

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Буркова Ивана Александровича «Совершенствование технологии сублимационной сушки заквасочных культур для кисломолочных продуктов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3. Пищевые системы

Производство сухих заквасочных культур является важным направлением развития молочной промышленности, поскольку от качества закваски зависят стабильность технологического процесса, воспроизводимость свойств кисломолочных продуктов и возможность их промышленного выпуска в заданных объемах.

Сублимационная сушка широко используется для длительного сохранения биологических объектов, однако для пищевых производств она остается достаточно энергоёмким и чувствительным к режимам процессом. На результат влияют параметры предварительного замораживания, температура полки, остаточное давление, толщина слоя продукта и условия теплообмена. Поэтому подбор режимов «по опыту» не всегда обеспечивает нужную стабильность при переходе от лабораторных образцов к промышленной партии. В связи с этим актуальным является научное обоснование таких параметров сублимационной сушки, которые позволяют сохранить качество сухой закваски, сократить избыточные энергетические затраты и обеспечить воспроизводимость процесса в производственных условиях. Особое значение имеет использование математического моделирования, поскольку оно дает возможность заранее оценивать ход замораживания, распределение температур в продукте и влияние толщины слоя на продолжительность процесса.

Научная новизна работы состоит в установлении рациональных технологических параметров сублимационной сушки заквасочных культур, обеспечивающих высокую скорость процесса и сохранение жизнеспособности микроорганизмов. Автором разработана и верифицирована численная модель предварительного замораживания сублимируемой суспензии с учетом ее теплофизических характеристик, что позволило оценить распределение температур в объеме продукта. Также установлены зависимости влияния основных технологических параметров на сохранность заквасочных культур при замораживании и сушке.

Практическая значимость исследования заключается в том, что автором изучено комплексное влияние теплофизических факторов на процесс сублимационной сушки, создан экспериментальный аппаратно-программный комплекс с автоматизированной регистрацией параметров, а на основе полученных данных усовершенствована технология производства сублимированных заквасочных культур. Важным результатом является внедрение разработанных решений в производство и оформление изменения № 1 к ТИ ТУ 10.89.19-098-00419785-2023 «Технологическая инструкция по производству заквасок».

Автором в диссертационной работе обоснованы параметры предварительного замораживания, температуры полки и давления в камере сублиматора. Показано, что избыточное снижение температуры или давления не всегда приводит к улучшению результата, но может повышать энергозатраты. Поэтому предложенные режимы представляют интерес не только с точки зрения качества сухой закваски, но и с позиции рациональной организации производственного цикла.

В работе применено математическое моделирование при решении задачи масштабирования. Разработанная модель позволяет прогнозировать характер замораживания при изменении толщины слоя и условий охлаждения, что имеет практическое значение для

переноса технологии с лабораторного уровня на промышленный. Сопоставление расчетных и экспериментальных данных подтверждает адекватность выбранного подхода.

Достоверность результатов обеспечивается сочетанием экспериментальных исследований, инструментальной регистрации параметров процесса, статистической обработки данных, математического моделирования и опытно-промышленной апробации. Основные положения работы отражены в публикациях автора, что также подтверждает достаточный уровень апробации результатов.

По автореферату можно сформулировать следующий вопрос:

Насколько предложенная математическая модель может быть использована для других типов-сублимируемых пищевых систем, отличающихся по вязкости, содержанию сухих веществ и теплофизическим характеристикам?

Указанный вопрос носит уточняющий характер и не снижает общей положительной оценки выполненной работы.

В целом автореферат отражает завершённую научно-квалификационную работу, имеющую актуальное значение для пищевой промышленности. Полученные результаты направлены на повышение управляемости процесса сублимационной сушки, снижение энергозатрат и обеспечение стабильного качества сухих заквасочных культур.

Считаю, что диссертационная работа Буркова Ивана Александровича «Совершенствование технологии сублимационной сушки заквасочных культур для кисломолочных продуктов» соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3. Пищевые системы.

кандидат биологических наук (03.00.07 – Микробиология),
доцент, и.о. заведующего кафедрой «Биоинжиниринга и пищевых систем»
Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Казанский национальный исследовательский
технологический университет»

Елена Владимировна Никитина

Сведения об университете:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»;

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации;

Адрес: 420015, Российская Федерация, Республика Татарстан, Казань, ул. К. Маркса, 68;
телефон: +7 (843) 231-42-16; электронная почта: office@kstu.ru

Я, Елена Владимировна Никитина, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Буркова Ивана Александровича, и их дальнейшую обработку.



Искренне
Никитина ЕВ

удостоверяю.
Начальник отдела
кадрового делопроизводства
ФГБОУ ВО «КНИТУ»
И.А. Храмова
«15» 05 2026 г.