

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ РИСКОВ 3D-ПЕЧАТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

**Русаков В.Н.**

*Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана Роспотребнадзора  
Российская Федерация, Мытищи*

*В статье представлен анализ новой технологии пищевого производства – 3D печати пищевых продуктов. Представлены особенности этой технологии и связанных с ней рисков для здоровья человека.*

*Изложены основные принципы 3D печати пищевых продуктов. Определены основные риски, создающие потенциальную угрозу безопасности пищевых продуктов, изготовленных с применением 3D печати. В ходе исследования обоснована необходимость проведения соответствующих мер контроля и разработки нормативной базы.*

**Ключевые слова:** *3D печать пищевых продуктов; новые источники продовольствия.*

## IDENTIFICATION OF RISKS OF 3D PRINTING OF FOOD PRODUCTS

**Rusakov V.N.**

*Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of  
Rosпотребнадзор  
Russian Federation, Mytishchi*

*The article presents an analysis of a new technology of food production – 3D printing of food products. The features of this technology and the associated risks to human health are presented.*

*The main risks that pose a potential threat to the safety of food products manufactured using 3D printing have been identified. The study substantiates the need for appropriate control measures and the development of a regulatory framework.*

**Key words:** *3D printing of food products; new food sources.*

Новые источники продовольствия и системы производства (NFPS) являются инновационными решениями для удовлетворения растущего спроса потребности в продовольствии, одновременно решая проблемы окружающей среды и продовольственной безопасности.

К NFPS относится и 3D-печать (3DP) пищевых продуктов [1].

Ранней концепцией 3DP было быстрое прототипирование, процесс

моделирования, сборки и изготовления с помощью компьютерного проектирования, который был разработан Кодамой из Японии в конце 1980-х годов. В настоящее время технология усовершенствована и позволяет создавать сложные трехмерные объекты слой за слоем, используя либо пластиковые полимерные нити, либо металл, а в последнее время и съедобные материалы, такие как сахар и шоколад [1]. Специально для производства продуктов питания были разработаны пищевые 3D-принтеры. Наиболее выгодным методом 3D-печати пищевых продуктов является метод экструзии, поскольку он позволяет получать продукты в виде пасты или жидкости [2].

Продукты питания имеют сложную структуру, которая влияет на их сыпучесть и пригодность для печати. Реологические свойства, температуры гелеобразования, плавления и стеклования являются критическими параметрами при производстве привлекательного и стабильного 3D-печатного объекта [3]. В 3DP для печати в качестве «чернил» наиболее широко применяются шоколад, сахар, желатин, тесто из пшеничной муки. Они используются в соответствии с цифровыми моделями, что позволяет интегрировать различные ингредиенты для настройки вкусов, цветов и питательной ценности в соответствии с индивидуальными диетическими потребностями [4].

С помощью технологии 3DP можно создать индивидуальный дизайн, способный создать новую текстуру еды. Например, Липтон и др. сообщили, что текстурированные продукты питания из овощного пюре были созданы с использованием технологии 3DP для преодоления дисфагии у пожилых людей [5].

В этой технологии в качестве "чернил" используются различные пищевые материалы, такие как пюре, тесто, белки и углеводы. Развитие 3D-печати пищевых продуктов расширило сферу ее применения в пищевой промышленности, улучшив текстуру и вкус продуктов в соответствии с ожиданиями потребителей [1]. 3DP используется при создании заменителей мяса, направленных на воспроизведение вкусовых качеств мяса животного происхождения [6]. Эта технология имеет неопределимое значение для удовлетворения диетических потребностей определенных групп, таких как пожилые люди или люди с особыми заболеваниями. Будущее 3D-печати пищевых продуктов не только в том, чтобы адаптировать их к потребностям личного здоровья и предпочтениям, но и в том, чтобы обеспечить экологичность за счет использования альтернативных белков, таких как белки насекомых или растительные источники [7].

Появление 3D-печати приносит новые аспекты в безопасность пищевых продуктов. Хотя она имеет некоторые сходства с традиционным производством пищевых продуктов, она также создает уникальные проблемы. Несмотря на растущий интерес к этой технологии, исследования

ее влияния на безопасность пищевых продуктов ограничены.

Одной из основных проблем, связанных с 3D-печатью пищевых продуктов, является риск потенциального микробного загрязнения. Это связано с возможностью развития условно-патогенной микрофлоры и образования биопленки на напечатанных поверхностях. Шероховатость поверхности и канавки, характерные для 3D-печати, которые создаются с использованием методов экструзии, обеспечивают ниши для прикрепления микробов и образования биопленки. Это увеличивает риск загрязнения продуктов, напечатанных на 3D-принтере. На микробиологическую безопасность этого вида продуктов влияют и другие факторы, в том числе условия хранения пищевых чернил, время печати и обработки, а также соблюдение санитарных норм в процессе производства. Гигиеничный дизайн 3D-принтеров для пищевых продуктов имеет решающее значение для предотвращения накопления микробов. Однако в современных конструкциях принтеров часто отсутствуют функции, облегчающие тщательную очистку, особенно в таких компонентах, как сопла и экструдеры. Это создает серьезные проблемы с безопасностью пищевых продуктов.

Химическая опасность при 3D печати может быть связана с вымыванием веществ с поверхностей принтера, контактирующих с пищевыми продуктами.

Потенциальную опасность также представляет с возможность загрязнения продуктов питания мелкими частицами пластика. К физическим опасностям, связанным с 3D печатью, так же относится потенциальное попадание частиц принтера в пищевые продукты, особенно при использовании хрупких материалов.

Для исключения возникновения рисков безопасности пищевых продуктов, изготавливаемых с применением 3DP необходимы строгие меры по обеспечению безопасности пищевых продуктов, такие как надлежащие методы производства и обращения с продуктами. Для управления рисками, связанными с 3DP, может быть эффективным применение системы ХАССП.

Актуальным является разработка нормативной базы в сфере контроля и надзора за изготовлением и оборотом пищевой продукции, изготовленной по 3DP технологии.

#### Список литературы

1. Liu, Z. 3D printing: Printing precision and application in food sector / Z. Liu, M. Zhang., B. Bhandari // Trends in Food Science & Technology. – 2017. – Vol. 69. – P. 83-94.
2. Yang, F. Physical properties of 3D printed baking dough as affected by different compositions / F. Yang, M. Zhang, S. Prakash // Innovative Food Science & Emerging Technologies. – 2018. – Vol. 49. – P. 202-210.

3. Liu, Z. 3D printing: Printing precision and application in food sector / Z. Liu., M. Zhang, B. Bhandari //Trends in Food Science & Technology. – 2017. - Vol. 69. – P. 83-94.
4. Hassoun, A. The fourth industrial revolution in the food industry-part II: Emerging food trends / A. Hassoun, A. Bekhit, A. Jambrak [et al.] //Crit Rev Food Sci Nutr. – 2024. – Vol. 64. – P.407-437.
5. Lipton, J.I. . Additive manufacturing for the food industry / J.L. Lipton, [et al.] //Trends in food science & technology. – 2015. – Vol. 43. – P. 114-123.
6. Handral, H. 3D Printing of cultured meat products / H. Handral, S. Hua Tay, W. Wan Chan [et al.] // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2022. - Vol. 62. – P.272-281.
7. Bomkamp, C. Scaffolding biomaterials for 3D cultivated meat: prospects and challenges / C. Bomkamp, S. Skaalure., G. Fernando [et al.] // Advanced Science, – 2022. – Vol. 9. – P.210-218.