

Authors:

D. A. Ostroukhov¹, Postgraduate student, <https://orcid.org/0009-0009-1157-8821>;

Yu. G. Vasiliev², Doctor of Medical Sciences, Professor, <https://orcid.org/0000-0002-3417-7280>;

Liliya F. Khamitova³, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-6719-5792>

^{1,3}Udmurt State Agricultural University, 11 Studencheskaya St., Izhevsk, Russia, 426069

²Izhevsk State Medical University, 281 Kommunarov St., Izhevsk, Russia, 426034

¹dimasssstroukhov@gmail.com

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 22.05.2025; одобрена после рецензирования 03.10.2025;
принята к публикации 01.12.2025.

The article was submitted 22.05.2025; approved after reviewing 03.10.2025; accepted for publication 01.12.2025.

Научная статья

УДК 636.3.087.2.085.25

DOI 10.48012/1817-5457_2025_4_118-126

ВЛИЯНИЕ ОТРАБОТАННОГО СУБСТРАТА ВЕШЕНКИ (*PLEUROTUS OSTREATUS*) НА ПЕРЕВАРИМОСТЬ РАЦИОНА У БАРАНОВ

Савенко Юрий Петрович, Алексеева Евгения Ивановна[✉]

ФГБОУ ВО СПбГАУ, Пушкин, Россия

alekseevaei@list.ru

Аннотация. Целью нашей работы стало изучение влияния отработанного пшеничного субстрата вешенки на переваримость кормов рациона у баранов. Физиологический опыт на баранах проводили по общепринятой методике в бараннике СЗ НПО «Белогорка». В балансовом опыте на баранах проводили изучение зоотехнических, физиологических и биохимических показателей крови и рубцового содержимого. Изучалась питательная ценность отработанного пшеничного субстрата вешенки (выращивание гриба 60 суток). Для проведения опыта сформировали две группы животных, по три головы в каждой группе. В первой (контрольной) группе рацион состоял из 1,5 кг сена, 0,3 кг концентратов (ячмень), во второй (опытной) – 1,2 кг сена, 1,0 кг отработанного субстрата, 0,3 кг концентратов. Опыт состоял из двух периодов: предварительного и учетного. Химический анализ (субстратов, кормов, кала) проводили по методикам массового анализа кормов и ГОСТам. В крови определяли щелочной резерв, количество гемоглобина и эритроцитов фотометрическим методом, общие липиды, холестерин, общий белок, лизоцимную и бактерицидную активность. Белковые фракции в сыворотке крови определяли методом электрофореза на бумаге «С». По завершении опыта у животных брали рубцовую жидкость с последующим определением содержания аммиака, целлюлазной и амилазной активности. Исследование крови показало, что скармливание отработанного субстрата в составе рациона повышает в пределах физиологической нормы щелочной резерв крови, бактерицидную активность сыворотки крови, общий белок. Скармливание баранам 1 кг отработанного пшеничного субстрата вешенки в составе рациона способствует повышению переваримости всех питательных веществ: сухого вещества на 7,4 %, органического – на 7,5 %, сырого протеина – 7,8 %, сырой клетчатки – на 6,4%, сырого жира – на 17,8%, БЭВ – на 8,9%. Замена в рационе баранов 300 г сена на 1 кг отработанного субстрата натуральной влажности в балансовом опыте повышала использование кальция в 1,6 раза, фосфора – в 2,4 раза. Полученные результаты говорят о перспективе применения нативного отработанного субстрата вешенки в кормлении жвачных животных как добавки, богатой биологически активными веществами.

Ключевые слова: отработанный пшеничный субстрат вешенки, мицелий вешенки, балансовый опыт, использование кальция и фосфора в рационе баранов, коэффициенты переваримости.

Для цитирования: Савенко Ю. П., Алексеева Е. И. Влияние отработанного субстрата вешенки (*Pleurotus ostreatus*) на переваримость рациона баранов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 4(84). С. 118-126. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2025_4_118-126.

Актуальность. Развитие грибоводства способствует получению побочного продукта – отработанного субстрата, с которого были получены плодовые тела грибов. В качестве субстрата для выращивания грибов используется солома, подсолнечная лузга, мякина и др. пожнивные остатки растений, в том числе и опилки лиственных пород деревьев. В процессе роста мицелия в субстрате происходит разложение органического вещества: пектиновых веществ, склеивающих растительные клетки; целлюлозо-лигнинового и фитатного комплексов. Это приводит к увеличению доступа к питательным веществам из клеток: протеина, углеводов, макро и микроэлементов. Одновременно происходит накопление в субстрате легкопереваримого грибного мицелия, богатого белком, углеводами, витаминами, макро- и микроэлементами, а также обогащение субстрата активными ферментами разной направленности и продуктами промежуточного обмена мицелия и субстрата [7, 14, 18].

Однако для наиболее эффективного использования отработанного субстрата вешенки в качестве биологического сырья в процесс ферmentationи необходимо добавлять целлюлазу, которая катализирует превращение целлюлозы и гемицеллюлозы субстрата в сбраживаемые сахара [19]. Этот процесс схож с процессами, происходящими в преджелудках жвачных животных, где микрофлора преджелудков вырабатывает комплекс ферментов, в том числе и целлюлазу для расщепления клетчатки.

Известно, что ценность того или иного корма зависит не только от содержания в нем питательных веществ, но также от степени их переваримости и влияния на переваривание других кормов суточного рациона [10]. Белорусские ученые установили, что соломистый отработанный субстрат (после сбора 3 волн грибов) при скармливании бычкам старше 12 месяцев в количестве 1,5 кг на голову в сутки в составе рациона повышает переваримость органических питательных веществ на 2,3-3,3 % и увеличивает среднесуточный прирост на 11,3 % [3].

Поэтому была поставлена **цель:** изучить влияние отработанного пшеничного субстрата вешенки на переваримость питательных веществ рациона жвачных животных (баранов).

Материал и методы. Опыты с вешенкой обыкновенной (*Pleurotus ostreatus*) проводились на материале маточных культур, приобретенных в совхозе «Заречье» Московской области. Чистые культуры вешенки выращивали на сусло-агаре и хранили в холодильнике.

Для получения посевного мицелия пользовались методикой Г. Лемке по выращиванию мицелия на зерновом субстрате и его использовали как посевной материал для посева на малопитаельные растительные отходы.

Растительные отходы: ржаная, овсяная солома; кормовая осахаренная древесноволокнистая масса (КДВМ), необессмоленная целлюлоза, лиственные опилки изучались на пригодность биоконверсии их мицелием вешенки обыкновенной. Посевной материал смешивали с субстратом в количестве 5 %, и выращивание осуществляли в полиэтиленовых пакетах. Культивирование проводили при температуре 26 °C в термостате в течение 40-50 суток с отбором проб для проведения химического анализа. Пробы соломы отбирали через 20, 30, 40 суток после посева.

Отбор проб: КДВМ, необессмоленной целлюлозы, лиственных опилок проводили через 10, 20, 30, 50 суток после посева гриба вешенка. Варианты субстрата изучались на предмет использования в кормлении жвачных животных. Разрушение сухого вещества (СВ) субстрата определяли по методике переваримости *in vitro* в модификации В. Лампетера (искусственный рубец).

Для получения отработанного субстрата для балансового опыта использовалась тюкованная пшеничная солома. Солому замачивали в кипящей воде до полного остывания. Для засева применяли зерновой мицелий вешенки. Время выращивания мицелия составляло 60 суток, после понижения температуры (низкотемпературного шока), была получена одна волна грибов. Физиологический опыт на баранах проводили по общепринятой методике [8] в бараннике СЗ НПО «Белогорка». Опыты проводились в оборудованных клетках с индивидуальным кормлением и поением животных. В балансовом опыте на баранах проводили изучение зоотехнических, физиологических и биохимических показателей крови и рубцового содержимого. В опыте на баранах изучалась питательная ценность отработанного пшеничного субстрата вешенки (выращивание гриба 60 суток) в составе суточного рациона.

Для проведения балансового опыта были сформированы две группы животных, по три головы в каждой группе. В первой группе животных (контрольной) рацион состоял из 1,5 кг сена, 0,3 кг концентратов (ячмень), во второй (опытной) группе – 1,2 кг сена, 1,0 кг отработанного субстрата вешенки, 0,3 кг концентратов (ячмень). Балансовый опыт состоял из двух периодов: предварительный, продолжительно-

стью 19 суток, и учетный – 6 суток. В учетный период анализировали количество потребленного корма и выделенного кала. Химический анализ (субстратов, кормов, кала) проводили по методикам массового анализа кормов и ГОСТам [4-6, 9, 12].

В крови определяли щелочной резерв, количество гемоглобина и эритроцитов фотометрическим методом [2], общие липиды, холестерин, общий белок [4], лизоцимную и бактерицидную активность [2]. Белковые фракции в сыворотке крови определяли методом электрофореза на бумаге «С» [2]. Кровь у баранов брали в конце опыта из яремной вены.

По завершении балансового опыта у подопытных животных брали рубцовую жидкость с последующим определением в ней содержания аммиака, целлюлазной и амилазной активности (%) [8].

Результаты исследования. Изучение разных видов растительных отходов ржаной и овсяной соломы, КДВМ, необессмоленной целлюлозы, лиственных опилок проводили с целью дальнейшего изучения динамики изменения их химического состава под влиянием роста мицелия вешенки.

Выращивание вешенки на ржаной соломе показало (табл. 1), что в течение 40 суток происходит увеличение содержания протеина с 3,8 до 5,4 %, количество сырой клетчатки уменьшается с 43,2 до 41,2 %, переваримость СВ в искусственном рубце увеличивается с 20,0 до 35,0 %, т. е. в 1,7 раза.

Таблица 1 – Химический состав и переваримость сухого вещества соломы (после выращивания вешенки), %

Возраст, сут.	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Лигнин	Переваримость
Ржаная солома				
0 (исходная)	3,8	43,2	22,8	20,0
20	5,7±0,2	39,5±0,6	23,6±0,3	22,9±1,2
30	5,5±0,3	42,2±0,7	24,0±0,0	33,4±1,2
40	5,4±0,3	41,2±0,7	25,5±0,7	35,0±5,2
Овсяная солома				
0 (исходная)	5,7	38,2	26,3	20,0
20	6,8±0,3	34,0±1,4	27,9±0,6	24,4±0,6
30	7,0±0,3	35,8±0,5	28,2±0,3	23,1±0,5
40	6,5±0,1	35,0±1,2	30,3±0,3	26,7±1,4

Выращивание вешенки на овсяной соломе в течение 40 суток изменило количество сырого протеина с 5,7 до 6,5 %. В процессе роста вешенки содержание сырой клетчатки умень-

шилось с 38,2 до 35,0 %. Переваримость СВ соломы в искусственном рубце повысилась с 20,0 до 26,7 %.

Изучение ржаной и овсяной соломы после выращивания на них гриба вешенки показало, что в течение 40 суток можно увеличить содержание протеина на 14-42 % и снизить содержание клетчатки на 3,7-4,2 %. Следует отметить, что переваримость СВ соломы в искусственном рубце при этом повысилась на 7-15 %.

В таблице 2 представлены данные по динамике изменения протеина, клетчатки, лигнина и переваримости СВ при росте вешенки на КДВМ. Следует отметить стабильное увеличение содержания протеина, которое достигает к 50 суткам 5,3 %, что составляет практически двукратное его увеличение. В процессе роста вешенки происходит сначала резкое уменьшение содержания клетчатки с последующим ее нарастанием до 45,9. Эти данные требуют дополнительной проверки. В процессе роста гриба на КДВМ переваримость данного субстрата повысилась с 26,9 до 32,6 %.

Таблица 2 – Химический состав и переваримость растительных отходов (после выращивания вешенки), %

Возраст, сут.	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Лигнин	Переваримость
КДВМ				
0 (исходная)	1,2	47,6	29,8	26,9
10	3,5±0,5	36,3±2,1	27,5±1,0	29,6±2,5
20	4,5±0,5	39,6±3,0	29,4±1,0	33,7±4,3
30	4,6±0,6	44,3±2,1	31,1±0,5	32,3±2,8
50	5,3±0,2	45,9±0,6	32,1±0,5	32,6±3,0
Необессмоленная целлюлоза				
0 (исходная)	1,2	68,2	16,7	7,5
10	1,0	67,0	20,5	-
20	1,2	66,5	20,7	-
30	1,3	69	21,4	-
50	2,0	-	21,5	13,0
Лиственные опилки				
0 (исходная)	0,8	41,4	22,6	8,0
10	2,0±0,4	40,1±0,6	23,6±0,3	11,5±2,1
20	2,3±0,2	39,9±0,5	25,9±0,5	11,2±1,5
30	2,6±0,2	40,2±0,5	25,1±0,5	-
50	2,5±0,5	38,0±0,3	26,5±0,3	9,2

Выращивание вешенки на необессмоленной целлюлозе показало, что увеличение протеина происходит незначительно, на 0,8 %. Снижение сырой клетчатки происходило до 20-суточного возраста. При определении переваримости су-

хого вещества в искусственном рубце субстрата было установлено, что она возрастает в 1,7 раза.

Выращивание вешенки на лиственных опилках показало, что количество сырого протеина увеличивается в 3 раза – с 0,8 до 2,5 %. Содержание сырой клетчатки снижается с 41,4 до 38,0 %, а лигнина – увеличивается на 3,9 %. Изучение переваримости СВ лиственных опилок в искусственном рубце показало, что она повышается с 8,0 до 11,5 %.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что выращивание вешенки на КДВМ, необесцемленной целлюлозе и лиственных опилках способствует увеличению содержания протеина в 1,6-4,4 раза, снижению содержания клетчатки на 1,7-11,3 % и повышению переваримости сухого вещества субстратов на 1,0-5,7 %.

До начала проведения балансового опыта на баранах был поставлен острый токсикологический опыт на белых крысах по скармливанию сухого отработанного пшеничного субстрата вешенки. Было установлено, что мицелий гриба вешенки и продукты разложения соломы свойствами острой токсичности не обладают.

Проведение балансового опыта на баранах показало, что включение в рацион 1 кг отработанного пшеничного субстрата вешенки способствовало повышению переваримости питательных веществ кормов в суточном рационе (табл. 3).

Таблица 3 – Коэффициенты переваримости питательных веществ корма в балансовом опыте на баранах (в среднем по группе), %

Группа	Сухое вещество	Органическое вещество	Протеин	Жир	Клетчатка	БЭВ	Зола
Контрольная	48,7±1,8	50,0±1,7	56,8±1,1	44,0±7,7	43,7±2,4	51,8±1,0	17,6±2,9
Опытная	56,1±1,3**	57,5±1,4*	64,6±2,9**	61,8±0,6	50,1±3,6	60,7±0,7**	30,8±1,4**

Примечание: * – Р<0,05; ** – Р<0,01; *** – Р<0,001.

Органическое вещество кормов у баранов опытной группы переваривалось на 7,5 % лучше, чем в контрольной группе (Р<0,05). Образовавшаяся грибная биомасса на пшеничной соломе оказала благоприятное влияние на переваривание протеина рациона, повысив его на 7,8 % (Р<0,01).

Выделение экзогенных ферментов мицелием гриба вешенки способствовало повышению переваримости сырой клетчатки кормов в рационе на 6,4 %.

Следует отметить и повышение коэффициента переваримости сырого жира – на 17,8 %,

безазотистых экстрактивных веществ на 8,9 % (Р<0,01) и сырой золы на 13,2 % (Р<0,01).

По результатам проведенного опыта установлено, что включение в рацион баранов 1 кг отработанного пшеничного субстрата вешенки (составившего свыше 10 % сухого вещества рациона) способствует повышению коэффициентов переваримости всех питательных веществ, изучаемых в балансовом опыте.

Анализ минерального обмена у высокопродуктивных животных и птицы является необходимым при изучении новых видов кормов. Наиболее важным в минеральном обмене является обмен и баланс макроэлементов: кальция и фосфора. Из таблицы 4 следует, что баланс кальция и фосфора у всех баранов был положительный (Р>0,05). Использование кальция корма составило 35,5 % или на 12,8 % выше, чем у баранов контрольной группы. При одинаковом количестве потребления кальция в рационах, в теле баранов опытной группы его откладывалось в 1,5 раза больше.

Отложение фосфора в теле баранов опытной группы было также выше (на 0,7 г). Коэффициент использования фосфора корма баранами опытной группы составил 30,3 %, что на 17,5 % выше, чем в контрольной группе. При одинаковом количестве потребления фосфора в рационах введение в рацион отработанного пшеничного субстрата вешенки повышало усвоение фосфора у баранов опытной группы в 2,4 раза.

Таблица 4 – Суточный баланс использования минеральных веществ рациона баранами, г

Группа	Потребление	Выделено с калом	Баланс, ±	Использовано, %
Кальций				
Контрольная	4,4±0,09	3,4±0,38	1,0±0,29	22,7±7,1
Опытная	4,5±0,03	3,0±0,09	1,6±0,09	35,5±1,9
Фосфор				
Контрольная	4,0±0,32	3,5±0,39	0,5±0,26	12,5±6,4
Опытная	4,0±0,03	2,8±0,20	1,2±0,20	30,0±5,7

На основании данных по изучению баланса кальция и фосфора у баранов можно сделать заключение о том, что выращивание на пшеничной соломе гриба вешенки способствует повышению использования кальция и фосфора рациона и оказывает положительное влияние на обмен этих элементов в организме жвачных животных [3].

Изучение морфологического и биохимического состава крови баранов, получавших отработанный пшеничный субстрат вешенки в рационе, проводили в конце балансового опыта. Результаты исследований представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Гематологические показатели у баранов

Показатели	Группа	
	контрольная	опытная
Эритроциты, 10^{12} шт./л	7,30±0,29	7,44±0,39
Гемоглобин, г/л	100±5,8	88,7±7,6
Щелочной резерв	48,3±1,4	53,7±1,4*
Глюкоза, ммоль/л	1,8±0,07	1,8±0,07
Общие липиды, г/	2,29±0,08	2,08±0,08
Холестерин, ммоль/л	1,63±0,15	1,50±0,18
Лизоцимная активность, %	37,9±2,9	37,1±1,3
Бактерицидная активность, %	46,1±8,9	50,2±2,2
Общий белок, г/л	66,0±2,3	73,3±5,5
Альбумин, г/л	25,3±0,3	27,1±2,3
α-глобулин	12,2±1,1	14,6±1,2
β-глобулин	17,6±1,7	18,4±2,9
γ-глобулин	10,9±0,8	13,2±2,7
Белковый коэффициент, а/г	0,62	0,58

Примечание: * – $P<0,05$.

Сопоставляя полученные гематологические результаты между группами, следует отметить, что скармливание в составе рациона отработанного пшеничного субстрата не приводит к существенным изменениям в содержании эритроцитов, гемоглобина. У баранов, получавших отработанный субстрат вешенки, повышался щелочной резерв крови на 4,5 % CO_2 ($P<0,05$), но оставался в пределах физиологической нормы. При изучении углеводного и липидного обмена установлено, что скармливание отработанного пшеничного субстрата не вызывает достоверных различий между группами. Все показатели были в пределах физиологических норм.

Ведущее место из гуморальных факторов естественной резистентности занимает лизоцимная и бактерицидная активность. Изуче-

ние сыворотки крови показало, что лизоцимная и бактерицидная активность у баранов, получавших отработанный пшеничный субстрата вешенки, была на уровне аналогичных показателей у животных контрольной группы. Определение содержания общих белков в сыворотке крови показало их увеличение до 73,3 г/л, что соответствует верхней границе физиологической нормы ($P>0,05$). При исследовании фракционного состава сывороточного белка отмечено не достоверное увеличение альбуминовой фракции в опытной группе на 7,1 % при высоком общем уровне содержания глобулиновой (снижение белкового коэффициента). Общее содержание γ-глобулина увеличилось в опытной группе на 21,1 %.

На основании полученных результатов исследования крови следует сделать вывод, что скармливание отработанного пшеничного субстрата вешенки в составе рациона в течение 25 суток не оказывает отрицательного влияния на гематологические показатели, белковый, углеводный и липидный обмены, гуморальные факторы естественной резистентности.

Для изучения влияния отработанного пшеничного субстрата вешенки на пищеварительные процессы в рубце баранов мы проводили отбор проб рубцового содержимого с последующим определением в нем содержания аммиака, целлюлазной и амилазной активности.

Из таблицы 6 следует, что в рубцовой жидкости баранов опытной группы содержание аммиака было ниже на 6,6 мг% ($P>0,05$), что характеризует высокую усвоемость азота рубцовой микрофлоры. В тесной связи с этим показателем находятся целлюлазная и амилазная активность.

Таблица 6 – Биохимические показатели содержимого рубца у баранов

Показатели	Группа	
	контрольная	опытная
Аммиак, мг%	23,3±3,1	16,7±2,5
Целлюлазная активность, %	24,1±8,7	38,3±5,3
Амилазная активность, %	25,0±2,9	41,5±16,5

Использование в составе рациона отработанного пшеничного субстрата вешенки способствовало более сильному росту микроорганизмов в рубцовом содержимом и увеличению целлюлазной (в 1,5 раза) и амилазной активности (в 1,6 раза).

Обсуждение. Сравнительный анализ субстратов по выращиванию мицелия вешенки по-

казал, что наибольшее увеличение сырого протеина в 1,4 раза (до 5,4 %), снижение клетчатки (на 3,2 %) и лучшая переваримость сухого вещества до 35 % была в ржаной соломе. В КДВМ отмечалось после роста мицелия в течение 50 суток увеличение протеина в 4,4 раза (до 5,3 %), снижение клетчатки на 1,6 % и переваримость сухого вещества на 32,6 %.

Следует отметить, что практически во всех образцах растительных отходов при выращивании на них вешенки в лабораторных условиях наблюдалось постепенное увеличение содержания лигнина по мере роста мицелия в субстрате. Это объясняется тем, что для роста и развития мицелия гриб использовал в первую очередь легко доступное органическое вещество (пектиновые вещества, гемицеллюлозу, целлюлозу и др.), в результате чего происходило относительное накопление трудно усвояемых веществ (лигнин и др. вещества).

Токсикологические исследования на белых крысах показали, что мицелий гриба вешенки и продукты разложения соломы свойствами острой токсичности не обладают.

Включение в состав рациона баранов отработанного пшеничного субстрата вешенки способствует повышению переваривания следующих питательных веществ рациона: сухого вещества на 7,4 %, органического вещества на 7,5 %, сырого протеина на 7,8 %, сырой клетчатки на 6,3 %, БЭВ – на 8,9 %, сырого жира на 17,8 %, золы на 13,2 %. Обращает внимание взаимосвязь сырой золы и элементов кальция и фосфора по увеличению их усвоения.

Увеличение усвоения элементов кальция и фосфора в балансовом опыте отмечается соответственно в 1,5 и 2,4 раза. Это говорит о косвенном влиянии ферментной системы живого мицелия на фитиновые и пектиновые соединения кормов. Жвачные животные могут использовать пектиновые вещества сена и соломы как источник кальция [16], фитиновую кислоту как источник фосфора, поскольку микрофлора преджелудков и кишечника является продуцентами многих типов фитаз, пектина [9].

Увеличение использования фосфора в балансовом опыте показывает, что отработанный пшеничный субстрат вешенки помимо целлюлаз и амилаз содержит более активные фитазы, способствующие не только повышению использования фосфора и кальция, но и микроэлементов, и органического вещества. Снижение в рубцовой жидкости опытной группы содержания амиака на 6,6 мг% ($P>0,05$) сви-

детельствует о повышении активности рубцовой микрофлоры.

Сравнивая результаты балансового опыта на бычках [3] и взрослых баранах, можно констатировать: питательность отработанного субстрата снижается, чем больше волн грибов будет с него взято. Переваримость сухого вещества, органического вещества, сырого протеина, сырой клетчатки, сырого жира и БЭВ будет снижаться с 6,3-7,8 % (при снятии одной волны вешенки) до 2,3-3,3 % [3] (при снятии трех волн вешенки). Включение в рацион баранов отработанного пшеничного субстрата вешенки способствовало более сильному росту микроорганизмов в преджелудках, повышению целлюлазной и амилазной ферментативной активности рубцового содержимого и, как следствие, более полной утилизации амиака рубцовой микрофлорой.

Выходы:

1. Токсикологические исследования на крысах показали, что мицелий гриба вешенки и продукты разложения соломы свойствами острой токсичности не обладают.

2. Ферментированный вешенкой отработанный субстрат пшеничной соломы натуральной влажности увеличивает переваримость и усвоение питательных веществ суточного рациона у баранов.

3. Скармливание баранам 1 кг отработанного пшеничного субстрата вешенки в составе рациона способствует повышению переваримости всех питательных веществ: сухого вещества – на 7,4 %, органического – на 7,5 %, сырого протеина – 7,8 %, сырой клетчатки – на 6,4 %, сырого жира – на 17,8 %, БЭВ – на 8,9 %.

4. Замена в рационе баранов 300 г сена на 1 кг отработанного пшеничного субстрата вешенки натуральной влажности в балансовом опыте повышало использование кальция в 1,6 раза, фосфора – в 2,4 раза.

5. Исследование крови баранов показало, что скармливание отработанного пшеничного субстрата вешенки в составе рациона повышает в пределах физиологической нормы щелочной резерв крови, бактерицидную активность сыворотки крови, общий белок.

6. Отработанный пшеничный субстрат вешенки способствует повышению в рубцовом содержимом ферментативной активности (амилазной и целлюлазной) и повышению использования амиака рубцовой микрофлорой.

7. Биологическая активность влияния отработанного субстрата вешенки на рацион жвачных животных зависит от количества снятых волн грибов.

Список источников

1. Ахметова А. И., Мухаметзянова А. Д., Шарипова М. Р. Микробные фитазы как основа новых технологий в кормлении животных // Ученые записки Казанского университета. Естественные науки. 2012. Т. 154, кн. 2. С. 103-110.
2. Берестов В. А. Лабораторные методы оценки состояния пушных зверей. Петрозаводск: Карелия, 1981.
3. Субстрат после выращивания гриба вешенка обыкновенная (*Pleurotus ostreatus*) в кормлении крупного рогатого скота / В. М. Глушко [и др.] // Вести национальной академии наук Белоруссии. Серия аграрные науки. 2015. № 2. С. 81-88.
4. ГОСТ-Р 13496.4-93 Методы определения содержания азота и сырого протеина. Общие требования и правила составления: межгос. стандарт / Фед. агентство по техн. регулированию. Москва: Стандартинформ, 2011. 15 с.
5. ГОСТ 26226-95 (ISO 5984-78) Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы. Общее требование и правило составления: межгос. стандарт / Фед. агентство по техн. регулированию. Москва: Изд-во стандартов, 2017. 12 с.
6. ГОСТ-Р 31675-2012 Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации. Корма. Общее требование и правило составления: межгос. стандарт: дата издания 25.06.2020 / Фед. агентство по техн. регулированию. Москва: Стандартинформ, 2011. 10 с.
7. Использование отработанного соломенного субстрата после культивирования гриба вешенка обыкновенная в кормлении молодняка крупного рогатого скота / Т. А. Пучкова [и др.] // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. биол. наук. 2016. № 4. С. 42-47.
8. Клиническая лабораторная диагностика в ветеринарии. Москва: Агропромиздат, 1985. 188 с.
9. Колб В. Г., Камышников В. С. Клиническая биохимия. Минск: Беларусь, 1976.
10. Крылов В. М. Организация и проведение научно-хозяйственных и обменных опытов по кормлению сельскохозяйственных животных: лекция. Ленинград-Пушкин, 1978. 21 с.
11. Крюков В. С. Зиновьев С. В. Новые аспекты в трактовке роли фитазы в процессах пищеварения у продуктивных животных // Проблемы биологии продуктивных животных. 2021. № 3. С. 5-19.
12. Разумов В. А. Методики массового анализа кормов. Москва: Колос, 1982. 172 с.
13. Труфанов О. Фитаза в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы. Киев: Полиграф Инко, 2011. 112 с.
14. Царенко В. П., Воробейков Г. А., Ефремова М. А. Полевые и вегетационные исследования по агрономии и фитофизиологии. Санкт-Петербург: Лань, 2023. 192 с.
15. Эффективное использование кормов при производстве говядины: монография / Н. А. Яцко [и др.]. Минск: Хата, 2000. 254 с.
16. Bains A. [et al.]. Bioactives from Mushroom: Health Attributes and Food Industry Applications. Materials (Basel). 2021; Dec 11; 14(24):7640.
17. Chawla P. [et al.]. Improvement of mineral absorption and nutritional properties of *Citrullus vulgaris* seeds using solid-state fermentation. J. Am. Coll. Nutr. 2020; Sep-Oct; 39(7):628-635. doi: 10.1080/07315724.2020.1718031.
18. Hřebečková T. [et al.]. Change in agrochemical and biochemical parameters during the laboratory vermicomposting of spent mushroom substrate after cultivation of *Pleurotus ostreatus*. Science of the Total Environment. 2020; 739: 140085.
19. Ma Y., Jiang S., Zeng M. In vitro simulated digestion and fermentation characteristics of polysaccharide from oyster (*Crassostrea gigas*), and its effects on the gut microbiota. Food Research International. 2021; 149: 110646.
20. Reddy N. R., Sathe S. K., Salunkhe D. K. Phytates in legumes and cereals. In: Chichester CO, Mrak EM, Stewart GF (eds) Advances in food chemistry. Academic, New York, 1982, pp 1-92.

References

1. Axmetova A. I., Muxametzyanova A. D., Sharipova M. R. Mikrobny'e fitazy' kak osnova novy'x texnologij v kormlenii zhivotny'x // Ucheny'e zapiski Kazanskogo universiteta. Estestvenny'e nauki. 2012. T. 154, kn. 2. S. 103-110.
2. Berestov V. A. Laboratorny'e metody' ocenki sostoyaniya pushny'x zverej. Petrozavodsk: Kareliya, 1981.
3. Substrat posle vy'rashhivaniya griba veshenka oby'knovennaya (*Pleurotus ostreatus*) v kormlenii krupnogo rogatogo skota / V. M. Glushko [i dr.] // Vesti naciona'lnoj akademii nauk Belorussii. Seriya agrarny'e nauki. 2015. № 2. S. 81-88.
4. GOST-R 13496.4-93 Metody' opredeleniya soderzhaniya azota i sy'rogo proteina. Obshchie trebovaniya i pravila sostavleniya: mezhgos. standart / Fed. agentstvo po texn. regulirovaniyu. Moskva: Standartinform, 2011. 15 s.
5. GOST 26226-95 (ISO 5984-78) Korma, kombikorma, kombikormovoe sy're. Metody' opredeleniya sy'roj zoly'. Obshhee trebovanie i pravilo sostavleniya: mezhgos. standart / Fed. agentstvo po texn. regulirovaniyu. Moskva: Izd-vo standartov, 2017. 12 s.
6. GOST-R 31675-2012 Metody' opredeleniya soderzhaniya sy'roj kletchatki s primeneniem promezhutochnoj fil'tracii. Korma. Obshhee trebovanie i pravilo sostavleniya: mezhgos. standart: data izdaniya 25.06.2020 / Fed. agentstvo po texn. regulirovaniyu. Moskva: Standartinform, 2011. 10 s.
7. Ispol'zovanie otrobotannogo solomennogo substrata posle kul'tivirovaniya griba veshenka oby'knovennaya v kormlenii molodnyaka krupnogo rogatogo skota / T. A. Puchkova [i dr.] // Ves. Nacz. akad. nauk Belarusi. Ser. biyal. navuk. 2016. № 4. S. 42-47.
8. Klinicheskaya laboratornaya diagnostika v veterinarii. Москва: Agropromizdat, 1985. 188 s.
9. Kolb V. G., Kam'yshnikov V. S. Klinicheskaya biochimiya. Minsk: Belarus', 1976.

10. Krylov V. M. Organizaciya i provedenie nauchno-kozyajstvennyx i obmennyyx opy'tov po kormleniyu sel'skogozyajstvennyx zhivotnyx: leksiya. Leningrad-Pushkin, 1978. 21 s.
11. Kryukov V. S. Zinov'ev S. V. Novy'e aspeky v traktovke roli fitazy' v processax pishhevareniya u produktivnyx zhivotnyx // Problemy biologii produktivnyx zhivotnyx. 2021. № 3. S. 5-19.
12. Razumov V. A. Metodiki massovogo analiza kormov. Moskva: Kolos, 1982. 172 s.
13. Trufanov O. Fitazavkormleniisel'skogozyajstvennyx zhivotnyx i pticy. Kiev: Poligraf Inko, 2011. 112 s.
14. Czarenko V. P., Vorobejkov G. A., Efremova M. A. Poley'e i vegetacionny'e issledovaniya po agrofiziologii i fitofiziologii. Sankt-Peterburg: Lan', 2023. 192 s.
15. E'ffektivnoe ispol'zovanie kormov pri proizvodstve govyadiny: monografiya / N. A. Yaczko [i dr.]. Minsk: Xata, 2000. 254 s.
16. Bains A. [et al.]. Bioactives from Mushroom: Health Attributes and Food Industry Applications. Materials (Basel). 2021; Dec 11; 14(24):7640.
17. Chawla P. [et al.]. Improvement of mineral absorption and nutritional properties of *Citrullus vulgaris* seeds using solid-state fermentation. *J. Am. Coll. Nutr.* 2020; Sep-Oct; 39(7):628-635. doi: 10.1080/07315724.2020.1718031.
18. Hřebečková T. [et al.]. Change in agrochemical and biochemical parameters during the laboratory vermicomposting of spent mushroom substrate after cultivation of *Pleurotus ostreatus*. *Science of the Total Environment*. 2020; 739: 140085.
19. Ma Y., Jiang S., Zeng M. In vitro simulated digestion and fermentation characteristics of polysaccharide from oyster (*Crassostrea gigas*), and its effects on the gut microbiota. *Food Research International*. 2021; 149: 110646.
20. Reddy N. R., Sathe S. K., Salunkhe D. K. Phytates in legumes and cereals. In: Chichester CO, Mrak EM, Stewart GF (eds) *Advances in food chemistry*. Academic, New York, 1982, pp. 1-92.

Сведения об авторах:

Ю. П. Савенко, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Е. И. Алексеева[✉], доктор сельскохозяйственных наук, доцент

ФГБОУ ВО СПбГАУ, 196601, Россия, Пушкин, ул. Петербургское шоссе, 2

alekseevaei@list.ru

Original article

THE IMPACT OF SPENT OYSTER MUSHROOM SUBSTRATE (PLEUROTUS OSTREATUS) ON THE RATION DIGESTIBILITY IN RAMS

Yuriy P. Savenko, Evgeniya I. Alekseeva[✉]

Saint-Petersburg State Agrarian University, Pushkin, Russia

alekseevaei@list.ru

Abstract. The purpose of the research was to study the influence of spent wheat oyster mushroom substrate on the feed digestibility in rams. The physiological experiment on rams was carried out according to the generally accepted methods in the ram stable Belogorka. Zootechnical, physiological and biochemical parameters of blood and the rumen content were studied in the digestion experiment on rams. This experiment examined the nutritional value of spent wheat substrate used to grow oyster mushrooms (growing the mushroom for 60 days). To conduct the digestion experiment, two groups of animals were formed, three heads in each group. In the first group of animals (control), the ration consisted of 1.5 kg of hay, 0.3 kg of concentrates (barley), in the second (experimental) group – 1.2 kg of hay, 1.0 kg of spent substrate, 0.3 kg of concentrates. The experiment consisted of two periods: preliminary, lasting for 19 days and accounting – for 6 days. The chemical analysis (substrates, feed, feces) was carried out according to the methods of mass analysis of feed and GOSTs. The alkaline reserve, hemoglobin, and erythrocyte levels in the blood were measured using a photometric technique. Additionally, total lipids, cholesterol, protein, lysozyme, and bactericidal activity were assessed. Protein fractions in serum were determined by C paper electrophoresis. At the end of the experiment, the ruminal fluid was taken from the tested animals, followed by determination of its ammonia content, cellulase and amylase activity (%). A study of sheep blood has shown that feeding with spent substrate in the ration increases the alkaline reserve of blood, the bactericidal activity of blood serum, and total protein within the physiological norm. Feeding rams with one kilogram of spent wheat substrate used to grow oyster mushrooms contributes to the increase of the digestibility of all nutrients: dry matter by 7.4 %, organic matter – by 7.5 %, crude protein – by 7.8 %, crude fiber – by 6.4 %, crude fat – by 17.8 %, nitrogen free extracts – by 8.9 %. Replacing 300 grams of hay with 1 kg of spent substrate with natural moisture in the ration of rams in the digestion experiment increased the use of calcium by 1.6 times, phosphorus by 2.4 times. The findings suggest the potential of using native spent oyster mushroom substrate as a feeding additive for ruminants, as it is rich in biologically active compounds.

Key words: spent wheat oyster mushroom substrate, mycelium of oyster mushroom, digestion experiment, use of calcium and phosphorus in the ration of rams, digestibility coefficients.

For citation: Savenko Yu. P., Alekseeva E. I. The impact of spent oyster mushroom substrate (*Pleurotus ostreatus*) on the ration digestibility in rams. The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy. 2025; 4 (84): 118-126. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2025_4_118-126.

Authors:

Yu. P. Savenko, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

E. I. Alekseeva[✉], Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor

Saint-Petersburg State Agrarian University, 2 Peterburgskoe Shosse St., Pushkin, Russia, 196601

alekseevaei@list.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 31.07.2025; одобрена после рецензирования 19.08.2025;
принята к публикации 01.12.2025.

The article was submitted 31.07.2025; approved after reviewing 19.08.2025; accepted for publication 01.12.2025.

Научная статья

УДК 636.5.033(470.53)

DOI 10.48012/1817-5457_2025_4_126-131

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОДУКТИВНЫХ КАЧЕСТВ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ В ЛИЧНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ НАСЕЛЕНИЯ ПЕРМСКОГО КРАЯ

Хохлов Владимир Вячеславович¹, Юдин Виталий Маратович^{2✉},
Тронина Анастасия Сергеевна³, Ситников Владимир Алексеевич⁴

¹ФКОУ ВО Пермский институт ФСИН России, Пермь, Россия

^{2,3}Удмуртский ГАУ, Ижевск, Россия

⁴ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, Пермь, Россия

²vitaliyiudin@yandex.ru

Аннотация. В последние годы на территории Пермского края активно развивается домашнее птицеводство, которое представлено в основном разведением кур яичного направления. При этом ежегодно увеличивается доля личных хозяйств населения, ведущих мясное птицеводство. В регионе действует ряд предприятий, направлением деятельности которых является производство молодняка птицы для населения. В таких организациях осуществляется инкубация яйца как отечественных, так и зарубежных производителей. Целью исследований был анализ сохранности и продуктивности цыплят-бройлеров кросса Кобб-500 производства Чехии и Испании в условиях хозяйств населения в Пермском крае. Исследование проводилось путем анализа данных о выращивании, откорме и сохранности цыплят-бройлеров кросса Кобб-500 разного происхождения при идентичных условиях содержания и кормления в трех личных хозяйствах населения. Установлено, что большая экономическая эффективность достигается при выращивании на мясо цыплят-бройлеров кросса Кобб-500, произведенных в Чехии. Их сохранность составила 95,33 % по сравнению с молодняком, полученным из яйца, произведенного в Испании, – 91,33 %. При анализе экономической эффективности производства мяса птицы установлено, что птица, полученная при инкубации яйца, произведенного в Чехии, имеет экономическую эффективность на 8,48 % выше в сравнении с птицей, полученной из яйца, произведенного в Испании.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, кросс Кобб-500, личные хозяйства населения, сохранность, импортное яйцо.

Для цитирования: Сравнительный анализ продуктивных качеств цыплят-бройлеров в личных хозяйствах населения Пермского края / В. В. Хохлов, В. М. Юдин, А. С. Тронина, В. А. Ситников // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 4(84). С. 126-131. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2025_4_126-131.