

УДК 581.1:615.322

АДАПТОГЕННОЕ ДЕЙСТВИЕ ЭКЗОГЕННОГО ЭПИБРАССИНОЛИДА НА *TRITICUM AESTIVUM* L. ПРИ НИЗКОЙ ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Чмелева С. И., Сидякин А. И., Джелдубаева Э. Р., Туманянц К. Н., Ярмолюк Н. С.

*Институт биохимических технологий, экологии и фармации ФГАОУ ВО «Крымский
федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия
E-mail: chmeleva-s@mail.ru*

Установлено положительное действие экзогенного эпибрасинолида на *Triticum aestivum* L. при низкой положительной температуре. Оптимальной концентрацией препарата Эпин-экстра для стимуляции ростовых процессов пшеницы в условиях низкой положительной температуры является 0,05 мг/л. Показано, что при гипотермии содержание простых сахаров в листьях у опытных вариантов с использованием оптимальных концентраций Эпин-экстра достоверно возрастает в 3,0 раза, а содержание пролина снижается в среднем в 1,3 раза, по сравнению с контролем.

Ключевые слова: эпибрасинолид, *Triticum Aestivum* L., адаптогенное действие.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в условиях Республики Крым в связи с изменением климатических условий, а также с возрастающим антропогенным воздействием, актуальной является проблема устойчивости культурных растений к различным неблагоприятным факторам внешней среды [1]. Абиотические стрессоры вызывают у растений ряд изменений, которые проявляются на различных уровнях – от молекулярного до организменного, и отражаются на продуктивности.

Возможность выращивания озимой пшеницы в различных почвенно-климатических условиях определяется наличием у нее значительного адаптивного потенциала [2, 3], который в условиях действия пониженных температур проявляется через разнообразные структурно-функциональные изменения, носящие адаптивный характер и направленные на повышение устойчивости и выживаемости растений.

Изучение механизмов адаптации и холодостойкости растений остается актуальной задачей современных исследований в физиологии растений [4, 5]. Низкие положительные температуры сильно ингибируют как рост, так и процессы начального развития растений [6].

В последние годы в практике широко применяются многочисленные регуляторы роста растений, использование которых направлено как на увеличение урожая, так и на повышение устойчивости растений к экстремальным условиям окружающей среды [7]. Современные полифункциональные регуляторы роста способны одновременно стимулировать рост, развитие и физиологические процессы

растений, повышать их способность адаптироваться к неблагоприятным факторам среды [7–9].

В то же время сведений в литературе о влиянии регуляторов роста и развития на морфофизиологические показатели основных возделываемых на территории Республики Крым зерновых культур, к которым принадлежит и пшеница, недостаточно.

К перспективным в использовании и экологически безопасным комплексным препаратам относится Эпин-экстра. Регулятор роста и развития растений Эпин-экстра – стрессовый адаптоген, обладающий сильной ростостимулирующей активностью. Действующее вещество препарата, эпибрассинолид, принадлежит к классу brassinosteroidов, природных гормонов растений [10, 11].

Действие данного препарата на рост и развитие злаковых в условиях пониженных температур достаточно не изучено, что представляет несомненный интерес как в теоретическом, так и в практическом отношении.

В связи с вышеизложенным, целью данного исследования явилось выявление адаптогенного действия экзогенного эпибрассинолида на *Triticum aestivum* L. при низкой положительной температуре.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальная часть исследований проводилась на базе кафедры ботаники и физиологии растений и биотехнологий Института биохимических технологий экологии и фармации ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского», в период 2021–2023 гг.

Материалом для исследований исследования служили семена и растения пшеницы озимой сорта Трипольская (*Triticum aestivum* L. CV /Трипольская/) [12].

Семена пшеницы сорта Трипольская отбирали по средним размерам. После промывания в проточной воде выдерживали в слабом растворе $KMnO_4$ в течение 15 минут, затем трижды промывали дистиллированной водой.

В соответствии со схемой опыта семена в марлевых мешочках замачивали в растворах препарата Эпин-экстра различной концентрации.

Схема опыта:

1. Контроль – отстоянная водопроводная вода.
2. Раствор регулятора роста – 0,025 мг/л.
3. Раствор регулятора роста – 0,05 мг/л.
4. Раствор регулятора роста – 0,1 мг/л.
5. Раствор регулятора роста – 0,2 мг/л.

А) замачивание на 4 часа.

Б) замачивание на 8 часов.

В) замачивание на 12 часов.

Семена помещали в термостат типа ТС–80–М–2 для проращивания (в течение 3 суток в темноте при $+20^{\circ}C$). Согласно требованиям государственного стандарта для сельскохозяйственных культур 12038–84 для мягкой пшеницы энергия прорастания определяется на 3 сутки, а всхожесть семян на 7 сутки.

Проросшие семена высаживались в стеклянные сосуды емкостью 0,5 л, заполненные питательной смесью Прянишникова. В водной культуре растения

выращивались при естественном освещении в течение 21 суток, при температуре +22...+24 °С.

Для определения сухой, сырой массы растений пшеницы отбирали 5 параллельных проб по 10 типичных и однородных экземпляров. Время между отборами 7 дней.

Для определения содержания сухого вещества растительный материал высушивали в термостате при температуре 105 °С до постоянной массы и взвешивали.

Содержание редуцирующих сахаров определяли фотоэлектроколориметрическим методом 3 – 6 усредненных проб у 14 – дневных растений. Методика основана на восстановлении редуцирующими сахарами раствора феррицианида $K_3[Fe(CN)_6]$ в условиях щелочной среды при нагревании в ферроцианида $K_4[Fe(CN)_6]$. Учет сахара ведется по желтой кровяной соли.

Количество моносахаридов испытуемого раствора устанавливали по интенсивности окраски путем сравнения ее с контрольным (нулевым) раствором. Контрольный раствор готовили аналогично испытуемому, используя вместо фильтрата дистиллированную воду. Концентрацию сахаров в испытуемом растворе находили по калибровочной кривой [13].

Определение свободного пролина производили по нингидриновой реакции. Растворы белка и пептидов, имеющие свободную α – аминогруппу также как и α – аминокислоты, при нагревании с нингидрином дают синее или фиолетовое окрашивание. Нингидрин восстанавливается и связывается со второй молекулой нингидрина посредством молекулы аммиака, образуя продукты конденсации, окрашенные в синий, фиолетовый, красный, а в случае пролина – в желтый цвет.

Для определения свободного пролина брали три пробы листьев по 1 г каждая 7–дневных проростков пшеницы. Мелко их нарезали, заливали 10 мл 3 %-го раствора сульфосалициловой кислоты и растирали в течение 5 мин в ступках до получения однородной массы, растертую массу переносили на фильтр. Затем брали 2 мл фильтрата и проводили дальнейшее определение как при построении калибровочной кривой. Концентрация пролина определялась по калибровочному графику. Результаты расчета выражали в миллиграмм–процентах на сухое вещество, предварительно определив, сколько сухого вещества содержится в 1 г сырых листьев в контроле и при недостатке воды.

Статистическую обработку полученных данных осуществляли, рассчитывая среднюю арифметическую и стандартную ошибку средней арифметической, стандартное отклонение, критерий достоверности Стьюдента для сравнения двух выборок. Все измерения и исследования осуществляли на оборудовании, прошедшем метрологическую проверку и экспертизу.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При изучении влияния синтетического регулятора роста Эпин-экстра на накопление сырой массы растений пшеницы были получены следующие результаты, представленные в таблице 1.

Таблица 1.

Влияние препарата Эпин-экстра на накопление массы сырого вещества растений *Triticum aestivum* L. на фоне действия низкой положительной температуры

Варианты опыта	Масса сырого вещества, % от контроля 1 ($\bar{x} \pm S_x$)					
	надземная часть			корни		
	10-е сутки	14-е сутки	21-е сутки	10-е сутки	14-е сутки	21-е сутки
Контроль 2	60,1 ± 0,31	62,5 ± 0,37	58,1 ± 0,27	61,8 ± 0,45	63,1 ± 0,12	60,9 ± 0,25
Эпин – экстра 0,025 мг/л	62,3 ± 0,28	63,1 ± 0,52	63,8 ± 0,33	69,1 ± 0,11	64,8 ± 0,42	67,8 ± 0,25
Эпин – экстра 0,05 мг/л	68,3 ± 0,37	67,4 ± 0,70	68,7 ± 0,18	72,3 ± 0,25	68,5 ± 0,32	69,7 ± 0,42
Эпин – экстра 0,1 мг/л	64,4 ± 0,27	64,3 ± 0,40	65,1 ± 0,25	68,5 ± 0,33	65,3 ± 0,28	65,5 ± 0,18
Эпин – экстра 0,2 мг/л	61,4 ± 0,27	62,5 ± 0,26	62,0 ± 0,41	64,5 ± 0,37	65,4 ± 0,43	63,9 ± 0,17

Примечание к таблице: разница средних значений контроля и опыта достоверна при $P \leq 0,01$ для всех вариантов.

Выявлено, что исследуемый регулятор роста оказал стимулирующее влияние на накопление массы сырого вещества растений пшеницы. Наилучшие результаты были получены в вариантах, в которых применялась предпосевная обработка семян в 0,05 мг/л растворе препарата Эпин-экстра. Так, например, у 10-дневных растений масса сырого вещества надземной части на 8,2 % превышает массу сырого вещества у растений, выращенных в условиях температурного стресса (контроль 2). У 14-дневных растений опытные варианты превышают контрольные на 4,9 %, а у 21-дневных на 10,6 %, соответственно (см. табл. 1).

Все концентрации изучаемого препарата (0,025 мг/л, 0,1 мг/л и 0,2 мг/л) оказывают достоверное стимулирующее влияние на накопление массы сырого вещества надземной части растений пшеницы сорта Трипольская, в меньшей степени, чем оптимальная концентрация (0,05 %). Так, например, у 10 - дневных растений пшеницы, обработанных 0,025 мг/л раствором регулятора роста, масса сырого вещества составила 62,3 % от контроля 1 (нормальные условия), что на 2,2 % выше, чем у растений, подвергшихся температурному стрессу. При применении 0,1 мг/л регулятора роста, разница между обработанными и необработанными препаратом растениями по накоплению массы сырого вещества составляет 4,3 % (см. табл. 1).

Установлено, что исследуемый регулятор роста оказал стимулирующее влияние на накопление массы сырого вещества корней пшеницы. Наилучшие результаты были получены в вариантах, в которых применялась предпосевная обработка семян в 0,05 мг/л растворе препарата Эпин-экстра. Так, например, у 10-

дневных растений, прошедших обработку регулятором роста масса сырого вещества корней на 10,5 % превышает массу сырого вещества корней у растений, выращенных в условиях температурного стресса (контроль 2). У 14-дневных растений опытные варианты превышают контрольные на 5,4 %, а у 21-дневных на 8,8 %, соответственно.

При изучении влияния синтетического препарата Эпин-экстра накопление массы сухого вещества у растений пшеницы сорта Трипольская, выращенных в условиях пониженной почвенной влажности, получены следующие данные, они представлены в таблице 2.

Выявлено, что предпосевное замачивание пшеницы в различных концентрациях синтетического регулятора роста, оказывает стимулирующее действие на накопление массы сухого вещества надземной части растений, на начальных этапах онтогенеза. Так, например, 10-дневные опытные растения, обработанные 0,05 мг/л раствором Эпин-экстра накапливают сухого вещества на 11,8 % больше, чем растения, выращенные при низких положительных температурах (в контрольном варианте 2).

Обработка растений пшеницы синтетическим регулятором роста Эпин-экстра в концентрации 0,1 мг/л и 0,2 мг/л также оказывает положительное действие на накопление массы сухого вещества, 10-дневные опытные растения накапливают сухого вещества в среднем, на 6,9 % больше, чем в варианте с действием низкой положительной температуры.

Таблица 2.

Влияние препарата Эпин-экстра на накопление массы сухого вещества растений *Triticum aestivum* L.

Варианты опыта	Масса сухого вещества, % от контроля 1 ($\bar{x} \pm S_x$)					
	надземная часть			корни		
	10-е сутки	14-е сутки	21-е сутки	10-е сутки	14-е сутки	21-е сутки
Контроль 2	50,2 ± 0,31	51,3 ± 0,44	52,1 ± 0,35	59,4 ± 0,46	60,4 ± 0,38	58,0 ± 0,43
Эпин – экстра 0,025 мг/л	55,7 ± 0,25	56,2 ± 0,33	56,9 ± 0,25	57,7 ± 0,46	58,6 ± 0,25	56,8 ± 0,35
Эпин – экстра 0,05 мг/л	62,0 ± 0,30	64,3 ± 0,25	65,0 ± 0,52	65,8 ± 0,38	66,3 ± 0,43	66,0 ± 0,30
Эпин – экстра 0,1 мг/л	57,1 ± 0,35	58,0 ± 0,47	58,9 ± 0,44	59,2 ± 0,35	60,4 ± 0,45	59,8 ± 0,24
Эпин – экстра 0,2 мг/л	50,4 ± 0,35	51,2 ± 0,44	51,0 ± 0,25	57,5 ± 0,43	60,1 ± 0,30	59,4 ± 0,54

Примечание к таблице: разница средних значений контроля и опыта достоверна при $P \leq 0,01$ для всех вариантов.

Предпосевная обработка растений пшеницы исследуемым препаратом концентрации 0,05 мг/л оказывает наибольшее влияние на накоплении массы сухого вещества, в сравнении со всеми применяемыми концентрациями. На 10-е сутки выращивания побеговая система опытных растений на 11,8 % отличается от контрольных, по содержанию массы сухого вещества. У 14-дневных растений разница между опытными и контрольными растениями по изучаемому параметру достигает 6,9 %.

Установлено, что оптимальной концентрацией, которая стимулирует накопление массы сухого вещества корней растений пшеницы в условиях пониженной температуры является 0,05 мг/л. При использовании данной дозы препарата Эпин-экстра масса сухого вещества корней уже на 10-й день после предпосевного замачивания у опытных растений превышает данный показатель у контрольных растений на 6,4 %. Данный эффект влияния регулятора роста сохраняется и на 14-й день. Масса сухого вещества корней опытных растений на 5,9 % превышает массу сухого вещества корней контрольных растений.

Изучение других концентраций препарата Эпин-экстра показало, что 0,1 мг/л и 0,2 мг/л концентрации регулятора роста положительно влияют на накопление массы сухого вещества корней 10–21-дневных растений пшеницы.

Таким образом, в результате проведенных нами исследований по влиянию различных концентраций препарата Эпин-экстра на увеличение массы сырого и сухого вещества растений пшеницы сорта Трипольская, выращенных в условиях пониженной почвенной влажности, нами установлено стимулирующее влияние различных доз препарата. При этом оптимальной концентрацией является 0,05 мг/л.

При изучении влияния регулятора роста Эпин – экстра на содержание растворимых сахаров в листьях установлено, что оба исследуемых препарата оказывают положительное влияние на накопление редуцирующих сахаров (табл. 3).

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что воздействие на растения пшеницы низких положительных температур способствует накоплению в листьях растворимых сахаров. Так, если в контрольном варианте (контроль 1; $t + 25^{\circ}\text{C}$) содержание водорастворимых сахаров составляло 2,1 % в пересчете на массу сухого вещества, то под воздействием гипотермии (контроль 2; $t + 4^{\circ}\text{C}$) содержание растворимых сахаров увеличивается в 5,8 раз, что свидетельствует об адаптационных процессах, протекающих у растений и формировании холодоустойчивости.

Установлено, что предпосевное замачивание в различных концентрациях регуляторов роста Эпин – экстра способствует накоплению в листьях растворимых сахаров. Наилучший эффект установлен нами при использовании стимулятора роста в концентрации 0,05 мг/л. Предпосевное замачивание с использованием данной дозы препарата способствует накоплению простых сахаров в 3,0 раза больше, по сравнению с естественным закачиванием (см. табл. 3).

Предпосевное замачивание семян в различных растворах регулятора роста Эпин – экстра способствовало накоплению в листьях пшеницы растворимых сахаров при гипотермии в большей степени, по сравнению с контролем.

Установлено, что регулятор роста Эпин – экстра способствует накоплению растворимых сахаров при использовании всех испытанных концентраций. Так, например, при использовании 0,025 мг/л регулятора роста количество растворимых сахаров в условиях гипотермии повышается в 1,6 раз, по сравнению с контролем 2; 0,1 мг/л – в 2,0 раза, а 0,2 мг/л – в 1,6 раз, соответственно (см. табл. 3).

Таблица 3.
Влияние препарата Эпин–экстра на содержание водорастворимых углеводов в листьях *Triticum aestivum* L. при низкой положительной температуре

Варианты опыта	Содержание водорастворимых углеводов, % от абсолютно сухого веса ($\bar{x} \pm S_x$)
Контроль 1	2,1 ± 0,05
Контроль 2	12,2 ± 0,2
Эпин–экстра 0,025 мг/л	19,7 ± 0,6**
Эпин–экстра 0,05 мг/л	36,8 ± 1,7**
Эпин–экстра 0,1 мг/л	24,1 ± 0,8**
Эпин–экстра 0,2 мг/л	19,2 ± 0,8*

Примечание к таблице: звездочками отмечены достоверные различия по сравнению с контролем 2 при * $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$; н/д – разница не достоверна.

Эффект стимулирующего влияния регулятора роста Эпин – экстра в условиях гипотермии может быть связан с перестройками в содержании и соотношении эндогенных фитогормонов. Механизм действия brassinosterоидов заключается в их влиянии на активность ферментов, в стимуляции синтеза нуклеиновых кислот и белков, в том числе стрессовых, в регуляции метаболизма жирных кислот и аминокислот, во влиянии на гормональный статус растительного организма. Все эти изменения в условиях холодового стресса способствуют переключению функциональной активности клеток с программы обычного развития (ростовой и онтогенетической) на адаптивную, а после прекращения действия холодового стресса – к обратному переключению программ и стимулированию ростовых процессов.

В результате проведенных экспериментов установлено, что под влиянием низкой положительной температуры в листьях растений пролина накапливается в значительных количествах, превышающих контрольный вариант, в котором растения выращивались при нормальных температурного режима.

Данные таблицы 4 свидетельствуют о том, что у опытных растений в условиях холодового стресса содержание пролина превышает в 4,1 раз его содержание у растений, выращенных при оптимальной температуре. Увеличение содержания пролина наблюдали у растений, выращиваемых в условиях низкой положительной температуры.

Синтетический регулятор роста Эпин–экстра оказывает ингибирующее действие на накопление пролина в листьях пшеницы в условиях пониженной температуры. Так при применении оптимальной концентрации Эпин–экстра

0,05 мг/л содержание пролина уменьшилось в 1,3 раза в сравнении с вариантом, выращенным в условиях низкой положительной температуры (контроль 2).

Таблица 4.
Влияние регулятора роста Эпин-экстра на содержание пролина, мг/г сухого вещества

Вариант опыта	Содержание пролина, мг/г сухого вещества	% к контролю 1
Контроль 1	0,51 ± 0,01	100,0
Контроль 2	2,1 ± 0,02	411,8
Эпин–экстра 0,025 мг/л	1,8 ± 0,01	352,9
Эпин–экстра 0,05 мг/л	1,6 ± 0,03	313,7
Эпин–экстра 0,1 мг/л	1,3 ± 0,02	254,9
Эпин–экстра 0,2 мг/л	1,9 ± 0,03	372,5

Примечание к таблице: Указаны средние ± стандартная ошибка средней; звездочками отмечены достоверные различия по сравнению с контролем при *P≤0,05; **P≤0,01; ***P≤0,001.

Таким образом, анализируя полученные данные по изучению влияния препарата Эпин–экстра на содержание свободного пролина в листьях пшеницы в условиях холодого стресса на ранних этапах онтогенеза можно сделать вывод, что исследуемый регулятор роста оказывают стимулирующее влияние на данный показатель. Наилучший эффект установлен нами при использовании Эпин – экстра в концентрации 0,05 мг/л. Предварительное замачивание семян пшеницы в растворе изучаемого экзогенного эпибрасинолида будет способствовать повышению их посевных качеств, а также способствовать формированию проростков, обладающих большей стрессоустойчивостью, по сравнению с контрольными растениями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлено положительное действие экзогенного эпибрасинолида на *Triticum aestivum* L. при низкой положительной температуре.
2. Показано, что у опытных вариантов с использованием оптимальной концентрации экзогенного эпибрасинолида по сравнению с контрольными масса сырого вещества – на 29,4 %, а масса сухого вещества – на 25,7 %, соответственно.
3. Установлено положительное влияние влияния экзогенного эпибрасинолида на содержание редуцирующих сахаров в листьях пшеницы при низкой положительной температуре. При гипотермии содержание простых сахаров в листьях у опытных вариантов с использованием оптимальных концентраций Эпин-экстра достоверно возрастает в среднем в 3,0 раза, по сравнению с контролем.
4. Показано, что в условиях низкой положительной температуры в листьях опытных растений пшеницы, обработанных 0,05 мг/л раствором регулятора

роста, снижается содержание пролина в среднем в 1,3 раза по сравнению с контрольными растениями.

Список литературы

1. Бугара А. М. Влияние препарата «Geoplus» на устойчивость к засолению и засухе растений кукурузы на ранних этапах онтогенеза / А. М. Бугара, С. Н. Кабузенко, А. В. Омельченко // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: Биология, химия. – 2006. – Т. 19 (58), № 1. – С. 3–7.
2. Балнокин Ю. В. Значение солевого обмена в солеустойчивости растений. Проблемы солеустойчивости растений; под ред. акад. ВАСХНИЛ А. И. Имамалиева / Ю. В. Балнокин, Б. П. Строганов – Ташкент: «ФАН» Узбекской ССР, 1989. – С. 45–64.
3. Балнокин Ю. В. Растения в условиях стресса // Физиология растений: учебник для студ. Вузов / под ред. И. П. Ермакова. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 431 с.
4. Веселов Д. С. Реакция растений на засоление и формирование солеустойчивости / Д. С. Веселов, И. В. Маркова, Г. Р. Кудоярова // Успехи современной биологии. – 2007. – Т. 127, №5. – С. 482–493.
5. Маевская С. Н. Реакция антиоксидантной и осмопротекторной систем проростков пшеницы на засуху и регидратацию / С. Н. Маевская, М. К. Николаева // Физиология растений. – 2013. – Т.60, № 3. – С. 351–359.
6. Николаев Е. В. Устойчивое функционирование аграрной отрасли Крыма в условиях рыночной экономики / Е. В. Николаев. – Симферополь, 2004. – 48 с.
7. Шевелуха В. С. Регуляторы роста растений в сельском хозяйстве / В. С. Шевелуха, В. М. Ковалев, Л. Г. Груздев // Вестник с.-х. науки. – 1985. – № 9. – С. 57–65.
8. Прусакова Л. Д. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами / Л. Д. Прусакова, Н. Н. Малеванная, С. Л. Белопухов, В. В. Вакуленко // Агрехимия. – 2005. – № 11. – С. 76–86.
9. Чмелева С. И. Влияние препарата Мивал-Агро на ростовые процессы растений пшеницы на ранних этапах онтогенеза / С. И. Чмелева, Е. Н. Кучер, Г. В. Решетник // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2013. – Вып.9. – С. 206–214.
10. Козлов Ю. В. Влияние обработки семян пшеницы регуляторами роста и протравителями на урожайность растений к болезням / Ю. В. Козлов, Е. М. Дьяченко // Международная научно-практическая конференция «Активизация роли молодых ученых – путь к формированию инновационного потенциала АПК», 17–26 октября 2009 г.: Смоленск: тез. докл. – Смоленск, 2009. – С. 75–78.
11. Медведев Г. А. Влияние биологически активных веществ на урожайность сортов ярового пшеницы на каштановых почвах Волго-Донского междуречья / Г. А. Медведев, И. Г. Камышанов // Известия Нижневолжского агро-университетского комплекса. – Волгоград, ВГСХА «Нива». – 2006. – № 4. – С. 50–54.
12. Ferris S. D. Loss of duplicate gene expression after polyploidization / S. D. Ferris, G. S. Whitt // Nature. – 1977. – P. 258–260.
13. Дише З. Общие цветные реакции: методы химии углеводов / З. Дише. – М: Мир, 1967. – С. 21–24.

ADAPTIVE ACTION OF EXOGENOUS EPIBRASSINOLIDE ON *TRITICUM AESTIVUM* L. UNDER LOW POSITIVE TEMPERATURE

Chmeleva S. I., Sidyakin A. I., Dzheldubaeva E. R., Tumanyants K. N., Yarmolyuk N. S.

*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russia
E-mail: chmeleva-s@mail.ru*

One of the promising and environmentally friendly complex preparations is Epin-Extra, based on epibrassinolide. Epin-Extra is a plant growth and development regulator with strong growth-stimulating activity. The active ingredient, epibrassinolide, belongs to the class of brassinosteroids, natural plant hormones.

The effect of this preparation on the growth and development of cereals under low temperature conditions is not well studied, which is of great interest both theoretically and practically.

In this study, the aim was to determine the adaptogenic effect of exogenous epibrassinolide on *Triticum aestivum* L. under low positive temperature.

The seeds and plants of winter wheat variety *Triticum aestivum* L. CV were used as the material for the study.

To determine the dry matter content, the plant material was dried in a thermostat to a constant weight and weighed.

The content of reducing sugars was determined by the photoelectrocolorimetric method in fourteen-day-old plants.

The determination of free proline was performed using the ninhydrin reaction. The proline concentration was determined using a calibration graph. The results were expressed in milligrams per cent on dry matter.

As a result, the positive effect of exogenous epibrassinolide on *Triticum aestivum* L. under low positive temperature was established. It was shown that in the experimental variants with the optimal concentration of exogenous epibrassinolide, compared to the control, the raw material mass increased by 29.4 %, and the dry matter mass increased by 25.7 %, respectively. The positive influence of exogenous epibrassinolide on the content of reducing sugars in wheat leaves under low positive temperature was established. Under hypothermia, the content of simple sugars in the leaves of the experimental variants treated with optimal concentrations of Epin-Extra significantly increased on average by 3.0 times compared to the control. It was shown that under low positive temperature conditions, the content of proline in the leaves of experimental wheat plants treated with a 0.05 mg/l solution of the growth regulator decreased on average by 1.3 times compared to the control plants. Preliminary soaking of wheat seeds in a solution of the studied exogenous epibrassinolide will contribute to the improvement of their sowing quality and the formation of seedlings with greater stress resistance compared to the control plants.

Thus, analyzing the obtained data on the study of the effect of the Epin-Extra drug on the content of free proline in wheat leaves under cold stress conditions in the early stages of ontogenesis, it can be concluded that the investigated growth regulator has a stimulating effect on this indicator. The best effect was observed when using Epin-Extra at a concentration of 0.05 mg/l. Pre-soaking wheat seeds in a solution of the studied

exogenous epi-brassinolide will contribute to an increase in their sowing qualities, as well as promote the formation of seedlings with greater stress resistance compared to control plants.

Keywords: epibrassinolide, *Triticum Aestivum* L., adaptogenic action.

References

1. Bugara A. M., Kabuzenko S. N., Omelchenko A. V. Effect of the preparation "Geoplus" on resistance to salinity and drought of maize plants at early stages of ontogenesis, *Scientific Notes of V.I. Vernadsky Tauride National University. Series: Biology, Chemistry*, **19 (58)**, 1, 3 (2006).
2. Balnokin Yu.V., Stroganov B.P. *Significance of salt metabolism in salt tolerance of plants. Problems of salt tolerance of plants; ed. by Acad. VASKHNIL A.I. Imamaliyev*, 45 (Tashkent: "FAN" Uzbek SSR, 1989).
3. Balnokin Yu. V. *Plants under stress, Plant Physiology: textbook for students*. Universities, ed. by I. P. Ermakov, 431 p. (Moscow: Publishing Center "Academy", 2005).
4. Veselov D. S., Markova I. V., Kudoyarova G. R. Reaction of plants to salinization and formation of salt tolerance, *Uspekhi sovremennoi biologii*, **127**, 5, 482 (2007).
5. Maevskaya S. N., Nikolaeva M. K. Response of antioxidant and osmoprotective systems of wheat seedlings to drought and rehydration, *Plant Physiology*, **60**, 3, 351 (2013).
6. Nikolaev E. V. *Sustainable functioning of the agrarian industry of Crimea in the conditions of market economy*, 48 p. (Simferopol, 2004).
7. Shevelukha V. S., Kovalev V. M., Gruzdev L. G. Plant growth regulators in agriculture, *Bulletin of Agricultural Science*, **9**, 57 (1985).
8. Prusakova L. D. Malevannaya N. N., Belopukhov S. L., Vakulenko V. V. Plant growth regulators with anti-stress and immunoprotective properties, *Agrochemistry*, 11, 76 (2005).
9. Chmeleva S. I., Kucher E. N., Reshetnik G. V. Effect of Mival-Agro preparation on growth processes of wheat plants at early stages of ontogenesis, *Ecosystems, their optimization and protection*, **9**, 206 (2013).
10. Kozlov Yu. V., Dyachenko E. M. *Effect of wheat seed treatment with growth regulators and protectants on plant yield to diseases*, International Scientific and Practical Conference "Activation of the role of young scientists – the way to the formation of innovative potential of agroindustrial complex", October 17-26, 2009, 75 (Smolensk: abstracts - Smolensk, 2009).
11. Medvedev G. A., Kamyshanov I. G. Influence of biologically active substances on the yield of spring wheat varieties on chestnut soils of the Volga-Don interfluvium, *Izvestia Nizhnevologzhskogo agro-university complex*, **4**, 50 (Volgograd, VGSKHA "Niva", 2006).
12. Ferris S. D., Whitt G. S. Loss of duplicate gene expression after polyploidization, *Nature*, 258 (1977).
13. Dishe Z. *General color reactions: methods of carbohydrate chemistry*, 21 (M: Mir, 1967).