

В точке  $(-d_1, R_1)$   $r_1 = R_1$ ,  $r_2 = D$ , в точке  $(d_2, R_2)$   $r_1 = D$ ,  $r_2 = R_2$ ,  
тогда потенциал в точке изоляции провода 1

$$\phi(-d_1, R_1) = \frac{V}{2} \left[ \frac{\ln R_1 + (\varepsilon_{r1} / \varepsilon_0 - 1) \ln R_1}{\ln a_1 + (\varepsilon_{r1} / \varepsilon_0 - 1) \ln R_1} \right] - \left( -\frac{V}{2} \right) \left[ \frac{\ln D + (\varepsilon_{r2} / \varepsilon_0 - 1) \ln R_2}{\ln a_2 + (\varepsilon_{r2} / \varepsilon_0 - 1) \ln R_2} \right]$$

в точке изоляции провода 2

$$\phi(d_2, R_2) = \frac{V}{2} \left[ \frac{\ln D + (\varepsilon_{r1} / \varepsilon_0 - 1) \ln R_1}{\ln a_1 + (\varepsilon_{r1} / \varepsilon_0 - 1) \ln R_1} \right] - \left( -\frac{V}{2} \right) \left[ \frac{\ln R_2 + (\varepsilon_{r2} / \varepsilon_0 - 1) \ln R_2}{\ln a_2 + (\varepsilon_{r2} / \varepsilon_0 - 1) \ln R_2} \right]$$

получим разность потенциалов:

$$\Delta_{12}^{\text{изол}} = \frac{V}{2} \left[ \frac{\ln R_1 - \ln D}{\ln a_1 + (\varepsilon_{r1} / \varepsilon_0 - 1) \ln R_1} \right] - \frac{V}{2} \left[ \frac{\ln R_2 - \ln D}{\ln a_2 + (\varepsilon_{r2} / \varepsilon_0 - 1) \ln R_2} \right].$$

Последняя формула утверждает, что нулевая разность потенциалов и отсутствие электрической напряженности реализуется при одинаковом размере провода с изоляцией:  $R_1 = (a_1 + t_1) = R_2 = (a_2 + t_2)$ , независимо от расстояния между осями проводов, что демонстрируют рисунки 3 и 4.

### Список используемой литературы

1. Уравнения математической физики / А.Н. Тихонов, Самарский А.А.  
– М.: Издательство МГУ, 2004. – 798 с.

УДК 621.31; 663.126

**Янко М.В., Заяц Е.М., д.т.н., профессор**

*Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск*

## ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ АЭРОИОННОГО АКТИВАТОРА ПРОДУКТИВНОСТИ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ДРОЖЖЕЙ

Хлебопекарные дрожжи в Беларуси производят ОАО «Дрожжевой комбинат», г. Минск, и СООО «Интерферм», г. Слуцк, – объёмом около 30 тысяч тонн в год [1]. Культуральная среда состоит из воды, отходов свекло-сахарного производства и продуктов химической промышленности. Проблема производства хлебопекарных дрожжей состоит в неполном использовании потенциала

культуральной среды и дрожжей. Так дрожжевой гриб *Saccharomyces cerevisiae* при ферментации использует до 80% потенциала углеводов свекловичной мелассы, аминокислот и микроэлементов, обеспечивая выход биомассы не более 95 кг/м<sup>3</sup> и продуктивность около 350% [2, 3].

Проблема может быть решена воздействием на культуральную среду и дрожжи аэроионами – молекулами воздуха, отрицательно заряженными в электрическом поле коронного разряда. Наши исследования по влиянию аэроионов на дрожжи, проведенные совместно с ОАО «Дрожжевой комбинат» подтверждают положительное действие аэроионной активации на ферментацию дрожжей [4].

Заводские испытания установки на ОАО «Дрожжевой комбинат» подтвердили эффективность и перспективность разработанной технологии и оборудования, определили вопросы для дальнейшей доработки. Испытания проводили с 18.02.2025 по 20.03.2025, по методике изложенной в ТИ ВУ 100104781.033-2021 Технологическая инструкция по производству дрожжей хлебопекарных прессованных «СТОЛИЧНЫЕ», ТУ ВУ 100104781.020-2011 Дрожжи прессованные «СТОЛИЧНЫЕ» (Технические условия) и инструкции по микробиологическому и технохимическому контролю дрожжевого производства.

Обработке подвергали хлебопекарные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, штамм «Y-5142», имеющий лучшие качественные показатели по сравнению с дрожжами штамма «200».

В результате испытаний производственно-технологическая лаборатория ОАО «Дрожжевой комбинат» сделала следующие заключения:

1. Дрожжи после активации имеют следующие органолептические свойства: «цвет равномерный, без пятен, с сероватым оттенком; консистенция плотная, однородная; запах свойственный дрожжам, без запаха плесени и других посторонних запахов; вкус свойственный дрожжам, без постороннего привкуса» [5];

2. Микробиологический контроль выращивания дрожжей при обработке аэроионами показал, что клетки более круглые и крупные, большее количество почкающихяя клеток в момент времени роста по сравнению с дрожжами, культивированными в тот же день без активации. В культуральной среде не зафиксировано увеличение количества клеток посторонних дрожжевых грибов, бактерий, неправильно почкающихяя клеток;

3. Образцы дрожжей штамма «Y-5142», полученные после аэроионной активации, соответствуют требованиям ТУ ВУ 100104781.020-2011 и ГОСТ 171-2015 (для дрожжей высшего сорта). Обработка аэроионами увеличивает продуктивность на 7...15% и качественные показатели дрожжей на 5...7 %, без ухудшения санитарных показателей культуральной среды.

Заводские испытания ионоактиватора выявили вопросы для дальнейшей доработки технологии и оборудования, разработанных в диссертации.

1. Создание источника аэроионов, соответствующего промышленным масштабам культивации дрожжей и ферментерам объёмом 20 и более  $m^3$ .

2. Создание ионоактиватора (камеры обработки дрожжей потоком ионов) соответствующих параметров.

3. Создание программного контроля и управления процессами ионоактивации.

4. Создание автономного комплекса, объединяющего п.п. 1-3 и организация его промышленного производства.

Определена экономическая эффективность новой технологии определена в сравнении с показателями производства хлебопекарных дрожжей на ОАО «Дрожжевой комбинат», г. Минск. Согласно просьбе предприятия (письмо от 10.04.2025 № 363) расчёт выполнен применительно к заводскому ферментеру ВДА-30, вырабатывающий 525 тонн хлебопекарных дрожжей в год, который может быть оснащен аэроионным активатором в дальнейшем (проектируемый вариант).

Ожидаемый экономический эффект составляет 116,7 тысяч рублей в год при дополнительных энергозатратах 19 500 кВт·ч/год и текущих годовых затратах до 53 тысяч рублей. Капитальные затраты, необходимые для внедрения технологии – 169,5 тысяч рублей (цены май 2025 г.). Срок окупаемости проекта не превысит 2 года.

Таким образом производственные испытания аэроионного активатора продуктивности хлебопекарных дрожжей подтверждают эффективность разработанной электротехнологии и технических средств её реализации на основе электро-физических и электрохимических методов воздействий на биологический объект продукции сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности.

#### **Список использованных источников**

1. Маслякова, А. Активная сила природы. Рассказываем, где в нашей стране производят «живые» дрожжи и в чем их уникальность /

А. Маслякова // БЕЛТА – Новости Беларуси. – URL: <https://belta.by/regions/view/aktivnaja-sila-prirody-rasskazyvaem-gde-v-nashej-strane-proizvodjat-zhivye-drozhzhi-i-v-chem-ih-617870-2024/>. – Дата публ.: 26.02.2024.

2. Янко, М. В. Анализ способов активации продуктивности хлебопекарных дрожжей. Обзор / М. В. Янко, Е. М. Заяц // Вестник Фонда фундаментальных исследований. – 2022. – № 2 (100) – С. 171–176.

3 Янко, М. В. Аэроионная активация продуктивности хлебопекарных дрожжей / М. В. Янко // Агропанорама. – 2025. – № 3 (169) – С. 32–37. <https://doi.org/10.56619/2078-7138-2025-169-3-32-37>.

4. Янко, М. В. Влияние аэроионной активации на продуктивность и качественные показатели дрожжей *Saccharomyces Cerevisiae* / М. В. Янко, А. Н. Кудинович, Е. М. Заяц // Агропанорама. – 2024. – № 3 (163) – С. 21–27. <https://doi.org/10.56619/2078-7138-2024-163-3-21-27>.

5. Дрожжи хлебопекарные прессованные. Технические условия : ГОСТ 171-2015. – Взамен ГОСТ 171-81 – введ. 01.04.18. – Минск : Государственный стандарт Республики Беларусь : РГП «Казахстанский институт стандартизации и сертификации», 2018. – 20 с.

**УДК 621.365:631.17**

**Прищепов М.А., д.т.н., профессор, Селиук Ю.Н., ст. преподаватель  
Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск**

## **К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛЁНОЧНЫХ ТЕПЛЫХ ПОЛОВ В СИСТЕМАХ КОМБИНИРОВАННОГО ОБОГРЕВА ПОРОСЯТ-СОСУНОВ**

В процессе выращивания поросят-сосунов важнейшим условием их содержания является обеспечение оптимальных параметров микроклимата, в частности, температуры воздуха. Указанный процесс достаточно сложен по причине совместного содержания с поросятами свиноматок, требующих совершенно иных условий температурного содержания. Для решения этой проблемы, как правило, используется система комбинированного обогрева поросят, включающая подвесной инфракрасный излучатель (обычно ИКЗК лампу) и напольный обогреватель. В качестве последнего зачастую используются электрообогреваемые панели различных конструкций на базе нагревательных кабелей и плёночных нагревательных элементов тёплого пола.