

*А. И. Скоморохова, Д. С. Алексенцев**

КОНЦЕПЦИЯ ПИЩЕВОГО 3D-ПРИНТЕРА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Производство изделий многоуровневого функционального назначения имеет большое значение во многих отраслях промышленности и АПК, в частности, этот вопрос актуален при изготовлении продуктов питания. Основным направлением исследований является придание продукции определенного набора лечебно-профилактических свойств и удовлетворение индивидуальных потребностей в сфере питания. Это возможно посредством аддитивных технологий, уже получивших распространение и признание среди потребителей в мире [1].

Создание продуктов с заранее заданным содержанием различных питательных веществ и требуемыми вкусовыми свойствами посредством технологии трехмерной печати возможно за счет правильного подбора ингредиентов в качестве материала для печати, номенклатура которых постоянно расширяется. Следует отметить, что развитие такого направления, как хромотография – в особенности газового типа позволяет выявлять новые вещества, которые обладают ценными пищевыми свойствами.

Важной особенностью выбора ингредиентов для трехмерной печати является возможность использования дешевого нетрадиционного сырья, например, насекомых, мучных червей, водорослей, которые при традиционном производстве трудно, а зачастую невозможно подать в эстетически приемлемом виде. Главное требование – подходящая для печати консистенция, которая обеспечивается тщательным подбором используемых материалов и выбором связующего вещества. Ввиду этого в качестве материала для 3D-печати можно использовать сельскохозяйственное сырье, имеющее в своем составе множество полезных витаминов, микро- и макрокомпонентов, что способствует расширению ассортимента полезных продуктов здорового питания профилактического и лечебного назначения.

В настоящее время пищевые 3D-принтеры уже используют для создания макаронных изделий, прототипов новых сладостей, блинов,

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ТГТУ» Ю. В. Родионова.

печати на напитках и изготовления кондитерских продуктов необычной конфигурации.

В качестве сырья для работы с трехмерной печатью в основном используют шоколад, пищевую мастику, сахар, сыр, пасты из овощей и фруктов, муку, паштеты из рыбы, мяса и печени, а также пищевые красители и вкусовые добавки.

К наиболее важным преимуществам 3D-печати, помимо возможности создания функциональных продуктов, относятся [2]:

- сокращение отходов ввиду строго определенного количества требуемого сырья;
- автоматизация процесса приготовления, исключая потребность в персонале высокой квалификации и постоянном присутствии человека;
- возможность создания идентичных пищевых продуктов, что при ручной готовке реализовать практически невозможно;
- выполнение большого количества индивидуальных заказов;
- производство изделий сложной конфигурации, имеющих уникальный дизайн.

Создание продуктов питания с применением аддитивных технологий позволит задавать точно определенный набор функциональных свойств, придавать блюду требуемые вкусовые качества, экспериментировать с внешним видом практически без ограничений. Точно заданный набор полезных свойств упрощает поддержание диетического питания при различных заболеваниях и их профилактике, а также подходит для людей, которым требуется особый рацион (например, спортсмены, дети и т.д.) [3].

Использование для печати растительных материалов отечественного производства позволит снизить затраты на сырье, а применение на всех стадиях переработки высокоэффективных технологий решит проблему хранения и транспортировки ингредиентов. При этом важно, чтобы подготовка материала к печати и процесс печати осуществлялись при режимных параметрах, исключающих потерю биологически активных веществ, присутствующих в исходном продукте.

Технология пищевой трехмерной печати также открывает новые возможности для ресторанного и туристического бизнеса. Об этом свидетельствует успех лондонского ресторана Food Ink, в котором вся посуда, мебель и предлагаемые блюда производятся с помощью 3D-печати [4].

Несмотря на приведенные достоинства пищевой 3D-печати, в настоящее время она не находит широкого распространения в отечественной промышленности. Зачастую пищевые 3D-принтеры

применяют при создании декоративных кондитерских изделий, что не в полной мере раскрывает потенциал аддитивного производства. Поэтому вопрос разработки аналогов зарубежного оборудования и внедрение отечественных технологий достаточно актуален и требует серьезного рассмотрения.

Важными конструктивными элементами пищевого 3D-принтера являются экструдер и рабочий стол, на котором осуществляется построение детали.

Исполнение экструдера определяет скорость и качество печати. Пищевой материал, имеющий вязкую пастообразную консистенцию, проталкивается через сопло, как правило, с помощью сжатого воздуха или выдавливания. Форсунки могут различаться в зависимости от того, какой используется тип продуктов питания или желаемой скорости печати (обычно, чем меньше размер сопла, тем больше времени занимает печать). Это делает актуальным вопрос о разработке сопла, оснащенного устройством автоматического изменения размера.

При выдавливании материала происходит его нагрев до определенной температуры, которая должна оставаться постоянной в течение всего процесса печати, ввиду чего целесообразно внедрение тепловых аккумуляторов в устройство печатающей головки. Для обеспечения эффективного температурного режима могут быть использованы электрические нагреватели. Применение эластомеров в качестве основы нагревателей позволит осуществлять равномерный подвод тепла на поверхностях, обладающих сложным рельефом и большой площадью.

Рабочий стол также зачастую оснащается устройствами подогрева и поддержания требуемых температур, обеспечивающих более качественное осаждение и затвердевание материала. При аддитивном производстве продуктов питания в некоторых случаях требуется дополнительная обработка для доведения изделия до готовности, например, выпекание или жарка.

Так как процесс печати сопровождается постоянным нагревом и необходимостью поддержания как можно более стабильных температур, возникает проблема обеспечения температурных режимов, не превышающих температуру денатурации важных биологически активных веществ. Это особенно важно при производстве функциональных продуктов питания лечебно-профилактического назначения. Нагрев при щадящих температурах возможен за счет внедрения вакуумных технологий.

Таким образом, разработка пищевого 3D-принтера позволит расширить ассортимент здоровых продуктов питания, обладающих требуемым набором функциональных свойств, заданными органолептичес-

скими показателями и уникальным сложным дизайном, что практически невозможно достичь посредством традиционных методов приготовления. Использование дешевого растительного сырья способствует обеспечению продовольственной безопасности страны. Выбор ингредиентов высокого качества в совокупности с высокоэффективными технологиями переработки снизит затраты на производство при сохранении лечебно-профилактических показателей готовой продукции.

Дополнительного повышения энергоэффективности изготовления продуктов питания можно достичь посредством оснащения 3D-принтера теплоаккумулирующими элементами, которые позволят поддерживать стабильную температуру в процессе печати. Внедрение вакуумных технологий делает возможным осуществление низкотемпературной постобработки, не влекущей потерю биологически активных веществ, например, при работе с изделиями из теста, когда требуется выпекание.

Список литературы

1. Lupton, D. 'Download to delicious': Promissory themes and sociotechnical imaginaries in coverage of 3D printed food in online news sources / D. Lupton // *Futures*. Elsevier. – 2017. – № 93. – P. 44 – 53. DOI: 10.1016/j.futures.2017.08.001

2. Дресвянников, В. А. Анализ применения аддитивных технологий в пищевой промышленности / В. А. Дресвянников, Е. П. Страхов, А. С. Возмищева // *Продовольственная политика и безопасность*. – 2017. – № 3, Т. 4. – С. 133 – 139.

3. Paediatric-friendly chocolate-based dosage forms for the oral administration of both hydrophilic and lipophilic drugs fabricated with extrusion-based 3D printing / С. Karavasili, А. Gkaragkounis, Т. Moschakis et al. // *European Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2020. 147:105291. DOI:10.1016/j.ejps.2020.105291

4. Food Ink. [Электронный ресурс]. – URL : <http://foodink.io/> (дата обращения 22.09.2021).

Кафедра «Механика и инженерная графика» ВО ФГБОУ «ТГТУ»