.

**Н. П. Кондратьева, И. А. Баранова,
А. И. Батулин, К. А. Батурина**
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИМПУЛЬСНОГО РЕЖИМА ОБЛУЧЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Представлены результаты исследования меристемных растений розы плетистой. Из анализа обработки данных сделаны выводы, что результаты статистически значимы. А также доказано, что предлагаемая фитоустановка, работающая в импульсном режиме облучения, на 25 % эффективнее по сравнению с другими режимами облучения.

Актуальность. Благодаря тому, что процесс фотосинтеза состоит из двух фаз (темновой и световой), некоторые исследователи, изучая влияние импульсного освещения на развитие растений, пришли к выводу, что этот режим способствует увеличению эффективности процесса фотосинтеза [1–3].

Таким образом, внедрение современных методов облучения способствует значительному сокращению использования электрической энергии. Это делает актуальным вопрос по изучению светустановок для освещения различных меристемных культур, работающих в непостоянном режиме облучения.

Материалы и методика. Исследование меристемных растений розы плетистой проводилось в лаборатории Удмуртского научно-исследовательского аграрного института Удмуртского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук.

Методика определения площади листьев меристемных растений розы плетистой осуществлялась в два этапа:

Определение затемненности растения в пробирке при помощи специально сконструированного для этого прибора и люксметра.

Расчет площади листьев при помощи методики интерполяции.

Сравнивалось 2 режима облучения меристемных растений [4]. Один из режимов – эталонный режим с люминесцентной лампой. Второй режим – светодиодная фитоустановка, работающая в им-

пульсном режиме облучения в сочетании одной длинной световой фазы и коротких чередующихся светотемновых фаз освещения [5].

Для достоверности результатов экспериментов применялась методика обработки прямых и косвенных измерений [6]. Прямые измерения представляют собой данные по освещенности (E , Лк), а косвенные – расчетные значения площади листьев (S , мм²).

Прямые измерения были обработаны следующим образом: были найдены среднее значение и ее доверительный интервал по формуле (1).

$$\bar{M} = M \pm tm \begin{cases} M_{max} \\ M_{min} \end{cases}, \quad (1)$$

где \bar{M} – генеральная средняя;

M – выборочная средняя;

m – ошибка репрезентативности или просто ошибка;

t – критерий Стьюдента, соответствующий вероятности получаемого результата.

Ошибка средней арифметической. Эта ошибка определяется по формуле (2):

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (2)$$

где σ – стандартное отклонение;

n – численность выборки.

Из формулы видно, что чем больше разнообразие признака (величина σ), тем больше ошибка.

Для косвенных измерений площади, которая найдена расчетным способом, погрешность найдена иначе. Искомая величина S определяется в результате измерений величины E , т.е. является функцией от этой величины.

$$S = f(E), \quad (3)$$

Абсолютную погрешность искомой величины найдена по формуле (4):

$$\Delta S = \sqrt{\sum_{n=1}^i \left(\frac{\partial f}{\partial E_n} \Delta E_n \right)^2}, \quad (4)$$

где $\frac{\partial f}{\partial x_n}$ – частная производная от функции S по E_n ;

ΔE_n – абсолютная погрешность величины E_n , полученная при обработке её прямого измерения.

Обработанные измерения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты измерений при разных режимах работы

Дата	Контроль		Импульсный режим	
	генеральная средняя освещенности <E>, Лк	генеральная средняя площади листьев, <S>, мм ²	генеральная средняя освещенности <E>, Лк	генеральная средняя площадь листьев, <S>, мм ²
21.03.2018	24,29±0,08	2,48±0,07	23,66±0,2	2,51±0,18
26.03.2018	24,11±0,04	2,65±0,04	23,2±0,23	2,78±0,18
29.03.2018	23,94±0,07	2,75±0,07	23,49±0,24	2,91±0,21
02.04.2018	23,81±0,18	2,98±0,16	23,59±0,2	3,17±0,21
05.04.2018	23,59±0,19	3,13±0,17	22,96±0,22	3,32±0,2

Данные таблицы 1 показывают, что прирост листьев (<S>) при импульсном режиме облучения самый наибольший, о чем свидетельствует достоверность результатов.

Функция $S = f(E)$ была найдена из опытных данных методом построения тарировочной кривой. То, что взаимосвязь между площадью листьев и освещенностью является линейной, было доказано методом нахождения коэффициента корреляции R [7, 8]. Коэффициент корреляции R составляет $R = 0,99$. Видно, что этот коэффициент близок к 1, что свидетельствует о тесной связи рассматриваемых признаков.

Из анализа уравнения регрессии был сделан прогноз результатов. При увеличении выборки измеряемых данных ($E = 50$), S будет находиться в пределах от 0,70 до 0,85 мм² от среднего значения S и с вероятностью 95 % не выйдет за эти пределы.

Вывод. Таким образом, анализ обработки результатов статистическими методами показал, что облучение меристемных растений розы плетистой фитоустановкой, работающей в импульсном режиме облучения, является наиболее эффективным. Полученные данные позволяют сделать вывод, что результаты статистически значимы, импульсный режим облучения на 25 % эффективнее по сравнению с другими режимами облучения. Из расчета величины индекса корреляции $R = 0,99$ можно сделать вывод, что между

параметрами освещения и площади листьев имеется высокая взаимосвязь.

Список литературы

1. Анализ современных технологий по передаче электрической энергии, позволяющих более эффективно использовать существующих линий / О. Н. Головова, С. Б. Голдобина, А. И. Батурич [и др.] // Безопасность в электроэнергетике и электротехнике: Всероссийская студенческая научная конференция, посвященная 90-летию УГПИ. – Ижевск: УдГУ, 2021. – С. 93–96.
2. Обоснование мигающего светового режима облучения на развитие земляники / Н. П. Кондратьева, К. А. Батурина, А. И. Батурич [и др.] // Актуальные вопросы энергетики АПК: Материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию плана ГОЭРЛО. – Ижевск, 03–04 декабря 2020 года. – С. 36–41.
3. Ovchukova, S. A. Energy saving in lighting technologies of agricultural production / S. A. Ovchukova, N. P. Kondratieva, O. Y. Kovalenko // Light & Engineering. – 2021. – Т. 29. – № 2. – С. 21–25.
4. Реализация безопасных агроэкологических электротехнологий с помощью Цифровых технологий / Н. П. Кондратьева [и др.] // Тенденции развития науки и образования. – 2021. – № 72–2. – С. 67–70.
5. Kondratyeva, N. P. Effect of pulse radiation of meristemic rose plants / N. P. Kondratyeva [et al.] // Перспективы развития аграрных наук: Материалы Международ. науч.-практ. конф., Чебоксары, 16 апреля 2021 года. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2021. – Р. 61.
6. Батанов, С. Д. Разработка модели комплексной оценки экстерьера и продуктивности молочного скота с использованием цифровых технологий / С. Д. Батанов, И. А. Баранова, О. С. Старостина // Зоотехния. – 2019. – № 7. – С. 2–8.
7. Batanov, S. D. Untersuchungen zu altersbedingten Veränderungen von Exterieurmerkmalen und ihre Beziehungen zur Milchleistung bei Kühen / S. D. Batanov, I. A. Baranova // Zuchtungskunde. – 2021. – Vol. 93. – No 4. – P. 279–294.
8. Batanov, S. Innovative methods in study of animal's conformation / S. Batanov, I. Baranova, O. Starostina // Bulgarian Journal of Agricultural Science. – 2020. – Vol. 26. – No 6. – P. 1286–1291.

Н. П. Кондратьева, Р. З. Ахатов
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН УЛЬТРАФИОЛЕТОМ

Приводится анализ результативности ультрафиолетового облучения семян различными способами. Рассматриваются различные способы облучения для повышения эффективной обработки семян.

Актуальность. Технологии и установки для предпосевной обработки семян ультрафиолетовым (УФ) облучением дают положительный эффект, поэтому необходимо проводить исследования по определению воздействия ультрафиолетового излучения на посевные качества семян и обоснованию технологий обработки с целью разработки новых энергоэффективных установок.

Процесс влияния УФ-облучения на всхожесть и урожайность выращенных из облученных семян растений на протяжении последних нескольких десятилетий изучался многими коллективами ученых и исследователей [1–3]. В ходе проведенных исследований было установлено, что предпосевная обработка УФ-излучением дает положительные результаты, заключающиеся в повышении силы роста, всхожести, сокращении расхода семян и получении дружных всходов [4–6].

Наиболее распространенными источниками УФ-излучения являются разрядные лампы, содержащие ртуть, что небезопасно для человека и для экологии [7–9]. УФ-облучение на базе современных светодиодов набирает популярность в последнее время и является более энергоэффективным, экологически чистым [10–12]. Существенным достоинством светодиодных устройств является возможность точного подбора длины волны ультрафиолетового облучения [13, 14].

Существующие установки для предпосевной обработки семян в большинстве случаев представляют стационарные установки, использующиеся в основном в лабораториях и не предназначенные для использования в промышленных масштабах [11, 15, 16].

На предприятиях, широко применяющих технологии УФ-облучения семян, используется основная технологическая схема, в которой обрабатываемые вещества (семена) движутся горизонтально, например на транспортной ленте конвейера, а поток излучения падает перпендикулярно. Недостатком такой технологии является то, что для обеспечения необходимого качества облучения приходится уменьшать толщину слоя семян, облучаемых УФ-поток, и регулировать скорость транспортной ленты конвейера. В результате уменьшается эффективность облучения и повышаются потери потока УФ-излучения.

Исследование распределения УФ-потока по толщине обрабатываемых семян необходимо учитывать по формуле Бугера – Ламберта – Бера (1), который убывает по экспоненциальному закону [16]:

$$\Phi_h = \Phi_0 \times e^{-ah}, \quad (1)$$

где Φ_0 – интенсивность УФ излучения, падающего на поверхность;

Φ_h – интенсивность на глубине h ;

a – постоянный коэффициент ослабления потока УФ-излучения.

Описанная выше технологическая схема не учитывает толщину семян, соответственно, не обеспечивает равномерность УФ-облучения обрабатываемых семян. Поэтому возникает необходимость поиска более эффективных технологических способов облучения. Примером таких методов может быть:

- 1) схема двустороннего облучения;
- 2) схема кольцевого облучателя, излучающего внутрь кольца;
- 3) схема объемного облучения семян во взвешенном состоянии;
- 4) схема облучения сыпучего материала на конвейере, с послойным удалением семян;
- 5) схема с коллинеарным направлением векторов скорости движения облучаемой среды и потока УФ-излучения.

Таким образом, точность и эффективность дозы облучения обеспечивается сочетанием двух факторов: величиной интенсивности потока Φ_0 , падающего на поверхность, и высотой слоя семян, которая определяет общую скорость перемещения среды. Кроме того, применение непрерывного контроля УФ-облучения позволяет повысить качество контроля и точность поддержания дозы облучения, которая достижима при использовании установок

УФ-излучения с автоматической системой управления, поддерживающей дозу облучения на заданном уровне [17, 18].

Вывод и рекомендации. По результатам теоретических исследований можно сказать, что для УФ-облучения семян должна быть разработана специальная установка, которая обеспечивает равномерное облучение по поверхности семян, контроль дозы облучения и однослойную равномерную подачу семян.

Список литературы

1. Влияние ультрафиолетового облучения на повышение посевных качеств семян хвойных пород / В. С. Украинцев, Н. П. Кондратьева, Д. А. Корепанов [и др.] // Вестник Удмуртского университета. Серия 6: Биология. Наука о Земле. Выпуск 1. – Ижевск: УдГУ, 2011. – С. 132–137.

2. Руденок, В. А. Эффект синергизма при подготовке семян культурных растений препаратом нанокремния с последующим УФ-облучением / В. А. Руденок, Н. П. Кондратьева // Актуальные вопросы энергетики АПК: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию плана ГОЭРЛО. – 2021. – С. 45–51.

3. Влияние дополнительного светодиодного освещения на урожайность и себестоимость томатов в весенний период / Н. П. Кондратьева, П. В. Терентьев, Д. А. Филатов [и др.] // Светотехника. – 2021. – № 2. – С. 96–99.

4. Ovchukova, S. A. Energy saving in lighting technologies of agricultural production / S. A. Ovchukova, N. P. Kondratieva, O. Y. Kovalenko // Light & Engineering. – 2021. – Т. 29. – № 2. – С. 21–25.

5. Light-emitting-diode (led) phyto-installations for meristem plants / N. P. Kondrateva, P. A. Savinykh, R. G. Bolshyn [et al.] // Агротехника и энергообеспечение. – 2021. – № 1 (30). – С. 79–89.

6. Вендин, С. В. Повышение эффективности пророщенного зерна на корм животным с применением УФ-излучения / С. В. Вендин, Ю. В. Саенко, В. Ю. Страхов // Энергосберегающие технологии в АПК: сборник научных трудов по материалам Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием. – Ярославская государственная сельскохозяйственная академия. – 2019. – С. 21–23.

7. Цифровое управление безопасными агроэкологическими электротехнологиями / Н. П. Кондратьева, Р. Г. Большин, М. Г. Краснолуцкая [и др.] // Евразийское Научное Объединение. – 2021. – № 3–1 (73). – С. 75–79.

8. Глушенков, М. В. Применение ультрафиолетового излучения для обеззараживания очищенных сточных вод / М. В. Глушенков, М. С. Дремова // Агропромышленному комплексу – новые идеи и решения: материалы XX внутривузовской научно-практической конференции. – 2021. – С. 209–212.

9. Лопатин, С. А. Обеззараживание воды УФ облучением / С. А. Лопатин, В. И. Кириленко, М. А. Мургузалиев // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2021. – № S4 (16). – С. 110–123.
10. Смирнов, А. А. Разработка УФ-облучательной установки для борьбы с вирусами IV группы / А. А. Смирнов, И. М. Довлатов // Вестник НГИЭИ. – 2020. – № 12 (115). – С. 49–57.
11. Патент на изобретение 2725486 С1 Способ снижения энергоемкости светодиодной системы облучения (освещения) растений / Д. А. Филатов, Н. П. Кондратьева, Р. Г. Большин [и др.]; 02.07.2020. Заявка № 2019117195 от 03.06.2019.
12. Effect of treatment of seeds of grain crops by ultraviolet radiation before sowing / N. P. Kondrateva, K. A. Baturina, I. R. Pyasov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International AgroScience Conference, AgroScience 2019. – 2020. – С. 012039.
13. Synergistic effect of the simultaneous exposure to ultraviolet radiation and nano-silicon preparation to increase the rate of seed germination / N. Kondrateva, N. Kasatkina, Zh. S. Nelyubina [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International AgroScience Conference, AgroScience 2020. – 2020. – С. 012011.
14. Устюжанинова, Л. В. Исследование эффективности дезинфекции воздуха УФ-облучателями закрытого типа – рециркуляторами / Л. В. Устюжанинова, В. А. Матушкин // Общество. Наука. Инновации (НПК-2021): сборник статей. XXI Всероссийская научно-практическая конференция. – Киров, 2021. – С. 101–107.
15. Ультрафиолетовое облучение семян туи западной и ели колючей / Н. П. Кондратьева, Д. А. Корепанов, А. В. Бывальцев [и др.] // Известия Международной академии аграрного образования. – 2011. – № 12. – С. 13–15.
16. Юлдашев, Р. З. Повышение посевных качеств семян хлопчатника в Республике Таджикистан методами предпосевного ультрафиолетового и низкотемпературного плазменного облучения: автореферат / Р. З. Юлдашев. – СПб., 2013. – С. 24.
17. Большин, Р. Г. Облучательная установка с УФ-диодами и микропроцессорной системой автоматического управления дозой / Р. Г. Большин, Н. П. Кондратьева, М. Г. Краснолуцкая // Светотехника. – 2019. – № 2. – С. 78–81.
18. Bolshin, R. G. Irradiating set with uv diodes and microprocessor system of automatic dose control / R. G. Bolshin, N. P. Kondratieva, M. G. Krasnolutskaia // Light & Engineering. – 2019. – Т. 27. – № 6. – С. 127–132.

А. Т. Фаррахов

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ПРИМЕНЕНИЕ СОЛНЕЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЕКТОРА

Солнечная энергия является одной из самых чистых и доступных источников альтернативной энергии. Высокий спрос на энергию, с одной стороны, и негативное влияние углеводородного топлива на окружающую среду, с другой стороны, привели к тому, что многие страны рассматривают альтернативные источники энергии как наиболее подходящий для применения в промышленности вариант. Солнечная энергия в промышленности может применяться в достаточно широких пределах. Рассматриваются основные возможные применения технологий на основе солнечной энергии в сельскохозяйственном секторе. Показывается важность солнечной энергии как экологически чистой технологии и наиболее надежного источника энергии.

Актуальность. За одну секунду солнце излучает больше энергии, чем люди успели употребить за все время своего существования [12]. Но энергия – это не только вид материи. Это возможность человека поддерживать и повышать качество своей жизни [3]. Энергия может выделяться в самых различных формах, таких как свет, электричество, тепло, излучение и т.д. В течение многих тысяч лет человек использовал только возобновляемые источники энергии, такие как энергию воды, солнца или ветра. Сельское хозяйство – деятельность в жизни человека, где солнечная энергия применялась напрямую для производства продуктов питания. Самое раннее сельское хозяйство основывалось лишь на возделывании земли с помощью ручного труда. Фактически, сельское хозяйство можно рассматривать как одну из наиболее важных отраслей, которая обеспечивает человека важнейшими составляющими жизни людей – продуктами питания. К сожалению, в процессе производства неизменно применяются различные оборудования и механизмы, которые потребляют углеводородные виды топлива, – тракторы, культиваторы и т.д. [2]. Более того, промышленный сектор является одним из основных потребителей электрической энергии в развитых и слаборазвитых странах [8].

В последние годы вопросы производства и потребления энергетики обсуждаются особенно остро. Увеличение населения

и промышленного производства ведет к росту потребления энергии. Кроме того, загрязнение окружающей среды, глобальное потепление, изменение климата, вызванные использованием традиционных источников энергии, являются причинами, которые побуждают искать подходящие альтернативные источники энергии [6, 9]. В качестве подходящего источника энергии в промышленности рассматриваются солнечные электростанции. Технологии на основе солнечной энергии активно развиваются в течение последних десятилетий. В первую очередь это связано со стремлением мировых компаний сократить потребление ископаемого топлива и, следовательно, значительно уменьшить выбросы углекислого газа. Кроме того, отсутствие зависимости от углеводородного топлива позволяет рассматривать технологии на основе солнечной энергии для использования в отдаленных и труднодоступных районах. Хотя изначально солнечная энергия рассматривалась для применения в электрификации и телекоммуникации сельского хозяйства, сегодня солнечные технологии активно рассматриваются для водонагрева, сушки продуктов питания и в качестве фотоэлектрических систем [5, 7].

В контексте этой обзорной статьи рассматриваются и классифицируются различные солнечные технологии в сельскохозяйственном секторе.

Оросительные системы на основе фотоэлектрических установок. С каждым годом оросительные системы на солнечной энергии становятся доступнее как для крупных, так и для мелких фермеров в развивающихся странах.

По сравнению с традиционным видом топлива, оросительная система на основе технологий солнечной энергетики имеет множество преимуществ: помимо отсутствия затрат на топливо и техническое обслуживание, она не создает вредного шума и загрязнения окружающей среды.

Современные системы на солнечных батареях предлагают полезные инструменты для улучшения управления водными ресурсами. Они оснащены электронными устройствами контроля, способными предоставлять данные в реальном времени об уровне воды в резервуарах, скорости забора и уровне воды в скважине

Насосы солнечных оросительных систем подразделяются на крупные (мощностью до 10 кВт) и небольшие (обычно менее 1500 Вт).

Солнечные батареи производят энергию даже в периоды, когда не требуется орошение, открывая значительные возможности для запуска мельниц, очистителей воды и холодильных установок – все это способствует развитию сельских районов и увеличению доходов. В некоторых случаях солнечная энергия также может стать «рентабельным урожаем», если фермеры будут накапливать электрическую энергию и продавать избытки в электрическую сеть.

Основными оросительными системами на основе технологий солнечной энергетики являются системы на основе солнечных фотоэлектрических установок. Такая оросительная установка представляет собой насос, который потребляет электричество, генерируемое фотогальваническими панелями. Такая система экономична из-за более низких затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание. Она имеет меньшее воздействие на окружающую среду, чем установки, приводимые в действие двигателем внутреннего сгорания. Кроме того, такие установки полезны там, где сетевое электричество недоступно, а альтернативные источники (в частности, ветер) не обеспечивают достаточную энергию.

Как правило, установку фотоэлектрической оросительной системы рассматривают с двух позиций: экономической и экологической.

Экономический аспект. Общие затраты для установки фотоэлектрической системы включают в себя все основные компоненты: инвертор, контроллер, силовые кабели, насос и трубопровод. Если представить, что фотоэлектрическая установка не имеет эксплуатационных затрат по сравнению с дизельным генератором, то даже с учетом более высоких капитальных затрат на фотоэлектрические панели, система орошения на основе фотоэлектрической системы будет наиболее рентабельной для отдаленных районов. Высокая стоимость обслуживания дизельных генераторов, снижение эффективности с увеличением его срока эксплуатации, рост стоимости горючего топлива не позволяют установкам на основе дизельного генератора быть конкурентоспособными.

Если проводить сравнение с точки зрения ремонтпригодности и замены основных компонентов, то в среднем через 10 лет основной заменой для фотоэлектрической системы будет контроллер и / или насос. Для дизельного генератора основной заменой будет покупка нового генератора и насоса.

Экологический аспект. Другим основным параметром для выбора подходящей системы перекачки воды является степень воздействия каждой системы на окружающую среду. Основными критериями для установок перекачки воды можно считать загрязнение окружающей среды углекислым газом, шумовое загрязнение или визуальное загрязнение.

Термин «визуальное загрязнение» часто применяется по отношению к объектам альтернативной энергетики, например, ветряным электростанциям или солнечным панелям. Основная причина в том, что такие объекты часто устанавливаются вдоль морского побережья, либо на полях фермерских угодий, нарушая естественную красоту окружающей среды.

Помимо серьезного загрязнения окружающей среды, вызванного выбросами углекислого газа, в основном из-за использования ископаемого топлива, снижение выбросов углекислого газа является сильным показателем экономического роста каждой страны.

Рассчитав объем выбросов углекислого газа различными видами топлива, можно сделать вывод, что фотоэлектрическая система – единственная, не оказывающая вредного воздействия на окружающую среду. Дизельный генератор совершает негативное воздействие как за счет выбросов углекислого газа, так и за счет шумового загрязнения. С точки зрения экологических аспектов фотоэлектрическая установка для перекачки воды также является подходящим вариантом для удаленных сельских районов.

Солнечные водонагревательные системы. Крыши зданий и другие поверхности, покрытые солнечными поглощающими панелями, могут собирать солнечный свет для нагрева рабочей жидкости (обычно водно-гликолевого раствора). Сам раствор через теплообменник нагревает воду в резервуаре, которая хранится для дальнейшего использования. Если вода в резервуаре достаточно горячая, ее можно сразу использовать для собственных нужд. В противном случае ее можно подогреть через электрический котел, что будет экономичнее, чем нагревать холодную воду. Солнечные водонагревательные системы имеют большое преимущество в том, что они используют топливо с нулевой стоимостью (солнечную энергию), они очень просты в механическом отношении и поэтому требуют небольшого обслуживания. Каждый градус повышения температуры в водонагревательной системе, достигаемый за счет солнечной энергии, – это градус, который не нужно нагревать в электродвигателе. Благодаря этому достигается значительная

экономия топлива, независимо от того, является ли топливо дровами, маслом, газом и т.д.

Солнечный водонагреватель также имеет большое преимущество в энергоэффективности по сравнению с фотоэлектрическими панелями, когда вырабатываемое панелью электричество впоследствии используется для нагрева / охлаждения воды. Общеизвестно, что фотоэлектрические панели улавливают только 15–25 % доступных солнечных лучей и преобразуют их в электричество, в то время как солнечные тепловые панели могут улавливать более 90 % энергии падающих солнечных лучей [13]. Более того, если фотоэлектрические панели используются в качестве источника электричества для электрического бойлера, неизбежны потери при преобразовании энергии, которых можно полностью избежать за счет прямого нагрева воды солнечным светом.

Сушка сельскохозяйственного продукта. В последнее время все шире проводят исследования по применению солнечных установок для сушки зерна и другой сельскохозяйственной продукции. Технология сушки заключается в использовании нагретого солнечного воздуха в специальных коллекторах и пропускании его через высушиваемый материал.

По конструкции существующие сельскохозяйственные сушильные установки условно разделяются на две группы: топливные (с использованием различных видов традиционных энергоресурсов) и солнечные (работающие за счет энергии солнца). К преимуществам солнечных сушильных установок относятся: экономия топливно-энергетических ресурсов, экологическая чистота производства, низкие эксплуатационные затраты. Но применение таких установок зависит от погодных условий и солнечного времени суток, что увеличивает период сушки и снижает ее эффективность при отсутствии солнечного излучения (в ночное время или в пасмурную погоду).

Солнечные осушители также классифицируются по методу создания воздушного потока на 2 основные группы: солнечные осушители с естественной циркуляцией (пассивные) и с принудительной конвекцией (активные).

Как правило, пассивные солнечные сушилки используют солнечную энергию, которая в изобилии доступна в окружающей среде. Поэтому к этому методу обычно обращаются как к единственному коммерчески доступному методу в сельском хозяйстве развивающихся стран. Они делятся на 2 основных метода: откры-

тая для солнца и естественная циркуляция солнечной энергии. Развивающиеся страны, особенно те, которые находятся в тропическом климате, широко используют преимущества пассивных систем сушки под открытым небом. Они сушат посевы, используя 2 основных подхода: в поле или на месте и разложив его на земле или на любой вертикальной или горизонтальной плите, подверженной воздействию солнечного излучения.

Открытые для солнца пассивные сушилки очень распространены, поскольку они имеют низкие начальные и эксплуатационные расходы и меньше требуют обслуживания.

Сушилки с естественной циркуляцией – это тип пассивных солнечных осушителей, которые подходят для сельских и изолированных районов. В сушилках этого типа нагретый воздух направляется к сушащимся культурам за счет силы плавучести или давления ветра, или даже их комбинации.

В активных солнечных системах сушки используется солнечная энергия в сочетании с электричеством или ископаемым топливом для выработки энергии для насосов и двигателей, обеспечивающих циркуляцию воздуха. В этом типе солнечной сушилки солнечная энергия является единственным источником тепла. Этот метод используется в крупномасштабных коммерческих сушках. Такая система может снизить потребление энергии наряду с контролем условий сушки.

Для прямой сушки используются высокотемпературные солнечные нагреватели. Однако для средне- и низкотемпературных систем применяется дигидратор, работающий на ископаемом топливе, для повышения температуры воздушного потока до необходимого уровня. Последняя система получила название «гибридная солнечная сушилка». Это позволяет избежать эффекта флуктуации выходной энергии солнечного коллектора в ночное время или при слабом солнечном излучении. Солнечные активные сушилки широко используются в процессах высокотемпературной сушки, где требуется непрерывный поток воздуха [11].

Заключение. Солнечная энергия является одним из самых многообещающих возобновляемых источников. Энергия, получаемая с помощью солнца, не только относительно проще добывается, но и более экологична по сравнению с энергией, получаемой от невозобновляемых источников, таких как ископаемое топливо и уголь. Учитывая, что потребление энергии во всем мире растет с каждым годом, переход на солнечную энергию можно рассматри-

вать как подходящий вариант источника энергии в сельском хозяйстве и особенно для отдаленных сельских районов.

Особенно такой вариант выглядит выгодным в тех районах, где нет доступа к общедоступной сети. Кроме того, нельзя пренебрегать другими техническими и экономическими переменными, такими как износ, начальные и текущие затраты, экономические стимулы, снижение цен на фотоэлектрические модули и рост цен на нефть.

Дизайнеры, инженеры, архитекторы, сервисные инженеры и поставщики материалов должны рассматривать установку солнечной энергии как средство устойчивого развития энергетики. Кроме того, политика правительств и сообществ может сыграть большую роль в поощрении сельскохозяйственного сектора к применению новых технологий.

Список литературы

1. Adnot J, Giraud D, Colomines F, Riviere P, Becirspahic S, Benke G. Central (commercial) air-conditioning systems in Europe. In: Proceedings of second international conference on improving electricity efficiency in commercial buildings (IEECB). 27–29 May 2002. p. 143–9.
2. Ahamed JU, Saidur R, Masjuki HH, Mekhilef S, Ali MB, Furqon MH. An application of energy and exergy analysis in agricultural sector of Malaysia. *Energy Policy* 2011;39(12):7922–9.
3. Belessiotis V, Delyannis E. Solar energy: some proposals a for future development and application to desalination. *Desalination* 1996;105:151–8.
4. Balaras Constantinos A, Gershon Grossman, Hans-Martin Henning, Carlos A, Infante Ferreira, Erich Podesser, et al. Solar air conditioning in Europe—an overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2007;11(February (2)):299–314.
5. Gamil AAA, Mekhilef S, Said SM. Techno-economic analysis of using solar water heaters with evacuated tubes in Khartoum, Sudan. *Energy Education Science and Technology Part A: Energy Science and Research* 2012;28(2): 611–22.
6. Mahlia TMI, Yong JH, Safari A, Mekhilef S. Techno-economic analysis of palm oil mill wastes to generate power for grid-connected utilization. *Energy Education Science and Technology Part A: Energy Science and Research* 2012;28(2):1111–30.
7. Mekhilef S, Safari A, Mustaffa WES, Saidur R, Omar R, Younis MAA. Solar energy in Malaysia: current state and prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2012;16(1):386–96.
8. Saidur R, Mekhilef S, Ali MB, Safari A. Applications of variable speed drive (VSD) in electrical motors energy savings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2012;16(1):543–50.

9. Mekhilef S, Saidur R, Safari A. Biomass energy in Malaysia: current state and prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2011;15(7):3360–70.
10. Papadopoulos AM, Oxizidis S, Kyriakis N. Perspectives of solar cooling in view of the developments in the air-conditioning sector. *Renewable Sustainable Energy Review* 2003;7:419–38.
11. Pattanayak S, Sengupta P, Raychaudhuri BC. Continuous solar grain dryer. In: *ISES Conf.* 1978. p. 1449–52.
12. Solangi KH, Islam MR, Saidur R, Rahim NA, Fayaz H. A review on global solar energy policy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2011;15:2149–63.
13. Whiteld, R. (2021). Solar Thermal Hot Water for Hotels. *Academia Letters*, Article 511.

УДК 621.31:631.3(075.8)

М. Л. Шавкунов, А. С. Корепанов, Р. И. Гаврилов
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ОЗОНА В ЗАКРЫТОМ ПОМЕЩЕНИИ

Проводится сравнительный анализ изменения концентрации озона в закрытом помещении тремя разными устройствами. В итоге определено, что все устройства работают эффективно. Также определено, что при работе нашей установки выделяемая концентрация O_3 не превышает уровня ПДК для живых организмов (КРС и человека).

Актуальность. В воздухе помещений сельскохозяйственного назначения содержится много патогенных микроорганизмов. Из-за патогенных микроорганизмов происходят вспышки заболеваемости, а в некоторых случаях падежа крупного рогатого скота.

Чтобы обезопасить животных и обслуживающий персонал от заболеваний, необходимо очищать и обеззараживать воздух в помещении. Одним из способов подготовки воздуха является озонирование [1–3].

Озонирование – процесс очистки воздуха озоном. Озон (O_3) – это аллотропная форма кислорода, которая имеет трехатомную молекулу, является газом.

Этот газ эффективно борется с различными патогенными микроорганизмами, плесенью, а также насекомыми-паразитами [2–3].

Время распада озона до уровня молекул кислорода зависит от его концентрации в помещении, следовательно, озонирование прекрасно очищает и дезинфицирует воздушную среду. При правильном методе обработки воздуха озоном не наносится вред живым организмам и окружающей среде.

Также не стоит забывать, что озон является окислителем, при том достаточно сильным. При неправильном использовании наносится вред слизистым оболочкам животных, так и обслуживающего персонала [3].

Цель работы состоит в исследовании изменения концентрации озона в закрытых помещениях при использовании разных устройств.

Материалы и методика. В качестве исследуемых устройств будем использовать:

- 1) электрокоронный фильтр разработанной установки;
- 2) дезинфицирующий озонатор «КУПОЛ» с озоновыделением 8 г/час;
- 3) озонатор «Ozone Air Purifier HF258» с озоновыделением 20 г/час.

Для определения концентрации озона будем использовать газоанализатор «Сигнал-4Э» с точностью измерения до 0,01.

Предварительно измерив газоанализатором содержание O_3 в обрабатываемом закрытом помещении площадью 30 м², получили данные о том, что O_3 нет. Следующим шагом подаем питание на исследуемое устройство и включаем таймер. Каждые 10 минут проводим замеры концентрации озона газоанализатором «Сигнал-4Э» и данные записываем в таблицу.

После чего проветриваем помещение длительное время, повторяем опыт (трехкратная повторность) и находим среднее значение. Далее переходим к следующему устройству, замеры производим аналогично.

Результаты исследований. При исследовании концентрации озона, выделяемого электрокоронным фильтром разработанной установки, получаем следующие данные (табл. 1).

Таблица 1 – Концентрация O_3 электрокоронного фильтра разработанной установки

Время работы установки t, мин.	Концентрация выделившегося O_3 , п, г/м ³
0	0
10	0,03

Окончание таблицы 1

Время работы установки t, мин.	Концентрация выделившегося O_3 , п, г/м ³
20	0,07
30	0,09
40	0,1
50	0,15
60	0,17

Концентрацию озона, выделяемую дезинфицирующим озонатором «КУПОЛ», запишем в таблицу 2.

Таблица 2 – Концентрация O_3 дезинфицирующего озонатора «КУПОЛ»

Время работы установки t, мин.	Концентрация выделившегося O_3 , п, г/м ³
0	0
10	1,31
20	2,56
30	2,97
40	3,56
50	4,02
60	4,27

Полученную концентрацию озона, выделяемого озонатором «Ozone Air Purifier HF258», запишем в таблицу 3.

Таблица 3 – Концентрация O_3 озонатора «Ozone Air Purifier HF258»

Время работы установки t, мин.	Концентрация выделившегося O_3 , п, г/м ³
0	0
10	1,13
20	1,97
30	3,05
40	3,96
50	4,37
60	5,96

Полученные значения отобразим на графике (рис. 1).

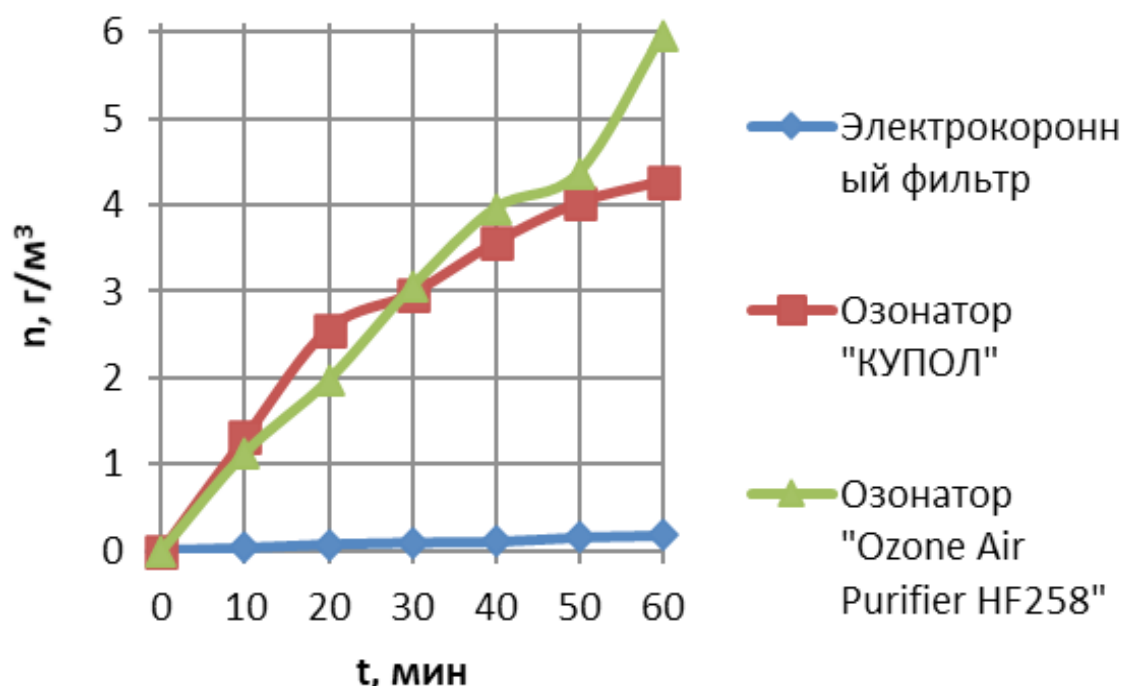


Рисунок 1 – Концентрация O_3 от времени работы установки

Выводы и рекомендации. Полученные данные показывают, что концентрация озона, выделяемая электрофильтром за все время работы, ниже уровня ПДК для животных (КРС) и людей. Следовательно, обработку можно производить, не удаляя животных и обслуживающий персонал из помещения.

Концентрация, выделяемая дезинфицирующим озонатором «КУПОЛ» и озонатором «Ozone Air Purifier HF258», превышает уровень ПДК для животных (КРС) и человека более чем в 20 раз. Отсюда следует, что в данном случае есть необходимость удаления животных и людей из обрабатываемой зоны на время обработки и распада озона до концентрации, соответствующей уровню ПДК, что не всегда реализуемо.

Список литературы

1. Возмилов, А. Г. Применение озона в технологических процессах птицеводства и критерии сравнительной оценки озонаторов / А. Г. Возмилов, Д. В. Астафьев, С. Д. Матвеев. – Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. – № 3. – С. 13–16.
2. Шавкунов, М. Л. Анализ способов обеззараживания воздуха в сельскохозяйственных помещениях / М. Л. Шавкунов // Научные труды студентов факультета энергетики и электрификации ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, посвященные 80-летию кандидата технических наук, доцента, почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации Носкова Виталия

Александровича: электронное издание; отв. за выпуск Н. М. Итешина. – Ижевск, 2018. – С. 19–20.

3. Шавкунов, М. Л. К вопросу образования побочного озона при электрокоронном и ультрафиолетовом обеззараживании воздуха / М. Л. Шавкунов, П. Л. Лекомцев // Современному АПК – эффективные технологии: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации, почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации Валентины Михайловны Макаровой, 11–14 декабря 2018 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – Т. 4. – С. 154–157.

УДК 621.375

С. И. Юран, М. Р. Зарипов, М. Н. Вершинин
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИЗКОКОГЕРЕНТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Приводится исследование по изучению влияния низкоинтенсивного низкокогерентного лазерного излучения на функциональную активность растительных организмов. Выявлена низкая эффективность использования излучения полупроводникового лазера на всхожесть семян пшеницы.

Актуальность. Благодаря использованию лазерного излучения, множеству исследователей удалось добиться хороших положительных результатов в плане повышения функциональной активности клеток. Более подробно явление лазерной стимуляции описывается в работах таких исследователей, как В. М. Инюшин, А. В. Будаговский, П. С. Журба и др. [1–5].

В большинстве работ, посвященных лазерной стимуляции, в качестве источника низкоинтенсивного когерентного излучения выступают газовые лазеры, в частности гелий-неоновый. Популярность использования гелий-неонового лазера объясняется тем, что длина волны излучения лазера лежит в красной области спектра (632,8 нм), а наибольшая поглощательная способность растительных биологических объектов лежит в красной области спектра (600–690 нм). Именно в красной области спектра осущест-

вляется наибольшая поглощательная способность растительных организмов, которая достигает 70–80 %. Этот эффект объясняется поглощательной способностью фитохрома. Фитохром является главным фоторегуляторным хромпротеидом растительных клеток. Именно при возбуждении фитохрома происходит стимулирование растительных клеток. Немаловажным фактором является и то, что данный источник лазерного излучения является высококогерентным, т.е. степень когерентности светового поля существенно превышает размеры растительных клеток: $L_{coh}, r_{cor} \gg 1000$ мкм (длина когерентности и радиус корреляции), в то время как размер растительной клетки составляет 40–100 мкм. Важность данного параметра подробно описывается в работах А. В. Будаговского [2].

Анализ исследовательских работ наглядно показывает высокую эффективность использования гелий-неонового лазера для стимулирования развития растительных организмов. Применение низкоинтенсивного когерентного излучения не ограничивается использованием только гелий-неонового лазера. Существует множество исследований, в которых рассматривают эффективность облучения и от других источников когерентного излучения. Такими источниками излучения являются тепловые источники света со спектральными светофильтрами и полупроводниковые лазеры. Все они являются низкокогерентными источниками лазерного излучения, т.е. степень когерентности светового поля не превышает размеры растительных клеток и составляет $L_{coh}, r_{cor} < 6-8$ мкм.

Несмотря на эти обстоятельства, использование полупроводникового лазера для стимуляции растительных организмов является актуальным направлением исследования. Они универсальны в применении, имеют меньшую стоимость и обладают высокой адаптивностью к применению в автоматизированных системах.

Материалы и методика. Существует ряд работ, в которых описывается использование низкокогерентных источников лазерного излучения в сравнении с излучением гелий-неонового лазера на различных растительных организмах.

А. В. Будаговский описывает результаты сравнительного исследования влияния гелий-неонового лазера и полупроводникового на развитие черенков плодов вишни [1]. Согласно проведенному исследованию, при использовании полупроводникового лазера с длиной волны 650 нм удалось получить результаты

при сравнении с гелий-неоновым лазером. Так, в ходе исследования удалось добиться увеличения длины корней черенков вишни на 54 % при использовании полупроводникового лазера и 65 % при использовании гелий-неонового, а числа проростков – в 1,5 и 2 раза соответственно по сравнению с контрольными образцами.

В работе К. О. Сварко приводится сравнительное исследование влияния лазерного излучения от гелий-неонового и полупроводникового лазеров при обработке семян рододендрона [7]. Так, при использовании газового лазера удалось повысить всхожесть семян до 4 раз в сравнении с контролем. При использовании полупроводникового лазера удалось лишь незначительно превысить всхожесть над контролем – до 10 %.

В другой работе, за авторством А. С. Гордеева, приводится свое исследование [3]. Использование полупроводникового лазера с длиной волны 890 нм повысило выход кондиционных плодов яблони в период хранения на 15 %. В то же время применение газового лазера с длиной волны 632,8 нм и плотностью мощности до 280 мВт/м² снизило выход некондиционных плодов до 4 раз.

Основываясь на результатах исследования влияния гелий-неонового лазера на семена различных культур, с нашей стороны было проведено исследование по влиянию низкокогерентного излучения полупроводникового лазера на физиологическую активность семян пшеницы [6, 8].

Результаты исследований. В рассмотренных работах облучение гелий-неоновым лазером семян различных культур давало достоверное увеличение всхожести, которая превышала контрольный образец на 30 %. Данный параметр варьировался в зависимости от облучаемой культуры и параметров облучения, но всегда был выше контрольного образца на 30 %.

В ходе проведения нашего эксперимента увеличение всхожести семян пшеницы не превышало 15 % от контрольного образца. Результат был получен при нескольких повторностях проведения эксперимента и при различных параметрах лазерного излучения: мощность излучения $P = 5–700$ мВт, время облучения $t = 0,5–10$ мин. Высаживание семян производилось сразу после их облучения лазером.

Результаты проведенного исследования оценивались по количеству и длине проростков пшеницы, подверженной ла-

зерному облучению, и контрольного образца семян пшеницы, не подвергавшихся лазерному облучению. Контрольные данные фиксировались на 5, 10, 15, 20, 25-й день после высадки семян пшеницы.

Выводы и рекомендации. Использование низкокогерентного излучения для повышения функциональной активности растительных организмов является малоэффективным в сравнении с высококогерентным излучением гелий-неонового лазера. Проведенный анализ литературы и собственный опыт использования подобных источников излучения на практике подтвердил важность такого параметра источника лазерного излучения, как степень когерентности.

В то же время результаты исследований по оценке влияния лазерной стимуляции на растительные организмы говорят о том, что использование низкокогерентных источников лазерного излучения для стимуляции растительных организмов является актуальным направлением исследования, связанным с поиском способов и средств повышения степени когерентности данных источников лазерного излучения.

Список литературы

1. Будаговский, А. В. Лазерная техника и технологии в растениеводстве. Научно-информационное издание / А. В. Будаговский, О. Н. Будаговская. – Тамбов, 2011. – 38 с.
2. Управление взаимодействием клеток квазимонохроматическим светом с различной пространственно-временной когерентностью / А. В. Будаговский, М. В. Маслова, О. Н. Будаговская [и др.] // Квантовая электроника. – 2017. – № 2 (47). – С. 158–160.
3. Гордеев, А. С. Автоматизированная обработка яблок: автореф. дис. ... д-р техн. наук / А. С. Гордеев. – М., 1996. – 32 с.
4. Журба, П. С. Лазерная технология промышленного возделывания сельскохозяйственных культур / П. С. Журба, Е. П. Журба // Фотоника. – 2010. – № 3. – С. 34–38.
5. Инюшин, В. М. Луч лазера и урожай / В. М. Инюшин, Г. У. Ильсов, Н. Н. Федорова. – Алма-Аты: Кайнар, 1981. – 186 с.
6. Лабораторный стенд для предпосевной обработки семян пшеницы / А. А. Меркулова, М. Н. Вершинин, М. Р. Зарипов [и др.] // Новые направления развития приборостроения: материалы 13-й Международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов. (Минск, 15–17 апреля 2020 г.) / пред. редкол. О. К. Гусев. – Минск: БНТУ, 2020. – С. 225.

7. Сварко, К. О. Светолазерная фотоактивация рододендродов / К. О. Сварко. – Львов, 1997. – 86 с.

8. Юран, С. И. Влияние монохроматического излучения различного спектрального состава на растительные клетки / С. И. Юран, М. Р. Зарипов, М. Н. Вершинин // Вестник НГИЭИ. – 2021. – № 7 (122). – С. 16–25.

СОДЕРЖАНИЕ

РАСТЕНИЕВОДСТВО, АГРОХИМИЯ И ПОЧВОВЕДЕНИЕ. ОВОЩЕВОДСТВО И ПЛОДОВОДСТВО, ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

- Г. Р. Галиева, Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева**
Содержание жира и сбор масла
при разной глубине посева семян среднерусской
однодомной конопли Надежда
в Среднем Предуралье 3
- И. А. Дерюшев, Д. А. Галицын, В. В. Костев**
Перспективные способы посева овощных культур
в открытом грунте 8
- Ю. Н. Кудрявцева, Т. Ю. Бортник**
Влияние зоогумуса на качество плодов перца сладкого 12
- Т. Г. Леконцева, А. В. Федоров**
Совершенствование технологии
клонального микроразмножения *Vitis vinifera L.*
на примере сорта Память Домбковской. 16
- М. А. Ложкин, Э. Ф. Вафина**
Урожайность зерна сортов озимой тритикале
при десикации и сеникации посевов 22
- А. Б. Мерцалова, Т. Ю. Бортник**
Эффективность гуминовых препаратов
при возделывании ячменя 26
- А. В. Никитина, Т. Г. Леконцева**
Динамика роста и коэффициент размножения
клоновых подвоев яблони в культуре *in vitro* 31
- Т. Н. Рябова, С. И. Коконев**
Современное состояние
комбикормовой промышленности. 33
- И. Н. Серебренникова, Т. А. Бабайцева**
Оценка коллекционных образцов озимой тритикале
в Среднем Предуралье 38

П. А. Ухов, А. В. Никитина Агрохимическая характеристика почвы учебного сада ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.	43
---	----

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО И ЭКОЛОГИЯ

С. Г. Белослудцева, О. Е. Осмачко Анализ роста и развития хвойного подроста на вырубках в условиях Кезского лесничества Удмуртской Республики	46
К. С. Семенова, В. А. Иванова, Ю. А. Попенова Оценка биопрепаратов как способа доочистки почв и грунтов, загрязненных нефтепродуктами	50
М. Н. Старков, Р. Р. Абсалямов, И. Л. Бухарина Изучение содержания антиоксидантных веществ в различных органах дерева в насаждениях ели в условиях Удмуртской Республики.	55
М. В. Якимов Учет лесосечных остатков при заготовке древесины	59

ЗООТЕХНИЯ

Е. Л. Алыпина, Г. Ю. Березкина, Р. Р. Закирова Воспроизводительные качества коров в зависимости от возраста первого осеменения	63
С. Д. Батанов, О. С. Старостина, Л. В. Корнилова, О. А. Гоголева, С. И. Дякин, М. М. Лекомцев, А. А. Лекомцева Анализ формирования хозяйственно-биологических особенностей крупного рогатого скота	67
С. Д. Батанов, О. С. Старостина, О. И. Князева, Л. В. Корнилова, О. А. Гоголева, С. И. Дякин, М. М. Лекомцев, А. А. Лекомцева Совершенствование методов разведения – основной фактор эволюции стад крупного рогатого скота	70

В. Р. Васильев, О. А. Краснова Актуальные проблемы мясного скотоводства Удмуртской Республики	74
С. Л. Воробьева, М. И. Васильева, А. И. Любимов, Д. В. Якимов Динамика изменения яйценоскости пчелиных маток при введении стимулирующей кормовой добавки с эффектом антиоксиданта	79
С. Л. Воробьева, М. И. Васильева, А. И. Любимов, Д. В. Якимов Экономическая эффективность при использовании стимулирующей кормовой добавки в пчеловодстве	85
А. Н. Гуляева, С. П. Басс, П. И. Костенкова Перспективы разведения лошадей продуктивного направления в Удмуртской Республике	90
А. М. Дедюкин, Н. А. Санникова, С. Л. Воробьева Состояние мясного скотоводства в Удмуртии	97
А. М. Дедюкин, Н. А. Санникова, О. Ю. Чекалева, С. И. Чекалева Характеристика экстерьера коров-первотелок СПК «Аксакшур» Малопургинского района Удмуртской Республики	103
Е. И. Куликова, Г. Ю. Березкина, Р. Р. Закирова Линейная оценка экстерьера коров в условиях интенсивной технологии производства молока	107
А. Г. Максимов, Н. А. Максимов Динамика изменения живой массы поросят зимнего и летнего опоросов	112
Л. С. Рыболовлева, М. И. Васильева Организация кормления поросят на доращивании в условиях промышленной технологии	115

- А. С. Федорова, С. Л. Воробьева,
М. И. Васильева**
Способ применения протеинсодержащего препарата
для повышения устойчивости пчелиной семьи 119
- В. М. Юдин, А. И. Любимов, В. В. Хохлов**
Анализ результатов использования инбридинга
в стаде крупного рогатого скота 123

ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА

- А. Ф. Калашникова, О. С. Уткина**
Ветеринарно-санитарные мероприятия,
проводимые в СХК «Нива» Шарканского района 125
- А. П. Караваев, Д. С. Берестов**
Влияние уровня молочной продуктивности
на электрокардиографические показатели коров. 130
- Е. С. Климова, Т. В. Бабинцева**
Сравнительный анализ методов диагностики
криптоспоридиоза крупного рогатого скота 135
- Е. С. Климова**
Эпизоотологические особенности распространения
паразитозов крупного рогатого скота
в различных климатических зонах
Удмуртской Республики 140
- Е. С. Климова, А. Д. Решетникова,
М. Р. Кудрин, Ю. Г. Крысенко**
Эффективность противопаразитарной обработки
при фасциолезе и стронгилятозах
желудочно-кишечного тракта крупного рогатого скота 146
- М. В. Князева**
Этиология и распространение
акушерско-гинекологических болезней
крупного рогатого скота 154
- А. Н. Куликов**
Оценка возможности использования смеси
муравьиной и пропионовой кислот
в качестве консерванта для жидкой кормовой добавки 157

- Е. А. Михеева, Б. А. Александров**
Влияние дезинфицирующих средств
на биопленку молочного оборудования. 160
- Ф. М. Нехайчик, Д. Н. Мингалеев**
Коррозионная активность
дезинфицирующего средства
на основе четвертичного аммониевого соединения 164
- Д. А. Петров**
Гипериммунная поливалентная сыворотка
при острых респираторно-кишечных инфекциях
молодняка крупного рогатого скота. 167
- Д. А. Петров, Д. О. Стерхова**
Микробиологический состав меда шмелей
вида *Bombus Terrestris* 172
- А. Д. Решетникова, Е. С. Климова, Ю. Г. Крысенко**
Терапевтическая эффективность кокцидиостатиков
при эймериозах телят 175
- Н. Н. Рощупкин, Д. С. Берестов**
Изменения электрокардиографических показателей
лошадей при физических нагрузках. 181
- Д. О. Стерхова, В. В. Тихонова**
Влияние «АпиВрач» и «СпасиПчел»
на патогенные микроорганизмы. 185

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

- А. Ю. Алашеева, А. В. Мильчакова, Н. И. Мазунина**
Сравнительная оценка печенья «Минутка»
с добавлением тритикалевой муки 190
- С. В. Владимиров, М. В. Иващенко**
Обоснование состава
мультиэнзимной композиции для переработки
продуктов растительного происхождения 194
- Е. И. Гавшина**
Процесс удаления влаги из плодов облепихи 198

И. Н. Давкина, Т. Н. Рябова, С. И. Коконев Банановое пюре в технологии производства сахарного печенья . . . . .	.203
А. В. Мильчакова, Н. И. Мазунина Производство и экспертиза хлеба «Прибалтийский овощной» с добавлением розмарина . . . . .	.207
О. А. Осколкова, К. В. Анисимова Физико-химический анализ функционального мороженого. . . . .	.212
Е. В. Хардина, С. С. Вострикова, А. М. Саттарова Практика использования жидкой панировочной смеси при производстве рубленых полуфабрикатов . . . . .	.215

ГУМАНИТАРНЫЕ И ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Е. П. Стрелкова, А. А. Мартюшев Решение транспортной задачи доставки товарной продукции сельскохозяйственного предприятия в торговую сеть с использованием задач логистики . . . . .	.221
И. О. Харитоновна, И. А. Болдырева Проблемы и перспективы дистанционного образования в российской системе образования . . . . .	.224

МЕХАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

А. П. Бодалев, А. А. Ломаев, А. В. Костин, Ф. Р. Арсланов, Ю. Г. Корепанов Определение параметров расположения рабочих органов тяжелой зубопружинной бороны . . . . .	.230
Ю. Д. Боднарчук Сравнительный анализ установок для сортировки картофеля . . . . .	.234
М. А. Витвинова Результаты исследований вибродозатора зерна . . . . .	.238

К. Г. Волков, А. Г. Ипатов Исследование термостойкости защитно-восстановительных покрытий рабочей фаски тарелок клапанов . . . . .	.243
К. Г. Волков, А. Г. Ипатов Упрочняющие покрытия на основе никеля с керамическими легирующими компонентами рабочей фаски клапанов автотракторных двигателей . . . . .	.247
А. И. Волкова, А. А. Кавыев Конструктивная безопасность транспортных средств . . . . .	.253
Д. В. Грачев, А. Г. Ипатов Исследование процессов изнашивания рабочих поверхностей пансона при холодной штамповке . . . . .	.257
М. А. Ившин, А. Г. Ипатов Исследование интенсивности изнашивания рабочих органов почвообрабатывающих машин в зависимости от почвенных условий . . . . .	.260
Н. И. Красноперов, О. С. Федоров, Л. С. Мосина Вибрация как способ повышения эффективности работы дозаторов и смесителей при производстве БМВД . . . . .	.265
П. Л. Лекомцев, Р. Ю. Исупов Влияние частотного регулирования привода компрессора на энергетическую эффективность холодильных установок плодоовощных хранилищ . . . . .	.269
А. А. Максимов, И. В. Калинин, Д. С. Семенов Комбинированный ботводробитель для удаления ботвы картофеля перед уборкой . . . . .	.274
Д. А. Марков Обзор наличия машин и оборудования для производства картофеля в Удмуртской Республике с 2013 по 2020 годы . . . . .	.276

В. А. Петров, С. В. Волков, П. Э. Павлов Влияние износа рабочих органов молотковой дробилки на показатели технологического процесса . . . . .	.280
М. Ю. Попкова, В. Фоминых, О. М. Канунникова, В. А. Руденок, О. С. Тихонова Сравнительные исследования влияния Р- и N-содержащих ингибиторов на коррозию стали и цинковых покрытий . . . . .	.284
А. А. Соловьёва, В. В. Касаткин Технология переработки органических отходов на площадках птицефабрик . . . . .	.293
М. Т. Спыну, Е. М. Илюшкова, Я. С. Жигалева, М. В. Тихонова Функционально-экологическая оценка пространственно-временной изменчивости эмиссии поток парниковых газов на территории экологического стационара РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева . . . . .	.296
М. И. Файзуллин, Т. В. Бабинцева, Е. В. Максимова, В. А. Николаев, Р. Р. Закирова Лабораторное исследование соломонавозной смеси после аэробной обработки на наличие патогенов . . . . .	.299
О. С. Федоров, А. Н. Голубков Основные факторы, влияющие на процесс дозирования ингредиентов комбинированных кормов . . . . .	.305
И. Т. Хакимов Расчет фокусного расстояния лазерного полярископа для исследования напряженного состояния на прозрачных моделях деталей. . . . .	.308
И. И. Хузяхметов, А. А. Брагин, Д. В. Бельтюков, А. Г. Иванов Структурный анализ механизма ГРМ с регулируемым временем работы клапанов . . . . .	.314
С. Р. Шинкаренко, В. Ф. Первушин Картофелесажалка с ленточно-ложечным высаживающим аппаратом . . . . .	.320

- М. В. Шкляев, А. Г. Иванов,
В. А. Николаев, Р. Р. Закирова**
Определение мощности привода
конусного загрузочного устройства экструдера 322
- А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев**
Технико-экономическая оценка
использования универсального
сельскохозяйственного транспортного модуля 328
- С. Н. Шуханов, О. Н. Хороших,
И. Б. Егоров**
Зависимость ресурса двигателя
от факторов эксплуатации и режимов его работы 336

ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

- М. А. Иванов**
Повышение эффективности работы
электрооборудования подкормки растений
защищенного грунта углекислым газом 341
- Н. П. Кондратьева, А. А. Шишов**
Анализ устройства
для выявления нарушений изоляции 345
- Н. П. Кондратьева,
В. К. Ваштиев, А. В. Ваштиева**
Модель управления микроклиматом
в инсектарии для выращивания большой восковой моли
при помощи ПИД-регулятора 348
- Н. П. Кондратьева, И. А. Баранова,
А. И. Батулин, К. А. Батурина**
Обоснование эффективности
импульсного режима облучения
статистическими методами обработки данных. 354
- Н. П. Кондратьева, Р. З. Ахатов**
Повышение эффективности
предпосевной обработки семян ультрафиолетом 358

А. Т. Фаррахов Применение солнечных технологий для устойчивого развития сельскохозяйственного сектора . . .	.362
М. Л. Шавкунов, А. С. Корепанов, Р. И. Гаврилов Исследование изменения концентрации озона в закрытом помещении. . . . .	.369
С. И. Юран, М. Р. Зарипов, М. Н. Вершинин Особенности использования низкокогерентного излучения в растениеводстве. . . . .	.373

Научное издание

**ВКЛАД МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
В РЕАЛИЗАЦИЮ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ
РАЗВИТИЯ АГРАРНОЙ НАУКИ**

Материалы
Национальной научно-практической конференции
молодых ученых

*17–19 ноября 2021 года
г. Ижевск*

Редактор И. М. Мерзлякова
Компьютерная верстка А. А. Волкова

Подписано в печать 21.01.2022 г. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 22,6. Уч.-изд. л. 17,6.
Тираж 300 экз. (первый завод 30 экз.). Заказ № 8372.
Отпечатано в ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11.