

УДК 631.8

В.В. Коваленко¹, М.П. Новик²¹ст. преподаватель каф. химии*Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина*²студентка биологического факультета*Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина*e-mail: kvv0407@rambler.ru

ВЛИЯНИЕ ЭПИБРАССИНОЛИДА НА ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА ПШЕНИЦЫ СОРТА «РАССВЕТ» В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Проведено изучение рострегулирующей активности эпибрасинолида на культуре пшеницы (Triticum aestivum L.) сорта «Рассвет». Определено влияние эпибрасинолида на энергию прорастания семян, всхожесть семян, длину корня, длину побега, количество корней, сырую и сухую массу корней и побегов проростков пшеницы. Показано, что эпибрасинолид оказывает влияние на рост морфологических структур растений пшеницы. Так, во всех вариантах опыта наблюдалось увеличение количества корней у проростков, обработанных эпибрасинолидом. Предпосевная обработка семян пшеницы эпибрасинолидом способствует увеличению сырой и сухой массы корней и побегов проростков пшеницы.

Введение

В связи с интенсификацией сельскохозяйственного производства в настоящее время весьма остро стоит проблема использования в практике сельского хозяйства экологически безопасных регуляторов роста растений. Природными фитогормонами, обладающими в низких концентрациях биологической активностью, являются брасиностероиды. Поэтому соединения этого класса являются подходящими для использования в сельском хозяйстве с целью повышения не только урожайности, но и качества продукции [1].

Благодаря исследованиям, начатым в лаборатории химии стероидов Института биоорганической химии НАН Беларуси, Республика Беларусь является одним из мировых лидеров в исследовании брасиностероидов. В лаборатории создан и зарегистрирован первый в мире препарат под названием Эпин, действующим началом которого является фитогормон эпибрасинолид. Он применяется для повышения урожайности сельскохозяйственных культур, защиты растений от неблагоприятных факторов внешней среды, в том числе от болезней и вредителей, и повышения качества продукции растениеводства. В основе действия препарата лежит стимуляция естественных защитных сил растительного организма, повышение фотосинтетической и анаболической активности, улучшение приспособительных реакций и иммунного статуса [2].

При использовании эпибрасинолида на зерновых культурах отмечается стимуляция роста растений, повышение урожая зерна, которое происходит за счет увеличения числа колосьев, увеличения их озерненности, массы зерен. Отмечается повышение белковой ценности зерна за счет накопления незаменимых аминокислот. Наблюдается повышение прочности стебля и устойчивости к полеганию. Все это происходит на фоне изменения содержания эндогенных фитогормонов, активизации фотосинтеза, транспорта ассимилятов в колос, изменений в деятельности ряда ферментных систем. Препарат оказывает защитное действие в условиях засоления, засухи, повышенных температур [2].

Следует отметить, что брасиностероиды проявляют биологическую активность не только в растительном царстве, но и за его пределами [3]. Так, брасиностероиды характеризуются токсикопротекторным и антитератогенным действием в отношении мальков осетровых рыб. Их применение в рыбоводстве показало благоприятное действие на развитие зародышей, уменьшение количества врожденных аномалий, снижение

неблагоприятного влияния факторов окружающей среды, и имеет, таким образом, большой экономический эффект [2].

Есть данные о том, что эпибрасинолид ингибирует рост раковых клеток за счет остановки фазы G1 клеточного цикла и вызывает их апоптоз [4].

Итак, можно сделать вывод, что изучение брасиностероидов является для Республики Беларусь одним из актуальных направлений научных исследований.

Важным является увеличение тест-объектов в проводимых биопробах, поскольку физиологические эффекты брасиностероидов зависят не только от видовых, но и сортовых особенностей растений [5].

Цель настоящей работы – оценка рострегулирующей активности эпибрасинолида по комплексу морфо-физиологических критериев роста и развития растений в отношении пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта «Рассвет».

Материал и методы исследования

Биологический эксперимент по изучению рострегулирующей активности эпибрасинолида проводился в четырех повторностях по 100 семян в каждой. Были использованы малые концентрации эпибрасинолида (10^{-6} – 10^{-8} %).

Условием воздействия фитогормона являлось замачивание семян в приготовленных растворах в течение двух часов. В качестве контроля использовались растения, полученные из семян, которые замачивались в дистиллированной воде.

Проращивание семян осуществлялось между слоями увлажненной фильтровальной бумаги в растительных при постоянной температуре воздуха ($+20^{\circ}\text{C}$) в темноте (в термостате).

На третьи сутки определялась энергия прорастания, на седьмые сутки – всхожесть. На третьи сутки растения извлекали из растительных, и дальнейшее проращивание осуществлялось в рулонах фильтровальной бумаги.

На седьмые сутки определялась длина корешков и побегов, количество корней у пятидесяти проростков пшеницы, а также сырая масса корней и побегов десяти проростков. Для определения сухой массы корней и побегов их высушивали при комнатной температуре в течение двух недель.

Статистическую обработку данных проводили по Рокицкому [6] с использованием стандартного пакета данных программы Microsoft Excel. Определяли средние значения показателей энергии прорастания, всхожести семян, длины корней и длины побегов проростков пшеницы, количества корней, сырой и сухой массы корней и побегов, а также стандартное отклонение, среднюю ошибку. Для оценки достоверности различий применялся критерий Стьюдента.

Результаты исследования и их обсуждение

Обработка семян регуляторами роста способствует прерыванию покоя и активизации процессов прорастания.

В качестве тестовых показателей при определении рострегулирующей активности химических соединений часто выступают показатели энергии прорастания и всхожести, поскольку именно данные показатели характеризуют процессы прерывания покоя и прорастания семян.

Данные о влиянии эпибрасинолида на энергию прорастания и всхожесть семян пшеницы показаны в таблице 1.

Следует отметить, что различия опытных вариантов эксперимента с контрольным вариантом незначительны. Так, в опыте с концентрацией эпибрасинолида 10^{-7} % повышение энергии прорастания по сравнению с контролем составляет 2 %. Аналогич-

но в опыте с концентрацией эпибрасинолида 10^{-6} % повышение всхожести составляет 2 % по сравнению с контролем.

Таблица 1. – Влияние эпибрасинолида на энергию прорастания и всхожесть семян пшеницы, %

Вариант опыта	Энергия прорастания	Всхожесть
Контроль	$54,0 \pm 3,52$	$62,0 \pm 3,43$
10^{-6}	$54,0 \pm 3,52$	$64,0 \pm 3,39$
10^{-7}	$56,0 \pm 3,51$	$60,0 \pm 3,46$
10^{-8}	$53,0 \pm 3,53$	$60,0 \pm 3,46$

Можно предположить, что процесс выхода семян из состояния покоя более отзывчив к действию фитогормонов другой химической природы.

При изучении рострегулирующей активности химических соединений важным является оценка их влияния на рост морфологических структур.

Данные о влиянии эпибрасинолида на длину корня и длину побега проростков пшеницы показаны в таблице 2.

Таблица 2. – Влияние эпибрасинолида на длину корня и длину побега проростков пшеницы, см

Вариант опыта	Длина корня	Длина побега
Контроль	$12,10 \pm 0,23$	$11,66 \pm 0,27$
10^{-6}	$11,91 \pm 0,20$	$12,69 \pm 0,37$
10^{-7}	$12,51 \pm 0,27$	$11,40 \pm 0,30$
10^{-8}	$12,20 \pm 0,22$	$11,46 \pm 0,27$

Наибольшее значение показателя длины корня наблюдается в варианте эксперимента с концентрацией эпибрасинолида 10^{-7} %. По сравнению с контролем превышение данного показателя составляет 3,4 %. Наибольшая длина побега наблюдается в варианте эксперимента с концентрацией эпибрасинолида 10^{-6} %. Превышение данного показателя составляет 8,8 % по сравнению с контролем.

В таблице 3 приведены данные о влиянии эпибрасинолида на количество корней проростков пшеницы.

Таблица 3. – Влияние эпибрасинолида на количество корней проростков пшеницы, шт.

Вариант опыта	Количество корней
Контроль	$4,0 \pm 0,12$
10^{-6}	$4,48 \pm 0,11$
10^{-7}	$4,24 \pm 0,12$
10^{-8}	$4,56 \pm 0,13$

Анализируя представленные данные, отметим, что во всех вариантах опыта наблюдается увеличение количества корней по сравнению с контролем. Наибольшее количество корней у проростков пшеницы отмечается в варианте опыта с концентрацией эпибрасинолида 10^{-8} %. Превышение данного показателя по сравнению с контролем составляет 14 %.

Данные о влиянии эпибрасинолида на сырую и сухую массу корней и побегов проростков пшеницы приведены в таблице 4.

Таблица 4. – Влияние эпибрасинолида на сырую и сухую массу корней и побегов проростков пшеницы, г

Вариант опыта	Масса корней 10 проростков		Масса побегов 10 проростков	
	сырая	сухая	сырая	сухая
Контроль	0,7339 ± 0,0455	0,0696 ± 0,0046	0,8219 ± 0,0461	0,0796 ± 0,0043
10 ⁻⁶	0,7265 ± 0,0243	0,0713 ± 0,0021	0,9146 ± 0,0125	0,0885 ± 0,0012
10 ⁻⁷	0,6900 ± 0,0170	0,0695 ± 0,0030	0,8789 ± 0,0340	0,0844 ± 0,0043
10 ⁻⁸	0,7742 ± 0,0171	0,0795 ± 0,0041	0,8807 ± 0,0358	0,0845 ± 0,0038

Наибольшее значение показателей сырой и сухой массы корней проростков пшеницы наблюдалось в варианте эксперимента с концентрацией эпибрасинолида 10⁻⁸ %. По сравнению с контролем превышение значения данных показателей составляет 5,5 и 14,2 % соответственно.

Наибольшее значение показателя сырой и сухой массы побегов проростков пшеницы наблюдалось в варианте эксперимента с концентрацией эпибрасинолида 10⁻⁶ %. По сравнению с контролем превышение значения данных показателей составляет 11,3 и 11,2 % соответственно.

Заключение

Проведенное исследование показало, что эпибрасинолид оказывает незначительное влияние на энергию прорастания и всхожесть семян пшеницы сорта «Рассвет». Можно предположить, что процесс выхода семян из состояния покоя будет более отзывчив к действию фитогормонов другой химической природы.

Более существенным является действие эпибрасинолида на рост морфологических структур растений пшеницы. Так, во всех вариантах опыта наблюдалось увеличение количества корней у проростков, обработанных эпибрасинолидом, по сравнению с контрольными растениями. Наибольшие отличия показателей контроля и опыта составили 14 % и наблюдались в варианте с концентрацией эпибрасинолида 10⁻⁸ %.

Предпосевная обработка семян пшеницы эпибрасинолидом способствует увеличению сырой и сухой массы корней и побегов проростков пшеницы. Так, максимальное увеличение показателя сухой массы корней по сравнению с контролем составило 14,2 %, максимальное увеличение показателя сухой массы побегов – 11,2 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Khripach, V. Twenty years of brassinosteroids: steroidal plant hormones warrant better crops for the XXI century / V. Khripach, V. Zhabinskii, A. De Groot // *Annals of Botany*. – 2000. – Vol. 86. – P. 441–447.
2. Хрипач, В. А. Брасиностероиды и урожай. Экологически дружественный подход к решению проблемы производства высококачественной продукции / В. А. Хрипач // *Химико-биологические технологии и экологическая безопасность : материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 15–17 мая 2001 г. / под ред. И. И. Лиштвана [и др.]*. – Минск, 2001. – С. 121–130.
3. Zhabinskii, V. Steroid plant hormones: Effects outside plant kingdom / V. Zhabinskii, N. Khripach, V. Khripach // *Steroids*. – 2015. – Vol. 97. – P. 87–97.
4. Brassinosteroids cause cell cycle arrest and apoptosis of human breast cancer cells / J. Steigerová [et al.] // *Chemico-Biological Interactions*. – 2010. – Vol. 188. – P. 487–496.
5. Ленивко, С. М. О потенциальных возможностях расширения спектра действия брасиностероидов / С. М. Ленивко, Ю. В. Кирисюк // *Менделеевские чтения – 2017 : материалы Междунар. науч.-практ. конф. по химии и хим. образованию, Брест, 24 февр.*

2017 г. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина ; редкол.: Н. С. Ступень [и др.] ; под общ. ред. Н. С. Ступень. – Брест : БрГУ, 2017. – С. 100–105.

6. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Выш. шк., 1973. – 320 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 21.03.2019

Kavalenka V.V., Novik M.P. The Influence of Epibrassinolide on the Growth of Wheat of the Variety «Rassvet» in the Laboratory

The growth-regulating activity of epibrassinolide was studied on wheat (Triticum aestivum L.) of the variety «Rassvet». The influence of epibrassinolide on seed germination energy, seed germination, root length, shoot length, number of roots, wet and dry weight of roots and shoots of wheat seedlings was determined. Epibrassinolide influences the growth of morphological structures of wheat. Thus, all variants of the experiment, show an increase in the number of roots in seedlings treated with epibrassinolide. Pre-sowing treatment of wheat seeds with epibrassinolide helps to increase the raw and dry weight of roots and shoots of wheat seedlings.