

обеспечивает экономическую эффективность и улучшение потребительских свойств готовых мясных изделий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов, С. В. Белковая химия и структура мышечной ткани / С. В. Иванов, Е. А. Петрова. – М.: Пищевая промышленность, 2018. – 256 с.
2. Johnson, D. E. Meat science and applications / D. E. Johnson. – Boca Raton: CRC Press, 2014. – 584 p.
3. Королева, Г. М. Ферменты в пищевых технологиях / Г. М. Королева. – СПб.: Химия, 2017. – 312 с.
4. Chichester, C. O. Enzymes in food processing / C. O. Chichester. – Vol. 2. – New York: Academic Press, 2016. – 489 p.
5. Müller, H. G. Effect of bromelain on meat tenderness / H. G. Müller, J. Weber, K. Schmidt // Meat Science. – 2015. – Vol. 103. – P. 50-58.
6. Вонгуартен, В. Л. Методика измерения нежности мясных волокон / В. Л. Вонгуартен // Журнал пищевой технологии. – 2020. – № 4. – С. 45-52.
7. Silva, F. A. P. Histological changes in meat treated with papain / F. A. P. Silva, R. C. Santos, L. M. Lima // Food Structure. – 2019. – Vol. 22. – P. 77-85.
8. Reddy, N. R. Proteolytic enzymes in food processing / N. R. Reddy, Y. Jiang. – New York: Springer, 2015. – 402 p.
9. Зайцев, А. И. Бромелайн: свойства и применение в мясной промышленности / А. И. Зайцев // Вестник пищевой науки. – 2021. – Т. 9, № 2. – С. 99-107.
10. Kumar, S. Kinetics of protease action in meat systems / S. Kumar, B. Sharma, R. Singh // Journal of Food Engineering. – 2018. – Vol. 145. – P. 22-30.
11. Lee, H. J. Enzymatic modification of proteins / H. J. Lee. – Hoboken: Wiley, 2019. – 365 p.
12. Никифоров, П. Л. Влияние протеолитических ферментов на коллаген мышечной ткани / П. Л. Никифоров // Технология мяса. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 15-24.

УДК 637.518:[577.112.638.4]

### ИНТЕГРАЦИЯ НАСЕКОМЫХ КАК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА БЕЛКА В МЯСНЫЕ СИСТЕМЫ

**Захарова И. А., Овсеев В. Ю.**

УО «Гродненский государственный аграрный университет»  
г. Гродно, Республики Беларусь

**Аннотация.** В современных условиях глобального роста населения и ограниченности традиционных белковых ресурсов возрастает интерес к альтернативным источникам питания. Насекомые рассматриваются как перспективный источник белка с точки зрения пищевой безопасности, устойчивого развития и экологической эффективности. В статье анализируются возможности и ограничения интеграции насекомых в мясные системы, оцениваются технологические, сенсорные и нормативные аспекты использования насекомых в пищевой промышленности.

**Summary.** Under the current conditions of global population growth and the limited availability of traditional protein sources, interest in alternative sources of nutrition is increasing. Insects are being considered as a promising source of protein from the perspectives of food safety, sustainable development, and environmental efficiency.

*This article analyzes the opportunities and limitations of integrating insects into meat systems and evaluates the technological, sensory, and regulatory aspects of their use in the food industry.*

**Ключевые слова:** насекомые, альтернативный белок, мясные продукты, пищевая ценность, устойчивое развитие, экологическая эффективность, сенсорные свойства, потребительское восприятие, технологическая интеграция, нормативно-правовое регулирование.

**Key words:** insects, alternative protein, meat products, nutritional value, sustainable development, environmental efficiency, sensory properties, consumer perception, technological integration, regulatory framework.

Мировое потребление белка растет быстрыми темпами под влиянием демографического роста и повышения уровня жизни. Традиционные источники белка – мясо крупного рогатого скота, свинина, птица – требуют значительных ресурсов для производства и оказывают существенное влияние на экологическую ситуацию [1, 2]. В этих условиях насекомые рассматриваются как перспективная альтернатива, обладающая высоким содержанием белка, благоприятным аминокислотным профилем и низким экологическим следом [3-5].

Интеграция насекомых в мясные системы может происходить путем прямого включения в состав мясных продуктов или через использование их в качестве ингредиента-обогапителя. Такая интеграция требует решения научных, технологических и нормативных задач. Данная статья рассматривает основные направления исследований и практические аспекты внедрения насекомых в мясное производство.

Насекомые представляют собой богатый источник белка, жиров, витаминов и минералов. Содержание белка варьируется от 40 до 75 % на сухую массу, что сопоставимо или превосходит традиционные белковые продукты [6, 7]. Кроме того, насекомые содержат незаменимые аминокислоты, такие как лизин и метионин, которые важны для сбалансированного питания [3].

Липидный состав насекомых характеризуется высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот, в том числе омега-3 и омега-6, что может улучшать питательную ценность конечного продукта [2]. Несмотря на это, состав биохимических компонентов может различаться в зависимости от вида насекомого и условий его выращивания.

Производство насекомых требует значительно меньше ресурсов по сравнению с традиционным животноводством. Исследования показывают, что выращивание насекомых требует меньше земли, воды и кормов, а выбросы парниковых газов существенно ниже. Это делает насекомых перспективным решением в контексте устойчивого развития и уменьшения экологического воздействия животноводства.

Экономическая эффективность также достигается за счет высокой скорости размножения и биоконверсии кормов. Например, сверчки и мучные черви демонстрируют быструю приростную массу при относительно низкой затратности кормов [7].

Интеграция насекомых в мясные продукты может осуществляться различными способами:

- добавление молотых насекомых как белкового ингредиента в фарши и колбасы;
- использование частично гидролизovaných белковых концентратов насекомых для улучшения питательной ценности;
- обогащение мясных продуктов функциональными компонентами из насекомых (например, хитиноолигосахаридами).

Ключевыми технологическими вызовами являются обеспечение однородности смеси, стабильности вкусового профиля и предотвращение нежелательных реакций между белками насекомых и мясными компонентами. Оптимизация технологических параметров (температуры, времени обработки) играет важную роль в сохранении питательных и органолептических свойств [4].

Мировой опыт использования насекомых в пищевых продуктах демонстрирует разнообразные подходы к их интеграции в рацион человека и мясные системы. В странах Юго-Восточной Азии, таких как Таиланд и Вьетнам, насекомые традиционно потребляются как жареные, сушеные закуски или добавляются в супы и салаты. Сверчки, кузнечики, личинки шелкопряда и муравьи активно используются в кулинарии, а в Китае на основе насекомых выпускаются протеиновые порошки и батончики для спортивного и функционального питания. Здесь фермерские технологии позволяют контролировать влажность и температуру, что обеспечивает высокий выход белка и минимизирует микробную нагрузку [1-3].

В Европе и Северной Америке насекомые рассматриваются как инновационный источник белка и включаются в мясные продукты преимущественно через фарши, колбасы и котлеты, где белок насекомых заменяет часть животного белка. В Нидерландах и Бельгии молотые сверчки и мучные черви используются в хлебобулочных изделиях и мясных продуктах, в Великобритании – в макаронных изделиях и функциональных батончиках. В США и Канаде порошки из насекомых применяются в смузи, батончиках и энергетических напитках, а также в разработке мясных продуктов с частичной заменой белка. Такие решения позволяют снизить себестоимость и экологический след производства при сохранении питательной ценности и текстуры продуктов [4].

В Африке и Латинской Америке насекомые традиционно включаются в рацион сельских регионов. Личинки жука мопане в Малави и Замбии, муравьи, сверчки и термиты в Бразилии и Колумбии употребляются

как пища и одновременно обеспечивают экономическую активность для местных фермеров [7].

Сенсорные и потребительские аспекты являются ключевым фактором успешной интеграции насекомых в мясные системы. Исследования показывают, что западные потребители часто проявляют осторожность или отторжение к идее употребления насекомых в первозданной форме, тогда как в Азии и Африке культурная привычка формирует положительное восприятие. Для снижения психологического барьера на рынке инновационных мясных продуктов применяются технологические решения: молотые насекомые, гидролизованные белковые концентраты, а также экстракты и порошки, которые маскируют текстуру и вкус насекомых. Это позволяет создавать колбасы, котлеты и фарши с 5-15 % содержания белка из насекомых, при этом продукты сохраняют традиционную текстуру и органолептические свойства [6].

Маркетинговые и образовательные стратегии играют важную роль в формировании потребительского восприятия. Демонстрация питательной ценности, экологической устойчивости и функциональных свойств продуктов способствует повышению готовности потребителей пробовать инновационные мясные продукты с насекомыми. Таким образом, успешная интеграция насекомых в мясные системы требует комплексного подхода: технологической обработки, оптимального соотношения белка, обеспечения безопасности продукта и работы с восприятием потребителя [1].

Использование насекомых в пищевых продуктах, включая мясные системы, требует тщательного регулирования с точки зрения безопасности, гигиены и маркировки. Международный опыт показывает, что нормативные рамки активно формируются в странах, где насекомые воспринимаются как инновационный или «новый» пищевой продукт.

В Европейском Союзе насекомые классифицируются как Novel Food – продукты, которые ранее не использовались в значительных количествах в рационе населения до 1997 года. Согласно Регламенту ЕС 2015/2283, любое коммерческое применение насекомых требует одобрения Европейского агентства по безопасности продуктов питания (EFSA). EFSA проводит оценку безопасности, включая анализ содержания потенциальных аллергенов, микробиологической чистоты, токсичных компонентов (например, тяжелых металлов) и устойчивости при термической обработке. Для мясных продуктов с насекомыми это особенно важно, так как белки насекомых могут взаимодействовать с мясным белком и изменять технологические и сенсорные свойства фарша, колбас или котлет [7].

В США насекомые регулируются как ингредиенты пищевых продуктов, но конкретные правила зависят от типа насекомого и формы его использования. Управление по контролю за продуктами и лекарствами

(FDA) требует, чтобы продукты были безопасными для потребителя, а предприятия соблюдали стандарты GMP (Good Manufacturing Practice). Для мясных продуктов с добавкой насекомых необходимо подтверждать, что ингредиенты не содержат опасных патогенов, а термическая обработка обеспечивает их разрушение.

В Канаде насекомые классифицируются как *novel foods*, и Health Canada осуществляет контроль за безопасностью и маркировкой таких продуктов. Разрешение выдается только после предоставления данных о составе, питательной ценности, токсикологических исследованиях и возможности аллергических реакций.

В Азии и Африке нормативные подходы к насекомым менее строгие в традиционных регионах потребления. В Таиланде, Вьетнаме и Китае регулирование чаще фокусируется на санитарных и гигиенических стандартах производства насекомых, поскольку их употребление исторически укоренилось. При этом коммерческое использование в переработанных мясных продуктах требует соблюдения общих стандартов пищевой безопасности и сертификации [1-3].

В России и странах СНГ нормативная база для использования насекомых в пищевых продуктах находится на стадии формирования. В настоящее время насекомые не имеют отдельного правового статуса, и их использование регулируется общими положениями о пищевых продуктах и безопасности ингредиентов. Основные вопросы включают:

1. Классификацию насекомых как пищевого ингредиента – требуется определить, относятся ли они к мясным продуктам или к добавкам.

2. Безопасность и санитарные нормы – необходимо контролировать микробиологическую чистоту, наличие токсинов и аллергенов.

3. Маркировку и информирование потребителя – важно четко указывать состав продукта, чтобы потребитель знал о наличии белка насекомых, что критично для людей с аллергией на моллюсков и ракообразных, так как белок насекомых может вызывать перекрестные реакции [2].

Для мясной промышленности это означает, что компании должны разрабатывать технологические регламенты и системы контроля качества, включающие анализ сырья, проверку микробиологической чистоты и тестирование стабильности продукта. Кроме того, необходима работа с потребителями через маркировку и образовательные кампании, чтобы снизить психологический барьер и обеспечить правовую прозрачность продукта.

Таким образом, нормативно-правовое регулирование является ключевым фактором успешного внедрения насекомых в мясные системы. Международный опыт показывает, что строгая оценка безопасности, сертификация и информирование потребителей позволяют создавать продукты, которые соответствуют требованиям пищевой безопасности и

признаются на рынках с высоким уровнем доверия к инновационным продуктам. В России и СНГ развитие нормативной базы и стандартизация процессов производства насекомых будут решающими факторами для выхода таких продуктов на массовый рынок.

Можно констатировать, что интеграция насекомых в мясные системы является технологически осуществимой, экологически оправданной и питательно выгодной стратегией. Для успешного внедрения необходимо сочетание технологических инноваций, строгого контроля безопасности и эффективной работы с потребительским восприятием, что открывает новые перспективы для устойчивого развития мясной индустрии и формирования разнообразного и качественного белкового рациона.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Gorbunova, N. A. Edible insects as a source of alternative protein: A review / N. A. Gorbunova, A. N. Zakharov // Theory and Practice of Meat Processing. – 2021. – № 1. – P. 23-32. – DOI:10.21323/2414-438X-2021-6-1-23-32.
2. Nutritional, functional and biological properties of insect proteins: Processes for obtaining, consumption and future challenges / R. J. S. de Castro [et al.] // Trends in Food Science & Technology. – 2018. – Vol. 76. – P. 82-89. – DOI:10.1016/j.tifs.2018.04.006.
3. Edible insects as future proteins: nutritional value, functional properties, bioactivities, and safety perspectives / X. Xu [et al.] // Nutrients. – 2025. – Vol. 17, no. 19:3165. – DOI:10.3390/nu17193165.
4. Edible insect as an alternative protein source: a review on the chemistry and functionalities of proteins under different processing methods / L. S. Queiroz [et al.] // Heliyon. – 2023. 9:e14831. – DOI:10.1016/j.heliyon.2023.e14831.
5. FSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens. Novel foods: allergenicity assessment of insect proteins // EFSA Journal. – 2022;20(Suppl 2):e200910. – DOI:10.2903/j.efsa.2022.e200910.
6. A comprehensive look at the possibilities of edible insects as food in Europe – a review / J. Mlček [et al.] // Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. – 2014. – Vol. 64, no. 3. – P. 147-157.
7. Tyshko, N. V. Edible insects' proteome in the safety aspect of entomoprotein's food application / N. V. Tyshko, K. A. Timoshenko, E. O. Sadykova // Voprosy Pitania. – 2024. – Т. 93, № 6. – P. 57-66.

УДК 637.1/3:613.29 (476)

### ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ, ОБОГАЩЕННЫХ ОМЕГА-3 В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

**Карпенко А. Ю., Большакова О. С.**

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь

***Аннотация.** Статья рассматривает значимость молочной отрасли Республики Беларусь в контексте глобальной продовольственной безопасности и акцента на производстве функциональных молочных продуктов, обогащенных*