

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОЙ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ФУНГИЦИДАМИ И ФИТОРЕГУЛЯТОРАМИ В ЗАЩИТЕ РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ ЯЧМЕНЯ

**Введение.** В настоящее время химический метод защиты растений является неременным условием сельскохозяйственного производства. Однако, учитывая отрицательные последствия применения пестицидов, в том числе токсическое действие и генетические изменения (мутации и хромосомные aberrации) у обрабатываемых растений, появление резистентных форм вредителей и болезней, накопление в почве и грунтовых водах, необходимо изыскивать другие, более безопасные способы защиты. Перспективным в этом отношении является использование различных регуляторов роста растений, способных не только снизить фитотоксическое действие пестицидов, но и повысить эффективность борьбы с вредными организмами. Существует также вероятность снижения доз традиционных химических средств защиты и кратности обработок посевов в период вегетации, что крайне важно для улучшения экологической ситуации как в зонах сельскохозяйственного производства, так и в природе в целом.

На сегодняшний день последствия многих фунгицидов, широко используемых в сельском хозяйстве, не конкретизированы даже для отдельных видов растений и тем более сортов. Еще меньше представлено данных о механизме их взаимодействия с биоиммуностимуляторами. В предыдущих наших исследованиях наряду с угнетением процессов прорастания и снижением всхожести показаны наиболее существенные изменения линейного роста и особенно накопления биомассы у первого листа двух изоплазматических линий ячменя и их исходных сортов – доноров ядра и цитоплазмы – «Роланд», «Зазерский-85» под воздействием различных доз фунгицидного препарата «Винцит», сопровождающиеся активацией некоторых ответственных за адаптационные процессы ферментов на фоне снижения общего количества белков, главным образом, за счет легкорастворимой фракции. Регуляторы роста «Эмистим С» (ЭМ) и «Эпибрасинолид» (ЭБ) в разной степени снимали фитотоксический эффект в зависимости от особенностей генотипов еще до момента появления второго листа (что крайне важно для получения конечного урожая) и даже интенсифицировали физиолого-биохимические реакции преимущественно при сокращении дозы фунгицида в 2 раза. Использование уникальных изоплазматических линий позволило предположить, что положительное действие обоих фиторегуляторов связано с усилением вклада генов цитоплазматических органелл в контроле над отдельными звеньями белкового обмена, что может играть существенную роль в

адаптивных реакциях растительного организма к неблагоприятному фактору. Наибольший стимулирующий эффект ЭМ на динейный рост и накопление биомассы объясняется, вероятно, активацией контролирующих функций цитоплазмы над накоплением некоторых ферментативных белков, особенно у наиболее восприимчивого к действию как фунгицидного, так и ростстимулирующих препаратов сорта «Роланд» [1-3].

В последние годы возрос интерес к фиторегуляторам в защите растений от грибных болезней, что открывает широкие возможности для экологизации химического метода. В связи с этим выбор препаратов для комплексной обработки изначально был неслучайным. Согласно каталогу пестицидов, разрешенных для применения в Республике Беларусь [4], «Винцит» рекомендуется для протравливания семян ярового ячменя против плесневения, спорыньи, пыльной и каменной головни, корневых гнилей. Хорошей эффективностью (40-80%) против корневых гнилей фунгицид обладает благодаря входящему в его состав тиабендазолу, полностью уничтожает твердую головню и на 65-100% другие головневые инфекции за счет флутриафола. ЭМ рекомендован для предпосевной обработки преимущественно против бурой ржавчины, корневых гнилей, фитофтороза; ЭБ – для опрыскивания с целью повышения устойчивости к полосатой, темно-бурой и сетчатой пятнистостям. По данным [5], предпосевная обработка семян ярового ячменя как ЭМ, так и ЭБ (препарат эпин), снижала поражение растений корневыми гнилями на 25,2%, гельминтоспориозными пятнистостями (темно-бурой и сетчатой) – на 35,0% на естественном инфекционном фоне. При комплексном применении с фунгицидом «Максим стар» в половинной норме расхода эффективность обработки соответствовала уровню эталона. При обработке семян пшеницы пораженность корневыми гнилями уменьшалась на 40,7-60,0%, развитие бурой ржавчины и септориоза – на 35,6-62,4%. Биологическая и хозяйственная эффективность смесей ЭМ с фунгицидом «Максим-025», взятого в два раза сниженной норме расхода, была на уровне стандарта [6]. Использование ЭМ совместно со сниженной на 50% дозой фунгицида «Роксил» на посевах озимой пшеницы приводило к уменьшению развития мучнистой росы на 15,0%, септориоза – на 21,0%; фунгицида «Тилт» – не снижало его биологической эффективности по отношению к интенсивности развития данных болезней [7].

Исходя из вышесказанного, предлагаемые нами варианты предпосевной комплексной обработки помимо снижения фитотоксического действия фунгицида «Винцит» на прорастание и начальный рост могут обеспечить повышение его эффективности против возбудителей корневых гнилей, занимающих в посевах ячменя первое место по распространенности и вредоносности, и значительно расширить спектр антигрибного действия. Цель данной работы – сравнительное изучение эффективности фунгицида «Винцит» в общепринятой и сниженной в 2 раза дозах, фиторегуляторов ЭМ, ЭБ и смесей препаратов в защите на естественном инфекционном фоне двух изоплазматических линий ячменя и их исходных сортов – «Роланд», «Зазерский-85». При этом мы не исследовали причины повышения болезнеустойчивости растений под воздействием фиторегуляторов, однако подробнее остановились на характере их взаимодействия с фунгицидом, в том числе на уровне различных генетических систем клетки. Интерес к данному вопросу вызван полученными нами ранее данными, свидетельствующими о важной роли в различной направленности действия рострегулирующих препаратов на физиолого-биохимические процессы не только ядра, но в значительной степени и цитоплазматических органелл, что может быть связано с устойчивостью не только к фитотоксическому действию фунгицида, но и к патогенам [8].

**Объекты и методы исследования.** В качестве объектов исследования были использованы изоплазматические линии ячменя (*Hordeum vulgare* L.), полученные в результате 7-кратного беккроссирования (7 × BC) и представляющие собой комбинации ядерных и цитоплазматических геномов в пределах одного вида – «Роланд» («Зазерский»), «Зазерский» («Роланд») и их исходные сорта – «Роланд», «Зазерский-85». Семена обрабатывали фунгицидом, фиторегуляторами и их смесями способом инкрустации с добавлением 1%-й натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы (NaКМЦ). Фунгицидный препарат «Винцит» использовали в рекомендуемой дозе 2 кг/т семян и сниженной в 2 раза – 1 кг/т; ЭМ (комплекс природных ростовых веществ, содержащий фитогормоны, аминокислоты, жирные кислоты, полисахариды и микроэлементы) – в концентрации 5 · 10<sup>-6</sup>%, ЭБ (синтетический аналог природного соединения новой группы фитогормонов – брассиностероидов) – 1 · 10<sup>-6</sup>%. Контролем служили необработанные семена. Вегетационные опыты проводили в 2001 и 2003 гг. в вегетационном павильоне на территории Центрального Ботанического сада НАН Беларуси. Растения ячменя выращивали в сосудах Митчерлиха на дерново-подзолистой почве, смешанной с торфом в соотношении 3:1 на фоне минеральных удобрений N<sub>0,75</sub>P<sub>0,75</sub>K<sub>0,75</sub> по действующему веществу на сосуд. Набивку сосудов и уход за растениями проводили по методике А.В.Соколова, учитывая требования ячменя к условиям произрастания. Интенсивность развития болезней определяли на естественном инфекционном фоне по методам, описанным в [9].

**Результаты и их обсуждение.** В годы проведения вегетационных опытов (2001 и 2003 гг.) основными болезнями ячменя были корневые гнили (табл. 1) и листовые пятнистости (табл. 2), вызываемые гелиминтоспориозными грибами (syn. *Bipolaris* и *Drechslera*); в очень незначительной степени развивалась мучнистая роса (возбудитель – грибы рода *Erysiphe*).

Таблица 1

**Влияние комплексной предпосевной обработки фиторегуляторами и фунгицидами на устойчивость генотипов ячменя к корневым гнилям в вегетационном опыте**

Вариант обработки	2001 г.		2003 г.		Биологическая эффективность, %
	Степень поражения, балл	% развития болезни	Степень поражения, балл	% развития болезни	
<b>«Роланд»</b>					
Контроль	1,25	31,3	0,67	16,7	–
ЭМ	1,10	27,5	0,53	13,3	16,2
ЭБ	1,05	26,3	0,50	12,5	20,6
«Винцит» 2 кг/т	0,70	17,5	0,17	4,2	59,6
«Винцит» 1 кг/т	0,95	23,8	0,30	7,5	39,6
«Винцит» 2+ЭМ	0,60	15,0	0,10	2,5	68,6
«Винцит» 2+ЭБ	0,65	16,3	0,17	4,2	61,6
«Винцит» 1+ЭМ	0,80	20,0	0,13	3,3	58,1
«Винцит» 1+ЭБ	0,85	21,3	0,17	4,2	53,6
<b>«Роланд» («Зазерский»)</b>					
Контроль	1,10	27,5	0,53	13,3	–
ЭМ	1,00	25,0	0,43	10,8	13,8
ЭБ	0,95	23,8	0,37	9,2	22,4
«Винцит» 2 кг/т	0,50	12,5	0,13	3,3	64,7
«Винцит» 1 кг/т	0,75	18,8	0,23	5,8	44,0
«Винцит» 2+ЭМ	0,40	10,0	0,10	2,5	72,4
«Винцит» 2+ЭБ	0,45	11,3	0,13	3,3	67,0
«Винцит» 1+ЭМ	0,45	11,3	0,17	4,2	63,9
«Винцит» 1+ЭБ	0,50	12,5	0,23	5,8	55,3

Окончание табл. 1

Вариант обработки	2001 г.		2003 г.		Биологическая эффективность, %
	Степень поражения, балл	% развития болезни	Степень поражения, балл	% развития болезни	
<b>«Зазерский»</b>					
Контроль	1,60	40,0	0,93	23,3	–
ЭМ	1,25	31,3	0,83	20,8	16,2
ЭБ	1,15	28,8	0,67	16,7	28,3
«Винцит» 2 кг/т	0,70	17,5	0,27	6,7	63,8
«Винцит» 1 кг/т	1,00	25,0	0,37	9,2	49,1
«Винцит» 2+ЭМ	0,55	13,8	0,23	5,8	70,3
«Винцит» 2+ЭБ	0,60	15,0	0,23	5,8	68,7
«Винцит» 1+ЭМ	0,65	16,3	0,33	8,3	61,8
«Винцит» 1+ЭБ	0,85	21,3	0,37	9,2	63,8
<b>«Зазерский» («Роланд»)</b>					
Контроль	1,35	33,8	0,77	19,2	–
ЭМ	1,15	28,8	0,60	15,0	18,4
ЭБ	1,10	27,5	0,50	12,5	26,8
«Винцит» 2 кг/т	0,45	11,3	0,30	7,5	63,8
«Винцит» 1 кг/т	0,75	18,8	0,37	9,2	48,4
«Винцит» 2+ЭМ	0,40	10,0	0,23	5,8	70,0
«Винцит» 2+ЭБ	0,45	11,3	0,23	5,8	68,2
«Винцит» 1+ЭМ	0,45	11,3	0,20	5,0	70,3
«Винцит» 1+ЭБ	0,40	10,0	0,23	5,8	70,0

Таблица 2

**Влияние комплексной предпосевной обработки фиторегуляторами и фунгицидами на устойчивость генотипов ячменя к листовым болезням в вегетационном опыте**

Вариант обработки	2001 г.		2003 г.		Биологическая эффективность, %
	Степень поражения, балл	% развития болезни	Степень поражения, балл	% развития болезни	
<b>«Роланд»</b>					
Контроль	4,23	35,9	4,80	42,2	–
ЭМ	3,83	31,5	4,33	37,0	12,3
ЭБ	3,70	30,0	4,20	35,6	16,1
«Винцит» 2 кг/т	4,63	40,4	4,77	41,9	–
«Винцит» 1 кг/т	4,57	39,6	4,87	43,0	–
«Винцит» 2+ЭМ	4,07	34,1	4,23	35,9	10,0
«Винцит» 2+ЭБ	4,03	33,7	4,10	34,4	12,2
«Винцит» 1+ЭМ	3,87	31,9	4,17	35,2	13,9
«Винцит» 1+ЭБ	3,70	30,0	4,17	35,2	16,5
<b>«Роланд» («Зазерский»)</b>					
Контроль	4,33	37,0	4,67	40,7	–
ЭМ	4,00	33,3	4,50	38,9	7,2
ЭБ	3,90	32,2	4,50	38,9	8,7
«Винцит» 2 кг/т	4,37	37,4	4,63	40,4	–
«Винцит» 1 кг/т	4,33	37,0	4,63	40,4	0,4
«Винцит» 2+ЭМ	4,03	33,7	4,47	38,5	7,1
«Винцит» 2+ЭБ	3,90	32,2	4,53	39,3	8,2
«Винцит» 1+ЭМ	4,00	33,3	4,47	38,5	7,6
«Винцит» 1+ЭБ	3,87	31,9	4,50	38,9	9,2

Окончание табл. 2

Вариант обработки	2001 г.		2003 г.		Биологическая эффективность, %
	Степень поражения, балл	% развития болезни	Степень поражения, балл	% развития болезни	
<b>«Зазерский»</b>					
Контроль	4,83	42,6	5,13	45,9	–
ЭМ	4,67	40,7	4,80	42,2	6,2
ЭБ	4,17	35,2	4,57	39,6	15,5
«Винцит» 2 кг/т	4,80	42,2	5,20	46,7	–
«Винцит» 1 кг/т	4,77	41,9	5,17	46,3	0,4
«Винцит» 2+ЭМ	4,60	40,0	4,83	42,6	6,7
«Винцит» 2+ЭБ	4,57	39,6	4,53	39,3	10,7
«Винцит» 1+ЭМ	4,67	40,7	4,80	42,2	6,2
«Винцит» 1+ЭБ	4,20	35,6	4,50	38,9	15,9
<b>«Зазерский» («Роланд»)</b>					
Контроль	4,83	40,4	5,03	44,8	–
ЭМ	4,80	42,2	5,00	44,4	–
ЭБ	4,53	39,3	4,90	43,3	3,0
«Винцит» 2 кг/т	4,83	42,6	5,13	45,9	–
«Винцит» 1 кг/т	4,80	42,2	5,03	44,8	–
«Винцит» 2+ЭМ	4,87	43,0	5,07	45,2	–
«Винцит» 2+ЭБ	4,77	41,9	5,00	44,4	–
«Винцит» 1+ЭМ	4,73	41,5	4,97	44,1	–
«Винцит» 1+ЭБ	4,63	40,4	4,90	43,3	1,7

При развитии корневых гнилей в контроле в 2001 г. – 27,5–40,0%, в 2003 г. – 13,3–23,3% средняя биологическая эффективность за два года фунгицида при расходе 2 кг/т семян по отношению к возбудителю составляла 59,6–64,7% в зависимости от генотипа растений. Сокращение общепринятой дозы препарата приводило к снижению данного показателя до 39,6–49,1%. Наилучший результат независимо от дозы был отмечен у генотипов с ядром и цитоплазмой более поражаемого сорта «Зазерский».

Наиболее заметное снижение степени поражения и процента развития корневых гнилей под влиянием ЭМ отмечено у генотипов с ядром сорта «Зазерский» в 2001 г. – достаточно благоприятном для развития ячменя и болезни. Так, у сорта «Зазерский» развитие болезни снизилось на 8,7%, у линии с его ядром – на 5,0%. Однако в 2003 г. получены достаточно близкие с контролем результаты по устойчивости к корневым гнилям; во все годы исследований – к листовым пятнистостям у всех генотипов. Биологическая эффективность иммуностимулятора за два года при среднем уровне поражения корневыми гнилями составляла 13,8–18,4%, гельминтоспориозными пятнистостями – 6,2–12,3% в зависимости от генотипа (за исключением линии «Зазерский» («Роланд»)). Брассиностероид оказался несколько более эффективным, подавляя развитие корневых гнилей в 2001 г. у сорта «Зазерский» на 11,2%, у линии с его ядром – на 6,3%; в 2003 г. у обоих генотипов – примерно на 7,0%. Кроме того, отмечено снижение заболеваемости листьев у обоих исходных сортов в среднем на 6,0–7,0%. При этом биологическая эффективность против гельминтоспориозной гнили корней на уровне 20,6–28,3%, пятнистостей листьев – 8,7–16,1% (за исключением линии «Зазерский» («Роланд»)) свидетельствует о более высокой способности данного препарата повышать устойчивость растений в зависимости от их генотипа к грибным болезням.

При взаимодействии с фунгицидом регуляторы роста усиливали его токсическое действие против общего возбудителя обыкновенной гнили, возможно,

регулируя обменные процессы растений, повышая их иммунитет и создавая неблагоприятную среду для патогенов. Однако по сравнению с отдельным использованием их эффективность была несколько ниже, особенно у брасиностероида, взаимодействующего с общепринятой дозой пестицида 2 кг/т семян. В итоге лучшие результаты получены при одновременном воздействии рекомендуемой дозы протравителя и фиторегуляторов, особенно ЭМ у линии «Роланд» («Зазерский») (72,4%), несмотря на более слабое антигрибное действие данного препарата при отдельной обработке. Сокращение дозы фунгицида в два раза практически не приводило к снижению его биозащитного эффекта у всех генотипов в случае использования в смеси ЭМ. Исключение составила линия «Зазерский» («Роланд»), у которой не выявлено различий в эффективности комплексных обработок независимо от дозы «Винцита» и вида фиторегулятора. Повышение устойчивости под воздействием регуляторов роста к возбудителям, вызывающим гельминтоспориозные заболевания листьев у взрослых растений, не менялось как при отдельном применении, так и в смеси с фунгицидным препаратом, предназначенным для защиты только всходов.

Сопоставление экспериментальных данных у изоплазматических линий ячменя и их исходных сортов позволило предположить, что направленность действия фунгицида «Винцит» на развитие гельминтоспориозной гнили корней определялась у обоих сортов взаимодействующими ядерными и цитоплазматическими геномами клетки. Фиторегуляторы при отдельном и одновременном их использовании с фунгицидом в любой дозе также активировали контролируемую функцию обеих генетических систем клетки над развитием патогенного процесса как на корнях, так и на листьях. При этом под воздействием ЭМ в составе смесей в большей степени увеличивался вклад цитоплазмы в контроле над степенью поражения корневыми гнилями у более поражаемого сорта «Зазерский».

**Заключение.** Использование ЭМ совместно с половинной нормой расхода фунгицида «Винцит» является наиболее перспективной из изученных нами обработок семян ярового ячменя, которая не только не снижает биозащитного эффекта пестицида по отношению к возбудителю корневой гнили, но и полностью нивелирует его фитотоксическое действие и даже стимулирует рост растений на ранних этапах развития. Высокая эффективность ЭМ при взаимодействии с фунгицидом обусловлена активацией не только ядерных, но и в значительной степени цитоплазматических геномов, в первую очередь у наиболее восприимчивых к тому или иному неблагоприятному фактору генотипов. Однако следует учитывать и особенности действия в составе смесей ЭБ, в том числе его защитные свойства против гельминтоспориозных пятнистостей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Судник А.Ф., Деева В.П. Особенности взаимодействия фунгицидов и фиторегуляторов на начальных этапах онтогенеза отдельных генотипов ячменя (*Hordeum vulgare* L.) // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2005. – № 1. – С. 40-46.
2. Судник А.Ф. Активность отдельных ферментов у генотипов ячменя при комплексном использовании фунгицидов и регуляторов роста // Биология – наука XXI века: Тез. докл. 6-й Пущинской школы – конференции молодых ученых, Пущино, 20-24 мая 2002 г. – Тула, 2002. – Т. 3. – С. 237.
3. Судник А.Ф. Влияние фиторегуляторов и фунгицидов при комплексном их использовании на накопление белка у разных генотипов ячменя // Сб. тр. молодых ученых НАНБ. Т. 1. – Минск: ИП Логвинов, 2004. – С. 189-193.
4. Каталог пестицидов и удобрений, разрешенных для применения в Республике Беларусь / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. ГУ «Республиканская станция защиты растений». – Минск: ООО «Муфлон», 2002. – 362 с.

5. **Лаєринова В.А., Кратенко В.П.** Испытание регуляторов роста в системе защиты ярового ячменя от болезней в Центральном Черноземье // Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях: Тез. докл. 6-й Междунар. конф. Москва, 26-28 июня 2001 г. – М., 2001. – С. 254.
6. **Васецкая М.Н., Кратенко В.П., Чекмарев В.В.** Эффективность применения регуляторов роста в защите пшеницы от болезней в условиях Центрального Черноземья // Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях: Тез. докл. 6-й Междунар. конф. Москва, 26-28 июня 2001 г. – М., 2001. – С. 219-220.
7. Вплив регуляторів росту на врожайність і якість озимої пшениці та зменшення пестицидного навантаження на угіддя / Г.С. Боровикова, М.В. Драга, Н.Ю. Таран та ін. // Елементи регуляції в рослинництві: Збірник наукових праць / НАН України; Ін-т біоорган. хімії та нафтохімії; НІЦ «АКСО»; Під ред. В.П. Кухаря. – Київ: ВВП «Компас», 1998. – С. 41-45.
8. **Палилова А.Н., Волуевич В.А., Лебданская В.В.** Влияние цитоплазмы на поражаемость бурой ржавчиной растений пшеницы на разных этапах онтогенеза // Генетика. – 1989. – Т. 25. – № 7. – С. 1239-1247.
9. **Чумаков А.Е., Захарова Т.И.** Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур. – М.: Агропромиздат, 1990. – 127 с.

## SUMMARY

*Efficiency of complex presowing treatment of seeds with fungicide vintsit, phyto regulators – emistime C, epibrassinolide and mixes of preparations to protect two grades and isoplasmatic lines of spring barley from root rot and leaf-blight helminthosporiosis against the natural infectious background was investigated. Phyto regulators interacted with fungicide differently, its toxic action being strengthened depending on a doze, features of preparations and genotypes. The use of vintsit in half-doze together with emistime C did not result in decrease of bioprotective effect of fungicide. The role of a nucleus and cytoplasm in the character of response to influence of preparations used separately and in complex is discussed in the article.*