

УДК: 631.162:631.527.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГЛОНА С ЦЕЛЬЮ ОТБОРА УСТОЙЧИВЫХ К АБИОТИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

В.А. МИХКЕЛЬМАН, к. с.-х. н.; В.В. ПЫЛЬНЕВ, д. б. н.;
Н.А. КОЗЛОВА, к. с.-х. н.; И.В. БЕССАРАБЕНКО, асп.

(Кафедра селекции и семеноводства полевых культур)

За 11-летний период в три этапа — 1984–1989 гг., 2001 и 2002 гг. и 2005–2007 гг. — установлено, что обработка растений водным раствором реглона в дозе 1,5–2,0 л/га в период начала колошения ячменя создает стрессовую ситуацию, приводящую к снижению урожая. Такое снижение урожая аналогично снижению, возникающему при втором (позднем) сроке сева конкурсного сортоиспытания. Данная закономерность позволяет заменить трудоемкий и дорогостоящий посев КСИ в два срока обработкой растений обычного срока сева реглоном.

Выявление сортов ячменя с хорошей пластичностью (сохраняющих высокую урожайность при разных условиях) — задача сложная, требующая многолетних наблюдений и использования дополнительных приемов, таких как экологическое испытание, многолетнее конкурсное сортоиспытание, при изучении сортовых особенностей по реакции сортов на разный минеральный фон, густоту посева, срок сева и т.п. На протяжении многих лет мы высеивали перспективные сорта ячменя в два срока. Первый срок — оптимальный, второй — поздний, т.е. через 10–12 дней после первого, для достижения контрастности условий. Этот способ позволяет установить сортовые различия на неблагоприятные абиотические факторы среды при позднем сроке сева по степени снижения урожайности относительно оптимального, первого срока сева. Однако второй срок сева имеет ряд недостатков. Не всегда складывающиеся погодные условия позволяют его провести. Снижение

урожайности при позднем сроке сева наблюдается не каждый год. При втором сроке относительная ошибка опыта возрастает, особенно в засушливые годы [4]. Повторный посев конкурсного сортоиспытания требует дополнительных трудовых и материальных затрат.

Поэтому для снижения трудоемкости и повышения результативности отбора при установлении устойчивых сортов ячменя к абиотическим факторам среды поздний срок сева можно заменить созданием стрессовой ситуации путем обработки растений водным раствором реглона в дозе 1,5–2,0 л/га в посевах с оптимальным сроком сева в фазу начала колошения [8].

Исследования проводились в течение 11 лет в три этапа — 1984–1989 гг., 2001–2002 гг. и 2005–2007 гг. — в инновационно-технологическом центре интенсивного земледелия и животноводства РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева в учхозе Михайловске Подольского района Московской области*.

* В исследовании принимали участие С.А. Апенников, В.Н. Игонин, Е.Ф. Осипова под научным руководством проф. Ю.Б. Коновалова.

Методика и материал исследований

Объектом исследования служили межсортовые гибриды ярового ячменя (F_9), полученные на кафедре селекции и семеноводства полевых культур МСХА и сорта, рекомендованные для производства в Нечерноземной зоне.

В схеме опыта было 3 варианта. В 1-м варианте сорта высевали при достижении физической спелости почвы (первый срок сева), во 2-м — через 10–12 дней после первого срока сева (второй срок сева), в 3-м варианте растения обрабатывали водным раствором реглона в дозе 1,5–2,0 л/га в фазу начала колошения поперек делянок конкурсного сортоиспытания первого срока сева.

Сорта в вариантах размещали в первом повторении систематическим, в остальных — рендомизированным способом. Повторность опыта — 3–4-кратная. Площадь делянки 1-го, 2-го и 3-го вариантов составляла соответственно 9, 10 и 1 м². Норма высева — 5 млн всхожих семян на 1 га.

В фазу полных всходов отмечали пробные площадки и определяли число взошедших растений. Наблюдения и учет проводили согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [6]. Структуру

урожая определяли по сноповым образцам с пробных площадок 0,25 м². Статистическую обработку полученных данных проводили методами дисперсионного и корреляционного анализов [3].

Результаты и их обсуждение

Первоначально исследования имели косвенный характер: изучали реакцию растений ячменя на срок (фазу) обработки и дозу реглона. Установлено, что оптимальным сроком обработки растений препаратом является начало колошения.

Данные о реакции сортов ячменя на дозу реглона, приведенные в таблице 1, показывают, что при благоприятно складывающихся метеорологических условиях (это видно по развитию растений к моменту начала колошения) лучше использовать реглон в дозе 2,0 л/га, при которой получают более контрастный эффект, выраженный в снижении урожайности по сравнению с первым сроком сева — 76,9%. Связь между урожайностью второго срока сева и вариантом с дозой 1,5 реглона ($r = 0,73^{**}$) и 2,0 л/га ($r = 0,73^{**}$) одинаковая. Кроме того, было установлено, что доза менее 1,5 л/га является недостаточной для проявления эффекта, а доза выше 2 л/га может быть летальна в засушливые годы.

Таблица 1
Реакция сортов ячменя на срок сева и обработку растений реглоном (1984–1985 гг.)

Сортообразец	Урожайность, ц/га				В % к первому сроку		
	срок сева		реглон, л/га		второй срок сева	реглон, л/га	
	первый	второй	1,5	2,0		1,5	2,0
№ 258	49,1	50,3	47,0	37,5	102	96	76
№ 76	47,9	45,8	41,2	34,6	96	86	72
Московский 121	39,2	35,1	36,9	31,4	89	94	80
Надя	39,4	40,5	38,1	34,8	103	97	88
Носовский 9	55,2	49,8	49,0	43,0	90	89	78
Зазерский 85	58,4	48,1	53,7	45,8	82	92	78
Московский 2	47,7	44,2	44,8	37,0	93	94	78
Московский 3	48,4	41,5	41,1	35,3	86	85	73
№ 251	45,8	43,4	35,7	35,7	95	78	78
№ 252	44,7	46,5	39,5	33,4	104	88	75
Винер	43,9	36,2	37,7	31,1	82	86	71
В среднем	47,2	43,8	42,2	36,3	92,9	89,4	76,9

За многолетний период наблюдений (8 лет) было установлено, что урожайность ячменя при позднем сроке сева относительно урожайности при оптимальном сроке сева колебалась по годам от 48,3 до 104,3%; в варианте с дозой реглона 2 л/га — от 39,7 до 83,6% (табл. 2). Таким образом, в варианте с реглоном наблюдалось постоянное снижение урожайности по от-

ношению к первому сроку сева. Снижение урожайности в этом варианте превышало таковое при втором сроке сева.

Коэффициенты корреляции между урожайностью одних и тех же сортов при позднем сроке сева и после обработки растений реглоном были положительными, высокими и достоверными (табл. 3).

Таблица 2
Урожайность ячменя в зависимости от сроков сева и обработки растений реглоном

Вариант	Урожайность						В среднем за 1984–1989 гг.	Урожайность		В среднем за 2001–2002 гг.
	1984 г.	1985 г.	1986 г.	1987 г.	1988 г.	1989 г.		2001 г.	2002 г.	
1-й срок сева (контроль)	456	48,9	32,8	60,7	30,7	35,6	42,4	19,9	22,4	21,1
2-й срок сева	<u>36,5</u> 80,0	<u>51,0</u> 104,3	<u>25,8</u> 78,7	<u>32,7</u> 53,9	<u>27,2</u> 88,6	<u>17,2</u> 48,3	<u>31,7</u> 74,8	<u>12,0</u> 60,3	<u>16,3</u> 72,8	<u>14,1</u> 66,8
Обработка реглоном	<u>32,1</u> 70,4	<u>40,9</u> 83,6	<u>23,7</u> 72,3	<u>40,6</u> 66,9	<u>22,5</u> 73,3	<u>22,7</u> 63,8	<u>30,4</u> 71,7	<u>7,9</u> 39,7	<u>10,6</u> 47,3	<u>9,2</u> 43,6

Примечание. Числитель — ц/га; знаменатель — % к контролю.

Таблица 3
Связь между урожайностью и вариантами опыта

Вариант сравнения	Коэффициент корреляции, г									
1-й срок — 2-й срок сева	0,88**	0,61*	0,95**	0,39	0,90**	0,53	—	0,81**	0,51	—
1-й срок сева — реглон	0,85**	0,85**	0,91**	0,74*	0,90**	0,73*	—	0,82**	0,61	—
2-й срок сева — реглон	0,83**	0,725*	0,87**	0,16	0,83**	0,74*	—	0,86**	0,67*	—

Примечание. * P < 0,05; ** P < 0,01.

Эффект, достигаемый при обработке растений реглоном в дозе 2 л/га при первом сроке сева, аналогичен полученному при посеве КСИ во второй срок сева. Это объясняется тем, что запаздывание с посевом приводит к ускоренному развитию растений, т.е. к сокращению вегетационного периода и снижению фотосинтетического потенциала [1], усиливает отрицательное действие засухи, частота встречаемости которой составляет в нашей зоне 33–42% [2]. Под влиянием засухи резко сокращается размер листового аппара-

та, подавляется активность фотосинтеза и усиливаются процессы дыхания [9], возрастает количество моносахаридов вследствие гидролиза полисахаридов и подавляется синтез белка, уменьшается содержание ростовых веществ и белкового азота [4, 5].

При обработке растений дефолиантами резко снижается водоудерживающая способность клеток, уменьшается содержание хлорофилла и воды, нарушается обмен веществ, т.е. замедляется процесс образования органического вещества, увеличивается количе-

ство продуктов распада белков и других соединений, перемещаемых из листового аппарата в растение.

Таким образом, многие физиологические процессы, возникающие при обработке растений реглоном, аналогичны таковым при воздействии засухи.

Несмотря на однотипность снижения урожайности при втором сроке сева и при обработке ячменя реглоном число достоверных связей между урожайностью и значениями основных элементов структуры урожая было большим во втором случае (табл. 4).

Таблица 4

Число достоверных связей между урожайностью и значениями основных элементов структуры урожая (из 8 случаев)

Вариант	Число растений	Продуктивная куклстистость	Масса зерна, г		Масса 1000 зерен, г	Число зерен с колоса
			с колоса	с растения		
1-й срок сева	2	0	2	2	2	0
2-й срок сева	2	0	1	1	0	1
Реглоном	4	0	4	3	3	1

Следовательно, ориентируясь на урожайность, можно выделять сорта с хорошей продуктивностью колоса и большей массой 1000 зерен. Это является дополнительной и важной информацией, что в сумме с результатами, полученными при посеве сортов в два срока, позволяет дать более широкую характеристику изучаемому селекционному материалу.

В 2004 г. сложились благоприятные метеорологические условия, при которых урожайность ячменя в конкурсном сортоиспытании в среднем составила 52 ц/га. Отобрали ряд перспективных сотов и сгруппировали их по урожайности в три условные группы: высоко-, средне- и низкоурожайные. В первую группу вошли 6 номеров со средней урожайностью 59,1 ц/га, во вторую и третью — по 4 сорта с урожайностью в среднем соответственно группам 52,6 и 45,3 ц/га. В нашу задачу входило узнать — сохранится ли ранжировка сортов по урожайности по годам и каково будет влияние на эту ранжировку сроков сева и обработки растений реглоном.

Для интерпретации полученных результатов большое значение имеет анализ метеорологических условий этих лет, так как по данным И.С. Шатилова урожайность ячменя на 40% зависит

именно от метеорологических условий [11]. В год получения семян (2004 г.) среднесуточная температура и количество осадков были близкие к среднемноголетним значениям. В 2005 г. (первый год испытания потомства) при втором сроке сева в период подготовка почвы — посев и посев — всходы наблюдалась более жаркая сухая погода, чем при первом сроке сева. Это, безусловно, способствовало резкому снижению урожайности ячменя (до 50% при первом сроке сева).

В 2006 г. при раннем севе значения изучаемых метеофакторов до кущения были аналогичны значениям 2004 г., что являлось основой получения хорошей урожайности ячменя (46,6 ц/га). Однако задержка с севом привела к тому, что этот же межфазный период проходил при более высокой среднесуточной температуре и меньшем количестве осадков в период посев — всходы, что привело к снижению урожайности на 25%.

В исключительно сухом и жарком 2007 г. при посеве во второй срок погодные условия были лучше, чем при первом сроке: выпало достаточное количество осадков, но среднесуточная температура в период посев — всходы была на 8–11°С выше, что обусловило снижение урожайности всего на 9% по

сравнению с урожайностью, полученной при первом сроке (15,4 ц/га). В сложившихся условиях чрезвычайно трудно дать оценку сортам и вести отбор [10].

Задержка с севом на 10–12 дней приводит к тому, что фазы вегетационного периода растений проходят при разных влаго-температурных условиях. Следует иметь в виду также изменение длины светового дня при посеве в разные сроки. Все это в сумме имитирует в какой-то степени экологическое сортоиспытание.

Для изучения реакции сортов на метеорологические условия года, сроки сева и обработку растений реглоном вычисляли средние значения урожайности потомства по группам сортов. Одновременно с оценкой всей группы в целом ежегодно в каждом варианте выделяли по 4 сорта с максимальной и минимальной урожайностью, чтобы определить, из каких отобранных групп формировались лидеры и аутсайдеры.

Оценивая в целом урожайность сортов от трех разных по урожайности групп, можно сделать следующее заключение. При близких метеорологических условиях как в год получения семян, так и при испытании сортов (2004 и 2006 гг.) при первом сроке сева различие по урожайности в 2006 г. (48,6 и 44,0 ц/га) между высоко- и низкоурожайными группами было достоверно и аналогично различию, которое наблюдалось у исходных сортов в 2004 г. (табл. 5). Связь между урожайностями сортов в эти годы была высокой, положительной и достоверной ($r=0,65^{**}$). В 2005 и особенно в 2007 г. такой связи не наблюдалось.

Следовательно, даже применяя высокую агротехнику при испытании сортов (обработка почвы, удобрение, срок сева и т.п.) получают результаты, которые будут воспроизводиться в той или иной степени при аналогичных метеорологических условиях. Поэтому для полной характеристики ма-

Таблица 5

Урожайность потомства в среднем по группам сортов

Вариант	Исходная группа сортов	2005 г.	2006 г.	2007 г.	В среднем за 2005–2007 гг.
1-й срок сева	Высокоурожайная	27,8	48,6	17,6	31,3
	Среднеурожайная	25,6	45,6	16,8	29,3
	Низкоурожайная	24,3	44,0	16,4	28,2
	НСР ₀₅	5,6	4,2	3,1	
2-й срок сева	Высокоурожайная	13,8	35,8	15,9	21,8
		50,4	26,3	9,7	28,8
	Среднеурожайная	14,8	35,0	16,1	22,0
		42,2	23,2	4,2	23,2
	Низкоурожайная	14,4	33,5	15,1	21,0
		40,7	23,8	8,0	24,2
	НСР ₀₅	2,4	2,5	3,4	
Обработка растений реглоном	Высокоурожайная	14,7	27,9	15,7	19,4
		47,0	42,6	10,8	33,5
	Среднеурожайная	15,1	28,4	16,9	20,1
		41,0	37,7	0,0	26,2
	Низкоурожайная	12,6	27,9	14,2	18,2
		48,0	36,6	13,4	32,7
	НСР ₀₅	4,8	5,0	3,7	

Примечание. Числитель — ц/га, знаменатель — снижение урожайности, в % к урожайности первого срока сева.

териала необходимо как минимум три-четыре разных по метеоусловиям года, полное сочетание метеоусловий за этот срок маловероятно. Все это влияет на принятие решений о перспективности отдельного сорта, затягивает время сортоиспытания

Отсутствие связи между урожайностью исходных сортов и урожайностью сортов в последующие годы изучения при позднем посеве и обработке растений регионом говорит о том, что первоначальная ранжировка сортов по урожайности нарушена. Следует отметить, что снижение урожайности, вызванное задержкой сева и использованием региона, было практически одинаковое, но у высокоурожайных сортов это проявилось в большей степени (28,8 и 33,5%) по сравнению с сортами из других групп — 23,2–26,2% (см. табл. 5).

Как отмечалось выше, из каждого варианта испытания сортов выделяли по 4 сорта с максимальной и минимальной урожайностью. Если бы конкурсное сортоиспытание проводилось обычным способом, в один срок сева, то за 3 года из 12 случаев с максимальной урожайностью 10 сортов были потомством из высокоурожайной группы, а из 12 сортов с минимальной урожайностью 6 сортов — из низкоурожайной группы (табл. 6).

Все это свидетельствует о том, что при испытании образцов с оптималь-

ным (первым) сроком сева воспроизводимость ранжирования сортов по урожайности из группы высокоурожайных была лучшей (83%), чем из группы низкоурожайных сортов (50%). При задержке с посевом (второй срок) и обработке растений регионом сорта из высокоурожайной группы занимали лидирующее положение только в 5 случаях из 12 в обоих вариантах. Хотя вероятность того, что какой-то сорт будет лидером при всех способах испытания мала (в нашем случае это не наблюдалось), дополнительная оценка пластичности сортов по реакции на второй срок сева и обработку регионом позволяет более тщательно отобрать перспективные для передачи в ГСИ сорта.

Как уже отмечалось, снижение урожайности, вызванное задержкой сева и обработкой растений регионом, было аналогичным (см. табл. 2, 5). Однако число достоверных связей между урожайностью и значениями основных элементов структуры урожая было большим при использовании региона. Например, в 2005 г. в этом варианте установлена положительная связь между урожайностью и массой зерна с колоса и растения, что не наблюдалось при втором сроке сева.

При обработке растений регионом из трех случаев-лет дважды была показана существенная роль боковых колосьев ($r=0,62^*$ и $0,54^*$ в 2005 и 2007 гг.)

Таблица 6

Представительство сортов с максимальной и минимальной урожайностью в зависимости от года и варианта испытания потомства

Вариант	Исходная группа сортов	2005 г.		2006 г.		2007 г.		В сумме за 3 года	
		урожайность						max.	min.
		max.	min.	max.	min.	max.	min.		
1-й срок сева	Высокоурожайная	3	—	4	1	3	1	10	2
	Среднеурожайная	—	2	—	1	1	1	1	4
	Низкоурожайная	1	2	—	2	—	2	1	6
2-й срок сева	Высокоурожайная	2	3	1	—	2	1	5	4
	Среднеурожайная	—	1	2	3	1	2	3	6
	Низкоурожайная	2	—	1	1	1	1	4	2
Обработка растений регионом	Высокоурожайная	2	—	1	1	2	2	5	3
	Среднеурожайная	2	3	2	2	2	1	6	6
	Низкоурожайная	—	1	1	1	—	1	1	3

в формировании урожая. Можно предположить, что в результате травмирования главного стебля реглоном в момент начала колошения происходит компенсационный эффект за счет развития боковых колосьев. Таким образом, высокая урожайность сортов в этом варианте косвенно свидетельствует о хорошей способности этих сортов реализовать свой урожайный потенциал через интенсивное развитие боковых колосьев, что представляет определенный интерес в селекции ячменя.

Выводы

1. Обработка растений водным раствором реглона в дозе 1,5–2,0 л/га в период начала колошения ячменя создает стрессовую ситуацию, приводящую к аналогичному снижению урожая, возникающему при втором (позднем) сроке сева конкурсного сортоиспытания.

2. Воспроизводимость сортов из высоко- и низкоурожайных групп при первом (оптимальном) сроке сева была разной — соответственно группам 83 и 50%. Дополнительная оценка пластичности сорта по реакции на второй срок сева и обработку реглоном позволяет более тщательно отобрать перспективные для передачи в ГСИ сорта.

3. В варианте с использованием реглона установлена положительная связь между урожайностью и продуктивностью колоса и растения, массой 1000 зерен, а также выявлена положительная роль боковых колосьев в формировании урожая ($r = 0,62^*$ и $0,54^*$), что свидетельствует о перспективности отбора сортов с интенсивным развитием боковых колосьев.

Библиографический список

1. Бикбатыров Ф.Е. Формирование урожая пивоваренного ячменя сорта Михайловский в зависимости от сроков посева и нормы высева семян: Автореф. канд. дисс. Уфа, 2007. — 2. Гулинова Н.В. Агроклиматические ресурсы Нечерноземной зоны РСФСР. В кн.: Агрометеорологические условия и продуктивность сельского хозяйства Нечерноземной зоны РСФСР. Л.: Гидрометеиздат, 1978. С. 17–37. — 3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. — 4. Кыдыров Т.Г., Тяжкова Л.А. К вопросу о возможности восстановления некоторых нарушенных процессов в поврежденных засухой растениях пшеницы // Физиол. растений, 1962. Т. 9. Вып. 4. С. 425–432. — 5. Максимов Н.А. Изб. работы по засухоустойчивости и зимостойкости растений. М.: Изд-во АН СССР, 1952. Т.1. — 6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1971. Вып. 2. — 7. Михкельман В.А. Оценка сортов ячменя в конкурсном сортоиспытании при двух сроках сева // Изв. ТСХА, 1997. Вып. 2. С. 59–75. — 8. Патент на изобретение. Способ отбора устойчивых к абиотическим факторам среды сортов ярового ячменя RU 2264083 C2, Бюл. №32, 20.11.2005 / Коновалов Ю.Б., Михкельман В.А., Алеников С.А., Игнин В.Н., Козлова Н.А. — 9. Петин Н.С. Вопросы физиологических основ орошения с.-х. культур // Проблемы борьбы с засухой и рост производства с.-х. продукции. М., 1974. С. 143–148. — 10. Смирнов А.В., Гохман М.В. Биометрические методы в селекции растений. М.: Агропромиздат, 1985. — 11. Шатилов И.С., Гановская Г.В., Замараев А.Г. Фотосинтетический потенциал и урожайность зерновых культур // Изв. ТСХА, 1979. Вып. 4. С. 18–30.

Рецензент — д. б. н. А.А. Соловьев

SUMMARY

Over a period of eleven years at three stages — in 1984–1989, in 2001–2002 and in 2005–2007 it has been discovered that the treatment of plants with water solution of reglon in dose of 1.5–2.0 litres per hectare at the start of barley ear emergence leads to stressful situation reducing potential yield. This reduction is analogous to the one arising at the second (later) time of competitive quality testing sowing. The regularity allows to change labour-intensive and expensive sowing twice to treatment plants with reglon once.