

4. Косторнов, А.Г. Особенности уплотнения смесей металлических порошков с порообразователем / А.Г. Косторнов [и др.] // Порошковая металлургия. – 1983, № 6. С. 10–14.

5. Капцевич, В.М. Регулирование свойств пористых порошковых материалов, полученных путем прессования с порообразователем / В.М. Капцевич, Р.А. Кусин, А.А. Гуревич, Г.А. Бокань // Методы и оборудование для прессования порошков. Тезисы докладов Республиканской научно-технической конференции. Рига: Риж. политехн. ин-т., 1988. С. 20–21.

6. Бокань, Г.А. Повышение свойств пористых материалов на основе порошков коррозионноустойчивых сталей применением порообразователей / Г.А. Бокань, В.К. Корнеева, Р.А. Кусин, И.Ю. Лыков // Создание и применение высокоэффективных и наукоемких ресурсосберегающих технологий и комплексов: Материалы междунар. науч.-техн. конф. 25–26 октября 2001 г. Могилев. – Могилев, МГТУ, 2001. – С. 19–20.

7. Ильющенко, А.Ф. Порошковые фильтрующие материалы: управление структурой и свойствами и применение в сельском хозяйстве / А.Ф. Ильющенко [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2018. – 188 с.

УДК 663.14:621.762

ВЫБОР ФИЛЬТРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ТОНКОЙ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ ПЕКАРСКИХ ДРОЖЖЕЙ

*Студент – Мухамедиев Д.Р., 20 рпт, 2 курс, ФТС
Научный*

*руководитель – Кусин Р.А., к.т.н., доцент
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. В статье обоснован выбор фильтрующего материала, изготовленного из порошка оловянно-фосфористой бронзы марки Бр ОФ 10-1, для тонкой очистки воздуха при культивировании пекарских дрожжей.

Ключевые слова: Пекарские дрожжи, культивирование микроорганизмов, фильтрующий материал для очистки воздуха, порошок оловянно-фосфористой бронзы марки Бр ОФ10-1.

Хлеб является продуктом первой необходимости и играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности страны. В хлебопечении для разрыхления теста используются прессованные и сушеные дрожжи, которые вырабатывает дрожжевая промышленность.

Дрожжи используют в хлебопечении как возбудители спиртового брожения и разрыхлители теста за счет выделяющегося диоксида углерода. Кроме того, дрожжи содержат глутатион, который влияет на структуру глютенина, расщепляя в нем внутримолекулярные дисульфидные связи (глутенин – это основной белок пшеничной муки, структурой которого определяется структура и текстура теста). В результате протекания микробиологических процессов и, прежде всего, спиртового брожения, накапливаются соединения, оказывающие существенное влияние на вкус и аромат хлеба и в некоторой степени повышающие его питательную ценность. Пекарские дрожжи применяют также в витаминной промышленности, как сырье для получения витаминов D и B2, в медицинской – для получения ряда лекарственных препаратов, нуклеиновых кислот и различных ферментов, в микробиологической – для приготовления питательных сред, в сельском хозяйстве при выращивании молодняка крупного рогатого скота, на птицефермах и в рыбноводных хозяйствах [1-6].

В основе технологии хлебопекарных дрожжей на дрожжевых заводах лежат биохимические процессы, связанные с превращением питательных веществ культуральной среды при активной аэрации. Аэрация обеспечивает непрерывное снабжение клеток кислородом, растворенным в жидкости, удаление образующегося диоксида углерода, быструю доставку к клеткам питательных веществ и поддержание дрожжевых клеток во взвешенном состоянии [7,8]. При этом основным требованием, предъявляемым к технологическому воздуху в процессе аэробной ферментации, является отсутствие в нем микрофлоры (стерильность) [9]. Указанная цель может быть достигнута несколькими способами, которые основаны на двух принципах: уничтожение микроорганизмов или их отделение. В промышленном производстве микробиологической продукции практически не встречаются случаи стерилизации воздуха, основанной на первом принципе в чистом виде (использование повышенной или пониженной температур, ультрафиолетового или ионизирующего излучения, фенол- и ртутьсодержащих агентов), из-за недостаточной эффективности, трудности технологического оформления и/или высокой себестоимости реализации [10-12].

В настоящее время наиболее эффективным, экономичным, универсальным и надежным способом тонкой очистки воздуха является фильтрация, соответственно, этот метод и получил наибольшее распространение для стерилизации технологического воздуха [10,12]. Однако, отечественные порошковые фильтрующие элементы для очистки воздуха из порошков титана имеют низкую проницаемость и высокую стоимость исходного сырья, закупаемого за рубежом, в связи с чем

актуальной является разработка фильтроэлементов из порошков оловянно-фосфористой бронзы марки БрОФ 10-1, которые обладают более высокой проницаемостью и низкой стоимостью, а производство сырья для их изготовления налажено в ГНУ «Институт порошковой металлургии имени академика О.В. Романа». В работе [13] показано, что из фильтрующие материалы из порошков оловянно-фосфористой бронзы марки Бр ОФ 10-1 обладают высокой коррозионной стойкостью в среде острого водяного пара при температуре 135–1400 и давлении 2 атм, что является одним из необходимых требований к фильтрующим элементам для тонкой очистки воздуха при культивировании пекарских дрожжей. В данной статье рассматривается выполнение другого обязательного условия – обеспечение требуемой тонкости очистки.

Из литературы известно [10], что в атмосферном воздухе присутствуют микроорганизмы рода *Micrococcus*, *BacillusSubtilis*, *Bacterium*, *Vibrio*, а также актиномицеты. Чаще всего поперечник бактерий и спор актиномицетов равен 0,5–1 мкм, реже встречаются бактерии 0,1–0,2 и 2–3 мкм. Поперечник клеток у бактерий и актиномицетов относительно постоянен и является родовым признаком. Длина сильно меняется в зависимости от возраста, состава среды и других условий роста. Большинство бактерий имеет длину 1–10 мкм. Микрококки имеют диаметр 0,3–0,5 мкм, чаще 0,5–1,0 мкм; бациллы в поперечнике 0,3–1,2 мкм, в длину 3-8 мкм; бактерии обычно имеют диаметр 0,5–0,8 мкм, длину 1–2 мкм; вибрионы имеют размер 0,5–1 мкм; актиномицеты имеют споры диаметром 0,7–0,8 мкм. Хотя большинство микроорганизмов в воздухе связано с более крупными пылевыми частицами, в расчетах следует ориентироваться на размеры самих микроорганизмов.

На основании вышеизложенного за достаточную степень очистки можно принять размер 6 мкм, обеспечивающий отфильтровывание таких микроорганизмов, как дикие дрожжи и наиболее активные бактерии.

Анализ, научно-технической литературы показал, что близким значением по тонкости очистки и хорошей проницаемостью обладает фильтрующий материал из порошка оловянно-фосфористой бронзы марки Бр ОФ 10-1 с размером частиц (минус 100+63) мкм[14]. В этой связи была исследована тонкость очистки данного материала путем пропускания через экспериментальные образцы воды, загрязненной частицами кварцевого песка с размерами от 5 до 40 мкм, и определения с помощью компьютерного микроскопа, изготовленного ЧНПУП «Спектравтоматкомплекс» (РБ) на базе микроскопа Микмед-6 частиц, находящихся в пробах исходной и отфильтрованной жидкости[15]. Содержание частиц загрязнителя в воде до и после очистки приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание частиц загрязнителя в воде до и после очистки

Состояние	Размер частиц, мкм								
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45
До очистки, %	7	12	18	29	15	10	5	3	1
После очистки, %	100	–	–	–	–	–	–	–	–

Анализ данных, приведенных в таблице 1, позволяет сделать вывод, что фильтрующий материал из порошка оловянно-фосфористой бронзы марки Бр ОФ 10-1 с размером частиц (минус 100+63) мкм обладает тонкостью очистки 5 мкм, то есть соответствует предъявленным требованиям и может использоваться для очистки воздуха при культивировании пекарских дрожжей.

Список использованных источников

1. Борисова, С.В. Использование дрожжей в промышленности / С.В. Борисова, О.А. Решетник, З.Ш. Мингалеева. – СПб.: ГИОРД, 2008. – 216 с.
2. Фараджева, Е.Д. Общая технология броидильных производств: учебники и учеб. пособия для студентов вузов / Е.Д. Фараджева, В.А. Федоров. – М.: Колос, 2002. – 408 с.
3. Воробьева, Л.И. Техническая микробиология: учебн. пособие / Л.И. Воробьева – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. – 168 с.
4. Тулякова, Т.В. Дрожжевые экстракты – безопасные источники витаминов, минеральных веществ и аминокислот / Т.В. Тулякова, А.В. Пасхин, Ю.В. Седов // Пищевая промышленность. – 2004. – № 6. – С. 60–62.
5. Кочергин, В.В. Производство натуральных биокорректоров на базе дрожжевой промышленности / В.В. Кочергин // Пищевая промышленность. – 2001. – № 2. – С. 42–43.
6. Кудряшева, А.А. Натуральные биокорректоры: качество, биологическая ценность, безопасность продовольственных ресурсов / А.А. Кудряшева // Пищевая промышленность. – 2001. – № 9. – С. 62–65.
7. Плевако, Е.А. Технология дрожжей / Е.А. Плевако. – М.: Пищевая промышленность, 1970. – 300 с.
8. Клунова, С.М. Биотехнология/ С.М. Клунова, Т.А. Егорова, Е.А. Живухина. –М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 256 с.
9. Мотина Г.Л., Брин В.П., Былинкина Е.С. Анализ термодинамического состояния воздуха при стерилизации // Химико-фармацевтический журнал. – 1969. – № 3. – С. 48–52.
10. Федосеев К.Г. Процессы и аппараты биотехнологии в химико-фармацевтической промышленности / К.Г. Федосеев. – М.: Медицина, 1969. – 200 с.
11. Мотина Г.Л. Технология производства и изучение антибиотиков / Г.Л. Мотина, Е.С. Былинкина – М.: Медицина, 1974. – 367 с.
12. Казакова, И.А. Мотина Г.Л. Фильтрующие материалы для стерилизации воздуха: Обзорная информация / И.А. Казакова, Г.Л. Мотина. – М.: ЦБНТИ Медицинская промышленность, 1974. – № 5. – 43 с.

13. Мухамедиев, Д.Р. Определение коррозионной стойкости фильтрующего материала для очистки воздуха при культивировании пекарских дрожжей / Д.Р. Мухамедиев, Р.А. Кусин // Техносервис-2021: материалы научно-практической конференции студентов и магистрантов (Минск, 19–21 мая 2021 года) / редкол.: Д.А. Жданко и [др.], – Минск : БГАТУ, 2021. – С. 188–191.

14. Белов, С.В. Пористые материалы в машиностроении / С.В. Белов. – М.: Машиностроение. – 1981. – 248 с.

15. Дорошенко, М.Р. Методика размерного анализа твердых частиц в фильтрате и ее применение на практике // М.Р. Дорошенко, Д.Р. Мухамедиев, Р.А. Кусин, К.Л. Сергеев // Техносервис-2021: материалы научно-практической конференции студентов и магистрантов (Минск, 19–21 мая 2021 года) / редкол.: Д.А. Жданко и [др.]. – Минск : БГАТУ, 2021. – С. 191–193.

УДК 621.762

АНАЛИЗ ПОРОВОЙ СТРУКТУРЫ ПОРОШКОВЫХ ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ЖИДКОСТНОГО ЭКСТРУЗИОННОГО ПОРОЗИМЕТРА

Студент – Шевчик С.М., 21 рпт, 1 курс, ФТС

Научный

руководитель – Кусин Р.А., к.т.н., доцент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье описан метод исследования поровой структуры порошковых фильтрующих материалов с помощью жидкостного экструзионного порозиметра.

Ключевые слова: порошковый фильтрующий материал, распределение пор по размерам, жидкостной экструзионный порозиметр, смачивающая жидкость.

Порошковые фильтрующие материалы (ПФМ) являются одной из групп порошковых проницаемых материалов (ППМ), которые состоят из твердых частиц, находящихся во взаимном контакте и образующих систему непрерывных каналов между частицами. Эти каналы–поры обеспечивают такие свойства ППМ как проницаемость для газов или жидкостей, способность к капиллярному транспорту жидкостей под действием капиллярных сил и фильтрующую способность. Поэтому распределение пор по размерам в ПФМ является одной из основных характеристик пористого тела. Знание этой характеристики позволяет спрогнозировать основные эксплуатационные параметры