

6. 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. – V 149–3.– P. 291–304.

FFECTIVENESS OF TRINEXAPAC-ETHYL-BASED GROWTH REGULATORS ON SPRING BARLEY

I.G. Brui

The influence of different doses of trinexapac-ethyl-based retardants on lodging resistance of spring barley and their effect on productivity elements and crop yield is shown in the paper. The application of trinexapac-ethyl at a rate of 75 ml/ha of active substance increases the resistance to lodging by 3.5-5.5 points; at a rate of 100 ml/ha – by 3.5-7.7 points, and at a rate of 150 ml/ha – by 7.5-9.0 points and save on average 4.8-7.4 dt of seeds per ha, and up to 8.2-10.7 dt of seeds per ha in the years when lodging was high.

УДК 631.811.87:633.16«321»

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ОСНОВЕ ДЕЙСТВУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ МЕПИКВАТХЛОРИД + ЭТЕФОН НА ЯЧМЕНЕ ЯРОВОМ

И.Г. Бруй, кандидат с.-х. наук

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Поступила 29.03.2022)*

Рецензент: Зубкович А.А., кандидат с.-х. наук

Аннотация. В статье показано влияние способов применения ретардантов на основе мепикватхлорид + этефон на устойчивость к полеганию ярового ячменя, их влияние на элементы продуктивности и урожайность культуры. Двукратная обработка посевов ячменя стадиях ВВСН 31+ ВВСН 39 снижает высоту растений на 6,5–19,1%, повышает устойчивость культуры к полеганию на 3,2 балла и урожайность зерна на 3,3–7,2 ц/га. Однократная обработка ячменя в фазу ВВСН 31 повышает устойчивость культуры к полеганию на 2,2 балла, урожайности зерна на 2,1–6,6 ц/га.

Введение. Интенсивные технологии возделывания зерновых культур, рассчитанные на высокий уровень урожайности, соблюдение агротехнических стандартов, чередование культур в севообороте, сбалансированное внесение минерального питания, высокий уровень азота, внесение микроудобрений и средств защиты растений, а также благоприятные погодные условия, особенно по водообеспеченности, определяют высокую плотность продуктивного стеблестоя ярового ячменя – более 800 колосьев на квадратном метре. При такой плотности во время интенсивного роста растений в высоту нижние междоузлия сильно затеняются листовой массой, ухудшается равномерность солнечной ин-

соляции, обмен воздуха в стеблестое, задерживается влага, вследствие чего увеличивается патогенная нагрузка, снижается фотосинтетическая деятельность, и, как следствие, механические ткани соломины остаются недоразвитыми, снижается прочность стебля и устойчивость к полеганию. Поэтому способы повышения посевов ячменя к полеганию имеют важное значение в технологиях возделывания высокопродуктивных ценозов культуры. Частота полегания посевов на каждом конкретном поле определяет необходимость включения в технологию возделывания обработку посевов ретардантами, что стимулирует развитие механических тканей, их утолщение и укрепление, а также позволяет снизить высоту растений [1–5].

В задачу наших исследований входило определение эффективности применения ретардантов с различными по силе ростотормозящими свойствами.

Материалы и методы исследований. Эффективность регуляторов роста с действующим веществом мепикватхлорид, 305 г/л + этефон, 155 г/л, обеспечивающих торможение синтеза гиббереллина [4] и снижение его активности изучалась в 1997–1998 гг. (Терпал, ВР) на сорте ячменя *Гонар*, в 2009–2010 гг. (Терпал, ВР) на сортах *Гонар* и *Якуб*, в 2011 г. (Терпал, ВР, Минирост, ВР) на сортах *Сябра*, *Якуб*, *Магутны*, в 2015–2017 гг. (Терпал, ВР, Минос, ВР) – на ячмене сортов *Гонар*, *Магутны*, *Фэст*, *Водар*.

Полевые опыты были заложены методом системных блоков в 4-кратной повторности. Учетная площадь делянки – 25–30 м², 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 %, подвижного фосфора 136–187 и обменного калия 208–346 мг/кг почвы, pH (KCl) 6,0–6,2. В связи со схемой чередования культур опыты закладывались ежегодно на новом поле севооборота. Удобрения вносили из расчета N₁₂₀P₆₀K₈₀ (азотные удобрения N₉₀ в предпосевное внесение и N₃₀ в подкормку).

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 (*BBSH*).

Структура урожайности определялась по общепринятой методике снопового анализа после ручной уборки всех растений на закрепленных площадках. Учет полегания посевов ячменя проводили с использованием балльной шкалы, где 0 – отсутствие полегания на делянке, 9 – полное полегание. Уборку посевов ячменя в опытах проводили методом прямого комбайнирования, учет урожайности поделяночно с последующим пересчетом ее на 100 % чистоту и стандартную влажность (14 %).

Статистическая обработка данных проводилась методами дисперсионного и регрессионного анализов по Б.А. Доспехову с помощью пакета программ, входящего в состав Microsoft Excel и с использованием компьютерной программы AB-STAT.

Результаты исследований и их обсуждение. Так как в фазу начало выхода в трубку начинается интенсивный рост соломины, а нижние междоузлия «отвечают» за устойчивость к полеганию ячменя, в эту фазу (ВВСН 31–32) вносили максимальную норму расхода (1,5 л/га) препаратов группы мепикватхлорид, 305 г/л + этефон, 155 г/л.

Продолжительность ретардантной активности препаратов данной группы около 3–7 дней, а период выхода в трубку (интенсивного роста) не менее двух недель. В опытах предусмотрена двукратная обработка посевов: в фазу ВВСН 31–32 для укрепления нижней части соломины и повторная обработка в период вытягивания последнего подколосного междоузлия – в фазу развернутого флагового листа ВВСН 39.

В годы с достаточным влагообеспечением эффективнее длину соломины ярового ячменя снижали ретарданты, если применялись двукратно. Длина соломины в данном варианте обработки посева снижалась в зависимости от года исследований на 9–17 см или на 6,5–19,1 %.

Применение ретардантов в стадии 31 обеспечило менее значимый эффект – 3–9 см или на 2,0–8,3 % и статистически достоверно снижало длину только первых двух междоузлий.

Более эффективно применение рассматриваемых ретардантов на посевах ярового ячменя по способу двукратной обработки посевов в стадии ВВСН 31+39, поскольку отмечается статистически достоверное укорачивание длин двух нижних на 22–18 % и двух верхних междоузлий на 16–29 % (рисунок 1).

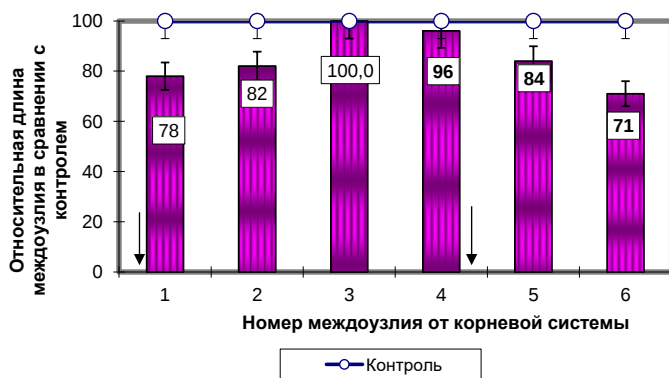


Рисунок 1 – Относительная длина междоузлий ярового ячменя при двукратном применении ретардантов на основе мепикватхлорида и этефона (среднее по сортам за 7 лет)

В работе проанализированы годы, когда посевы ячменя полегли в той или иной степени. В среднем по годам устойчивость ячменя к полеганию оценивалась на 4,5 балла. Применение ретардантов в начале выхода растений в трубку

в норме 1,5 л/га повышало устойчивость посевов к полеганию на 1,5–3,0 балла, что в среднем по годам составило 2,2 балла (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние ретардантов на основе мепикватхлорида и этефона на устойчивость ячменя ярового к полеганию, балл (среднее по сортам)

Норма расхода регулятора роста, фаза внесения	1997 г.	1998 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2015 г.	2017 г.	Среднее	+ к контролю
Контроль	4,5	3,0	3,5	6,0	3,0	5,0	3,5	4,1	
1,5 л/га, ВВСН 31	7,5	5,5	6,0	8,0	5,5	5,0	6,5	6,3	2,2
1,0 л/га, ВВСН 31 + 1,0 л/га, ВВСН 39	7,5	7,0	8,0	8,5	8,0	6,5	5,5	7,3	3,2
Среднее по вариантам обработки	7,5	6,3	7,0	8,3	6,8	5,8	6,0	6,8	2,7
Отклонение средней к контролю	3,0	3,3	3,5	2,3	3,8	0,8	2,5		

Эффективность двукратного применения препаратов выше. Обработка посевов ячменя в начале выхода в трубку и по флаговому листу (ВВСН 39) тормозит рост всех междоузлий соломины и повышает устойчивость посевов к полеганию на 1,5–4,5 балла. В среднем по сортам такая обработка обеспечила высокий уровень устойчивости посевов – 5,5–8,5 баллов, что выше контроля в среднем на 3,2 балла. В целом, применение морфорегуляторов на основе мепикватхлорид, 305 г/л + этефон, 155 г/л в норме расхода 1,5–2,0 л/га повышает устойчивость посевов ярового ячменя к полеганию на 0,8–3,3 балла.

В научной литературе имеется информация о снижении апикального доминирования главного побега и связанного с этим повышения общей и продуктивной кустистости под влиянием обработки посевов ретардантами [5].

По результатам наших исследований плотность продуктивного стеблестоя ярового ячменя в большей степени зависела от влагообеспеченности посевов во время вегетации, чем от применения препаратов рассматриваемой группы. Плотность продуктивного стеблестоя в среднем по сортам по годам исследований изменялась относительно средней по опыту от –9,7 до +21,8 %, в то время как обработка ретардантами на основе мепикватхлорида и этефона изменяла рассматриваемый показатель на 3,0–10,7 % относительно контроля в среднем по годам (таблица 2).

Повышение устойчивости растений к полеганию привело к изменению массы 1000 зерен у сортов ярового ячменя.

За счет повышения устойчивости ячменя ярового к полеганию в среднем за годы исследований на 2,2 балла, и улучшения условий для налива зерна после однократной обработки ячменя масса 1000 зерен возрастала в среднем на 1,2 г. Усиление ретардантного действия за счет двукратной обработки, обеспечившего большую устойчивость к полеганию, позволило сформировать большую в среднем на 2,7 г массу 1000 зерен. В целом за годы исследований применение морфорегуляторов на основе мепикватхлорида, 305 г/л и этефона, 155 г/л в

Таблица 2 – Влияние ретардантов на основе мепикватхлорида и этефона на плотность продуктивного стеблестоя ярового ячменя, шт./м² (среднее по сортам)

Норма расхода регулятора роста, срок внесения	1997 г.	1998 г.	2009г.	2010 г.	2011 г.	2015 г.	2017 г.	Среднее
Контроль	521	653	505	527	497	484	565	536
1,5 л/га, ВВСН 31	513	667	522	543	520	501	595	552
1,0 л/га, ВВСН 31 +1,0 л/га, ВВСН 39	498	651	518	546	527	568*	618*	561
Среднее по вариантам обработки,	506	659	520	545	524	535	607	556
Отклонение среднего к контролю, %	-3,0	0,9	3,0	3,3	5,3	10,4	7,3	3,7
НСР 05	46	54	61	55	58	67	53	

**достоверное отклонение к контролю*

норме расхода 1,5–2,0 л/га достоверно повышало массу 1000 зерен ярового ячменя на 2,0 г (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние ретардантов на основе мепикватхлорида, 305 г/л и этефона, 155 г/л на массу 1000 зерен ярового ячменя, г (среднее по сортам)

Норма расхода регулятора роста, срок внесения	1997 г.	1998 г.	2009г.	2010 г.	2011 г.	2015 г.	2017 г.	Среднее	+ к контролю, г
Контроль	43,2	44,8	42,9	44,2	40,4	44,4	46,2		
1,5 л/га, ВВСН 31	44,0	45,0	44,7	44,9	40,9	45,7	49,2	44,9	1,2
1,0 л/га, ВВСН 31 +1,0 л/га, ВВСН 39	44,5	46,0	45,3	45,9	41,5	48,7	53,4	46,5	2,7
Среднее по вариантам обработки, балл	44,3	45,5	46,8	45,4	50,2	47,2	51,3	45,7	2,0
Отклонение среднего к контролю, г	1,1	0,7	3,9	1,2	9,8	2,8	5,1	2,0	
Отклонение среднего к контролю, %	2,4	1,6	9,1	2,7	24,3	6,3	11,0	4,5	

НСР 05 (год исследований)

0,87

НСР 05 (вариант обработки)

1,4

НСР 05 ч.ср.

2,3

Несмотря на то, что изучаемые регуляторы роста на основе мепикватхлорида и этефона обладают более мягким ростингибирующим действием в сравнении с регуляторами роста на основе тринексапак-этила и в меньшей степени влияют на плотность продуктивного стеблестоя, в среднем по всем сортам и за все годы исследований урожайность культуры повышалась на 4,1 ц/га, а по годам исследований на 2,7–6,2 ц/га. Причем, двукратное внесение этих регуляторов роста оказывало большее влияние на рассматриваемый показатель – уро-

жайность возрастала на 3,3–7,2 ц/га, в среднем по годам на 5,0 ц/га. Торможение роста на первых этапах выхода растений в трубку однократно привело к росту урожайности на 2,1–6,6 ц/га, или в среднем по годам на 3,2 ц/га.

В целом, применение морфорегуляторов на основе мепикватхлорида, 305 г/л и этефона, 155 г/л в норме расхода 1,5 л/га однократно и по 1,0 л/га двукратно достоверно повышало урожайность сортов ячменя ярового на 6,8–16,8 % (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние ретардантов на основе мепикватхлорида и этефона на урожайность ярового, ц/га (среднее по сортам)

Норма расхода регулятора роста, срок внесения	1997 г.	1998 г.	2009г.	2010 г.	2011 г.	2015 г.	2017 г.	Среднее	+ к контролю, ц/га
Контроль	39,9	43,2	42,3	46,4	36,8	44,4	46,2		
1,5 л/га, ВВСН 31	42,0	46,2	45,0	50,0	43,4	45,7	49,2	45,9	3,2
1,0 л/га, ВВСН 31 +1,0 л/га, ВВСН 39	43,2	47,9	46,9	51,4	42,6	48,7	53,4	47,7	5,0
Среднее по вариантам обработки, ц/га	42,6	47,1	46,0	50,7	43,0	47,2	51,3	46,8	
Отклонение средней к контролю, ц/га	2,7	3,8	3,7	4,3	6,2	2,8	5,1		4,1
Отклонение к контролю, %	6,8	8,9	8,6	9,3	16,8	6,3	11,0	9,6	

НСР 05 (год исследований)

1,3

НСР 05 (вариант обработки)

2,1

НСР 05 ч.ср.

2,3

Установлено, что рост урожайности ячменя был обеспечен повышением массы 1000 зерен. Корреляционная связь ($r=0,617$) между массой 1000 зерен и урожайностью ячменя и описывается уравнением полиномы второго порядка при достаточно высоком коэффициенте детерминации ($R=0,407$) (рисунок 2). Корреляционный анализ данных за 7 лет на шести сортах ячменя, в различных условиях вегетации показал наличие средней корреляционной связи ($r=0,458$) между уровнем устойчивости ячменя к полеганию и урожайностью при применении ретардантов на основе мепикватхлорида и этефона.

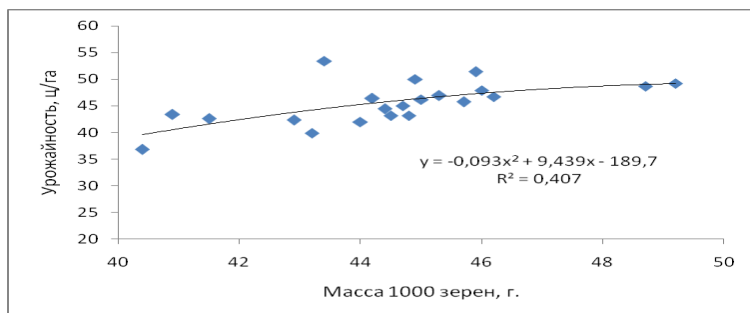


Рисунок 2 – Связь массы 1000 зерен с урожайностью ярового ячменя

Выводы

1. Способ двукратной обработки посевов ячменя ретардантами на основе мепикватхлорид, 305 г/л + этефон, 155 г/л в стадии ВВСН 31+39 обеспечивает снижение высоты растений на 9–17 см или на 6,5–19,1 % и обеспечивает устойчивость культуры к полеганию в среднем на 7,3 балла, что выше контроля на 3,2 балла.

2. Однократное применение морфорегуляторов на основе мепикватхлорид + этефон в норме расхода 1,5 л/га снижает посев на 3–9 см или 2,0–8,3 % и обеспечивает устойчивость культуры к полеганию в среднем на 6,3 балла, что выше контроля на 2,2 балла.

3. Повышение устойчивости ячменя ярового к полеганию в среднем за годы исследований на 2,2 балла обеспечивает тенденцию роста массы 1000 зерен в среднем на 1,2 г. Рост устойчивости на 3,2 балла достоверно повышал массу 1000 зерен на 2,0 г.

4. Установлена корреляционная связь ($r=0,617$) между массой 1000 зерен и урожайностью ячменя при достаточно высоком коэффициенте детерминации ($R=0,407$). Корреляционная связь между уровнем устойчивости ячменя к полеганию и урожайностью при применении ретардантов на основе мепикватхлорида и этефона составляет $r=0,458$.

5. Однократное и двукратное внесение морфорегуляторов на основе мепикватхлорид, 305 г/л + этефон, 155 г/л позволяет получить дополнительно соответственно на 2,1–6,6 ц/га и 3,3–7,2 ц/га зерна ячменя больше в сравнении с контролем.

Литература

1. Буга, С.Ф. Патологическое полегание озимых, вызываемое церкоспореллезом, и меры борьбы с ним / С. Ф. Буга, Л. А. Ушкевич // Повышение устойчивости зерновых культур к полеганию : материалы конф. / Белорус. науч.-исслед. ин-т земледелия ; редкол.: В. П. Самсонов [и др.]. – Жодино, 1979. – С. 101–104.
2. Привалов, Ф.И. Научные основы повышения продуктивности зерновых культур в системе интенсивных технологий в Беларуси : дис. ... докт. с.-х. наук: 06.01.09 / Ф.И. Привалов ; РУП «Научно-Практический Центр НАН Беларуси по земледелию». – Горки, 2009. – 270 с.
3. Тютюнов, С.И. Влияние интенсификации возделывания на урожайность ярового ячменя / С.И. Тютюнов [и др.] // Сахарная свекла. – 2020. – №9. – С. 41–44
4. Brown, R. Inhibition of gibberellins 3 β hydroxylase by novel acylcyclohexanedione derivatives / R. Brown, L. Yan, M. Beale, P. Hedden // Phytochemistry, 1998. – P. 679–687.
5. Rademacher, W. Growth Retardants: Effects on Gibberellin Biosynthesis and Other Metabolic Pathways / W. Rademacher // Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. – 2000. – № 51. – P. 501–531.

EFFICIENCY OF APPLICATION OF THE GROWTH REGULATORS BASED ON MEPIQUAT CHLORIDE AND ETHEPHON TO SPRING BARLEY

I.G. Brui

The article shows the influence of the ways of the retardants application based on mepiquat chloride+ethephon on spring barley resistance to lodging, their impact

on the elements of productivity and yield of the crop. A double treatment of barley at the BBCH 31+ BBCH 39 stages reduces the plant height by 6.5-19.1%, increases the resistance to lodging by 3.2 points and yield by 3.3-7.2 dt/ha. A single treatment of barley at the BBCH 31 stage increases the crop resistance to lodging by 2.2 points and grain yield by 2.1-6.6 dt/ha.

УДК 633.853.494:632.48

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НА СКОРОСТЬ РОСТА И ИНТЕНСИВНОСТЬ СПОРООБРАЗОВАНИЯ ВОЗБУДИТЕЛЯ ФОМОЗА РАПСА (*PHOMA LINGAM* (TODE) DESM.)

Е.С. Бык, М.Н. Шашко, научные сотрудники, **Я.Э. Пилюк**, доктор с.-х. наук
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Поступила 25.04.2022 г.)

Рецензент: Ю.А. Сущевич, канд. с.-х. наук

Аннотация. В статье изложены результаты исследований по изучению возбудителя рака корневой шейки рапса (*Phoma lingam* Tode. Desm.) в лабораторных условиях с целью определения оптимальных условий культивирования возбудителя фомоза для получения максимально спороносящей культуры, чтобы наработать инокулюм для заражения растений. В результате проведенных исследований было выявлено, что состав искусственной питательной среды оказывает большее влияние на скорость роста и диаметр колонии по сравнению с режимами освещения. Для роста колоний *P. lingam* оптимальными средами являются V-4 и КГА. Для процесса спорообразования патогена определяющим фактором был режим освещения. Эритемные лампы значительно усиливают способность гриба продуцировать споры.

Введение. Рапс является одной из наиболее перспективных масличных культур в связи с увеличением потребности Республики Беларусь в растительных маслах и высокобелковых кормах. Кроме того, сорта отечественной селекции являются высокопродуктивными и хорошо приспособлены к умеренному климату Беларуси. В связи с этим объемы производства ежегодно увеличиваются, что приводит к росту поражения посевов болезнями [8, 9].

Одной из наиболее распространенных и вредоносных болезней рапса во всем мире является фомоз (рак корневой шейки и стебля или сухая гниль), возбудителем которого является сумчатый гриб *Leptosphaeria maculans* Ces. & De Not. с пикнидиальной стадией *Phoma lingam* (Tode) Desm. [1, 3]. В данной работе изучали пикнидиальную стадию гриба, поэтому далее по тексту используется последнее из приведенных выше систематических названий.

Паразитирует патоген в течение всего вегетационного периода на семядолях, стеблях, листьях, цветоносах, семенах и корневой системе культурных и дикорастущих растениях семейства *Brassicaceae* [3, 8, 12].