

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРА РОСТА МЕССИДОР, КС НА ПОСЕВАХ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО

И. Г. БРУЙ

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»  
г. Жодино, Республика Беларусь, 2220160, e-mail: brui@list.ru

Д. Ф. ПРИВАЛОВ

Институт защиты растений»  
п. Прилуки, Республика Беларусь, 223011, e-mail: dmitriyizr@mail.ru

Поступила в редакцию (22.06.2022)

В статье показана эффективность применения регулятора роста Мессидор, КС на основе прогексадиона Са, 50 г/л и метикватхлорида, 300 г/л компании BASF на посевах ярового ячменя. Исследования проводились на полях РУП «Научно-практический Центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию» Смолевичского района Минской области в 2013–2014 гг. на сорте Магутны в 2015, 2017 гг. на сортах Гонар, Магутны и Фэст, в 2020–2021 гг. – на сортах Рейдер, Мустанг, Адамант.

Обработки посевов ячменя в стадии начало выхода в трубку (ВВСН 31-32) в норме расхода 0,5 л/га обеспечивает снижение высоты посева на 9,8–11,4 %, обеспечивает устойчивость культуры к полеганию в среднем на 8,4 балла, что выше контроля на 4,2 балла. В вариантах обработки формируется большая плотность продуктивных побегов в среднем по сортам на 71–124 шт./м<sup>2</sup> по отношению к контрольному варианту. Существует тесная корреляционная связь ( $r=0,852$ ) между плотностью продуктивного стеблестоя и урожайностью ячменя, которая описывается уравнением полинома второго порядка, при высоком коэффициенте детерминации ( $R=0,751$ ).

Достоверно большая плотность продуктивного стеблестоя и большая масса 1000 зерен на 3,4–6,7 ц/га или 5,5–13,9 % в вариантах применения препарата Мессидор в годы, с уровнем полегания посевов в среднем на 4,8 балла, способствуют формированию и сохранению большей на 3,4–6,7 ц/га или 5,5–13,9 % урожайности зерна ячменя ярового.

**Ключевые слова:** регулятор роста, яровой ячмень, устойчивость к полеганию, продуктивный стеблестой, урожайность.

The article shows the effectiveness of the use of growth regulator Messidor, SC based on calcium prohexadione (50 g/l) and metiquat chloride (300 g/l) from BASF company on spring barley crops. The research was carried out on the fields of the RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture» in Smolevichi district of Minsk region in 2013–2014 on the variety Magutny; in 2015 and 2017 – on varieties Gonar, Magutny and Fest; in 2020–2021 – on varieties Raid-er, Mustang, Adamant.

The treatment of barley crops at the stage of beginning of emergence into the tube (BBCH 31–32) at a rate of 0.5 l/ha provides a decrease in the height of sowing by 9.8–11.4%, ensures the resistance of crop to lodging by an average of 8.4 points, which is higher than the control by 4.2 points. In the treatment options, a high density of productive shoots is formed on average for varieties by 71–124 pcs/m<sup>2</sup> in relation to the control variant. There is a close correlation ( $r=0.852$ ) between the density of productive stem and the yield of barley, which is described by the equation of the second order polynomial, with a high coefficient of determination ( $R=0.751$ ).

Significantly higher density of productive stalks and weight of 1000 grains by 0.34–0.67 t/ha or 5.5–13.9 % in the variants of using Messidor in years, with an average level of lodging of crops by 4.8 points, contribute to the formation and preservation of a 0.34–0.67 t/ha or 5.5–13.9 % higher yield of spring barley grain.

**Key words:** growth regulator, spring barley, resistance to lodging, productive stem density, productivity.

### Введение

Регуляторы роста растений являются синтетическими соединениями, которые в настоящее время используются в основном, для снижения высоты посева без изменения показателей развития растений. Это достигается путем уменьшения длины и снижения скорости деления клеток, что влияет на морфологическую структуру стебля. Регуляторы роста являются антогонистами гиббереллинов и ауксинов, именно эти гормоны в первую очередь ответственны за удлинение стеблей. Еще в 1949 г. были открыты росторегулирующие свойства некоторых соединений никотина [1]. С развитием биологической науки были открыты и другие соединения, которые впоследствии стали использоваться при возделывании сельскохозяйственных и садовых культур.

Несмотря на то, что ингибиторы роста по сравнению с гербицидами, фунгицидами и инсектицидами занимают относительно незначительное место в мировой продаже химических средств защиты растений, они представляют коммерчески важную группу биорегуляторов роста и развития растений, и стали неотъемлемой частью производства культур. Контролируя вегетативный рост в условиях интенсивного садоводства, стало возможным формировать компактные фруктовые деревья с высокой продуктивностью, оптимизируя расходы на их обрезку и формирование кроны. Активно используются регуляторы роста при выращивании декоративных растений и формирования газонов [2, 3, 4]. Наиболее широкое применение нашли регуляторы роста, ретардантного действия при возделывании зерновых культур для снижения полегания культур и связанных с этим явлением потерь урожайности [5, 6].

Как правило, ретарданты не изменяют структуру растительного покрова, кроме длины стебля. Отмечается, что при раннем применении препаратов антигиббереллиновой группы (ССС, тринексапак-этил) и соединений, высвобождающих этилен (этефон), интенсивность кушения немного увеличивается, однако этот эффект носит временный характер и при созревании не зарегистрировано никакого влияния регуляторов роста на увеличение числа побегов [5]. Авторы отмечают, что регуляторы роста не оказывают значимого влияния на рост корней с точки зрения удлинения (снижения) или накопления их сухой массы, несмотря на выраженный стресс у обработанных растений. Изменения урожайности зерна связаны с изменениями массы 1000 зерен или количеством зерен в колосе [5, 7]. В основном в литературе отмечается, что использование ретардантов на зерновых культурах направлено на повышение сопротивления соломины к излому и снижению рисков полегания культуры при формировании высокой урожайности и в период интенсивных дождей и ветров.

Цель работы заключалась в оценке потенциала регулятора роста Мессидор, КС для модификации посевов ярового ячменя в условиях возделывания Беларуси.

#### Основная часть

Регуляторные свойства препарата Мессидор, КС с действующими веществами прогексадион Са, 50 г/л+мепикватхлорид, 300 г/л и его влияние на урожайность ячменя изучались в 2013–2014 гг. на сорте ячменя Магутны, в 2015, 2017 гг. на сортах Гонар, Магутны и Фэст, в 2020–2021 гг. – на сортах Рейдер, Мустанг, Адамант.

Полевые опыты были заложены на полях РУП «Научно-практический Центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию» Смолевичского района Минской области методом системных блоков в 4-кратной повторности. Учётная площадь делянки 25–30 м<sup>2</sup>, норма высева 4,0–4,5 млн всхожих зерен на 1 га. Агрохимические показатели пахотного горизонта почвы определяли в соответствии с общепринятыми методиками. Пахотный горизонт характеризовался следующими агрохимическими показателями: содержанием гумуса от 2,0 до 2,2 %, рН (КС1) 6,0–6,2, подвижного фосфора 136–187 и обменного калия 208–346 мг на кг почвы. В связи со схемой чередования культур опыты закладывались ежегодно на новом поле севооборота. Удобрения вносились из расчета N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>80</sub> (азотные удобрения в предпосевное внесение и в подкормку 30 кг/га). Защита от сорняков, болезней и вредителей проводилась в соответствии с отраслевым регламентом возделывания культуры.

Развитие растений учитывалось по десятичному коду роста и развития растений хлебных злаков (ВВСН). Структура урожайности определялась по общепринятой методике снопового анализа после ручной уборки всех растений на закреплённых площадках. Учет полегания посевов ячменя проводился с использованием балльной шкалы, где 0 – отсутствие полегания на делянке, 9 – полное полегание. Уборку посевов ячменя в опытах осуществляли методом прямого комбайнирования и учета урожайности по деляночно с последующим пересчётом ее на 100 % чистоту и стандартную влажность (14 %). Статистическая обработка данных проводилась методами дисперсионного и регрессионного анализов по Б. А. Доспехову [5] с помощью пакета программ, входящего в состав Microsoft Excel и с использованием компьютерной программы АВ-STAT.

Оптимальная норма расхода препарата установлена в условиях фитотронно-тепличного комплекса и в полевых опытах в результате скрининга норм расхода от 0,5 до 1,5 л/га, внесенных в фазу ВВСН 31-32. Использование Мессидора в норме расхода 1,0 л/га обеспечило снижение длины 2-го, 3-го и 4-го междоузлий на 8,0–12,5 %, 6,1–12,0 % и 1,3–8,4 % соответственно, а общая высота растений снизилась в среднем на 7,1–17,1 % и составила 87,9–97,1 см в зависимости от сорта ячменя (рис. 1).

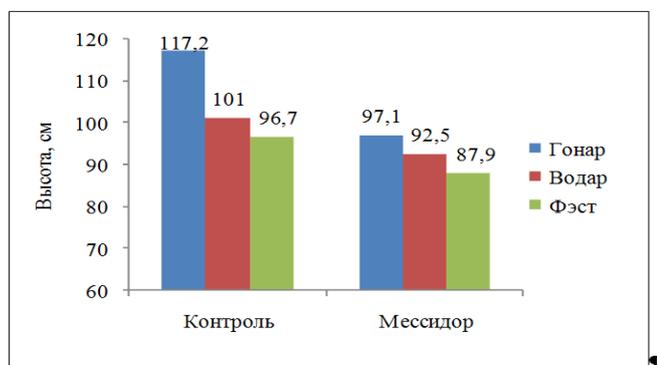


Рис. 1. Влияние ретарданта Мессидор на высоту растений ярового ячменя, в зависимости от сорта в условиях ФТК, см

При применении препарата отмечена стимуляция побегообразования в период трубкавания ячменя – на 30-й день после внесения препарата доказано достоверное увеличение числа побегов на рас-

тении на 8,2–43,9 %, однако к уборке на всех сортах ячменя произошел сброс побегов, и плотность продуктивного стеблестоя снизилась на 7,4 % (Гонар), 11,3 % (Водар) и 21,6 % (Фэст). Сброс продуктивного стеблестоя при применении ретарданта был компенсирован ростом массы 1000 зерен на 2,4–6,6 %. И в условиях ФТК урожайность ячменя сортов Гонар и Водар и Фэст имела тенденцию к снижению на 8,5–24,2 %. Данный факт подтвердил высокие ингибирующие свойства препарата Мессидор, что послужило основанием для испытания в полевых условиях более низкой нормы расхода препарата – 0,5 л/га.

Довольно часто ретарданты называют морфорегуляторами, и это название более точно отражает другую сторону воздействия этих препаратов на растительный организм. Важно заметить, что внесение регуляторов роста не только уменьшает риск полегания за счет сокращения высоты растений, но и может изменять морфологию растений, архитектуру посева, что позволяет менять эффективность процесса фотосинтеза и уровень формирующейся урожайности.

В наших исследованиях установлено, что внесение Мессидора, наряду со снижением высоты растений, влияет на их массу, накопление сухого вещества и побегообразование. Так, под действием препарата, уже на 12-й день после обработки масса растений ячменя сорта Гонар была ниже на 35,4 % в сравнении с контролем; на 20-й день – на 14,2 %, на 30-й день – на 17,7 %, а процент сухого вещества в растениях ячменя сорта возрастал через 12 дней на 2,2–6,6 %, на 20-й – на 4,3–7,2 %, на 30-й – на 2,8–15,3 % в зависимости от сорта. То есть установлено, что ретардант влияет на содержание влаги в растениях и способствуют формированию ксероморфной структуры растений, что повышает устойчивость культуры к неблагоприятным факторам внешней среды.

**В полевых условиях** ретардантная активность препарата Мессидор была выше, чем в теплице. Длина соломины во все годы испытаний была достоверно ниже контроля на 9,8–11,4 %, что в среднем по сортам за шесть лет испытаний составило 10,8 %, или 7,3 см (рис. 2).

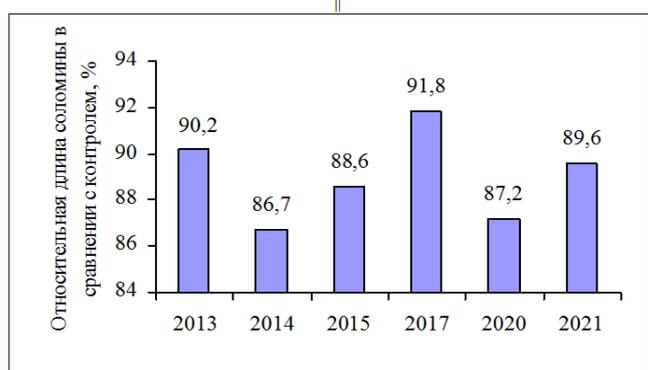


Рис. 2. Влияние ретарданта Мессидор (0,5 л/га) на высоту растений ярового ячменя в полевых условиях, % (среднее по сортам)

По годам исследований уровень полегания ячменя был различным. В 2013 и 2014 годах устойчивость ячменя сорта Магутны оценивалась на 3,5 и 4,5 балла соответственно, в 2015 году средний уровень устойчивости оценивался в 6,3 балла: от 4,5 на сорте Гонар и 5,5 балла на сорте Магутны до 9 баллов на сорте Фэст. В 2017 году средний по культуре балл устойчивости составил 2,4: 1,5 балла – на сорте Гонар, 2,5 – на сорте Магутны и 3 балла на сорте Фэст. В 2020 и 2021 гг. более устойчивым показал себя ячмень сорта Рейдер – 4,0 балла, чуть ниже устойчивость к полеганию у сорта Мустанг – 3,5 балла, менее склонен к полеганию ячмень сорта Адамант – 5,5 балла.

Таблица 1. Влияние ретарданта Мессидор на устойчивость к полеганию ярового ячменя и плотность продуктивного стеблестоя (среднее по сортам)

Вариант	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2017 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее
Устойчивость к полеганию, балл							
Контроль	3,5	4,5	6,3	2,3	4,3	4,3	4,2
Мессидор, 0,5 л/га	7,0	8,5	9,0	8,7	8,7	8,7	8,4
Отклонение к контролю, балл	3,5	4,0	2,7	6,4	4,4	4,4	4,2
Плотность продуктивного стеблестоя, шт./м <sup>2</sup>							
Контроль	786	677	499	564	649	514	615
Мессидор	857	679	572	645	773	583	685
Отклонение к контролю, шт./м <sup>2</sup>	71	2	73	81	124	69	70
Отклонение к контролю, %	9,0	0,3	14,6	14,4	19,1	13,4	11,4
<i>HCP<sub>05</sub></i>	62	58	54	50	71	44	

Снижение высоты посева и укрепление соломины ярового ячменя после обработки препаратом Мессидор обеспечили большую устойчивость ячменя к полеганию. Причем, во все годы испытаний посева практически не полегли. Если в контрольных вариантах опытов устойчивость посевов оценивалась от 2,3 до 4,5 баллов в среднем по сортам, то в варианте обработки Мессидором – 8,4–9,0 баллов. Таким образом, можно констатировать, что применение морфорегулятора Мессидор, КС в норме расхода 0,5 л/га в фазу ВВСН 31-32 повышает устойчивость к полеганию ячменя в два раза (табл. 1). Кроме того, в полевых условиях отмечено достоверное влияние морфорегулятора на формирование и сохранение продуктивного стеблестоя ячменя. В вариантах обработки формировалось в среднем по сортам 572–857 продуктивных побега, что на 71–124 шт./м<sup>2</sup> больше в сравнении с контрольным вариантом (табл. 1).

Установлена тесная корреляционная связь ( $r=0,852$ ) между плотностью продуктивного стеблестоя и урожайностью ячменя, которая описывается уравнением полиномы второго порядка, при высоком коэффициенте детерминации ( $R=0,751$ ) (рис. 3). Повышение устойчивости к полеганию способствовало росту массы 1000 зерен на 0,8–2,4 г, или 1,6–5,4 % в зависимости от года, что также положительно сказалось на урожайности культуры – коэффициент корреляции составил  $r=0,474$ .

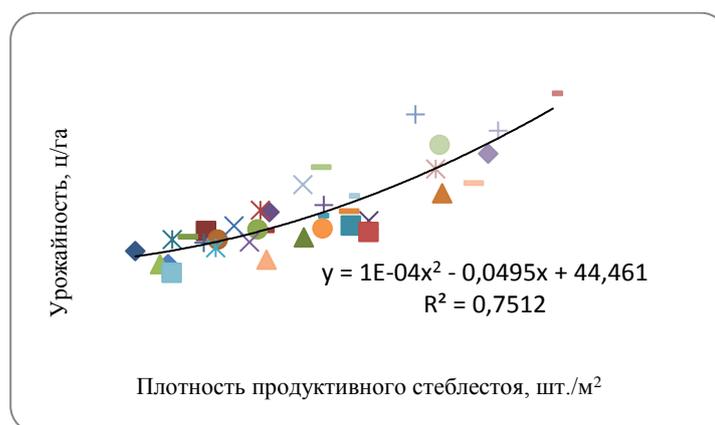


Рис. 3. Корреляционная связь плотности продуктивного стеблестоя и урожайности ярового ячменя (среднее по сортам за 6 лет)

Значительно большая плотность продуктивного стеблестоя в вариантах обработки Мессидором за счет формирования и сохранения большего числа побегов второго порядка закономерно привело к снижению числа зерен в колосе на 8,6–15,4 % (табл. 2).

Таблица 2. Влияние ретарданта Мессидор на массу 1000 зерен и число зерен в колосе ярового ячменя (среднее по сортам)

Вариант	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2017 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее
Масса 1000 зерен, г							
Контроль	44,1	48,7	48,3	44,4	48,3	38,6	45,4
Мессидор	46,5	49,5	49,8	46,7	47,7	40,4	46,8
Отклонение к контролю, г	2,4	0,8	1,5	2,3	-0,6	1,8	1,4
Отклонение к контролю, %	5,4	1,6	3,1	5,2	-1,2	4,7	3,0
<i>HCP<sub>05</sub></i>	1,3	0,8	0,9	1,0	1,1	0,6	
Число зерен в колосе, шт.							
Контроль	23,1	19,5	19,6	19,8	21,1	23,3	21,1
Мессидор	21,0	16,5	17,8	18,1	18,9	20,8	18,9
Отклонение к контролю, г	-2,1	-3,0	-1,8	-1,7	-2,2	-2,5	
Отклонение к контролю, %	-9,1	-15,4	-9,2	-8,6	-10,4	-10,7	
<i>HCP<sub>05</sub></i>	1,8	2,2	1,3	1,8	1,4	2,1	

Однако большая плотность продуктивного стеблестоя и большая масса 1000 зерен в вариантах применения препарата Мессидор в норме расхода 0,5 л/га на яровом ячмене в годы, когда отмечено полегание посевов в среднем на 4,8 балла способствовали формированию и сохранению большей на 3,4–6,7 ц/га, или 5,5–13,9 % урожайности зерна ячменя ярового (рис. 4).



Рис. 4. Относительная урожайность ярового ячменя после обработки посевов ретардантом Мессидор (0,5 л/га) (среднее по сортам)

В целом, в благоприятных для возделывания культуры условиях вегетации, при формировании урожайности в среднем 51,2 ц/га (контроль) применение ретарданта Мессидор, КС в течение шести лет на различных сортах ячменя позволило получить дополнительно 4,8 ц/га, или 9,4 % зерна ячменя.

### Заключение

1. Обработки посевов ячменя стадии ВВСН 31-32 регулятором роста Мессидор, КС (прогексадион Са, 50 г/л+мепикватхлорид ,300 г/л) в норме расхода 0,5 л/га обеспечивает снижение высоты посева на 9,8–11,4 %, устойчивость культуры к полеганию в среднем на 8,4 балла, что выше контроля на 4,2 балла.

2. Установлено достоверное влияние морфорегулятора Мессидор, КС на формирование и сохранение продуктивного стеблестоя ячменя. В вариантах обработки формировалось в среднем по сортам на 71–124 шт./м<sup>2</sup> продуктивных побега больше, по отношению к контрольному варианту.

3. Повышение устойчивости к полеганию способствовало росту массы 1000 зерен на 0,8–2,4 г, или 1,6–5,4 % в зависимости от года, (коэффициент корреляции составил  $r=0,474$ ).

4. Установлена тесная корреляционная связь ( $r=0,852$ ) между плотностью продуктивного стеблестоя и урожайностью ячменя, которая описывается уравнением полиномы второго порядка, при высоком коэффициенте детерминации ( $R=0,751$ ).

4. Достоверно большая плотность продуктивного стеблестоя и большая масса 1000 зерен в вариантах применения препарата Мессидор в норме расхода 0,5 л/га в годы, с уровнем полегания посевов в среднем на 4,8 балла способствовали формированию и сохранению большей на 3,4–6,7 ц/га, или 5,5–13,9 % урожайности зерна ячменя ярового.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Mitchell JW, Wirwille JW, Weil L. Plant growth-regulating properties of some nicotinium compounds. – Режим доступа: <https://www.science.org/doi/epdf/10.1126/science.110.2854.252>. – Дата доступа 05.04.2022.

2. Pedro, L. Nfluência do etil-trinexarac no crescimento inicial do eucalipto / universidade estadual paulista – unesp câmpus de jaboticabal / L. Pedro Luis // 2014/ – Режим доступа: <https://www.lapda.org.br/storage/downloads/influencia-do-etil-trinexarac-no-crescimento-inicial-do-eucalipto-3278.pdf>. – Дата доступа 05.04.2022.

3. Cláudia, I Growth regulators and essential oil production / L. Cláudia, I. Prins, // Braz. J. Plant Physiol. 22(2). 2010. – P. 91–102. – Режим доступа: <https://www.scielo.br/bjpp/a/hsd84jgv8xrgfwdzghrhds/?format=pdf&lang=en>. – Дата доступа 05.04.2022.

4. Gianfagna T. Natural and synthetic growth regulators and their use in horticultural and agronomic crops. See Ref. 32a. – 1995. – pp. 751–73.

5. Rajala, a. Plant growth regulators to manipulate cereal growth in northern growing conditions / academic dissertation // Academic dissertation. – Helsinki. – 2003. – p. 47.

6. Бруй, И. Г. Влияние ретарданов на устойчивость к полеганию и урожайность сортов ярового ячменя / И. Г. Бруй, Д. Ф. Привалов, Е. И. Мазюк // Земледелие и защита растений. – 2018. – №2. – С. 7–12.

7. Bingham, I. J. Commercially available plant growth regulators and promoters modify bulk tissue abscisic acid concentrations in spring barley, but not root growth and yield response to drought / I. J. Bingham, V. B. McCabe. // Annals of applied biology. – 2006. – Vol. 149, – №3. – P. 291–304.