

профиля, что соответствовало наибольшему обилию этого вида в фитоценозе. При этом метаболитные профили *Lupinus polyphyllus* не имели выраженной корреляции с занимаемым местообитанием. Анализ метаболитных профилей методом главных компонент показал, что доля дисперсии, обусловленной индивидуальными различиями среди растений люпина, выше, чем доля дисперсии, связанной с положением на экологическом профиле. Аналогично и показатели состояния фотосинтетического аппарата в листьях люпина не показывали различий вдоль трансекты (катены), за исключением квантового выхода фотосистемы II, сниженного на 16% в наиболее влажной части трансекты. При этом у остальных исследованных видов квантовый выход фотосистемы II, фотохимическое тушение и ETR достигали наибольших значений при наибольшем обилии исследованных видов растений. Более того, накопление сахаров и фруктозо-6-фосфата в листьях свидетельствует о том, что в фотосинтез в середине дня идёт с опережающей скоростью, отток ассимилятов затруднён и лимитирован флоэмным транспортом сахаров. У люпина наблюдается отсутствие выраженного ответа и метаболитного профиля, и показателей состояния фотосинтетического аппарата, то есть *Lupinus polyphyllus* одинаково успешен в любых условиях в пределах катены. Однако полученных нами данных недостаточно для объяснения биохимической и физиологической основы такой адаптации.

**Заключение.** Проведённая работа по изучению метаболитных профилей и показателей фотосинтетического аппарата растений-доминантов луговой катены НОС Отрадное (Ленобласть РФ) показала, что отдельные группы низкомолекулярных метаболитов листа, а также квантовый выход фотосистемы II, фотохимическое тушение и ETR могут служить маркерами физиологического состояния листьев растений в зависимости от локальных экологических условий. Инвазивный вид *Lupinus polyphyllus* не подчиняется данной закономерности, однако точный механизм адаптации выявить пока не представляется возможным. Полученные данные могут быть востребованы при оценке состояния популяций растений в природных луговых сообществах и агроценозах с помощью мультиспектрального и РАМ-имиджинга.

#### Литература

1. Флуктуации эколого-ценотических характеристик растительности луговой катены (Карельский перешеек) / О.В. Созинов, К.В. Щукина, А.П. Кораблев [и др.] // Ботанический журнал. – 2022. – Т. 107, № 11. – С. 1067–1082. – DOI 10.31857/S0006813622110060. – EDN BWXJWV.

## ФУНГИЦИДНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ МЕЛИССЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ, ТУИ ЗАПАДНОЙ И ДУШИЦЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

*В.А. Токарев*

ГрГУ имени Янки Купалы, г. Гродно, Республика Беларусь, *beerpak@mail.ru*

Микроскопические грибы наносят материальный ущерб от повреждения бумаги и неподдающийся оценке ущерб, связанный с невозможной утратой важных для науки, искусства, истории культуры рукописных и печатных текстов [2]. В этой связи актуальным является поиск фунгицидных средств защиты бумаги от плесени. Эфирные масла, являясь фармакологически активным действующим веществом, обладают наибольшей антисептической активностью, подавляют рост плесневых грибов, замедляют формирование кандидозных биоплёнок, вместе с тем низкотоксичны, не формируют резистентность микроорганизмов, обладают минимальным перечнем побочных эффектов [3].

Цель работы: определение фунгицидной активности трех эфирных масел – мелиссы лекарственной, туи западной и душицы обыкновенной по отношению к тест-микробицеты: *Aspergillus brasiliensis* и *Penicillium citrinum*.

**Материал и методы.** Исследовали три эфирных масла: мелиссы лекарственной (*Melissa officinalis*), туи западной (*Thuja occidentalis*) и душицы обыкновенной (*Origanum vulgare*). В эксперименте использовали агаризованную среду Чапека-Докса. Антимикробную активность эфирных масел определяли диск-диффузионным методом и методом паров [1]. В качестве тест-культур использовали *Aspergillus brasiliensis* и *Penicillium citrinum*, взятых из коллекции микроорганизмов кафедры системной биологии ГрГУ.

Стерильный бумажный диск пропитывали эфирным маслом, затем вносили в центр Чашки Петри на питательную среду, засеянную сплошным газом тест-культурой микробицетов. Чашки Петри инкубировали при 28°C в течение 7 суток. Зону задержки роста измеряли линейкой на третьи, пятые и седьмые сутки [1]. В качестве контроля использовали засеянные тест-культурами чашки Петри с бумажными дисками без добавления эфирных масел.

С целью определения фунгицидной активности паров эфирных масел в отношении изучаемых тест-микробицетов на крышку чашки Петри наносили 1 каплю эфирного масла, и стерильным шпателем распределяли по поверхности крышки, инокулирование микробицетов проводили методом укола в питательную среду (в 3 разных места на среде), чашки дном вверх помещают в термостат инкубируя при 28°C в течение 3 суток [1]. По величине зоны отсутствия роста тест культур возле бумажных дисков оценивали фунгицидную активность эфирных масел, по зонам отсутствия спороношения гриба судили о фунгистатическом действии исследуемых веществ.

**Результаты и их обсуждение.** Диск-диффузионным методом выявили, что наибольшую фунгитоксическую активность показало эфирное масло мелиссы лекарственной, зона отсутствия роста на 7 сутки в чашках с *Penicillium citrinum* составила 9,6 мм, с *Aspergillus brasiliensis* – 5,6 мм (таблица 1). Ингибирующее действие эфирного масла мелиссы лекарственной на *Penicillium citrinum* было значительно сильнее, чем на *Aspergillus brasiliensis*. Бесконтактным методом паров подтвердили высокий фунгицидный эффект эфирного масла мелиссы лекарственной по отношению к *Aspergillus brasiliensis* и *Penicillium citrinum* в течение семи суток (таблица 2).

Таблица 1 – Диаметр зоны задержки роста тест-микробицетов вокруг дисков пропитанных эфирными маслами

Эфирное масло	Диаметр зоны угнетения, мм		
	3 сут.	5 сут.	7 сут.
<i>Aspergillus brasiliensis</i>			
Мелисса лекарственная	9,6±1,5*	6,3±1,5*	5,6±0,6*
Туя западная	5±1*	0	0
Душица обыкновенная	3,6±0,6**	3,6±0,6**	3,6±0,6**
Контроль	0	0	0
<i>Penicillium citrinum</i>			
Мелисса лекарственная	14±1*	11,3±1,5*	9,6±0,6*
Туя западная	3,3±1,5*	0	0
Душица обыкновенная	3,3±0,6*	1,3±0,6*	0
Контроль	0	0	0

Примечание: \* – зона фунгицидного эффекта (зона отсутствия роста тест-культур);

\*\* – зона фунгистатического эффекта (зоны отсутствия спороношения);

0 – спороношение во всей чашке Петри.

Таблица 2 – Рост микромицет на среде уколом в чашке с парами эфирных масел

Штамм / Эфирное масло	Проращивание спор, сут		
	3 сут.	5 сут.	7 сут.
<i>Aspergillus brasiliensis</i>			
Мелисса лекарственная	–	–	–
Туя западная	+	+	0
Душица обыкновенная	+	+	+
Контроль	0	0	0
<i>Penicillium citrinum</i>	3 сут.	5 сут.	7 сут.
Мелисса лекарственная	–	–	–
Туя западная	–	–	+
Душица обыкновенная	–	–	–
Контроль	0	0	0

Примечание: – - фунгицидный эффект; + - фунгистатическое действие; 0 – спороношение (отсутствие влияния).

Масло туи западной проявляло относительно невысокое фунгицидное действие на тест-микромицеты, эффект проявлялся только на 3 сутки. В чашках Петри с *Aspergillus brasiliensis* фунгицидная зона возле диска пропитанного этим эфирным маслом составила 5 мм, в чашках с *Penicillium citrinum* фунгицидный эффект был ещё меньше – 3,3 мм (таблица 1). Методом паров эфирное масла туи западной в течение пяти суток показало слабый фунгистатический эффект по отношению к *Aspergillus brasiliensis* и фунгицидный эффект по отношению к *Penicillium citrinum*, на 7 сутки эффект стал фунгистатическим (таблица 2).

Масло душицы обыкновенной на *Aspergillus brasiliensis* проявило в основном слабое фунгистатическое действие (на 3 сутки – фунгистатическая зона была – 3,6 мм), а в отношении роста *Penicillium citrinum* показало слабое фунгицидное действие (эффект сохранялся только на 5 сутки, фунгицидная зона составляла – 1,3 мм) (таблица 1). Методом паров установили, что эфирное масло душицы обыкновенной в течение семи дней оказывало фунгистатическое действие на *Aspergillus brasiliensis* и фунгицидное на *Penicillium citrinum*.

**Заключение.** Исследуемые эфирные масла в разной степени проявляли антифунгальную активность на тест-микромицеты: *Aspergillus brasiliensis* и *Penicillium citrinum*. Сильнее всего ингибировало рост двух тест-культур эфирное масло мелиссы лекарственной. Эфирные масла туи западной и душицы обыкновенной проявило более низкую антифунгальную активность.

#### Литература

1. Овчарова Е.С. Определение бактерицидной активности эфирных масел пихты сибирской, чайного дерева, эвкалипта шаровидного, мяты перечной, кедра атласского и гвоздики / Е.С. Овчарова, Д.В. Маслов, А.Ф. Новикова // Птицеводство. – 2022. – № 12. – С. 86–91.
2. Пехташева Е.Л. Биоповреждения и защита древесины и бумаги / Е.Л. Пехташева, А.Н. Неверов, Г.Е. Заиков, С.А. Шевцова, Н.Е. Темникова // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – №8. – С. 192–199.
3. Фадеева А.А. Антифунгальная активность антисептиков на основе эфирных масел *Symbopogon citratus*, *Artemisia absinthium*, *Melaleuca alternifolia* и водной вытяжки *Potentilla erecta* / А.А. Фадеева, Е.С. Корчиков // Наука молодых – будущее России: сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции, Пенза, 12 декабря 2022 года. – Пенза: Наука и Просвещение, 2022. – С. 22–26.