

УДК 664

**РАЗРАБОТКА ЛИНИИ, ВКЛЮЧАЮЩЕЙ ПИЩЕВОЙ 3D-ПРИНТЕР, ДЛЯ  
АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

**Скоморохова Анастасия Игоревна<sup>1</sup>**

магистрант

e-mail: nasta373@mail.ru

**Щегольков Александр Викторович<sup>1</sup>**

кандидат технических наук, доцент

**Родионов Юрий Викторович<sup>1,2</sup>**

доктор технических наук, профессор

rodionow.u.w@rambler.ru

**Казанская Валерия Владимировна<sup>1</sup>**

студент

<sup>1</sup>Тамбовский государственный технический университет

г. Тамбов, Россия

<sup>2</sup>Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

**Аннотация.** Рассмотрены перспективы применения аддитивных технологий при производстве продуктов питания функционального назначения. Приведена блок-схема, отражающая общий случай последовательности изготовления продуктов с применением пищевого 3D принтера. Рассмотрен каждый этап производства от подготовки сырья до получения готового изделия.

**Ключевые слова:** диетическое питание, аддитивные технологии, вакуумное выпекание

Области использования технологий аддитивного производства в настоящее время быстро расширяются, поэтому изучению особенностей производства различной продукции с применением 3D-принтеров уделяется значительное внимание. Технология 3D-печати также нашла свое применение в пищевой промышленности и активно развивается в данном направлении. Повышение спроса на продукты питания, изготовленные таким образом, обусловлено потребностью населения в здоровой пище, отвечающей индивидуальным особенностям организма различных людей.

Аддитивное производство позволяет создавать продукты питания с определенным набором полезных свойств, требуемого вкуса и внешнего вида. Важным достоинством является то, что 3D-печать 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.) [1-4]. Кроме того, появляется возможность снизить затраты продуктов, вследствие строго заданного количества затрачиваемого сырья. Снижения себестоимости производства можно достигнуть путем внедрения в рецептуру переработанных растений, водорослей и даже насекомых. Высокая автоматизация 3D-печати позволяет использовать труд менее квалифицированного персонала вместо поваров, экономит время готовки (так как в процессе не требуется постоянное присутствие человека), а также делает возможным создание идентичных продуктов питания, что при ручной готовке практически невозможно.

Несмотря на явные достоинства такого производства, на данный момент в России пищевая 3D-печать не находит широкого промышленного применения и используется в основном при создании декоративных кондитерских изделий. Поэтому вопрос разработки аналогов зарубежного оборудования и внедрение отечественных технологий достаточно актуален и требует серьезного рассмотрения.

Цель работы заключается в исследовании особенностей применения аддитивных технологий в производстве продуктов питания. Разработка технологической схемы, включающей пищевой 3D принтер и вакуумную печь.

Предлагаемая технологическая схема предусматривает приготовление сырья для 3D печати, печать продукта питания и его последующее выпекание (при необходимости). Последовательность изготовления осуществляется по следующей схеме (рис. 1).

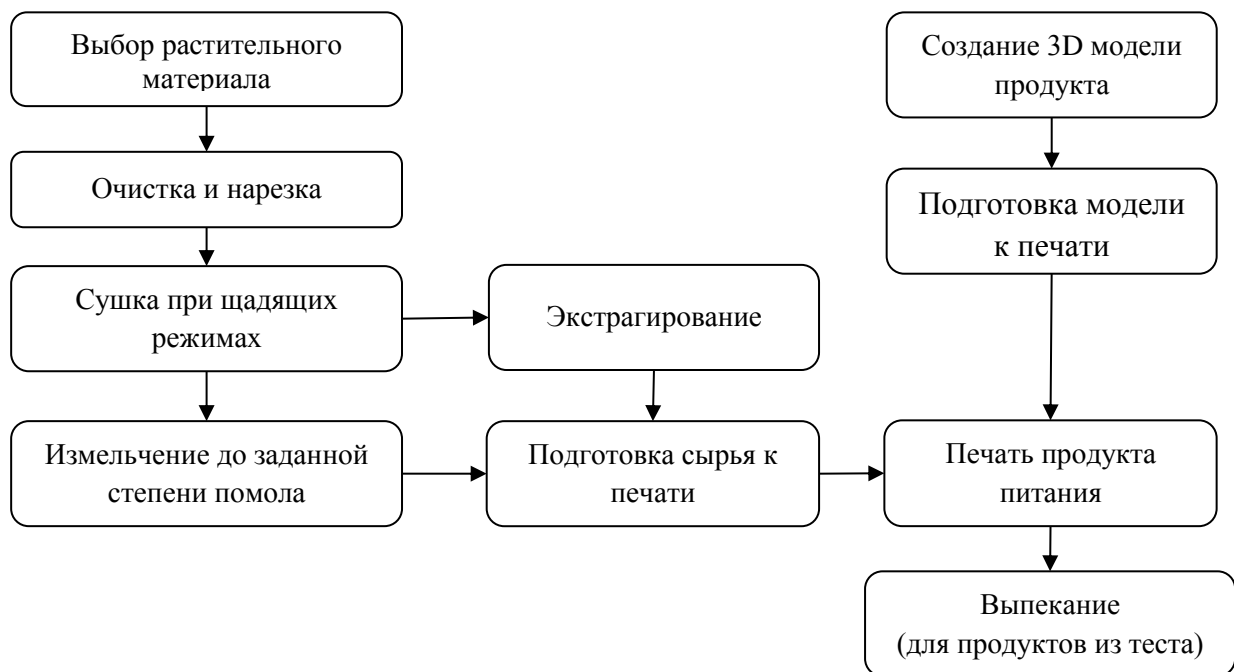


Рисунок 1 - Схема последовательности изготовления продуктов с применением пищевого 3D принтера

Выбор растительного материала подразумевает подбор наиболее доступных, произрастающих в ЦЧР плодоовощных, ягодных, грибных и пр. продуктов, обладающих большим количеством витаминов, микро- и макрокомпонентов. Затем продукты подвергаются тщательной промывке, очистке от кожуры, косточек и т.д., и нарезке определенным способом (пластинами, соломкой, кубиками и др.). Процесс сушки осуществляется на двухступенчатой конвективной вакуум-импульсной сушилке (ДКВИС) [5] при щадящих режимах, которые позволяют

сохранить максимальное количество биологически активных веществ, содержащихся в исходном продукте. Тонкое и сверхтонкое измельчение высушенного материала до требуемой степени помола производится на двухступенчатой дисково-шаровой вакуумной мельнице (ДДШВМ) [6]. Высушенный растительный материал также можно подвергнуть экстрагированию. Для этого используется комбинированная вакуумная экстракционная установка [7], позволяющая не только получать экстракты с высокой концентрацией сухих растворимых веществ, но и производить их дальнейшее упаривание (концентрацию).

На этапе подготовки сырья к печати важно произвести разработку оптимальной рецептуры, которая позволит придать изготавливаемому продукту функциональные свойства и обеспечить высокие органолептические показатели. Отдельное внимание уделяется созданию консистенции, пригодной для использования в печати. Для этого необходим точный подбор пропорций ингредиентов и поиск связующего материала, оказывающего положительное влияние на качество готового продукта.

При создании 3D модели требуется соблюдение условий привлекательного внешнего вида пищевого продукта и возможности его печати. Под подготовкой модели к печати подразумевается учет факторов, оказывающих влияние на качество печати, к ним относятся: оптимизация толщины стенок, минимизация свисающих элементов, определение ориентации модели на рабочем столе и др. Кроме того, необходимо задать параметры печати.

При работе с продуктами питания на основе теста (блинов, кексов, печенья и др.) заключительным этапом производства является выпекание напечатанной модели. Применение вакуумной печи позволит производить процесс при щадящих режимах с пониженной температурой, что способствует сохранению полезных компонентов функционального продукта.

Изучение аддитивных технологий в сфере пищевой промышленности позволит расширить ассортимент продуктов с функциональными свойствами, которые можно использовать при составлении индивидуального плана диетического питания. Разработка нового оборудования и совершенствование уже существующего способствует снижению затрат энергии, повышению автоматизации производства и понижению себестоимости продукции при высоких органолептических свойствах. Также необходимо проводить исследования по подбору новых растительных материалов, которые могут использоваться в качестве сырья для 3D-печати, и разработки режимных параметров их переработки для достижения наилучших показателей по сохранению биологически активных веществ в конечном продукте.

#### **Список литературы:**

1. Application of 3D printing for customized food. A case on the development of a fruit-based snack for children / A. Derossi, R. Caporizzi, D. Azzollini, C. Severini // Journal of Food Engineering, 220, 65-75, 2018.
2. Paediatric-friendly chocolate-based dosage forms for the oral administration of both hydrophilic and lipophilic drugs fabricated with extrusion-based 3D printing / C. Karavasili, A. Gkaragkounis, T. Moschakis [et al.] // European Journal of Pharmaceutical Sciences, 105291, 2020.
3. Extrusion-based 3D food printing - Materials and machines / C. Tan, W. Y. Toh, G. & Li Wong // Int. J. Bioprint. 4, 143 (2018).
4. Сакмак, Н. 3D food printing with functional properties: A review / Н. Сакмак, С.Е. Gumus // International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry, 2020. - Vol. 4. - Issue 2. - Pp. 178-192.
5. Энергосберегающая двухступенчатая сушильная установка для растительных материалов: пат. 2548230 РФ F26B 17/10, F26B 5/04 / Родионов Ю.В., Никитина Д.В., Зорин А.С., Щегольков А.В., Дмитриев В.М., Ларионова

Е.П.: заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Тамб. ГТУ», ООО «Навакс».  
№ 2013111266/06; заявл 12.03.2013; опубл. 20.04.2015.

6. Совершенствование технологии получения порошков из растительного сырья / С.И. Данилин, Ю.Ю. Родионов, Ю.В. Родионов [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. - 2020. - № 4. - С. 150-159.

7. Универсальная вакуумная экстрактно-выпарная установка: пат. 2738938 С1 РФ, В01D 11/02, В01D 1/22 / Анохин С.А., Никитина Д.В., Родионов Ю.В., Гуськов А.А., Елизаров И.А., Назаров В.Н.: заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Тамб. ГТУ». № 2019143887; заявл. 23.12.2019; опубл. 18.12.2020.

**UDC 664**

**DEVELOPMENT OF A LINE INCLUDING A FOOD 3D PRINTER FOR  
ADDITIVE MANUFACTURING OF FOOD**

**Skomorokhova Anastasia Igorevna<sup>1</sup>**

master student

nasta373@mail.ru

**Shchegolkov Alexander Viktorovich<sup>1</sup>**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

**Rodionov Yuri Viktorovich<sup>1,2</sup>**

Doctor of Technical Sciences, Professor

rodionow.u.w@rambler.ru

**Kazanskaya Valeria Vladimirovna<sup>1</sup>**

student

<sup>1</sup>Tambov State Technical University

Tambov, Russia

**Annotation.** The prospects for the use of additive technologies in the production of functional food products are considered. A block diagram is presented that reflects the general case of the sequence of manufacturing products using a food 3D printer. Each stage of production from the preparation of raw materials to the receipt of the finished product is considered.

**Key words:** diet food, additive technologies, vacuum baking.