

УДК 004.896

## ВАЖНОСТЬ ИНТЕГРАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОМЫШЛЕННОЕ ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПИЩЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ НА ОСНОВЕ КУЛЬТИВИРУЕМЫХ ГРИБОВ

**Инна Игоревна Медведкова**

кандидат технических наук, профессор

imedinna@mail.ru

Донецкий национальный университет экономики и торговли

имени Михаила Туган-Барановского

г. Донецк, Россия

**Аннотация.** Внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ) в промышленное производство нутрицевтиков на основе культивируемых грибов становится все более востребованным из-за растущей потребности в экологически чистых и полезных для здоровья компонентах, а также для увеличения объема производства и сокращения издержек. Общепринятые способы производства традиционно связаны со значительными затратами труда и ресурсов, нестабильным качеством конечного продукта. ИИ предоставляет возможности для автоматизации и совершенствования каждого этапа производственного цикла, начиная с отбора разновидностей грибов и заканчивая контролем качества произведенных добавок и обработанных материалов. Данное исследование направлено на изучение возможностей, которые открывают технологии ИИ для усовершенствования промышленного изготовления пищевых добавок из культивируемых грибов: повышение эффективности использования сырья, уменьшение потребления электроэнергии и ручного труда, а также увеличивает стабильность качества продукции.

**Ключевые слова:** пищевая отрасль, искусственный интеллект, культивируемые грибы, пищевые добавки, затраты труда и ресурсов.

Актуальность внедрения искусственного интеллекта (ИИ) в процесс промышленного производства пищевых добавок из культивируемых грибов обусловлена растущим спросом на натуральные и функциональные ингредиенты, а также необходимостью повышения производительности и снижения затрат.

Создание пищевых продуктов с добавлением грибного порошка представляет собой перспективное направление в пищевой промышленности, объединяющее функциональное питание, нутрицевтические разработки и принципы экологически устойчивого производства [1]. Отечественные научные изыскания направлены на применение грибов для улучшения пищевой ценности продуктов, в частности, для повышения содержания бета-глюканов и белка, а также придания вкуса умами (табл. 1).

Таблица 1

Российские исследования, которые фокусируются на использовании грибного сырья.

Направление работы	Авторы / Источник	Связь с темой
Разработка функциональных продуктов на основе грибного белка (Микопротеин)	НПК «МикоТех» (Сколково), МГУПП	Проекты по производству и применению микопротеина как высокобелковой основы для заменителей мяса, обогащенных пищевых добавок и функциональной муки. Это прямой аналог грибного порошка, используемого в инновационных продуктах
Использование грибного сырья для повышения пищевой ценности хлебобулочных и кондитерских изделий	Ежова Н.В., Каменева О.В. (2018), УрГЭУ	Исследование порошка грибов (например, вешенки) как добавки для увеличения содержания пищевых волокон и белка в продуктах питания, а также для улучшения их структуры и цвета
Применение плодовых тел грибов и продуктов их переработки в технологии мясных систем	Ройтер Л.М., Яковченко А.С. (2020), КубГТУ	Изучение включения порошков грибов в фаршевые системы для замены части мясного сырья, придания умами и улучшения функционально-технологических свойств готовых продуктов

Традиционные методы производства зачастую трудоемки, требуют значительных ресурсов и подвержены колебаниям в качестве конечного продукта. ИИ предлагает инструменты для автоматизации и оптимизации каждого этапа, от выбора штаммов грибов до контроля качества готовой продукции и продуктов переработки, например, грибных пищевых добавок.

Цель данного исследования заключается в изучении потенциала технологий ИИ для оптимизации процесса промышленного производства пищевых добавок из культивируемых грибов, включая повышение эффективности использования сырья, снижение затрат энергии и трудовых ресурсов, а также обеспечение стабильного качества продукции.

Объектом исследования выступают процессы промышленного производства пищевых добавок из культивируемых грибов, такие как подготовка питательной среды, культивирование, ферментация, экстракция, очистка и сушка. Предметом исследования являются технологии ИИ, применяемые для оптимизации этих процессов, включая машинное обучение, компьютерное зрение, нейронные сети и роботизированные системы.

Методы определения и исследования включают в себя анализ литературных данных и патентной информации, моделирование и симуляцию различных сценариев с использованием ИИ, проведение экспериментальных исследований на пилотных установках, а также сравнительный анализ экономической эффективности традиционных и автоматизированных с использованием ИИ методов производства.

Перспективные технологии искусственного интеллекта в пищевой индустрии при промышленном производстве пищевых добавок из культивируемых грибов открывают новые горизонты оптимизации и повышения эффективности. ИИ может быть использован для мониторинга и контроля параметров культивации грибов, включая температуру, влажность, уровень CO<sub>2</sub> и питательные вещества, что позволит создавать оптимальные условия для роста и максимизировать выход целевых соединений [2]. Системы машинного обучения способны анализировать большие объемы данных,

полученных в процессе культивации, для выявления закономерностей и предсказания оптимальных параметров процесса, что сокращает затраты и повышает качество конечного продукта [3].

Одним из ключевых направлений применения ИИ является оптимизация процессов экстракции и очистки целевых соединений из грибной биомассы. Алгоритмы машинного обучения могут быть использованы для анализа данных хроматографических исследований, оптимизации условий экстракции и разработки новых, более эффективных и экологически чистых методов получения пищевых добавок [4].

Использование ИИ в анализе хроматографических данных позволяет выявлять закономерности и корреляции, которые могут быть незаметны при традиционном статистическом анализе. Алгоритмы кластеризации могут быть использованы для идентификации неизвестных соединений, а алгоритмы регрессии – для прогнозирования выхода целевого продукта в зависимости от параметров экстракции, таких как температура, время, состав растворителя и соотношение биомассы к растворителю.

Оптимизация условий экстракции с помощью ИИ включает в себя создание прогностических моделей, способных предсказывать эффективность экстракции в зависимости от различных комбинаций параметров. Эти модели могут быть обучены на экспериментальных данных и впоследствии использованы для определения оптимальных условий, обеспечивающих максимальный выход целевого соединения при минимальном использовании растворителей и энергии. Это позволяет значительно сократить время и затраты на разработку новых методов экстракции. Разработка новых методов экстракции с применением ИИ также предполагает использование алгоритмов оптимизации для поиска новых растворителей и технологий, которые могут быть более эффективными и экологически чистыми, чем существующие методы [4-5]. Например, ИИ может быть использован для моделирования процессов экстракции с использованием сверхкритических флюидов или

ферментативного гидролиза, а также для оптимизации этих процессов для получения целевых соединений с высокой степенью чистоты.

В целом, интеграция ИИ в процессы экстракции и очистки грибных биоактивных соединений открывает новые возможности для разработки более эффективных, экологически чистых и экономически выгодных методов производства ценных пищевых добавок. Это способствует расширению ассортимента и повышению качества продукции, а также снижению негативного воздействия на окружающую среду.

ИИ может помочь в разработке новых составов пищевых добавок на основе культивируемых грибов, предсказывая их функциональные свойства и потенциальные эффекты на организм человека. Использование ИИ для анализа геномных и метаболических данных культивируемых грибов позволяет идентифицировать штаммы, обладающие наилучшими характеристиками для производства конкретных биоактивных соединений. Это значительно ускоряет процесс разработки и оптимизации пищевых добавок, сокращая время и затраты на традиционные методы исследований [6-7].

ИИ моделирует взаимодействие различных компонентов грибных добавок между собой и с физиологическими системами человека. Это позволяет предсказывать синергетические эффекты, улучшать биодоступность активных веществ и минимизировать потенциальные побочные эффекты. Такие возможности открывают путь к созданию более эффективных и безопасных продуктов, адаптированных к индивидуальным потребностям потребителей.

Применение ИИ также способствует повышению качества и безопасности пищевых добавок. Модели машинного обучения могут предсказывать возможные контаминанты и аллергены, а также оптимизировать процессы культивирования и обработки грибов для предотвращения их образования. Это гарантирует стабильность состава и соответствие добавок строгим требованиям безопасности и нормативным стандартам.

Более того, ИИ способен анализировать большие объемы данных о потребительских предпочтениях и тенденциях рынка, что позволяет

разрабатывать пищевые добавки на основе культивируемых грибов, отвечающие актуальным потребностям и запросам. Это создает возможности для персонализированного подхода к питанию и поддержанию здоровья, предлагая продукты, направленные на конкретные цели, такие как улучшение когнитивных функций, укрепление иммунной системы или повышение физической выносливости [8-9].

Использование ИИ позволит значительно снизить затраты на разработку и производство пищевых добавок из культивированных грибов, а также повысить их качество и безопасность. Системы машинного обучения могут быть использованы для выявления потенциальных рисков контаминации и разработки стратегий профилактики, а также для автоматизации процессов контроля качества на всех этапах производства.

Внедрение ИИ в культивацию грибов открывает новые горизонты для оптимизации питательного состава добавок. Алгоритмы машинного обучения способны анализировать огромные массивы данных о генетике грибов, условиях выращивания и влиянии различных факторов на биохимический состав. Это позволяет точно настраивать параметры культивирования для максимизации содержания целевых веществ, будь то антиоксиданты, полисахариды или специфические витамины.

ИИ может существенно ускорить процесс разработки новых пищевых добавок, выявляя перспективные штаммы грибов с уникальными свойствами. Традиционные методы селекции требуют значительных временных и трудовых затрат, в то время как ИИ способен прогнозировать характеристики штаммов на основе анализа генетических данных и моделирования их метаболизма. Это открывает возможности для создания персонализированных пищевых добавок, адаптированных к потребностям конкретных групп потребителей.

Автоматизация процессов ферментации и экстракции с использованием роботизированных систем, управляемых ИИ, также способствует повышению эффективности и снижению человеческого фактора. Алгоритмы компьютерного зрения и сенсорные сети обеспечивают точный мониторинг

параметров ферментации, позволяя оперативно реагировать на любые отклонения и поддерживать оптимальные условия для роста грибов и синтеза целевых веществ.

Интеграция ИИ в управление цепочкой поставок обеспечивает прозрачность и отслеживаемость на всех этапах, от культивации грибов до производства готовой продукции. Системы блокчейн, интегрированные с ИИ, позволяют контролировать происхождение сырья, условия его хранения и транспортировки, а также результаты лабораторных исследований, обеспечивая уверенность потребителей в качестве и безопасности пищевых добавок на основе культивируемых грибов. Оптимизация использования ресурсов и снижение отходов производства, достигаемые благодаря применению ИИ, позволяют минимизировать воздействие на окружающую среду и создать продукты, отвечающие требованиям потребителей [5, 9].

ИИ играет ключевую роль в обеспечении безопасности и качества пищевых добавок из культивированных грибов. Системы машинного зрения, интегрированные в производственную линию, способны мгновенно обнаруживать любые отклонения в цвете, форме или текстуре грибов, сигнализируя о возможном заражении или нежелательных изменениях. Это позволяет оперативно принимать меры для предотвращения попадания некачественного сырья в конечный продукт, гарантируя соответствие строгим стандартам безопасности пищевой продукции [10].

Перспективы применения ИИ в производстве пищевых добавок из культивируемых грибов огромны. Развитие нейронных сетей и алгоритмов машинного обучения позволит еще более точно управлять процессом культивирования, создавать новые, инновационные продукты с улучшенными характеристиками и адаптировать производство к меняющимся потребностям рынка. В будущем мы можем ожидать появления персонализированных пищевых добавок, разработанных на основе индивидуального анализа генома и образа жизни потребителя, что приведет к революции в области здорового питания и профилактики заболеваний.

Применение ИИ также способствует снижению себестоимости производства пищевых добавок из культивируемых грибов. Оптимизация использования ресурсов, сокращение отходов и автоматизация производственных процессов позволяют уменьшить затраты на энергию, воду и сырье. Это делает инновационные и полезные продукты более доступными для широкого круга потребителей, способствуя улучшению здоровья населения и развитию устойчивого сельского хозяйства.

Выводы данного исследования позволяют определить наиболее перспективные направления применения ИИ для оптимизации производства пищевых добавок из культивируемых грибов, а также разработать практические рекомендации для внедрения этих технологий на промышленных предприятиях.

#### **Список литературы:**

1. Медведкова И. И. Значение автоматизации процессов в развитии отрасли промышленного грибоводства // Передовые технологии и инновации в образовании и науке для улучшения качества жизни и стимулирования устойчивого экономического роста: Сборник статей VIII Международной научно-технической конференции. В 3-х томах, Минск, 03–05 декабря 2025 года. Минск: Белорусский государственный технологический университет, 2025. С. 91-95.
2. Дружинина О.В., Масина О.Н., Игонина Е.В. Применение методов искусственного интеллекта и когнитивных технологий в задачах моделирования динамических систем // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2022. Т. 18. № 1. С. 83-97.
3. Карачаева З.А., Исмаилова А.А. Направления применения цифровых технологий и продуктов в отраслях пищевого производства // Экономика и социум. 2022. №11-2 (102). С.434-437.
4. Малыгина В. Д., Медведкова И. И. Использование онтологий при создании баз данных // Технология и товароведение инновационных пищевых

продуктов. 2025. № 1(90). С. 114-119. DOI 10.33979/2219-8466-2025-90-1-114-119.

5. Тимчук Е.Г. Применение искусственного интеллекта в пищевой промышленности // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. №3. С.21-42.

6. Орешина М. Н. Применение искусственного интеллекта в инновационной деятельности промышленных предприятий // Экономика и управление: новые вызовы и решения. 2021. Т. 4, № 1. С. 29-37.

7. Тимчук Е.Г. Применение технологии блокчейн в целях обеспечения прослеживаемости пищевой продукции: текущее состояние и перспективы // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. №3. С.13-20.

8. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. М.: Вильямс, 2006. 1104 с.

9. Черномордов С.В., Дружинина О.В., Масина О.Н., Петров А.А. Применение методов машинного обучения в задачах нейросетевого моделирования управляемых технических систем // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2022. Т. 24. № 1. С. 25-35.

10. Николаев А.А. Состояние и перспективы инновационного развития пищевой промышленности России // Вестник Академии знаний. 2022. №6 (53). С.194-198.

**UDC 004.896**

**THE IMPORTANCE OF INTEGRATING ARTIFICIAL  
INTELLIGENCE TECHNOLOGIES INTO THE INDUSTRIAL  
PRODUCTION OF FOOD COMPONENTS BASED ON CULTIVATED  
MUSHROOMS**

**Inna Ig. Medvedkova**

candidate of technical sciences, professor

[imedinna@mail.ru](mailto:imedinna@mail.ru)

Donetsk National University of Economics and Trade  
named after Mikhail Tugan-Baranovsky  
Donetsk, Russia

**Annotation.** The introduction of artificial intelligence (AI) technologies into the industrial production of nutraceuticals based on cultivated mushrooms is becoming increasingly in demand due to the growing need for environmentally friendly and healthy ingredients, as well as to increase production and reduce costs. Conventional production methods are traditionally associated with significant labor and resource costs and unstable quality of the final product. AI provides opportunities for automation and improvement of every stage of the production cycle, starting with the selection of mushroom varieties and ending with quality control of manufactured additives and processed materials. This study is aimed at exploring the possibilities that AI technologies offer for improving the industrial production of food additives from cultivated mushrooms: increasing the efficiency of using raw materials, reducing electricity consumption and manual labor, as well as increasing the stability of product quality.

**Keywords:** food industry, artificial intelligence, cultivated mushrooms, food additives, labor and resource costs.

Статья поступила в редакцию 25.02.2026; одобрена после рецензирования 20.03.2026; принята к публикации 31.03.2026.

The article was submitted 25.02.2026; approved after reviewing 20.03.2026; accepted for publication 31.03.2026.