

МРНТИ 33201
УДК 338.45
JEL Q13, Q16, O13

<https://doi.org/10.46914/1562-2959-2026-1-1-329-346>

ГРИДНЕВА Е.Е.,*¹

к.э.н., профессор.

*e-mail: elengred@mail.ru

ORCID ID:0000-0002-3279-2036

КАЛИАКПАРОВА Г.Ш.,¹

PhD, доцент.

e-mail: GK_2003@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-1859-9774

¹Каспийский общественный университет,

г. Алматы, Казахстан

ИННОВАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ САРАНЧИ В СИСТЕМЕ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ

Аннотация

В современных условиях контроль численности саранчи рассматривается не только как защита сельского хозяйства, но и как стратегически важный источник экономически ценного ресурса. Цель статьи – оценить потенциал саранчи как биоресурса для различных секторов промышленности и обосновать ее роль как устойчивой и экономически эффективной альтернативы традиционным способам управления популяцией. Методы включают качественный анализ для обоснования актуальности и выявления тенденций использования представителей семейства Acrididae (Акриды), количественный – для сравнения затрат на производство белка из различных видов сырья, системный – для изучения экономических и экологических аспектов биоконверсии акрид, расчетно-аналитический – для оценки эффективности проекта инсектофермы и абстрактно-логический – для формулировки выводов и обоснования направлений дальнейшего продвижения исследуемого объекта. Научная новизна состоит в разработке циркулярной модели биоконверсии дикой и культивируемой саранчи в инновационные продукты через масштабирование производства, комбинированные инсектофермы, комбикормовые заводы и агропереработчиков. Практическая значимость проявляется в возможности реализации этой модели через государственную поддержку, совершенствование нормативной базы по исследуемой теме, сертификацию, стандартизацию, а также научно-исследовательское и информационно-образовательное сопровождение производителей. Это способствует диверсификации доходов сельхозпроизводителей и укреплению локальных производственных цепочек. Предложенный макет ориентирован на повышение эффективности использования ресурсов, минимизацию агроэкологических рисков и расширение ассортимента энтопродукции. Он стимулирует развитие ресурсосберегающих и современных технологий, а также создает условия для реализации комплекса маркетинговых мероприятий, обеспечивающих продвижение продукции с высокой добавленной стоимостью на внутреннем рынке и укрепляет экспортный потенциал.

Ключевые слова: саранча, мука из саранчи, инсектомука, альтернативный белок, энтопродукты, инсектоферма, циркулярная экономика, оценка капитальных затрат.

Введение

Устойчивый рост численности саранчовых (семейство Acrididae, отряд Прямокрылые) и связанные с этим потери в аграрном секторе являются актуальной отраслевой проблемой. В статье обосновывается целесообразность интеграции мер по контролю популяций с их переработкой в качестве сырьевого источника, что позволяет обеспечить рациональное управление биологическими ресурсами. Вопрос ее применения в различных секторах промышленности остается недостаточно изученным, что обуславливает необходимость проведения дополнительного анализа с оценкой экономической целесообразности и инновационного потенциала внедрения. На международном уровне данная проблематика разрабатывается Food and Agriculture Organization (FAO), в Казахстане – Национальным аграрным научно-образовательным центром

(НАО «НАНОЦ»). Исследования подтверждают высокую питательную ценность и экономическую перспективность биомассы насекомых.

Объектом исследования является саранча, рассматриваемая как нетрадиционный источник сырья для производства белка, удобрений и других продуктов переработки. Предметом – экономические и инновационные аспекты ее использования в контексте циркулярной экономики. Цель статьи заключается в раскрытии инновационно-экономического потенциала саранчи как альтернативного биоресурса. Здесь важно обосновать целесообразность ее применения в различных отраслях промышленности в качестве конкурентного решения по отношению к традиционным методам борьбы с вредителями. В соответствии с поставленной целью и обозначенным предметом сформулированы следующие задачи: 1) оценить возможности переработки саранчи в высокобелковое сырье, органические удобрения и иные виды продукции; 2) исследовать эффективность вовлечения ее в модели циркулярной экономики с позиции оптимизации ресурсопотребления и замыкания биоциклов; 3) разработать практические рекомендации по включению данного материала в производственные цепочки с учетом экономических и экологических факторов.

Проведенная работа охватывает количественный, качественный, системный, абстрактно-логический и расчетно-аналитический методы исследования. Гипотеза состоит в том, что контроль численности прямокрылых и их переработка в высокобелковое сырье могут стать устойчивой альтернативой традиционным источникам протеина. Такой подход обеспечивает рациональное природопользование, замыкание биологических циклов и соответствует принципам циркулярной экономики. Практическая значимость обусловлена изучением международного опыта организации сбора и переработки насекомых как в природных экосистемах, так и в условиях специализированных ферм. Данный опыт позволил разработать модель использования дикой и инсектофермерской саранчи в агропродовольственной системе посредством государственной поддержки через совершенствование нормативно-правового регулирования, а также развитие рынка энтомопродукции и повышение ее инвестиционной привлекательности.

Материалы и методы

В основу статьи легли материалы анализа исследований зарубежных ученых, связанные с применением в промышленности муки из саранчи. За пределами нашей республики этими вопросами занимаются уже достаточно давно. Основное внимание уделяется слабой проработанности вопросов сбора и переработки представителей семейства Acrididae, а также введению полученного сырья в изготовление продуктов. Авторами определена важность поиска экологически устойчивых источников белка, снижения ущерба сельскому хозяйству от вредителей и стимулирования инноваций в производстве. Циркулярная экономика позволяет рассматривать саранчу не как предмет биологической угрозы, а как ресурс вовлечения биомассы в производственный цикл, минимизации потерь и создания высокобелковых изделий с добавленной стоимостью. Решение указанных проблем должно способствовать диверсификации сырьевой базы и инновационному расширению ассортимента продукции на основе энтомопродуктов с их последующим внедрением в различные отрасли промышленности в целях повышения продовольственной и ресурсной устойчивости.

Помощью при написании статьи стали следующие методы: проведенный качественный анализ помог выявить основные направления промышленного использования насекомых, определить существующие модели интеграции инсектопродукции в продовольственные системы, установить исследовательский пробел в части экономической оценки вовлечения саранчи как специфического биоресурса; количественный – позволил сопоставить ресурсные затраты на производство белка из разных видов сырья; системный анализ привел к построению концептуально-экономической модели вовлечения биомассы саранчи в хозяйственный оборот; абстрактно-логический метод способствовал формулированию выводов и определению направлений дальнейшего развития данного инновационного подхода; расчетно-аналитический использован для определения продуктивности проекта инсектофермы.

Результаты и обсуждение

Эффективность использования насекомых в качестве белкового сырья подтверждается международной практикой. В мире их насчитывается около 2 тыс. видов, пригодных для переработки в пищевые продукты и кормовые компоненты. По данным Mordor Intelligence (Глобальная консалтинговая фирма по рыночному исследованию и консультированию), размеры рынка съедобных насекомых в 2023 г. составляли 3,2 млрд долл. США, а в 2024 г. показывают увеличение потребления до 3,8 млрд долл. США. К 2029 г. прогнозируется его рост в связи с повышением численности населения на 18,89%, что составит примерно 9,04 млрд долл. США [1].

Согласно данным FAO, наибольший объем часто используемых видов насекомых в пищевой и кормовой промышленности во всем мире составляют: жуки – 31%, гусеницы – 18%, пчелы, осы и муравьи – 14%, кузнечики, саранча, сверчки – 13% и др. – 24% [2]. Особое внимание в последнее время привлекает саранча, которую стали сушить, измельчать, перерабатывать в протеинсодержащую муку и жир, смешивая с другим сырьем для создания новых товаров [3]. Основными потребителями традиционно являются Китай, Таиланд и Индия, где культура их применения давно сформирована. Так, в 2015 г. мировой рынок съедобных насекомых оценивался в 33 млн долларов США (в том числе мука из саранчи) в таких странах, как США, Бельгия, Франция, Великобритания, Вьетнам, Бразилия и Мексика. Уже к 2017 г. только в Южной Корее объем этого рынка вырос до 142 млн долларов США, что свидетельствует о стремительном расширении сектора и возрастающем спросе на инновационные белковые продукты. В то же время Нидерланды, Бельгия и Австралия активно развивают технологии промышленного производства насекомых. Эти государства наряду с США и Японией формируют сегмент ключевых потребителей данной продукции [4].

Современные тенденции показывают перспективность интеграции саранчовых в различные отрасли. В рамках принципов циркулярной экономики совмещение мер по борьбе с саранчой и ее использованию в качестве нетрадиционного источника белка представляет собой перспективное экономически и экологически обоснованное направление. Зарубежный опыт подтверждает многоотраслевой его потенциал: применение в пищевой промышленности и кормопроизводстве [3], фармацевтической, косметической отраслях, в биотехнологиях и выпуске удобрений [5].

Исследования использования муки из саранчи в питании человека приобретают актуальность в контексте растущего интереса к экологически безопасным источникам витаминов и минералов [6]. Hawkey K.J., Lopez-Viso K., Brameld J.M. [7] демонстрируют успешное внедрение саранчовой муки в пищевые продукты, включая снеки, печенье, смузи, протеиновые порошки, шоколадные изделия и батончики, классифицируемые как энтомопродукты – продукты на основе съедобных насекомых. Guiné R.P.F. et al. [8] отмечают специфические органолептические свойства муки, которые корректируются функциональными добавками и технологической обработкой. FAO подтверждает ее безопасность и питательность при соблюдении нормативов [2]. Riaz M.N., Irshad F., Sazil A.Q. [9] указывают, что саранча соответствует требованиям халяль, однако ее потребление определяется региональными культурными и традиционными особенностями.

Несмотря на перспективность включения насекомых в рацион, их широкое внедрение ограничено несколькими факторами:

- ♦ регулирование качества – соблюдение санитарных норм, обеспечивающих безопасную и питательную муку из энтомопротеина [10];
- ♦ аллергические проявления у некоторых людей, схожие с реакциями на другие белковые соединения, нуждаются в дополнительных исследованиях [6];
- ♦ культурные и социальные барьеры ограничивают потребление энтомопродуктов [11];
- ♦ психологическое отторжение насекомых у части населения делает целесообразным обучение образовательным программам [8] и адаптацию практики к местным условиям [12].

Тем не менее добавление муки из саранчи в рецептуры пищевых продуктов может рассматриваться как инновационный шаг в направлении расширения ассортимента высокобелковой продукции. Для компенсации дефицита белка мука эффективно применяется в рационах животных и рыб, улучшая рост и продуктивность [13], а у птицы и свиней повышает здоровье, иммунитет и качество продукции, снижая затраты на традиционные белки [14, с. 5].

Мировой опыт показывает, что хитин (наружный скелет насекомого) можно использовать для производства экологичного биопластика с высокой прочностью и биоразлагаемостью, а также как сырье для биотоплива и биогаза, снижая экологическую нагрузку и зависимость от ископаемых ресурсов [15], при этом недостаточно изучен и пока разрабатывается метод получения азотсодержащего удобрения из саранчи для стимуляции роста растений [16].

Sokame B.M., Runyu J.C., Tonnang H.E.Z. предлагают использование системного моделирования и сценарного анализа интеграции насекомых [17]. В этом контексте выделяются два основных способа подготовки прямокрылых к биоконверсии: сбор в естественной среде обитания с направлением на специализированные перерабатывающие предприятия и их промышленное разведение с последующими процессами.

Рассмотрим первый способ. На современном этапе известно несколько методов сбора акрид, обеспечивающих сохранность биоматериала: механизированный сбор с сетками и вентиляцией, инсектопылесосы при массовом нашествии, световые ловушки для ночного отлова без химии, ручной сбор с минимизацией побочного улова и барьерные системы, направляющие саранчу в ловушки.

Второй способ – разведение насекомых на специализированных инсектофермах – обеспечивает стабильные объемы и высокое качество продукции при соблюдении санитарно-гигиенических норм. Автоматизированные ловушки и системы направленного освещения минимизируют механические повреждения и обеспечивают оперативную транспортировку биомассы. В биокамерах поддерживаются оптимальные параметры микроклимата (температура – 28–30 °С, влажность – 50–70%, режим освещения – 12 ч свет / 12 ч темнота) и используются экологически чистые растительные корма, что способствует стабильности популяции и контролю жизненного цикла.

Автоматизация технологических процессов позволяет выращивать зрелую саранчу, готовую к переработке, в течение 4–6 недель. Этот цикл начинается с термической инактивации (обработка паром), направленной на уничтожение патогенных микроорганизмов при сохранении питательных свойств сырья. Затем проводится равномерная дегидратация с помощью инфракрасных или вакуумных сушильных установок. Высушенное сырье измельчается в мельницах различного типа до получения однородной белковой муки. Заключительный этап производства включает комплексный лабораторный контроль качества, который предусматривает микробиологический и химический анализы, определение содержания тяжелых металлов и аллергенов, а также подтверждение соответствия продукции международным стандартам безопасности, таким как HACCP и ISO 22000 [2]. Данный способ обеспечивает эффективную переработку саранчи в пищевое сырье, соответствующее санитарным нормам и установленным стандартам качества. Надо отметить, что даже незначительные отклонения могут привести к снижению органолептических свойств и питательности выпускаемого продукта. В этой связи международные организации, в частности FAO, поддерживают проекты по развитию локального инсектофермерства, акцентируя внимание на его роли в расширении доступа и создании новых экономических возможностей для сельского населения.

В международной практике широко известна деятельность следующих инсектоферм: Hargol FoodTech (Израиль), YEE и Protix (Нидерланды), Insects Thailand (Таиланд), Insectum (США), Entomo Farms (Канада) и др. Сформировавшийся интерес к подобным решениям со стороны государств объясняется признанием потенциала насекомых как многофункционального биологического ресурса, способного одновременно отвечать на вызовы в сфере продовольственной безопасности, экологической устойчивости и экономического развития. Кроме того, промышленное разведение прямокрылых позволяет использовать органические пищевые отходы (очистки, обрезки, остатки переработки сырья) и побочные продукты растениеводства (жмых, ботва, некондиционные овощи и фрукты), снижая затраты на корма и выбросы парниковых газов, что соответствует принципам циркулярной экономики.

Отличие дикой и фермерской саранчи определяется уровнем санитарной безопасности, стабильностью питательного состава и органолептическими характеристиками. Мука из диких насекомых содержит около 55–60% белка, 10–15% жира и сопоставимое количество углеводов, тогда как продукция, получаемая на специализированных инсектофермах, отличается повышенным содержанием белка (до 75%), жировой фракцией 15–20% и углеводами 5–10%, что

делает ее более полноценным источником питательных веществ и придает мягкий ореховый вкус [2]. Дикая саранча ввиду нестабильного минерального состава, возможного присутствия токсинов и паразитов, а также характерного «землистого» привкуса требует предварительной термической обработки и чаще используется в технических или кормовых целях, поскольку ее прямое употребление человеком небезопасно.

Важно различать такие понятия, как «белок» и «протеин»: последний представляет собой очищенный продукт с высокой концентрацией белка – до 95% от массы [18]. В связи с этим представляет интерес сопоставление пищевой ценности инсектофермерской саранчи с аналогичными параметрами традиционных злаков. Приведем таблицу сравнительных питательных свойств муки из саранчи, пшеницы и других (например, овса, ячменя, риса), которая демонстрирует преимущества и различия основных питательных элементов, включая макро- и микронутриенты (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение питательных свойств муки из инсектофермерской саранчи, пшеницы, ячменя и других злаковых

Параметр	Мука из саранчи	Пшеничная мука (обычная)	Овсяная мука	Ячменная мука	Рисовая мука
	100 г				
Энергетическая ценность (ккал)	400–500	330–350	370–400	350–370	360–370
Белки (г)	60–75	10–12	12–15	10–12	6–7
Сырая клетчатка (г)	2–3	2–3	7–8	10–12	2–3
Жиры (г)	15–20	1–3	6–7	2–3	1–2
Углеводы (г)	5–10	60–70	60–65	60–65	75–80
Клетчатка (г)	2–3	2–3	7–8	10–12	2–3
Минералы					
Кальций (мг)	60–100	20–30	56	40–50	10
Железо (мг)	6–8	1–3	4–5	4–5	1–2
Калий (мг)	300–500	100–150	350–400	280–300	100–120
Магний (мг)	200–250	25–30	120–130	120–150	30–40
Фосфор (мг)	300–400	100–150	300–350	300–350	100–120
Витамины					
Витамин А (мкг)	40–50	0–10	0–10	0–10	0–10
Витамин С (мг)	0	0	0–1	0–1	0–1
Витамин В1 (тиамин, мг)	0.6–1.0	0.1–0.15	0.1–0.2	0.1–0.2	0.05–0.1
Витамин В2 (рибофлавин, мг)	1–1.5	0.1–0.2	0.1–0.2	0.1–0.2	0.1–0.2
Витамин В3 (ниацин, мг)	5–10	0.5–1	1–2	2–3	0.5–1
Примечание: Составлено авторами на основе [3, 10].					

Согласно таблице 1, исследуемая мука (400–500 ккал) превосходит пшеничную, овсяную, ячменную и рисовую по энергии, белкам и липидам при меньшем содержании углеводов и клетчатки. Это делает ее перспективным компонентом сбалансированных диет с дополнительными витаминами и минералами. Вместе с тем саранча богата жирными кислотами и аминокислотами, превышающими показатели мяса [19].

Авторами Aguilar-Toalá J.E., Liceaga A.M., González-Córdova A.F. отмечается низкая себестоимость производства и высокая кормовая эффективность развития отрасли насекомых как инвестиционного направления [20]. Результаты количественного анализа свидетельствуют о том, что применение отряда прямокрылых в муку обладает высоким экономическим потенциалом и может представлять собой рентабельную деятельность с возможностью интеграции в различные отрасли. На основе доступных научных и статистических данных о водопотребле-

нии и земельных ресурсах рассмотрим производство 1 кг белка из саранчи и традиционных источников, таких как мясо и рыба (таблица 2).

Таблица 2 – Сравнение затрат на производство 1 кг белка из саранчи и традиционных источников (мясо и рыба)

Продукт (белок) / 1 кг	Водопотребление	Земельные ресурсы	Конверсия корма в белок	Экологический след CO ₂)
	Литров/ тыс.	м ²	кг	
КРС (крупный рогатый скот)	15	30	10-20	50-100
Овцы	8	20	5-6	20-30
Рыба	5	-	2-6	10-15
Курица	3	6	3-4	4-8
Гуси	5	10	4-5	5-10
Утки	4	8	3-5	5-9
Саранча	1,5	1	1,7	1-2

Примечание: Составлено авторами на основе данных FAO [2].

В соответствии с таблицей 2 насекомые требуют гораздо меньше воды и пищи, а также занимают незначительные площади по сравнению с традиционными животными. Для производства 1 кг белка из говядины необходимо 15 тыс. литров воды, 30 м² земли, 10–20 кг кормов. На выращивание 1 кг белка из рыбы расходуется в среднем 5 тыс. литров воды и кормов более 2 кг. Для получения 1 кг белка из саранчи потребуется 1,5 тыс. литров воды, 1 м² земли и около 2 кг кормов. Гуси и утки требуют больше пространства и воды для содержания, чем куры. В связи с этим конверсия корма в белок и экологический след могут различаться в зависимости от условий их разведения. При этом водопотребление и земельные ресурсы для овец выше, чем для птицы. Эти травоядные животные быстрее преобразуют пищу в мясо по сравнению с крупным рогатым скотом, но уступают в этом плане птице. Таким образом, мука из акрид имеет значительно более низкие затраты на ресурсы (вода, земля и пища), что делает ее более устойчивым и экономически эффективным источником протеина по сравнению с традиционными (мясо и рыба).

Исследования показывают, что ущерб аграрному сектору Казахстана наносят стадные виды саранчовых – азиатская (*Locusta migratoria*), итальянский прус (*Calliptamus italicus*), марокканская (*Dociostaurus maroccanus*), а также ряд не стадных видов: атбасарская, бесполовая, темнокрылая, сибирская, травянка Фишера, малая крестовичка и другие [21]. Росту численности саранчи в Казахстане способствуют деградация пастбищ, повышение температуры и засуха. Недостаток специалистов и слабый мониторинг мешает своевременно выявлять очаги, а использование химических средств вызывает развитие резистентности насекомых и снижает эффективность контроля. В 2024 г. суммарная площадь потенциального распространения стадных видов составила 2,5 млн га, из которых обработано около 1,8 млн га [22]. В 2025 г. площадь снизилась до 2,1 млн га, при этом наибольшие очаги фиксировались в Костанайской, Актюбинской, Туркестанской и Западно-Казахстанской областях. Для контроля численности проводился мониторинг более 5,6 млн га и обработка 844 тыс. га сельхозугодий [23]. Таким образом, 2024–2025 гг. характеризовались значительными потерями урожая.

В энтомологических исследованиях, посвященных оценке популяционной плотности стадных форм прямокрылых, указывается, что в фазе массового размножения биомасса может варьировать в пределах 100–300 кг/га. Применение данного диапазона к территории с высокой степенью заражения в Казахстане позволяет оценить потенциальный валовой объем биомассы следующим образом. При минимальном уровне извлекаемой биомассы:

$$2,1 \text{ млн га} \times 0,1 \text{ тонн/га} = 210 \text{ тыс. тонн.}$$

$$\text{При максимальном уровне: } 2,1 \text{ млн га} \times 0,3 \text{ тонн/га} = 630 \text{ тыс. тонн.}$$

С учетом технологических ограничений сбора и переработки, а также неизбежных логистических потерь извлекаемая доля пригодной биомассы может составлять 20–30%. Таким образом, реальный ресурсный потенциал переработки оценивается в пределах:

нижняя граница: $210 \text{ тыс. тонн} \times 0,2 = 42 \text{ тыс. тонн}$;

верхняя граница: $630 \text{ тыс. тонн} \times 0,3 = 189 \text{ тыс. тонн}$.

Результаты анализа свидетельствуют о том, что даже при частичной переработке биомассы саранчи на территории Казахстана возможно формирование значительного сырьевого потенциала.

Средняя рыночная стоимость кормовой протеиновой муки из насекомых на мировом рынке составляет 1,5–3 тыс. долл. США за тонну, специализированных добавок – значительно выше [24]. При переработке минимального объема извлекаемой биомассы (42 тыс. тонн) потенциальная валовая выручка достигнет:

$42 \text{ тыс. тонн} \times 1,5 \text{ тыс. долл. США} \approx 63 \text{ млн долл. США} (\approx 31,5 \text{ млрд тг.})$.

При переработке верхней границы ресурса (189 тыс. тонн) и средней цене 2 тыс. долл. США за тонну выручка составит:

$189 \text{ тыс. тонн} \times 2 \text{ тыс. долл. США} \approx 378 \text{ млн долл. США} (\approx 189 \text{ млрд тг.})$.

Число сборов саранчи в Казахстане зависит от климата, миграции и стадий жизненного цикла и составляет 2–3 раза в год. Весной (апрель–май) можно отлавливать молодых и уязвимых насекомых, летом и осенью (июнь–сентябрь) – зрелых особей, готовых к размножению. Анализ показал, что за весь период возможно собрать 42–189 тыс. тонн саранчовой биомассы, что при рыночных ценах на кормовую протеиновую муку (1,5–3 тыс. долл./т) даст валовую выручку 31,5–189 млрд тг. и создаст новый сегмент агробiotехнологий в рамках циркулярной экономики.

Значительные государственные расходы на борьбу с дикой саранчой создают серьезную экономическую нагрузку: в 2024 г. на обработку территорий выделено около 8,1 млрд тг. (4,2 млрд из республиканского бюджета и 3,9 млрд из резервного фонда), в 2025 г. – около 7,1 млрд тг. Эти данные указывают на высокую стоимость существующей системы контроля и необходимость поиска более рациональных подходов к управлению популяцией вредителя. В условиях республики одним из таких направлений представляется возможным использование биомассы саранчи в технических целях, в частности для производства кормовых добавок низкого качества, органических удобрений и иной непившей продукции. В качестве перерабатывающей базы могут быть задействованы предприятия агропромышленного комплекса – комбикормовые заводы, организации по переработке биологических отходов, а также производители органических и органоминеральных удобрений. Реализация данного подхода возможна при условии дополнительной сушки сырья, его обработки и технологической адаптации существующих производственных линий.

Вместе с тем практическая реализация такой модели требует учета нормативно-правовой базы и оценки ее применимости к переработке насекомых как нового вида сырья. Действующие Закон «О безопасности пищевой продукции» (№ 301, 2007 г.), Закон «О ветеринарии» (№ 339-ІІ, 2002 г.) и технический регламент «Требования к безопасности кормов и кормовых добавок» (№ 263, 2008 г.) не содержат специфических норм для насекомых, то есть не выделяют их как самостоятельный объект регулирования, применимый к пищевой или кормовой продукции. Это ограничивает внедрение инноваций, требует дополнительных исследований безопасности, согласования с контролирующими органами и усложняет сертификацию и вывод продукции на рынок. Правовая неопределенность увеличивает затраты и сроки коммерциализации. Для системного развития отрасли необходимы новые нормативные акты, включающие насекомых в перечни разрешенных ингредиентов, и оценка новых пищевых и кормовых продуктов, адаптированных к международной и ЕАЭС практике.

С целью биологической безопасности и соответствия санитарным нормам для выработки пищевой и кормовой продукции важно перерабатывать саранчу, выращенную на инсекторферме, применяя специализированные линии. Это обеспечивает высокое качество сырья и контроль над технологическими параметрами, что, в свою очередь, приводит к устойчивому производству белка и замыканию биологических циклов. Отходы переработки могут быть использованы в качестве органической подкормки. Ключевые элементы интеграции этих подходов систематизированы и представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Интеграция циркулярной экономики, контроля численности дикой саранчи и инсектоферм

№	Элемент системы	Научное/экономическое назначение	Продукция / выход	Циркулярная логика / эффект
1	Контроль численности саранчи в природе	Регулирование популяций для предотвращения массовых нашествий и ущерба агроэкосистемам	Собранная биомасса	Снижение аграрных рисков, минимизация потерь урожая, экологичное управление биоресурсами
2	Инсектоферма (разведение и биоконверсия насекомых)	Плановое разведение и заготовка биомассы для устойчивого производства белка	Биомасса насекомых	Формирование стабильной сырьевой базы, снижение зависимости от химических средств, снижение экологических и финансовых издержек
3	Переработка биомассы насекомых	Физико-химическая и биотехнологическая переработка	Белковая мука, липиды, хитин	Замкнутая производственно-сбытовая цепочка, снижение биоотходов, уменьшение выбросов парниковых газов
4	Производство кормов и пищевых продуктов	Использование продуктов переработки в кормовых и пищевых цепочках	Кормовые добавки, продукты питания	Расширение сырьевой базы, повышение продовольственной безопасности и экономической рентабельности
5	Производство органических удобрений	Утилизация побочных продуктов переработки и метаболической деятельности насекомых	Азотсодержащие органические удобрения	Улучшение плодородия почв, замыкание биологических циклов, снижение экологической нагрузки
6	Сельскохозяйственное производство	Применение кормов и удобрений в животноводстве и растениеводстве	Продукция животного и растительного происхождения	Повышение продуктивности и устойчивости агросистем, интеграция с принципами циркулярной экономики
Примечание: Составлено авторами.				

Объединение всех элементов, представленных в таблице 3, позволяет сформировать интегрированную модель, основанную на принципах циркулярной экономики и направленную на превращение биологической угрозы в источник экономической, пищевой и технической ценности. Она представлена на рисунке 1 и отражает авторский подход к устойчивому развитию сельскохозяйственного производства, заключающегося в системной интеграции планового контроля численности саранчи, ее разведения на инсектоферме и последующей переработки биомассы как для производства высокобелкового пищевого сырья, так и для технических целей, например удобрений и кормовых добавок низкого качества.

Формируемый замкнутый цикл циркулярной экономики обеспечивает рациональное использование ресурсов, минимизацию отходов, снижение аграрных и экологических рисков, создание инновационной продукции с высокой добавленной стоимостью и адаптацию к условиям отечественного агропромышленного сектора.

В работе исследуется возможность создания пилотной инсектофермы по выращиванию и переработке саранчи. Реализация такого проекта требует комплексного подхода, включающего обоснованный выбор локации, когда его размещение не обязательно в природных очагах распространения вредителей.



Рисунок 1 – Циркулярная модель использования дикой и инсектофермерской саранчи в агропродовольственной системе

Примечание: Составлено авторами.

В условиях промышленного разведения успех проекта определяется обеспечением стабильности функционирования фермы и соблюдением всех требований безопасности и нормативов. Для запуска стартапа в сфере малого и среднего бизнеса необходимы первоначальные инвестиции на приобретение специализированного оборудования, обустройство производственных помещений, подготовку кадров и формирование стартовой популяции насекомых [24]. Оценка капитальных затрат (CAPEX) выполнена авторами расчетно-аналитическим методом с использованием функционально-структурного подхода для определения порядка капиталоемкости проекта в условиях Республики Казахстан (таблица 4).

Таблица 4 – Инвестиционные расходы на оборудование и инфраструктуру для выращивания насекомых и их переработки

№	Статья расходов	Содержание	Сумма, млн тг.	Примечания / исходные данные
1	Помещение и инфраструктура	Реконструкция склада/помещения (300–400 м ²) с изоляцией, теплоизоляцией, санитарной зоной и оборудованием для контроля микроклимата	22,5	Усредненные рыночные предложения строительных и монтажных работ в Казахстане на 2025 г.
2	Технологическое оборудование	Инсектарии, стеллажи, контейнеры для выращивания саранчи, механизмы кормления, уборки, контроля плотности	30,0	Рыночные цены на специализированное оборудование для инсектоферм с учетом логистики

Продолжение таблицы 4

3	Системы микроклимата и вентиляции	HVAC ((Heating, Ventilation, and Air Conditioning) – отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха), увлажнители, датчики температуры и влажности, автоматический контроль среды	18,75	Поддержание оптимальных условий (28–30 °С, 50–70% влажности) для континентального климата
4	Оборудование для переработки продукции	Сушилки, измельчители, весоизмерительные и упаковочные линии	11,25	Рыночные цены аналогичного оборудования и нормативные пропорции затрат на первичную переработку
5	Инженерные сети и коммуникации	Водоснабжение, электроснабжение, системы безопасности, пожарной сигнализации	7,5	Стандартные сметы для помещений промышленного назначения
6	Маточное поголовье и лицензирование	Закупка стартового поголовья саранчи, регистрация, сертификация, соблюдение ветеринарных и санитарных требований	3,75	1,5 млн тг. – поголовье; 2,25 млн тг. – лицензии и сертификация
7	Резерв на непредвиденные расходы	10% от CAPEX для компенсации колебаний цен и дополнительных затрат	9,375	Рекомендуемая практика при разработке инвестиционных моделей
	Итого		103,125	

Примечание: Составлено авторами на основе данных [25–27].

Данные таблицы 4 сформированы на основе анализа рыночных исследований, сметных цен Республики Казахстан за 2024–2025 гг., предложений строительных и монтажных компаний, рыночных цен на оборудование, нормативных смет инженерных сетей, а также расходов на сертификацию, лицензирование и закупку маточного поголовья [24–26]. Резерв на непредвиденные расходы установлен на уровне 10 % CAPEX.

CAPEX рассчитывается по формуле (1) [28]:

$$Q_{\text{мука}} = Q_{\text{биом}} \times k_{\text{сух}} \times k_{\text{тех}}, \quad (1)$$

Группировка статей:

$C_{\text{обор}}$ – оборудование: технологическое (30,0 млн тг.), микроклимат и вентиляция (18,75 млн тг.), переработка (11,25 млн тг.); всего $C_{\text{обор}} = 60,0$ млн тг.

$C_{\text{инфр}}$ – инфраструктура и площади: помещения и монтаж (22,5 млн тг.), инженерные сети (7,5 млн тг.); всего $C_{\text{инфр}} = 30,0$ млн тг.

$C_{\text{сертиф}}$ – лицензирование и сертификация: 2,25 млн тг.

$C_{\text{проч}}$ – прочие: маточное поголовье (1,5 млн тг.), резерв на непредвиденные расходы (9,375 млн тг.); всего $C_{\text{проч}} = 10,875$ млн тг.

Итоговый CAPEX:

$$\text{CAPEX} = 60,0 + 30,0 + 2,25 + 10,875 = 103,125 \text{ млн тг.}$$

Наибольшая доля затрат приходится на технологическое оборудование и системы микроклимата (~47–50%), что отражает специфику биотехнологического производства. Поскольку опыт создания инсектоферм в Казахстане отсутствует, расчет носит оценочный характер. Используются усредненные рыночные данные, типовые нормы и экспертные допущения, что позволяет определить ориентировочную капиталоемкость проекта. Конкретные значения CAPEX могут корректироваться при разработке детального технико-экономического обоснования с учетом региона, поставщиков оборудования и условий финансирования.

Вместе с тем инсектоферма может работать как многофункциональный перерабатывающий центр, обеспечивающий переработку и утилизацию как культивируемой, так и дикой саранчи, что расширяет сырьевую базу и повышает экономическую эффективность предприятия. Для рассмотрения базового сценария производства за год возьмем 60 т инсектофермерской саранчи (шесть технологических циклов в год), а также 100 т дикой биомассы (сбор 2–3 раза в сезон), в совокупности 160 т тг/тонн. Рассмотрим штат сотрудников на начальном этапе: менеджер – 1 чел., технолог – 1 чел., рабочие – 2 чел. При средней заработной плате в сумме 250 тыс. тг на одного человека на оплату труда понадобится – 12 млн тг в год.

$$ОРЕХ = 42,0 \text{ млн тг.}$$

Структура операционных затрат (ОРЕХ) сформирована с учетом специфики биотехнологического производства и включает расходы на кормовую базу (15,0 млн тг.), энергоресурсы и поддержание микроклимата (8,0 млн тг.), оплату труда персонала (12,0 млн тг.), логистику (3,0 млн тг.) и прочие эксплуатационные расходы (4,0 млн тг.). Совокупные годовые операционные затраты составляют:

На начальном этапе развития себестоимость саранчи, выращенной на инсектоферме, составит: 42 млн / 60 т = 700 тг за кг.

Дикая саранча (100 т в год) не требует затрат на выращивание, кормовую базу и поддержание микроклимата. Для нее структура затрат включает преимущественно расходы на сбор, транспортировку, первичную переработку, санитарную обработку и сертификацию. Предположим, что данные расходы составляют ориентировочно 15,0 млн тг в год. Тогда себестоимость переработки дикой биомассы: 15,0 млн/100 т = 150 тг за кг.

С учетом необходимости формирования маржинального дохода (30–40% для биотехнологических производств на этапе масштабирования) экономически обоснованная отпускная цена может быть рассчитана следующим образом.

Для муки инсектофермерской саранчи:

$$P_{\text{инсект}} = 700 \text{ тыс} \times 1,3 \approx 910 \text{ тыс. тг/т}$$

Для муки из дикой саранчи:

$$P_{\text{дик}} = 150 \text{ тыс} \times 1,4 \approx 210 \text{ тыс. тг/т}$$

Однако с учетом текущей конъюнктуры мирового рынка инсектопротеина (1,5–2,5 млн тг за тонну) предприятие имеет потенциал реализации по существенно более высокой рыночной цене. В этом случае формируется значительный валовый операционный доход, что повышает инвестиционную привлекательность проекта.

Объем товарной инсектомуки определяется с учетом выхода сухого вещества и технологических потерь (формула 2).

$$Q_{\text{мука}} = Q_{\text{биом}} \times k_{\text{сух}} \times k_{\text{тех}}, \quad (2)$$

где:

объем биомассы $Q_{\text{биом}} = 160$ т/год;

коэффициент выхода сухого вещества $k_{\text{сух}} = 0,30$;

коэффициент сохранения при переработке $k_{\text{тех}} = 0,95$.

$$Q_{\text{мука}} = 160 \times 0,30 \times 0,95 = 45,6 \text{ т/год}$$

Таким образом, реальный объем товарной инсектомуки составляет 45,6 тонны в год. С учетом различий в себестоимости и качестве продукции принимаем следующие отпускные цены: мука из фермерской саранчи – 2,5 млн тг/т; мука из дикой саранчи – 1,5 млн тг/т. Отсюда распределение объема муки будет следующим:

Из 60 тонн культивируемой биомассы: $60 \times 0,30 \times 0,95 = 17,1$ т

Из 100 тонн дикой биомассы: $100 \times 0,30 \times 0,95 = 28,5$ т

Всего: $17,1 + 28,5 = 45,6$ т

Тогда выручка от реализации при рыночной цене 2,5 млн тг за тонну муки из инсектофермерской саранчи составит:

$$R_{\text{кул}} = 17,1 \times 2,5 = 42,75 \text{ млн тг.}$$

А выручка от переработки и реализации дикой саранчи:

$$R_{\text{дик}} = 28,5 \times 1,5 = 42,75 \text{ млн тг.}$$

Общая сумма от реализации муки:

$$R_{\text{мука}} = 42,75 + 42,75 = 85,5 \text{ млн тг.}$$

Дополнительно учитывается реализация побочного продукта (фрасса) в объеме 53 т по цене 50 тыс. тг за тонну, что формирует дополнительную выручку 2,65 млн тг.

$$R_{\text{фрасс}} = 53 \times 50 \text{ тыс} = 2,65 \text{ млн тг.}$$

Совокупная годовая выручка составляет:

$$R_{\text{общ}} = 85,5 + 2,65 = 88,15 \text{ млн тг.}$$

Базовый уровень OPEX при производстве 60 тонн составляет 42 млн тг. Дополнительные расходы на переработку 100 тонн дикой саранчи = 15 млн тг.

$$OPEX_{\text{новый}} = 42 + 15 = 57 \text{ млн тг.}$$

Годовой показатель EBITDA определяется как разность между выручкой и операционными затратами:

$$EBITDA = 88,15 - 57 = 31,15 \text{ млн тг.}$$

При объеме капитальных вложений млн тг срок окупаемости составляет:

$$PP = \frac{103,125}{31,15} = 3,31 \text{ года}$$

Для оценки инвестиционной привлекательности рассчитана чистая приведенная стоимость (NPV) при горизонте планирования 10 лет и ставке дисконтирования 18%, отражающей отраслевой риск и стоимость капитала в условиях Казахстана. Приведенная стоимость аннуитетного денежного потока:

$$PV = 31,15 \times 4,494 = 139,99 \text{ млн тг.}$$

где 4,494 – аннуитетный коэффициент для 10 лет при 18%.

$$NPV = 139,99 - 103,125 = 36,86 \text{ млн тг.}$$

Положительный NPV (36,86 млн тг) свидетельствует о финансовой эффективности и инвестиционной привлекательности проекта. Комбинированная инсектоферма, перерабатывающая культивируемую и дикую саранчу, при объеме 160 тонн биомассы в год, имеет окупаемость 3,3–3,5 года, что указывает на потенциал доходности при устойчивой логистике и сборе сырья. Проект демонстрирует положительные интегральные показатели эффективности, устойчивость к отраслевым рискам и возможность масштабирования. Увеличение масштабов производства или стоимости реализации готового сырья может привести к снижению сроков окупаемости проекта. Итоговые выводы требуют уточнения на стадии детального технико-экономического обоснования и пилотной апробации, при этом цена инсектомуки остается ключевым фактором финансового результата. С учетом дифференцированной структуры производства (17,1 т муки из культивируемой саранчи по базовой цене 2,5 млн тг/т и 28,5 т муки из дикой саранчи по 1,5 млн тг/т), а также совокупного OPEX – 57 млн тг, анализ чувствительности целесообразно проводить пропорциональным изменением отпускных цен на оба вида продукции при сохранении объема выпуска (45,6 т) и структуры затрат. Для наглядной оценки чувствительности инвестиционной эффективности проекта к изменению цены построена таблица 5. В расчетах варьируется цена реализации муки на $\pm 20\%$ относительно базового уровня.

Таблица 5 – Влияние изменения цены инсектомуки на финансовые показатели проекта

Изменение цены	Выручка, млн тг	ЕВITDA, млн тг	PP, лет
–20 %	71,05	14,05	7,34
–10 %	79,60	22,60	4,56
База	88,15	31,15	3,31
+10 %	96,70	39,70	2,60
+20 %	105,25	48,25	2,14

Примечание: Расчеты выполнены авторами при CAPEX = 103,125 млн тг и OPEX = 57 млн тг.

Анализ подтверждает высокую чувствительность проекта к изменению отпускной цены инсектомуки. При снижении цены на 20% выручка сокращается до 71,05 млн тг., ЕВITDA – до 14,05 млн тг, а срок окупаемости увеличивается до 7,34 года. Срок окупаемости при росте цены на 10–20% сокращается до 2,60–2,14 года соответственно. С учетом того, что предлагаемый проект будет реализовываться в формате пилотной производственной модели, показатель окупаемости на уровне 3–4 лет можно оценивать как экономически приемлемый для инновационного агроперерабатывающего направления.

Следует отметить, что в настоящее время инсектомука на рынке Казахстана реализуется через интернет-платформы и специализированные компании по цене 4,5–13,5 тыс. тг за килограмм в зависимости от объема поставки и назначения продукции. Это превышает принятую в расчетах базовую отпускную цену. Локализация переработки саранчи и формирование промышленного производства внутри страны создают предпосылки для снижения издержек, повышения ценовой конкурентоспособности и расширения доступности продукта для массового потребителя.

В данном контексте сопоставление объемов финансирования свидетельствует о том, что создание пилотной инсектофермы требует значительно меньших капитальных вложений по сравнению с расходами, направляемыми на реализацию мер по локализации и устранению последствий распространения саранчовых вредителей.

Заключение

Применяемые на территории Республики Казахстан меры химического контроля численности саранчовых не отличаются устойчивой эффективностью. При этом саранча не используется и не перерабатывается в каком-либо виде, что исключает возможность рационального использования данного биологического ресурса. Отсюда авторами сделаны следующие выводы:

1. Полученные результаты исследования подтверждают гипотезу о целесообразности планового регулирования численности отряда Прямокрылых с их последующей переработкой в высокобелковое сырье и сопутствующие продукты. Рассматриваемый подход представляет собой экологически и экономически обоснованную альтернативу традиционным источникам белка, обеспечивая более эффективное использование биомассы и снижение антропогенной нагрузки на агропродовольственные системы в условиях перехода к циркулярным моделям хозяйствования.

2. Авторами разработана модель использования дикой и инсектофермерской саранчи в агропродовольственной системе, где отмечается, что дикая больше подходит для производства кормовых добавок низкого качества, органических удобрений и технических продуктов (биотопливо, химическая промышленность), а акриды, выращенные на специализированных фермах, – для производства пищевых продуктов, кормов для животных с высокой добавленной стоимостью.

3. Пилотный проект комбинированной инсектофермы, предусматривает переработку культивируемой и дикой саранчи, демонстрирует положительную финансово-экономическую динамику: годовая выручка составляет 88,15 млн тг, ЕВITDA – 31,15 млн тг, срок окупаемости – 3,31 года, чистая приведенная стоимость (NPV) – 36,86 млн тг. Полученные показатели свидетельствуют об инвестиционной привлекательности проекта при базовом ценовом сценарии. Рас-

чет капитальных вложений (CAPEX), выполненный на основе усредненных рыночных параметров, подтверждает его экономическую целесообразность и требует дальнейшей детализации на стадии разработки полного технико-экономического обоснования.

4. Основным условием масштабирования сбора и переработки акрид, развития инсектофермерства является поддержка государства, предполагающая совершенствование нормативной базы с включением насекомых в перечень разрешенных компонентов, формирование прозрачных процедур сертификации и стандартизации продукции, внедрение финансовых механизмов стимулирования, налоговые преференции, развитие производственной инфраструктуры и подготовку квалифицированных кадров. Реализация указанных мер позволит преодолеть существующие правовые и технологические барьеры отрасли.

5. Социально-экономические аспекты внедрения энтомопродуктов указывают на возможности диверсификации доходов сельскохозяйственных производителей и развития локальных производственных цепочек. Вместе с тем на этапе выхода продукции на рынок сдерживающим фактором может выступать недостаточный уровень осведомленности потребителей о ее полезных свойствах. Формированию устойчивого спроса будет способствовать реализация комплексных информационных и маркетинговых мероприятий.

Казахстан, обладая значительным природно-ресурсным потенциалом, может рассматриваться как перспективный поставщик инсектного сырья для внутреннего и внешнего рынков.

ЛИТЕРАТУРА

1 Mordor Intelligence. Анализ размера и доли рынка съедобных насекомых – тенденции роста и прогнозы (2024–2029 гг.) URL: <https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/edible-insects-market> (дата обращения: 26.02.2025)

2 FAO. The State of Food and Agriculture 2020: Overcoming Water Scarcity. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2020. URL: <https://www.fao.org/state-of-food-agriculture/2020/tr/> (accessed: 28.07.2025)

3 Aarts K.W.P. How to develop insect-based ingredients for feed and food? A company's perspective // Journal of Insects as Food and Feed. 2020. Vol. 6. No. 1. P. 67–68. URL: doi: <https://doi.org/10.3920/jiff2018.x008>

4 Sogari G., Amato M., Biasato I., Chiesa S., Gasco L. The Potential Role of Insects as Feed: A Mult Perspective: Review // Animals. 2019. Vol. 9. No. 4. Article 119. URL: <https://doi.org/10.3390/ani9040119>

5 Menino M.R., Murta D. The Insects as a Workforce for Organic Fertilizers Production – Insect Frass // Organic Fertilizers. 2021. P. 1–20. URL: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.100144>

6 Nowakowski A.C., Miller A.C., Miller M.E., Xiao H., Wu X. Potential Health Benefits of Edible Insects // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2021. Vol. 62. No. 13. P. 3499–3508. URL: <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1867053>.

7 Hawkey K.J., Lopez-Viso K., Brameld J.M., Parr T., Salter A.M. Insects: a potential source of protein and other nutrients for food // Annual Review of Animal Biosciences. 2021. Vol. 9. P. 333–354. URL: <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-021419-083930>.

8 Guiné R.P.F., Florença S.G., Costa C.A. et al. Consumers' Perceptions about Edible Insects' Nutritional Value and Health Effects: Study Involving 14 Countries // Animals. 2024. Vol. 14. No. 11. Article 1631. DOI:10.3390/ani14111631

9 Riaz M.N., Irshad F., Sazil A.Q. Halal Perspectives on Grasshoppers (Locusts): A Path to Sustainable and Nutritionally Acceptable Alternative Protein Source // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2025. Vol. 24. No. 5. Article e70283. DOI: 10.1111/1541-4337.70283.

10 Zugravu C.A., Tarcea M., Nedelescu M., Nuță D. Knowledge: A Factor for Acceptance of Insects as Food // Sustainability. 2023. Vol. 15. No. 6. Article 4820. URL: <https://doi.org/10.3390/su15064820>.

11 Syartividya, Ivansya A.S., Fikri A.M., et al. A global perspective and acceptability of edible insects as a novel food in Western and Asian countries: a systematic literature review // Food Production, Process and Nutrition. 2025. Vol. 7. Article 38. URL: <https://doi.org/10.1186/s43014-024-00301-0>

12 Van Huis A., Rumpold B. Strategies to Convince Consumers to Eat Insects? A Review // Food Quality and Preference. 2023. Vol. 110. No. 4. Article 104927. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2023.104927>.

13 Alam M.R., Scampicchio M., Angeli S. Ferrentino G. Effect of hot melt extrusion on physical and functional properties of insect based extruded products // Journal of Food Engineering. 2019. Vol. 259. P. 44–51. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.04.021>.

- 14 Meyer S., Gessner D.K., Braune M.S., Friedhoff T., Most E., Höring M. et al. Comprehensive evaluation of the metabolic effects of insect meal from *Tenebrio molitor* L. in growing pigs by transcriptomics, metabolomics and lipidomics // *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2020. Vol. 11. No. 1. Article 20. URL: <https://doi.org/10.1186/s40104-020-0425-7>.
- 15 Leden Y.L., Mukkun L., Ndapamuri M.H., Pramatana F. The migratory locust (*Locusta migratoria*) as a potential source of protein and biopolymer compounds in the future // *Biodiversitas Journal of Biological Divers.* 2023. Vol. 24. No. 11. P. 5979–5987 DOI: 10.13057/biodiv/d241117
- 16 Лаврищев И.Е., Петровский А.Ф., Мирошников П.Н., Краснов С.В., Рыбцов С.А., Староконь К.Е. Зоогумус как перспективное средство повышения плодородия имиджа сельскохозяйственных земель Сибири // *Вестник НГАУ (Новосибирский Государственный аграрный университет)*. – 2024. – № 3. – С. 65–72. URL: <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2024-72-3-65-72>.
- 17 Sokame B.M., Runyu J.C., Tonnang H.E.Z. Integrating edible insect into circular agriculture for sustainable production // *Sustainable Production and Consumption*. 2024. Vol. 52. No. 4. P. 80–94. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.10.015>
- 18 Аникиенко Т. Топинамбур для балансирования аминокислот в рационе коров // *Комбикорма*. – 2022. – № 12. – С. 41–43. URL: <https://doi.org/10.25741/2413-287X-2022-12-3-190>
- 19 Ghosh S., Meyer-Rochow V.B., Jung Ch. Processing of edible insects for protein production / *Insects as Food and Food Ingredients: Academic Press Elsevier*. 2024. Chapter 6. P. 93–104. DOI:10.1016/B978-0-323-95594-2.00010-0
- 20 Aguilar-Toalá J.E., Liceaga A.M., González-Córdova A.F. Advancing Food Security with Farmed Edible Insects // *Insects*. 2025. Vol. No. 1. Article 1. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects16010067>
- 21 Ажбенов В.К., Костюченко В.К., Нурушев М.Ж., Кадисова Г.Н., Кайрушев С.С. Нашествие саранчовых в Казахстане и превентивная стратегия в решении проблемы. – 2025. URL: https://www.orensteppe.org/content/nashestvie-saranchovyh-v-kazahstane-i-preventivnaya-strategiya-v-reshenii-problemy?utm_source=chatgpt.com (дата обращения: 2.07.2025)
- 22 Официальный информационный ресурс Премьер-министра Республики Казахстан. – 2024. URL: <https://primeminister.kz/ru/news/2-mln-ga-ploshchadey-obrabotano-protiv-saranchovykh-v-kazahstane-28741> (дата обращения: 22.12.2025)
- 23 Insect Protein Industry Statistics. Zipdo Education report. – 2026. URL: https://zipdo.co/insect-protein-industry-statistics/?utm_source=chatgpt.com (accessed: 14.02.2026)
- 24 Сборник укрупненных показателей стоимости строительства зданий и сооружений в Республике Казахстан в уровне цен на 01.01.2025 года УПСС.KZ / Под редакцией Шуленбаевой Г.Р., Яковлевой О.Н. – Алматы: ПО «Столичная палата профессиональных оценщиков», 2025. – 146 с.
- 25 НДЦС РК 8.02-01-2024 Укрупненные показатели стоимости строительства зданий и сооружений. Нормативы предельной стоимости строительства. – 2025. URL: https://new-shop.ksm.kz/egfntd/ntdgo/kds/7.php?utm_source=chatgpt.com (дата обращения: 30.12.2025)
- 26 How to Start an Edible Insects Farming Business? 2025. URL: https://financialmodel.net/blogs/how-open/edible-insects-farming-usa?utm_source=chatgpt.com (accessed: 22.12.2025)
- 27 CapEx: Definition, Formula, and Examples. 2025. URL: https://www.careerprinciples.com/resources/capex-definition-formula-and-examples?utm_source=chatgpt.com (accessed: 28.12.2025)

REFERENCES

- 1 Mordor Intelligence. Analiz razmera i doli rynka s#edobnyh nasekomyh – tendencii rosta i prognozy (2024–2029 gg.) URL: <https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/edible-insects-market> (data obrashhenija: 26.02.2025). (In English).
- 2 FAO. The State of Food and Agriculture 2020: Overcoming Water Scarcity. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2020. URL: <https://www.fao.org/state-of-food-agriculture/2020/tr/> (accessed: 28.07.2025). (In English).
- 3 Aarts K.W.P. (2020) How to develop insect-based ingredients for feed and food? A company’s perspective // *Journal of Insects as Food and Feed*. Vol. 6. No. 1. P. 67–68. URL: doi: <https://doi.org/10.3920/jiff2018.x008> (In English).
- 4 Sogari G., Amato M., Biasato I., Chiesa S., Gasco L. (2019) The Potential Role of Insects as Feed: A Mult Perspective: Review // *Animals*. Vol. 9. No. 4. Article 119. URL: <https://doi.org/10.3390/ani9040119> (In English).
- 5 Menino M.R., Murta D. (2021) The Insects as a Workforce for Organic Fertilizers Production – Insect Frass // *Organic Fertilizers*. P. 1–20. URL: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.100144> (In English).

6 Nowakowski A.C., Miller A.C., Miller M.E., Xiao H., Wu X. (2021) Potential Health Benefits of Edible Insects // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Vol. 62. No. 13. P. 3499–3508. URL: <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1867053>. (In English).

7 Hawkey K.J., Lopez-Viso K., Brameld J.M., Parr T., Salter A.M. (2021) Insects: a potential source of protein and other nutrients for food // *Annual Review of Animal Biosciences*. Vol. 9. P. 333–354. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-021419-083930>. (In English).

8 Guiné R.P.F., Florença S.G., Costa C.A. et al. (2024) Consumers' Perceptions about Edible Insects' Nutritional Value and Health Effects: Study Involving 14 Countries // *Animals*. Vol. 14. No. 11. Article 1631. DOI:10.3390/ani14111631 (In English).

9 Riaz M.N., Irshad F., Sazil A.Q. (2025) Halal Perspectives on Grasshoppers (Locusts): A Path to Sustainable and Nutritionally Acceptable Alternative Protein Source // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol. 24. No. 5. Article e70283. DOI: 10.1111/1541-4337.70283. (In English).

10 Zugravu C.A., Tarcea M., Nedelescu M., Nuță D. (2023) Knowledge: A Factor for Acceptance of Insects as Food // *Sustainability*. Vol. 15. No. 6. Article 4820. URL: <https://doi.org/10.3390/su15064820>. (In English).

11 Syartividya, Ivansya A.S., Fikri A.M., et al. (2025) A global perspective and acceptability of edible insects as a novel food in Western and Asian countries: a systematic literature review // *Food Production, Process and Nutrition*. Vol. 7. Article 38. URL: <https://doi.org/10.1186/s43014-024-00301-0> (In English).

12 Van Huis A., Rumpold B. (2023) Strategies to Convince Consumers to Eat Insects? A Review // *Food Quality and Preference*. Vol. 110. No. 4. Article 104927. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2023.104927>. (In English).

13 Alam M. R., Scampicchio M., Angeli S. Ferrentino G. (2019) Effect of hot melt extrusion on physical and functional properties of insect based extruded products // *Journal of Food Engineering*. Vol. 259. P. 44–51. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.04.021>. (In English).

14 Meyer S., Gessner D.K., Braune M.S., Friedhoff T., Most E., Höring M. et al. (2020) Comprehensive evaluation of the metabolic effects of insect meal from *Tenebrio molitor* L. in growing pigs by transcriptomics, metabolomics and lipidomics // *Journal of Animal Science and Biotechnology*. Vol. 11. No. 1. Article 20. URL: <https://doi.org/10.1186/s40104-020-0425-7>. (In English).

15 Leden Y.L., Mukkun L., Ndapamuri M.H., Pramata F. (2023) The migratory locust (*Locusta migratoria*) as a potential source of protein and biopolymer compounds in the future // *Biodiversitas Journal of Biological Divers*. Vol. 24. No. 11. P. 5979–5987. DOI: 10.13057/biodiv/d241117 (In English).

16 Lavrishhev I.E., Petrovskij A.F., Miroshnikov P.N., Krasnov S.V., Rybcov S. A., Starokon' K.E. (2024) Zoogumus kak perspektivnoe sredstvo povysheniya plodorodija imidzha sel'skohozjajstvennyh zemel' Sibiri // *Vestnik NGAU (Novosibirskij Gosudarstvennyj agrarnyj universitet)*. No. 3. P. 65–72. URL: <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2024-72-3-65-72>. (In Russian).

17 Sokame B.M., Runyu J.C., Tonnang H.E.Z. (2024) Integrating edible insect into circular agriculture for sustainable production // *Sustainable Production and Consumption*. Vol. 52. No. 4. P. 80–94. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.10.015> (In English).

18 Anikienko T. (2022) Topinambur dlja balansirovaniya aminokislot v racione korov // *Kombikorma*. No. 12. P. 41–43. URL: <https://doi.org/10.25741/2413-287X-2022-12-3-190> (In Russian).

19 Ghosh S., Meyer-Rochow V.B., Jung Ch. (2024) Processing of edible insects for protein production / *Insects as Food and Food Ingredients: Academic Press Elsevier*. Chapter 6. P. 93–104. DOI:10.1016/B978-0-323-95594-2.00010-0 (In English).

20 Aguilar-Toalá J.E., Liceaga A.M., González-Córdova A.F. (2025) Advancing Food Security with Farmed Edible Insects // *Insects*. Vol. No. 1. Article 1. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects16010067> (In English).

21 Azhbenov V.K., Kostjuchenkov V.K., Nurushev M.Zh., Kadisova G.N., Kajrushev S.S. (2025) Nashestvie saranchovyh v Kazahstane i preventivnaja strategija v reshenii problemy. URL: https://www.orensteppe.org/content/nashestvie-saranchovyh-v-kazahstane-i-preventivnaya-strategiya-v-reshenii-problemy?utm_source=chatgpt.com (data obrashhenija: 2.07.2025). (In Russian).

22 Oficial'nyj informacionnyj resurs Prem'er-ministra Respubliki Kazahstan. 2024. URL: <https://primeminister.kz/ru/news/2-mln-ga-ploshchadey-obrabotano-protiv-saranchovykh-v-kazahstane-28741> (data obrashhenija: 22.12.2025). (In Russian).

23 Insect Protein Industry Statistics. Zipdo Education report. 2026. URL: https://zipdo.co/insect-protein-industry-statistics/?utm_source=chatgpt.com (accessed: 14.02.2026). (In English).

24 Sbornik ukрупnennyh pokazatelej stoimosti stroitel'stva zdaniy i sooruzhenij v Respublike Kazahstan v urovne cen na 01.01.2025 goda UPSS.KZ / Pod redakciej Shulenbaevoj G.R., Jakovlevoj O.N. Almaty: PO «Stolichnaja palata professional'nyh ocenshhikov», 2025. 146 p. (In Russian).

25 NDCS RK 8.02-01-2024 Ukрупnennye pokazateli stoimosti stroitel'stva zdaniy i sooruzhenij. Normativy predel'noj stoimosti stroitel'stva. 2025. URL: https://new-shop.ksm.kz/egfntd/ntdgo/kds/7.php?utm_source=chatgpt.com (data obrashhenija: 30.12.2025). (In Russian).

26 How to Start an Edible Insects Farming Business? 2025. URL: https://financialmodel.net/blogs/how-open/edible-insects-farming-usa?utm_source=chatgpt.com (accessed: 22.12.2025). (In English).

27 CapEx: Definition, Formula, and Examples. 2025. URL: https://www.careerprinciples.com/resources/capex-definition-formula-and-examples?utm_source=chatgpt.com (accessed: 28.12.2025). (In English).

ГРИДНЕВА Е.Е.,*¹

э.ғ.к., профессор.

*e-mail: elengred@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-3279-2036

ҚАЛИАҚПАРОВА Г.Ш.,¹

PhD, доцент.

e-mail: GK_2003@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-1859-9774

¹Каспий қоғамдық университеті,

Алматы қ., Қазақстан

АЙНАЛЫМДЫ ЭКОНОМИКА ЖҮЙЕСІНДЕГІ ШЕГІРТКЕЛЕРДІҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ӘЛЕУЕТТЕРІ

Андатпа

Бүгінгі ортада шегіртке санын қадағалау тек ауыл шаруашылығын қорғау құралы ретінде ғана емес, сонымен қатар экономикалық тұрғыдан құнды ресурстың стратегиялық маңызды көзі ретінде де қарастырылады. Мақаланың мақсаты – шегірткелердің әртүрлі өнеркәсіп салалары үшін биоресурс ретіндегі әлеуетін бағалау және олардың санын басқарудың дәстүрлі әдістерінің тұрақты және үнемді балама ретіндегі рөлін негіздеу. Әдістер Acrididae тұқымдасының өкілдерін (акридтерді) пайдаланудың өзектілігін негіздеу және үрдістерін айқындау үшін сапалық талдауды; әртүрлі шикізат түрлерінен ақуыз өндіруге жұмсалатын шығындарды салыстыру үшін сандық талдауды; акридтерді биоконверсиялаудың экономикалық және экологиялық аспектілерін зерделеу үшін жүйелік әдісті; инсектоферма жобасының тиімділігін бағалау үшін есептеу-талдау әдісін; қорытындыларды тұжырымдау және зерттеліп отырған объектінің одан әрі ілгерілеу бағыттарын негіздеу үшін абстрактілік-логикалық әдісті қамтиды. Ғылыми жаңалығы өндіріс ауқымын кеңейту, құрама инсектофермалар, құрама жем зауыттары және агроөңдеушілер арқылы жабайы және өсірілетін шегірткені инновациялық өнімдерге биоконверсиялаудың циркулярлық моделін әзірлеуден тұрады. Практикалық маңыздылығы мемлекеттік қолдау, зерттеу тақырыбы бойынша нормативтік-құқықтық базаны жетілдіру, сертификаттау, стандарттау, сондай-ақ өндірушілерді ғылыми-зерттеу және ақпараттық-білім беру тұрғысынан сүйемелдеу арқылы осы модельді іске асыру мүмкіндігінен көрінеді. Бұл ауыл шаруашылығы өндірушілерінің табыстарын әртараптандыруға және жергілікті өндірістік тізбектерді нығайтуға ықпал етеді. Ұсынылған макет ресурстарды пайдалану тиімділігін арттыруға, агроэкологиялық тәуекелдерді барынша азайтуға және энтомоөнімдердің ассортиментін кеңейтуге бағытталған. Ол ресурс үнемдеуші және заманауи технологиялардың дамуын ынталандырады, сондай-ақ ішкі нарықта қосылған құны жоғары өнімді ілгерілетуді қамтамасыз ететін маркетингтік іс-шаралар кешенін іске асыру үшін жағдай жасайды және экспорттық әлеуетті нығайтады.

Тірек сөздер: шегіртке, шегірткеден жасалған ұн, жәндіктерден жасалған ұн, балама ақуыз, энтомо өнімдері, жәндіктер фермасы, айналымды экономика, күрделі шығындарды бағалау.

GRIDNEVA Y.E.,*¹

c.e.s., professor.

*e-mail: elengred@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-3279-2036

KALIAKPAROVA G.Sh.,¹

PhD, associate professor.

e-mail: GK_2003@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-1859-9774

¹Caspian Public University,

Almaty, Kazakhstan

INNOVATIVE AND ECONOMIC POTENTIAL OF LOCUSTS IN THE SYSTEM OF CIRCULAR ECONOMY

Abstract

In today's environment, locust population control is viewed not only as a means of protecting agriculture but also as a strategically important source of an economically valuable resource. The aim of this article is to assess the potential of locusts as a bioresource for various industrial sectors and to substantiate their role as a sustainable and an effective alternative to traditional methods of population management. The methods include qualitative analysis to substantiate the relevance and identify trends in the use of representatives of the Acrididae family (Acridae), quantitative – to compare the costs of protein production from various types of raw materials, systematic – to study the economic and environmental aspects of the bioconversion of acrid, computational-analytical – to assess the effectiveness of the combined insect farm project and abstract-logical – to formulate conclusions and substantiation of the directions of further advancement of the object under study. The scientific novelty consists in the development of a circular model of bioconversion of wild and cultivated locusts into innovative products through the scaling of production, combined insect farms, feed mills and agro-processors. The practical significance manifests itself in the possibility of implementing this model through state support, improvement of the regulatory framework on the topic under study, certification, standardization, as well as research and information and educational support for producers. This contributes to the diversification of agricultural producers' income and the strengthening of local production chains. The proposed layout is focused on improving resource efficiency, minimizing agro-ecological risks, and expanding the range of entomological products. It stimulates the development of resource-saving and modern technologies, as well as creates conditions for implementing a set of marketing activities that promote high-value-added products in the domestic market and strengthen export potential.

Keywords: locust, locust flour, insect flour, alternative protein, insect-based products, insect farm, circular economy, capital expenditure assessment.

Дата поступления статьи в редакцию: 01.01.2026