

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ И БИОТЕХНОЛОГИЯ

Известия ТСХА, выпуск 2, 2008 год

УДК 631.81.095.337:631.559:633.1

ДЕЙСТВИЕ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ, УРОЖАЙНОСТЬ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Л.Э. ГУНАР, к. б. н.; В.А. КАРАБАЕВ*, д. ф.-м. н.; Р.В. СЫЧЕВ, асп.

(Кафедра хранения, переработки и товароведения
продукции растениеводства)

Показано непосредственное участие первичных процессов фотосинтеза в продукционном процессе озимой ржи при двух способах обработки фиторегуляторами. Установлена тесная взаимосвязь между интенсивностью прохождения первичных реакций фотосинтеза и урожайностью озимой ржи. Установлено положительное воздействие кремнийорганических соединений на процесс формирования урожайности и технологические свойства зерна ярового ячменя.

Одним из направлений в создании высокоэффективных фиторегуляторов роста растений является разработка и исследование препаратов природного происхождения, содержащих в своем составе композиции различных биологически активных соединений.

Целью работы явилось изучение воздействия ранее не применяемых на яровом ячмене и озимой ржи стимуляторов роста на основе оксикоричных кислот (циркон), brassinosteroidов (эпин) и кремнийорганических соединений (крезивал, мивал), которые, как показывают результаты научных исследований, оказывают влияние на процессы развития растений и их сопротивление различным неблагоприятным воздействиям. Данные о степени воздействия указанных препаратов на первичные процессы фотосинтеза сопоставлялись с биометрическими показателями, величиной урожайности и показателями технологических свойств зерна.

Методика исследований

Полевые опыты проводили в 2003-2004 и 2007 гг. в типичных условиях Нечерноземной зоны на базе лаборатории растениеводства РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева по общепринятой агротехнике возделывания. Повторность опыта — 4-кратная, учетная площадь делянки — 5 м².

В опытах изучали действие фиторегуляторов на люминесцентные, физиологические и технологические показатели озимой ржи сорта Данковская Золотистая и ячменя сорта Михайловский; на ржи применяли предпосевную обработку семян и опрыскивание вегетирующих растений в фазу кущения — начала выхода в трубку, на ячмене — только второй способ. Препараты мивал и крезивал (2003-2004 гг.) применяли в виде 0,01% растворов, а крезацин (2007 г.) — в виде 1%-го раствора. Действие данных препаратов сопоставляли с действием ра-

* Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, физический факультет.

нее изученных препаратов на основе оксикоричных кислот (циркон) и брасиностероидов (эпин) [1, 3]. Для предпосевной обработки использовали эпин (200 мл/т) и циркон (2 мл/т), а при опрыскивании — соответственно 50 и 20 мл/га. Медленную индукцию флуоресценции (МИФ) определяли по методике, описанной в работе [6]. В качестве параметра МИФ использовали отношение $(F_m - F_t)/F_t$. Ранее было показано, что этот показатель характеризует фотосинтетическую активность растений [2, 8].

Математическую обработку, структурный анализ урожайных данных и анализ качественных показателей проводили согласно ГОСТам.

Результаты и их обсуждение

Как показали результаты опыта, обработка семян ржи фиторегуляторами приводила к увеличению значений $(F_m - F_t)/F_t$ МИФ по сравнению с контролем (табл. 1); максимальный эффект наблюдался через 5 недель при применении мивала и кризевала —

соответственно 24 и 36%. Значительное стимулирующее действие препаратов было зарегистрировано и при II отборе проб, наибольший стимулирующий эффект оказывал кризевал.

Стимулирующее действие фиторегуляторов, обнаруженное нами по показателю $(F_m - F_t)/F_t$, характеризующему интенсивность прохождения первичных реакций фотосинтеза, сохранялось достаточно долго (7 недель), что отразилось на продуктивности растений. Достоверное повышение урожайности отмечалось во всех вариантах (табл. 2), при этом оно сопровождалось улучшением показателей, характеризующих структуру урожая. Применение циркона благоприятно отразилось на всех показателях, кроме высоты растений, в этом случае не было выявлено достоверных различий. Единственным препаратом, применение которого способствовало достоверному увеличению высоты растений, был мивал; при его использовании также достоверно повышались все элементы структуры урожая.

Таблица 1

Значения показателя $(F_m - F_t)/F_t$ медленной индукции флуоресценции листьев ржи после обработки фиторегуляторами. Полевой опыт 2003-2004 гг.

Вариант	Обработка семян		Обработка растений	
	I отбор (5 недель)	II отбор (7 недель)	I отбор (1 неделя)	II отбор (3 недели)
Контроль	0,55 (100%)	0,68 (100%)	0,61 (100%)	0,67 (100%)
Эпин	0,69 (125%)	0,87 (128%)	0,68 (111%)	0,93 (139%)
Циркон	0,69 (125%)	0,84 (124%)	0,71 (116%)	0,87 (130%)
Мивал	0,75 (136%)	0,87 (128%)	0,69 (113%)	0,77 (115%)
Кризевал	0,75 (136%)	0,90 (132%)	0,72 (118%)	0,75 (112%)

Таблица 2

Урожай и элементы структуры урожая озимой ржи (предпосевная обработка семян)

Вариант	Урожай, ц/га	Высота растения, см	Общая кустистость, шт.	Продуктивная кустистость, шт.	Длина главного колоса, см	Число колосков в главном колосе, шт.	Число зерен в главном колосе, шт.	Масса зерна с главного колоса, г	Число зерен с растения, шт.	Средняя масса зерна с растения, г
Контроль	37,8	150,93	1,88	1,77	7,91	28,27	42,55	1,60	105,98	3,974
Эпин	43,8	152,73	2,39	2,20	8,48	30,69	45,38	1,73	156,67	5,963
Циркон	46,6	153,67	2,38	2,28	8,87	32,48	50,26	2,01	160,07	6,404
Мивал	38,8	158,77	3,02	2,58	9,39	32,53	49,85	2,04	167,49	6,842
НСР ₀₅	1,0	5,914	0,496	0,436	0,591	2,025	4,123	0,159	39,668	1,572

Анализ данных, полученных методом МИФ, и урожайных данных позволяет сделать вывод о том, что предпосевная обработка семян всеми использованными в опыте фиторегуляторами способствовала повышению интенсивности прохождения первичных процессов фотосинтеза озимой ржи, что обеспечило получение достоверной прибавки урожая.

Обработка вегетирующих растений всеми исследуемыми препаратами также приводила к увеличению фотосинтетической активности на 11-39% (см. табл. 1).

Через одну неделю после обработки (I отбор) достоверных различий в действии препаратов обнаружено не было. Через 3 недели после обработки (II отбор) более заметное стимулирующее действие по сравнению с действием мивала и крезивала оказали эпин и циркон. Следует отметить, что наибольший стимулирующий эффект наблюдался через 3 недели при обра-

ботке растений эпином (39% по сравнению с контролем). В данном опыте обработка вегетирующих растений фиторегуляторами, так же как и предпосевная обработка семян, стимулировала проходжение первичных реакций фотосинтеза во всех вариантах опыта.

Повышение фотосинтетической активности на протяжении довольно длительного времени способствовало активизации ростовых процессов, что положительно сказалось на урожайности озимой ржи. Достоверные прибавки урожая были получены от применения всех фиторегуляторов (табл. 3).

Предпосевная обработка семян фиторегуляторами не оказала существенного влияния на качество урожая, лишь в варианте с применением мивала значительно снизился показатель числа падения. Обработки цирконом и мивалом способствовали достоверному повышению массы 1000 зерен (табл. 4).

При обработке фиторегуляторами вегетирующих растений увеличение

Т а б л и ц а 3

Урожай и структура урожая озимой ржи (обработка вегетирующих растений)

Вариант	Урожай, ц/га	Высота растения, см	Общая кустистость, шт.	Продуктивная кустистость, шт.	Длина главного колоса, см	Число колосков в главном колосе, шт.	Число зерен в главном колосе, шт.	Масса зерна с главного колоса, г	Число зерен с растения, шт.	Средняя масса зерна с растения, г
Контроль	33,0	134,07	1,88	1,79	7,16	26,21	37,90	1,48	125,33	4,88
Эпин	37,9	146,39	1,85	1,72	8,52	29,87	45,63	1,75	136,83	5,29
Циркон	38,5	145,64	2,19	2,04	8,90	29,78	48,21	1,92	133,16	5,30
Мивал	39,8	130,99	2,10	2,04	7,47	27,20	56,46	2,25	143,90	5,74
Кризевал	40,9	128,64	1,82	1,78	7,43	27,81	36,35	1,45	120,97	4,81
НСР ₀₅	3,5	22,96	0,38	0,18	0,69	2,65	15,83	0,638	39,81	1,91

Т а б л и ц а 4

Действие фиторегуляторов на технологические качества зерна озимой ржи (предпосевная обработка семян)

Вариант	Число падения		Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г
	сек	класс		
Контроль	229	I	768	37,5
Эпин	239	I	768	38,1
Циркон	166	II	768	40,9
Мивал	213	I	774	40,0
НСР ₀₅	22,7	—	—	1,1

урожайности во всех случаях сопровождалось значительным снижением показателя число падения и незначительным повышением массы 1000 зерен (табл. 5).

В опыте с ячменем для обработки растений использовали также препарат крезацин (синтетический аналог природных фитогормонов женьшеня и элеутерококка).

Действие фиторегуляторов на ячмень было аналогичным таковому на

Т а б л и ц а 5

Действие фиторегуляторов на технологические качества зерна озимой ржи (обработка вегетирующих растений)

Вариант	Число падения		Нату- ра, г/л	Масса 1000 зерен, г
	сек	класс		
Контроль	202	II	772,00	38,94
Эпин	126	III	765,33	38,35
Циркон	158	II	764,67	39,76
Мивал	155	II	766,67	39,80
Кризевал	166	II	764,67	39,81
НСР ₀₅	20,1	—	—	—

озимой ржи: мивал и крезацин способствовали более интенсивному росту и развитию культуры, что проявилось в увеличении ее продуктивности. Об-

работка мивалом привела к повышению урожайности ячменя на 2,8 ц/га, крезацином — на 3,5, их смесью — на 6,3 ц/га по сравнению с контролем. При этом показатели, характеризующие структуру урожая (масса 1000 зерен и число зерен в колосе), увеличились наиболее значительно (табл. 6).

Примененные препараты не оказали существенного воздействия на технологические качества ячменя. Можно отметить положительное действие мивала на показатель выравненность, которое проявилось в увеличении крупной фракции зерна и снижении мелкой. Применение смеси мивала и крезацина также приводило к снижению содержания белка в зерне ячменя (табл. 7).

Т а б л и ц а 6

Урожайность и структура урожая пивоваренного ячменя, обработанного фиторегуляторами (2007 г.)

Вариант	Урожай зерна, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Общая кустистость, шт.	Продуктивная кустистость, шт.	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г	Число зерен с растения, шт.	Масса зерна с растения, г
Контроль	19,0	44,9	1,8	0,9	10,7	0,48	9,4	0,42
Мивал	21,8	45,1	1,7	0,9	11,2	0,50	10,1	0,45
Крезацин	22,5	45,8	1,6	0,8	12,2	0,56	10,5	0,48
Мивал+крезацин	25,3	45,9	1,7	0,9	12,2	0,56	10,8	0,50
НСР ₀₅	3,4	0,1	—	—	0,1	0,07	0,2	0,30

Т а б л и ц а 7

Технологические качества пивоваренного ячменя, обработанного фиторегуляторами (2007 г.)

Вариант	Пленчатость, %	Крупность, %	Выравненность, %			Отход, %	Прорастаемость, %		На абсолютно сухое вещество, %			Натура, г/л
			2,8 мм	2,5 мм	2,2 мм		на 3-й день	на 5-й день	белок	крахмал	экстрактивность	
Контроль	9,7	89,8	52,2	37,6	9,2	0,9	94,6	96,2	14,3	56,4	76,1	653
Мивал	9,7	90,2	54,3	35,8	8,8	1,1	96,2	96,2	14,0	56,2	76,1	647
Крезацин	9,7	86,5	47,1	39,4	12,4	0,8	96,0	96,6	13,7	56,4	75,1	653
Мивал+крезацин	9,8	90,5	50,4	40,1	8,8	1,2	95,8	96,4	13,8	56,6	76,1	652

Заклучение

ЛИТЕРАТУРА

Результаты наших исследований показали непосредственное участие первичных реакций фотосинтеза в продукционном процессе озимой ржи при обработке её фиторегуляторами. Нами обнаружена достаточно тесная взаимосвязь между интенсивностью прохождения первичных реакций фотосинтеза и урожайностью. Установлено также, что увеличение урожайности озимой ржи при обработке вегетирующих растений фиторегуляторами сопровождалось некоторым ухудшением качества зерна. Действие фиторегуляторов зависело от их химической принадлежности.

Применение кремнийорганических соединений способствовало усилению ростовых процессов ярового ячменя, что привело к повышению его продуктивности. Наибольшее увеличение урожайности ячменя происходило при применении смеси мивала и крезацина. При этом несколько улучшились технологические качества зерна ячменя, что проявилось в увеличении крупной (2,8 мм) и уменьшении мелкой (2,2 мм) фракций зерна, а также снижении содержания белка.

1. *Гунар Л.Э., Мякинъков А.Г., Караваев В.А. и др.* Изменения флуоресцентных и физиологических показателей растений ячменя под действием эпина, циркона и гиббереллина // Вестник Московского государственного университета леса (Лесной вестник), 2004. №3 (34). С. 132-136. — 2. *Караваев В.А.* Нелинейные регуляторные процессы в фотосинтезе высших растений. Автореф. докт. дис. М., 1990. — 3. *Малеванная Н.Н.* Препарат циркон — иммуномодулятор нового типа. Тез. докл. Применение препарата циркон в производстве сельскохозяйственной продукции. М., 2004. — 4. *Малеванная Н.Н.* Брассиностероиды — новый класс фитогормонов плеiotропного действия // В сб.: Полифункциональность действия брассиностероидов. М., 2007. С. 75-78. — 5. *Мякинъков А.Г., Гунар Л.Э., Караваев В.А. и др.* Фотосинтетическая активность растений ячменя, обработанных регуляторами роста / Материалы IV международной конференции «Регуляция роста, развития и продуктивности растений». Минск, 2005. — 6. *Gunar L., Karavaev V.A., Myakinkov A.G., Solntsev M.K.* // Collection of scientific papers, Faculty of Agriculture in Ceske Bucejovice, Series for crop sciences, 2004. V.21. № 2. P. 195-198. — 7. *Vajgыз A.* // Plant Physiol. Bioch. 45(2), 95-107. — 8. *Lazar D.* // Biochim Biophys. Acta. 1999. V. 1412. P. 1-28.

Рецензент — д. б. н., проф. Л.А. Дорожкина

SUMMARY

The direct effect of primary photosynthesis processes in winter rye production al process in two ways of phyto regulators treatment has been shown in the article. Close interdependence between primary photosynthesis reactions intensity and winter rye crop capacity has been found. Positive effect of organic silicon compounds on both crop capacity forming process and technological characteristics of spring barley grain is observed.