

Научная статья

УДК 636.087.7

EDN GSDZAN

DOI: 10.22450/19996837_2023_3_138

Новая гранулированная кормовая добавка на основе жира сардины тихоокеанской

Оксана Вацлавовна Табакаева¹, Павел Алексеевич Шинкарук²,
Антон Вадимович Табакаев³

^{1, 2, 3} Дальневосточный федеральный университет, Приморский край, Владивосток, Россия

³ Научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени Г. П. Сомова Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Приморский край, Владивосток, Россия

¹ yankovskaya68@mail.ru

Аннотация. Обеспечение оптимального уровня жира, жирных кислот и их соотношения в рационе сельскохозяйственных животных; улучшение качества комбикорма при использовании только зерновых кормов и традиционных источников энергии практически невозможны. Добавление жиров в рационы животных способствует повышению среднесуточных приростов, продуктивности, выживаемости, а также снижению затрат корма на единицу продукции. Это определяет актуальность и перспективность разработок новых жировых гранулированных кормовых добавок для сельскохозяйственных животных и птицы, в том числе и рыбных жиров. В настоящей статье представлены результаты разработки технологии получения гранулированной кормовой добавки для сельскохозяйственных животных на основе жира сардины тихоокеанской. Жир сардины тихоокеанской является перспективным источником липидов с высоким содержанием эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот, в том числе и уникальных, характерных только для морского сырья – эйкозопентаеновой и докозагексаеновой. Установлено, что наиболее приемлемым носителем, позволяющим использовать рыбный жир в массовой доле не менее 50 %, является диоксид кремния. Технология получения гранулированной кормовой добавки для сельскохозяйственных животных на основе жира сардины тихоокеанской состоит из дозирования компонентов (рыбный жир, диоксид кремния, гидрогенизированное соевое масло); перемешивания смеси; получения гранул путем горячей экструзии; охлаждения; дозирования гранул; дражирования гранул с созданием покрывающего слоя из гидрогенизированного соевого масла; сепарации гранул; фасовки и маркировки готового продукта.

Ключевые слова: кормовая гранулированная добавка, рыбный жир, сардина тихоокеанская

Благодарности: работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках достижения результатов федерального проекта «Передовые инженерные школы», соглашение № 075-15-2022 от 07.07.2022.

Для цитирования: Табакаева О. В., Шинкарук П. А., Табакаев А. В. Новая гранулированная кормовая добавка на основе жира сардины тихоокеанской // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 3. С. 138–147. doi: 10.22450/19996837_2023_3_138.

Original article

A new granular feed additive based on Pacific sardine fat

Oksana V. Tabakaeva¹, Pavel A. Shinkaruk², Anton V. Tabakaev³

^{1, 2, 3} Far Eastern Federal University, Primorsky krai, Vladivostok, Russia

³ Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology named after G. P. Somov of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Well-Being Primorsky krai, Vladivostok, Russia

¹ yankovskaya68@mail.ru

Abstract. Ensuring the optimal level of fat, fatty acids and their ratio in the diet of farm ani-

imals; improving the quality of compound feed when using only grain feeds and traditional energy sources is practically impossible. The addition of fats to animal diets helps to increase average daily gains, productivity, survival, as well as reduce feed costs per unit of production. This determines the relevance and prospects of the development of new fat granular feed additives for farm animals and birds, including fish fats. This article presents the results of the development of technology for the production of granular feed additives for farm animals based on Pacific sardine fat. Pacific sardine fat is a promising source of lipids with a high content of essential polyunsaturated fatty acids, including unique ones characteristic only of marine raw materials – eicosapentaenoic and docosahexaenoic. It has been established that the most acceptable carrier that allows the use of fish oil in a mass fraction of at least 50 % is silicon dioxide. The technology for producing granular feed additives for farm animals based on Pacific sardine fat consists of dosing components (fish oil, silicon dioxide, hydrogenated soybean oil); mixing; granule producing by hot extrusion; cooling; granule dosing; granule pelleting with the creation of a coating layer of hydrogenated soybean oil; granule separation; packaging and labeling of the finished product.

Keywords: feed granulated additive, fish oil, Pacific sardine

Acknowledgments: the work was carried out with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of achieving the results of the federal project "Advanced Engineering Schools", Agreement No. 075-15-2022 dated 07.07.2022.

For citation: Tabakaeva O. V., Shinkaruk P. A., Tabakaev A. V. Novaya granulirovannaya kormovaya dobavka na osnove zhira sardiny tikhookeanskoj [A new granular feed additive based on Pacific sardine fat]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2023; 17; 3: 138–147. (in Russ.). doi: 10.22450/19996837_2023_3_138.

Введение. Развитие агропромышленного комплекса Российской Федерации является важнейшим и необходимым условием для обеспечения продовольственной безопасности страны и, следовательно, одним из основных приоритетов социально-экономической политики государства. Настоящий этап развития характеризуется наличием существенных вызовов, включающих в себя санкционное давление и необходимость расширения импортозамещения.

Развитие промышленного животноводства и птицеводства, а также других отраслей АПК напрямую связано с развитием комбикормовой промышленности. Основными ее проблемами являются: повышение питательной ценности комбикормов и кормовых добавок за счет создания их новых разновидностей с учетом научных достижений; увеличение коэффициента конверсии кормов; использование более дешевых видов местного сырья и расширение кормовой сырьевой базы с учетом районирования. Полноценное питание сельскохозяйственных животных и птицы обеспечивает эффективность производства и снижение издержек, поэтому требуется разработка новых рецептур и технологий производства высококачественных и экологически безопасных комбикормов [1].

В настоящее время ассортимент различных кормов и кормовых добавок для сельскохозяйственных животных и птиц является достаточно широким и составляет более 500 видов.

Массовые доли видов кормов достигают: 83,2 % – комбикорма, 5,4 % – растительные корма, 2,0 % – корма готовые для домашних животных, 0,9 % – добавки белково-витаминные, 0,6 % – премиксы и 7,9 % – прочие корма. Доля зернового сырья в составе комбикормов, производящихся в РФ, достигает 70–75 %, тогда как в странах Европы – не более 45 % от общего объема продукции (остальное приходится на кормовые добавки). Высокая доля зернового сырья в производстве комбикормов приводит к значительному увеличению стоимости кормов и животноводческой продукции и снижению конкурентоспособности на рынке [2].

Питание сельскохозяйственных животных и птицы должно полностью обеспечивать их необходимыми пищевыми веществами и энергией. Жиры необходимы животным не только как источник энергии, но и как вещество, в котором содержатся жирорастворимые витамины А, D, Е, К.

Основным источником энергии в комбикормах служат зерновые и другие растительные корма, которые не всегда

удовлетворяют потребность высокопродуктивных животных и птицы в обменной энергии и жирных кислотах. Поэтому в полнорационные комбикорма в качестве дополнительного источника энергии вводят растительные масла и животные жиры [3, 4].

Липиды принимают участие в промежуточном обмене веществ; тесно взаимодействуют со многими ферментами, гормонами и витаминами; входят в их состав; составляют основу нервной ткани и участвуют в передаче нервных импульсов; обеспечивают аккумуляцию, депонирование и транспорт энергии к клеткам и сами являются ее концентрированным источником; проявляют азотсберегающий эффект; используются для формирования жировой, мышечной и других тканей, для синтеза жира молока [5–8]. При недостатке жиров в рационе питания животных будет неполноценным. Способность жира усиливать рост животных приписывается наличию в нем ненасыщенных жирных кислот, некоторые из которых (линолевая, линоленовая, арахидоновая) являются незаменимыми [9].

Обеспечение оптимального уровня жира, жирных кислот и их соотношения в рационе сельскохозяйственных животных, улучшение качества комбикорма при использовании только зерновых кормов и традиционных источников энергии практически невозможны. Добавление жиров в рационы животных способствует повышению среднесуточных приростов, продуктивности, выживаемости, а также снижению затрат корма на единицу продукции. Следовательно, необходимы новые формы жиров [10].

На смену прежнему представлению о продуктивном действии жиров, скармливаемых животным, обусловленном лишь их высокой энергетической ценностью, пришло другое – о многостороннем метаболическом и регуляторном действии жиров, которое проявляется в их азотсберегающем эффекте; влиянии на синтез липидов, углеводов, белков и на использовании жирных кислот, глюкозы и аминокислот в энергетических процессах; на физико-химические свойства и проницаемость клеточных мембран [11].

Многие годы в российском животноводстве и птицеводстве используют ком-

бикорма пшеничного и пшенично-ячменного типа, поэтому актуально повышение их калорийности. В качестве источника энергии чаще всего выступают растительные масла. Однако, существуют определенные трудности при их использовании. В частности, при повышенной норме ввода масла ухудшается качество гранул и поедаемость корма; существует возможность прогоркания, а также отмечается не совсем оптимальный жирнокислотный состав [12]. Исходя из этого, целесообразным является использование жира рыб, который является отходом переработки, например, при переработке малоценного рыбного сырья.

Целью исследования является обоснование рецептуры и технологии гранулированной кормовой добавки на основе рыбного жира из промысловых рыб (сардины тихоокеанской) с высоким содержанием высоконепредельных полиненасыщенных жирных кислот (эйкозопентаеновой и докозогексаеновой).

Материалы и методы исследования. При разработке состава кормовой добавки были использованы следующие компоненты: промышленный рыбный жир из сардины дальневосточной, произведенный ООО «Доброфлот»; крахмал кукурузный; диоксид кремния; мальтодекстрин.

Исследование жирнокислотного состава. Метилловые эфиры жирных кислот были получены путем переэтерификации методом Carreau и Dubacq [13] и очищены с помощью тонкослойной хроматографии с использованием системы растворителей гексан-диэтиловый эфир (95:5). Затем снятую с пластинки зону элюировали в силикагеле с использованием гексана. Элюат концентрировали до минимального объема и анализировали с помощью газожидкостной хроматографии [14].

Результаты исследований и их обсуждение. На первом этапе проведены исследования жирнокислотного состава используемого жира сардины тихоокеанской, результаты которого представлены в таблице 1.

Полученные данные характеризуют жирнокислотный состав жира из тканей сардины тихоокеанской как широкий – всего определено 42 жирные кислоты. Среди них можно выделить мажорные жирные кислоты (содержание более 1 %) и минор-

Таблица 1 – Жирнокислотный состав жира сардины тихоокеанской
Table 1 – Fatty acid composition of Pacific sardine fat

Код жирных кислот	Содержание, %
14:0	7,79±0,35
15:0-i	0,30±0,01
15:0-ai	0,14±0,00
15:0	0,51±0,02
i-16:0	0,13±0,00
16:0	17,96±0,80
16:1n-7	6,70±0,31
16:1n-5	0,30±0,01
17:0-i	0,44±0,02
17:0-a	0,20±0,01
17:0	0,42±0,02
17:1	0,72±0,03
i-18:0	0,28±0,01
ai-18:0	0,17±0,00
18:0	2,41±0,11
18:1n-9	9,00±0,41
18:1n-7	2,62±0,12
18:1n-5	0,51±0,02
18:2n-6	1,45±0,53
18:2n-4	0,31±0,01
18:3n-6	0,23±0,01
18:3n-3	0,94±0,04
18:4n-3	3,38±0,15
18:4n-1	0,22±0,01
20:0	0,18±0,00
20:1n-11	4,29±0,20
20:1n-9	2,16±0,11
20:1n-7	0,17±0,00
20:2n-6	0,20±0,01
20:3n-6	0,15±0,00
20:4n-6	0,60±0,03
20:3n-3	0,13±0,00
20:4n-3	1,05±0,05
20:5n-3	13,85±0,60
22:1n-11	4,73±0,23
21:4n-6	0,57±0,02
22:1n-9	0,11±0,00
21:5n-3	0,53±0,02
22:4n-6	0,14±0,00
22:5n-6	0,19±0,00
22:5n-3	2,11±0,11
22:6n-3	11,10±0,50
<i>Сумма насыщенных жирных кислот</i>	<i>30,93±1,48</i>
<i>Сумма моновенасыщенных жирных кислот</i>	<i>31,31±1,52</i>
<i>Сумма полиненасыщенных жирных кислот</i>	<i>36,93±1,80</i>
<i>Всего</i>	<i>99,39±4,45</i>

ные (содержание менее 1 %). Большинство составляют минорные кислоты (27); мажорных насчитывается 15. Однако по содержанию мажорные кислоты составляют 83,9 %, на минорные приходится всего 15,49 %.

Насыщенные жирные кислоты и мононенасыщенные жирные кислоты характеризуются примерно одинаковым содержанием. Полиненасыщенные жирные кислоты являются преобладающим классом – 36,93 %.

Среди насыщенных жирных кислот преобладают пальмитиновая и миристиновая кислоты, среди мононенасыщенных жирных кислот – олеиновая, гадолиновая и эруковая кислоты. Традиционно исследованный жир характеризуется высоким содержанием уникальных жирных кислот, характерных для морского сырья [15]. Данный жир содержит около 14 % эйкозапентаеновой и 11 % докозагексаеновой кислот, что составляет практически четверть от всех жирных кислот.

В качестве антиоксидантов использован синергичный состав, содержащий

синтетический антиоксидант этоксивин, витамин Е и салициловую кислоту.

Для достижения поставленной цели в качестве носителей были выбраны мальтодекстрин, крахмал и диоксид кремния. Массовая доля жира сардины тихоокеанской составляла 25; 50; 75 %.

Первоначальным признаком определили органолептический – внешний вид, вторичным – устойчивость в хранении, также устанавливаемая по внешнему виду. Использовался метод холодного смешивания. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Представленные в таблице данные демонстрируют, что мальтодекстрин и кукурузный крахмал являются неподходящими носителями для получения твердого жира сардины тихоокеанской с точки зрения технологичности. Наиболее приемлемым является диоксид кремния, однако массовая доля жира сардины иваси не должна превышать 50 %.

Физико-технологические свойства экспериментальных образцов представлены в таблице 3.

Таблица 2 – Органолептические показатели экспериментальных образцов
Table 2 – Organoleptic characteristics of experimental samples

Носитель	Массовая доля жира сардины тихоокеанской, %								
	внешний вид после получения			внешний вид после 24 часов хранения с доступом воздуха			внешний вид после 24 часов хранения без доступа воздуха		
	25	50	75	25	50	75	25	50	75
Мальтодекстрин	влажный порошок светло-желтого цвета	существенно влажный порошок светло-желтого цвета	очень влажный порошок светло-желтого цвета	твердая каменная масса			твердая каменная масса		
Крахмал кукурузный	слегка влажный порошок светло-желтого цвета	влажный порошок светло-желтого цвета	существенно влажный порошок светло-желтого цвета	твердая каменная масса			слегка влажный порошок светло-желтого цвета	твердая каменная масса	
Диоксид кремния	сухой порошок светло-желтого цвета	слегка влажный порошок светло-желтого цвета	существенно влажный порошок светло-желтого цвета	слегка влажный порошок светло-желтого цвета	твердая каменная масса		слегка влажный порошок светло-желтого цвета	твердая каменная масса	

Таблица 3 – Физико-технологические свойства экспериментальных образцов
Table 3 – Physical and technological properties of experimental samples

Физико-технологические свойства	Массовая доля жира сардины тихоокеанской, %	
	25	50
Объемная масса, кг/м ³	498	615
Угол естественного откоса, град.	53	55
Сыпучесть, кг/см ² ·с	0,0041	0,0039

Величина угла естественного откоса кормовой добавки не превышает 53° и сходна по этому показателю с рядом компонентов комбикормового производства (мясокостная мука – 48–51°, рыбная мука – 43–56°). Показатель степени сыпучести является одним из важных физико-механических свойств, определяющих качество продукта. Сравнительно большему углу естественного откоса соответствует и сыпучесть кормовой добавки (0,0039–0,0041 кг/см²·с).

Последующие эксперименты проводили с диоксидом кремния при массовой доле жира сардины тихоокеанской 50 %. Также в жировой фазе использовано гидрогенизированное соевое масло, выполняющее роль пластификатора при получении гранул.

Рецептура смеси для получения гранул кормовой добавки на основе жира сардины тихоокеанской была следующей: жир сардины тихоокеанской – 54 %, синергичная смесь антиоксидантов – 1 %, диоксид кремния – 30 %, гидрогенизированное соевое масло – 15 %.

Следующим этапом научных исследований стала разработка технологии производства кормовой добавки. Изготовление гранулированной жировой добавки представляет собой точное дозирование (в соответствии с рецептурой), качественное смешивание и равномерное распределение компонентов, а также обеспечение сохранности активности вводимых добавок в процессе изготовления, транспортировки и хранения. Технология производства гранулированной жировой добавки заключается в смешивании нескольких компонентов в соответствии с рецептурой, с последующей грануляцией и защитой гранул.

Технологическая схема получения гранулированной кормовой добавки на ос-

нове жира сардины тихоокеанской представлена на рисунке 1. Технологический процесс производства состоит из одной технологической линии. В состав технологического процесса входят следующие операции: 1) прием сырья (жир сардины тихоокеанской, диоксид кремния, антиоксидант, гидрогенизированное масло); 2) дозирование компонентов согласно рецептуре; 3) смешивание компонентов для добавки в течение 15 минут; 4) гранулирование полученной смеси путем горячей экструзии; 5) охлаждение до температуры 18 °С (± 2 °С); 6) дозирование гранул; 7) плавление гидрогенизированного масла; 8) дражирование гранул; 9) фасовка и маркировка готового продукта.

Заключение. Жир сардины тихоокеанской является перспективным источником липидов с высоким содержанием эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот, в том числе и уникальных, характерных только для морского сырья – эйкозопентаеновой и докозагексаеновой.

Установлено, что наиболее приемлемым носителем, позволяющим использовать рыбный жир в массовой доле не менее 50 %, является диоксид кремния. Полученный прототип характеризовался определенными физико-технологическими свойствами.

Технология получения гранулированной кормовой добавки для сельскохозяйственных животных на основе жира сардины тихоокеанской состоит из дозирования компонентов (рыбный жир, диоксид кремния, гидрогенизированное соевое масло); перемешивания смеси; получения гранул путем горячей экструзии; охлаждения; дозирования гранул; дражирования гранул с созданием покрывающего слоя из гидрогенизированного соевого масла; сепарации гранул; фасовки и маркировки готового продукта.

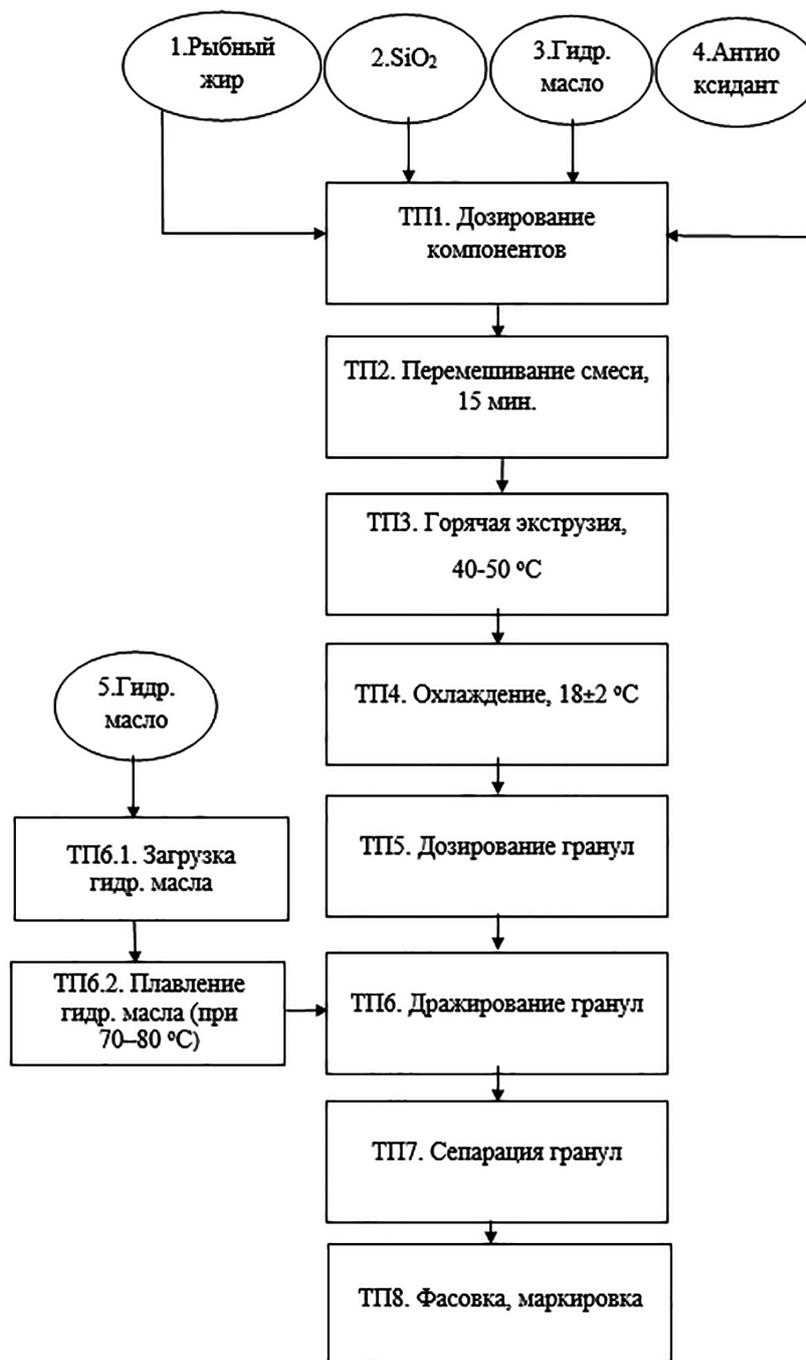


Рисунок 1 – Технологическая схема получения гранулированной кормовой добавки на основе жира сардины тихоокеанской
Figure 1 – Process flow diagram for obtaining a granulated feed additive based on Pacific sardine fat

Список источников

1. Савостин Д. С., Савостин С. Д., Магомедов М. Д., Строев В. В. Научное обоснование направлений увеличения объемов производства комбикормов и животноводческой продукции в Российской Федерации // Экономические системы. 2022. Т. 15. № 1. С. 99–109. DOI: 10.29030/2309-2076-2022-15-1-99-109.
2. Волкова С. Н., Сивак Е. Е. К вопросу об эффективном и качественном производстве комбикормов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 9. С. 147–152.
3. Харитонов Е. Л., Деникин А. И., Березин А. С. Оценка питательной и энергетической ценности кормовых жиров // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 2. С. 24–28. DOI: 10.33943/MMS.2020.43.50.006.
4. Файвишевский М. Л. История разработки и внедрения в производство кормового животного жира // Мясные технологии. 2014. № 1 (133). С. 35–37.
5. Подрез В. Н., Красочко П. А., Карпеня М. М., Красочко И. А., Высочина Е. С. Эффективность использования энергетического корма с сухим защищенным жиром в рационах лактирующих коров // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2023. № 26–1. С. 204–211.
6. Джураева У. Ш. Влияние уровня жира в рационе на продуктивность и качество шерсти овец // Овцы, козы, шерстяное дело. 2015. № 4. С. 46–47.
7. Херувимских Е. С., Сложенкина М. И., Комарова З. Б., Кротова О. Е., Кириченко В. Г., Иванов С. М., Барыкин А. А. Влияние инновационных кормовых добавок на мясную продуктивность свиней // Аграрно-пищевые инновации. 2019. № 1 (5). С. 60–66. DOI: 10.31208/2618-7353-2019-5-60-66.
8. Кудрявцева Е. Н., Толстова Д. А. Изменение состава и свойств молока коров за счет регулирования уровня жира в их рационах // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2018. № 20. С. 181–184.
9. Лопатин В. Т., Боев В. Ю., Зинченко О. Р., Курицына А. В. Применение кормовых добавок в промышленном свиноводческом хозяйстве // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. 2022. № 2 (19). С. 96–101. DOI: 10.53914/issn2311-6870_2022_2_96.
10. Петров О. Ю. Реализация потенциала мясной продуктивности бычков при оптимизации уровня жира в их рационах // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2018. № 20. С. 296–298.
11. Джураева У. Ш., Хаитов А. Х. Эффективность использования азотистых веществ корма в зависимости от различного уровня кормового жира в рационе овец // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2018. № 51. С. 181–186.
12. Осепчук Д. В., Свистунов А. А., Ярмоц А. В., Нахужев Р. В. Изменение уровня сырого жира в полнорационных комбикормах гусей за счет ввода различных жировых добавок // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2019. Т. 8. № 2. С. 88–92. DOI: 10.34617/x0q3-1w72.
13. Caron L., Dubacq J. P., Bercaloff C., Jupin H. Subchloroplast fraction from alga *Fucus serratus*: phosphatidylglycerol contents // Plant & Cell Physiology. 1985. Vol. 26. P. 131–139.
14. Новак И. С. Количественный анализ методом газовой хроматографии М. : Мир, 1978. 180 с.
15. Alrajab M., Shulgina L. V. Dietary product based on sea urchin caviar and sardinops melanostictus fat // Journal of Applied Biology & Biotechnology. 2022. Vol. 10. No. 5. P. 102–106. DOI: 10.7324/JABB.2022.100512.

References

1. Savostin D. S., Savostin S. D., Magomedov M. D., StroeV V. V. Nauchnoe obosnovanie napravlenij uvelicheniya ob"emov proizvodstva kombikormov i zhivotnovodcheskoj produkcii v Rossijskoj Federacii [Scientific substantiation of the directions of increasing the production of

animal feed and animal products in the Russian Federation]. *Ekonomicheskie sistemy. – Economic Systems*, 2022; 15 (1): 99–109. (in Russ.). DOI: 10.29030/2309-2076-2022-15-1-99-109.

2. Volkova S. N., Sivak E. E. K voprosu ob effektivnom i kachestvennom proizvodstve kombikormov [On the issue of efficient and high-quality production of compound feeds]. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*, 2019; 9: 147–152 (in Russ.).

3. Haritonov E. L., Denikin A. I., Berezin A. S. Ocenka pitatel'noj i energeticheskoj cennosti kormovyh zhirov [Assessment of the nutritional and energy value of feed fats]. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. – Dairy and Beef Cattle Breeding*, 2020; 2: 24–28 (in Russ.). DOI: 10.33943/MMS.2020.43.50.006.

4. Fajvishevskij M. L. Istoriya razrabotki i vnedreniya v proizvodstvo kormovogo zhirovogo zhira [The history of the development and introduction of animal feed fat into production]. *Myasnye tekhnologii. – Meat Technologies*, 2014; 1 (133): 35–37 (in Russ.).

5. Podrez V. N., Krasochko P. A., Karpenya M. M., Krasochko I. A., Vysochina E. S. Effektivnost' ispol'zovaniya energeticheskogo korma s suhim zashchishchennym zhirom v racionalah laktiruyushchih korov [Efficiency of using energy feed with dry protected fat in the diets of lactating cows]. *Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva. – Actual Problems of Intensive Development of Animal Husbandry*, 2023; 26–1: 204–211 (in Russ.).

6. Dzhuraeva U. Sh. Vliyanie urovnya zhira v racione na produktivnost' i kachestvo shersti ovec [The effect of the fat level in the diet on the productivity and quality of sheep wool]. *Ovcy, kozy, sherstyanoe delo. – Sheep, Goats, Wool Business*, 2015; 4: 46–47 (in Russ.).

7. Heruvimskih E. S., Slozhenkina M. I., Komarova Z. B., Krotova O. E., Kirichenko V. G., Ivanov S. M., Barykin A. A. Vliyanie innovacionnyh kormovyh dobavok na myasnuyu produktivnost' svinej [The impact of innovative feed additives on the meat productivity of pigs]. *Agrarno-pishchevye innovacii. – Agricultural and Food Innovations*, 2019; 1 (5): 60–66 (in Russ.). DOI: 10.31208/2618-7353-2019-5-60-66.

8. Kudryavtseva E. N., Tolstova D. A. Izmenenie sostava i svojstv moloka korov za schet regulirovaniya urovny azhira v ih racionalah [Changing the composition and properties of cow's milk by regulating the level of fat in their diets]. *Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produkci sel'skogo hozyajstva. – Topical Issues of Improving the Technology of Production and Processing of Agricultural Products*, 2018; 20: 181–184 (in Russ.).

9. Lopatin V. T., Boev V. Yu., Zinchenko O. R., Kuritsyna A. V. Primenenie kormovyh dobavok v promyshlennom svinovodcheskom hozyajstve [Application of feed additives in industrial pig farming]. *Tekhnologii i tovarovedenie sel'skohozyajstvennoj produkci. – Technologies and Commodity Science of Agricultural Products*, 2022; 2 (19): 96–101 (in Russ.). DOI: 10.53914/issn2311-6870_2022_2_96.

10. Petrov O. Yu. Realizaciya potentsiala myasnoj produktivnosti bychkov pri optimizacii urovnya zhira v ih racionalah [Realization of the potential of meat productivity of bulls while optimizing the level of fat in their diets]. *Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produkci sel'skogo hozyajstva. – Topical Issues of Improving the Technology of Production and Processing of Agricultural Products*, 2018; 20: 296–298 (in Russ.).

11. Dzhuraeva U. Sh., Haitov A. H. Effektivnost' ispol'zovaniya azotistyh veshchestv korma v zavisimosti ot razlichnogo urovnya kormovogo zhira v racione ovec [The efficiency of the use of nitrogenous substances of feed, depending on the different levels of feed fat in the diet of sheep]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Proceedings of the St. Petersburg State Agrarian University*, 2018; 51: 181–186 (in Russ.).

12. Osepchuk D. V., Svistunov A. A., Yarmots A. V., Nahuzhev R. B. Izmenenie urovnya syrogo zhira v polnoracionnyh kombikormah gusej za schet vvoda razlichnyh zhirovyyh dobavok [Changing the level of raw fat in full-fledged compound feeds of geese due to the introduction of various fat additives]. *Sbornik nauchnyh trudov Krasnodarskogo nauchnogo centrpo zootekhnii i veterinarii. – Collection of scientific papers of the Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine*, 2019; 8 (2): 88–92 (in Russ.). DOI: 10.34617/x0q3-1w72.

13. Caron L., Dubacq J. P., Bercaloff C., Jupin H. Subchloroplast fraction from alga *Fucus serratus*: phosphatidylglycerol contents. *Plant & Cell Physiology*, 1985; 26: 131–139.

14. Novak I. S. *Kolichestvennyj analiz metodom gazovoj hromatografii [Quantitative analysis by gas chromatography]*, Moskva, Mir, 1978, 180 p. (in Russ.).

15. Alrajab M., Shulgina L. V. Dietary product based on sea urchin caviar and *Sardinops melanostictus* fat. *Journal of Applied Biology & Biotechnology*, 2022; 10; 5: 102–106. DOI: 10.7324/JABB.2022.100512.

© Табакаева О. В., Шинкарук П. А., Табакаев А. В., 2023

Статья поступила в редакцию 10.08.2023; одобрена после рецензирования 23.08.2023; принята к публикации 30.08.2023.

The article was submitted 10.08.2023; approved after reviewing 23.08.2023; accepted for publication 30.08.2023.

Информация об авторах

Табакаева Оксана Вацлавовна, доктор технических наук, доцент, Дальневосточный федеральный университет, ORCID: 0000-0002-7068-911X, Author ID: 56737195500, yankovskaya68@mail.ru;

Шинкарук Павел Алексеевич, аспирант, Дальневосточный федеральный университет, hinkaruk.pa@dvfu.ru;

Табакаев Антон Вадимович, кандидат технических наук, доцент, Дальневосточный федеральный университет, Научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени Г. П. Сомова Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, ORCID: 0000-0001-5658-5069, Author ID: 56741306200, tabakaev92@mail.ru

Information about authors

Oksana V. Tabakaeva, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern Federal University, ORCID: 0000-0002-7068-911X, Author ID: 56737195500, yankovskaya68@mail.ru;

Pavel A. Shinkaruk, Postgraduate Student, Far Eastern Federal University, hinkaruk.pa@dvfu.ru;

Anton V. Tabakaev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern Federal University, Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology named after G. P. Somov of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Well-Being, ORCID: 0000-0001-5658-5069, Author ID: 56741306200, tabakaev92@mail.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.