

УДК 636.087.25

DOI 10.33814/AFP-2222-5366-2026-2-50-60

ВЛИЯНИЕ КОФЕЙНОГО ЖМЫХА В РАЦИОНЕ ОВЕЦ НА ПРОЦЕССЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ И ПЕРЕВАРИМОСТЬ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

А. В. Мишуров, кандидат сельскохозяйственных наук

ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса»

141055, Россия, Московская область, г. Лобня, ул. Научный городок, корп. 1

a.v.mishurov@mail.ru

EFFECT OF COFFEE GROUNDS IN THE DIET OF SHEEP ON DIGESTION AND DIGESTIBILITY OF NUTRIENTS

A.V. Mishurov, Candidate of Agricultural Sciences

Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology

141055, Russia, Moscow region, Lobnya, Nauchnyi gorodok str., k. 1

a.v.mishurov@mail.ru

Исследования проведены на экспериментальном дворе ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста на овцах породы Катадин с хроническими фистулами рубца по Басову, которые рассматривались как модель для жвачных животных. Химический анализ кофейного жмыха показал его низкую питательность: содержание сырой клетчатки составило около 34 %, сырого протеина — менее 8 % и более 11 % сырого жира. В рацион овец опытной группы жмых включали в количестве 90 г на голову в сутки, что составило 20,5 % от замены комбикорма. Установлено, что введение кофейного жмыха в рацион овец не оказало негативного влияния на потребление питательных веществ рациона: по сухому веществу (+1,3 %), по жиру (+20,2 %), по клетчатке (+14,8 %), при этом разница по сырому протеину на 2,3 %, была в пользу животных контрольной группы. Более высокое содержание жира и клетчатки в кофейном жмыхе, отразилось на лучшем их потреблении, на 20,2 % ($P < 0,001$) и 14,8 % ($P < 0,01$), соответственно. По переваримости питательных веществ значительной разницы между группами не наблюдалось. Анализ рубцового метаболизма выявил более высокое содержание летучих жирных кислот в опытной группе, что могло быть связано с более высоким содержанием жира в жмыхе. При этом амилолитическая активность оказалась на 8,8 % ниже по сравнению с контролем. Наблюдалось также снижение общего количества микробиальной массы в рубце животных опытной группы, в сравнении с контролем, через 3 часа — на 13 %, через 5 часов — на 16 %. Возможно, это вызвано антипитательными веществами или жирными кислотами в жмыхе. Последние могут являться источником энергии, а при избытке — оказывать негативное влияние на пищеварительные и метаболические процессы в организме животных. Для более полной оценки использования кофейного жмыха рекомендуется провести дополнительные исследования при длительном его скармливании.

Ключевые слова: кофейный жмых, овцы, жвачные животные, переваримость, рубцовый метаболизм.

The studies were conducted at the experimental yard of the L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry on Katahdin sheep with chronic Basov's rumen fistulas, which were used as a model for ruminants. The chemical analysis of the coffee grounds revealed its low nutritional value, with a crude fiber content of approximately 34%, a crude protein content of less than 8%, and a crude fat content of over 11%. In the diet of the experimental group of sheep, the grounds were included in the amount of 90 grams per head per day, which was 20.5% of the replacement of compound feed. It was found that the introduction of coffee grounds in the diet of sheep did not have a negative effect on the consumption of nutrients in the diet, on dry matter (+1.3%), on fat (+20.2%), on fiber (+14.8%), while the difference in crude protein by 2.3% was in favor of the animals of the control group. The higher fat and fiber content in the coffee grounds resulted in better consumption, with a 20.2% ($p < 0.001$) and 14.8% ($p < 0.01$) increase, respectively. There was no significant difference in nutrient digestibility between the groups. The analysis of ruminal metabolism showed a higher content of volatile fatty acids in the experimental group, which may be due to the higher fat content in the grounds. However, the amylolytic activity was 8.8% lower compared to the control group. There was also a decrease in the total microbial mass in the rumen of the experimental group animals, compared to the control, by 13% after 3 hours and by 16 % after 5 hours. This may be caused by antinutrients or fatty acids in the grounds. The latter can be a source of energy, and if there is an excess, it can have a negative impact on the digestive and metabolic processes in the animal's body. To fully assess the use of coffee grounds, it is recommended to conduct additional studies with long-term feeding.

Keywords: coffee grounds, sheep, ruminants, digestibility, ruminal metabolism.

Введение. Одной из актуальных проблем на сегодняшний день является рациональное использование отходов перерабатывающих производств. Это особенно важно при переработке биологического сырья, в состав которого входят природные биополимеры белковой, углеводной, липидной и нуклеотидной природы.

Кофе является одним из самых популярных напитков в мире, и на всех стадиях его переработки образуется ряд побочных продуктов, в частности, кофейный жмых, который составляет 60–65 % сырой массы кофейных зерен [8]. Жмых содержит органические соединения: липиды, полисахариды, полифенолы, дубильные вещества, кофеин, хлорогеновую и кофейную кислоты, антоцианы, имеющие высокую биологическую ценность [7; 14]. Требуя высоких затрат, утилизация кофейного жмыха, приводит к потере этих ценных биологически активных соединений, которые можно

фракционировать и использовать более эффективно [2; 9].

Использование кофейного жмыха в качестве источника корма для жвачных животных зависит от ряда факторов, таких как стоимость, доступность, обработка и совместимость с другими компонентами рациона. Необходимо определить соответствующие методы обработки, чтобы смягчить любые негативные воздействия соединений на продуктивность животных и усвоение питательных веществ [14].

В настоящее время предложено несколько новых методов экстракции, разработанных для более эффективного извлечения биологически активных соединений за счет сокращения как времени экстракции, так и используемого растворителя. Эффективная экстракция таких соединений может служить как пищевыми добавками, так и биоактивными веществами в косметике и фармацевтике [10]. Так, разработана технология пере-

работки отходов производства растворимого кофе, которая включает экстракцию антипитательных веществ из кофейного жмыха органическим растворителем (ацетоном) с получением кофейного масла. Твердый остаток, предварительно обработанный путем кислотного гидролиза, предложено использовать при глубинном культивировании дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* П, в результате чего получается продукт, содержащий не менее 49 % белковых веществ (сырого белка) [1].

Путем экстракции кофейного жмыха можно получить кофейный экстракт (из 1 т кофейного жмыха — 100–120 кг экстракта). Этот продукт имеет вид жиромасляной массы и отличается полноценным жирнокислотным составом, основу которого составляют линоленовая (58,7 %), пальмитиновая (17,58 %) и олеиновая (12,7 %) кислоты.

Исследованиями установлено, что в процессе хранения кофейного экстракта число омыления, йодное число и показатели кислотности практически не изменяются, что свидетельствует о наличии антиоксидантов и, соответственно, положительном влиянии на течение внутриклеточных гидролитических и окислительных ферментативных процессов. Поэтому есть основания полагать, что этот продукт будет иметь определенную ценность в кормлении молодняка крупного рогатого скота в качестве частично-заменивателя молочного жира.

Исследования показали, что частичная замена молочного жира липидами кофейного экстракта способствовала оптимизации азотистого обмена в организме телят и увеличению среднесуточных приростов на 7,7 % по сравнению с теля-

тами, получавшими молоко без добавок [8].

Для взрослых животных определяющее значение имеет доза ввода кофейного жмыха в рацион. Установлено, что его добавление приводит к увеличению летучих жирных кислот в рубцовой жидкости в частности пропионата без изменения ацетата. Что, в свою очередь, может оказывать антиметаногенное действие в рубце. В то же время более высокие дозы кофейного жмыха за счет фенольных соединений и жирных кислот могут снижать питательную ценность кормов рациона, замедляя расщепление белка и крахмала, препятствуя расщеплению аминокислот за счет избирательного воздействия на определенные микроорганизмы рубца [11].

Это согласуется с проведенными на овцах молочной породы исследованиями, в которых изучались три уровня введения кофейного жмыха в рацион: на 1 кг сухого вещества рациона вводили 100 г, 150 г, 200 г. Исследования показали, что включение кофейного жмыха в количестве до 200 г/кг в концентрат не повлияло на характер рубцовой ферментации. На фоне снижения усвояемости белка и крахмала это привело к снижению выбросов CH_4 , что, в свою очередь, может стать частью стратегий по снижению уровня метана в рубце жвачных животных. Вместе с этим, в крови овец, получавших дополнительно к рациону кофейный жмых, улучшился антиоксидантно-иммунный статус [14].

Установлено, что использование кофейного жмыха в рационе коров в количестве 8 и 16 % привело к снижению концентрации аммиачного азота и аминокислотного азота в рубцовой жидкости, при

этом количество белкового азота в рубцовой жидкости этих животных увеличилось. Наиболее выраженное влияние на обменные процессы азотсодержащих соединений в рубце и продуктивные показатели коров оказало дополнительное скармливание кофейного жмыха в количестве 16 % от массы комбикорма. У этих животных наблюдалось увеличение среднесуточного удоя и улучшение качественных показателей молока (увеличение содержания белка, жира и лактозы в молоке) и привело к увеличению насыщенных жирных кислот с четным и нечетным числом атомов углерода в цепи, мононенасыщенных жирных кислот семейств n-7 и n-9 и полиненасыщенных жирных кислот семейств n-3 и n-6 общих липидов [3; 4; 5].

На коровах голштинской породы было проведено несколько опытов, в которых изучалась разная доза ввода в рацион кофейного жмыха (в первом — 0–5 %, во втором — 0,5–10 %). Выявлено что 5 % кофейного жмыха в рационе коров не оказали негативного влияния на потребление корма или продуктивность. Во втором эксперименте по мере увеличения концентрации жмыха в рационе животных, продуктивность и приросты живой массы постепенно снижались. В третьем и четвертом исследованиях кофейный жмых добавлялся в зерновые рационы откормочного скота, получавшего высококонцентрированные рационы с низким содержанием грубых кормов. Постепенное добавление кофейного жмыха (5 или 10 %) в зерновой рацион приводило к снижению потребления зерна и прироста живой массы [11].

В исследованиях на лактирующих овцах также была изучена разная доза

включения в концентрат кофейного жмыха (30, 50 и 100 г/кг). Установлено, что включение кофейного жмыха в количестве 100 г/кг в состав концентрата изменило характер ферментации в рубце в сторону увеличения содержания уксусной и масляной кислот в рубце, и уменьшению содержания пропионовой, что привело к улучшению продуктивности и состава молока без ухудшения пищевого поведения или переваримости [13].

Цель исследований — изучить питательную ценность и физиологическое действие жмыха кофейного для определения целесообразности его применения в кормлении жвачных животных.

Материалы и методы исследований. Физиологические исследования проведены на экспериментальном физиологическом дворе ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста на овцах породы Катадин с хроническими фистулами рубца по Басову, которые рассматривались как модель для жвачных животных. Используемый метод — пар аналогов, с учетом живой массы (60 кг) и возраста (2 года).

Длительность исследований составила 30 дней (21 день — предварительный и 7 дней — учетный).

Для проведения исследований в рационе овец опытной группы использовали кофейный жмых в количестве 90 г/гол/сутки (табл. 1). Поение осуществлялось вволю.

Во время предварительного и учетного периодов проводили учет задаваемых кормов и их остатков.

В учетный период отбирались среднесуточные пробы кормов, их остатков, кала и мочи по общепринятой методике проведения опытов по переваримости.

1. Схема опыта на овцах

Корма	Группа (n = 3)	
	контрольная	опытная
Сено, г	1500	1500
Комбикорм, г	400	350
Кофейный жмых, г	—	90
Соль лизунец	+	+

Все анализы проводили по общепринятым методикам.

Для изучения переваримости питательных веществ рациона после окончания опыта были проанализированы средние пробы кормов, остатков, кала и мочи.

В кормах, их остатках и кале определяли: первоначальную влагу, воздушно-сухое вещество, сырой протеин, сырой жир, сырую клетчатку, сырую золу, кальций, фосфор, БЭВ и органическое вещество.

Для характеристики рубцового пищеварения у животных через фистулы отбирали пробы содержимого рубца за один час до кормления, через три часа после кормления и через пять часов после кормления. Определены: рН содержимого рубца; общее количество летучих жирных кислот (ЛЖК); аммиачный азот; амилалитическая активность рубцовой жидкости; биомасса простейших и бактерий.

Полученные в опыте материалы обработаны биометрически с вычислением следующих величин: среднеарифметическая, среднеквадратическая ошибка и уровень значимости (P). Результаты исследований считали высоко достоверными при $P < 0,001$ и достоверными при $P < 0,01$ и $P < 0,05$. При $P < 0,1$, но $P > 0,05$ — тенденция к достоверности полученных данных. При $P > 0,1$ разница будет считаться недостоверной.

Результаты исследований и их обсуждение. Проведенные химико-аналитические исследования кофейного жмыха показали, что продукт характеризуется высоким содержанием клетчатки (около 34 %) и низким содержанием сырого протеина (менее 8 %), что характеризует продукт как низкопитательный. В то же время относительно высокое содержание сырого жира (более 11 %) обеспечивает его энергетическую ценность, сравнимую с зерноотходами (табл. 2).

2. Химический состав кофейного жмыха, в 1 кг натурального корма

Показатель	Содержание
Сухое вещество, г	906
Энергетическая кормовая единица	0,83
Обменная энергия, МДж/кг	8,27
Сырой протеин, г/кг	76,51
Сырой жир, г/кг	114,09
Сырая клетчатка, г/кг	338,89
Зола, г/кг	6,46
БЭВ, г/кг	363,64

Рацион животных был сбалансирован в соответствии с детализированными нормами для данной половозрастной группы овец.

В рационе овец опытной группы 50 г

комбикорма заменили на 90 г кофейного жмыха, в связи с этим животным опытной группы задали несколько большее (на 2,3 %) количество питательных веществ (табл. 3).

3. Задано питательных веществ с рационом

Показатель	Группа (n = 3)	
	контрольная	опытная
Сухое вещество, г	1624,7	1662,35
Органическое вещество, г	1505,2	1545,71
Сырой протеин, г	210,15	208,97
Сырой жир, г	43,03	51,78
Сырая клетчатка, г	413,79	441,60
БЭВ, г	838,22	843,36
Сырая зола, г	119,49	116,63

Потребление кормов — одна из первых основных характеристик кормовой ценности рациона. Скармливание кофейного жмыха не оказало отрицательного влияния на потребление кормов.

Наоборот, по физическому потреблению сухого вещества животные опытной группы превышали аналогичный показатель в контроле на 17,71 г (+1,3 %) (табл. 4).

4. Фактическое потребление питательных веществ рациона (n = 3)

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Сухое вещество, г	1346,00 ± 17,92	1363,71 ± 18,68
Органическое вещество, г	1238,60 ± 17,14	1265,08 ± 17,56
Сырой протеин, г	193,25 ± 1,09	188,89 ± 1,26
Сырой жир, г	38,94 ± 0,26	46,82 ± 0,31*
Сырая клетчатка, г	305,65 ± 6,95	350,95 ± 5,67**
БЭВ, г	700,77 ± 8,84	678,43 ± 10,32
Сырая зола, г	107,36 ± 1,34	98,63 ± 1,13**

Достоверно при $*P \leq 0,001$, $**P \leq 0,01$.

Из-за более высокого содержания жира и клетчатки в кофейном жмыхе их потребление в опытной группе оказалось достоверно выше по сравнению с контролем на 20,2 % и 14,8 % соответственно.

Второй показатель полноценности рациона — переваримость питательных веществ. Данные, полученные в опыте

по переваримости, показали, что переваримость сухого вещества и питательных веществ рациона подопытных животных имели характерные для данного возраста овец значения и практически не отличались между собой, что указывает на отсутствие отрицательного воздействия от скармливания кофейного жмыха (табл. 5).

5. Переваримость питательных веществ (n = 3)

Показатель	Группа			
	контрольная		опытная	
	граммов	%	граммов	%
Сухое вещество	876,58 ± 16,45	65,12 ± 0,64	887,62 ± 9,48	65,09 ± 0,22
Органическое вещество	827,33 ± 16,01	66,79 ± 0,52	840,51 ± 7,03	66,45 ± 0,30
Сырой протеин	126,22 ± 2,54	65,32 ± 1,31	124,11 ± 0,42	65,71 ± 0,26
Сырой жир	25,01 ± 0,18	64,23 ± 0,35	30,56 ± 0,31*	65,28 ± 0,41
Сырая клетчатка	196,68 ± 5,65	64,34 ± 0,84	223,87 ± 1,86**	63,81 ± 0,73
БЭВ	479,43 ± 9,51	68,41 ± 0,50	461,97 ± 5,87	68,10 ± 0,28

Достоверно при $*P \leq 0,001$, $**P \leq 0,05$.

Не менее важной характеристикой веществ, что характеризуется рядом показателей рубцового метаболизма является усвояемость переваренных питательных веществ (табл. 6).

6. Показатели рубцового метаболизма (n = 3)

Группа	Время взятия проб		
	за 1 час до кормления	через 3 часа после кормления	через 5 часов после кормления
рН в рубцовом содержимом			
Контрольная	6,81 ± 0,04	6,07 ± 0,03	6,2 ± 0,05
Опытная	6,67 ± 0,08	6,04 ± 0,09	6,21 ± 0,09
ЛЖК в рубцовой жидкости (Ммоль/100 мл)			
Контрольная	6,61 ± 0,25	8,05 ± 0,67	7,54 ± 0,0,29
Опытная	6,83 ± 0,67	8,65 ± 0,34	7,27 ± 0,35
Аммиак в рубцовой жидкости (мг %)			
Контрольная	15,65 ± 0,34	19,46 ± 3,33	17,68 ± 0,97
Опытная	14,16 ± 3,18	17,68 ± 2,57	16,11 ± 0,70
Амилолитическая активность (ед./мл)			
Контрольная	18,60 ± 0,17		
Опытная	16,96 ± 0,33*		

Достоверно при: $*P \leq 0,05$.

При нормальном функционировании рубца показатель кислотности (рН) рубцовой жидкости имеет значения 6,0–7,0. При снижении рН ниже 6,0, что связано с избыточным количеством летучих жирных кислот, отмечается закисление рубцового содержимого — ацидоз. При образовании избыточного количества

аммиака показатель рН смещается в щелочную сторону (>7), что именуется как алкалоз.

В нашем случае значения рН, как до кормления, так и после него, находились в пределах физиологических значений и имели близкие между собой показатели.

Более 60 % энергии, используемой животными для обеспечения жизни и продуктивности, поступает из летучих жирных кислот. Повышенное содержание ЛЖК через три часа после кормления и пониженное их содержание через пять часов после кормления у животных опытной группы может свидетельствовать о более интенсивном переваривании питательных веществ и лучшей их усвояемости. Не следует также исключать, что данное благоприятное количество ЛЖК в опытной группе связано с более высоким содержанием в рационе сырого жира.

Пониженное содержание аммиака в рубцовом содержимом животных опытной группы, по сравнению с контролем, указывает на лучшее его использование бактериями рубца для производства микробного протеина.

Амилолитическая активность (выражается числом единиц указанных ферментов в 1 г препарата) характеризует

способность амилолитических ферментов катализировать гидролиз крахмала до декстринов различной молекулярной массы. Исследованиями отмечено, что в опытной группе данный показатель оказался достоверно ниже, чем в контроле — 16,96 против 18,60 ед./мл. Полученные данные перекликаются с исследованиями других авторов [11]. Предполагаемые причины — повышенное содержание в рационе жира и клетчатки, либо избыточное количество антипитательных веществ, поступивших с кофейным жмыхом, ингибирующее амилолитические ферменты.

Вышеуказанные возможные причины, очевидно, оказали и негативное действие на состав микробиальной массы в рубце. В частности, количество бактерий и простейших в рубцовой жидкости животных опытной группы имели меньшее значение по сравнению с контролем, как через три часа, так и через пять часов после кормления (табл. 7).

7. Содержание микробиальной массы в рубцовой жидкости (n = 3)

Группа	В 100 мл рубцового содержимого, г								
	до кормления			через 3 часа после кормления			через 5 часов после кормления		
	бактерии	простейшие	всего	бактерии	простейшие	всего	бактерии	простейшие	всего
Контрольная	0,352 ± 0,046	0,346 ± 0,007	0,69 ± 0,045	0,425 ± 0,040	0,525 ± 0,060	0,95 ± 0,101	0,343 ± 0,055	0,573 ± 0,057	0,91 ± 0,101
Опытная	0,307 ± 0,014	0,369 ± 0,029	0,676 ± 0,040	0,440 ± 0,059	0,386 ± 0,027	0,826 ± 0,086	0,306 ± 0,046	0,464 ± 0,036	0,770 ± 0,063

Заключение. Кофейный жмых по содержанию обменной энергии и питательных веществ представляет определенную кормовую ценность, сравнимую с зерноотходами, и может служить по-

тенциальным кормом для жвачных животных.

Скармливание овцам кофейного жмыха в качестве частичной замены концентрированных кормов в рационе

в количестве 90 г на голову в сутки не оказало отрицательного действия на потребление и переваримость питательных веществ рациона.

В то же время, в наших исследованиях выявлено, что использование кофейного жмыха не оказало существенного положительного влияния на ферментацию рубца и усвояемость корма. Возможно, это связано с антипитательными веществами или жирными кислотами, содержащимися в кофейном жмыхе. Последние, с одной стороны,

могут рассматриваться в качестве энергетических источников, оказывая положительное влияние на продуктивность жвачных животных, а с другой стороны, при высоких дозах скармливания, оказывать негативное действие на пищеварительные и обменные процессы в организме.

Для более полной оценки использования кофейного жмыха в рационе жвачных животных рекомендуется провести дополнительные исследования при длительном его скармливании.

Литература

1. Биоконверсия отходов производства растворимого кофе в продукты кормового назначения / Е. В. Башашкина, Н. А. Суясов, И. В. Шакир, В. И. Панфилов // Экология и промышленность России. – 2011. – № 1. – С. 18–19. – EDN PCOSHX.
2. Ксенофонтова А. А., Шаповалов С. О., Буряков Н. П. Жмых кофейный — альтернативное кормовое средство в питании животных // Комбикорма. – 2024. – № 9. – С. 38–41 – EDN XIUELW. – DOI 10.69539/2413-287X-2024-09-3-228.
3. Романчук А. С. Обмен незэстерифицированных жирных кислот в жидком содержимом рубца и продуктивные показатели коров при наличии в их рационе кофейного шлама // Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. – 2016. – № 2 (129). – С. 21–29. – EDN YZLSLF.
4. Романчук А. С. Обмен азотсодержащих соединений в жидком содержимом рубца и продуктивные показатели коров при наличии в их рационе кофейного шлама // Біологія тварин. – 2016. – Т. 18. – № 3. – С. 84–90. – EDN WWKLIV. – DOI 10.15407/animbiol18.03.084.
5. Романчук А. С., Рівіс Й. Ф. Середньодобове виділення жирних кислот загальних ліпідів з молоком та продуктивні ознаки корів за наявності в їх раціоні кавового шламу // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. – 2017. – № 61. – С. 173–183. – EDN YZJWKT.
6. Санников Д. С., Санникова Н. В. Проблемы утилизации отходов в сельском хозяйстве и их последствия // Мир инноваций. – 2021. – № 1. – С. 46–50. – EDN MWJJSJL.
7. Соболева О. М. Использование ассоциата микромицетов для твердофазной ферментации кофейного жмыха // Глобализация экологических проблем: прошлое, настоящее и будущее : сб. материалов заочной междунар. науч.-практ. конф. – 2017. – 226 с. – EDN ZETEDT.
8. Федак Н. М., Чумаченко С. П., Вовк Я. С. Использование продуктов переработки кофе в кормлении молодняка КРС // Научно-технический бюллетень Института животноводства Национальной академии аграрных наук Украины. – 2013. – № 109-2. – С. 174–179. – EDN SMFZOF.
9. Хашпакянц Б. О., Лысенко А. В., Красина И. Б. Антиоксидантные свойства кофейного шлама // Пищевые технологии будущего: инновации в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции : сб. статей II Междунар. науч.-практ. конф. в рамках междунар. науч.-практ. форума, посвящ. Дню Хлеба и соли. – Саратов : ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ», 2021. – С. 579–583. – EDN YYMHHQ.
10. Aazza S. Application of Multivariate Optimization for Phenolic Compounds and Antioxidants Extraction from Moroccan Cannabis sativa Waste // Journal of Chemistry. – 2021. – Vol. 2021. – 9738656 p. – EDN KOCMPN. – DOI 10.1155/2021/9738656.

11. Effects of Coffee Grounds on Performance of Milking Dairy Cows and Feedlot Cattle, and on Rumen Fermentation and Dry Matter Removal Rate / E. E. Bartley, R. W. Ibbetson, L. J. Chyba, A. D. Dayton // *Journal of Animal Science*. – 1978. – Vol. 47. – Issue 4. – Pp. 791–799.
12. Supplementation with lipid sources alters the ruminal fermentation and duodenal flow of fatty acids in grazing Nellore steers / I. Carvalho, P. Castagninoet, G. Fiorentini, et al. // *Animal Feed Science and Technology*. – 2017. – Vol. 227. – Pp. 142–153. – DOI 10.1016/J.ANIFEEDSCI.2017.02.017.
13. Valorizations of spent coffee grounds as functional feed ingredient improves productive performance of Latxa dairy ewes / X. D. de Otálora, R. Ruiz, I. Goiri, J. Rey // *Animal Feed Science and Technology*. – 2020. – Vol. 264. – 114461 p. – EDN DGDBEX. – DOI 10.1016/j.anifeedsci.2020.114461.
14. Dose-dependent effect of spent coffee grounds on intake, apparent digestibility, fermentation pattern, methane emissions, microbial protein supply, and antioxidant status in Latxa sheep / M. Medjadbi, A. Garcia-Rodriguez, R. Atxaerandio, et al. // *Journal of Animal Science*. – 2024. – Vol. 102. – EDN SXFZXS. – DOI 10.1093/jas/skae351.

References

1. Bashashkina E.B., Suyasov N.A., Shakir I.V., Panfilov V.I. *Biokonversiya otkhodov proizvodstva rastvorimogo kofe v produkty kormovogo naznacheniya* [Bioconversion of Waste from Instant Coffee Production into Feed Products]. *Ecology and Industry of Russia*. 2011. No. 1. Pp. 18-19.
2. Ksenofontova A.A., Shapovalov S.O., Buryakov N.P. *Zhmykh kofeinyi — al'ternativnoe kormovoe sredstvo v pitanii zhivotnykh* [Coffee grounds is an alternative feed for animals]. *Compound Feeds*. 2024. No. 9. Pp. 38-41. DOI 10.69539/2413-287X-2024-09-3-228.
3. Romanchuk A.S. *Obmen neesterifitsirovannykh zhirnykh kislot v zhidkom sodержimom rubtsa i produktivnye pokazateli korov pri nalichii v ikh ratsione kofeinogo shlama* [The exchange of unesterified fatty acids in the liquid contents of the rumen and the productive indicators of cows when coffee sludge is present in their diet]. *Tekhnologiya virobnitstva i pererobki produktsii tvarinnitstva*. 2016. No. 2 (129). Pp. 21-29.
4. Romanchuk A.S. *Obmen azotsoderzhashchikh soedinenii v zhidkom sodержimom rubtsa i produktivnye pokazateli korov pri nalichii v ikh ratsione kofeinogo shlama* [The exchange of nitrogen-containing compounds in the liquid contents of the rumen and the productive indicators of cows when coffee sludge is present in their diet]. *The Animal Biology*. 2016. Vol. 18. No. 3. Pp. 84-90. DOI 10.15407/animbiol18.03.084.
5. Romanchuk A.S., Ravis Y.F. *Seredn'odobove vidilennyya zhirnykh kislot zagal'nykh lipidiv z molokom ta produktivni oznaki koriv za nayavnosti v ikh ratsioni kavovogo shlamu* [Average daily excretion of fatty acids of total lipids with milk and productive features of cows in the presence of a ration of sludge]. *Peredgirne ta girs'ke zemlerobstvo i tvarinnitstvo*. 2017. No. 61. Pp. 173-183.
6. Sannikov D.S., Sannikova N.V. *Problemy utilizatsii otkhodov v sel'skom khozyaistve i ikh posledstviya* [Problems of waste disposal in agriculture and their consequences]. *World of Innovation*. 2021. No. 1. Pp. 46-50.
7. Soboleva O.M. *Ispol'zovanie assotsiata mikromitsetov dlya tverdogaznoi fermentatsii kofeinogo zhmykha* [The use of the micromycetes associate for solid-state fermentation of coffee grounds]. In the collection: *Globalization of environmental problems: past, present and future. Collection of materials of the correspondence international scientific and practical conference*. 2017. 226 p.
8. Fedak N.M., Chumachenko S.P., Vovk Ya.S. *Ispol'zovanie produktov pererabotki kofe v kormlenii molodnyaka KRS* [Use of coffee processing products in feeding young cattle]. *Nauchno-tekhnicheskii byulleten' Instituta zhivotnovodstva Natsional'noi akademii agrarnykh nauk Ukrainy*. 2013. No. 109-2. Pp. 174-179.
9. Khashpakyants B.O., Lysenko A.V., Krasina I.B. *Antioksidantnye svoistva kofeinogo shlama* [Antioxidant Properties of Coffee Sludge]. In the Collection: *Food Technologies of the Future: Innovations in the Production and Processing of Agricultural Products. Collection of Articles of the II International*

- al Scientific and Practical Conference within the Framework of the International Scientific and Practical Forum Dedicated to the Day of Bread and Salt. Saratov. *OOO "Tsentral'sotsial'nykh agroinnovatsii SGAU"* Publ. 2021. Pp. 579-583.
10. Aazza S. Application of Multivariate Optimization for Phenolic Compounds and Antioxidants Extraction from Moroccan Cannabis sativa Waste. *Journal of Chemistry*. 2021. Issue 1. P. 9738656. DOI 10.1155/2021/9738656.
 11. Bartley E.E., Ibbetson R.W., Chyba L.J., Dayton A.D. Effects of Coffee Grounds on Performance of Milking Dairy Cows and Feedlot Cattle, and on Rumen Fermentation and Dry Matter Removal Rate. *Journal of Animal Science*. 1978. Vol. 47. Issue 4. Pp. 791–799.
 12. Carvalho I., Castagnino P., et al. Supplementation with lipid sources alters the ruminal fermentation and duodenal flow of fatty acids in grazing Nellore steers. *Animal Feed Science and Technology*. 2017. Vol. 227. Pp. 142-153. DOI 10.1016/J.ANIFEEDSCI.2017.02.017.
 13. Medjadbi M., Garcia-Rodriguez A., Atxaerandio R., et al. Valorization of spent coffee grounds as functional feed ingredient improves productive performance of Latxa dairy ewes. *Animal Feed Science and Technology*. 2020. Vol. 264. 114461 p. DOI 10.1016/j.anifeedsci.2020.114461.
 14. Medjadbi M., Garcia-Rodriguez A., Atxaerandio R., et al. Dose-dependent effect of spent coffee grounds on intake, apparent digestibility, fermentation pattern, methane emissions, microbial protein supply, and antioxidant status in Latxa sheep. *Journal of Animal Science*. 2024. Vol. 102. DOI 10.1093/jas/skae351.