

Стандартинформ, 2012. – 11 с.

3. Ферментные препараты для пищевой промышленности. Методы определения амилалитической активности. ГОСТ 34440-2018. – Введ. 01.07.2019. – М.: Стандартинформ, 2018. – 16 с.

4. Препараты ферментные. Методы определения ферментативной активности целлюлазы. ГОСТ 31662-2012. – Введ. 01.01.2014. – М.: Стандартинформ, 2013. – 11 с.

5. Препараты ферментные. Методы определения ферментативной активности ксиланазы. ГОСТ 31488-2012. – Введ. 01.07.2013. – М.: Стандартинформ, 2012. – 12 с.

6. Соничев, Б. Е. Новый метод определения эффективности кормовых ферментов / Б. Е. Соничев, С. О. Шаповалов // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2022. – №4. – С. 3–14.

УДК 579.66

Е. Ф. Чернявская, ст. преп.;
В. Н. Леонтьев, доц., канд. хим. наук
(БГТУ, г. Минск)

МОДИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ СИНЕРГИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ БИОЦИДОВ НА ОСНОВЕ ХАЛКОНОВ ПО ОТНОШЕНИЮ К ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИМ ГРИБАМ

Древесина подвержена биологическим повреждениям, что значительно ухудшает ее товарные свойства, сокращает срок эксплуатации изделий из нее. До 30 % заготавливаемой пилопродукции идет на выполнение ремонта деревянных строений, конструкций и изделий, при этом около 5 % расходуется на замену сгнивших элементов. Ведущая роль в процессах биоповреждения материалов различной химической природы, эксплуатируемых в условиях повышенной температуры и влажности, принадлежит мицелиальным грибам [1].

Химическая защита древесины от биоповреждений позволяет сократить потери материала от преждевременного разрушения. Однако, несмотря на то, что на сегодняшний день известно много различных антисептиков, проблема эффективной защиты пилопродукции от биологического поражения остается не вполне решенной. Особенно это справедливо при защите сырых пиломатериалов в период их транспортировки и хранения перед сушкой.

Для увеличения эффективности известных биоцидных препаратов в случае использования их против высокоустойчивых к биоцидам микроорганизмов, все чаще используют вещества, способные снизить или нивелировать устойчивость клеток к антимикробным препаратам. Для повышения эффективности биоцидов используют усилители антимикробных препаратов, неспецифично повышающие проницаемость мембран. В качестве таких усилителей могут применяться халконы [2].

При разработке новых, в том числе и комплексных, биоцидных препаратов одним из основных этапов является оценка их антифунгального потенциала. Для этого могут быть использованы классические методы, в первую очередь диффузионный, однако использование стандартных методов сопряжено с получением недостоверных результатов в связи со специфичностью применения фунгицидных препаратов. Диффузионный метод не обладает высокой точностью и скорее может быть отнесен к качественным.

В связи с вышесказанным при разработке новых биоцидных композиций необходимо подбирать и метод оценки эффективности создаваемых препаратов на основании специфики фунгицида и области его применения, что и стало, наряду с оценкой синергического потенциала новых образцов халконов, основной целью исследования. Выполнение исследований финансировалось в рамках НИР «Молекулярный дизайн, синтез и биотестирование циклических производных халконов» ГПНИ «Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биоорхимия». В качестве объектов исследования использовали модельный фунгицид WF-1, а также образец производного халкона D-85, предоставленные ГНУ «Институт химии новых материалов НАН Беларуси».

Для оценки синергического эффекта совместного применения модельного биоцида и производного халкона использовали гравиметрический и суспензионный (time-to-kill) методы с небольшими модификациями. Гравиметрический метод культивирования мицелиальных грибов используется для измерения роста мицелия гриба и его биомассы в жидких культурах. Этот метод основан на измерении изменения массы культурной среды, содержащей грибы, по мере их роста и развития.

В качестве тест-культуры использовали *Aspergillus niger* R, так как его особенности культивирования наиболее изучены, в качестве биоцидного агента использовали модельный препарат WF-1. График зависимости накопления биомассы мицелиального гриба от времени культивирования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Зависимость накопления биомассы гриба от времени

Тест-культура	Время, сут	Среднее значение массы накопившейся культуры, г	
		Без биоцида	С биоцидом
<i>A. niger</i>	3	0,0782 ± 0,0015	0,0010 ± 0,0002
	4	0,1009 ± 0,0131	0,0509 ± 0,0095
	5	0,1156 ± 0,0048	0,0717 ± 0,0046

Из полученных результатов эксперимента можно сделать вывод о том, что при отсутствии биоцида в среде накопление биомассы практически прекращается после 4 суток, в то время как при наличии биоцида накопление происходит, но снижается в значительной степени. На четвертые сутки мы можем видеть существенную разницу между контролем и опытным образцом, это позволяет сделать количественный вывод о эффективности биоцида, отсутствие пересечения доверительного интервала свидетельствует о достоверной разнице между опытным и контрольным образцом.

В качестве тест-культуры использовали ранее отобранный штамм Н32, так как он обладает дереворазрушающим потенциалом, а также выделяет в среду окрашивающий пигмент красного цвета, что также ухудшает внешний облик древесного материала.

В качестве образцов использовали фунгицидный препарат WF-1 (модельный биоцид) и производные анализируемых ранее халконов D-85, в концентрациях, ниже МИК (отсутствуют биоцидные свойства). Результаты приведены в таблице 2 и на рисунке 1.

Таблица 2 – Оценка синергического эффекта гравиметрическим методом

Тест-культура	Среднее значение от массы контроля, %		
	Биоцид WF-1	Халкон D-85	Биоцид WF-1 + Халкон D-85
<i>A. niger</i>	8,767 ± 0,07	97,267 ± 0,81	4,030 ± 0,87
Н32	8,383 ± 0,62	78,953 ± 0,50	4,653 ± 0,49

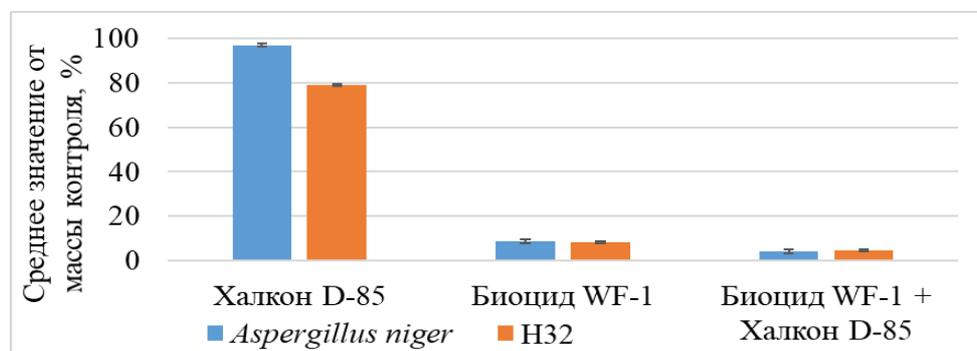
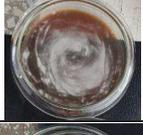


Рисунок 1 – Оценка синергического эффекта гравиметрическим методом

Согласно полученным экспериментальным данным, было выявлено, что халкон D-85 проявляют низкую фунгицидную активность по сравнению с модельным биоцидом. Тем не менее, при их комбинированном использовании, наблюдается увеличение эффективности биоцида WF-1. Это свидетельствует о наличии у халкона D-85 способности усиливать фунгицидный эффект биоцида. На следующем этапе оценки синергического эффекта проводили суспензионным методом (time-to-kill). Результаты суспензионного метода представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Оценка синергических свойств халконов методом time-to-kill

Тест-культура		Время, ч		Контроль
		4	5	
Н32	Биоцид WF-1			
	Халкон D-85			
	Биоцид WF-1 + Халкон D-85			

Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что биоцид начинает проявлять свою эффективность через 5 часов после применения, в то время как халконы в течение проводимого периода эксперимента не проявили антифунгального действия. Тем не менее, комбинированное применение халкона и фунгицида приводит к проявлению их совместного биоцидного эффекта уже через 4 часа, что подтверждает наличие синергического эффекта при совместном применении биоцидов и халконов. На основании проведенного исследования можно рекомендовать создание нового фунгицидного препарата на основе модельного фунгицида WF-1 с добавлением халкона D-85 в концентрации 0,005 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаповалов И. В. Биоповреждение строительных материалов плесневыми грибами: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05. / И.В. Шаповалов; Белгород. гос. технол. ун-т. – Белгород, 2003. – 24 с.
2. Nielsen S.F. [et al.] Cationic chalcone antibiotics. Design, synthesis and mechanism of action // J. Med Chem. – 2005. – Vol. 48 (7). – P. 2667–2677.