

УДК 582

## ВЛИЯНИЕ ВЫТЯЖКИ ИЗ ВОДОРΟΣЛЕЙ *CYSTOSIERA BARBATA* НА АДАПТАЦИЮ РАСТЕНИЙ ПШЕНИЦЫ К СОЛЕВОМУ СТРЕССУ

Мусатенко Л. И.<sup>1</sup>, Кабузенко С. Н.<sup>2</sup>, Володькин С. А.<sup>2</sup>, Омельченко А. В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт ботаники им. Н. Г. Холодного НАН Украины, Киев

<sup>2</sup>Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского, Симферополь, [plantphys@crimea.edu](mailto:plantphys@crimea.edu)

Изучали возможность использования суммарной фитогормональной вытяжки из водоросли *Cystosiera barbata* для адаптации к солевому стрессу растений пшеницы на начальных этапах развития. Установили стимулирующее действие 0,1%-ной вытяжки на энергию прорастания, всхожесть семян и начальный рост проростков пшеницы на солевом фоне.

*Ключевые слова:* пшеница, хлоридное засоление, гормональная вытяжка из водоросли, рост.

### ВВЕДЕНИЕ

Гормоны высших растений в физиологически активной концентрации обладают помимо ростактивирующего, адаптирующим действием на фоне различного вида стрессов (засуха, засоление, высокие и низкие температуры) [1].

Нами в конце прошлого столетия была показана возможность снятия солевого стресса с растений, относящихся к классу однодольных с помощью цитокининподобного регулятора роста – 6 БАП – в концентрации  $10^{-6}$  –  $10^{-8}$  м на начальных этапах развития растений [2].

В настоящее время в сельскохозяйственной биотехнологии возникло направление по изучению возможностей использования фитогормонов и синтетических регуляторов роста для повышения урожайности культурных растений, в том числе и на фоне действия различных неблагоприятных факторов среды.

Однако в последнее время предпочтение отдается использованию регуляторов роста, полученных из биологических объектов, так как они лучше усваиваются растениями и в экологическом отношении более приемлемы.

В результате исследований ученых ряда стран доказана возможность использования в качестве источников стимуляторов роста биомассы морских водорослей [3].

У водорослей различных систематических групп выявлены биологически активные вещества разной природы [4]. Однако, эффекты экзогенного действия фитогормонов, полученных из морских водорослей, изучены недостаточно.

Поэтому целью данной работы явилось изучение возможности использования вытяжки из морской водоросли *Cystosiera barbata*, содержащей суммарную фракцию фитогормонов, для адаптации к солевому стрессу растений пшеницы на начальных этапах развития.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В качестве источника биологически активных веществ была взята черноморская водоросль – *Cystosiera barbata* (Good et Wood).

Водоросли представляют собой типичный морской нижнебореальный вид, эндемик Средиземноморского бассейна. Растет на камнях и скалах на глубине до 30 м. Растения способны создавать группировки (800–1000 г/м<sup>2</sup>), что имеет большое экологическое значение. Растительный материал был собран в марте 2009 г., в районе горы Аю-Даг, пгт. Партенит, Крым.

Выделение суммарной фракции фитогормонов. 100 г сырой растительной массы гомогенизировали в фарфоровой ступке с добавлением антиоксиданта и трижды экстрагировали 80% раствором этанола. Общий этанольный экстракт фильтровали, а потом выпаривали в термостате при t 40–50 °С до определенного объема.

Методика постановки опыта. Семена пшеницы сорта Одесская 111 отбирали по размерам, протравливали в слабом растворе перманганата калия (15 мин), промывали водопроводной водой и раскладывали в кюветы по 100 штук в каждую, куда приливали воду или растворы в соответствии с вариантами опыта (по 350 мл).

Варианты опыта:

1. Контроль I (отстоянная водопроводная вода).
2. Контроль II (раствор NaCl, 100 мМ).
3. Опыт I (раствор NaCl, 100 мМ+10% вытяжка из водоросли).
4. Опыт II (раствор NaCl, 100 мМ+1% вытяжка из водоросли).
5. Опыт III (раствор NaCl, 100 мМ+0,1% вытяжка из водоросли).

В ходе эксперимента учитывали динамику наклевывания, энергию прорастания, всхожесть семян, а также измеряли морфометрические показатели трех и шести дневных проростков, их сырую и сухую массу. Результаты обрабатывали статистически по методу Лакина.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По данным таблицы 1 солевой стресс оказал довольно существенное влияние на всхожесть семян пшеницы, которая была снижена по сравнению с контролем I на 29%. Как показали исследования, 10%-ная вытяжка из водоросли *Cystosiera barbata* оказала даже более негативное действие на процесс прорастания семян пшеницы, чем «чистое» засоление (наклевание – 62%, всхожесть – 43%). Кроме того, всхожесть семян в этом варианте была, как бы пролонгирована, то есть семена более длительное время находились в состоянии наклевания. В данном случае проявилась, очевидно, одна из основных закономерностей действия фитогормонов – концентрационная зависимость.

Концентрация 1% несколько ингибировала энергию прорастания и всхожесть семян по сравнению с «чистым» засолением, то есть и эта концентрация также находилась за пределами физиологической активности фитогормонов.

Таблица 1

Число наклюнувшихся и проросших семян пшеницы Одесская 111  
в динамике опыта (%), ( $\bar{x} \pm S_x$ )

Варианты опыта	1 сутки (наклюнулось)	3 сутки (проросло)	6 сутки (проросло)
Контроль I (H <sub>2</sub> O)	88,0	97,0	97,0
Контроль II (NaCl, 100 мМ)	84,0	68,0	68,0
Опыт I (NaCl, 100 мМ+10% вытяжка)	62,0	41,0	43,0
Опыт II (NaCl, 100 мМ+1% вытяжка)	87,0	62,0	63,0
Опыт I (NaCl, 100 мМ+0,1% вытяжка)	90,0	77,0	77,0

Стимулирующий эффект на всех фазах прорастания наблюдался нами при действии 0,1% суммарной вытяжки. Так, процент наклеивания семян на 1 сутки был даже выше, чем в контроле I (90%), а энергия прорастания и всхожесть были на 9% выше, чем на «чистом» засолении. Учитывая более наглядное действие вытяжки на наклеивание, при котором, как известно из литературы, важную роль играет процесс клеточного растяжения [5], мы можем высказать предположение, что в полученной нами суммарной вытяжке водорослей проявилась высокая активность ИУК.

В условиях засоления всхожесть семян пшеницы является ключевым фактором, определяющим в полевых условиях урожайность культуры, так как именно этот показатель наиболее тесно коррелирует с урожайностью [6].

Для нас представляло также интерес, распространяется ли стимулирующий эффект вытяжки, выявленный для процесса прорастания семян, и на начальный рост проростков.

Данные, представленные в таблице 2, показали, что проростки пшеницы, выращенные на фоне засоления, значительно отставали в ростовых показателях от контроля I и на третьи, и на шестые сутки. Как видно из таблицы, 1%-ная вытяжка оказала ингибирующее действие только на рост coleoptile, высота которого составила 94,6% против контроля II.

Как следует из данных таблицы 2, стимулирующее действие физиологически активной концентрации вытяжки из водоросли сохраняется и на начальных этапах развития проростков. Так, у трехдневных проростков увеличение длины coleoptile составило 19%, а максимальной длины корешков – 14% против «чистого» засоления. У шестидневных проростков оно составило 29% и 10% соответственно. Состояние 3-х дневных проростков отражено на рисунке 1.

Изменению морфометрических показателей под влиянием засоления и вытяжки соответствовали и значения сырой растительной массы, которая на фоне хлорида натрия уменьшалась в 1,6 раза против контроля I, а вытяжка в концентрации 0,1% способствовала ее увеличению на 19%.

Таблица 2

Морфометрические показатели проростков пшеницы Одесская 111 на фоне засоления и суммарной вытяжки водоросли *Cystosiera barbata*, ( $\bar{x} \pm S_x$ )

Возраст растений (дни)	Варианты опыта	Длина coleoptиле (см)	В% к контролю II	Длина корешков (см)	В% к контролю II
3-х дневные проростки	Контроль I (H <sub>2</sub> O)	7,96±0,52	213,9	7,58±0,44	226,9
	Контроль II NaCl, 100мМ	3,72±0,17	0,0	3,34±0,37	0,0
	Опыт NaCl 100+1% вытяжки	3,52±0,34	94,6	3,68±0,23	110,0
	Опыт NaCl 100+0,1% вытяжки	4,46±0,34	119,8	3,82±0,19	114,2
6-ти дневные проростки	Контроль I (H <sub>2</sub> O)	10,14±0,54	250,9	10,4±0,49	234,2
	Контроль II NaCl, 100мМ	4,04±0,08	0,0	4,44±0,33	0,0
	Опыт NaCl 100+1% вытяжки	3,62±0,28	89,6	3,84±0,24	86,4
	Опыт NaCl 100+0,1% вытяжки	5,22±0,27	129,2	4,92±0,34	110,8

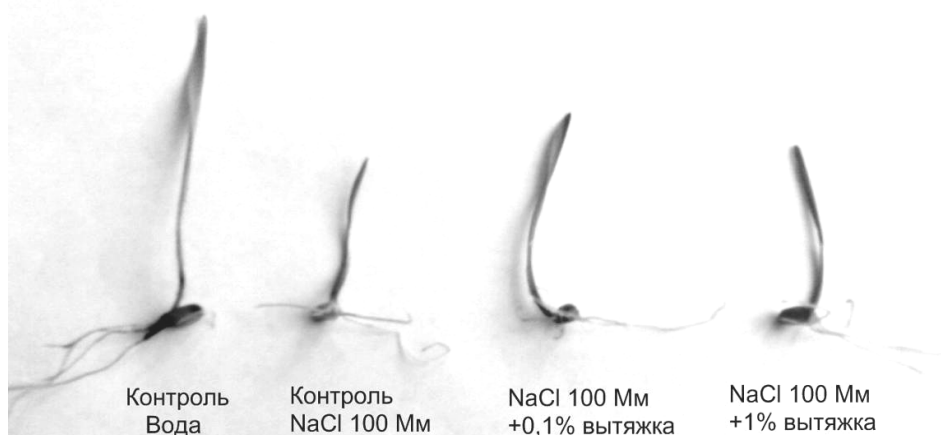


Рис. 1. Общий вид 3-х дневных проростков пшеницы сорта Одесский 111 на фоне засоления и действия суммарной вытяжки из водоросли *Cystosiera barbata*

Содержание воды в проростках на засолении снижалось на 6,5%, а на фоне действия физиологически активной вытяжки оно оставалось практически без изменения. Это говорит о том, что увеличение сырой массы происходило не за счет повышения оводненности, а за счет интенсификации процессов анаболизма.

Позитивное действие вытяжки из водоросли в концентрации 0,1% на прорастание семян пшеницы наблюдалось нами и на фоне экстремального засоления – 200 мМ (данные не включены в статью).

Таким образом, нами показана возможность использования вытяжки из водоросли *Cystosiera barbata* в концентрации 0,1% в качестве биопротектора на фоне солевого стресса.

## ВЫВОДЫ

1. Установлена концентрационная зависимость стимулирующего действия суммарной вытяжки из водоросли *Cystosiera barbata* на прорастание семян пшеницы в условиях солевого стресса.

2. Показано, что вытяжка в концентрации 0,1% активизирует процесс прорастания семян и последующий начальный рост проростков пшеницы на солевом фоне, то есть способствует снятию солевого стресса.

## Список литературы

1. Григорюк І. П. Реакція рослин на водний і температурний стреси та способи їх регуляції : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. біол. наук : спец. 03.00.12 «Фізіологія рослин» / Григорюк І. П. – К., 1996. – 40 с.
2. Кабузенко С. Н. Влияние экзогенных фитогормонов на рост и солеустойчивость культурных растений / С. Н. Кабузенко // Физиология и биохимия культурных растений. – 1997. – Т. 29, № 3. – С. 69–73.
3. Сиренко Л. А. Биологически активные вещества водорослей и качество воды / Сиренко Л. А., Козицкая В. Н. – К.: Наукова думка, 1988. – 256 с.
4. Мусатенко Л. І. Фітогормони у водоростей / Л. І. Мусатенко // Альгологія. – 2001. – № 1. – С. 37–43.
5. Полевой В. В. Гормональная регуляция прорастания семян / В. В. Полевой, С. М. Шипарева, О. В. Москалева // Физиология семян. – 1990. – С. 119–123.
6. Лакиза Р. И. Влияние запасов влаги и засоленности почвы на всхожесть семян / Р. И. Лакиза, И. Т. Ефимов // Почвоведение. – 1978. – № 7. – С. 162–167.

**Мусатенко Л. І., Кабузенко С. М., Володькін С. А., Омельченко О. В. Вплив витяжки з водоростей *Cystosiera barbata* на адаптацію рослин пшениці до сольовому стресу // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2009. Вип. 20. С. 100–104.**

Вивчали можливість використання сумарною фітогормональною витяжкою з водорості *Cystosiera barbata* для адаптації до сольовому стресу рослин пшениці на початкових етапах розвитку. Встановили стимулюючу дію 0,1%-ної витяжки на енергію проростання, схожість насіння і початковий ріст проростків пшениці на сольовому фоні.

*Ключові слова:* пшениця, хлоридне засолення, гормональна витяжка з водоростей, ріст.

**Musatenko L. I., Kabuzenko S. N., Volodkin S. A., Omelchenko A. V. Effect of extracts from algae *Cystosiera barbata* on adaptation of wheat plants to the salt stress // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2009. Iss. 20. P. 100–104.**

The use possibility of total phytohormonal extracts of algae *Cystosiera barbata* for adaptation to salt stress of wheat plants in the early stages of development was investigated. The stimulative effect of 0,1% extract on germination energy, germination and early seedling growth of wheat on saline ground was found.

*Key words:* wheat, chloride salinity, hormonal extract from algae, growth.

Поступила в редакцію 19.11.2009 г.