

krovi, mochi, i ikh interpretatsiia pri neonatalnoi patologii u teliat / S.O. Loshchinin, V.D. Kocharian, I.I. Kaliuzhnyi, S.V. Kozlov. // Mater. mezhdunar. nauchn. konf., posviashchennoi 100-letiiu kafedr klin. diagnost., vnutren. bol. zhiv. im. Sineva A.V., akusher. i oper. khirurg. 29–30 sentiabria 2022 goda. – Sankt-Peterburg, 2022. – S. 336-339.

7. Degtiarev, V.P. Etiopatogenez i korrektsiia poslerodovykh i neonatalnykh patologii v molochnom skotovodstve / V.P. Degtiarev, K.V. Leonov: monografiia. –Tver: AgrosferA, 2010. – 125 s.

8. Trebukhov, A.V. Osobennosti narusheniia obmena u teliat, rozhdennykh ot korov, bolnykh ketozom / A.V. Trebukhov // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – No. 6 (200). – S. 44-49.

9. Batrakov, A.Ia. Profilaktika i lechenie dispepsii u novorozhdennykh teliat / A.Ia. Batrakov, K.V. Plemiashov, V.N. Videnin, A.V. Iashin: uchebnoe posobie dlia vuzov. – Sankt-Peterburg, 2021. – S. 39-41.

10. Pudovkin, D.N., Shchepetkina S.V., Karpenko L.Iu., Rizhko O.A. Bolezni molodniaka krupnogo rogatogo skota: prakticheskie rek-

omendatsii / D.N. Pudovkin, S.V. Shchepetkina, L.Iu. Karpenko, O.A. Rizhko. Izd. 2-e, dop. – Sankt-Peterburg: SPB GAVM, 2019. – S. 47.

11. Trebukhov, A.V. Immunologicheskii status krovi i moloka u korov posle primeneniia probiotika / A.V. Trebukhov, S.A. Utts // Vestnik Ulianovskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii. – 2022. – No. 2 (58). – S. 135-140.

12. Kalinkina, Iu.V. Sovremennye aspekty patogeneticheskoi terapii novorozhdennykh teliat pri neonatalnom gastroenterite / Iu.V. Kalinkina, A.A. Fedorin, I.I. Kaliuzhnyi, A.M. Semivolos, S.A. Semivolos // Agrarnyi nauchnyi zhurnal. – 2023. – No. 1. – S. 81-84.

13. Utts, S.A. Vliianie probiotika "Vetom 1.2" na immunologicheskii status novorozhdennykh teliat / S.A. Utts, A.V. Trebukhov // Ot modernizatsii k ope-rezhaiushchemu razvitiuu: obespechenie konkurentosposobnosti i nauchnogo liderstva APK. Aktualnye problemy veterinarnoi meditsiny: Sbornik statei mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. – 2022. – S. 127-129.



УДК 636.084.1

DOI: 10.53083/1996-4277-2023-225-7-55-61

**Д.А. Кислова, Г.К. Дускаев, Е.В. Шейда,
О.В. Кван, М.С. Аринжанова**
D.A. Kislova, G.K. Duskaev, E.V. Sheyda,
O.V. Kvan, M.S. Arinzhanova

ЛЬНЯНОЙ ЖМЫХ КАК АЛЬТЕРНАТИВА ТРАДИЦИОННЫМ КОРМАМ В РАЦИОНЕ КОЗ

LINSEED CAKE AS AN ALTERNATIVE TO CONVENTIONAL FEEDS IN GOAT DIET

Ключевые слова: жмых льняной, переваримость, летучие жирные кислоты, азот, жвачные.

Приводятся результаты по изучению рубцовой жидкости коз нигерийской породы методом *in vitro* в ответ на добавление льняного жмыха в различных дозиров-

ках. Механическая экстракция масел из второстепенных масличных культур, хотя и менее распространенная, чем из хорошо известных основных масличных культур, позволяет получить значительное количество жмыхов, которые, помимо высокого содержания сырого белка, имеют некоторое количество остаточного жира,

что оказывает значительное влияние на течение метаболических процессов в рубце жвачных животных. Цель исследования – определить возможность использования льняного жмыха в кормлении жвачных животных. Исследования производили методом *in vitro* с помощью установки инкубатора «АНКОМ DaisyII» (модификации D200 и D200I) по специализированной методике. Объектом исследования являлась рубцовая жидкость (РЖ), полученная от карликовых коз нигерийской породы, массой 40-42 кг. Были приготовлены 1 контрольный образец (пшеничные отруби) и 3 опытных. В состав опытных образцов в качестве субстрата входили пшеничные отруби и дополнительно включали льняной жмых в дозировках: II – 5% от СВ, III – 10% от СВ, IV – 20% от СВ рациона. В рубцовом содержимом определяли уровень ЛЖК, различных форм азота, а также устанавливали степень переваримости СВ опытных образцов. В результате установлено, что замена основного рациона жвачных животных отходами маслоперерабатывающих производств, в частности льняного жмыха, не значительно снижает уровень переваримости СВ рациона (не более 1,7% при 20%-ной замене), усиливает течение обменных процессов в рубце, в частности уровень ЛЖК, и повышает концентрацию небелкового азота в рубцовом содержимом, что оказывает позитивное влияние на процессы пищеварения в преджелудках жвачных и позволит сохранить продуктивность при снижении экономических затрат. Мы рекомендуем использовать до 20% льняного жмыха в качестве источника белка в рационе лактирующих коз.

Keywords: *linseed cake, digestibility, volatile fatty acids, nitrogen, ruminants.*

This paper discusses the research findings on rumen fluid of Nigerian Dwarf goats *in vitro* in response to the addition of linseed cake in various dosages. Mechanical oil extraction from secondary oil-plants although less common than from well-known main oil-plants allows obtaining significant amount of oilcakes which, in addition to a high content of crude protein, have a certain amount of residual fat having significant effect on the course of metabolic processes in ruminant rumen. The research goal was to determine the possibility of linseed cake in feeding ruminants. The studies were carried out by *in vitro* using the ANKOM Daisy II incubator (modifications D200 and D200I) according a specialized technique. The research target was rumen fluid obtained from Nigerian Dwarf goats weighing 40-42 kg. One control diet I (wheat bran) and three experimental diets were prepared. The experimental diets included wheat bran as a substrate and additionally included linseed cake in the following dosages: II - 5% of the diet dry matter (DM), III – 10% of the DM, IV – 20% of the DM. In the rumen content, the levels of volatile fatty acids, and various forms of nitrogen were determined, along with the digestibility degree of the experimental diets. It has been found that replacing the main diet of ruminants with by-products of the fat-and-oil industry, in particular linseed cake, does not significantly reduce the level of digestibility of the diet (no more than 1.7% with 20% replacement), enhances the course of metabolic processes in the rumen, in particular volatile fatty acid level, and increases the concentration of non-protein nitrogen in the rumen content which has a positive effect on the processes of digestion in the fore-stomach of ruminants, and will preserve productivity while reducing economic costs. We advise using up to 20% linseed cake as a source of protein in the diet of lactating goats.

Кислова Дарья Алексеевна, аспирант, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, г. Оренбург, Российская Федерация, e-mail: kislova@gmail.com.

Дускаев Галимжан Калиханович, д.б.н., вед. науч. сотр., Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, г. Оренбург, Российская Федерация, e-mail: gdukskaev@mail.ru.

Шейда Елена Владимировна, к.б.н., науч. сотр., Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, г. Оренбург, Российская Федерация, e-mail: elena-shejjda@mail.ru.

Кван Ольга Вилориевна, к.б.н., ст. науч. сотр., Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, г. Оренбург, Российская Федерация, e-mail: kwan111@yandex.ru.

Аринжанова Мария Сергеевна, аспирант, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, г. Оренбург, Российская Федерация, e-mail: Marymiroshnikova@mail.ru.

Kislova Darya Alekseevna, post-graduate student, Federal Research Center of Biological Systems and Agro-Technologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russian Federation, e-mail: kislova@gmail.com.

Duskaev Galimzhan Kalikhanovich, Dr. Bio. Sci., Leading Researcher, Federal Research Center of Biological Systems and Agro-Technologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russian Federation, e-mail: gdukskaev@mail.ru.

Sheyda Elena Vladimirovna, Cand. Bio. Sci., Researcher, Federal Research Center of Biological Systems and Agro-Technologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russian Federation, e-mail: elena-shejjda@mail.ru.

Kvan Olga Vilorievna, Cand. Bio. Sci., Senior Researcher, Federal Research Center of Biological Systems and Agro-Technologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russian Federation, e-mail: kwan111@yandex.ru.

Arinzhanova Mariya Sergeevna, post-graduate student, Federal Research Center of Biological Systems and Agro-Technologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russian Federation, e-mail: Marymiroshnikova@mail.ru.

Введение

Из семян масличных культур извлекается значительное количество жмыхов, которые, помимо высокого содержания сырого белка, содержат и долю остаточного жира, что зависит от эффективности процессов экстракции и сохраняет некоторые питательные свойства семян, включая содержание биологически активных веществ [1].

В литературе имеется много данных о влиянии жмыхов и шротов на метаболизм в рубце и их влиянии на продуктивность животных, однако показатели очень разрознены и неоднозначны. При этом отходы маслоэкстракционного производства могут быть хорошей заменой традиционных кормов в питании жвачных животных, при условии учета потенциального воздействия биологически активных веществ [2].

Побочные продукты масличных культур являются важными источниками белка для животноводства [1], особенно в районах, где потребности превышают производство белковых кормов [3]. Кроме того, увеличение численности человеческого населения в мире приводит к необходимости эффективной оценки всех кормовых ресурсов, особенно тех, которые не предполагают конкуренции с пищевой промышленностью. Некоторые корма, например, побочные продукты или отходы, образующиеся при переработке растений в пищевой или непивцевой промышленности, могут быть даже более рентабельными, чем традиционные корма. Это также относится к жмыхам, полученным в результате экстракции специальных масел из так называемых второстепенных масличных культур.

В процессе экстракции масла образуется большое количество побочных продуктов с различным содержанием остаточного масла, которые могут быть хорошими источниками белков и энергии для питания животных. Такие побочные продукты могут быть успешно включены в рацион жвачных животных с меньшими затратами, чем импортные корма (соевый шрот) [4, 5].

Помимо белка и энергии, побочные продукты из масличных культур богаты биологически активными соединениями, такими как жирные кислоты или полифенольные соединения, которые могут оказывать благотворное воздействие при скармливании животным [6].

Жмых из льняного семени (*Linum usitatissimum*) является одним из наиболее распространенных отходов переработки сельскохозяйственной продукции. Жмых, полученный при производстве льняного масла, является отличным источником протеина (30-34,9%), жира (9-15%) и содержит остаточное количество масла, богатого α -линоленовой (омега-3) и другими кислотами [7]. Льняной жмых используют в кормлении животных для балансирования концентратов по протеину, жиру и незаменимым аминокислотам. В ряде исследований было отмечено, что введение в рационы данного продукта приводило к высоким концентрациям α -линоленовой, линолевой и вакценовой кислоты в молоке жвачных животных [8]. Следовательно, добавление жмыха в корма не только может повысить энергетическую ценность рационов, но и изменить профиль жирных кислот в продуктах животного происхождения [9]. Учитывая высокую пищевую ценность льняного жмыха, актуальными являются исследования, направленные на замену дорогостоящих импортных добавок в рационах жвачных животных местными источниками протеина.

Цель – определить возможность использования льняного жмыха в кормлении жвачных животных

Материалы и методы

Объектом исследования являлась рубцовая жидкость (РЖ), полученная от карликовых коз нигерийской породы массой 40-42 кг.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования осуществлялись в соответствии с требованиями инструкций и рекомендаций к выполнению биологических исследований [10, 11]. При проведении исследований были предприняты меры, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшить количество исследованных опытных образцов.

Кормление подопытных животных было организовано с учетом потребности животных в питательных веществах и энергии [12]. Питательность рациона представлена в таблице 1.

Эксперимент проводился в 4 повторностях с использованием латинского квадрата 4×4 в лаборатории биологических испытаний и экспертиз Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий Российской академии наук.

Таблица 1

Питательность рациона для лактирующих коз карликовой нигерийской породы

Показатели качества					
Наименование	ед. изм.	расчет	мин.	макс.	откл., %
ОЭ	МДж/кг	11,0	9	-	-
Сухое вещество	%	89,23	86	-	-
Сырой протеин	%	17,01	17	-	-
Сырой жир	%	6,02	2,5	-	-
Сырая клетчатка	%	11,88	-	12	-
Сырая зола	%	5,04	0,7	-	-
Ca	%	0,44	0,5	0,7	-12,00
P	%	0,54	0,8	0,9	-32,50
NaCl	%	0,16	1	1,2	-84,00

Отбор проб содержимого рубца производили спустя 3 ч после кормления с помощью катетера аспирационного с контролем вакуумным методом (длиной 45 см) в термос объемом 3 л. Транспортировку осуществляли в термосе в течение 30 мин.

Исследования производили методом *in vitro* с помощью установки инкубатора «ANKOM DaisyII» (модификации D200 и D200I) по специализированной методике [13].

Для *in vitro* исследования были приготовлены 1 контрольный образец (пшеничные отруби) и 3 опытных. В состав опытных образцов в качестве субстрата входили пшеничные отруби и дополнительно включали льняной жмых в дозировках: II – 5% от СВ, III – 10% от СВ, IV – 20% от СВ рациона.

Уровень летучих жирных кислот (ЛЖК) в содержимом рубца определяли методом газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектированием на хроматографе газовом «Кристаллюкс-4000М». Определение форм азота производили по ГОСТ 26180-84.

Численные данные были обработаны с помощью программы SPSS «Statistics 20» («IBM», США), рассчитывали средние (M), среднеквадратичные отклонения ($\pm\sigma$), ошибки стандартного

отклонения ($\pm SE$). Для сравнения вариантов использовали непараметрический метод анализа. Различия считали статистически значимыми при $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$, $p \leq 0,001$.

Результаты исследования и обсуждение

Установлено, что значимая разница в химическом составе отрубей пшеничных и жмыха льняного достигалась в отношении жира и протеина (табл. 2). Так, жмых льняной содержал на 8,7% больше жира и на 23% больше сырого протеина. Данный факт и обуславливает снижение переваримости СВ рациона за счет ингибирования рубцовой микробиоты, участвующей в расщеплении питательных компонентов корма (рис. 1). С другой стороны, повышенное содержание жира в льняном жмыхе говорит о большей энергетической ценности данного корма, что позволит прогнозировать увеличение продуктивности мясного скота.

Определение уровня переваримости СВ рациона показало, что включение льняного жмыха в различных концентрациях в опытные образцы снижало переваримость СВ относительно контроля во II группе на 0,6%, в III – на 1,1 и в IV – на 1,7 % (рис. 1).

Таблица 2

Химический состав опытных образцов, %

Массовая доля	Отруби пшеничные	Жмых льняной
Жира	4,1 \pm 0,09	12,8 \pm 0,51
Сухого вещества	85,2 \pm 3,1	93 \pm 1,8
Сырого протеина	15,4 \pm 0,38	38,44 \pm 1,2
Сырой клетчатки	9,2 \pm 0,41	10,8 \pm 0,18
Сырой золы	4,0 \pm 0,14	3,4 \pm 0,12

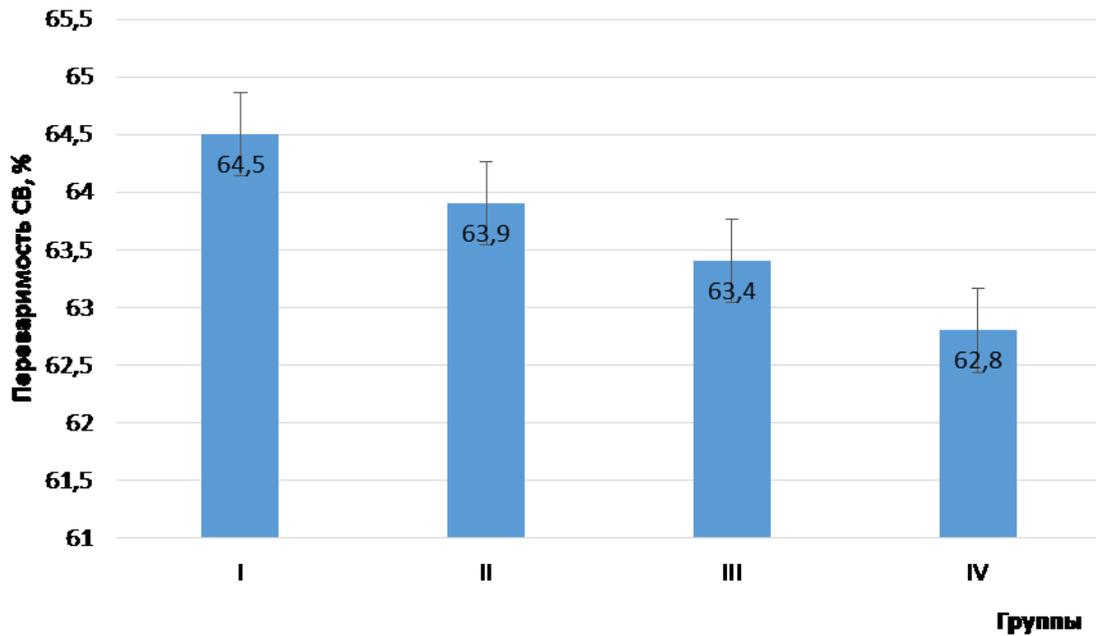


Рис. 1. Переваримость сухого вещества рациона методом *in vitro* при использовании льняного жмыха, %

Включение льняного семени в рацион овцематок (220 г на голову в день) привело к повышению содержания аммиака в рубце и снижению содержания бутирата в рубцовой жидкости без какого-либо влияния на общее содержание летучих жирных кислот, молярной доли ацетата и пропионата, соотношение между ацетатом и пропионатом и уровень pH [14]. В нашем исследовании уровень летучих жирных кислот достоверно повышался при включении льняного

жмыха в дозировке 20%. При этом относительно контроля установлено увеличение концентрации уксусной кислоты на 13,5% ($p \leq 0,05$), пропионовой – на 23,5% ($p \leq 0,05$) и масляной – на 21,9% ($p \leq 0,05$). При включении жмыха в дозировке 5% общий уровень ЛЖК снижался на 10% относительно контроля, а при использовании дозировки 10% уровень уксусной кислоты снижался, а пропионовой и масляной, напротив, увеличивался (рис. 2).

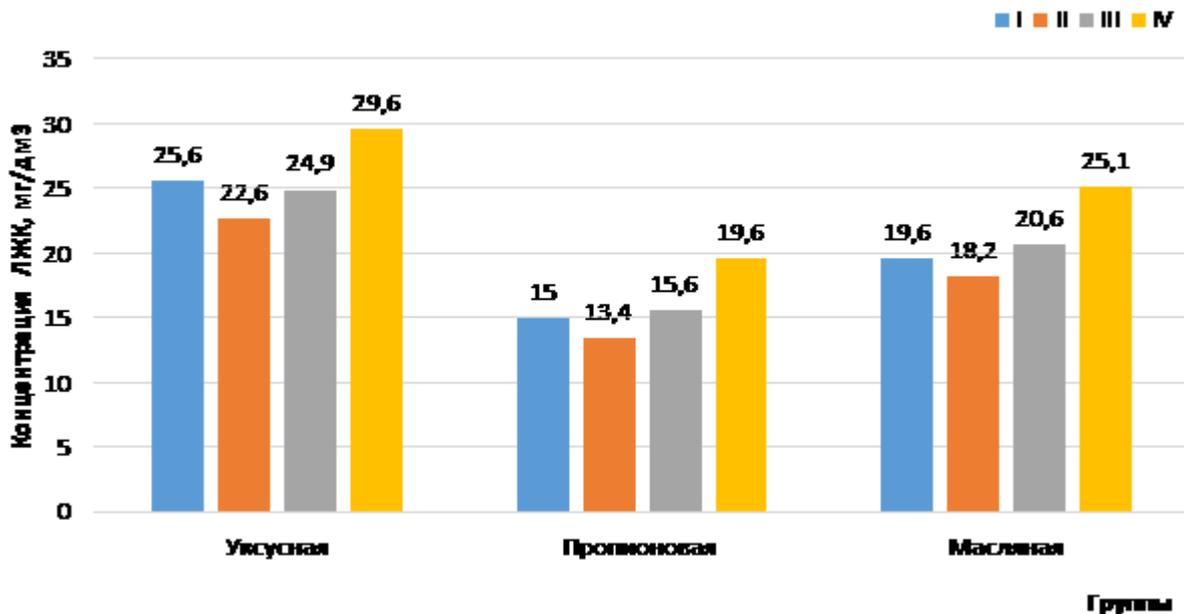


Рис. 2. Изменение уровня ЛЖК в рубцовом содержимом при использовании льняного жмыха, ммоль/л

Уровень общего азота в рубцовом содержимом при включении льняного жмыха относительно контроля значительно снижался: во II группе – на 39,1% ($p \leq 0,05$), III – на 52,9% ($p \leq 0,01$) и в IV – на 49,3% ($p \leq 0,01$) (табл. 3). Такая же тенденция к снижению была выявлена в отношении концентрации белкового азота в рубцовом содержимом с опытными образцами.

Так, относительно I группы уровень белкового азота снизился во II группе более чем в 2 раза, в III – в 4,1 раз и в IV – в 3,1 раз ($p \leq 0,05$).

Концентрация небелкового азота в опытных группах значительно превышала контрольные значения: при концентрации льняного жмыха 5% – на 48,2% ($p \leq 0,05$), 10% – на 60,9% ($p \leq 0,01$), 20% – на 54,1% ($p \leq 0,05$).

Таблица 3

Концентрация метаболитов азота в рубцовом содержимом при использовании льняного жмыха, мг/%

Название образца	Формы азота, мг/%				
	общий	небелковый	аммиачный	мочевинный	белковый
I	96,60±0,40	9,45±0,06	0,25±0,01	6,75±0,28	87,15±1,18
II	58,80±0,58*	18,23±0,49*	0,35±0,01	6,00±0,35	40,00±0,42*
III	45,50±0,58**	24,15±0,03**	0,32±0,01	6,00±0,58	21,35±0,66*
IV	49,00±3,46*	20,59±0,20*	0,32±0,01	4,88±0,12	28,35±0,61*

Вывод

Замена основного рациона жвачных животных отходами маслоперерабатывающих производств, в частности льняного жмыха, не значительно снижает уровень переваримости СВ рациона (не более 1,7% при 20%-ной замене), усиливает течение обменных процессов в рубце, в частности уровень ЛЖК, и повышает концентрацию небелкового азота в рубцовом содержимом, что оказывает позитивное влияние на процессы пищеварения в преджелудках жвачных и позволит сохранить продуктивность при снижении экономических затрат. Мы рекомендуем использовать до 20% льняного жмыха в качестве источника белка в рационе лактирующих коз.

Библиографический список

- Oancea, A.G., Dragomir, C., Cismileanu, A. (2022). The effects of minor oilseeds cakes on rumen metabolism and productive performances of ruminants. *Archiva Zootechnica*. 25: 130-157. DOI: 10.2478/azibna-2022-0020.
- Feedipedia. Animal Feed Resources Information System - INRAE CIRAD AFZ and FAO © 2012-2020; <https://www.feedipedia.org/node/12502>.
- Colsell, S., Bebb, A., Becheva, S. Soy Alert - How to increase the EU's plant protein production in a sustainable and agroecological way? *Friends of the Earth Europe, Brussels*, 2018, 21.
- De Tonissi, R., de Goes, R.H., Yoshihara, M., et al. (2018). Intake, digestibility, performance and carcass characteristics of ewes fed crambe replacing soybean meal in the diet. *Acta*

Scientiarum Animal Sciences. 40. DOI: 10.4025/actascianimsci.v40i1.37171.

- Кошелев, С. Н. Интенсивность биохимических процессов в рубце бычков при введении в рацион жмыхов различных масличных культур / С. Н. Кошелев, А. П. Юн. – Текст: непосредственный // Вестник Курганской ГСХА. – 2018. – № 2 (26). – С. 44-48.

- Esmailzadeh Kenari, R., Mohsenzadeh, F., Amiri, Z. R. (2014). Antioxidant activity and total phenolic compounds of Dezful sesame cake extracts obtained by classical and ultrasound-assisted extraction methods. *Food Science & Nutrition*, 2(4), 426–435. <https://doi.org/10.1002/fsn3.118>

- Цай, В. Комбикорма с разными уровнями жмыха льна масличного в рационах молодняка крупного рогатого скота на откорме / В. Цай, Ж. Истрианина. – Текст: непосредственный // *Inovații în zootehnie și siguranța produselor animaliere-realizări și perspective*. – 2021. – С. 577-583.

- Цай, В. П. Скармливание комбикормов со жмыхами льна масличного и долгунца и влияние их на рубцовое пищеварение / В. П. Цай, Ж. А. Истрианина. – Текст: непосредственный // *Зоотехническая наука Беларуси*. 2020. – Т. 55, № 2. – С. 164-173.

- Mele M., Buccioni A., Serra A., Antongiovanni M., Secchiari P. Lipids of goat's milk: origin, composition and main sources of variation A Cannas, G Pulina (Eds.), *In Dairy goats feeding and nutrition*, CAB International, Wallingford, UK. 2008. P. 47-65.

10. Веселова, Т. А. Биоэтические проблемы в биологических и экологических исследованиях: учебно-методическое пособие в электронном виде / Т. А. Веселова, А. А. Мальцева, И. М. Швец. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет. – 2018. – 187 с. – Текст: непосредственный.

11. Сарымсакова, Б. Е. Руководство по этике научных исследований: методические рекомендации / Б. Е. Сарымсакова, Р. И. Розенсон, Ж. Е. Баттакова. – Астана, 2007. – 98 с. – Текст: непосредственный.

12. Макарец, Н. Г. Кормление сельскохозяйственных животных: учебник для вузов / Н. Г. Макарец. – 3-е изд. перераб. и доп. – Калуга: Изд-во «Ноосфера», 2012. – 642 с. – Текст: непосредственный.

13. Engle, T. E., Spears, J. W. (2000). Dietary copper effects on lipid metabolism, performance, and ruminal fermentation in finishing steers. *Journal of Animal Science*, 78 (9), 2452–2458. <https://doi.org/10.2527/2000.7892452x>

14. Correddu, F., Nudda, A., Battacone, G., et al. (2014). Effects of grape seed supplementation, alone or associated with linseed, on ruminal metabolism in Sarda dairy sheep. *Animal Feed Science and Technology*. 199. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2014.11.002.

References

1. Oancea, A.G., Dragomir, C., Cismileanu, A. (2022). The effects of minor oilseeds cakes on rumen metabolism and productive performances of ruminants. *Archiva Zootechnica*. 25: 130-157. DOI: 10.2478/azibna-2022-0020.

2. Feedipedia. Animal Feed Resources Information System - INRAE CIRAD AFZ and FAO © 2012-2020; <https://www.feedipedia.org/node/12502>.

3. Colsell, S., Bebb, A., Becheva, S. Soy Alert - How to increase the EU's plant protein production in a sustainable and agroecological way? Friends of the Earth Europe, Brussels, 2018, 21.

4. De Tonissi, R., de Goes, R.H., Yoshihara, M., et al. (2018). Intake, digestibility, performance and carcass characteristics of ewes fed crambe replacing soybean meal in the diet. *Acta Scientiarum Animal Sciences*. 40. DOI: 10.4025/actascianimsci.v40i1.37171.

5. Koshelev S.N., Iun A.P. Intensivnost biokhimicheskikh protsessov v rubtse bychkov pri vvedenii v ratsion zhmykhov razlichnykh maslich-

nykh kultur // Vestnik Kurganskoi GSKhA. 2018. No. 2 (26). S. 44-48.

6. Esmaeilzadeh Kenari, R., Mohsenzadeh, F., Amiri, Z. R. (2014). Antioxidant activity and total phenolic compounds of Dezful sesame cake extracts obtained by classical and ultrasound-assisted extraction methods. *Food Science & Nutrition*, 2(4), 426–435. <https://doi.org/10.1002/fsn3.118>

7. Tsai V., Istranina Zh. Kombikorma s raznymi urovniami zhmykha Ina maslichnogo v ratsionakh molodniaka krupnogo rogatogo skota na otkorme // Inovații în zootehnie și siguranța produselor animale – realizări și perspective. 2021. S. 577-583.

8. Tsai V.P., Istranina Zh.A. Skarmlivanie kombikormov so zhmykhami Ina maslichnogo i dolguntsa i vliianie ikh na rubtsovoe pishchevarenie // Zootekhnicheskaja nauka Belarusi. 2020. T. 55. No. 2. S. 164-173.

9. Mele M., Buccioni A., Serra A., Antongiovanni M., Secchiari P. Lipids of goat's milk: origin, composition and main sources of variation A Cannas, G Pulina (Eds.), In Dairy goats feeding and nutrition, CAB International, Wallingford, UK. 2008. P. 47-65.

10. Veselova T.A., Maltseva A.A., Shvets I.M. Bioeticheskie problemy v biologicheskikh i ekologicheskikh issledovaniyakh: uchebno-metodicheskoe posobie v elektronnom vide. Nizhnii Novgorod: Nizhegorodskii gosuniversitet. 2018. 187 с.

11. Sarymsakova B.E., Rozenson R.I., Battačkova Zh.E. Rukovodstvo po etike nauchnykh issledovaniy: metodicheskie rekomendatsii. Astana. 2007. 98 с.

12. Makartsev N.G. Kormlenie selskokhoziaistvennykh zhivotnykh. Uchebnik dlia vuzov. – 3-e izd. pererab i dop. – Kaluga: Izdatelstvo «Noosfera», 2012. – 642 s.

13. Engle, T. E., Spears, J. W. (2000). Dietary copper effects on lipid metabolism, performance, and ruminal fermentation in finishing steers. *Journal of Animal Science*, 78 (9), 2452–2458. <https://doi.org/10.2527/2000.7892452x>

14. Correddu, F., Nudda, A., Battacone, G., et al. (2014). Effects of grape seed supplementation, alone or associated with linseed, on ruminal metabolism in Sarda dairy sheep. *Animal Feed Science and Technology*. 199. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2014.11.002.

Работа выполнена в соответствии с планом НИР за 2021-2023 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2019-0005).

