

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Архипова Данилы Сергеевича** на тему «**Моделирование и разработка 3D-печатного комбинированного продукта на молочной основе**», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3 Пищевые системы (технические науки)

Актуальность темы не вызывает сомнений и обусловлена глобальным трендом персонализации питания, необходимостью снижения продовольственных потерь и переходом к новым технологическим укладам в пищевой индустрии. В условиях декларируемого в РФ курса на развитие аддитивных технологий работа Архипова Д.С., направленная на создание научно обоснованной методологии 3D-печати молочных продуктов, является своевременной и имеет высокий импортозамещающий потенциал для сектора HoReCa.

Научная новизна исследования заключается в развитии концепции перехода от традиционных промышленных технологий к производству «пищевых чернил» для 3D-печати. Автором впервые предложена методология расчета потребительской модели 3D-продукта, интегрирующая геометрические, конструктивные и физико-химические параметры. К несомненным элементам новизны следует отнести введение количественного критерия — коэффициента спонтанной деформации, а также развитие методического подхода к оценке прочностных характеристик пищевых 3D-систем через комплекс показателей напряжения сдвига, сжатия и растяжения.

Теоретическая и практическая значимость работы подтверждена конкретными результатами. Автором разработана теоретическая модель предельного равновесия, позволяющая решать прямую и обратную задачи по прогнозированию устойчивости формы изделия. Практическим выходом является создание программного обеспечения для моделирования, разработка технологии и утверждение технических условий (ТУ 10.51.40-111-00419785-2025) на плавленый сыр «ПринтЧиз». Положительные результаты внедрения на предприятиях HoReCa и расчетный срок окупаемости (менее 8 месяцев) доказывают коммерческий потенциал технологии.

Степень обоснованности и достоверности научных положений и выводов не вызывает сомнений. Работа базируется на достаточном объеме экспериментальных данных (6 образцов пищевых чернил с различным соотношением сухого обезжиренного и цельного молока), полученных с применением современных стандартизированных и оригинальных методов. Статистическая обработка результатов (критерии Стьюдента, Фишера, функция желательности Харрингтона) и использование сертифицированного оборудования подтверждают корректность экспериментальной части.

Анализ содержания автореферата демонстрирует логичную структуру работы. Основное внимание уделено:

- установлению зависимости коэффициента спонтанной деформации от массовой доли белка;
- определению оптимальных диапазонов содержания белка (интервал от 21,11 до 24,05 % для систем с сухим цельным молоком);
- построению аналитической модели для расчета напряжений в стенках кубической формы под действием гидростатического давления начинки и сил гравитации;

