

Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105, № 3. С. 95-114.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2022. Vol. 105, no 3. P. 95-114.

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА КОРМЛЕНИЯ

Обзорная статья

УДК 633.854.434:636.085

doi:10.33284/2658-3135-105-3-95

Использование продуктов переработки технической конопли в кормлении животных и птиц

Константин Сергеевич Денисенко¹, Галимжан Калиханович Дускаев², Мария Сергеевна Аринжанова³

^{1,2,3}Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

¹Denisenko_99@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9191-9132>

²gduskaev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9015-8367>

³marymiroshnikova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1898-9307>

Аннотация. Исследования новых и малоиспользуемых кормовых добавок для производства продукции животного происхождения имеют первостепенное значение для обеспечения устойчивости животноводства. Среди новых альтернатив традиционным кормовым ресурсам – побочные продукты технической конопли (*Cannabis sativa*), то есть семена, масло, жмых, шелуха и листья. В настоящее время растёт интерес к их производству из-за высокой пищевой ценности и функциональных особенностей. Ожидается, что растущая легализация и спрос приведут к увеличению мирового производства конопли и продуктов её переработки. Как следствие, для кормовой и животноводческой промышленности могут открыться большие возможности, если побочные продукты этого растения будут использовать в качестве кормовых добавок и биоконсервантов. Тем не менее во многих странах техническая конопля не признана в качестве коммерческого ингредиента кормов, даже несмотря на то, что некоторые из них разработали руководящие принципы по её включению в рационы животным. Частично это связано с ограниченностью данных о биодоступности доминирующих биоактивных соединений конопли у животных и их известных психоактивных эффектов у людей. Таким образом, изучение биологического действия введения продуктов коноплеводства в рационы крупного рогатого скота, овец, коз, свиней и птиц является актуальной задачей. В данном обзоре обобщены свойства технической конопли и её производных в контексте их применения в качестве кормовой добавки в рационах сельскохозяйственных животных и птиц.

Ключевые слова: животноводство, кормопроизводство, кормление, техническая конопля

Благодарности: работа выполнена в соответствии с планом НИР на 2021-2023 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2019-0005).

Для цитирования: Денисенко К.С., Дускаев Г.К., Аринжанова М.С. Использование продуктов переработки технической конопли в кормлении животных и птиц (обзор) // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105, № 3. С. 95-114. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-3-95>

THEORY AND PRACTICE OF FEEDING

Review article

The use of technical hemp processing products in animals and poultry feeding

Konstantin S Denisenko¹, Galimzhan K Duskaev², Maria S Arinzhanova³

^{1,2,3}Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences Orenburg, Russia

¹Denisenko_99@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9191-9132>

²gduskaev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9015-8367>

³marymiroshnikova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1898-9307>

Abstract. Research into new and unused feed supplements for production of animal products is a paramount importance to ensure the sustainability of animal husbandry. There are by-products of technical hemp (*Cannabis sativa*), i.e. seeds, oil, cake, husks and leaves, among the new alternatives to traditional

feed resources. Currently, there is a growing interest in their production due to their high nutritional value and functional features. Growing legalization and demand will lead to an expected increase in the global production of hemp and its processed product. Consequently, there could be great opportunities for the fodder and livestock industries if the by-products of this plant are used as feed supplements and bio-preservatives. However, technical hemp is not recognized as a commercial feed ingredient in many countries, even though some have developed guidelines for including it in animal diets. This is partly due to limited data on the bioavailability of hemp's dominant bioactive compounds in animals and their known psychoactive effects in humans. Thus, the study of the biological effect of the hemp products introduction into the rations of cattle, sheep, goats, pigs and poultry is an urgent task. This review summarizes the properties of technical hemp and its processed product in the context of their use as a feed supplement in the ration of farm animals and poultry.

Keywords: animal husbandry, fodder production, feeding, technical hemp

Acknowledgments: the work was performed in accordance to the plan of research works for 2021-2023 FSBRI FRC BST RAS (No. 0761-2019-0005).

For citation: Denisenko KS, Duskaev GK, Arinzhanova MS. The use of technical hemp processing products in animals and poultry feeding (review). *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(3):95-114. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-3-95>

Введение.

Род *Cannabis L.* (Linneaus, 1753) имеет 3 основных подвида: *Cannabis sativa*, *Cannabis indica* и *Cannabis ruderalis* (Pearce DD et al., 2014). Вид Конопля посевная (*Cannabis sativa*) является одним из самых ранних известных культивируемых растений с тех пор, как около 10 000 лет назад началось земледелие (Schlуттенхофер С and Yuan L, 2017). Это – многоцелевая сельскохозяйственная культура с разнообразными применениями от производства бумаги, древесины и волокна до потенциального использования в строительной, медицинской, фармацевтической, косметической, пищевой и животноводческой промышленности. Действительно, из конопли можно получать различные продукты, представляющие промышленный интерес, такие как волокно и костры; био-строительные и теплоизоляционные материалы; семена, мука и масло с важными питательными и функциональными свойствами; биологически активные соединения, представляющие фармакологический интерес (Irakli M et al., 2019). Компонентами конопли, наиболее часто упоминаемыми в связи с их биомедицинской активностью, являются фитоканнабиноиды, а также терпены и терпеноиды, флавоноиды, насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, белки, углеводы, хлорофиллы, витамины и минералы (Della Rocca G and Di Salvo A, 2020). Многие составляющие *C. sativa* можно классифицировать как питательные вещества, нутрицевтики или фармацевтические ингредиенты (Hartsel JA et al., 2019). В течение последних нескольких десятилетий растение всё чаще используется для лечения различных заболеваний у людей, таких как воспаление, рак, ожирение, остеопороз, рассеянный склероз, рвота, эпилепсия, боль, глаукома, анорексия и т. д. (Bar-Sela G et al., 2013). Продукты конопли посевной также применяются для лечения различных нейродегенеративных заболеваний (таких как синдром Туретта, болезнь Гентингтона, болезнь Альцгеймера и болезнь Паркинсона) (Atakan Z, 2012).

Конопля – интересное растение с точки зрения экологии и хозяйства. Её выращивание не требует применения средств защиты растений или пестицидов, а сама конопля сдерживает развитие сорняков, отпугивает вредителей, устойчива к болезням и нуждается только в минеральных веществах, содержащихся в почве. Это положительно влияет на окружающую среду, так как способствует улучшению почвенных систем. К тому же эти растения имеют корневую систему свай, которая разрыхляет и проветривает почву, увлажняя её. Таким образом почва становится более благоприятной для всех растений, которые сосуществуют вместе с коноплей. В совокупности все эти качества конопли посевной положительно влияют на развитие экономики, особенно в странах с развитым аграрным сектором (Żuk-Gołaszewska K and Gołaszewski J, 2018).

C. sativa можно выращивать для трёх основных целей: промышленной, наркотической/рекреационной и лекарственной (Hugles B, 2018). Растения *C. sativa*, выращиваемые для про-

мышленных целей, культивируют для получения волокна, семян и их производных. Эти растения обычно называют «технической коноплей» или «волокнистой» коноплей, и они содержат низкий уровень дельта-9-тетрагидроканнабиола (ТГК) (т. е. <0,3 или 0,2 %), тогда как растения *C. sativa*, культивируемые в наркотических/развлекательных целях, характеризуются высоким уровнем ТГК, а выращиваемые в медицинских целях обладают высоким уровнем ТГК и высоким уровнем непсихоактивного каннабидиола (КБД). (Масловская Е.В. и Бывшев В.А., 2007). На сегодняшний день законодательно допустимое содержание ТГК в конопле волокнистой в России составляет 0,1 %, тогда как в США, Канаде, Австралии, Китае, странах Евросоюза и ряде других – 0,3 %.

После открытия психотропной активности ТГК и растущего осознания его пагубного воздействия на здоровье человека многие страны в 1961 году ввели Единую конвенцию о наркотических средствах (WHO Technical Report Series, 2019), чтобы остановить использование цветков и листьев *C. sativa*. И только за последние два десятилетия произошло повторное возобновление выращивания этого растения исключительно в промышленных целях. В 2020 году ВОЗ исключила каннабис из Списка IV Конвенции, тем самым признав его потенциальные лечебные свойства. Канада стала первой западной страной, восстановившей эту культуру, за ней последовали Европа и США. По оценкам, размер мирового рынка технической конопли в 2019 году составил 4,71 миллиарда долларов США. Ожидается, что ежегодные темпы роста составят 15,8 % в течение прогнозируемого периода (Zimniewska M, 2022). По данным группы исследователей (Semwogerere F et al., 2020), основными производителями в мире являются Канада и США, где площадь полей выращиваемой конопли оценивается в 315 и 1160 км² соответственно. В настоящее время индустрия конопли быстро растёт в Европе, где весь её потенциал даже не используется полностью. Площадь выращивания конопли в Европе увеличилась на 70 % с 2013 по 2018 год. По сравнению с данными 1993 года количество гектаров выросло на 614 % (Zimniewska M, 2022).

До 60-х годов прошлого века СССР являлся ведущей мировой державой по объёму выращивания и переработки технической конопли, совокупная посевная площадь под культурой составляла около 620 тыс. га. Выращивание промышленной конопли в РФ стало возможным относительно недавно, а именно после постановления Правительства РФ от 20 июля 2007 г. № 460 «Об установлении сортов наркосодержащих растений, разрешённых для культивирования в промышленных целях, требований к таким сортам и к условиям их культивирования». По итогам 2021 года посевные площади технической конопли в России, согласно данным Агропромышленной Ассоциации Коноплеводов, составляют 13,3 тыс. га. При этом урожайность конопли среднерусской составляла в среднем 5,7 ц/га убранной площади, что на 111,8 % больше, чем в 2020 году.

По прогнозам Министерства сельского хозяйства РФ, к 2025 году совокупная площадь посева под культурой увеличится до 20 тыс. га, валовой сбор пеньковолокна при этом составит 10 тыс. тонн, а его урожайность достигнет 8,5 ц/га. Столь выраженная популяризация сельскохозяйственной культуры в стране будет обусловлена, прежде всего, развитием спроса на пищевые продукты на основе технической конопли, а также расширением сфер применения конопляного волокна и костры, в том числе в текстильной и композитной промышленности, производстве строительных материалов, медицинских изделий и даже машиностроении (Постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 № 996). Основным направлением использования конопли в сельском хозяйстве России является производство соломы. В результате переработки соломы получают 25-30 % волокна и около 65 % костры (Нурмухаметова Р.Р. и др., 2017). Конопляная солома в сельском хозяйстве используется как источник корма с хорошими питательными параметрами для сельскохозяйственных животных, в основном крупного рогатого скота. Тем не менее учёными и практиками в сфере сельского хозяйства в настоящее время активно исследуется влияние конопляного семени или продуктов его переработки на продуктивные качества, обмен веществ и другие показатели выращиваемых животных и птиц.

Химический состав и питательная ценность технической конопли.

Растения рода *Cannabis* встречаются в северном полушарии и производят более 400 известных вторичных метаболитов. *C. sativa* – двудомное или однодомное однолетнее растение, которое может достигать 5 м. В настоящее время обширные публикации по химическому составу разнообразных экстрактов семян конопли, корней и надземных частей (листьев, стеблей и соцветий) рас-

тения указывают на множество соединений, присутствующих в них, в зависимости от сорта конопли, метеорологических и климатических условий и используемой методологии экстракции (Andre SM et al., 2016).

По сравнению с другими растениями конопля волокнистая характеризуется высоким содержанием целлюлозы – от 70 до 74 % (в том числе с высокой степенью кристалличности) и гемицеллюлозы – около 15-20 %, но имеет ограниченное количество лигнина, обычно 3,5 %, но не превышает 5,7 %. Содержание пектина обычно составляет около 0,8 %, а содержание жира и воска – 1,2-6,2 % (Manaia JP et al., 2019; Väisänen T et al., 2018; Marrot L et al., 2013).

Как показывают проведённые исследования (Firenzuoli F et al., 2016), в *Cannabis Sativa* обнаружено более 500 активных веществ, которые можно разделить на 18 основных групп химических соединений. Среди прочего они богаты 12 жирными кислотами, около 200 терпенами и 20 гетероциклическими соединениями, содержащими атомы азота в своей кольцевой структуре, более 50 углеводородами и 100 каннабиноидами.

Был проведён всесторонний анализ вторичных метаболитов конопли в соцветиях, листьях, коре стеблей и корнях. Соцветия и листья содержали каннабиноиды, флавоноиды и терпеноиды, тогда как кора стеблей и корни в основном характеризовались стеролами и тритерпеноидами. Самые высокие концентрации каннабиноидов были обнаружены в соцветиях, тогда как листья содержали самые высокие концентрации флавоноидов, таких как ориентин, витексин, изовитексин, кверцетин, лютеолин, кемпферол и апигенин (Jin D et al., 2020). Каннабиноиды в настоящее время имеют медицинское применение, тогда как терпеноиды и флавоноиды обладают противомикробными, противовоспалительными и антиоксидантными свойствами (Andre SM et al., 2016).

Основные каннабидиолы, обнаруженные в этом растении, включают дельта-9-тетрагидроканнабиол (ТГК), каннабидиол (КБД), каннабигерол (КБГ) и каннабинол (КБН) (Norganin A and Bryndal I, 2017). Структуры перечисленных соединений представлены на рисунке 1.

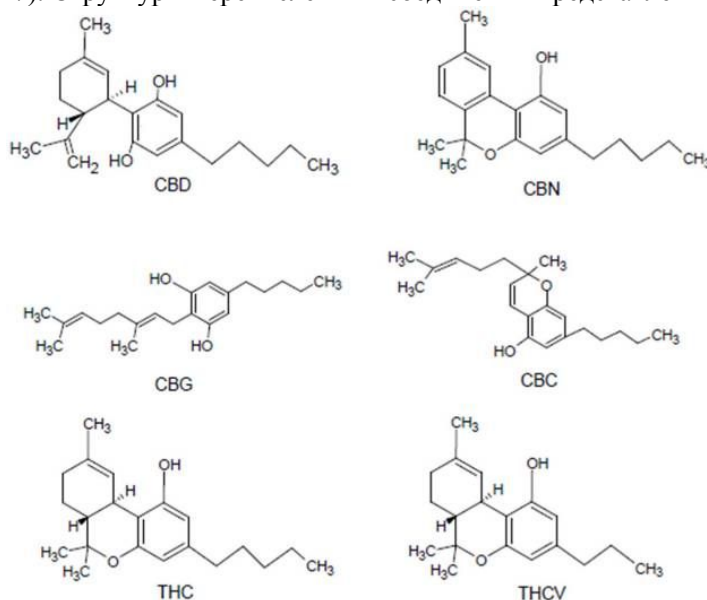


Рис. 1 – Структурные формулы каннабиноидов, встречающихся в конопле (КБД – каннабидиол, КБН – каннабинол, КБГ – каннабигерол, КБХ – каннабихромен, ТГК – тетрагидроканнабинол, ТГКВ – тетрагидроканнабиварин (Tutek K and Masek A, 2022)
 Figure 1 – Structural formulas of cannabinoids occurring in hemp (CBD – cannabidiol, CBN – cannabinol, CBG – cannabigerol, CBX – cannabichromen, THC – tetrahydrocannabinol, THCv – tetrahydrocannabivarin) (Tutek K and Masek A, 2022)

Семена в технической конопле являются наиболее питательной частью растения. Они содержат все аминокислоты (табл. 1) и жирные кислоты Омега 3, 6 и 9. Около 25 % содержимого семян – это легкоусвояемый высококачественный белок, который имеет в своем составе пищевые волокна для поддержки желудочно-кишечного тракта и правильного пищеварения (табл. 2), а также витамины В и Е. С другой стороны, около 30 % содержимого семян – это углеводы, обеспечивающие организм энергией.

Таблица 1. Содержание аминокислот в продуктах переработки и белковых фракциях семян конопли, в среднем, % (Зверев С. и Ламанов А., 2022)

Table 1. The content of amino acids in processed products and protein fractions of hemp seeds, on average, % (Zverev S and Lamanov A, 2022)

Аминокислота / <i>Amino acid</i>	Продукт / <i>Product</i>				Фракции белка / <i>Protein fractions</i>	
	цельное семя / <i>whole seed</i>	лущёные семена / <i>shelled seeds</i>	жмых / <i>cake</i>	семенная оболочка / <i>seed coat</i>	альбу- мин / <i>albumin</i>	глобу- лин / <i>globulin</i>
Аланин / <i>Alanine</i>	0,96±0,09	1,52±0,14	1,61±0,32	0,40±0,17	3,91	2,84
Аргинин / <i>Arginine</i>	2,28±0,26	4,55±0,45	3,91±0,89	0,94±0,80	12,82	16,12
Аспарагин / <i>Asparagine</i>	2,39±0,18	3,66±0,37	3,66±0,67	0,90±0,35	7,93	9,47
Цистин / <i>Cystine</i>	0,41±0,06	0,65±0,07	0,70±0,15	0,18±0,06	3,20	3,32
Глютаминовая кислота / <i>Glutamic acid</i>	3,74±0,30	6,23±0,77	6,03±1,24	1,19±0,62	20,37	21,48
Глицин / <i>Glycine</i>	1,06±0,10	1,61±0,15	1,66±0,35	0,41±0,16	8,26	4,10
Гистидин / <i>Histidine</i>	0,55±0,06	0,97±0,11	0,93±0,19	0,25±0,15	3,68	3,87
Изолейцин/ <i>Isoleucine</i>	0,80±0,11	1,29±0,35	1,45±0,23	0,39±0,14	2,02	2,86
Лейцин / <i>Leucine</i>	1,49±0,16	2,14±0,28	2,35±0,45	0,71±0,27	4,05	5,57
Лизин / <i>Lysine</i>	0,86±0,09	1,26±0,05	1,32±0,27	0,33±0,16	7,37	3,69
Метионин/ <i>Methionine</i>	0,56±0,08	0,94±0,12	0,88±0,25	0,18±0,12	1,74	4,07
Фенилаланин / <i>Phenylalanine</i>	1,03±0,16	1,43±0,30	1,62±0,30	0,53±0,09	1,32	3,27
Пролин / <i>Proline</i>	0,90±0,10	1,62±0,41	1,59±0,32	0,69±0,48	3,82	3,87
Серин / <i>Serene</i>	1,19±0,17	1,70±0,17	1,73±0,32	0,42±0,16	5,12	5,73
Треонин / <i>Threonine</i>	1,01±0,22	1,27±0,11	1,35±0,23	0,36±0,13	4,63	2,60
Триптофан / <i>Tryptophan</i>	0,23±0,06	0,38±0,07	0,39±0,10	0,06±0,04	0,16	0,34
Тирозин / <i>Tyrosine</i>	0,68±0,11	1,28±0,22	1,15±0,28	0,40±0,07	2,02	3,41
Валин / <i>Valine</i>	1,14±0,14	1,78±0,19	1,91±0,30	0,60±0,31	2,90	3,41

Таблица 2. Химический состав семян конопли и продуктов их переработки, в среднем, % (Leonard W et al., 2020)

Table 2. Chemical composition of hemp seeds and products of their processing, on average, % (Leonard W et al., 2020)

Продукт / <i>Product</i>	Сухое ве- щество/ <i>Dry matter</i>	Сырой жир / <i>Crude fat</i>	Сырой про- теин / <i>Crude protein</i>	Сырая клетчатка/ <i>Crude fiber</i>	Зольные вещества/ <i>Ash substances</i>
Цельное семя / <i>Whole seed</i>	94,1±2,0	30,4±2,7	24,0±2,1	32,1±2,5	4,8±0,7
Лущёные семена/ <i>Shelled seeds</i>	95,1±1,4	46,7±5,0	35,9±3,6	7,8±5,1	6,4±0,8
Жмых / <i>Cake</i>	95,1±2,3	10,2±2,2	40,7±8,8	30,5±8,8	6,7±1,0
Семенная оболочка / <i>Seed coat</i>	94,9±1,8	10,3±5,8	12,7±3,7	64,9±9,3	3,9±0,6

Около 27-38 % массы семян можно экстрагировать в конопляное масло, богатое полиненасыщенными жирными кислотами (ПНЖК) и большим количеством двух незаменимых жирных кислот (НЖК): линолевой кислоты (ЛК, 18:2 ω -6; среднее количество – 56 %) и α -линолевой кислоты (АЛК, 18:3 ω -3; среднее количество – 16 %), что даёт соотношение ω -6 к ω -3 3,5:1 (Fike J, 2016). Конопляное масло также имеет тенденцию содержать большое количество метаболитов ЛК и АЛК, таких как γ -линоленовая кислота (ГЛК, 18:3 ω -6) и стеариновая кислота (СК, 18:4 ω -3) соответственно (Callaway JC, 2004).

Семена технической конопли являются богатым источником эдестина, холина, тригонеллина, лецитина, хлорофилла, витамина К и токоферолов, например, витамина Е, который обладает сильными антиоксидантными свойствами. Он защищает ненасыщенные жирные кислоты от реакций окисления, благодаря чему они сохраняют свои свойства. Также семена *Cannabis sativa* содержат многие микро- и макроэлементы, такие как железо, кальций, цинк, фосфор, магний (Kaniewski R et al., 2017).

Антипитательные факторы представляют собой биологические соединения, присутствующие в пищевых продуктах человека или животных, которые снижают биодоступность питательных веществ или потребление пищи, или метаболизм которых может привести к высвобождению токсичных продуктов, тем самым способствуя нарушению желудочно-кишечной и метаболической деятельности. Как правило, в эту группу традиционно включают такие соединения, как сапонины, фитиновая кислота, алкалоиды, некоторые олигосахариды, ингибиторы протеазы, цианогенные гликозиды, глюкозинолаты и дубильные вещества. Что касается семян конопли, то лишь в нескольких сообщениях (Galasso I et al., 2016; Russo R and Reggiani R, 2015; Mattila PH et al., 2018; Russo R and Reggiani R, 2013) исследовали их антипитательные соединения. Рассмотренными антипитательными факторами были фитиновая кислота, содержание которой в среднем составляло 22,5 мг/г, ингибиторы трипсина (2,88 МЕ/мг белка), конденсированные танины (0,23 мг/г), глюкозинолаты (3,80 мкмоль/г) (Серков В.А. и др., 2011). В целом было подчёркнуто, что все проанализированные антипитательные факторы имеют положительную корреляцию, и, следовательно, возможно, что биосинтетические пути этих соединений в конопле экспрессируются одновременно во время развития семян (Russo R and Reggiani R, 2015).

Химический состав продуктов переработки семян конопли во многом зависит от сортов, методов прессования и обработки (House JD et al., 2010; Mihoc M et al., 2012). После удаления липидной фракции из семян можно получить шрот, т. е. измельчённые до состояния грубой муки семена конопли. Конопляная мука имеет большое содержание белка (до 40 %) и, очевидно, пониженное количество липидов (10-11 %) (House JD et al., 2010).

Конопляный жмых получают из семян конопли при производстве масла на прессе, его химический состав представлен в таблице 2 (Leonard W et al., 2020). Энергетическая ценность конопляного жмыха составляет 305 ккал/100 г. Его питательность выражается 43-50 кг крахмальных эквивалентов при 19-21 % перевариваемого белка. Конопляный жмых богат фитином (кальциевомагниева соль инозитфосфорной кислоты), который стимулирует кроветворение, усиливает рост и развитие костной ткани; улучшает функцию нервной системы при заболеваниях, связанных с недостатком фосфора в организме (Серков В.А. и др., 2011).

Метаболическая энергия (МЭ) конопляного жмыха колеблется от 9,21 до 13,01 МДж/кг сухого вещества (Hessle A et al., 2008). Эти значения превышают средние требования к поддержанию (т. е. 0,424, 0,401 и 0,497 МДж МЕ/кг массы тела 0,75) и росту (0,03, 0,015 и 0,016 МДж МЭ/г прироста веса) для коз, овец и крупного рогатого скота соответственно (National Research Council (NRC), 1981; National Research Council (NRC), 2001). Конопляный жмых скармливают при 2 % от массы тела, следовательно, он может служить хорошим кормом для жвачных животных и поддерживать усвояемость питательных веществ при его использовании вместо других кормов с высоким содержанием белка.

Содержание минеральных элементов в побочных продуктах волокнистой конопли ниже, чем требуется для содержания жвачных животных, в отличие от цельного семени, которое удовле-

творяет пищевые потребности в микроэлементах. Хотя их минеральное содержание недостаточно изучено, все побочные продукты переработки технической конопли, кроме костры (из-за крайне низкого содержания сырого протеина и эфирного экстракта), могут использоваться в качестве потенциальных кормовых ингредиентов в рационах жвачных животных (Semwogerere F et al., 2020).

Проблемы использования продуктов переработки *Cannabis sativa* в животноводстве.

В связи с беспокойством по поводу остатков химических веществ в пищевых продуктах в странах Евросоюза (ЕС) в 2006 году был введён запрет на использование антибиотиков в качестве стимуляторов роста в кормах для животных. Эфирные масла (ЭМ) являются важной альтернативой антибиотикам в рационах животных, и в настоящее время проводится множество исследований по их использованию в кормах для скота, свиней и птицы, а также в аквакультуре (рыбоводстве) (Smith SC and Wagner MS, 2014). В ветеринарии термин «фитогенные кормовые добавки» включает комбинированные биологически активные ингредиенты и ароматизирующие вещества (например, эфирные масла, специи, травы или растительные экстракты), которые влияют на флору кишечника – для повышения производительности и продуктивности (снижение окислительного стресса, улучшение конверсии корма), а также улучшение усвояемости корма, скорости роста и качества продуктов переработки, таких как мясо, яйца, молочные и рыбные продукты (Steiner T and Syed B, 2015). Продукты животного происхождения потребляются людьми в больших масштабах. Корма, полученные из конопли (семена, жмых/мука, масло семян, цельное растение), были включены в рационы животных, птиц и рыб до их делегализации и в настоящее время их ввод возобновляют снова, но при определённом технологическом процессе (European Food Safety Authority (EFSA), 2011).

Согласно данным Управления по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (FDA), концентрация содержания конопли не должна превышать 0,3 % в пересчёте на сухую массу. В отчёте Американской ветеринарной медицинской ассоциации за январь 2018 года говорится, что FDA выпустило предупреждающие письма компаниям, продающим продукты для животных, содержащие КБД; многие продукты не содержали заявленных уровней КБД, некоторые содержали 0,0025 % КБД, а другие содержали 25-35 % КБД. Таким образом, в Северной Америке кормление продуктами переработки технической конопли возможно только после одобрения заявок (US FDA, 2020).

По данным Европейского агентства по безопасности пищевых продуктов (EFSA), сорта, разрешённые для выращивания конопли в Европе, не должны содержать более 0,2 % ТГК (Serrano E et al., 2011). Согласно научному заключению EFSA по добавкам и продуктам или веществам, используемым в кормах для животных, конопляное семя и жмых из конопляного семени могут использоваться в качестве кормовых материалов для всех видов животных, хотя и с определёнными различиями в дозировке в зависимости от вида. Конопляное масло можно использовать в качестве добавки в кормовые смеси для животных как богатый источник незаменимых жирных кислот, а семена и жмых конопли можно использовать в качестве источника жира и белка в рационах животных.

Тем не менее в настоящее время продукты переработки технической конопли не признаны в качестве коммерческих ингредиентов корма для животных в большинстве стран, даже несмотря на то, что некоторые из них разработали рекомендации по их включению в кормовые рационы. Частично это связано с ограниченностью данных о биодоступности доминирующих биоактивных соединений конопли (например, ТГК и КБД) у животных (European Food Safety Authority (EFSA), 2011) и известных психоактивных эффектов ТГК у людей (Ujváry I and Hanuš L, 2016).

Биодоступность биологически активных соединений побочных продуктов конопли можно определить с помощью переваривания *in vitro*, *in vivo* и/или *ex vivo*, исследуя кровь, органы и ткани животных (Santos DI et al., 2019; Carbonell-Capella JM et al., 2014). Были разработаны различные методики для оценки способности кормовых ингредиентов к разложению в рубце и усвояемости в кишечнике *in vitro* (Leeuw KJ et al., 2019; Michalet-Doreau B and Ould-Bah MY, 1992). Распределение биоактивных соединений побочных продуктов конопли среди основных тканей также может

быть определено *ex vivo* с использованием процедуры ГХ-МС (European Food Safety Authority (EFSA), 2015).

Тем не менее имеется небольшой базис данных о переносе биоактивных соединений из продуктов переработки технической конопли в животноводческую продукцию и установлении их оптимальных уровней включения в рационы животных. В настоящее время учёными со всего мира проводятся исследования, в которых оценивается влияние включения в рационы продуктов переработки волокнистой конопли у разных видов сельскохозяйственных животных и птиц на продуктивные показатели, обмен веществ, а также на химический состав продукции. Ниже представлены результаты одних из наиболее показательных исследований.

Использование продуктов переработки технической конопли и её производных в рационах крупного рогатого скота.

Karlsson L совместно с коллегами (2010) оценивали влияние различных количеств (143, 233 и 318 г/кг сухого вещества) конопляных жмыхов в рационе молочных коров. Надой были выше, когда коров кормили рационами с добавлением 143 г/кг жмыхов по сравнению с контрольной группой и коровами, которых кормили рационами с большим содержанием жмыха из семян конопли. Точно так же эффективность преобразования сырого пищевого белка в молочный снижалась с увеличением количества жмыха из семян конопли в рационах, что привело авторов к выводу, что дозировки 233 и 318 г/кг не имели преимуществ в молочной продуктивности (Karlsson L et al., 2010). В других исследованиях добавление целых семян конопли или конопляных жмыхов в рацион крупного рогатого скота не показало различий в прибавке веса по сравнению с животными, которых кормили «стандартными диетами» (Hessle A et al., 2008). Однако, как сообщают Mustafa AF с соавторами (1999), конопляная мука может рассматриваться как превосходный природный источник нерасщеплённого сырого протеина в рубце. У телят и бычков, которым добавляли в рационы конопляный жмых в качестве источника белка, наблюдалось меньшее количество длинных частиц в фекалиях. Только у бычков отмечалась более высокая консистенция фекалий по сравнению с животными, которых кормили смесью соевого шрота и ячменного плющеного зерна (Mustafa AF et al., 1999). В совокупности эти наблюдения указывают на лучшую функциональность рубца, вероятно, из-за более высокого содержания клетчатки и/или меньшего количества крахмала в жмыхах из семян конопли по сравнению с контрольными рационами (Hessle A et al., 2008).

Использование продуктов переработки технической конопли и её производных в рационах овец.

Два исследования были проведены Mierliță D (2016, 2018) на овцах в середине лактации для оценки влияния пищевых добавок с семенами конопли или конопляными жмыхами. В первом исследовании добавление к рациону 25 % семян конопли увеличивало содержание жира в молоке, не влияя на содержание молочного белка (Mierliță D, 2016). Во втором исследовании как конопляное семя (180 г/день), так и конопляный жмых (480 г/день), добавленные в корм, способствовали увеличению молочного жира и надоя молока по сравнению с контрольной группой. Семена и жмых конопли увеличили концентрацию АЛК в овечьем молоке на 66 и 49 % соответственно, вместе с увеличением ПНЖК, мононенасыщенных жирных кислот и длинноцепочечных жирных кислот и снижением общего содержания НЖК, короткоцепочечных жирных кислот и среднецепочечных жирных кислот. Более того, добавление конопляных семян или конопляных жмыхов в рацион овец сохраняло окислительную стабильность молока, что определялось более высокой концентрацией α -токоферола в овечьем молоке и более высокой общей антиоксидантной способностью (о чём свидетельствует более низкая концентрация малонового диальдегида в овечьем молоке) (Mierliță D, 2018).

Недавно Iannaccone M совместно с соавторами (2019) проанализировали экспрессию генов в цельной крови лактирующих овец, получавших основной рацион совместно с добавкой конопляного семени в количестве 5 %, и обнаружили активацию генов, связанных с выработкой энергии и термогенеза (что может облегчить адаптацию животных к холоду) (Iannaccone M et al., 2019).

Использование продуктов переработки технической конопли и её производных в рационах молочных коз.

Cozma A совместно с коллегами (2015) изучали влияние добавления конопляного масла в рацион молочных коз на основе сена. В смесь концентрата добавляли конопляное масло в количестве 4,70 % в течение 31 дня эксперимента. Было выяснено, что данная концентрация масла не повлияла на надой, в то время как содержание жира в молоке было выше по сравнению с контрольной группой с увеличением доли конъюгированных жирных кислот и ПНЖК. Включение конопляного масла в основной рацион коз приводило к значительному увеличению общего содержания липидов в сыворотке крови по сравнению с животными в контрольной группе. Однако показатели аланинаминотрансферазы и γ -глутамилтрансферазы не отличались от значений, наблюдаемых в контроле, что указывает на вероятное отсутствие вредного воздействия конопляного масла на здоровье печени. Общие результаты данных исследований впервые предполагают, что благотворное воздействие на здоровье человека может быть получено от козьего молока при включении в рацион коз конопляного масла (Cozma A et al., 2015).

Группа учёных (Cremonesi P et al., 2018) провела эксперимент по оценке влияния отдельного включения 9,3 % льняного и 9,3 % конопляного семени в рационы кормящих альпийских коз. Их введение в данных концентрациях не повлияло на надой, но значительно увеличило содержание жира в молоке. Различий в молочном белке, концентрации лактозы и мочевины между данными группами не было выявлено.

Использование продуктов переработки технической конопли и её производных в рационах свиней.

Mourot J and Guillevic M (2015) оценили влияние на показатели роста, химический состав и параметры качества мяса свиней при скормлении трёх рационов, содержащих конопляное масло, пальмовое масло или рапсовое масло и не обнаружили различий между ними.

Группа исследователей (Palade LM et al., 2019) предположили, что включение конопляной муки в рацион свиноматок в более поздний период беременности и в первые недели лактации способствует антиоксидантному системному статусу и что этот эффект может быть передан на подсосных поросят с молоком.

Использование продуктов переработки технической конопли и её производных в рационах бройлеров.

После введения семян *C. sativa* в количестве 10 и 20 % к основному рациону у бройлеров наблюдалось значительное увеличение живой массы по сравнению с птицей, которую кормили только основным рационом. Потребление корма было ниже, а конверсия корма лучше у птиц с диетой, содержащей конопляное семя, чем в контрольной группе. Наилучшие показатели роста были достигнуты при большем количестве семян конопли в рационе. И наоборот, при концентрации семян конопли ниже 5 % живая масса бройлеров была значительно меньше, чем в контрольной группе (Khan RU et al., 2010). Снижение среднего дневного потребления корма и среднего дневного прироста также наблюдали Mahmoudi M с коллегами (2015) у бройлеров, которых кормили рационами с 2,5 % семян конопли в течение первых 21 дней эксперимента, в то время как при даче рационов с 4 и 7,5 % семян никакой разницы в приросте массы тела не наблюдалось (Mahmoudi M et al., 2015; Skřivan M et al., 2020). По результатам работы двух групп исследователей включение конопляного масла до 6 % и конопляных жмыхов в количестве 10 и 20 % не улучшало показатели роста цыплят (Eriksson M and Wall H, 2012; Jing M et al., 2017). Еще одна группа учёных (Štastník O et al., 2015) изучала добавление 5 % и 15 % конопляных жмыхов в рационы бройлеров. При более высокой дозе авторы наблюдали отрицательное влияние на рост бройлеров, при этом не было различий в массе туши и процентном содержании веществ грудки и бедра по сравнению с рационами без конопляных жмыхов.

Использование продуктов переработки технической конопли и её производных в рационах кур-несушек.

В исследовании Silversides FG and Lefrançois MR (2005) продуктивность кур оценивалась после включения конопляной муки в концентрациях 5, 10 и 20 % к основному рациону. Не наблюдалось различий в живой массе, потреблении корма, эффективности корма и яйценоскости по сравнению с контрольной группой. Аналогичные результаты были получены для рационов, содержащих от 3 до 30 % семян конопли, 20 % конопляных жмыхов и до 12 % конопляного масла, но было отмечено более низкое потребление корма у кур, которых кормили конопляным маслом при 4 % и большая яйценоскость – при добавлении в рацион 3 % масла (Skrivan M et al., 2019). Gakhar N совместно с соавторами (2012) выявили высокую яичную массу после дачи птицам корма с 20 % семян конопли по сравнению с теми опытными группами, где добавляли небольшое количество семян или где их не использовали. В этих группах не наблюдалось различий с контрольной группой в потреблении корма и живой массе или качестве яиц, таких как толщина яичной скорлупы, высокий уровень белка или удельный вес (Gakhar N et al., 2012). Значительно большая масса яиц также наблюдалась после введения к основному рациону семян конопли в количестве 8 % по сравнению с контрольной группой (Skrivan M et al., 2019). И наоборот, в течение первых недель исследования, проведённого Neijat M совместно с коллегами (2014), наблюдалась меньшая масса яиц, отложенных курами, которых кормили конопляным семенем в количестве 30 %, по сравнению с яйцами, отложенными в контрольной группе и в группах, получавших более низкие концентрации конопляного семени. Авторы пришли к выводу, что это различие было связано с адаптацией к диете, поскольку в конце исследования различий между группами не наблюдалось (Neijat M et al., 2014).

В целом большинство авторов пришли к выводу, что включение конопляного продукта в рацион птицы не оказывает отрицательного влияния на их продуктивность. В нескольких исследованиях также изучалось влияние добавления конопли на содержание в яйцах НЖК, ПНЖК, а также насыщенных и мононенасыщенных жирных кислот.

В исследовании Halle I and Schöne F (2013) добавление к основному рациону 5, 10 или 15 % конопляных жмыхов приводило к линейному увеличению концентрации ЛК и АЛК с уменьшением НЖК и мононенасыщенных жирных кислот. Группа учёных (Neijat M et al., 2016) оценила добавление конопляных семян (10, 20 и 30 %) и конопляного масла (4,5 и 9,0 %) и обнаружили значительное увеличение содержания АЛК и докозагексаеновой кислоты (ДГК) в яичных желтках в данных группах по сравнению с контролем.

В исследовании Mierliță D совместно с соавторами (2019) профиль жирных кислот яичного желтка отличался от контрольной группы при добавлении в рацион птиц конопляного масла или конопляного жмыха: ЛК была выше в группе с добавлением жмыха по сравнению с группой с конопляными семенами и контролем. АЛК была выше в группах с добавкой продуктов переработки технической конопли по сравнению с контрольной группой. Концентрация олеиновой кислоты в желтке была ниже, когда кур кормили обоими производными конопли, что приводило к снижению концентрации мононенасыщенных жирных кислот. В том же исследовании автор обнаружил более высокие концентрации α -токоферола, указывающие на лучшую антиоксидантную активность в яйцах от кур-несушек, которых кормили рационом с добавлением конопляных семян или конопляных жмыхов (Mierliță D et al., 2019). Raza T с коллегами (2016) обнаружили, что добавление 25 % конопляного семени к основному рациону кур улучшает соотношение ω -6/ ω -3 в желтке яиц (Raza T et al., 2016).

Нутрицевтические свойства продуктов переработки технической конопли и её производных на физиологическое состояние бройлеров и кур-несушек.

Положительный эффект добавления конопляных семян в рацион бройлеров и кур-несушек выражался в повышении прочности голени и снижении ее деформации по сравнению с животными, которых кормили бесконопляным рационом (Skrivan M et al., 2019). Эта особенность очень

важна, так как переломы костей на птицефабриках оказывают огромное влияние на повышение уровня смертности (Clark WD et al., 2008).

Другим положительным эффектом использования семян конопли в питании бройлеров является улучшение липидного профиля сыворотки крови с повышением уровня липопротеинов высокой плотности (ЛПВП) и снижением уровня триглицеридов, липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) и количества общего холестерина (Mahmoudi M et al., 2015). У кур также наблюдался лучший липидный профиль сыворотки (Vispute MM et al., 2019).

Антимикробная активность производных *Cannabis sativa* также была исследована. Эфирные масла, полученные из технической конопли, продемонстрировали антимикробные свойства *in vitro* в отношении нескольких бактерий (Nissen L et al., 2010) с наблюдаемым благоприятным эффектом на микробную колонизацию кишечника птицы после добавления конопляных семян (отдельно или в сочетании с семенами укропа) к основному корму: количество возбудителя *E. coli* было снижено, а количество *Lactobacillus* увеличено по сравнению с контрольной группой. Однако в другом исследовании введение конопляных жмыхов цыплятам не выявило различий в количестве микроорганизмов, таких как *E. coli*, *Lactobacillus* и *Enterococci* spp. по сравнению с основным рационом (Štastník O et al., 2016). Точно так же согласно исследованиям Eriksson M and Wall H (2012) не было обнаружено существенной разницы в количестве *C. perfringens* в слепой кишке бройлеров при сравнении рационов с конопляными жмыхами и без них.

Коллектив авторов (Neijat M et al., 2014) в своём экспериментальном исследовании предположили, что семена конопли и конопляное масло могут оказывать защитное действие на развитие заболеваний печени у кур и цыплят за счет снижения уровня печеночных ферментов, наблюдаемого после их включения в рацион.

Заключение.

Техническая конопля – очень полезное растение, поскольку все его составляющие могут найти практическое применение. Помимо использования внешних волокон стебля в текстильной, пластмассовой, бумажной и строительной промышленности и семян – в питании человека, продукты переработки этого растения могут найти применение в питании животных. Вышеупомянутые исследования показывают, что волокнистая конопля и её производные могут быть включены в рационы сельскохозяйственных животных в качестве хорошего источника сырого белка и незаменимых жиров без особых изменений в показателях роста. Тем не менее представленные в научной литературе работы по этому вопросу все еще немногочисленны и не очень сопоставимы из-за использования разных экспериментальных методов, дозировок и способов введения добавки. Чтобы получить более полную картину реальной пользы продуктов переработки технической конопли в питании животных, необходимо проводить дальнейшие исследования, направленные на расширение знаний о показателях роста,нутрицевтических эффектах и влиянии на состав жирных кислот в продуктах животного происхождения. Также важным является изучение переноса биоактивных соединений из продуктов переработки технической конопли в животноводческую продукцию. В совокупности все эти мероприятия будут приближать исследователей к разработке и внедрению функциональных фитогенных кормовых добавок на основе продуктов переработки технической конопли в сектор животноводства.

Список источников

1. Возделывание среднерусской однодомной конопли в лесостепи Среднего Поволжья: практ. реком. / В.А. Серков и др. Пенза: ГНУ Пензен. НИИСХ Россельхозакадемии, 2011. 40 с. [Serkov VA et al. Vozdelyvanie srednerusskoj odnodomnoj konopli v lesostepi Srednego Povolzh'ya: prakt. rekom. Penza: GNU Penzenskij NIISKH Rossel'hozademii; 2011:40 p. (In Russ.)].
2. Зверев С., Ламанов А. Возможность использования конопляного жмыха в кормлении свиней // Комбикорма. 2022. № 2. С. 45-48. [Zverev S, Lamanov A. Possibility of

the application of hemp oil cake in pig feeding. *Compound Feeds*. 2022;2:45-48. (*In Russ.*). doi: 10.25741/2413-287X-2022-02-3-164

3. Масловская Е.В., Бывшев В.А. Нормативное правовое регулирование деятельности, связанной с культивированием технических сортов конопли в промышленных целях в Российской Федерации // Селекция против наркотиков: материалы II Междунар. конф., 4-6 июля 2007 г. Пенза, 2007. С. 9-12. [Maslovskaya EV, Byvshev VA. Normativnoe pravovoe regulirovanie deyatel'nosti, svyazannoy s kul'tivirovaniem tekhnicheskikh sortov konopli v promyshlennyh celyah v Rossijskoj Federacii (Conference proceedings). Selekcija protiv narkotikov: materialy II Mezhdunarodnoj konferencii, 4-6 iyulya 2007 g. Penza; 2007:9-12. (*In Russ.*)].

4. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы». М., 2017. 45 с. [Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 25 avgusta 2017 g. № 996 «Ob utverzhdenii Federal'noi nauchno-tekhnicheskoi programmy razvitiya sel'skogo khozyaistva na 2017-2025 gody». Moscow; 2017:45 p. (*In Russ.*)].

5. Структурный анализ пенькового волокна после щелочной обработки методом ИК-спектроскопии / Р.Р. Нурмухаметова, З.Т. Валишина, А.А. Александров и др. // Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20(10). С. 81-83. [Nurmukhametova RR, Valishina ZT, Aleksandrov AA et al. Strukturnyj analiz pen'kovogo volokna posle shchelochnoj obrabotki metodom IK-spektroskopii. Bulletin of the Technological University. 2017;20(10):81-83. (*In Russ.*)].

6. Andre CM, Hausman JF, Guerriero G. *Cannabis sativa*: The plant of the thousand and one molecules. *Front Plant Sci*. 2016;7:19. doi: 10.3389/fpls.2016.00019

7. Atakan Z. Cannabis, a complex plant: different compounds and different effects on individuals. *Ther Adv Psychopharmacol*. 2012;2(6):241-254. doi: 10.1177/2045125312457586

8. Bar-Sela G, Vorobeichik M, Drawsheh S, Omer A, Goldberg V, Muller E. The medical necessity for medicinal Cannabis: prospective, observational study evaluating the treatment in cancer patients on supportive or palliative care. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2013;2013:510392. doi: 10.1155/2013/510392

9. Callaway JC. Hempseed as a nutritional resource: an overview. *Euphytica*. 2004;140:65-72. doi: 10.1007/s10681-004-4811-6

10. Carbonell-Capella JM, Buniowska M, Barba FJ, Esteve MJ, Frigola A. Analytical methods for determining bioavailability and bioaccessibility of bioactive compounds from fruits and vegetables: a review. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2014;13(2):155-171. doi: 10.1111/1541-4337.12049

11. Clark WD, Cox WR, Silversides FG. Bone fracture incidence in end-of-lay high-producing, noncommercial laying hens identified using radiographs. *Poult Sci*. 2008;87(10):1964-1970. doi: 10.3382/ps.2008-00115

12. Cozma A, Andrei S, Pintea A, Miere D, Filip L, Loghin F, Ferlay A. Effect of hemp seed oil supplementation on plasma lipid profile, liver function, milk fatty acid, cholesterol, and vitamin A concentrations in Carpathian goats. *Czech J Anim Sci*. 2015;60:289-301. doi: 10.17221/8275-CJAS

13. Cremonesi P, Conte G, Severgnini M, Turri F, Monni A, Capra E, Rapetti L, Colombini S, Chessa S, Battelli G, Alves SP, Mele M, Castiglioni B. Evaluation of the effects of different diets on microbiome diversity and fatty acid composition of rumen liquor in dairy goat. *Animal*. 2018;12(9):1856-1866. doi: 10.1017/S1751731117003433

14. Della Rocca G, Di Salvo A. Hemp in veterinary medicine: from feed to drug. *Front Vet Sci*. 2020;28(7):387. doi: 10.3389/fvets.2020.00387

15. EFSA. CONTAM Panel (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain). Scientific Opinion on the risks for human health related to the presence of tetrahydrocannabinol (THC) in milk and other food of animal origin. *EFSA Journal*. 2015;13(6):4141:125 p. doi: 10.2903/j.efsa.2015.4141

16. EFSA. Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP). Scientific Opinion on the safety of hemp (*Cannabis genus*) for use as animal feed. *EFSA Journal*. 2011;9(3):2011:41 p. doi: 10.2903/j.efsa.2011.2011

17. Eriksson M, Wall H. Hemp seed cakes in organic broiler diets. *Anim Feed Sci Technol.* 2012;171(2-4):205-213. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2011.10.007
18. Fike J. Industrial hemp: renewed opportunities for an ancient crop. *Crit Rev Plant Sci.* 2016;35(5-6):Cannabis:406-424. doi: 10.1080/07352689.2016.1257842
19. Firenzuoli F, Epifani F, Loiacono I. *Konopie... dla wszystkich. Lecznicze zastosowanie konopi.* Esteri, 2016, 112 p.
20. Gakhar N, Goldberg E, Jing M, Gibson R, House JD. Effect of feeding hemp seed and hemp seed oil on laying hen performance and egg yolk fatty acid content: evidence of their safety and efficacy for laying hen diets. *Poult Sci.* 2012;91(3):701-711. doi: 10.3382/ps.2011-01825
21. Galasso I, Russo R, Mapelli S, Ponzoni E, Brambilla IM, Battelli G, Reggiani R. Variability in seed traits in a collection of *Cannabis sativa L.* Genotypes. *Front Plant Sci.* 2016;7:688. doi: 10.3389/fpls.2016.00688
22. Halle I, Schöne F. Influence of rapeseed cakes, linseed cakes and hemp seed cakes on laying performance of hens and fatty acid composition of egg yolk. *J Verbrauch Lebensm.* 2013;8:185-193. doi: 10.1007/s00003-013-0822-3
23. Hartsel JA, Boyar K, Pham A, Silver RJ, Makriyannis A. Cannabis in veterinary medicine: cannabinoid therapies for animals. In: Gupta R, Srivastava A, Lall R, editors. *Nutraceuticals in Veterinary Medicine.* Switzerland: Springer Nature. 2019;121-155. doi: 10.1007/978-3-030-04624-8_10
24. Hessle A, Eriksson M, Nadeau E, Turner T, Johansson B. Cold-pressed hempseed cake as a protein feed for growing cattle. *Acta Agric Scand A Anim Sci.* 2008;58(3):136-145. doi: 10.1080/09064700802452192
25. Horanin A, Bryndal I. Hemp — active ingredients, medicinal properties and using. *Res Rap Wroc Univ Econ.* 2017;494;76-84. doi: 10.15611/pn.2017.494.07
26. House JD, Neufeld J, Leson G. Evaluating the quality of protein from hemp seed (*Cannabis sativa L.*) products through the use of the protein digestibility-corrected amino acid score method. *J Agric Food Chem.* 2010;58(22):11801-11807. doi: 10.1021/jf102636b
27. Hughes B. European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction (EMCDDA). Cannabis Legislation in Europe: An Overview. Publications Office of the European Union. Luxembourg; 2018:32 p. doi: 10.2810/566650
28. Iannaccone M, Ianni A, Contaldi F, Esposito S, Martino C, Bennato F, et al. Whole blood transcriptome analysis in ewes fed with hempseed supplemented diet. *Sci Rep.* 2019;9:16192. doi: 10.1038/s41598-019-52712-6
29. Irakli M, Tsaliki E, Kalivas A, Kleisaris F, Sarrou E, Cook CM. Effect of genotype and growing year on the nutritional, phytochemical, and antioxidant properties of industrial hemp (*Cannabis sativa L.*) Seeds. *Antioxidants.* 2019;8(10):491. doi: 10.3390/antiox8100491
30. Jin D, Dai K, Xie Z, Chen J. Secondary metabolites profiled in cannabis inflorescences, leaves, stem barks, and roots for medicinal purposes. *Sci Rep.* 2020;10:3309. doi: 10.1038/s41598-020-60172-6
31. Jing M, Zhao S, House JD. Performance and tissue fatty acid profile of broiler chickens and laying hens fed hemp oil and HempOmega™. *Poult Sci.* 2017;96(6):1809-1819. doi: 10.3382/ps/pew476
32. Kaniewski R, Pniewska I, Kubacki A, Strzelczyk M, Chudy M, Oleszak G. Konopie siewne (*Cannabis sativa L.*) – wartościowa roślina użytkowa i lecznicza. *Postępy Fitoter.* 2017;18(2):139-144. doi: 10.25121/PF.2017.16.2.139
33. Karlsson L, Finell M, Martinsson K. Effects of increasing amounts of hempseed cakes in the diet of dairy cows on the production and composition of milk. *Animal.* 2010;4(11):1854-1860. doi: 10.1017/S1751731110001254
34. Khan RU, Durrani FR, Chand N, Anwar H. Influence of feed supplementation with *Cannabis sativa* on quality of broilers carcass. *Pakistan Veterinary Journal.* 2010;30(1):34-38.
35. Leeuw KJ, Palić D, Siebrits FK, Muller H, Hindle VA. Prediction of in vivo organic matter digestibility of ruminant feeds using in vitro techniques. *S Afr J Anim Sci.* 2019;48(5):907-916. doi: 10.4314/sajas.v48i5.10

36. Leonard W, Zhang P, Ying D, Fang Z. Hempseed in food industry: Nutritional value, health benefits, and industrial applications. *Comprehensive reviews in Food Science and Food Safety*. 2020;19(1):282-308. doi: 10.1111/1541-4337.12517
37. Mahmoudi M, Farhoomand P, Nourmohammadi R. Effects of different levels of hempseed (*Cannabis sativa L.*) and dextran oligosaccharide on growth performance and antibody titer response of broiler chickens. *Ital J Anim Sci*. 2015;14(1):3473. doi: 10.4081/ijas.2015.3473
38. Manaia JP, Manaia AT, Rodrigues L. Industrial hemp fibers: an overview. 2019;7(12):106. doi: 10.3390/fib7120106
39. Marrot L, Lefeuvre A, Pontoire B, Bourmaud A, Baley C. Analysis of the hemp fiber mechanical properties and their scattering (Fedora 17). *Ind Crops Prod*. 2013;51:317-327. doi: 10.1016/j.indcrop.2013.09.026
40. Mattila PH, Pihlava JM, Hellström J, Nurmi M, Eurola M, Mäkinen S, Jalava T, Pihlanto A. Contents of phytochemicals and antinutritional factors in commercial protein-rich plant products. *Food Qual Saf*. 2018;2(4):213-219. doi: 10.1093/fqsafe/fyy021
41. Michalet-Doreau B, Ould-Bah MY. In vitro and in sacco methods for the estimation of dietary nitrogen degradability in the rumen: a review. *Anim Feed Sci Technol*. 1992;40(1):57-86. doi: 10.1016/0377-8401(92)90112-J
42. Mierliță D. Effects of diets containing hemp seeds or hemp cakes on fatty acid composition and oxidative stability of sheep milk. *S Afr J Anim Sci*. 2018;48(3):504-515. doi: 10.4314/sajas.v48i3.11
43. Mierliță D. Fatty acid profile and health lipid indices in the raw milk of ewes grazing part-time and hemp seed supplementation of lactating ewes. *S Afr J Anim Sci*. 2016;46(3):237-246. doi: 10.4314/sajas.v46i3.3
44. Mierliță D. Fatty acids profile and oxidative stability of eggs from laying hens fed diets containing hemp seed or hempseed cakes. *S Afr J Anim Sci*. 2019;49(2):310-21. doi: 10.4314/sajas.v49i2.11
45. Mihoc M, Pop G, Alexa E, Radulov I. Nutritive quality of romanian hemp varieties (*Cannabis sativa L.*) with special focus on oil and metal contents of seeds. *Chem Cent J*. 2012;6:122. doi: 10.1186/1752-153X-6-122
46. Mourot J, Guillevic M. Effect of introducing hemp oil into feed on the nutritional quality of pig meat. *OCL*. 2015;22:D612. doi: 10.1051/ocl/2015035
47. Mustafa AF, McKinnon JJ, Christensen DA. The nutritive value of hemp meal for ruminants. *Can J Anim Sci*. 1999;79(1):91-95. doi: 10.4141/A98-031
48. Neijat M, Gakhar N, Neufeld J, House JD. Performance, egg quality, and blood plasma chemistry of laying hens fed hempseed and hempseed oil. *Poult Sci*. 2014;93(11):2827-2840. doi: 10.3382/ps.2014-03936
49. Neijat M, Suh M, Neufeld J, House JD. Hempseed products fed to hens effectively increased n-3 polyunsaturated fatty acids in total lipids, triacylglycerol and phospholipid of egg yolk. *Lipids*. 2016;51(5):601-614. doi: 10.1007/s11745-015-4088-7
50. Nissen L, Zatta A, Stefanini I, Grandi S, Sgorbati B, Biavati B, et al. Characterization and antimicrobial activity of essential oils of industrial hemp varieties (*Cannabis sativa L.*). *Fitoterapia*. 2010;81(5):413-419. doi: 10.1016/j.fitote.2009.11.010
51. NRC National Research Council. Nutrient requirements of dairy cattle: Seventh revised edition. Washington DS: The National Academies Press; 2001: 405 p. doi: <https://doi.org/10.17226/9825>
52. NRC National Research Council. Nutrient requirements of goats: angora, dairy, and meat goats in temperate and tropical countries. Washington, DS: The National Academies Press; 1981: 100 p. doi: <https://doi.org/10.17226/30>
53. Palade LM, Habeanu M, Marin DE, Chedea VS, Pistol GC, Grosu IA, et al. Effect of dietary hemp seed on oxidative status in sows during late gestation and lactation and their offspring. *Animals*. 2019;9(4):194. doi: 10.3390/ani9040194

54. Pearce DD, Mitsouras K, Irizarry KJ. Discriminating the effects of *Cannabis sativa* and *Cannabis indica*: a web survey of medical Cannabis users. *J Altern Complement Med.* 2014;20(10):787-791. doi: 10.1089/acm.2013.0190
55. Raza T, Chand N, Khan RU, Shahid MS, Abudabos AM. Improving the fatty acid profile in egg yolk through the use of hempseed (*Cannabis sativa*), ginger (*Zingiber officinale*), and turmeric (*Curcuma longa*) in the diet of Hy-line White Leghorns. *Arch Anim Breed.* 2016;59(2):183-190. doi: 10.5194/aab-59-183-2016
56. Russo R, Reggiani R. Evaluation of protein concentration, amino acid profile and antinutritional compounds in hempseed meal from dioecious and monoecious varieties. *AJPS.* 2015;6(1):14-22. doi: 10.4236/ajps.2015.61003
57. Russo R, Reggiani R. Variability in antinutritional compounds in hempseed meal of Italian and French varieties. *Plant.* 2013;1(2):25-29. doi: 10.11648/j.plant.20130102.13
58. Santos DI, Saraiva JMA, Vicente AA, Moldão-Martins M. Methods for determining bioavailability and bioaccessibility of bioactive compounds and nutrients. In: Barba FJ, Saraiva JMA, Cravotto G, Lorenzo JM, editors. *Innovative Thermal and Non-Thermal Processing, Bioaccessibility and Bioavailability of Nutrients and Bioactive Compounds.* London: Elsevier Inc.; 2019:23-54. doi: 10.1016/B978-0-12-814174-8.00002-0
59. Schluttenhofer C, Yuan L. Challenges towards revitalizing hemp: a multifaceted crop. *Trends Plant Sci.* 2017;22(11):917-929. doi: 10.1016/j.tplants.2017.08.004
60. Semwogerere F, Katiyatiya CLF, Chikwanha OC, Marufu MC, Mapiye C. Bioavailability and bioefficacy of hemp by-products in ruminant meat production and preservation: a Review. *Frontiers in Veterinary Science.* 2020;7:572906. doi: 10.3389/fvets.2020.572906
61. Serrano E, Cornu A, Kondjoyan N, Agabriel J, Micol D. Traceability of grass feeding in beef: terpenes, 2,3-octanedione and skatole accumulation in adipose tissue of young bulls. *Animal.* 2011;5(4):641-649. doi: 10.1017/S1751731110002296
62. Silversides FG, Lefrançois MR. The effect of feeding hemp seed meal to laying hens. *Br Poult Sci.* 2005;46(2):231-235. doi: 10.1080/0071660500066183
63. Skřivan M, Englmaierová M, Taubner T, Skřivanová E. Effects of dietary hemp seed and flaxseed on growth performance, meat fatty acid compositions, liver tocopherol concentration and bone strength of cockerels. *Animals.* 2020;10(3):458. doi: 10.3390/ani10030458
64. Skřivan M, Englmaierová M, Vít T, Skřivanová E. Hempseed increases gamma-tocopherol in egg yolks and the breaking strength of tibias in laying hens. *PLoS One.* 2019;14(5):e0217509. doi: 10.1371/journal.pone.0217509
65. Smith SC, Wagner MS. Clinical endocannabinoid deficiency (CECD) revisited: can this concept explain the therapeutic benefits of cannabis in migraine, fibromyalgia, irritable bowel syndrome and other treatment-resistant conditions? *Neuro Endocrinol Lett.* 2014;35(3):198-201.
66. Štastník O, Karasek F, Stenclova H, Burdova E, Kalhotka L, Trojan V, et al. The effect of hemp by-products feeding on gut microbiota and growth of broiler chickens. *MendelNet.* 2016;23:289-293.
67. Štastník O, Karasek F, Stenclova H, Trojan V, Vyhnanek T, Pavlata L, et al. The effect of hempseed cakes on broiler chickens performance parameters. *Mendelnet.* 2015;1(1):157-160.
68. Steiner T, Syed B. Phytogetic feed additives in animal nutrition. In: Máthé, Á, editor. *Medicinal and aromatic plants of the world.* Vol. 1. Springer, Dordrecht, 2015;403-423. doi: https://doi.org/10.1007/978-94-017-9810-5_20
69. Tutek K, Masek A. Hemp and its derivatives as a universal industrial raw material (with particular emphasis on the polymer industry)-a review. *Materials (Basel).* 2022;15(7):2565. doi: 10.3390/ma15072565
70. Ujváry I, Hanuš L. Human metabolites of cannabidiol: a review on their formation, biological activity, and relevance in therapy. *Cannabis Cannabinoid Res.* 2016;1(1):90-101. doi: 10.1089/can.2015.0012

71. US FDA. US Food & Drug Administration [Internet]. FDA Regulation of Cannabis and Cannabis-Derived Products, Including Cannabidiol (CBD). Available from: <https://www.fda.gov/news-events/public-health-focus/fda-regulation-cannabis-and-cannabis-derived-products-including-cannabidiol-cbd#dietarysupplements%0A> (cited 2022 Jul 13).
72. Väisänen T, Batello P, Lappalainen R, Tomppo L. Modification of hemp fibers (*Cannabis Sativa* L.) for composite applications. *Ind Crops Prod.* 2018;111:422-429. doi: 10.1016/j.indcrop.2017.10.049
73. Vispute MM, Sharma D, Mandal AB, Rokade JJ, Tyagi PK, Yadav AS. Effect of dietary supplementation of hemp (*Cannabis sativa*) and dill seed (*Anethum graveolens*) on performance, serum biochemicals and gut health of broiler chickens. *J Anim Physiol Anim Nutr.* 2019;103(2):525-533. doi: 10.1111/jpn.13052
74. WHO Technical Report Series. WHO Expert Committee on Drug Dependence: forty-first report. World Health Organization; 2019:57 p.
75. Zimniewska M. Hemp fibre properties and processing target textile: A review. *Materials.* 2022;15(5):1901. doi: 10.3390/ma15051901
76. Żuk-Gołaszewska K, Gołaszewski J. Cannabis sativa L. – cultivation and quality of raw material. *J Elem.* 2018;23(3):971-984. doi: 10.5601/jelem.2017.22.3.1500

References

1. Serkov VA et al. Cultivation of Central Russian monoecious hemp in the forest-steppe of the Middle Volga region: practical guidelines. Penza: GNU Penzenskij NIISKH Rossel'hoz akademii; 2011:40 p.
2. Zverev S, Lamanov A. Possibility of the application of hemp oil cake in pig feeding. *Compound Feeds.* 2022;2:45-48. doi: 10.25741/2413-287X-2022-02-3-164
3. Maslovskaya EV, Byvshev VA. Normative legal regulation of activities related to the cultivation of technical varieties of hemp for industrial purposes in the Russian Federation (Conference proceedings). Selection against drugs: materials of the II International conference, 4-6 July 2007 y. Penza; 2007:9-12.
4. Decree of the Government of Russian Federation from August 25, 2017 No. 996 "On Approval of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017-2025". Moscow; 2017:45 p.
5. Nurmukhametova RR, Valishina ZT, Aleksandrov AA et al. Structural analysis of hemp fiber after alkaline treatment by IR spectroscopy. *Bulletin of the Technological University.* 2017;20(10):81-83.
6. Andre CM, Hausman JF, Guerriero G. *Cannabis sativa*: The plant of the thousand and one molecules. *Front Plant Sci.* 2016;7:19. doi: 10.3389/fpls.2016.00019
7. Atakan Z. Cannabis, a complex plant: different compounds and different effects on individuals. *Ther Adv Psychopharmacol.* 2012;2(6):241-254. doi: 10.1177/2045125312457586
8. Bar-Sela G, Vorobeichik M, Drawsheh S, Omer A, Goldberg V, Muller E. The medical necessity for medicinal Cannabis: prospective, observational study evaluating the treatment in cancer patients on supportive or palliative care. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2013;2013:510392. doi: 10.1155/2013/510392
9. Callaway JC. Hempseed as a nutritional resource: an overview. *Euphytica.* 2004;140:65-72. doi: 10.1007/s10681-004-4811-6
10. Carbonell-Capella JM, Buniowska M, Barba FJ, Esteve MJ, Frigola A. Analytical methods for determining bioavailability and bioaccessibility of bioactive compounds from fruits and vegetables: a review. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 2014;13(2):155-171. doi: 10.1111/1541-4337.12049
11. Clark WD, Cox WR, Silversides FG. Bone fracture incidence in end-of-lay high-producing, noncommercial laying hens identified using radiographs. *Poult Sci.* 2008;87(10):1964-1970. doi: 10.3382/ps.2008-00115

12. Cozma A, Andrei S, Pinteau A, Miere D, Filip L, Loghin F, Ferlay A. Effect of hemp seed oil supplementation on plasma lipid profile, liver function, milk fatty acid, cholesterol, and vitamin A concentrations in Carpathian goats. *Czech J Anim Sci.* 2015;60:289-301. doi: 10.17221/8275-CJAS
13. Cremonesi P, Conte G, Severgnini M, Turri F, Monni A, Capra E, Rapetti L, Colombini S, Chessa S, Battelli G, Alves SP, Mele M, Castiglioni B. Evaluation of the effects of different diets on microbiome diversity and fatty acid composition of rumen liquor in dairy goat. *Animal.* 2018;12(9):1856-1866. doi: 10.1017/S1751731117003433
14. Della Rocca G, Di Salvo A. Hemp in veterinary medicine: from feed to drug. *Front Vet Sci.* 2020;28(7):387. doi: 10.3389/fvets.2020.00387
15. EFSA. CONTAM Panel (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain). Scientific Opinion on the risks for human health related to the presence of tetrahydrocannabinol (THC) in milk and other food of animal origin. *EFSA Journal.* 2015;13(6):4141:125 p. doi: 10.2903/j.efsa.2015.4141
16. EFSA. Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP). Scientific Opinion on the safety of hemp (*Cannabis genus*) for use as animal feed. *EFSA Journal.* 2011;9(3):2011:41 p. doi: 10.2903/j.efsa.2011.2011
17. Eriksson M, Wall H. Hemp seed cakes in organic broiler diets. *Anim Feed Sci Technol.* 2012;171(2-4):205-213. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2011.10.007
18. Fike J. Industrial hemp: renewed opportunities for an ancient crop. *Crit Rev Plant Sci.* 2016;35(5-6):Cannabis:406-424. doi: 10.1080/07352689.2016.1257842
19. Firenzuoli F, Epifani F, Loiacono I. *Konopie... dla wszystkich. Lecnicze zastosowanie konopi.* Esteri, 2016, 112 p.
20. Gakhar N, Goldberg E, Jing M, Gibson R, House JD. Effect of feeding hemp seed and hemp seed oil on laying hen performance and egg yolk fatty acid content: evidence of their safety and efficacy for laying hen diets. *Poult Sci.* 2012;91(3):701-711. doi: 10.3382/ps.2011-01825
21. Galasso I, Russo R, Mapelli S, Ponzoni E, Brambilla IM, Battelli G, Reggiani R. Variability in seed traits in a collection of *Cannabis sativa L.* Genotypes. *Front Plant Sci.* 2016;7:688. doi: 10.3389/fpls.2016.00688
22. Halle I, Schöne F. Influence of rapeseed cakes, linseed cakes and hemp seed cakes on laying performance of hens and fatty acid composition of egg yolk. *J Verbrauch Lebensm.* 2013;8:185-193. doi: 10.1007/s00003-013-0822-3
23. Hartsel JA, Boyar K, Pham A, Silver RJ, Makriyannis A. Cannabis in veterinary medicine: cannabinoid therapies for animals. In: Gupta R, Srivastava A, Lall R, editors. *Nutraceuticals in Veterinary Medicine.* Switzerland: Springer Nature. 2019;121-155. doi: 10.1007/978-3-030-04624-8_10
24. Hessle A, Eriksson M, Nadeau E, Turner T, Johansson B. Cold-pressed hempseed cake as a protein feed for growing cattle. *Acta Agric Scand A Anim Sci.* 2008;58(3):136-145. doi: 10.1080/09064700802452192
25. Horanin A, Bryndal I. Hemp — active ingredients, medicinal properties and using. *Res Rap Wroc Univ Econ.* 2017;494:76-84. doi: 10.15611/pn.2017.494.07
26. House JD, Neufeld J, Leson G. Evaluating the quality of protein from hemp seed (*Cannabis sativa L.*) products through the use of the protein digestibility-corrected amino acid score method. *J Agric Food Chem.* 2010;58(22):11801-11807. doi: 10.1021/jf102636b
27. Hughes B. European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction (EMCDDA). *Cannabis Legislation in Europe: An Overview.* Publications Office of the European Union. Luxembourg; 2018:32 p. doi: 10.2810/566650
28. Iannaccone M, Ianni A, Contaldi F, Esposito S, Martino C, Bennato F, et al. Whole blood transcriptome analysis in ewes fed with hempseed supplemented diet. *Sci Rep.* 2019;9:16192. doi: 10.1038/s41598-019-52712-6
29. Irakli M, Tsaliki E, Kalivas A, Kleisiaris F, Sarrou E, Cook CM. Effect of genotype and growing year on the nutritional, phytochemical, and antioxidant properties of industrial hemp (*Cannabis sativa L.*) Seeds. *Antioxidants.* 2019;8(10):491. doi: 10.3390/antiox8100491

30. Jin D, Dai K, Xie Z, Chen J. Secondary metabolites profiled in cannabis inflorescences, leaves, stem barks, and roots for medicinal purposes. *Sci Rep.* 2020;10:3309. doi: 10.1038/s41598-020-60172-6
31. Jing M, Zhao S, House JD. Performance and tissue fatty acid profile of broiler chickens and laying hens fed hemp oil and HempOmega™. *Poult Sci.* 2017;96(6):1809-1819. doi: 10.3382/ps/pew476
32. Kaniewski R, Pniewska I, Kubacki A, Strzelczyk M, Chudy M, Oleszak G. Konopie siewne (*Cannabis sativa* L.) – wartościowa roślina użytkowa i lecznicza. *Postępy Fitoter.* 2017;18(2):139-144. doi: 10.25121/PF.2017.16.2.139
33. Karlsson L, Finell M, Martinsson K. Effects of increasing amounts of hempseed cakes in the diet of dairy cows on the production and composition of milk. *Animal.* 2010;4(11):1854-1860. doi: 10.1017/S1751731110001254
34. Khan RU, Durrani FR, Chand N, Anwar H. Influence of feed supplementation with *Cannabis sativa* on quality of broilers carcass. *Pakistan Veterinary Journal.* 2010;30(1):34-38.
35. Leeuw KJ, Palić D, Siebrits FK, Muller H, Hindle VA. Prediction of in vivo organic matter digestibility of ruminant feeds using in vitro techniques. *S Afr J Anim Sci.* 2019;48(5):907-916. doi: 10.4314/sajas.v48i5.10
36. Leonard W, Zhang P, Ying D, Fang Z. Hempseed in food industry: Nutritional value, health benefits, and industrial applications. *Comprehensive reviews in Food Science and Food Safety.* 2020;19(1):282-308. doi: 10.1111/1541-4337.12517
37. Mahmoudi M, Farhoomand P, Nourmohammadi R. Effects of different levels of hempseed (*Cannabis sativa* L.) and dextran oligosaccharide on growth performance and antibody titer response of broiler chickens. *Ital J Anim Sci.* 2015;14(1):3473. doi: 10.4081/ijas.2015.3473
38. Manaia JP, Manaia AT, Rodrigues L. Industrial hemp fibers: an overview. 2019;7(12):106. doi: 10.3390/fib7120106
39. Marrot L, Lefeuvre A, Pontoire B, Bourmaud A, Baley C. Analysis of the hemp fiber mechanical properties and their scattering (Fedora 17). *Ind Crops Prod.* 2013;51:317-327. doi: 10.1016/j.indcrop.2013.09.026
40. Mattila PH, Pihlava JM, Hellström J, Nurmi M, Eurola M, Mäkinen S, Jalava T, Pihlanto A. Contents of phytochemicals and antinutritional factors in commercial protein-rich plant products. *Food Qual Saf.* 2018;2(4):213-219. doi: 10.1093/fqsafe/fyy021
41. Michalet-Doreau B, Ould-Bah MY. In vitro and in sacco methods for the estimation of dietary nitrogen degradability in the rumen: a review. *Anim Feed Sci Technol.* 1992;40(1):57-86. doi: 10.1016/0377-8401(92)90112-J
42. Mierliță D. Effects of diets containing hemp seeds or hemp cakes on fatty acid composition and oxidative stability of sheep milk. *S Afr J Anim Sci.* 2018;48(3):504-515. doi: 10.4314/sajas.v48i3.11
43. Mierliță D. Fatty acid profile and health lipid indices in the raw milk of ewes grazing part-time and hemp seed supplementation of lactating ewes. *S Afr J Anim Sci.* 2016;46(3):237-246. doi: 10.4314/sajas.v46i3.3
44. Mierliță D. Fatty acids profile and oxidative stability of eggs from laying hens fed diets containing hemp seed or hempseed cakes. *S Afr J Anim Sci.* 2019;49(2):310–21. doi: 10.4314/sajas.v49i2.11
45. Mihoc M, Pop G, Alexa E, Radulov I. Nutritive quality of romanian hemp varieties (*Cannabis sativa* L.) with special focus on oil and metal contents of seeds. *Chem Cent J.* 2012;6:122. doi: 10.1186/1752-153X-6-122
46. Mourot J, Guillevic M. Effect of introducing hemp oil into feed on the nutritional quality of pig meat. *OCL.* 2015;22:D612. doi: 10.1051/ocl/2015035
47. Mustafa AF, McKinnon JJ, Christensen DA. The nutritive value of hemp meal for ruminants. *Can J Anim Sci.* 1999;79(1):91-95. doi: 10.4141/A98-031
48. Neijat M, Gakhar N, Neufeld J, House JD. Performance, egg quality, and blood plasma chemistry of laying hens fed hempseed and hempseed oil. *Poult Sci.* 2014;93(11):2827-2840. doi: 10.3382/ps.2014-03936

49. Neijat M, Suh M, Neufeld J, House JD. Hempseed products fed to hens effectively increased n-3 polyunsaturated fatty acids in total lipids, triacylglycerol and phospholipid of egg yolk. *Lipids*. 2016;51(5):601-614. doi: 10.1007/s11745-015-4088-7
50. Nissen L, Zatta A, Stefanini I, Grandi S, Sgorbati B, Biavati B, et al. Characterization and antimicrobial activity of essential oils of industrial hemp varieties (*Cannabis sativa* L.). *Fitoterapia*. 2010;81(5):413-419. doi: 10.1016/j.fitote.2009.11.010
51. NRC National Research Council. Nutrient requirements of dairy cattle: Seventh revised edition. Washington DS: The National Academies Press; 2001: 405 p. doi: <https://doi.org/10.17226/9825>
52. NRC National Research Council. Nutrient requirements of goats: angora, dairy, and meat goats in temperate and tropical countries. Washington, DS: The National Academies Press; 1981: 100 p. doi: <https://doi.org/10.17226/30>
53. Palade LM, Habeanu M, Marin DE, Chedea VS, Pistol GC, Grosu IA, et al. Effect of dietary hemp seed on oxidative status in sows during late gestation and lactation and their offspring. *Animals*. 2019;9(4):194. doi: 10.3390/ani9040194
54. Pearce DD, Mitsouras K, Irizarry KJ. Discriminating the effects of *Cannabis sativa* and *Cannabis indica*: a web survey of medical Cannabis users. *J Altern Complement Med*. 2014;20(10):787-791. doi: 10.1089/acm.2013.0190
55. Raza T, Chand N, Khan RU, Shahid MS, Abudabos AM. Improving the fatty acid profile in egg yolk through the use of hempseed (*Cannabis sativa*), ginger (*Zingiber officinale*), and turmeric (*Curcuma longa*) in the diet of Hy-line White Leghorns. *Arch Anim Breed*. 2016;59(2):183-190. doi: 10.5194/aab-59-183-2016
56. Russo R, Reggiani R. Evaluation of protein concentration, amino acid profile and antinutritional compounds in hempseed meal from dioecious and monoecious varieties. *AJPS*. 2015;6(1):14-22. doi: 10.4236/ajps.2015.61003
57. Russo R, Reggiani R. Variability in antinutritional compounds in hempseed meal of Italian and French varieties. *Plant*. 2013;1(2):25-29. doi: 10.11648/j.plant.20130102.13
58. Santos DI, Saraiva JMA, Vicente AA, Moldão-Martins M. Methods for determining bioavailability and bioaccessibility of bioactive compounds and nutrients. In: Barba FJ, Saraiva JMA, Cravotto G, Lorenzo JM, editors. Innovative Thermal and Non-Thermal Processing, Bioaccessibility and Bioavailability of Nutrients and Bioactive Compounds. London: Elsevier Inc.; 2019:23-54. doi: 10.1016/B978-0-12-814174-8.00002-0
59. Schluttenhofer C, Yuan L. Challenges towards revitalizing hemp: a multifaceted crop. *Trends Plant Sci*. 2017;22(11):917-929. doi: 10.1016/j.tplants.2017.08.004
60. Semwogerere F, Katiyatiya CLF, Chikwanha OC, Marufu MC, Mapiye C. Bioavailability and bioefficacy of hemp by-products in ruminant meat production and preservation: a Review. *Frontiers in Veterinary Science*. 2020;7:572906. doi: 10.3389/fvets.2020.572906
61. Serrano E, Cornu A, Kondjoyan N, Agabriel J, Micol D. Traceability of grass feeding in beef: terpenes, 2,3-octanedione and skatole accumulation in adipose tissue of young bulls. *Animal*. 2011;5(4):641-649. doi: 10.1017/S1751731110002296
62. Silversides FG, Lefrançois MR. The effect of feeding hemp seed meal to laying hens. *Br Poult Sci*. 2005;46(2):231-235. doi: 10.1080/0071660500066183
63. Skřivan M, Englmaierová M, Taubner T, Skřivanová E. Effects of dietary hemp seed and flaxseed on growth performance, meat fatty acid compositions, liver tocopherol concentration and bone strength of cockerels. *Animals*. 2020;10(3):458. doi: 10.3390/ani10030458
64. Skřivan M, Englmaierová M, Vít T, Skřivanová E. Hempseed increases gamma-tocopherol in egg yolks and the breaking strength of tibias in laying hens. *PLoS One*. 2019;14(5):e0217509. doi: 10.1371/journal.pone.0217509
65. Smith SC, Wagner MS. Clinical endocannabinoid deficiency (CECD) revisited: can this concept explain the therapeutic benefits of cannabis in migraine, fibromyalgia, irritable bowel syndrome and other treatment-resistant conditions? *Neuro Endocrinol Lett*. 2014;35(3):198-201.
66. Štastník O, Karasek F, Stenclova H, Burdova E, Kalhotka L, Trojan V, et al. The effect of hemp by-products feeding on gut microbiota and growth of broiler chickens. *MendelNet*. 2016;23:289-293.
67. Štastník O, Karasek F, Stenclova H, Trojan V, Vyhnanek T, Pavlata L, et al. The effect of hempseed cakes on broiler chickens performance parameters. *Mendelnet*. 2015;1(1):157-160.
68. Steiner T, Syed B. Phytogetic feed additives in animal nutrition. In: Máthé, Á, editor. Medicinal and aromatic plants of the world. Vol. 1. Springer, Dordrecht, 2015;403-423. doi: https://doi.org/10.1007/978-94-017-9810-5_20

69. Tutek K, Masek A. Hemp and its derivatives as a universal industrial raw material (with particular emphasis on the polymer industry)-a review. *Materials (Basel)*. 2022;15(7):2565. doi: 10.3390/ma15072565

70. Ujváry I, Hanuš L. Human metabolites of cannabidiol: a review on their formation, biological activity, and relevance in therapy. *Cannabis Cannabinoid Res*. 2016;1(1):90-101. doi: 10.1089/can.2015.0012

71. US FDA. US Food & Drug Administration [Internet]. FDA Regulation of Cannabis and Cannabis-Derived Products, Including Cannabidiol (CBD). Available from: <https://www.fda.gov/news-events/public-health-focus/fda-regulation-cannabis-and-cannabis-derived-products-including-cannabidiol-cbd#dietarysupplements%0A> (cited 2022 Jul 13).

72. Väisänen T, Batello P, Lappalainen R, Tomppo L. Modification of hemp fibers (Cannabis Sativa L.) for composite applications. *Ind Crops Prod*. 2018;111:422-429. doi: 10.1016/j.indcrop.2017.10.049

73. Vispute MM, Sharma D, Mandal AB, Rokade JJ, Tyagi PK, Yadav AS. Effect of dietary supplementation of hemp (*Cannabis sativa*) and dill seed (*Anethum graveolens*) on performance, serum biochemicals and gut health of broiler chickens. *J Anim Physiol Anim Nutr*. 2019;103(2):525-533. doi: 10.1111/jpn.13052

74. WHO Technical Report Series. WHO Expert Committee on Drug Dependence: forty-first report. World Health Organization; 2019:57 p.

75. Zimniewska M. Hemp fibre properties and processing target textile: A review. *Materials*. 2022;15(5):1901. doi: 10.3390/ma15051901

76. Żuk-Gołaszewska K, Gołaszewski J. Cannabis sativa L. – cultivation and quality of raw material. *J Elem*. 2018;23(3):971-984. doi: 10.5601/jelem.2017.22.3.1500

Информация об авторах:

Константин Сергеевич Денисенко, магистрант 2 года обучения, лаборант-исследователь, отдел кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 января д. 29, тел.: 8-922-532-55-87.

Галимжан Калиханович Дускаев, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января д. 29, тел.: 8-922-829-19-76.

Мария Сергеевна Аринжанова, аспирант 2 года обучения, младший научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. проф. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января д. 29, тел.: 8-922-867-57-10.

Information about authors:

Konstantin S Denisenko, master student of 2 year of study, laboratory assistant-researcher, Department of Farm Animals Feeding and Feed Technology named after Leushin SG, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvary St., Orenburg, 460000, tel.: 8-922-532-55-87.

Galimzhan K Duskaev, Dr. Sci. (Biology), Leading Researcher of the Department of Farm Animals Feeding and Feed Technology named after Leushin SG, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvary St., Orenburg, 460000, tel.: 8-922-829-19-76.

Maria S Arinzhanova, 2st year postgraduate student, Junior Researcher of Farm Animal Feeding and Feed Technology Department named after Leushin SG, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvary St., Orenburg, 460000, tel.: 8-922-867-57-10.

Статья поступила в редакцию 20.07.2022; одобрена после рецензирования 09.08.2022; принята к публикации 12.09.2022.

The article was submitted 20.07.2022; approved after reviewing 09.08.2022; accepted for publication 12.09.2022.