

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА «ЭКОЛАРИКС» И «БИОЛАРИКС» НА РАННИЕ ЭТАПЫ МОРФОГЕНЕЗА МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

ИДРИСОВ Руслан Артурович, Башкирский государственный университет

МРЯСОВА Луиза Минибулатовна, Научно-исследовательский технологический институт гербицидов и регуляторов роста растений с опытно-экспериментальным производством Академии наук Республики Башкортостан, Башкирский государственный университет

ИЛЬЯСОВА Сулпан Сибадатовна, Башкирский государственный университет

ГАЛИМОВА Эльвира Анфировна, Башкирский государственный университет

КУЗНЕЦОВА Виктория Александровна, Всероссийский научно-исследовательский институт сои

18

АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

4
2020

Представлены результаты исследования применения «ЭкоЛарикс» и «БиоЛарикс» – природных регуляторов роста с фунгицидным действием. Показано влияние препаратов на рост и развитие на ранних этапах онтогенеза мягкой пшеницы районированного сорта Ватан. Выявлены концентрации препаратов, оказывающие максимальный стимулирующий эффект на пшеницу в стадии двух недельных проростков: для препарата «ЭкоЛарикс» концентрация составляет 80 мг/л. Препарат «БиоЛарикс» является более предпочтительным для стимуляции роста пшеницы на ранних стадиях онтогенеза, вызывает у мягкой пшеницы проявление защитной онтогенетической стратегии, с возрастанием дозы препарата растет морфологическая интеграция растений. Защитный характер ответной реакции растений на препарат подтверждается тем, что поддержание и усиление морфологической целостности растений требует энергетических затрат, а адаптация к стрессу всегда энергозатратна. Изменчивость отношения надземной к подземной массе снижается при возрастании дозы до 60 мг/л и возрастает при дальнейшем увеличении дозы препарата. В целом пределы изменения этого показателя (23,73–42,68 %) в опытах с препаратом «БиоЛарикс» ниже, чем в опытах с испытанием препарата «ЭкоЛарикс» (48,89–249,70 %). Виталитет проростков мягкой пшеницы при увеличении дозы препарата в целом возрастает с проявлением горметодического эффекта при дозе 20 мл/л. Установили, что энергетические затраты в развитии растений перераспределяются между поддержанием морфологической целостности растений, стимуляцией и стабилизацией роста растений. Суммируя ответные реакции различных показателей проростков на применение препарата «БиоЛарикс» можно заключить, что оптимальной дозой является 20 мл/л.

Введение. В сложных агроклиматических условиях большинства регионов РФ стабилизация урожайности пшеницы возможна только за счет рационального применения расчетных норм минеральных удобрений и использования современных биологически активных веществ, обладающих широким сектором влияния на рост и развитие растений [2, 3, 9].

Стресс значительно снижает урожайность пшеницы [14, 17]. Применение перспективных регуляторов роста растений на злаковых культурах влияет на рост и развитие, на общее состояние растения и его иммунитет, а также способствует усиленному обеспечению потребности пшеницы элементами минерального питания [13, 15, 18]. Сбалансированное минеральное питание – это ключ к повышению урожая и качества сельскохозяйственных культур. Эффективность регуляторов роста объясняется их стимуляцией всех обменных процессов в растениях в течение онтогенеза [14, 19]. В настоящее время использование регуляторов роста является одним из агроприем-

мов, цель применения которого повышение продуктивности и качества урожая, хорошо апробированным на практике. Среди регуляторов роста особое место занимают природные соединения, полученные из натуральных природных объектов. Так, совсем недавно стали использовать препараты, в основе которых используются экстракты и смолы хвойных растений. Совместное их использование с минеральными удобрениями и средствами защиты растений значительно увеличивает эффективность их применения [6, 11]. Е.В. Байбаковой установлено, что регуляторы роста в сочетании с азоксистробином способны регулировать интенсивность дыхания и делать расход питательных веществ растений более равномерным, что также подтверждается данными по изменению сухой массы [1].

Цель исследований заключалась в изучении влияния различных доз природных регуляторов роста «ЭкоЛарикс» и «БиоЛарикс» на рост и развитие проростков яровой пшеницы сорта Ватан.



Методика исследований. В исследовании использовали сорт пшеницы яровой (*Triticum aestivum L.*) Ватан. Сорт для испытаний был выбран в связи с тем, что он с 2008 г. находится в государственном сортоиспытании по Уральскому и Западно-Сибирскому регионам, отнесен к перспективным сортам по комплексу хозяйствственно-ценных признаков и включен в Госреестр охраняемых селекционных достижений. Данный сорт является среднеспелым, созревание которого происходит примерно в течение 78–96 суток. На уровне среднего стандарта, урожайность пшеницы составила 21,5 ц/га. Максимальная урожайность 44,4 ц/га. По засухоустойчивости он не отличается от стандарта, для него характерна высокая устойчивость к полеганию и осыпанию. Стебель высокий – от 83 до 109 см. Рекомендованный для возделывания сорт умерено восприимчив к мучнистой росе и септориозу, восприимчив к твердой головне и бурой ржавчине, сильно восприимчив к пыльной головне. Качество зерна на уровне ценной пшеницы [4].

Натуральные препараты «ЭкоЛарикс» и «БиоЛарикс» относят к природным регуляторам роста с фунгицидным действием, они разработаны компанией «Аметис» (г. Благовещенск, Амурская область) и включены в список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Препарат «ЭкоЛарикс» является экстрактом из комлевой части ствола древесины лиственницы Даурской. Действующее вещество – дигидрокверцетин. Рекомендуемая норма расхода препарата 20 г/т, 8 г/га. Он увеличивает урожайность, защищает от фузариоза, церкоспороза, корневой гнили, бактериоза; повышает количества белка в семенах на 5,9 %, количества жира на 8,0 %; увеличивает полевую всхожесть и сохранность растений к моменту уборки; стимулирует процессы роста и развития. «ЭкоЛарикс» совместим с пестицидами и другими регуляторами роста растений [10].

Препарат «БиоЛарикс» – водорастворимый концентрат лиственничной смолы, действующие вещества – дигидрокверцетин, дитерпеновые спирты и углеводороды. Норма расхода 20–40 мл/т, 8–16 мл/га. Стимулятор роста растений «БиоЛарикс» повышает урожайность, способствует развитию корневой системы. Укрепляет иммунную систему растений, обеспечивает устойчивость к различным стрессовым воздействиям. Стимулирует биохимические процессы, сокращает сроки прорастания семян. Формирует устойчивость к септориозу, пероноспорозу, фузариозу, церкоспорозу, белой и корневой гнили. Усиливает рост и развитие растений, улучшает качественные показатели [10].

Опыты закладывали в ГБУ РБ «Научно-исследовательский технологический институт гер-

бицидов и регуляторов роста растений с опытно-экспериментальным производством Академии наук Республики Башкортостан». В процессе исследований применяли метод проращивания семян в рулонах по Лихачёву [8]. Зерна пшеницы предварительно обрабатали препаратами «БиоЛарикс» и «ЭкоЛарикс». На 100 г зерна использовали дозы препаратов 20–100 мг/л. Всего заложили 6 вариантов опыта с дозами препаратов: 0, 20, 40, 60, 80, 100 мг/л. Во всех вариантах зерна выращивали в рулонах в течение 14 дней, затем проводили измерения морфологических параметров. Измеряли длину корневой системы, число корней, длину листа, ширину листа (с точностью до 0,1 мм), длину колиоптеля, определяли вес побега и корня (с точностью до 0,01 г).

Оценивали влияние препаратов на средние значения и общую изменчивость признаков (коэффициент вариации, CV). Выявляли онтогенетические стратегии [6] как направленные изменения морфологической целостности растений (рассчитывается как усредненный показатель попарных коэффициентов детерминации всех признаков морфологической системы – r_m^2) на градиенте стрессирующего фактора. Зависящий от уровня стресса виталитет растений по размерному спектру особей рассчитывали методом взвешивания средних значений согласно формуле:

$$IVC = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{x_i}{\bar{x}_i}}{N},$$

где x_i – среднее значение признака в популяции, \bar{x}_i – среднее значение признака для всех сравниваемых популяций, N – число признаков [7]. Оценка онтогенетической стратегии особенно важна для понимания приспособляемости растений к условиям обитания [12]. При обработке данных использовали программу Statistica Trial. Для оценки статистической значимости средних величин применяли критерий t-теста (t-критерия Стьюдента).

Результаты исследований. Для оценки характера онтогенетической стратегии на начальных этапах онтогенеза был произведен расчет морфологической целостности (R_m^2) проростков мягкой пшеницы сорта Ватан в различных опытных вариантах. Зависимость этого показателя от дозы препарата «ЭкоЛарикс» показана на рис. 1.

Выявили следующую зависимость морфологической интеграции (МИ) растений от дозы препарата: при увеличении концентрации происходит статистически значимое снижение МИ при дозе 20 мг/л. Дальнейшее увеличение дозы до 40 мг/л приводит к максимальному повышению МИ, что говорит о проявлении защитного эффекта в морфогенезе растений. Увеличение дозы препарата до 60–100 мг/л приводит к последовательному снижению МИ.



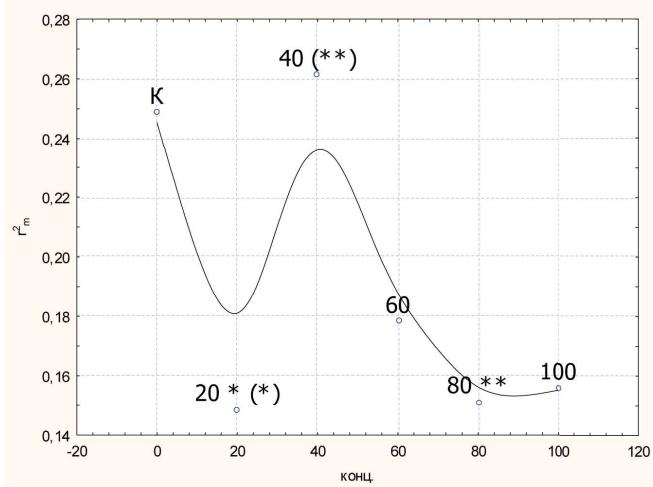


Рис. 1. Зависимость морфологической интеграции проростков мягкой пшеницы сорта Ватан от дозы препарата «ЭкоЛарикс» (20–100 мг/л).
По оси абсцисс – концентрация препарата в мг/л, по оси ординат – морфологическая целостность (r^E)

Примечание: * – статистически значимые отличия от контроля; (*) – статистически значимые отличия от предыдущей дозы. Уровень значимости (α): ** – $\alpha = 0,05$; (***) – $\alpha = 0,01$; *** – $\alpha = 0,001$.

Нелинейная зависимость показателя морфологической интеграции с превышением уровня МИ при дозе 40 мг/л, возможно является проявлением гормезиса, то есть стимулирующего эффекта определенных доз препарата, который проявляется в усилении морфологической целостности растений.

В целом же происходит снижение морфологической интеграции растений, что позволяет говорить о стрессовой онтогенетической стратегии в развитии мягкой пшеницы на ранних этапах онтогенеза под воздействием препарата «ЭкоЛарикс».

На рис. 2 можно наблюдать статистически значимое падение виталитета растений при применении препарата в концентрации 20 мг/л. Такое снижение вызывается стрессирующим действием препарата на проростки пшеницы. Однако с увеличением концентраций до 40 мг/л индекс виталитета повышается и достигает максимума при дозе 80 мг/л. При дозе препарата в 100 мг/л наблюдали снижение стимулирующего эффекта.

В качестве признака, индицирующего морфогенетические реакции на стресс, принято отношение надземной к подземной биомассе [16]. Изменчивость этого показателя повышается с увеличением дозы препарата до 60 мг/л и далее снижается с увеличением дозы препарата.

Такую реакцию растений можно объяснить как поиск (дозы 20–60 мг/л) и реализацию (80–100 мг/л) путей адаптивного морфогенеза. При дозе 100 мг/л этот показатель достигает максимального значения (1,8). В контроле это отношение равно 1,1. В промежуточных дозах показатель колеблется в пределах 1,1–1,3.

Таким образом, можно считать, что применение препарата в дозах 80–100 мг/л стимулирует и стабилизирует развитие надземной части проростков. При этом показатель морфологической интеграции снижаются до минимума. Вероятно, что энергетические затраты в развитии растений перераспределяются от поддержания морфологической целостности растений на увеличение и стабилизацию роста надземных частей проростков.

Препарат «БиоЛарикс» вызывает у мягкой пшеницы проявление защитной онтогенетической стратегии: с возрастанием дозы препарата растет морфологическая интеграция растений (рис. 3). Защитный характер ответной реакции растений на препарат подтверждается тем, что поддержание и усиление морфологической целостности растений требует энергетических затрат, а адаптация к стрессу всегда энергозатратна [12].

Изменчивость отношения надземной к подземной массе снижается при возрастании дозы до 60 мг/л и возрастает при дальнейшем увеличении дозы препарата. В целом пределы изменения этого показателя (23,73–42,68 %) в опытах с препаратом «БиоЛарикс» ниже, чем в опытах с испытанием препарата «ЭкоЛарикс» (48,89–249,70 %).

Виталитет проростков мягкой пшеницы при увеличении дозы препарата в целом возрастает с проявлением горметического эффекта при дозе 20 мг/л (рис. 4).

Суммируя ответные реакции различных показателей проростков при воздействии на них препарата «БиоЛарикс» можно заключить, что оптимальной дозой является 20 мг/л.

Во-первых, в этом варианте наблюдали максимальный стимулирующий эффект на показатель виталитета растений. Во-вторых, при этой дозе у растений один из низких показателей

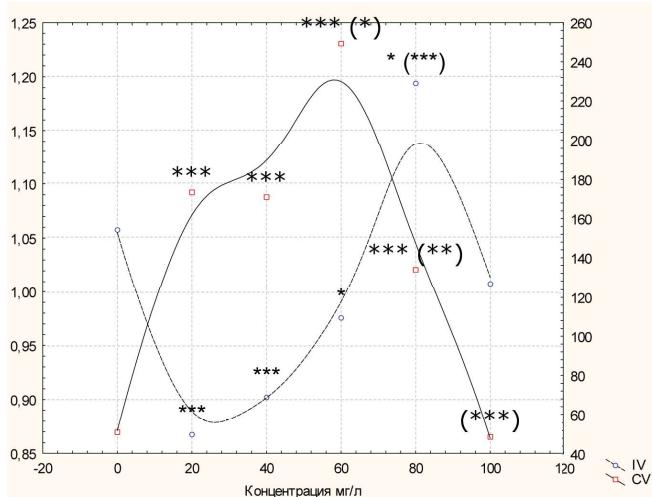


Рис. 2. Зависимость виталитета (IV) и коэффициента вариации (CV) от концентрации препарата «ЭкоЛарикс». По оси абсцисс – концентрация препарата в мг/л, по оси ординат – коэффициент виталитета (IV) и вариации (CV) пшеницы



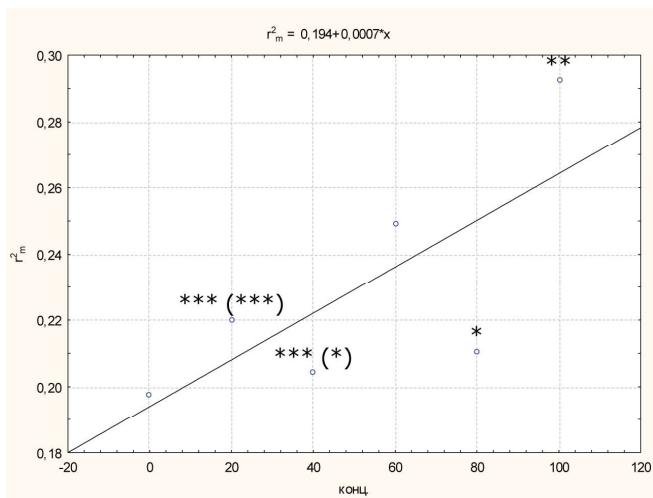


Рис. 3. Зависимость морфологической целостности (r^2_m) проростков мягкой пшеницы сорта от концентрации препарата «БиоЛарикс»

изменчивости отношения массы при максимальном значении (1,5) самого показателя (показатель отношения надземной и подземной массы при прочих дозах меняется в пределах 0,9–1,1, в контроле 1,0). В-третьих, наблюдается защитная реакция в онтогенетической стратегии в степени, не проявляющейся в перераспределении энергетических затрат в пользу усиления морфологической целостности.

Заключение. По результатам исследований было выявлено, что препараты «ЭкоЛарикс» и «БиоЛарикс» влияют на рост и развитие пшеницы на ранних этапах онтогенеза. Это влияние заключается в изменении таких показателей, как вариабельность признаков, виталитет и морфологическая интеграция проростков. При этом наблюдали различие в эффективности действий двух препаратов при разных дозах вещества.

Исходя из результатов экспериментов, выявили, что эффективность препарата «ЭкоЛарикс» как стимулятора и стабилизатора развития проростков лучше проявляется при дозе 80 мг/л. Характер зависимости изученных переменных показывает, что энергетические затраты в развитии растений перераспределяются между поддержанием морфологической целостности растений, стимуляцией и стабилизацией роста растений. При предпосевной обработке семян пшеницы препаратом «БиоЛарикс» рекомендации норма расхода в дозе 20–40 мл/т, препаратом «ЭкоЛарикс» – в дозе 20 мл/т. Для опрыскивания в период вегетации рекомендуем расход «БиоЛарикса» 8–16 мл/га, «ЭкоЛарикс» – 8 г/га.

В результате опытов установлено, что оптимальной дозой для препарата «БиоЛарикс» является 20 мл/л. При ней проявляется адаптивность к стрессу – максимальное проявление виталитета при относительно низкой вариабельности. Применение препарата «БиоЛарикс», по

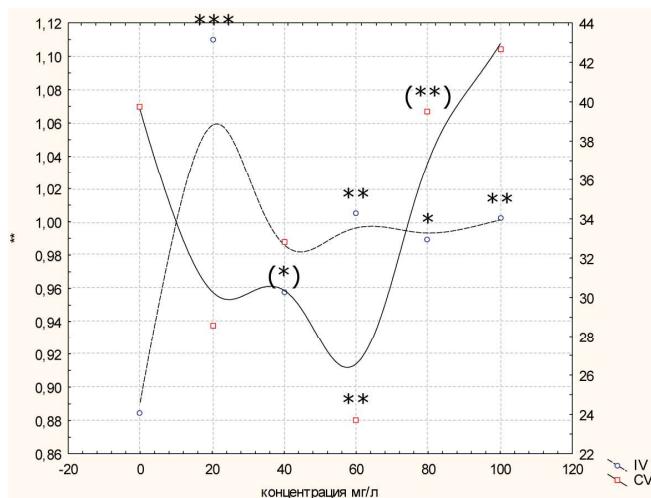


Рис. 4. Зависимость виталитета (IV) и коэффициента вариации (CV) от концентрации препарата «БиоЛарикс»

мнению авторов, является более предпочтительным для стимуляции роста пшеницы на ранних стадиях онтогенеза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байбакова Е.В., Нефедьева Е.Э. Изменения интенсивности дыхания проростков пшеницы под действием азоксистробина и регулятора роста // Вестник науки и образования. – 2017. – Т. 2. – № 12 (36). – С. 29–32.
2. Бондаренко А.Н., Гусакова Н.Н., Жук Е.А. Влияние минерального питания на урожайность и качество зерна озимых зерновых культур // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 2. – С. 4–8.
3. Влияние регулятора роста фитовитал на урожайность и качество зерна яровой пшеницы / Л.А. Булавин [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2017. – № 53. – С. 176–180.
4. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РБ / И.П. Леонтьев [и др.]. – Уфа: ОАО «ИВЦ», 2008. – 142 с.
5. Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценоотических популяций растений. – Казань, 1989. – 147 с.
6. Иванченко Т.В., Игольникова И.С. Влияние регуляторов роста на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы в условиях Нижнего Поволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 1 (49). – С. 101–108.
7. Ишибирдин А.Р., Ишмуратова М.М. Адаптивный морфогенез и эколого-ценотические стратегии выживания травянистых растений // Методы популяционной биологии: материалы VII Всерос. популярного семинара. – Сыктывкар, 2004. – Ч. 2. – С. 113–120.
8. Лихачёв Б.С., Зенкина З.А., Гайдай А.Я. Модернизация рулонного способа проращивания семян зерновых культур // Селекция и семеноводство. – 1989. – № 1. – С. 45.
9. Обущенко С.В., Троц В.Б. Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на урожайность яровой пшеницы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4 (72). – С. 54–58.



10. Официальный сайт компании Аметис. – Режим доступа: <https://www.ametis.ru/production/fertilizer/> (дата обращения 05.04.2019 г.).
11. Решетник Г.В., Зайченко О.С. Влияние синтетических регуляторов роста силиплант и эпин-экстра на физиологические параметры озимой пшеницы (*Triticum aestivum L.*) и ячменя (*Hordeum vulgare L.*) на ранних этапах онтогенеза // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар, 2018. – С. 277–280.
12. Усманов И.Ю., Рахманкулова З.Ф., Кулагин А.Ю. Экологическая физиология растений: учебник. – М.: Логос, 2001. – 222 с.
13. Щукин В., Харитонова С., Павлова О. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы при предпосевной обработке семян регуляторами роста и микроэлементами // Главный агроном. – 2013. – № 3. – С. 14–17.
14. Baranyiova I., Klem K. Effect of application of growth regulators on the physiological and yield parameters of winter wheat under water deficit // Plant Soil Environ, 2016, Vol. 62, No.3, P. 114–120.
15. Felipe K. Growth of Wheat Plants Submitted to the Application of the Growth Regulator Trinexapac-ethyl and Vigor of the Produced Seeds // Agrociencia Uruguay, 2017, Vol. 21, P. 24–32.
16. Grime J.P. Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties. – Chichester: John Wiley and Sons, 2001, 417 p.
17. Mosanaei H. Improvement effect of nitrogen fertilizer and plant density on wheat (*Triticum aestivum L.*) seed deterioration and yield Emirates // Journal of Food and Agriculture, 2017, No. 29(11), P. 899–910.
18. Rasaei A. et. al. Effects of Selected Plant Growth Regulators on Bread Wheat Spike Development // Sustainable Agriculture Research, 2017, Vol. 6, No. 2, P. 115–124.
19. Shekoofa A., Emam Y. Effects of Nitrogen Fertilization and Plant Growth Regulators (PGRs) on Yield of Wheat (*Triticum aestivum L.*) cv. Shiraz // J. Agric. Sci. Technol, 2008, Vol. 10, P. 101–108.
- Идрисов Руслан Артурович, магистрант, Башкирский государственный университет. Россия.**
- Мрясова Луиза Минибулатовна, канд. биол. наук, зав. лабораторией гербицидных и фунгицидных испытаний, Научно-исследовательский технологический институт гербицидов и регуляторов роста растений с опытно-экспериментальным производством Академии наук республики Башкортостан, Башкирский государственный университет. Россия.**
- Ильясова Сулпан Сибадатовна, магистрант, Башкирский государственный университет. Россия.**
- Галимова Эльвира Анфировна, соискатель, Башкирский государственный университет. Россия.**
450076, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32.
Тел.: 89871300978.
- Кузнецова Виктория Александровна, старший научный сотрудник, лаборатория биотехнологии, Всероссийский научно-исследовательский институт сои. Россия.**
655000, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Набережная, 68.
Тел.: 89619543385.

Ключевые слова: пшеница; регуляторы роста; морфологическая интеграция; виталитет; вариабельность.

INFLUENCE OF NATURAL GROWTH REGULATORS «ECOLARIX» AND «BIOLARIX» ON EARLY STAGES OF MORPHOGENY OF SOFT WHEAT

Idrisov Ruslan Arturovich, Magistrant, Bashkir State University. Russia.

Mryasova Luiza Minibulatovna, Candidate of Biological Sciences, Scientific Research Technological Institute of Herbicides and Plant Growth Regulators with Experimental Production of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. Russia.

Ilyasova Sulpjan Sibadatovna. Magistrant, Bashkir State University. Russia.

Galimova Elvira Anfirovna, Applicant, Bashkir State University. Russia.

Kuznetsova Victoria Alexandrovna, Senior Researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Soybeans. Russia.

Keywords: wheat; growth regulators; morphological integration; vitality; variability.

The article reflects the results of a study on the use of natural growth regulators with a fungicidal action: «EcoLarix» and «BioLarix». The effect of the drugs on the growth and development of early wheat ontogenesis of varietal variety «Vatan» is shown. Concentrations of drugs that have the maximum stimulating effect on wheat in the two-week-old seedling stage were revealed: for «EcoLarix», the concentration is 80 mg/l. The preparation «BioLarix» is more preferable for stim-

ulating the growth of wheat in the early stages of ontogenesis, causes a manifestation of protective ontogenetic strategy in common wheat - with increasing dose of the drug the morphological integration of plants grows. The protective nature of the plant's response to the drug is confirmed by the fact that the maintenance and enhancement of the morphological integrity of plants requires energy expenditure, and adaptation to stress is always energy-intensive. The variability of the ratio of above-ground to underground mass decreases with increasing dose to 60 mg/l and increases with further increase in the dose of the drug. In general, the limits of variation of this indicator (23.73 – 42.68 %) in the experiments with the «BioLarix» preparation are lower than in the experiments with the testing of the «EcoLarix» preparation (48.89 – 249.70 %). The vitality of soft wheat seedlings with an increase in the dose of the preparation increases with the manifestation of the hormetic effect at a dose of 20 ml/l. It has been established that energy costs in the development of plants are redistributed between maintaining the morphological integrity of plants, stimulating and stabilizing plant growth. Summarizing the response of various indicators of seedlings to the use of the preparation «BioLarix», we can conclude that the optimal dose is 20 ml/l.