

СТАБИЛЬНОСТЬ КЛЕТОЧНЫХ МЕМБРАН СЕЯНЦЕВ ХВОЙНЫХ ПОРОД ПРИ ВНЕСЕНИИ ЗАЩИТНО-СТИМУЛИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

И.А. Машкин, В.П. Шуканов, Е.В. Мельникова, Л.А. Корытько, С.Н. Полянская

Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси
Минск, Беларусь, patphysio@mail.ru

В статье представлены результаты исследования влияния обработок регуляторами роста Экосил Микс и Экосил Плюс, фунгицидом Винцит Форте и микроудобрением Гисинар-М на стабильность мембран клеток сеянцев хвойных пород с закрытой корневой системой.

Ключевые слова: сеянцы с закрытой корневой системой; сосна обыкновенная; ель европейская; регуляторы роста; микроудобрения; фунгициды; перекисное окисление липидов; мембраны клеток.

STABILITY OF CELLULAR MEMBRANES OF CONIFEROUS SEEDLINGS DURING THE TREATMENT OF PROTECTIVE-STIMULATING SUBSTANCES

I.A. Mashkin, V.P. Shukanov, E.V. Melnikowa, L.A. Korytsko, S.N. Polyanskaya

The State Scientific Institution «V.F.Kuprevich Institut of Experimental Botany of the Natoinal Academy of Sciense of Belarus»,
Minsk, Republic of Belarus. E-mail: patphysio@mail.ru

An article presents the results of a study of the effect of growth regulators Ecosil Mix and Ecosil Plus, fungicide Vincit Forte and microfertilizers Gisinar-M treatments on the stability of cell membranes of coniferous seedlings with a closed root system.

Key words: seedlings with a closed root system; Scots pine; European spruce; growth regulators; microfertilizers; fungicides; lipid peroxidation; cell membranes.

Введение. В процессе онтогенеза растения в той или иной степени подвергаются воздействию негативных факторов окружающей среды, к которым также можно отнести и внесение различных препаратов, особенно в случае их неправильного дозирования [1–3]. Наличие стресса заметно, прежде всего, на физиолого-биохимическом уровне, так как в клетках растений начинается интенсивная генерация активных форм кислорода (АФК), которые могут привести к перекисному окислению липидов (ПОЛ), вследствие чего нарушается целостность клеточных мембран [4–7]. Тем не менее выращивание качественного посадочного материала требует использования защитно-стимулирующих веществ. Одними из наиболее экологически безопасных являются препараты, получаемые из древесной зелени пихты сибирской (*Abies sibirica*). Тритерпеновые кислоты в их составе должны обеспечивать не только росторегулирующую, но и некоторую фунгицидную активность, однако без целенаправленного подавления развития грибных инфекций они могут существенно снизить качество сеянцев [1–3, 8].

Материалы и методы. Объектами исследования являлись сеянцы ели европейской (*Picea abies*) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) с закрытой корневой системой, выращенные при помощи кассет Plantek 35F в лабораторных условиях. Семена и сеянцы обрабатывали препаратами Экосил Микс (5 г/л тритерпеновых кислот), Экосил Плюс (2,5 г/л тритерпеновых кислот), Винцит Форте (флутриафол 37,5 г/л + тиабендазол 25 г/л + имазалил 15 г/л) и Гисинар-М

Таблица 1 – Схема проведения опыта по обработке семян и сеянцев.
Table 1 – Scheme of the experiment on the treatment of seeds and seedlings.

№	Вариант обработки	Расход раствора	
		л/т семян	л/м ²
1	Контроль (сухие семена)	-	-
2	Инкрустация Экосил Микс 0,1 мл/л + Винцит Форте 50 мл/л	10	5
3	Инкрустация Экосил Микс 0,1 мл/л + Винцит Форте 50 мл/л + Гисинар-М 25 мл/л	10	5
4	Инкрустация Экосил Плюс 0,1 мл/л + Винцит Форте 50 мл/л	10	5
5	Инкрустация Экосил Плюс 0,1 мл/л + Винцит Форте 50 мл/л + Гисинар-М 25 мл/л	10	5
6	Инкрустация Экосил Микс 0,1 мл/л + Винцит Форте 50 мл/л + полив Экосил Микс 1 мл/м ² (2 раза)	10	5
7	Инкрустация Экосил Микс 0,1 мл/л + Винцит Форте 50 мл/л + Гисинар-М 25 мл/л + полив Экосил Микс 1 мл/м ² (2 раза)	10	5
8	Инкрустация Экосил Плюс 0,1 мл/л + Винцит Форте 50 мл/л + полив Экосил Плюс 1 мл/м ² (2 раза)	10	5
9	Инкрустация Экосил Плюс 0,1 мл/л + Винцит Форте 50 мл/л + Гисинар-М 25 мл/л + полив Экосил Плюс 1 мл/м ² (2 раза)	10	5

Таблица 2 – Влияние обработок на мембраны клеток сеянцев (90 дней).
Table 2 – Effect of treatments on seedling cell membranes (90 days).

№	Содержание ТБК-продуктов		Выход водорастворимых веществ	
	мкМ/г ($M \pm m$)	% к контролю	мг/л/г ($M \pm m$)	% к контролю
Сосна обыкновенная				
1	11,43±0,09	100	5,83 ± 0,03	100
2	10,90±0,13*	95	5,34 ± 0,05*	92
3	11,00±0,09*	96	5,51 ± 0,03*	94
4	12,56±0,06*	110	5,88 ± 0,04	101
5	10,52±0,06*	92	5,38 ± 0,02*	92
1	12,02±0,11	100	5,96 ± 0,04	100
6	9,24±0,13*	77	4,70 ± 0,05*	79
7	11,17±0,08*	93	4,87 ± 0,05*	82
8	12,31±0,08	102	5,29 ± 0,05*	89
9	12,01±0,09	100	5,58 ± 0,03*	94
Ель европейская				
1	10,07 ± 0,09	100	4,83 ± 0,05	100
2	8,99 ± 0,14*	89	4,38 ± 0,02*	91
3	8,06 ± 0,08*	80	4,13 ± 0,04*	86
4	8,97 ± 0,07*	89	4,43 ± 0,03*	92
5	7,66 ± 0,08*	76	4,04 ± 0,05*	84
1	10,81 ± 0,13	100	4,66 ± 0,07	100
6	8,07 ± 0,08*	75	3,59 ± 0,03*	77
7	12,07 ± 0,10*	112	4,51 ± 0,05	97
8	8,05 ± 0,04*	74	3,89 ± 0,03*	84
9	12,30 ± 0,11*	114	4,57 ± 0,04	98

Примечание – * Данные статистически значимы по t-критерию Стьюдента ($p = 0,05$).

(Cu, Zn, Mg) согласно схеме опытов (табл. 1). На 90 сутки определяли содержание продуктов ПОЛ в хвое и проницаемость мембран растительных клеток спектрофотометрическим и кондуктометрическим методом [1–3].

Результаты исследования. Произведенные обработки посевного и посадочного материала в большинстве вариантов вызвали значительные отклонения, измеренных физиолого-биохимических показателей, по отношению к контролю (табл. 2). Отмечено, что обработки вызвали статистически достоверное уменьшение и увеличение продуктов ПОЛ в тканях семян, но при этом проницаемость растительных мембран для водорастворимых веществ оказывалась значительно ниже, либо практически равнялась контрольным величинам. В целом наблюдается общая тенденция к сокращению выхода водорастворимых веществ при низком уровне продуктов ПОЛ в хвое, а повышение их концентрации не оказало существенного влияния на целостность растительных мембран. Интересно и то, что в некоторых экспериментальных вариантах не выявлено значительных колебаний содержания в хвое семян сосны и ели с закрытой корневой системой продуктов ПОЛ относительно контроля, однако водорастворимые вещества также менее интенсивно выходили из тканей растений. Это можно объяснить тем, что возможно, колебания ПОЛ не всегда свидетельствуют о непосредственном наличии или отсутствии стресса, а благодаря ростостимулирующей и фунгицидной активности препаратов подавляется развитие патогенов, которые также могут нарушить целостность растительных тканей. Несколько отличается реакция на обработку препаратами у сосны и ели, так, например, в хвое семян ели после внесения защитно-стимулирующих веществ наблюдаются большие колебания, измеренных физиолого-биохимических параметров, относительно контроля. Также для ели отмечена активизация ПОЛ при одновременном внесении микроудобрения Гисинар-М и поливе Экосилами, а у сосны аналогичное происходит уже при отдельной инкрустации семян Экосилом Плюс и Винцитом Форте.

Результаты исследования. Таким образом, произведенные предпосевные и корневые обработки посевного и посадочного материала хвойных пород растений регуляторами роста Экосил Микс и Экосил Плюс, фунгицидом Винцит Форте и микроудобрением Гисинар-М обуславливают стабилизирующий эффект на мембраны клеток семян сосны обыкновенной и ели европейской с закрытой корневой системой. По всей видимости, снижение интенсивности окислительных процессов и повышение целостности мембран клеток растений достигается благодаря ростостимулирующей, фунгицидной и, возможно, непосредственной антиоксидантной активности, испытанных защитно-стимулирующих веществ.

Библиографические ссылки

1. Физиология патогенеза и болезнеустойчивости растений / А. П. Волюнец [и др.]. Минск: Беларуская навука, 2016. 252 с.
2. Эндогенные фиторегуляторы роста: свойства, физиологическое действие и практическое использование / А. П. Волюнец [и др.]. Минск: Беларуская навука, 2019. 233 с.
3. Машкин И. А., Корытько Л. А., Шуканов В. П. Влияние защитно-стимулирующих препаратов на болезнеустойчивость и качественные характеристики семян ели (*Picea abies*) с закрытой корневой системой // Труды БГТУ. Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2020. № 2. С. 109–119.
4. Спивак Е. А. Генерация активных форм кислорода, перекисное окисление липидов

и проницаемость клеточных мембран в листьях проростков ячменя (*Hordeum vulgare* L.) при засухе // Вестник БГУ. Сер. 2. 2010. № 1. С. 51–54.

5. Колупаев Ю. Е. Активные формы кислорода в растениях при действии стрессоров: образование и возможные функции // Вестник Харьковского национального аграрного университета. Сер. Биология. 2007. № 3 (12). С. 6–26.

6. Дубинина Е. Е. Продукты метаболизма кислорода в функциональной активности клеток (жизнь и смерть, созидание и разрушение). Физиологические и клиничко-биохимические аспекты. Санкт-Петербург: Медицинская пресса, 2006. 400 с.

7. Lipid peroxidation: Mechanisms, inhibition, and biological effects / E. Niki [et al.] // Biochem Biophys Res Communications, 2005. V. 338 (1). P. 668–676.

8. Ралдугин В. А. Тритерпеноиды пихты и высокоэффективный регулятор роста растений на их основе // Российский химический журнал. 2004. № 3. С. 84–88.