

Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106, № 2. С. 214-225.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2023. Vol. 106, no 2. P. 214-225.

КОРМОПРОИЗВОДСТВО И КОРМА

Научная статья

УДК 595.727:638.4:57.084.1

doi:10.33284/2658-3135-106-2-214

Хозяйственно-полезные признаки азиатской перелётной саранчи при использовании различных рационов в условиях зоопарка

Яна Геннадьевна Криушичева¹, Елена Викторовна Шацких²

^{1,2}Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

¹kompik0@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0002-9499-1257>

²evshackih@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6142-9175>

Аннотация. В рационы обитателей зоопарков входят разнообразные корма. При этом в питание представителей герпетофауны, а также некоторых животных и птиц, как живой корм включают саранчу. Исследование проводилось на саранче вида *Locusta migratoria* в условиях вивария Екатеринбургского зоопарка. Были сформированы две группы (n=42): контрольная (получала основной рацион (ОР), разработанный специалистами Екатеринбургского зоопарка) и опытная (ОР+готовый корм для сверчков и саранчи «Aquamenu Экзокрикет» в количестве 0,13 г на 100 г массы саранчи). Сравнительное исследование влияния традиционного рациона и основного рациона с включением специализированного готового корма на хозяйственно-полезные качества саранчи проводится впервые. Введение в основной рацион саранчи корма «Aquamenu Экзокрикет» способствовало увеличению сохранности поголовья насекомых на 23,8 %, при этом сохранность самок увеличилась на 33,3 %, а самцов – на 14,3 %. У опытных особей уменьшилась поедаемость отдельных кормовых компонентов на 1 голову в сутки: свежей травы – на 6,0 %, сухой смеси – на 12,1 %, фруктов и овощей – на 19,1 %. Плодовитость саранчи при скармливании «Aquamenu Экзокрикет» увеличилась на 128 %, а себестоимость выращивания снизилась на 2,4 %. Опытные тушки саранчи характеризовались незначительным снижением энергетической ценности по сравнению с контролем, при этом соответствовали по отдельным показателям питательности данным, полученным специалистами Московского зоопарка и другими авторами в ранее проведённых исследованиях.

Ключевые слова: азиатская перелётная саранча, кормление, виварий, Екатеринбургский зоопарк, Aquamenu Экзокрикет

Благодарности: работа выполнена при поддержке Екатеринбургского зоопарка.

Для цитирования: Криушичева Я.Г., Шацких Е.В. Хозяйственно-полезные признаки азиатской перелётной саранчи при использовании различных рационов в условиях зоопарка // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106. № 2. С. 214-225. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-2-214>

FODDER PRODUCTION AND FODDERS

Original article

Economically useful traits of the Asian migratory locust using various diets in a zoo

Yana G Kriushicheva¹, Elena V Shatskikh²

^{1,2}Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

¹kompik0@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0002-9499-1257>

²evshackih@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6142-9175>

Abstract. Zoo animals eat a variety of foods. At the same time, locusts are included in the diet of representatives of the herpetofauna, as well as some animals and birds, as live food. The study was con-

ducted on locusts of the species *Locusta migratoria* in the vivarium of the Yekaterinburg Zoo. Two groups were formed (n=42): the control group (received the (basic ration (BR) developed by the specialists of the Yekaterinburg Zoo) and experimental (BR + prepared food for crickets and locusts "Aquamenu Exocricket" in the amount of 0.13 g per 100 g of locust mass). A comparative study of the influence of the traditional diet and the main diet with the inclusion of specialized ready-made feed on the economically useful qualities of locusts is being carried out for the first time. The introduction of Aquamenu Exocicket feed into the main diet of locusts contributed to an increase in the survival rate of the insect population by 23.8%, while the survival rate of females increased by 33.3%, and that of males by 14.3%. In experimental species, the consumption of individual feed components decreased by 1 head per day: fresh grass - by 6.0%, dry mix - by 12.1%, fruits and vegetables - by 19.1%. The fertility of locusts when fed with Aquamenu Exocicket increased by 128%, while the cost of cultivation decreased by 2.4%. The experimental locust carcasses were characterized by a slight decrease in energy value compared to the control, while in terms of individual nutritional indicators they corresponded to the data obtained by the specialists of the Moscow Zoo and other authors in previous studies.

Keywords: Asian migratory locust, locust feeding, vivarium, Yekaterinburg Zoo, Aquamenu Exocicket

Acknowledgements: the work was carried out with the support of the Yekaterinburg Zoo.

For citation: Kriushicheva YG, Shatskikh EV. Economically useful traits of the Asian migratory locust using various diets in a zoo. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023;106(2):214-225. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-2-214>

Введение.

Кормление обитателей зоопарка несколько отличается от такового у их диких сородичей. Ориентируясь на природное питание животных, специалисты составляют рационы с учётом возраста, пола, физиологического состояния, сезона года, условий содержания, климатических особенностей расположения зоопарков и множества других факторов, используя при этом совершенно разнообразные виды кормов (Van Zanten CT and Simpson CS, 2021). В рационы животных зоопарков могут входить овощи, фрукты, орехи, ягоды, травяной корм, веточный корм, животные корма и многое другое. Однако практически для всех видов хищников и насекомоядных в рецептуру питания должны входить живые корма, которые характеризуются высокой пищевой ценностью, значительным содержанием белка, жира, незаменимых аминокислот, витаминов, ферментов, других жизненно важных для животных компонентов (Kandathil RD et al., 2020; Rumpold BA and Schlueter OK, 2013).

Для большинства представителей герпетофауны, а также некоторых животных и птиц как живой корм входит саранча. Преимущественно её добавляют в рацион многих членистоногих (пауки, скорпионы, сколопендры, телефоны, фрины и др.), земноводных (жабы, лягушки), пресмыкающихся (эублефары, игуаны, агамы, некоторые виды ящериц, некоторые виды змей, некоторые виды варанов).

Многим видам животных саранча предназначается в качестве хорошего источника минеральных веществ и дополнительного источника белка. Саранчу добавляют в рацион птиц (осоеды, дятлообразные, ракшеобразные, краковые), мелких и средних млекопитающих (тенрековые, кускусы, тупайевые, беличьи), в том числе приматов (некоторые виды лемуров, лориевые, галаговые, игрунковые, капуциновые) и некоторых видов хищников (например, сурикаты) (Маренинова А.С. и Неверова О.П., 2021) и других видов животных (Ahmed I et al., 2022; Makkar H et al., 2022).

Предназначение саранчи не ограничивается только как живой корм, её используют также для обогащения среды (Веселова Н.А. и Галузя О.А., 2019; Fernandez EJ et al., 2021). Сотрудники придумывают и создают различные игрушки для развития животного, куда в качестве награды кладут вкусный корм. Животное должно самостоятельно догадаться, как добраться до корма. Таким образом, повышают качество жизни особи в неволе и поддерживают психологическое и физиологическое её благополучие (Перова Е.А. и др., 2019; Fernandez EJ and Martin AL., 2021).

Саранча является высокопитательным живым кормом (Kietzka GJ et al., 2021). Её преимущественно разводят в вивариях зоопарка или закупают в замороженном виде. Самым распространённым видом для выращивания в вивариях является азиатская перелётная саранча. Она неприхотлива в содержании и имеет хорошие продуктивные показатели. Так, по данным некоторых исследований средняя живая масса имаго азиатской перелётной саранчи составляет 2,0-2,7 г (Ткачева Е.Ю., 2001; Xiongbing T et al., 2012). Самка начинает откладывать яйца в 30-36 дней и за период яйцекладки откладывает до 200 яиц. Продолжительность жизни в вивариях составляет до 8 недель.

Выращивание живого корма в вивариях является уже установившейся практикой если не во всех, то во многих зоопарках мира. Виварий необходим для выращивания именно живого корма, который скармливается животным в живом виде или в виде только что умерщвлённой целой тушки. В зависимости от потребности зоопарка живым кормом могут быть: цыплята, крысы, мыши, морские свинки, кролики, насекомые (саранча, мучной червь и др.).

Живой корм выращивается строго по разработанным нормам кормления и содержания того или иного вида, при этом для составления рационов используются корма, которые не только удовлетворяют потребность организма в энергии и питательных веществах, но и максимально удешевляют рацион. Для достижения этой цели специалисты зоопарков постоянно совершенствуют рецептуру питания и ищут новые эффективные кормовые средства, стремясь повысить качество живого корма (Oonincx DG and Van der Poel AF, 2011), а соответственно, обеспечить удовлетворение потребности других обитателей зоопарка.

Цель исследования.

Сравнительная оценка влияния традиционного рациона питания и основного рациона с включением специализированного готового корма «Aquamenu Экзокрикет» на хозяйственно-полезные качества саранчи, включающие живую массу, сохранность, поедаемость корма, воспроизводительные способности, а также на химический состав данного насекомого, как живого корма, и себестоимость его выращивания.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Саранча вида *Locusta migratoria*.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями российских нормативных актов (1987 г.; Приказ Минздрава СССР № 755 от 12.08.1977 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных») и «Guide for the Care and Use of Laboratory Animals» (National Academy Press, Washington, D.C., 1996). При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

Схема эксперимента. Эксперимент проводился в условиях вивария Екатеринбургского зоопарка. Согласно схеме опыта (табл. 1), по методу пар-аналогов были сформированы 2 группы саранчи (контрольная и опытная) со средней живой массой 1,8 г. Насекомые были разделены по полу: в каждой группе – по 21 голове самок и 21 голове самцов. Продолжительность эксперимента составляла 21 день – период яйцекладки (с 35- до 56-дневного возраста саранчи).

Таблица 1. Схема проведения опыта
Table 1. The scheme of the experiment

Группа/Group	Количество голов/Number of heads	Условия кормления/Feeding conditions
Контрольная/Control	♂ 21 ♀ 21	Основной рацион (OP), разработанный в Екатеринбургском зоопарке/The basic ration (BR), developed by Yekaterinburg Zoo
Опытная/Experimental	♂ 21 ♀ 21	OP+корм «Aquamenu Экзокрикет» в количестве 0,13 г на 100 г массы насекомых / BR+«Aquamenu Exocricket» feed in the amount of 0.13 g per 100 g of insect weight

Контрольная группа получала основной рацион (ОР), разработанный специалистами Екатеринбургского зоопарка, исходя из опыта выращивания саранчи и рекомендаций Московского зоопарка (табл. 2).

В состав основного рациона саранчи входили продукты растительного и животного происхождения. Основным растительным кормом являлась трава, в данном случае это трава пшеничного гидропонна – источник питательных веществ, а также воды, потребность в которой саранча полностью удовлетворяет за счёт сочных кормов. Веник малины кормовой служил для укрытия саранчи от высоких температур, однако насекомое может проедать листья малины, что служит индикатором нехватки травы в рационе. Из сочных кормов в рацион саранчи также включали фрукты и овощи (яблоко и морковь). Необходимыми рецептурными компонентами являлись отруби пшеничные, сухое молоко, крупа геркулесовая, которые не только обеспечивали потребность насекомых в основных питательных веществах, но и служили источником минеральных веществ и некоторых витаминов. Добавка гаммаруса (мормыша) – род высших раков из семейства гаммарид, являлась хорошим источником белка и хитина.

Таблица 2. Рацион саранчи, разработанный в Екатеринбургском зоопарке

Table 2. The diet of locusts developed by Yekaterinburg Zoo

Вид корма/ <i>Type of feed</i>	Количество г в сутки на 100 г массы насекомых/ <i>Number of grams per day per 100 g of insect mass</i>	Примечание/ <i>Note</i>
Продукция растениеводства/ <i>Crop production</i>	300,0	Трава свежая (пшеничный гидропонн)/ <i>Grass (wheat hydropon)</i>
Хлеб, хлебобулочные изделия/ <i>Bread, bakery products</i>	15,0	Веник малины кормовой/ <i>Raspberry bush</i>
Овощи/ <i>Vegetables</i>	60,0	Отруби пшеничные/ <i>Wheat bran</i>
Фрукты/ <i>Fruit</i>	20,0	Морковь/ <i>Carrot</i>
Молочная продукция/ <i>Dairy products</i>	1,5	Яблоко/ <i>Apple</i>
Балансирующие кормовые добавки/ <i>Balancing feed additives</i>	2,0	Сухое молоко/ <i>Powdered milk</i>
Зерновые/ <i>Grain crops</i>	20,0	Гаммарус/ <i>Gammarus</i>
		Крупа геркулес/ <i>Oat flakes</i>

Саранче опытной группы дополнительно к основному рациону в сухую смесь включали готовый корм для сверчков и саранчи «Aquamenu Экзокрикет» в количестве 0,13 г на 100 г массы насекомых.

«Aquamenu Экзокрикет» (ООО «НеваТропик», Россия) – сухой корм в виде мелких гранул, содержит полезные вещества, способствующие питанию и витаминизации кормовых беспозвоночных, увеличивает питательную ценность кормовых насекомых и помогает продлить срок их жизни. Корм изготовлен по современной экструзионной технологии из натуральных высококачественных продуктов животного и растительного происхождения. Химический состав: белок – 45,2 %, жир – 7,0 %, клетчатка – 3,5 %, влажность – 10 %, витамины: А – 20000 МЕ/кг, Е – 100 мг/кг.

Условия содержания подопытной саранчи были одинаковыми. Световой, температурный, влажностный режимы соответствовали предъявляемым требованиям. Насекомые находились в специальных садках.

Для яйцекладки в условиях вивария Екатеринбургского зоопарка разработана определённая технология. Для саранчи подготавливают контейнеры с землёй размером: длина – 19 см, ширина – 10 см, высота – 13 см. Контейнер с землёй ставится в садок в начале яйцекладки, через 10 дней землю с кладкой убирают и ставят новый контейнер для второго этапа яйцекладки. После второго этапа яйцекладка заканчивается. Количество устанавливаемых контейнеров зависит от количества особей в садке. На каждые 100 особей ставят 1 контейнер. В начале опыта в садки было установлено по одному контейнеру, землю меняли также через 10 дней. Для подсчёта выхода личинок использовалась земля второго этапа.

Оборудование и технические средства. Контроль живой массы и взвешивание остатков кормов проводились на электронных ювелирных весах. Химический состав тушек саранчи проводился по методикам зоотехнического анализа в научно-исследовательской лаборатории Уральского государственного экономического университета. Для этого было применено лабораторное оборудование: весы AND GR-200 («A&D», Япония), мельница LM-202 (ООО АПлаун», Россия), шкаф сушильный ШС-40-02 (ОАО «Смоленское СКТБ СПУ», Россия), дистиллятор VELP UDK 129 («VELP Scientifica», Италия), дигестор VELP DK 6 («VELP Scientifica», Италия), скруббер VELP SMS («VELP Scientifica», Италия), насос водяной VELP JP («VELP Scientifica», Италия), экстрактор VELP SER 148 («VELP Scientifica», Италия), баня водяная LOIP LB-160 (АО «ЛОИП», Россия), плита нагревательная ПЛ-01 (ООО «НПП Томъаналит», Россия), печь муфельная LF-7/11-G1 (АО «ЛОИП», Россия). Аминокислотный состав проводился методом высокоеффективной жидкостной хроматографии с использованием, термопреактора HT-170ХПК («TAGLER», Россия), испарителя роторного IKA RV 3 V («IKA Werke», Германия), хроматографа жидкостного Agilent 1260 Infinity II («Agilent», США), мешалки магнитной IKA C-MAG HS 7 («IKA Werke», Германия).

Статистическая обработка. Полученные данные были обработаны методом вариационной статистики с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США). Оценку статистической значимости различий между группами проводили с помощью t-критерия Стьюдента.

Результаты исследования.

Динамика живой массы (табл. 3) является одним из важнейших показателей, характеризующих полноценность кормления животных и состояния здоровья.

Таблица 3. Динамика живой массы саранчи
Table 3. Dynamics of live mass of locusts

Период яйцекладки/ Laying period	Группа/Group			
	контрольная/Control		опытная/Experimental	
	живая масса, г/ Live weight, g			
	самки/Females	самцы/Males	самки/Females	самцы/Males
1 день/1 day	2,08±0,13	1,55±0,07	2,08±0,12	1,55±0,07
Среднее/ Average live weight, g		1,80		1,80
8 день/8 day	2,46±0,30	1,53±0,05	2,56±0,31	1,68±0,06*
Среднее/ Average live weight, g		2,00		2,10
15 день/15 day	2,47±0,09	1,63±0,05	2,36±0,07	1,68±0,06
Среднее/ Average live weight, g		2,05		2,02
21 день/21 day	2,11±0,22	1,60±0,05	2,28±0,22	1,46±0,05
Среднее/ Average live weight, g		1,86		1,87

Примечание: *– $P \leq 0,05$ при сравнении с контрольной группой

Note: *– $P \leq 0.05$ when compared with the control group

Результаты нашего эксперимента свидетельствовали, что в опытной группе живая масса самок на 8 день яйцекладки превышала массу сверстниц контрольной группы на 4,1 %, опытные самцы в этот период превосходили контроль по массе на 9,8 % ($P \leq 0,05$). На 15 день эксперимента данный показатель у самок опытной группы был меньше, чем у самок контрольной группы на 4,5 %, при этом самцы опытной группы опережали особей контрольной группы на 3,1 %. Перед умерщвлением (на 21 день эксперимента) самки опытной группы весили больше самок контрольной группы на 8,1 %, а у самцов опытной группы наблюдали снижение массы по сравнению с контролем на 8,7 %.

Как видно из представленных данных, живая масса самок обеих групп к концу яйцекладки, снижается, что, вероятно, обусловлено снижением интенсивности метаболических процессов с возрастом, поскольку срок жизни саранчи подходил к концу, они меньше ели, слабели. Тем не менее, у опытных особей к концу эксперимента масса была выше контроля, что говорит о положительном воздействии введения готового корма «Акватемпи Экзокрикет» в основной рацион саранчи. Исходя из данных таблицы 4 видно, что рацион с включением корма «Акватемпи Экзокрикет» способствовал повышению сохранности саранчи.

Таблица 4. Сохранность саранчи, %
 Table 4. Locust safety, %

Показатель / Indicator	Группа / Group	
	контрольная / Control	опытная / Experimental
Сохранность самок / Safety of females	19,1	52,4
Сохранность самцов / Safety of males	61,9	76,2
Средняя сохранность по группе / Average preservation by group	40,5	64,3

Данный показатель в среднем по опытной группе превышал контрольное значение на 23,8 %. При этом сохранность самок была выше контрольных особей на 33,3 %, а самцов – на 14,3 %.

Анализ поедаемости кормов показал, что насекомые опытной группы за сутки поедали меньше кормов, чем аналоги контроля (табл. 5). Так, основного компонента корма – свежей травы, саранча опытной группы потребляла меньше на 6,0 %, по сравнению с контролем, сухой смеси – на 12,1 %, а фруктов и овощей – на 19,1 %. Кормовой малиновый веник в поедаемости кормов не учитывался, так как он служит местом, где саранча может укрыться от высоких температур (для охлаждения). Корм «Акватемпи Экзокрикет» поедался саранчой полностью.

Таблица 5. Поедаемость кормов саранчой, г
 Table 5. Feed intake by locusts, g

Кормовой компонент/ Feed component	За весь период эксперимента/ For the entire period of the experiment		На 1 голову/сут/ For 1 head/day	
	группа/Group		группа/Group	
	контроль- ная/Control	опытная/ Experimental	контроль- ная/Control	опытная/ Experimental
Морковь/Carrot	221,91	220,46	0,35	0,29
Яблоко/Apple	208,42	203,46	0,33	0,26
Сухая смесь (сухое молоко, гаммарус, крупа геркулес)/ Dry mix (powdered milk, gammarus, oat flakes)	37,41	39,90	0,058	0,051
Трава свежая (пшеничный гидропонн)/Fresh grass (wheat hydropon)	1605,0	1820,0	2,51	2,36

Таким образом, добавление в рацион готового испытуемого корма обогащало организм насекомого необходимыми доступными питательными и биологически активными веществами, обеспечивая экономию в поедании основных компонентов рациона.

Из данных таблицы 6 видно, что при скармливании в составе основного рациона «Аквамену Экзокрикет в опытной группе выход личинок был раньше на 1 день, по сравнению с контролем. В первый день выхода в опытной группе вышло 60 личинок, что на 71,4 % больше, чем в контрольной группе; на 10 день, в опытной группе было 883 личинки, что на 183,0 % больше, чем в контроле.

Таблица 6. Выход личинок саранчи
 Table 6. Hatching of larvae locusts

День яйцекладки/egg laying day	Выход личинок, гол./Exit of larvae, head	
	контрольная группа/ Control group	опытная группа/ Experimental group
1 день/1 day	35	60
2 день/2 day	150	130
3 день/3 day	220	400
10 день/10 day	312	883
Выход личинок на 1 самку/ Outlet of larvae per 1 female	25	57

Объективным показателем воспроизводительных способностей саранчи является количество вышедших личинок на одну среднюю самку. В опытной группе на 1 самку личинок вышло на 128 % больше (57 личинок), чем в контроле (25 личинок).

В таблице 7 представлен химический состав саранчи.

Таблица 7. Химический состав саранчи, %
 Table 7. Chemical composition of locusts, %

Показатель/Indicator	Группа/Group		Данные Московского зоопарка/ Data from the Moscow Zoo
	контрольная/ Control	опытная/ Experimental	
Сухое вещество/Dry matter	38,02±0,05	35,36±0,06	33,40
Сырой протеин/Raw protein	26,87±0,04	24,66±0,03	23,20
Сырой жир/Raw fat	4,06±0,03	4,6±0,03	-
Хитин/Chitin	5,47±0,06	4,65±0,07	-
Сырая зола/Raw ash	1,62±0,05	1,45±0,06	1,40
Энергетическая ценность, ккал/Energy value, ccal	269,01	249,64	-

Установлено, что содержание сухого вещества, сырого протеина, хитина и сырой золы в тушке саранчи опытной группы было меньше, чем в контроле на 2,66; 2,21; 0,82 и 0,17 % соответственно. При этом содержание сырого жира превышало контроль на 0,54 %. Энергетическая ценность опытных кормовых животных уступала контрольному значению на 7,2 %. Сопоставляя отдельные данные по химическому составу саранчи с результатами исследований Московского зоопарка, видно, что содержание сухого вещества в тушке опытной группы было больше на 1,94 %, сырого протеина – на 1,46 %, а содержание сырой золы – на 0,05 %.

Результаты анализа аминокислотного состава тушек саранчи (табл. 8) свидетельствуют, что в контрольных образцах по сравнению с опытными, количество заменимых и незаменимых аминокислот было больше на 19,9 %. При этом общая сумма аминокислот в контроле составила 24 896 мг/100 г, в опытной группе – 19 923 мг/100 г.

Таблица 8. Аминокислотный состав саранчи, мг/100г
 Table 8. Amino acid composition locusts, mg/100g

Аминокислота/Amino Acid	Группа/Group	
	контрольная/Control	опытная/Experimental
Заменимые / Non-essential		
Аланин/Alanin	2464	2341
Аспаргиновая кислота/Aspartic acid	2039	1818
Глутаминовая кислота/Glutamic acid	2861	2584
Серин/Serin	873	791
Глицин/Glycine	1515	1345
Тирозин/Tyrosine	1222	1093
Цистин/Cystine	415	227
Пролин/Proline	1918	1225
Незаменимые / Essential		
Гистидин/Histidine	934	685
Треонин/Threonine	949	841
Аргинин/Arginine	2113	1920
Валин/Valin	1864	1329
Метионин/Methionine	306	457
Фенилаланин/Phenylalanine	1146	701
Изолейцин/Isoleucine	1033	907
Лейцин/Leucine	1996	1818
Лизин/Lysine	1248	1067
Сумма/Sum	24896	19923

Резюмируя вышеизложенные данные, можно констатировать, что благоприятный пищевой статус опытной саранчи под действием скармливания в составе основного рациона корма «Aquamenu Экзокрикет» обеспечивал оптимально эффективное использование энергии и комплекса факторов питания насекомыми, сопровождаясь более активным протеканием репродуктивного процесса, о чём свидетельствует высокая плодовитость и повышение иммунологической реактивности организма саранчи, позволяя при этом получить живой корм хорошего питательного уровня.

Важным показателем, характеризующим экономическую эффективность разведения кормовых животных в условиях зоопарка, являются затраты корма на одну голову в период выращивания. Установлено, что благодаря высокой сохранности поголовья, опытная группа насекомых за период яйцекладки по сравнению с контролем потребила больше кормов на 10,2 %, соответственно, стоимость затраченных кормов возросла на 7,1 %, при этом себестоимость выращивания 1 головы в опытной группе была меньше на 2,4 % (табл. 9).

Таблица 9. Экономическая эффективность выращивания саранчи
 Table 9. Economic efficiency of locust cultivation

Показатель/Indicator	Группа/Group	
	контрольная/ Control	опытная/ Experimental
Начальное поголовье, гол./ Initial livestock, head	42	42
Сохранность, %/ Safety, %	40,5	64,3
Затраты корма на период яйцекладки, г/ Feed costs for the period of egg laying, g	2072,74	2283,82
Стоимость кормов за период яйцекладки, руб./ The cost of feed for the period of egg laying, rub.	59,99	64,25
Стоимость корма «Aquamenu Экзокрикет», руб./ The cost of the feed "Aquamenu Exocricke", rub.	-	4,7
Себестоимость выращивания 1 головы саранчи в период яйцекладки, руб./The cost of 1 head of locusts for the period of egg laying, rub.	2,07	2,02

Обсуждение полученных результатов.

На основании проведённых исследований установлено, что обогащение рациона саранчи в период яйцекладки специализированным кормом «Aquatenu Экзокрикет» оказывает выраженное благоприятное влияние на повышение живой массы и сохранности насекомого. Полученные в нашем эксперименте данные согласуются с результатами более ранних исследований (Straub P et al., 2019), свидетельствующих о биологической предрасположенности саранчи очень эффективно преобразовывать рационы с высоким содержанием белка в массу тела. Полагаем, что причиной повышения указанных хозяйствственно-полезных признаков саранчи на фоне применения исследуемого корма с высокой концентрацией основных питательных и биологически активных веществ может являться стимуляция активности ферментов в организме, с последующим усилением биохимических реакций, направленных на выработку энергии и формирование молекулярных структур, составляющих основу макроорганизма насекомого, сопровождаясь повышением его естественной резистентности и особенно самок в период яйцекладки.

Известно, что взрослая саранча в день в среднем потребляет свежего корма, эквивалентно весу её собственного тела – 2-3 г, из которых усваивает только 28-40 %. Качество корма оказывает большое влияние на уровень потребления корма саранчой и развитие её желудочно-кишечного тракта: при кормлении менее качественными кормами, как отмечают ряд авторов, наблюдается увеличение массы органов пищеварения и возрастание объёма потребляемого корма у саранчи (Clissold FJ et al., 2013; Mamo DK and Bedane DS, 2021). Данные нашего эксперимента свидетельствуют, что скармливание в небольшой дозировке испытуемого готового специализированного корма обеспечивало снижение потребления основных компонентов рациона саранчой.

Под действием введения «Aquatenu Экзокрикет» в технологию кормления саранчи на 1 сутки раньше начинается выплление личинок и существенно увеличивается плодовитость самок. Такие результаты, полагаем, достигаются благодаря не только высокой питательной ценности исследуемого кормового средства, но и содержанием витаминами А и Е. Известно, в частности, что витамин Е крайне необходим самкам для воспроизведения жизнеспособного потомства (House HL, 1966).

В отдельных источниках по исследованию белкового состава и питательной ценности некоторых кормовых насекомых показано, что в свежей саранче вида *L. migratoria* содержание белка колеблется от 18 до 28 %, а энергетическая ценность достигает 178 ккал/100 г и выше. Такая вариабельность обусловлена различным местом обитания и рационом питания популяций саранчи (Ткачева Е.Ю., 2001; Rumpold BA and Schlueter OK, 2013; Van Huis A, 2015). В нашем исследовании питательность саранчи как живого корма соответствовала данным, указанным выше, при этом отмеченные между группами различия по химическому и аминокислотному составам тушек не имели достоверной разницы.

Заключение.

Включение в рацион саранчи специализированного корма «Aquatenu Экзокрикет» по предлагаемой схеме оказывает положительное влияние на её хозяйствственно-полезные признаки. Увеличивается живая масса самок на 8,1 %, сохранность на 23,8 %, уменьшается потребление кормов на 6,0-19,1 % и улучшается плодовитость саранчи на 128 %. Вместе с тем, выращивание саранчи с использованием экспериментального корма является экономически выгодным.

Список источников

1. Веселова Н.А., Галуза О.А. Влияние обогащения среды на поведение буроголовых тамаринов *leontocebus fuscicollis* (spix, 1823) в московском зоопарке // Доклады ТСХА. 2019. Вып. 291. Ч. V. С. 69-72. [Veselova NA, Galuza OA. Vliyaniye obogashcheniya sredy na povedeniye burogolovykh tamarinov leontocebus fuscicollis (spix, 1823) v moskovskom zooparke. Doklady TsKhA. 2019;291(V):69-72. (In Russ.)].

2. Маренинова А.С. Неверова О.П. Разнообразие живых кормов, их пищевая ценность и особенности подготовки к скармливанию животным // Молодёжь и наука. 2021. № 9. С. 40. [Mareninova AS, Neverova OP. Variety of live feeds, their nutritional value and features of preparation for feeding animals. Molodezh' i nauka. 2021;9:40. (In Russ.)].
3. Перова Е.А., Собянина Т.С., Борисенко Е.А. Значение обогащения среды обитания животных в условиях Новосибирского зоопарка // Проблемы биологии, зоотехнии и биотехнологии: сб. тр. науч.-практ. конф. науч. общества студентов и аспирантов биол.-технол. факультета, (г. Новосибирск, 10-14 дек. 2018 г.) Новосибирск: ИЦ НГАУ "Золотой колос", 2019. С. 147-150. [Perova EA, Sobyantina TS, Borisenko EA. Znachenie obogashcheniya sredy obitaniya zhivotnykh v usloviyakh Novosibirskogo zooparka (Conference proceedings) Problemy biologii, zootekhnii i biotekhnologii: sb. tr. nauch.-prakt. konf. nauch. obshhestva studentov i aspirantov biol.-tehnolog. fakul'teta, (g. Novosibirsk, 10-14 dek. 2018 g.). Novosibirsk: IC NGAU "Zolotoj kolos"; 2019:147-150. (In Russ.)].
4. Ткачева Е.Ю. Кормовая ценность некоторых видов беспозвоночных // Беспозвоночные животные в коллекциях зоопарков: материалы Первого Международного семинара (г. Москва, 22-26 окт. 2001 г.). М., 2002. С. 82-85. [Tkacheva EY. Feed value of some invertebrate species. Invertebrates in Zoos Collections: materials of the First International Workshop (Moscow, 22-26 October, 2001). Moscow; 2002:82-85. (In Russ.)].
5. Ahmed I, İnal F, Riaz R. Insects usage in pets food. Veteriner Hekimler Dergisi. 2022;93(1):87-98. doi: 10.33188/vetheder.909963
6. Clissold FJ, Brown ZP, Simpson SJ. Protein-induced mass increase of the gastrointestinal tract of locusts improves net nutrient uptake via larger meals rather than more efficient nutrient absorption. *J Exp Biol.* 2013;216(2):329-337. doi: 10.1242/jeb.076489
7. Fernandez EJ, Martin AL. Animal training, environmental enrichment, and animal welfare: a history of behavior analysis in zoos. *Journal of Zoological and Botanical Gardens.* 2021; 2(4):531-543. doi: 10.3390/jzbg2040038
8. Fernandez EJ, Myers M, Hawkes NC. The effects of live feeding on swimming activity and exhibit use in zoo humboldt penguins (*Spheniscus humboldti*). *Journal of Zoological and Botanical Gardens.* 2021;2(1):88-100. doi: 10.3390/jzbg2010007
9. House HL. Effects of vitamins E and A on growth and development, and the necessity of vitamin E for reproduction in the parasitoid *Agria affinis* (Fallén) (Diptera, Sarcophagidae). *Journal of Insect Physiology.* 1966;12(4):409-417. doi: 10.1016/0022-1910(66)90004-7
10. Kandathil RD, Akbar AI, Schmidt BV, John EM, Sivanpillai S, Sankar TV. Improvement of nutritional quality of live feed for aquaculture: An overview. *Aquac Res.* 2020;51(1):1-17. doi: 10.1111/are.14357
11. Kietzka GJ, Lecoq M, Samways MJ. Ecological and human diet value of locusts in a changing world. *Agronomy.* 2021;11(9):1856. doi: 10.3390/agronomy11091856
12. Makkar H, Heuzé V, Tran G. Locusts and grasshoppers: nutritional value, harvesting and rearing for animal feed, and other applications. CABI Reviews. 2022;17:038. doi: 10.1079/cabireviews202217038
13. Mamo DK, Bedane DS. Modelling the effect of desert locust infestation on crop production with intervention measures. *Heliyon.* 2021;7(7):e07685. doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e07685
14. Oonincx DG, Van der Poel AF. Effects of diet on the chemical composition of migratory locusts (*Locusta migratoria*). *Zoo Biology.* 2011;30(1): 9-16. doi: 10.1002/zoo.20308
15. Rumpold BA, Schlüter OK. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition & Food Research.* 2013;57(5):802-23. doi: 10.1002/mnfr.201200735
16. Straub P, Tanga CM, Osuga I, Windisch W, Subramanian S. Experimental feeding studies with crickets and locusts on the use of feed mixtures composed of storable feed materials commonly used in livestock production. *Animal Feed Science and Technology.* 2019;225:114215. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2019.114215

17. Van Huis A. Edible insects contributing to food security? *Agric & Food Secur.* 2015;4:20. doi: 10.1186/s40066-015-0041-5
18. Van Zanten CT, Simpson CS. Managing the health of captive groups of reptiles and amphibians. *Vet Clin North Am Exot Anim Pract.* 2021;24(3):609-645. doi: 10.1016/j.cvex.2021.05.005
19. Xiongbing T, Zehua Z, Johnson DL, Guangchun C, Zhihong L, Song G, Xiangqun N, Guangjun W. Growth, development and daily change in body weight of *locusta migratoria manilensis* (Orthoptera: Acrididae) nymphs at different temperatures. *J of Orthoptera Research.* 2012;21(2):133-140. doi: 10.1665/034.021.0201

References

1. Veselova NA, Galuza OA. Influence of environmental enrichment on the behavior of brown-headed tamarins *leontocebus fuscicollis* (spix, 1823) in the Moscow Zoo. *Reports of the TAA.* 2019;291(V):69-72.
2. Mareninova AS, Neverova OP. Variety of live feeds, their nutritional value and features of preparation for feeding animals. *Youth and Science.* 2021;9:40.
3. Perova EA, Sobyanina TS, Borisenco EA. The value of enrichment of the habitat of animals in the conditions of the Novosibirsk Zoo. (Conference proceedings) *Problems of biology, zootechnics and biotechnology: coll. tr. scientific-practical. conf. scientific Society of students and graduate students of biol.-technologist. Faculty, (Novosibirsk, December 10-14, 2018) Novosibirsk: Information Center of NSAU "Golden Kolos";* 2019:147-150.
4. Tkacheva EYu. Feed value of some invertebrate species. *Invertebrates in Zoos Collections: materials of the First International Workshop (Moscow, 22-26 October, 2001).* Moscow; 2002:82-85.
5. Ahmed I, İnal F, Riaz R. Insects usage in pets food. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi.* 2022;93(1):87-98. doi: 10.33188/vetheder.909963
6. Clissold FJ, Brown ZP, Simpson SJ. Protein-induced mass increase of the gastrointestinal tract of locusts improves net nutrient uptake via larger meals rather than more efficient nutrient absorption. *J Exp Biol.* 2013;216(2):329-337. doi: 10.1242/jeb.076489
7. Fernandez EJ, Martin AL. Animal training, environmental enrichment, and animal welfare: a history of behavior analysis in zoos. *Journal of Zoological and Botanical Gardens.* 2021; 2(4):531-543. doi: 10.3390/jzbg2040038
8. Fernandez EJ, Myers M, Hawkes NC. The effects of live feeding on swimming activity and exhibit use in zoo humboldt penguins (*Spheniscus humboldti*). *Journal of Zoological and Botanical Gardens.* 2021;2(1):88-100. doi: 10.3390/jzbg2010007
9. House HL. Effects of vitamins E and A on growth and development, and the necessity of vitamin E for reproduction in the parasitoid *Agria affinis* (Fallén) (Diptera, Sarcophagidae). *Journal of Insect Physiology.* 1966;12(4):409-417. doi: 10.1016/0022-1910(66)90004-7
10. Kandathil RD, Akbar AI, Schmidt BV, John EM, Sivanpillai S, Sankar TV. Improvement of nutritional quality of live feed for aquaculture: An overview. *Aquac Res.* 2020;51(1):1-17. doi: 10.1111/are.14357
11. Kietzka GJ, Lecoq M, Samways MJ. Ecological and human diet value of locusts in a changing world. *Agronomy.* 2021;11(9):1856. doi: 10.3390/agronomy11091856
12. Makkar H, Heuzé V, Tran G. Locusts and grasshoppers: nutritional value, harvesting and rearing for animal feed, and other applications. *CABI Reviews.* 2022;17:038. doi: 10.1079/cabireviews202217038
13. Mamo DK, Bedane DS. Modelling the effect of desert locust infestation on crop production with intervention measures. *Heliyon.* 2021;7(7):e07685. doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e07685
14. Oonincx DG, Van der Poel AF. Effects of diet on the chemical composition of migratory locusts (*Locusta migratoria*). *Zoo Biology.* 2011;30(1):9-16. doi: 10.1002/zoo.20308

15. Rumpold BA, Schlüter OK. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition & Food Research*. 2013;57(5):802-23. doi: 10.1002/mnfr.201200735
16. Straub P, Tanga CM, Osuga I, Windisch W, Subramanian S. Experimental feeding studies with crickets and locusts on the use of feed mixtures composed of storable feed materials commonly used in livestock production. *Animal Feed Science and Technology*. 2019;225:114215. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2019.114215
17. Van Huis A. Edible insects contributing to food security? *Agric & Food Secur*. 2015;4:20. doi: 10.1186/s40066-015-0041-5
18. Van Zanten CT, Simpson CS. Managing the health of captive groups of reptiles and amphibians. *Vet Clin North Am Exot Anim Pract*. 2021;24(3):609-645. doi: 10.1016/j.cvex.2021.05.005
19. Xiongbing T, Zehua Z, Johnson DL, Guangchun C, Zhihong L, Song G, Xiangqun N, Guangjun W. Growth, development and daily change in body weight of *Locusta migratoria manilensis* (Orthoptera: Acrididae) nymphs at different temperatures. *J of Orthoptera Research*. 2012;21(2):133-140. doi: 10.1665/034.021.0201

Информация об авторах:

Яна Геннадьевна Криушичева, студент, Уральский государственный сельскохозяйственный университет, 620075, г. Екатеринбург, ул. Главная, д. 176.

Елена Викторовна Шацких, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой зооинженерии, Уральский государственный сельскохозяйственный университет, 620075, г. Екатеринбург, ул. Главная, 176.

Information about the authors:

Yana G Kriushicheva, student, Ural State Agrarian University, 17b Glavnaya st, Yekaterinburg, Russia, 620075.

Elena V Shatskikh, Dr. Sci. (Biological), Professor, Head of the Department of Zooengineering, Ural State Agrarian University, 17b Glavnaya st, Yekaterinburg, Russia, 620075.

Статья поступила в редакцию 15.05.2023; одобрена после рецензирования 09.06.2023; принята к публикации 13.06.2023.

The article was submitted 15.05.2023; approved after reviewing 09.06.2023; accepted for publication 13.06.2023.