






## Акриды и возможность их применения в составе кормов и продуктов питания

Анастасия Д. Тимофеева	<sup>1</sup>	<a href="mailto:timcher1909@yandex.ru">timcher1909@yandex.ru</a>	 0000-0003-4240-7223
Валентина Н. Храмова	<sup>1</sup>	<a href="mailto:vn_hramova@vstu.ru">vn_hramova@vstu.ru</a>	 0000-0001-7630-7672
Валерий А. Эвиев	<sup>2</sup>	<a href="mailto:aviev@yandex.ru">aviev@yandex.ru</a>	 0000-0001-6403-5374
Татьяна Ю. Животова	<sup>3</sup>	<a href="mailto:jvotovatanya@mail.ru">jvotovatanya@mail.ru</a>	 0000-0002-5759-6461
Кирилл А. Лубчинский	<sup>1</sup>	<a href="mailto:lubkirill@mail.ru">lubkirill@mail.ru</a>	 0000-0002-4836-6058

<sup>1</sup> Волгоградский государственный технический университет, пр-т Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Россия






<sup>2</sup> Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, ул. Пушкина, 11, г. Элиста, 358000, Россия

<sup>3</sup> Донской государственный аграрный университет, ул. Кривошлыкова, 24, пос. Персиановский, 346493, Россия

**Аннотация.** Саранча относится к видам насекомых, которые могут объединяться в мигрирующие стаи, вызывающие широкомасштабное уничтожение сельскохозяйственных культур и пастбищ, оказывая значительное влияние на продовольственную безопасность. В данной статье оценивается потенциал использования стай саранчи для полезных целей. Из 21 известных видов саранчи около десяти видов традиционно потреблялись людьми или скормливались животным на протяжении тысячелетий в 65 странах. Их питательный состав сравним с обычным мясом. Однако остатки инсектицидов, микробные загрязнители и аллергены могут поставить под угрозу безопасность их употребления. Некоторые страны разработали правила в отношении съедобных насекомых, в том числе саранчи. В настоящей статье получены опытные образцы акридов и определен их химический состав – содержание сырого протеина, сухого вещества, сырого жира, сырой клетчатки, минеральных веществ, определен аминокислотный состав. Все исследования проходили согласно общепринятым методикам, по результатам исследований сделаны выводы и описаны возможные методы использования акридов – саранчовые богаты белком; минеральными веществами, такими как кальций, железо и цинк; рядом витаминов; полезными жирными кислотами; к тому же количественное содержание аминокислот в саранче выше, чем в мясных продуктах убоя. Безопасный и эффективный сбор саранчи может способствовать сохранению сельскохозяйственных угодий, а так же обеспечению материала в качестве корма для животных и рыб, а выращивание саранчи в инкубационных условиях может способствовать возможности ее применения в составе пищевых продуктов с целью обогащения их белком или же заменой части сырья.

**Ключевые слова:** саранча, акриды, альтернативный источник белка, корма для животных, высокобелковый продукт

## Acrids and the possibility of their use in the composition of feed and food

Anastasia D. Timofeeva	<sup>1</sup>	<a href="mailto:timcher1909@yandex.ru">timcher1909@yandex.ru</a>	 0000-0003-4240-7223
Valentina N. Khramova	<sup>1</sup>	<a href="mailto:vn_hramova@vstu.ru">vn_hramova@vstu.ru</a>	 0000-0001-7630-7672
Valery A. Eviev	<sup>2</sup>	<a href="mailto:aviev@yandex.ru">aviev@yandex.ru</a>	 0000-0001-6403-5374
Tatiana Yu. Zhivotova	<sup>3</sup>	<a href="mailto:jvotovatanya@mail.ru">jvotovatanya@mail.ru</a>	 0000-0002-5759-6461
Kirill A. Lubchinsky	<sup>1</sup>	<a href="mailto:lubkirill@mail.ru">lubkirill@mail.ru</a>	 0000-0002-4836-6058

<sup>1</sup> Volgograd State Technical University, Lenin Av., 28 Volgograd, 400005, Russia

<sup>2</sup> Kalmyk University named after B.B. Gorodovikova, st. Pushkin, 11 Elista, 358000, Russia

<sup>3</sup> Don State Agrarian University, st. Krivoshlykova, 24 Persianovsky, 346493, Russia

**Abstract.** Locusts are insect species that can form migratory swarms, causing widespread destruction of crops and pastures, with significant impacts on food security. This article assesses the potential for beneficial use of locust swarms. Of the 21 known locust species, about ten species have traditionally been consumed by humans or fed to animals for thousands of years in 65 countries. Their nutritional composition is comparable to that of regular meat. However, insecticide residues, microbial contaminants and allergens can jeopardize the safety of their use. Several countries have developed regulations for edible insects, including locusts. In this article, prototypes of acrids were obtained and their chemical composition was determined - the content of crude protein, dry matter, crude fat, crude fiber, minerals, and the amino acid composition was determined. All studies were carried out according to generally accepted methods, based on the results of the studies, conclusions were drawn and possible methods of using acrids are described - locusts are rich in protein; minerals such as calcium, iron and zinc; a number of vitamins; useful fatty acids; in addition, the quantitative content of amino acids in locusts is higher than in meat products of slaughter. Safe and effective collection of locusts can help preserve agricultural land, as well as provide material as feed for animals and fish, and rearing locusts under incubation conditions can facilitate their use in food products in order to enrich them with protein or replace part of the raw materials.

**Keywords:** locust, acrid, alternative protein source, animal feed, high protein product

### Введение

Согласно прогнозам, в 2050 году спрос на продукты питания примерно у 10 миллиардов человек вырастет на 50% по сравнению с 2012 годом. В настоящее время более 820 миллионов человек недоедают, два миллиарда страдают от дефицита питательных микроэлементов и два миллиарда страдают избыточным весом или

ожирением. Несбалансированное питание увеличивает число случаев ожирения, связанного с питанием, и неинфекционных заболеваний, таких как ишемическая болезнь сердца, инсульт и диабет. Обычные источники питания становятся все более экологически неустойчивыми, так как они оказывают огромное давление на земельные и водные ресурсы и вносят большой

#### Для цитирования

Тимофеева А.Д., Храмова В.Н., Эвиев В.А., Животова Т.Ю., Лубчинский К.А. Акриды и возможность их применения в составе кормов и продуктов питания // Вестник ВГУИТ. 2021. Т. 83. № 4. С. 175–182. doi:10.20914/2310-1202-2021-4-175-182

#### For citation

Timofeeva A.D., Khramova V.N., Eviev V.A., Zhivotova T.Yu., Lubchinsky K.A. Acrids and the possibility of their use in the composition of feed and food. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2021. vol. 83. no. 4. pp. 175–182. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2021-4-175-182

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

вклад в выбросы парниковых газов. С другой стороны, на корм для животных приходится 60–80% затрат на выращивание свиней и птиц. Стоимость белковых ингредиентов (например, рыбной и соевой муки) увеличивается из-за их конкурентного использования их в качестве пищи для людей, поэтому крайне необходимы альтернативные источники пищевых продуктов и белковых кормовых добавок [1, 2].

Благоприятные климатические условия, включая глобальное потепление и деятельность человека, являются основными причинами скопления саранчи. За прошедший год 14% всех площадей сельскохозяйственных угодий Юга России были заселены личинками саранчи, из которых преобладает такой вид как Мароккская саранча. В качестве обычной практики борьбы с саранчой применялось массовое распыление с воздуха инсектицидов широкого спектра действия, которые, к сожалению, отрицательно влияют на здоровье человека и окружающую среду [3, 4]. Другие устойчивые стратегии борьбы с саранчой включают биопестициды, мониторинг, регуляторы роста насекомых, географическую привязку с использованием глобальных систем позиционирования. Однако большинство из них либо все еще находятся в стадии разработки, либо недоступны на рынке.

Во всем мире известен 21 вид саранчи, из которых 10 (мигрирующие, пустынные, красные, коричневые, сахелианские, Бомбей, австралийская чума, итальянская, сибирская и южноамериканская саранча) потреблялись или скармливались животным в 65 странах [5]. У мигрирующей саранчи есть два подвида: азиатская мигрирующая саранча и африканская мигрирующая саранча.

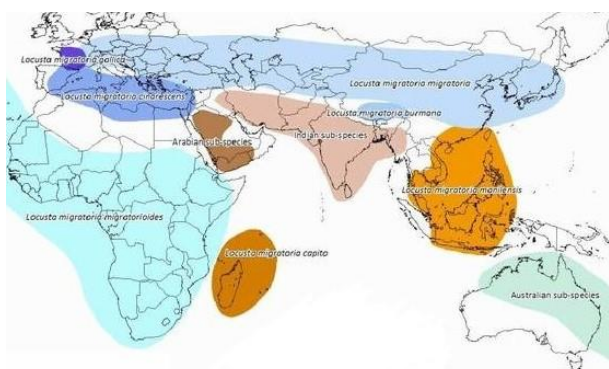


Рисунок 1. Ареал распространения саранчи

Figure 1. Locust distribution area

На юге России наиболее распространены являются азиатская перелетная саранча, итальянский прус и мароккская саранча.

По данным многолетних наблюдений мароккская саранча на юге России появилась впервые в 2011 году. Заселение произошло с сопредельных территорий соседствующих регионов. За период с 2011 по 2020 годы мароккская саранча охватила территорию 7-ми районов региона. Ареал распространения расширился в северо-западном направлении протяженностью более 450 км. По многолетним наблюдениям массовые вспышки азиатской саранчи и итальянского пруса отмечались с периодичностью в 1968, 1975, 1992–1994, 2000–2003, 2009–2012 годы, а по архивным источникам – в 20-х годах прошлого столетия [6].

### Материалы и методы

Объектами исследования служили умерщвленные особи мароккской саранчи. Материал исследований был собран на юге России на территории республики Калмыкия совместно с учеными Калмыцкого государственного университета.

Умерщвленные акриды были измельчены для проведения дальнейших исследований – определения массовой доли сырого протеина, сухого вещества, сырого жира, сырой клетчатки в сыром веществе, сырой золы, определение аминокислотного состава и минеральных веществ. Последний показатель был определен в лаборатории ООО «Микронутриенты», все остальные показатели – в лаборатории ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции». В каждую из лабораторий было отправлено 4 экспериментальных образца муки из умерщвленных акридов для определения в каждом из них всех показателей, упомянутых выше [7]. В результатах исследований представлены значения показателей всех 4 экспериментальных образцов.

Все исследования были проведены по стандартным общепринятым методикам: массовая доля сырого протеина – по ГОСТ 32044.1–2012 по методу Кьельдаля; массовая доля сухого вещества – по ГОСТ 31640–2012 путем высушивания навески испытуемой пробы с последующим количественным определением сухого вещества; массовая доля сырого жира – по ГОСТ 13496.15–2016 методом извлечения сырого жира из навески диэтиловым эфиром в аппарате Сокслета, удаления растворителя и взвешивания обезжиренного остатка; массовая доля сырой клетчатки в сыром веществе – по ГОСТ 31675–2012 методом, основанном на последовательной обработке навески исследуемой пробы растворами кислоты и щелочи, озолинии и последующем количественном определении органического остатка

гравиметрическим методом; массовая доля сырой золы – по ГОСТ 26226–95 методом определения массы остатка после сжигания и последующего прокаливания пробы; аминокислотный состав – методом капиллярного электрофореза на системе «Капель-105М»; минеральные вещества – методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (МС-ИСП), атомно-эмиссионной спектрометрией с индуктивно-связанной плазмой (АЭС-ИСП) [8–12].

### Результаты и обсуждение

Содержание белка, жира и калорийности саранчи (таблица 1) сопоставимо или выше, чем в мясе (18–29%, 1–32% и 106–353 ккал/100 г. соответственно). Хотя уровни сырого протеина у саранчовых обычно высоки, присутствие хитина может ухудшить его растворимость, но ее можно повысить в 6 раз при щелочном уровне pH и за счет экстракции хитина для других целей [13, 14].

Таблица 1.

Химический состав саранчи

Table 1.

Locust chemical composition

Показатель   Indicator	Значение   Value
Массовая доля сырого протеина, %   Mass fraction of crude protein	65.51 ± 0.03
Массовая доля сухого вещества, %   Mass fraction of dry matter	92.53 ± 1.02
Массовая доля сырого жира, %   Mass fraction of crude fat	8.89 ± 0.76
Массовая доля сырой клетчатки в сухом веществе, %   Mass fraction of crude fiber in dry matter	11.95 ± 1.4
Массовая доля сырой золы, %   Mass fraction of crude ash	6.5 ± 0.3

Саранча содержит сравнимые или более высокие уровни кальция (таблица 2), чем баранина, говядина и свинина, которые содержат от 4 до 28 мг/100 г. Так же акриды содержат сопоставимый или более высокий уровень основных микроэлементов, железа и цинка, чем баранина, говядина и свинина – 1–6 и 2,4–12,5 мг / 100 г.

соответственно [15]. Количественное содержание цинка в перелетной саранче сопоставимо с содержанием в баранине, говядине и свинине; и содержание тяжелых металлов в саранче находятся в допустимых пределах, как и в других продуктах питания, таких как фрукты и овощи.

Таблица 2.

Минеральные вещества в составе саранчи, мкг / г

Table 2.

Mineral substances in the locust, mg / g

Элемент Element	Образец   Sample			
	1	2	3	4
Al	88.56 ± 8.86	41.29 ± 4.13	106 ± 11	102 ± 10
As	0.13 ± 0.015	0.07 ± 0.01	0.18 ± 0.022	0.13 ± 0.015
B	7.53 ± 0.75	6.23 ± 0.62	6.49 ± 0.65	12.84 ± 1.28
Ca	2977 ± 298	2032 ± 203	1762 ± 176	3201 ± 320
Cd	0.21 ± 0.025	0.32 ± 0.038	0.22 ± 0.027	0.26 ± 0.031
Co	0.79 ± 0.094	0.26 ± 0.031	0.35 ± 0.042	0.4 ± 0.049
Cr	3.28 ± 0.33	1.14 ± 0.11	2.45 ± 0.24	2.06 ± 0.21
Cu	34.06 ± 3.41	36 ± 3.6	50.15 ± 5.01	47.14 ± 4.71
Fe	272 ± 27	137 ± 14	317 ± 32	309 ± 31
Hg	0.02 ± 0.003	0.01 ± 0.002	0.006 ± 0.0011	0.008 ± 0.0016
I	0.74 ± 0.089	0.96 ± 0.115	2.05 ± 0.21	0.73 ± 0.087
K	10395 ± 1039	9784 ± 978	9388 ± 939	14621 ± 1462
Li	0.25 ± 0.03	0.91 ± 0.109	0.41 ± 0.05	0.28 ± 0.034
Mg	1262 ± 126	1205 ± 121	1161 ± 116	1723 ± 172
Mn	38.07 ± 3.81	25.57 ± 2.56	15.93 ± 1.59	20.21 ± 2.02
Na	2341 ± 234	2530 ± 253	1756 ± 176	2469 ± 247
Ni	2.77 ± 0.28	0.87 ± 0.105	1.98 ± 0.2	1.51 ± 0.15
P	6675 ± 667	7164 ± 716	6332 ± 633	9603 ± 960
Pb	0.35 ± 0.042	0.2 ± 0.024	0.28 ± 0.034	0.31 ± 0.037
Se	0.42 ± 0.051	0.54 ± 0.065	0.4 ± 0.048	0.59 ± 0.071
Si	32.67 ± 3.27	28.89 ± 2.89	35.57 ± 3.56	36.9 ± 3.69
Sn	0.1 ± 0.015	0.05 ± 0.007	0.01 ± 0.002	0.05 ± 0.007
Sr	30.38 ± 3.04	22.92 ± 2.29	20.72 ± 2.07	32.65 ± 3.26
V	0.78 ± 0.094	0.45 ± 0.054	1.13 ± 0.11	0.87 ± 0.104
Zn	146 ± 15	114 ± 11	145 ± 15	169 ± 17

В отличие от говядины, баранины и свинины со следами или отсутствием витаминов А, D и E, перелетная саранча содержит 0,8–2,4 мкг/кг витамина D<sub>3</sub>, примерно 0,6 мкг/г и 267,5 мкг/г витамина А и E, соответственно. Перелетная саранча также содержит 10–20 мкг/100 г. витамина B<sub>12</sub>, что в 5–10 раз превышает его уровни в говядине, беконе, баранине и свинине [16, 17]. Однако тиамин, рибофлавин, никотиновая кислота и витамин B<sub>6</sub>, которые обычно содержатся в говядине, баранине и свинине в составе саранчи не обнаружены.

Саранча содержит полиненасыщенные жирные кислоты (омега-3 и омега-6), которые необходимы для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний. Из литературных источников известно, что в 100 г. саранчи содержится 66 мг холестерина, когда, например, в баранине содержится 62–81 мг/100 г. Более того, известно, что саранча богата фитостеринами, которые ухудшают абсорбцию холестерина, тем самым снижая его уровень в организме и обеспечивая защиту сердечно-сосудистой системы [18, 19].

Таблица 3.  
Аминокислотный состав саранчи, г/100 г. белка

Table 3.  
Locust amino acid composition, g/100 g protein

Аминокислота   Amino acid	Значение Value
Аргинин   Arginine	1.233
Лизин   Lysine	1.948
Тирозин   Tyrosine	1.048
Фенилаланин   Phenylalanine	1.369
Гистидин   Histidine	0.584
Лейцин + изолейцин   Leucine + Isoleucine	4.412
Фенилаланин   Phenylalanine	1.369
Гистидин   Histidine	0.584
Лейцин + изолейцин   Leucine + Isoleucine	4.412
Метионин   Methionine	0.453
Валин   Valine	2.316
Пролин   Proline	2.479
Треонин   Threonine	1.35
Серин   Serine	1.337
Аланин   Alanin	4.029
Глицин   Glycine	2.318
Триптофан   Tryptophan	0.265

Хотя содержание лизина и метионина, которые высоки в зерновых и бобовых культурах, ниже у саранчовых, чем значения, рекомендованные ФАО ВОЗ, их количественное содержание выше, чем в говядине, баранине и свинине. Известно, что саранча содержит более низкие уровни лизина, но более высокие уровни метионина, чем соевый шрот – распространенный источник белка в кормах для животных (таблица 3).

### Заключение

Саранча по питательности не уступает обычному мясу или даже богаче. Она содержит омега-3 и 6 жирные кислоты и другие стеролы, которые имеют решающее значение для предотвращения сердечно-сосудистых заболеваний; а также имеет низкий уровень холестерина. Лимитирующие аминокислоты лизин и метионин у саранчи выше, чем в обычном мясе. Саранча богата кальцием, железом, цинком и витамином D<sub>3</sub>, B<sub>12</sub>, E и A и содержит безопасные уровни тяжелых металлов. В общеизвестных литературных источниках саранча была оценена как ингредиент кормов для рыб и свиней и принесла многообещающие результаты [20]. Проблемы безопасности при полезном использовании саранчи связаны с возможным наличием в составе акридов инсектицидов, аллергенов и микробных загрязнителей, но этого можно избежать. Во всем мире предпринимаются усилия по разработке политических рамок и правил, поддерживающих производство, использование и торговлю саранчой и другими съедобными насекомыми. Для использования саранчовых в производстве продуктов питания необходимо выращивать акридов в инкубационных условиях, обеспечивая все необходимые климатические параметры для их жизнедеятельности. Применяя такой вид сырья в продуктах питания необходимо осведомлять общественность об их питательной ценности, разработать нормативные акты и технологии для эффективной обработки саранчи.

### Литература

- 1 Dobermann D., Swift J.A., Field L.M. Opportunities and hurdles of edible insects for food and feed // *Nutrition Bulletin*. 2017. V. 42. №. 4. P. 293-308.
- 2 Willett W., Rockström J., Loken B., Springmann M. et al. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems // *The Lancet*. 2019. V. 393. №. 10170. P. 447-492. doi: 10.1016/S0140-6736(18)31788-4
- 3 Khramova V.N., Timofeeva A.D., Eviev V.A., Yudaev I.V. et al. Acridids' nutritional and biological values: application potential // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2021. V. 677. №. 3. P. 032069.
- 4 Cullen D.A., Cease A.J., Latchinsky A.V., Ayali A. et al. From molecules to management: mechanisms and consequences of locust phase polyphenism // *Advances in insect physiology*. 2017. V. 53. P. 167-285. doi: 10.1016/bs.aiip.2017.06.002
- 5 Le Gall M., Overson R., Cease A. A global review on locusts (Orthoptera: Acrididae) and their interactions with livestock grazing practices // *Frontiers in Ecology and Evolution*. 2019. V. 7. P. 263. doi: 10.3389/fevo.2019.00263

- 6 Кармазина И.О., Шулаев Н.В. Вспышки численности саранчовых на территории Республики Татарстан // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. 2017. Т. 159. С. 531–541.
- 7 Храмова В.Н., Тимофеева А.Д., Эвиев В.А. Химический состав саранчи и перспективы ее применения в мясной отрасли // Пищевые инновации и биотехнологии: сб. тез. IX Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Т. 1. Технологии пищевых производств, качество и безопасность. Кемерово, 2021. С. 278–280.
- 8 ГОСТ 32044.1–2012. Корма, комбикорма, комикормовое сырье. Определение массовой доли азота и вычисление массовой доли сырого протеина. М.: Стандартинформ, 2014.
- 9 ГОСТ 31640–2012. Корма. Методы определения содержания сухого вещества. М.: Стандартинформ, 2013.
- 10 ГОСТ 13496.15–2016. Корма, комбикорма, комикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира. М.: Стандартинформ, 2018.
- 11 ГОСТ 31675–2012. Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации. М.: Стандартинформ, 2013.
- 12 ГОСТ 26226–95. Корма, комбикорма, комикормовое сырье. Методы определения сырой золы. М.: Стандартинформ, 1995.
- 13 Boulos S., Tännler A., Nyström L. Nitrogen-to-Protein Conversion Factors for Edible Insects on the Swiss Market: *T. molitor*, *A. domesticus*, and *L. migratoria* // *Frontiers in nutrition*. 2020. V. 7. P. 89. doi: 10.3389/fnut.2020.00089
- 14 Варламов В.П., Ильина А.В., Шагдарова Б.Ц., Луников А.П. и др. Хитин / хитозан и его производные: фундаментальные и прикладные аспекты // *Успехи биологической химии*. 2020. Т. 60. С. 317–368.
- 15 Лаптева М.Д., Миллер Д.Э., Миromanova Ю.В., Вавилова Н.А. Химический состав мясного сырья и его изменения при приготовлении блюд // *Молодой ученый*. 2016. № 11 (115). С. 403–406.
- 16 Сейтжанова, М.Е. Оценка качества различных видов мясного сырья и готовой продукции // *European Student Scientific Journal*. 2018. № 3.
- 17 Oonincx D., Van Keulen, P., Finke, M. D., Baines, F. M. et al. Evidence of vitamin D synthesis in insects exposed to UVb light // *Scientific Reports*. 2018. V. 8. №. 1. P. 1–10. doi: 10.1038/s41598-018-29232-w
- 18 Хужаев В.У., Очилов Г.М., Кушназарова Ш.К. Классификация и определение жирности мясных продуктов с методом газа жидкостной хроматографии // *Universum: технические науки*. 2020. № 12 (81). С. 12–20.
- 19 Ahmad R.S., Imran A., Hussain M.B. Nutritional composition of meat // *Meat science and nutrition*. 2018. V. 61. №. 10.5772.
- 20 Makkar H.P.S. et al. State-of-the-art on use of insects as animal feed // *Animal Feed Science and Technology*. 2014. V. 197. P. 1–33. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008

## References

- 1 Dobermann D., Swift J.A., Field L.M. Opportunities and hurdles of edible insects for food and feed. *Nutrition Bulletin*. 2017. vol. 42. no. 4. pp. 293–308.
- 2 Willett W., Rockström J., Loken B., Springmann M. et al. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*. 2019. vol. 393. no. 10170. pp. 447–492. doi: 10.1016/S0140-6736(18)31788-4
- 3 Khramova V.N., Timofeeva A.D., Eviev V.A., Yudaev I.V. et al. Acridids' nutritional and biological values: application potential. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2021. vol. 677. no. 3. pp. 032069.
- 4 Cullen D.A., Cease A.J., Latchininsky A.V., Ayali A. et al. From molecules to management: mechanisms and consequences of locust phase polyphenism. *Advances in insect physiology*. 2017. vol. 53. pp. 167–285. doi: 10.1016/bs.aiip.2017.06.002
- 5 Le Gall M., Overson R., Cease A. A global review on locusts (Orthoptera: Acrididae) and their interactions with livestock grazing practices. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 2019. vol. 7. pp. 263. doi: 10.3389/fevo.2019.00263
- 6 Karmazina I.O., Shulaev N.V. Outbreaks of locust populations on the territory of the Republic of Tatarstan. *Uchen. zap. Kazan. universit. Ser. natural Sciences*. 2017. vol. 159. pp. 531–541. (in Russian).
- 7 Khramova V.N., Timofeeva A.D., Eviev V.A. Chemical composition of locusts and prospects for its use in the meat industry. *Food innovations and biotechnologies: coll. abstract IX Intern. scientific conf. students, graduate students and young scientists*. V. 1. Technologies of food production, quality and safety. Kemerovo, 2021. pp. 278–280. (in Russian).
- 8 GOST 32044.1–2012. Feed, compound feed, mixed feed raw materials. Determination of the mass fraction of nitrogen and calculation of the mass fraction of crude protein. Moscow, Standartinform, 2014. (in Russian).
- 9 GOST 31640–2012. Stern. Methods for determining the content of dry matter. Moscow, Standartinform, 2013. (in Russian).
- 10 GOST 13496.15–2016. Feed, compound feed, mixed feed raw materials. Methods for determining the mass fraction of crude fat. Moscow, Standartinform, 2018. (in Russian).
- 11 GOST 31675–2012. Stern. Methods for determining the content of crude fiber using intermediate filtration. Moscow, Standartinform, 2013. (in Russian).
- 12 GOST 26226–95. Feed, compound feed, mixed feed raw materials. Methods for determining raw ash. Moscow, Standartinform, 1995. (in Russian).
- 13 Boulos S., Tännler A., Nyström L. Nitrogen-to-Protein Conversion Factors for Edible Insects on the Swiss Market: *T. molitor*, *A. domesticus*, and *L. migratoria*. *Frontiers in nutrition*. 2020. vol. 7. pp. 89. doi: 10.3389/fnut.2020.00089
- 14 Varlamov V.P., Ilyina A.V., Shagdarova B.Ts., Lunkov A.P. Chitin / chitosan and its derivatives: fundamental and applied aspects. *Advances in biological chemistry*. 2020. vol. 60. pp. 317–368. (in Russian).
- 15 Lapteva M.D., Miller D.E., Miromanova Yu.V., Vavilova N.A. The chemical composition of meat raw materials and its changes in the preparation of dishes. *Young scientist*. 2016. no. 11 (115). pp. 403–406. (in Russian).

16 Seitzhanova, M.E. Assessment of the quality of various types of meat raw materials and finished products. *European Student Scientific Journal*. 2018. no. 3. (in Russian).

17 Oninx D., Van Keulen, P., Finke, M. D., Baines, F. M. et al. Evidence of vitamin D synthesis in insects exposed to UVB light. *Scientific Reports*. 2018. vol. 8. no. 1. pp. 1-10. doi: 10.1038/s41598-018-29232-w


18 Khuzhaev V.U., Ochilov G.M., Kushnazarova Sh.K. Classification and determination of the fat content of meat products using the method of gas liquid chromatography. *Universum: technical sciences*. 2020. no. 12 (81). pp. 12–20. (in Russian).

19 Ahmad R.S., Imran A., Hussain M.B. Nutritional composition of meat. *Meat science and nutrition*. 2018. vol. 61. no. 10.5772.


20 Makkar H.P.S. et al. State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology*. 2014. vol. 197. pp. 1-33. doi: 10.1016/j.anifeeds.2014.07.008

#### Сведения об авторах

**Анастасия Д. Тимофеева** преподаватель, кафедра технологии пищевых производств, Волгоградский государственный технический университет, пр-т Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Россия, timcher1909@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-4240-7223>


**Валентина Н. Храмова** д.б.н., профессор, кафедра технологии пищевых производств, Волгоградский государственный технический университет, пр-т Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Россия, vn\_hramova@vstu.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7630-7672>


**Валерий А. Эвиев** д.т.н., профессор, кафедра агроинженерии, Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, ул. Пушкина, 11, г. Элиста, 358000, Россия, aviev@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6403-5374>

**Татьяна Ю. Животова** к.б.н., доцент, кафедра паразитологии, ветсанэкспертизы и эпизоотологии, Донской государственный аграрный университет, ул. Кривошлыкская, 24, пос. Персиановский, 346493, Россия, jvotovatanya@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5759-6461>

**Кирилл А. Лубчинский** магистрант, кафедра технологии пищевых производств, Волгоградский государственный технический университет, пр-т Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Россия, lubkirill@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-4836-6058>

#### Вклад авторов


Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

#### Конфликт интересов


Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Information about authors

**Anastasia D. Timofeeva** teacher, food production technology department, Volgograd State Technical University, Lenin Av., 28 Volgograd, 400005, Russia, timcher1909@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-4240-7223>


**Valentina N. Khramova** Dr. Sci. (Biol.), professor, food production technology department, Volgograd State Technical University, Lenin Av., 28 Volgograd, 400005, Russia, vn\_hramova@vstu.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7630-7672>


**Valery A. Eviev** Dr. Sci. (Engin.), professor, agricultural engineering department, Kalmyk University named after B.B. Gorodovikova, st. Pushkin, 11 Elista, 358000, Russia, aviev@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6403-5374>

**Tatiana Yu. Zhivotova** Cand. Sci. (Biol.), associate professor, parasitology, veterinary medical examination and epizootology department, Don State Agrarian University, st. Krivoshlykova, 24 Persianovsky, 346493, Russia, jvotovatanya@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5759-6461>

**Kirill A. Lubchinsky** undergraduate, food production technology department, Volgograd State Technical University, Lenin Av., 28 Volgograd, 400005, Russia, lubkirill@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-4836-6058>

#### Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 18/10/2021	После редакции 02/11/2021	Принята в печать 01/12/2021
Received 18/10/2021	Accepted in revised 02/11/2021	Accepted 01/12/2021