

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



к 65-летию БГАТУ

БЕЛОРУССКИЙ РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ФОНД
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



**ПЕРЕРАБОТКА И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**

Сборник статей
IV Международной научно-практической конференции

(Минск, 21–22 марта 2019 года)

Минск
БГАТУ
2019

58.	<i>Фоменко Е.В.; Чепелюк Е.А., канд. техн. наук, доцент (Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина)</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СТЕРИЛИЗАЦИИ ЖИДКИХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД НА ОСНОВЕ МЕЛАССЫ . . .	168
59.	<i>Анисимов А.А.; Ильчук М.С.; Рачок В.В.; Теличкун Ю.С., канд. техн. наук, доцент (Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина)</i> РАСЧЕТ РАСХОДА ЭНЕРГИИ НА ПРОЦЕСС ЗАМЕШИВАНИЯ ТЕСТА.	170
60.	<i>Пешук Л.В., д-р с.-х. наук, профессор; Галенко О.О., канд. техн. наук, доцент (Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина)</i> РАЦИОНАЛЬНОЕ ФЕРМЕНТИРОВАНИЕ В ТЕХНОЛОГИЯХ МЯСОПРОДУКТОВ . . .	173
61.	<i>Станков С.¹; Хафизе Фидан Х.¹; Иванова Т.¹; Стоянова А.¹, д-р техн. наук, профессор; Дамянова С.², д-р техн. наук, профессор (¹ Университет пищевых технологий, г. Пловдив, Болгария, ² Русенский университет «Ангел Канчев», филиал в г. Разград, Болгария)</i> ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПРИМЕНЕНИЕ ЦВЕТОВ РОБИНИИ ОБЫЧНОЙ (ROBINIA PSEUDOACACIA L.)	175

Секция 2 УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ В АПК

1.	<i>Ромашко А.К., канд. с.-х. наук (РВП «Опытная научная станция по птицеводству», г. Заславль, Беларусь); Наумова Г.В., д-р техн. наук, профессор; Овчинникова Т.Ф., канд. техн. наук; Макарова Н.Л., канд. техн. наук; Жмакова Н.А., канд. техн. наук (Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь); Насонов И.В., канд. биол. наук (Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышесесского, г. Минск, Беларусь)</i> ВЛИЯНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ГУМОСИЛ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЯЙЦА И МЯСА ПТИЦЫ	177
2.	<i>Степуро М.Ф., д-р с.-х. наук; Рассоха Н.Ф., канд. с.-х. наук (Институт овощеводства НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь); Наумова Г.В., д-р техн. наук, профессор; Макарова Н.Л., канд. техн. наук; Жмакова Н.А., канд. техн. наук; Овчинникова Т.Ф., канд. техн. наук (Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь)</i> ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ ГИДРОГУМАТ И ОКСИГУМАТ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПЛОДОВ ОГУРЦА, ТОМАТА И ПЕРЦА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА ПОЧВАХ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ПЛОДОРОДИЯ	180
3.	<i>Шалгинбаев Д.Б.; Уажанова Р.У., д-р техн. наук, профессор (Алматинский технологический университет, Казахстан)</i> К ВОПРОСУ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДУКТОВ ПТИЦЕВОДСТВА	183
4.	<i>Бокий Е. В., канд. экон. наук (Институт продовольственных ресурсов НААН, г. Киев, Украина)</i> УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭТАПАХ «ЗЕРНО – МУКА – ХЛЕБ»	185
5.	<i>Воробьев Н.А., канд. техн. наук, доцент; Стрельченко В.С. (БГАТУ, г. Минск, Беларусь)</i> ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗЕРНА НА ВЕЛИЧИНУ РАЗРУШАЮЩИХ ЕГО СИЛ.	188

Список использованной литературы

1. Sheyina A. Cutting speed value during plant material grinding in food industry / A. Sheyina, V. Goots // *Ukrainian Journal Of Food Science*. – 2016. – 4(1), pp. 111–119.
2. Goots V. Modelling of mechanical systems be the reodynamical method / V. Goots, O. Gubenia, A. Sheyina, K. Omelchenko // *Proceedings Of University Of Ruse*. – 2017. – 56(10.1), pp. 135–139.
3. Gubenia O. Modeling of cutting of food products / O. Gubenia, V. Guts // *EcoAgroTourism*, – 2010. – No.1, pp. 67–71.
4. Goots V. (2013), Modeling of cutting of multilayer materials / V. Goots, O. Gubenia, B. Lukianenko // *Journal of Food and Packaging Science, Technique and Technologies*. – 2013. – 3, pp. 294–298.
5. Goots V. (2016). Reodynamical theory of viscous-elastic system deforming / V. Goots, O. Gubenia // *Proceedings of University of Ruse*. – 2016. – 55(10.2), pp. 18–22.

УДК 664.15.046-027.236

Фоменко Е.В., Чепелюк Е.А., кандидат технических наук, доцент
Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ
СТЕРИЛИЗАЦИИ ЖИДКИХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД НА ОСНОВЕ МЕЛАССЫ**

Питательные среды должны содержать необходимые питательные вещества, иметь значение рН, оптимальное для выращиваемого вида микроорганизмов, достаточную влажность, обладать изотоничностью для микробной клетки, быть стерильными, обеспечивая тем самым возможность выращивания чистых культур микроорганизмов.

Необходимость стерилизации вызвана тем, что культуры – продуценты ферментов крайне чувствительны к присутствию других микроорганизмов, поэтому нужно обеспечить полное уничтожение вегетативных клеток микроорганизмов и их спор в питательной среде.

Процесс стерилизации питательных сред можно разделить на три основных этапа: нагревание среды до температуры стерилизации, выдерживание при этой температуре в течение времени, обеспечивающего гибель всех микроорганизмов, и охлаждение стерилизуемой среды до температур, пригодных для засева чистой культуры продуцента. Достичь полной стерилизации очень трудно, поскольку некоторые микроорганизмы, особенно спороносные, выдерживают длительное воздействие высоких температур.

При стерилизации жидких питательных сред на выбор рационального режима стерилизации оказывают влияние гетерогенность жидкой среды, ее физико-химические свойства, качественный и количественный состав. Наличие твердых частиц в ней увеличивает длительность стерилизации.

Эффективность стерилизации зависит и от очень многих внешних факторов: температуры, длительности процесса, конструкции аппарата, требований стерильности на последующих стадиях и т.д.

Наиболее эффективной считается тепловая стерилизация, которая может осуществляться циклическим или непрерывным методом. При циклическом методе одновременно нагревается весь объем среды. После этого она выдерживается в течение определенного времени, а затем охлаждается до температуры культивирования. Характер изменения температуры от времени при этих операциях зависит от метода охлаждения и нагрева. В стерилизаторах непрерывного действия обычно удается сократить периоды нагрева и охлаждения и увеличить температуру стерилизации по сравнению с циклическим методом. При непрерывной стерилизации: каждый элементарный объем среды (бесконечно малый объем, содержащий одну спо-

ру) находится при высокой температуре короткое время; благодаря более высоким температурам стерилизации и короткой экспозиции деструкция компонентов питательной среды минимальна; процесс стерилизации всего объема питательной среды растянут во времени, он легко контролируем и управляем; возможна частичная регенерация теплоты.

При производстве биопрепаратов нужно уделять большое внимание повышению эффективности их действия и снижению себестоимости, в частности, за счет использования побочных продуктов производства в качестве основы питательной среды. Одним из таких вторичных материальных ресурсов является меласса [1, 2]. Благодаря высокому содержанию сахаров (43–57%) и нужному уровню рН (6,9 – 7,2), она может использоваться в качестве питательной среды в процессе культивирования микроорганизмов, в том числе в асептических производствах (аминокислот, антибиотиков).

Жидкая питательная среда на основе мелассы, предназначенная для последующего глубинного культивирования микроорганизмов, должна быть стерильной. Конструктивное исполнение оборудования установок непрерывной стерилизации отличается несущественно – все они предусматривают наличие участков подготовки, нагревания, выдерживания и охлаждения сред [3]. Существующие машинно-аппаратурные схемы стерилизации таких сред являются достаточно энергоемкими и сложными в обслуживании. Отличия состоят в поэлементной компоновке установок непрерывной стерилизации, которая должна осуществляться с учетом свойств стерилизуемой среды. Так, стерилизация сред на основе мелассы, которая характеризуется достаточно большой плотностью (1300 кг/м^3) и вязкостью, наличием в ее составе 70–85 % сухих веществ, в том числе около 50 % сахарозы, аминокислот, органических кислот, макро- и микроэлементов, делает нецелесообразным использование большого числа поверхностных теплообменников, особенно пластинчатых на этапе охлаждения. Поэтому с учетом необходимости обеспечить снижение энергозатрат, улучшить санитарную обработку и упростить обслуживание традиционных производственных линий, предложена усовершенствованная схема стерилизации жидких питательных сред на основе мелассы производительностью 25 м^3 (рис. 1). В схеме реализовано одно из преимуществ непрерывной стерилизации – возможность рекуперации теплоты: вторичный пар подается на обогрев одной из контактных головок.

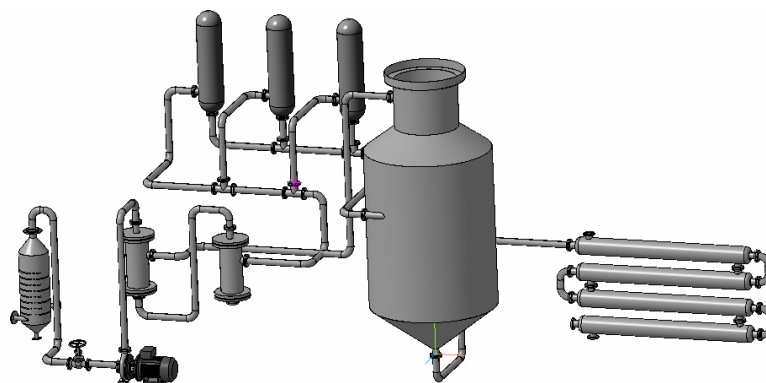


Рисунок 1. Усовершенствованная машинно-аппаратурная схема стерилизации жидкой питательной среды

Предложенная схема состоит из рассиропника, центробежных насосов, нагревателей, емкостных выдерживателей, рекуператора теплоты, теплообменника и системы автоматического регулирования параметров процесса.

Особенностями схемы, по сравнению с существующими, является использование двух контактных головок, одна из которых обогревается первичным паром, а вторая – вторичным паром с паросепаратора. При высокой температуре среда находится в выдерживателе строго

определенное время, после чего ее необходимо очень быстро охладить до температуры ферментации, иначе в среде произойдут деструктивные процессы. Для охлаждения стерильной питательной среды целесообразно использовать теплообменник «труба в трубе», обладающий высокими теплообменными характеристиками и конструкцией, обеспечивающей поддержание среды в стерильном виде.

Благодаря использованию предложенной схемы возможно нагреть питательную среду от начальной температуры 10 °С до температуры стерилизации 120 °С, выдержать в течение заданного времени и охладить, потратив 318 кДж/кг. Это на 2,3 % меньше, чем в существующих схемах.

Имитационное моделирование, проведенное в программном комплексе Flow Vision, дало возможность получить поля распределения скоростей и температур в отдельных единицах оборудования и в системе трубопроводов. В частности, было исследовано течение и теплообмен в выдерживателе. Установлено, что рассчитанное и спроектированное оборудование приближается к оптимальному, значение критерия Пекле равно 43.

Результаты вычислительного эксперимента свидетельствуют о том, что скорость движения продукта по трубопроводам в среднем составляет 1,1 м/с и является достаточной для обеспечения заданной производительности при умеренных затратах на транспортировку.

Преимущество предложенной схемы состоит в: быстром достижении стерильности, что позволяет увеличивать производительность оборудования; повышении выхода целевых продуктов в связи с минимальной деструкцией питательных веществ среды; меньшем расходе пара и упрощенной санитарной обработке.

Список использованной литературы

1. Гарбуз, С.А. Подбор оптимальной питательной среды для гомогенного, периодического культивирования *Azotobacter chroococcum* / С.А. Гарбуз, В.Е. Корытова // *International Research Journal*, 2016. – №12 (54). – С. 12–14.
2. Царенко, И.Ю. Оптимизация питательной среды для культивирования *Bacillus subtilis* ИМВ В-7023 / И.Ю. Царенко, А.А. Рой, И.К. Курдиш // *Мікробіологічний журнал*, 2011, Т. 73, № 2. – С. 13–19.
3. Ильин, Д.Ю. Основы биотехнологии переработки сельскохозяйственной продукции: учебное пособие / Д.Ю. Ильин, Г.В. Ильина. – Пенза: РИО ПГСХА, 2016. – 115 с.

УДК 664

**Анисимов А.А., Ильчук М.С., Рачок В.В.,
Теличкун Ю.С., кандидат технических наук, доцент**
Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина

РАСЧЕТ РАСХОДА ЭНЕРГИИ НА ПРОЦЕСС ЗАМЕШИВАНИЯ ТЕСТА

Введение. Количественной оценкой качества выполнения процесса замешивания теста в тестомесильных машинах как периодического так и непрерывного действия является общие и удельные расходы энергии. Удельный расход рассчитывается на замешивание 1 г. теста.

Определение расхода энергии необходимо для конструктивного расчета тестомесильной машины и энергетического анализа отдельных стадий процесса, совершенствования механизма и обоснование параметров отдельных стадий замеса в зависимости от дальнейших операций технологического процесса. Качество готовых изделий в значительной степени определяются процессом замеса и расходом удельной энергии.