

*А.В. Мелешеня, к.э.н., доцент, Т.П. Шакель, О.И. Кимошевская  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

## **ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СФЕРУ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

*A. Meliashchenia, T. Shakel, O. Kimoshevskaya  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

### **ECONOMIC ASPECTS OF INTRODUCTION OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN THE FIELD OF FOOD PRODUCTION**

*e-mail: aleksmel@tut.by, tatyana-shakel@yandex.ru, olakim23@yandex.by*

*Представлены возможные направления использования 3D-технологий в производстве продуктов питания в зависимости от хозяйствующих субъектов и сфер применения. Систематизированы основные экономические выгоды и преимущества применения аддитивных технологий в производстве продуктов питания, а также сдерживающие факторы их внедрения.*

*The possible directions of the use of 3D-technologies in food production are presented depending on economic entities and areas of application. The main economic benefits and advantages of using additive technologies in food production are systematized, as well as the constraints of their implementation.*

**Ключевые слова:** аддитивные технологии; производство продуктов питания; направления использования; экономические аспекты.

**Keywords:** additive technologies; food production; directions of use; economic aspects.

**Введение.** Мировые социально-технологические тенденции подталкивают предприятия к внедрению инноваций в качестве неотъемлемой части их корпоративной стратегии и предложению специализированных продуктов, адаптированных к потребностям рынка. В современном мире внедрение инноваций, в том числе в пищевой промышленности, стало необходимым условием формирования устойчивых конкурентных преимуществ.

В течение последнего десятилетия происходит активное внедрение аддитивных технологий в процессы производства пищевых продуктов. Расширяются сферы и направления применения 3D-печати продуктов питания. Это перспективный рынок, который по некоторым оценкам к 2030 г. может занять до 3% в структуре потребления продовольствия в урбанизированных странах.

**Результаты и их обсуждение.** Как показало изучение зарубежного опыта, использование аддитивных технологий в производстве пищевых продуктов имеет большой потенциал и спектр направлений их использования достаточно широк. Так, в зависимости от хозяйствующих субъектов, 3D-печать может быть использована: крупными продовольственными компаниями; на предприятиях общественного питания (рестораны, кафе, пиццерии, кафетерии, бары и т.д.); в розничной торговле (супермаркеты, специализированные магазины т.д.); мелкими продовольственными компаниями (кондитерские, пекарни, магазины шоколадных изделий, кофейни); в домашнем производстве; прочими учреждениями (спортивные и оздоровительные центры, молодежно-развлекательные центры, торговые комплексы и др.). Сферы использования 3D-принтинга продуктов питания также разнообразны: это отрасли пищевой промышленности (кондитерская, хлебопекарная, сахарная, мясная и др.);

медицинская (специализированное питание, диетическое питание, лечебное питание и др.); военная (обеспечение солдат продовольствием прямо на месте боевых действий, производство продуктов питания с конкретной энергетической ценностью); аэрокосмическая (производство продуктов питания во время длительных космических полетов); дизайн и декорирование пищевых изделий (печать на кофе, украшения для кондитерских изделий, уникальные по форме продукты и др.). Таким образом, 3D-печать продуктов питания может быть внедрена на трех различных уровнях: домашнее производство, промышленное мелкомасштабное производство и промышленное крупномасштабное производство.

В зависимости от хозяйствующего субъекта, сферы использования, а также с учетом доступности необходимого сырья и ингредиентов, использование аддитивных технологий в производстве продуктов питания имеет ряд экономических выгод и преимуществ: возможность создавать уникальные по форме и питательной ценности продукты; сокращение объема пищевых отходов и повышение экологической устойчивости; как правило, длительный срок хранения ингредиентов для пищевого 3D-принтера; быстрый процесс изготовления продукта; экономия трудовых ресурсов и повышение производительности труда. С другой стороны, использование аддитивных технологий в производстве продуктов питания имеет и свои ограничения, в первую очередь, это однообразность получаемой текстуры готового продукта, ограниченный выбор пригодных пищевых материалов, а также ограниченность непосредственно самих технологических процессов (таблица 1).

Вместе с тем одним из главных преимуществ 3D-печати в производстве продуктов питания является возможность создания индивидуального дизайна пищевых продуктов, как по форме, так и по питательности. Так, современное 3D-оборудование позволяет создавать уникальные продукты нестандартной формы, что невозможно обеспечить иным способом. В зарубежных странах это стало точкой продаж для многих ресторанов. С другой стороны, пищевые 3D-принтеры позволяют создать индивидуальные продукты в соответствии с персональными потребностями и предпочтениями – с заданным содержанием питательных веществ и вкусовыми свойствами. Индивидуализация и уникальность продукта потенциально увеличивает его субъективную ценность в глазах потребителя и мотивирует его платить больше, что дает производителю возможность прибавлять более высокую добавленную стоимость. Поэтому для некоторых бизнес-проектов, связанных с производством продуктов питания, применение аддитивных технологий может стать точкой роста.

Еще одним преимуществом является значительное упрощение и сокращение цепи поставок. Фактически, пищевые 3D-принтеры обеспечивают реализацию стратегии изготовления на заказ с более низкими издержками, с формированием производственных мощностей, расположенных ближе к конечному потребителю. Для изготовления продукта нет необходимости содержать большие цеха со специальным технологическим оборудованием, достаточно наличие одного принтера. Это приводит к тому, что продукт питания будет доставлен потребителю в более короткие сроки по приемлемой цене за счет использования меньшего количества ресурсов.

Еще одна большая возможность, предоставляемая 3D-технологиями, – это возможность использовать альтернативные материалы, такие как некоторые грибы и водоросли, насекомые и лабораторно выращенное мясо, – ингредиенты, не пригодные для традиционных производственных процессов. Кроме того, аддитивные технологии позволят расширить применение некоторых вторичных сырьевых ресурсов, таких как коллагенсодержащее сырье (свиная шкурка, соединительная ткань), сухая молочная сыворотка, КСБ и др.

Таблица 1 – SWOT-анализ использования аддитивных технологий в производстве продуктов питания в Республике Беларусь

Преимущества	Недостатки
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Возможность создания уникального продукта, нестандартной и сложной формы</li> <li>✓ Возможность создания персонализированного продукта с заданной питательной ценностью</li> <li>✓ Значительное сокращение цепочки поставок (максимальная близость к конечному потребителю)</li> <li>✓ Отсутствие складских помещений, так как производство осуществляется на основе спроса</li> <li>✓ Длительный срок хранения ингредиентов</li> <li>✓ Быстрый процесс изготовления продукта</li> <li>✓ Высокий коэффициент использования сырья и сокращение объема пищевых отходов</li> <li>✓ Не массовое производство</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ограничения в структуре и текстуре продукта</li> <li>✓ Ограничения в выборе технологии (например, неприменимо к технологиям, подразумевающим химические процессы)</li> <li>✓ Ограничения в выборе сырьевых ингредиентов</li> <li>✓ Незрелость рынка пищевых 3D-принтеров и ингредиентов для них</li> <li>✓ Неосведомленность потребителя</li> <li>✓ Отсутствие нормативных документов в сфере производства продуктов питания с использованием 3D-принтера</li> </ul>
Возможности	Риски
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Создание индивидуализированных продуктов под заказ</li> <li>✓ Удовлетворение потребностей особых секторов (например, космос, оборона, медицина)</li> <li>✓ Использование ингредиентов, которые не могут быть использованы в традиционном производстве</li> <li>✓ Более высокая добавленная стоимость</li> <li>✓ Снижение трудоемкости изготовления продукта и повышение производительности труда</li> <li>✓ Повышение экологической устойчивости</li> <li>✓ Возможность получения уникального преимущества в деятельности хозяйствующего субъекта</li> <li>✓ Новая, неосвоенная рыночная ниша</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Отсутствие инструментов оценки затрат на внедрение аддитивных технологий по сравнению с традиционным типом производства</li> <li>✓ Невозможность оценить реакцию потребителей</li> <li>✓ Высокая стоимость ингредиентов</li> <li>✓ Высокая стоимость готового продукта</li> </ul>

Примечание: таблица составлена авторами на основании собственных исследований и данных [1-10].

В некоторых сферах (военная, медицинская, аэрокосмическая) данная технология формирует совершенно новые ресурсы, обеспечивая возможность производства продуктов питания, которые необходимы в особых условиях или с особыми свойствами. Например, еда для космонавтов, пассажиров самолетов, военнослужащих, людей с различными заболеваниями (например, больные с затруднением глотания, для которых одним из возможных решений является приготовление пищи с указанием индивидуальной степени мягкости приготовленных блюд) и так далее.

Аддитивные технологии в пищевом производстве обеспечивают сокращение объема пищевых отходов, способствуя этим повышению экологической устойчивости. Отходы во время 3D-печати практически отсутствуют, так как продукт создается послойно с применением только необходимого количества материала, кроме того, производство продукции осуществляется преимущественно под заказ.

С точки зрения потребителя, в развитии 3D-печати продуктов питания актуален вопрос их стоимостных и качественных характеристик. На современном этапе развития аддитивных технологий (который определяется доступностью

оборудования, сырья, потребительским спросом), разница в стоимости напечатанного и традиционного продукта может составлять до 40%. С постепенным внедрением 3D-печати в процессы пищевого производства будет происходить снижение себестоимости инновационной продукции, что обеспечит возможность более широкого использования аддитивных технологий в промышленных масштабах.

С другой стороны, важно обеспечить качество, сбалансированность, питательную ценность продуктов, полученных с использованием 3D-технологий. В данном контексте актуален вопрос возможности использования различных видов сырья в качестве наполнителей для пищевых 3D-принтеров. Так, в большинстве случаев, сырье, используемое в 3D-печати, представляет собой полужидкие среды с заданными характеристиками деформации и текучести вещества. Как правило, сырье используется уже в переработанном виде. В настоящее время в мире наиболее изучены свойства и широко используются ингредиенты для кондитерского производства – шоколад, тесто, сахар, мастика, различные крема и др. Вместе с тем большой интерес представляют технологические свойства сырья животного происхождения.

В современных условиях использование 3D-принтера может ускорить процессы изготовления сложных блюд в домашних условиях, в кафе и ресторанах. Прогнозируется, что в будущем пищевые 3D-принтеры будут доступны практически везде в силу быстрого внедрения инноваций в пищевую промышленность и повседневную жизнь. Несмотря на многие преимущества, использование 3D-принтеров в пищевой промышленности все еще ограничено. Способность пищевых принтеров создавать нестандартные продукты в короткие сроки расширит использование этих принтеров среди отдельных субъектов хозяйствования. При этом актуальным является разработка новых альтернатив материалам, используемым в современных пищевых принтерах.

**Выводы.** Аддитивные технологии являются относительно новыми в пищевой промышленности и находятся на ранней стадии внедрения, однако их применение в сфере производства пищевых продуктов во всем мире расширяется и по некоторым оценкам их потенциал огромен. Возможности использования данной технологии широки – от декорирования пищевых продуктов до применения в будущем для питания в космических полетах. Также данная технология может использоваться как в домашнем, так и в промышленном производстве. Использование аддитивных технологий в производстве продуктов питания имеет ряд экономических выгод. Одним из главных преимуществ 3D-печати в производстве продуктов питания является возможность создания индивидуального дизайна пищевых продуктов, как по форме, так и по питательности. Для некоторых бизнес-проектов, связанных с производством продуктов питания, применение аддитивных технологий может сформировать уникальные конкурентные преимущества. Вместе с тем, важно понимать, что внедрение аддитивных технологий в процессы пищевого производства не рассматривается как альтернатива традиционному типу производства. Это инновационная технология производства продуктов питания, которая имеет свой потенциал на рынке и может быть востребована различными субъектами хозяйствования в определенных сферах и направлениях.

### Список использованных источников

1. Аванесян, Н. Л. Современные технологии в промышленности: аддитивное производство [Электронный ресурс] / Н. Л. Аванесян // Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. – Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_35202514\\_18177621.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_35202514_18177621.pdf). – Дата доступа: 22.10.2019.

1. Avanesjan, N. L. Sovremennye tehnologii v promyshlennosti: additivnoe proizvodstvo [Modern technologies in industry: additive production] [Elektronnyj resurs] / N. L. Avanesjan // Nauchnaja jelektronnaja biblioteka eLIBRARY.RU. – Rezhim dostupa: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_35202514\\_18177621.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_35202514_18177621.pdf). – Data dostupa: 22.10.2019.

2. Дресвянников, В. А. Анализ применения аддитивных технологий в пищевой промышленности [Электронный ресурс] / В. А. Дресвянников, Е. П. Страхов // Электронная библиотека ПГУ. – Режим доступа: <https://elib.pnzgu.ru/files/eb/doc/sDEJyI30JxeX.pdf>. – Дата доступа: 22.10.2019.
3. Дресвянников, В. А. Классификация аддитивных технологий и анализ направлений их экономического использования / В. А. Дресвянников, Е. П. Страхов // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2018. – № 2 (26). – С. 16–28.
4. Ключко, А. Д. Аддитивные технологии и эффективность их использования в производстве / А. Д. Ключко, Г. А. Гареева, Д. Р. Григорьева // Международный научный журнал «Символ науки». – 2018. – № 1–2. – С. 27–29.
5. Ковалев, Д. С. Перспективы внедрения аддитивных технологий в промышленность [Электронный ресурс] / Д. С. Ковалев, В. И. Кириллов // Научная электронная библиотека «Киберленинка». – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-vnedreniya-additivnyh-tehnologiy-v-promyshlennost>. – Дата доступа: 15.11.2019.
6. Additive Manufacturing applications within Food industry: an actual overview and future opportunities [Electronic resource] // IRIS Politecnico di Milano. – Mode of access: [https://re.public.polimi.it/retrieve/handle/11311/1014860/184185/final\\_35.pdf](https://re.public.polimi.it/retrieve/handle/11311/1014860/184185/final_35.pdf). – Date of access: 14.11.2019.
7. Charlebois, S. Food Futures and 3D Printing: Strategic Market Foresight and the Case of Structur3D / S. Charlebois, M. Juhasz // Int. J. Food System Dynamics. – 2018. – № 9 (2). – P. 138–148.
8. Learn more about the advantages of 3D printing [Electronic resource] // Tractus3D. – Mode of access: <https://tractus3d.com/what-is-3d-printing/advantages-of-3d-printing/#reduce-costs>. – Date of access: 30.10.2019.
9. The current status, development and future aspects of 3d printer technology in food industry [Electronic resource] // ULAKBİM Journal Systems. – Mode of access: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/613421>. – Date of access: 05.11.2019.
10. The impact of 3d printing on the food industry [Electronic resource] // Flatworld Solutions. – Mode of access: <https://www.flatworldsolutions.com/engineering/articles/3d-printing-impact-food-industry.php#>. – Date of access: 30.10.2019.
2. Dresvjannikov, V. A. Analiz primenenija additivnyh tehnologij v pishhevoj promyshlennosti [Analysis of the application of additive technologies in the food industry] [Jelektronnyj resurs] / V. A. Dresvjannikov, E. P. Strahov // Jelektronnaja biblioteka PGU. – Rezhim dostupa: <https://elib.pnzgu.ru/files/eb/doc/sDEJyI30JxeX.pdf>. – Data dostupa: 22.10.2019.
3. Dresvjannikov, V. A. Klassifikacija additivnyh tehnologij i analiz napravlenij ih jekonomicheskogo ispol'zovanija [Classification of additive technologies and analysis of their economic use] / V. A. Dresvjannikov, E. P. Strahov // Modeli, sistemy, seti v jekonomike, tehnikе, prirode i obshhestve. – 2018. – № 2 (26). – С. 16–28.
4. Kljuchko, A. D. Additivnye tehnologii i jeffektivnost' ih ispol'zovanija v proizvodstve [Additive technologies and their efficiency in production] / A. D. Kljuchko, G. A. Gareeva, D. R. Grigor'eva // Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal «Simvol nauki». – 2018. – № 1–2. – S. 27–29.
5. Kovalev, D. S. Perspektivy vnedrenija additivnyh tehnologij v promyshlennost' [Prospects for the introduction of additive technologies into industry] [Jelektronnyj resurs] / D. S. Kovalev, V. I. Kirillov // Nauchnaja jelektronnaja biblioteka «Kiberleninka». – Rezhim dostupa: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-vnedreniya-additivnyh-tehnologiy-v-promyshlennost>. – Data dostupa: 15.11.2019.