

Секция 5

ПРОГРЕССИВНЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АПК

УДК 622.331

МОДИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЫ ТОРФА, УСИЛИВАЮЩАЯ ЕГО ЗАЩИТНУЮ СПОСОБНОСТЬ ОТ ПЛЕСНЕВОГО ПОРАЖЕНИЯ

Томсон А.Э., к.х.н, доц., Соколова Т.В., к.т.н, доц., Стригуцкий В.П., к.ф.-м.н, Сосновская Н.Е., к.т.н, Пехтерева В.С. (Институт природопользования НАН Беларуси, Минск), Гончарова И.А., к.б.н. (Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск), Кожич Д.Т., к.х.н, доц. (БГАТУ, Минск)

Введение

Поддержание оптимального микроклимата в малых объемах является серьезной проблемой при хранении и транспортировке плодоовощной продукции. Использование сорбционных материалов, связывающих избыточную конденсатную влагу, позволяет успешно решить эту задачу. Предыдущими исследованиями [1, 2] показана возможность применения композиционных материалов на основе торфа с биоцидными свойствами для хранения овощей и фруктов. В качестве модифицирующего агента был выбран пероксид кальция, который успешно применяется при очистке воды [3–5], в пищевой промышленности [6, 7], в животноводстве как кормовая добавка [8–10], а также для ускорения компостирования и адаптации пересаженных растений [11]. Несомненным преимуществом CaO_2 является его применение в виде твердой композиции, медленный распад которой под воздействием влаги в течение длительного времени приводит к выделению пероксида водорода, гидроксида кальция и активного кислорода. Наличие этих продуктов распада CaO_2 способствует проведению целого ряда окислительных процессов, например, таких как отбеливание и обеззараживание; устраняет дурные запахи в зоне действия препарата; проявляет локальное дезинфицирующее действие.

Целью работы является разработка на основе торфа экологобезопасного материала, способного ингибировать рост плесневых грибов во всем объеме замкнутого пространства в условиях образования конденсационной влаги, исследование его сорбционных свойств.

Основная часть

Для достижения поставленной цели торф верхового и низинного типа модифицировался пероксидом кальция в количестве 1–10 % на сухое вещество торфа. Микробиологическое тестирование в условиях образования конденсата в замкнутом пространстве проводили с использованием чашек Конвея, представляющих собой кристаллизатор с пришлифованной крышкой, в центральной части которого впаило стеклянное кольцо, отделяющее внешнюю камеру чашки от внутренней. Во внешнюю камеру заливали расплавленную агаризованную среду Чапека, после застывания которой внутреннее пространство чашек покрывалось мелкими каплями конденсата. Среду инокулировали спорами плесневого гриба *Aspergillus niger*. Во внутреннюю камеру чашек помещали кюветы со 100 мг гранулированного торфа, предварительно высушенного до постоянной массы при температуре 70 °С. Чашки герметично закрывали крышками и помещали в суховоздушный термостат с температурой 28 °С.

В присутствии торфа с пероксидом кальция в количестве 4–5 % и более наблюдалось полное ингибирование роста тест-культуры. Более низкое содержание CaO_2 лишь замедляло прорастание грибных спор (таблицы 1 и 2).

В присутствии низинного торфа, модифицированного пероксидом кальция в количестве 5 % и более, наблюдается полное ингибирование роста тест-культуры гриба. Подавление развития плесневого гриба модифицированным верховым торфом происходит при более низком содержании пероксида кальция (4 % и более).

Микробиологическое тестирование показало, что введение в торф пероксида кальция до инкубации в количестве 4–5 % снижает его микробную обсемененность в 10–20 раз, а увеличение содержания пероксида кальция до 10 % – еще в большей степени (50–100 раз) (таблица 3).

Инкубация образцов торфа в течение 7 суток в чашках Конвея приводит к значительному развитию плесневых грибов на поверхности композиционного материала с содержанием пероксида кальция 10 %, а на образцах торфа с 5 %-ым содержанием пероксида кальция и ниже подобного явления не наблюдалось (табл. 3).

Таблица 1 – Рост колоний гриба *A. niger* в чашках Конвея с гранулами низинного торфа с различным содержанием пероксида кальция.

Количество пероксида кальция в торфе, %	Средний радиус колоний, мм				
	1-ые сут	2-ые сут	3-ые сут	4-ые сут	7-ые сут
Контроль	1,8	5,6	16,7	33,2	40,0
0	1,0	3,2	14,3	21,2	39,8
1	0,6	4,8	12,0	18,4	38,2
2	0,4	2,7	9,5	16,1	34,9
3	–	–	2,5	5,0	12,6
4	–	–	–	2,5	7,8
5	–	–	–	–	–
10	–	–	–	–	–

Таблица 2 – Рост колоний гриба *A. niger* в чашках Конвея с гранулами верхового торфа с различным содержанием пероксида кальция.

Количество пероксида кальция, %	Средний радиус колоний, мм				
	1-ые сут	2-ые сут	3-ые сут	4-ые сут	7-ые сут
Контроль	1,6	6,0	15,3	30,0	40,0
0	0,6	4,1	10,1	14,6	26,4
1	0,3	3,0	8,5	12,5	22,6
2	–	1,8	5,3	8,8	15,9
3	–	–	2,2	4,9	10,7
4	–	–	–	–	–
5	–	–	–	–	–

Таблица 3 – Количество колониеобразующих единиц (КОЕ) плесневых грибов в образцах торфа до и после инкубации в чашках Конвея.

Количество пероксида кальция, %	Обсемененность торфа, КОЕ/г			
	Верховой торф		Низинный торф	
	до инкубации	после инкубации	до инкубации	после инкубации
Контроль	$2,1-3,4 \cdot 10^2$	$4,5-4,8 \cdot 10^2$	$6,7-7,3 \cdot 10^2$	$8,2-8,5 \cdot 10^2$
4	28–47	35–64	36–52	41–70
5	15–32	16–30	24–40	35–43
10	3–16	$3,3-5,0 \cdot 10^5$	7–21	$4,9-8,1 \cdot 10^5$

Ингибирование роста плесневых грибов на модифицированном торфе в процессе нахождения в чашках Конвея с агаризованной средой Чапека связано с дезинфицирующим действием атомарного кислорода, который выделяется при взаимодействии пероксида кальция с избыточной влагой, поглощенной композиционным материалом. Гигроскопичность верхового торфа была выше, чем низинного. Способность модифицированного торфа удерживать влагу коррелировала с количеством введенного пероксида кальция. После 7 суток нахождения гранул торфа, модифицированного 5 % пероксида кальция, в чашках Конвея их масса возросла в 3,6–4,8 раза, масса гранул с 10 % пероксида кальция – в 9,3–9,6 раза.

Как видно из табл. 3, инкубация в чашках Конвея модифицированного торфа с высокой способностью сорбировать влагу (10 % пероксида кальция и выше) привела к значительному росту плесневых грибов ввиду создания на поверхности материала благоприятных условий для их развития с точки зрения влажностного режима, перекрывающих эффект от дезинфицирующего действия атомарного кислорода.

Таким образом, показано, что полученный композиционный материал обладает способностью предотвращать развитие плесневых грибов в замкнутом пространстве за счет поглощения паров воды, снижения относительной влажности воздуха и испарения конденсата.

Опыт по оценке способности модифицированного торфа поглощать пары воды, тем самым поддерживая стабильность воздушно-влажностного режима среды, проводили в термостатируемом шкафу при температуре 20 °С в течении 56 суток в четырехкратной повторности. Статистическую обработку данных осуществляли по методике [12]. Величину сорбции воды a (ммоль/г) оценивали весовым методом с точностью до 0,0002 г, относя количество сорбированной воды к массе абсолютно сухой навески торфа.

Кривые кинетики сорбции, представленные на рисунке, имеют характер, типичный для зависимости поглощения воды торфом от времени.

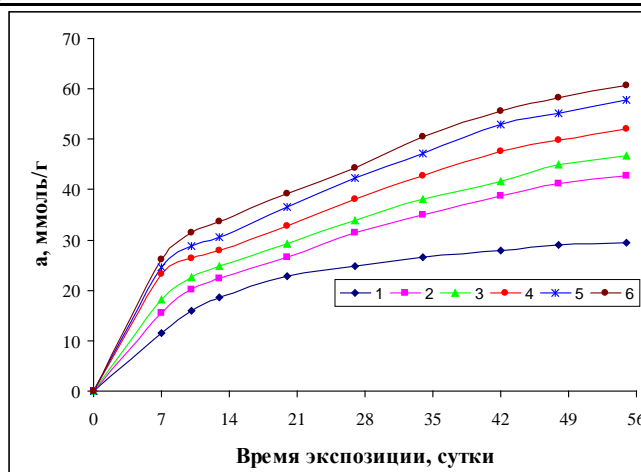


Рисунок – Зависимость сорбции паров воды верховым торфом от времени при различной концентрации CaO_2 :
1 – не модифицированный торф; 2 – 1%; 3 – 2%; 4 – 3%; 5 – 4%, 6 – 5%.

Как следует из данных рисунка, обработка торфа пероксидом кальция позволяет увеличить сорбцию паров воды, количество которой находится в прямой зависимости от содержания модифицирующей добавки. На начальном этапе торф, содержащий 5 % пероксида кальция, поглощает более чем в два раза больше паров воды, чем исходный торф. Намечившаяся тенденция отмечается за все время экспозиции. Через два месяца наблюдений количество воды в торфе с содержанием 1 % пероксида кальция составило 44,3 ммоль/г, а с содержанием 5 % – 60,6 ммоль/г, в то время как в немодифицированном торфе эта величина составила всего 29,5 ммоль/г.

Модифицированный низинный торф при меньшей величине сорбции паров воды по сравнению с верховым характеризуется аналогичным ходом кривых кинетики сорбции. Модификация торфа низинного типа пероксидом кальция приводит также к упрочнению сформированных из него гранул.

Заключение

Трансформация полимерной матрицы торфа обработкой его пероксидом кальция позволяет получить композиционный материал для защиты сельскохозяйственной продукции при хранении за счет подавления поражения ее плесневыми грибами. Работа выполнена при частичной поддержке БРФФИ – проект X12P-147.

Литература

1. Пат. 13337 ВУ МПК А01 N 3/00 С10 F 7/00. Защитный состав для хранения и транспортировки цветочной и плодоовощной продукции и способ его получения. / Томсон А.Э., Соколова Т.В., Хрипович А.А., Сосновская Н.Е., Пехтерева В.С., Гончарова И.А., Грек Д.С., заявл. 28.11. 2008, опубл. 26.03.2010; – № а20081517.
2. Хрипович А.А. Сосновская Н.Е. Гончарова И.А. и др. Влияние модификации торфа поверхностно-активными веществами и биоцидами на фунгитоксичные свойства композиционных материалов // Природопользование. 2011. Вып. 19, С. 170–175.
3. Мельников И.О., Трипольская Т.А., Родионова С.А., Артемов А.В. Применение пероксидных соединений щелочноземельных металлов для обеззараживания воды и улучшения гидрохимических характеристик открытых водоемов // Вода: химия и экология. 2011, № 8, С. 61-65.
4. Мельников И.О., Родионова С.А. Йодсодержащие анионообменные смолы и пероксиды щелочноземельных металлов. Исследование бактерицидных свойств и перспективы применения в процессах современной водоподготовки // Вода: химия и экология. 2009. № 10. С. 17-23.
5. Мельников И.О., Трипольская Т.А., Бусыгина Н.С. Использование пероксида кальция для обогащения водных растворов активным кислородом в пролонгированном режиме // Вода: химия и экология. 2011. № 6. С. 82-85.
6. Пеньковский Г.А. Улучшение муки – пищевые добавки // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. 2005. С. 121
7. <http://www.ark-inform.com>
8. Алымов О.Е. Ветеринарно-санитарная экспертиза мяса свиней при использовании пероксида кальция // дисс. 06.02.05 канд. биол. наук Москва, 2010 149 с.
9. Цыплев А.И. Физиолого-санитарное обоснование применения пероксида кальция в бройлерном птицеводстве // автореферат канд. биол. наук, Рязань, 2004, Ряз. гос. с/х академия
10. Преображенская С. М. Ветеринарно-санитарная характеристика мяса цыплят-бройлеров при использовании в рационах перекисных соединений // дисс. канд. вет. наук 16.00.06, М., М. гос. ун-т прикл. биотехнол., 2009, 158 с.
11. Ипполитов Е.Г., Артемов А.В., Трипольская Т.А., Колобов А.А. Пероксид кальция: новые подходы к синтезу и применению // Экология и промышленность России. 2000. № 12.
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1985.