

Защитное и мутагенное действие фиторегуляторов на ячмене

© 2012. А. В. Помелов, к.б.н., доцент, Г. П. Дудин, д.б.н., зав. кафедрой, профессор, В. Г. Мохнаткин, д.т.н., ректор, Вятская государственная сельскохозяйственная академия, e-mail avpomelov@yandex.ru.

В полевых опытах с ячменём проведено испытание фиторегуляторов иммуноцитифит (0,3 г/т), агат 25К (14 и 30 г/т), альбит (30 г/т). Получена достоверная прибавка урожая зерна (2,1–3,8 ц/га). Препараты уступали по эффективности против корневых гнилей протравителям фенорам супер и дивиденд стар в 1,3–11,5 раза. Полифункциональные препараты агат 25К и альбит проявили антистрессовое действие на корни проростков ячменя. Наблюдалось достоверное увеличение частоты мутации *Waxy*-гена ячменя при обработке семян биопрепаратами альбит (30 г/т) и агат 25К (120 г/т) по сравнению с контролем в 4,4 и 1,6 раза.

In barley field experiments such phytoregulators as immunotsitofit (0, 3 g/t), agate 25K (14 and 30 g/t), albite (30 g/t) were tested. There was significant increase in grain yield (2,1–3,8 t/ha). The chemicals were 1,3–11,5 times less effective against root rot than the protectants fenoram super in the dividend star. Multifunctional drugs agate 25K and albite have had an anti-stress effect on roots of barley seedlings. There was a significant, 4,4 and 1,6 times increase in the frequency of barley *Waxy*-gene mutations at seed treatment with such biologics as albite (30 g/t) and agate 25K (120 g/t), as compared with the control.

Ключевые слова: яровой ячмень, фиторегуляторы, инфекция семян, корневые гнили, прибавка урожая, мутагенез, мутации, химический и физический стресс

Keywords: spring barley, phytoregulators, seed infection, root rot, yield increase, mutagenesis, mutations, chemical and physical stress

Введение

Среди групп пестицидов особое внимание заслуживают регуляторы роста, обладающие полифункциональным характером действия. С помощью фиторегуляторов можно воздействовать на гормональный баланс в растениях. Фитогормоны вырабатываются в ответ на действие биотических и абиотических факторов и позволяют растениям адаптироваться к изменениям окружающей среды. Экзогенная обработка фиторегуляторами изменяет баланс фитогормонов, что проявляется в стимулирующих или ингибирующих ростовых процессах [1]. Стимулирование иммунитета растений с помощью иммуномодуляторов позволяет индуцировать у растений комплексную неспецифическую устойчивость ко многим болезням, повысить сопротивляемость к неблагоприятным факторам окружающей среды, активизировать ростостимулирующие процессы, что положительно влияет на урожайность. К таким препаратам относят иммуноцитифит, агат 25К, альбит, хитозар и другие.

Имуноцитифит (д.в. арахидоновая кислота) – полифункциональный препарат, активируя иммунитет, повышает устойчивость растений к болезням, а также обладает хоро-

шим антистрессовым действием [2]. Агат-25К – многофункциональный биопрепарат комплексного действия на основе метаболитов ризосферных бактерий *Pseudomonas aureofaciens* Н 16. В его состав входят макро- и микроэлементы, витамины, флавоидные и физиологически активные вещества. Препарат альбит содержит естественное запасное вещество полибетагидроксималяную кислоту из почвенных бактерий *Bacillus megaterium* и *Ps. aureofaciens*, стимуляторы роста и иммуногены микробной и растительной природы, а также полный сбалансированный стартовый набор макро- и микроэлементов. Альбит обладает выраженным ауксиновым действием, повышает урожайность сельскохозяйственных культур на 10–25% [3]. Препараты агат 25К и альбит зарегистрированы не только как регуляторы роста, но и как фунгициды. Регуляторы роста позволяют значительно уменьшить кратность обработки посевов фунгицидами в период вегетации.

К фиторегуляторам адаптогенного действия относят гумат натрия, который стимулирует выработку растениями фитогормонов, повышает устойчивость растений к абиотическим и биотическим стрессам, оказывают непосредственное влияние на проницаемость мембран клеток.

В связи со значительным влиянием условий внешней среды на проявление активности химических и биологических препаратов, является актуальным изучение эффективности регуляторов роста на зерновых культурах в конкретных природно-климатических условиях.

На кафедре селекции и семеноводства Вятской ГСХА на культуре ярового ячменя проводятся исследования по выявлению мутагенной активности физических и химических факторов, в том числе фитогормонов, фиторегуляторов, фунгицидов [4 – 6]. Имеются единичные сведения о мутагенном эффекте на растения ячменя современных фиторегуляторов при обработке семян [7].

Цель данной работы – изучить фунгицидное, антистрессовое и мутагенное действие фиторегуляторов на ячмене сорта Абава при обработке семян.

Материалы и методы исследований

Полевые исследования проводились на опытном поле Вятской ГСХА в 1998–1999 и 2004–2006 гг. на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. В опытах изучали регуляторы роста: иммуноцитифит (0,3 г/т), а также агат 25К (14 и 30 г/т), альбит (30 г/т). В качестве эталона использовали химические фунгициды фенорам супер и дивиденд стар. В контрольном варианте обработку семян проводили водой из расчёта 10 л/т. Семена обрабатывали за один день до посева согласно вариантов опыта, приведённых в таблице 1. Посев проводили сеялкой СФК-6 в оптимальные сроки. Норма высева – 5 млн. всхожих семян/га. Учётная площадь делянки 20 м², повторность четырёхкратная. Расположение делянок систематическое в один ярус. Уборку проводили комбайном «Самро-130».

Для изучения антистрессовой активности препаратов закладывали лабораторные опыты на чистом речном песке. Семена обрабатывали препаратами согласно вариантов опытов, приведённых в таблице 2. В чашку Петри высевали по 10 семян, повторность 6-8 кратная. Каждый опыт повторяли дважды. Семена проращивали в термостате при температуре 22 °С. Физический стресс (недостаток влаги) создавали внесением 10 мл воды на 150 г песка, химический стресс – внесением в песок гербицида трефлан (д.в. трифлуралин) из расчёта 0,5 л/га. Ячмень является чувствительной культурой к данному гербициду. Биометрические измерения проводили на 10 день после посева.

Для изучения мутагенного действия регуляторов роста использовали тест-линию маркерного *Waxy*-гена ячменя. В 2003 г. (опыт 1) и в 2005 г. (опыт 2) семена ячменя линии - *waxy* обрабатывали препаратами за один день до посева согласно вариантов, приведённых в таблице 3. Растения выращивали в полевых условиях на опытном поле Вятской ГСХА. В период созревания пыльников колосья с главных стеблей срезали и фиксировали в 70%-ом этиловом спирте, а затем высушивали. Пыльцевые зёрна просматривали под микроскопом. Определение *Waxy*-изменений в пыльцевых зёрнах проводили по Е. Р. Виленскому и В. К. Щербакову [8]. Мутантные пыльцевые зёрна при специфическом окрашивании на крахмал в растворе Люголя приобретают тёмно-синюю или чёрную окраску и отличаются меньшими размерами.

Результаты и их обсуждение

Результаты фитоанализа показали, что семена ячменя (опыт 1) в годы исследований были в слабой степени заражены грибами из рода *Fusarium* (3,5–6,7%), а заражённость семян основным возбудителем корневых гнилей *Bipolaris sorokiniana* составила: в 1998 г. – 5,3%, 1999 г. – 93,5%. Иммуномодуляторы уступали по эффективности против семенной инфекции фунгициду фенорам супер в 1,3–2,1 раза (табл. 1).

Биологическая эффективность фиторегуляторов зависит от заражённости семян. Так, в 1999 г. при очень высокой заражённости семян фитопатогеном *B. sorokiniana* защитное действие препаратов агат 25К и иммуноцитифит не превышало 11%. Регуляторы роста повысили иммунитет растений к возбудителям корневых гнилей в фазу начала выхода в трубку, при этом фунгицидное действие было существенно ниже (соответственно в 2,7 и 11,5 раза), чем протравителя фенорам супер.

Фиторегуляторы, проявляя ростостимулирующее и антистрессовое действие, обеспечили достоверную прибавку зерна ячменя. В 1999 г., когда наблюдался значительный недостаток влаги в июне, в большей мере проявил свои свойства иммуноцитифит. Прибавка зерна обеспечивалась за счёт повышения продуктивной кустистости (118%) и числа зёрен в колосе (108% к контролю).

В опыте 2 биопрепараты агат 25К и альбит изучались не только как регуляторы роста, но и фунгициды с нормой расхода 30 г/т. При очень слабой заражённости семян возбудителями корневых гнилей биологическая эф-

Таблица 1

Эффективность фиторегуляторов на ячмене

| Препарат, (доза) | Прибавка* урожаю зерна, ц/га | Биологическая эффективность, % | | |
|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|----------------------|--|
| | | Семенная инфекция | | Корневые гнили (фаза начала выхода в трубку) |
| | | <i>Bipolaris sorokiniana</i> | <i>Fusarium spp.</i> | |
| Опыт 1. 1998–1999 годы | | | | |
| Фенорам супер, СП (2 кг/т) | 3,0 | 100,0 | 100,0 | 72,4 |
| Агат 25К, ТПС (14 г/т) | 3,5 | 47,0 | 74,3 | 26,7 |
| Иммуноцитифит, Таб. (0,3 г/т) | 3,8 | 49,8 | 64,3 | 6,3 |
| НСР ₀₅ | 3,5 | | | |
| Опыт 2. 2004–2006 годы | | | | |
| Дивиденд стар, КС (1 л/т) | 1,5 | 100,0 | 100,0 | 85,7 |
| Агат 25К, ТПС (30 г/т) | 2,3 | 53,8 | 68,0 | 52,2 |
| Альбит, ТПС (30 г/т) | 2,1 | 65,2 | 75,0 | 54,6 |
| НСР ₀₅ | 1,7 | | | |

Примечание: * – Урожайность ячменя в контрольном варианте составила: 1997 г. – 53,2 ц/га, 1998 г. – 20,7 ц/га, 1999 г. – 16,5 ц/га, 2004–2006 гг – 28,1 ц/га.

Таблица 2

Антистрессовое действие фиторегуляторов на ячмене (средние данные по 2 закладкам опытов)

| Вариант | Длина проростков | | Длина корней | |
|---|------------------|-------|--------------|-------|
| | см | % | см | % |
| Лабораторный опыт 1. Физический стресс (недостаток влаги, 40 % ППВ) | | | | |
| Контроль (обработ. водой, 10 л/т) | 5,1±0,6 | 100,0 | 6,3±0,2 | 100,0 |
| Гумат натрия, жидкий, 8 л/т | 5,6±0,6 | 109,8 | 6,7±0,4 | 106,3 |
| Иммуноцитифит, таблетированный, 0,3 г/т | 5,6±0,5 | 109,8 | 8,5±1,0 | 134,9 |
| Лабораторный опыт 2. Химический стресс (трефлан, 0,5 л/га) | | | | |
| Контроль (обработ. водой, 10 л/т) | 7,7±0,40 | 100,0 | 1,29±0,05 | 100,0 |
| Дивиденд стар, КС, 1 л/т | 7,2±0,45 | 93,5 | 1,66±0,15 | 128,7 |
| Агат 25К, ТПС, 30 г/т | 8,5±0,95 | 110,4 | 1,71±0,19 | 132,6 |
| Альбит, ТПС, 30 г/т | 7,1±0,15 | 92,2 | 1,73±0,18 | 134,1 |

Эффективность фунгицидов и регуляторов роста агат 25К и альбит колебалась по годам от 25 до 100%. В среднем за три года препарат альбит проявил более высокую фунгицидную активность против возбудителя *B. sorokiniana* по сравнению с препаратом агат 25К. Защитное действие регуляторов роста против фузариозной инфекции семян было выше (на 15–26%), чем против гельминтоспориозной. Эффективность изучаемого препарата альбит (опыт 2) зависела от распространения корневых гнилей в период вегетации. Так, в 2004 г. при слабом распространении корневых гнилей в фазу начала выхода в трубку, альбит, как и дивиденд стар, полностью подавлял их развитие, а в 2005–2006 гг., при умеренном распространении данного заболевания, защитное действие препарата было в пределах 27–37%, что ниже химического протравителя в 2,0–3,1 раза.

Результаты лабораторных опытов пока-

зали, что иммуноцитифит снимал отрицательное влияние недостатка влаги на корни (табл. 3). Гербицид трефлан оказывает токсическое действие на однолетние злаковые растения. При определенных условиях этот гербицид может проявить фитотоксическое последствие на растения ячменя. Обработка семян полифункциональным регулятором агат 25К снижала фитотоксическое действие трефлана на проростки ячменя.

Изучаемые препараты не оказали существенного влияния на длину проростков, находящихся в условиях химического стресса. Наиболее сильную антистрессовую активность проявили полифункциональные препараты альбит и агат 25К на корни. Так, длина корней увеличилась по сравнению с контролем в 1,3 раза.

Антистрессовое действие регуляторов роста можно объяснить изменением гормо-

Частота мутации *Ваху*-гена при обработке семян ячменя химическими и биологическими препаратами

| Варианты опыта | Проанализировано пыльцевых зёрен, тыс. шт. | Мутантных пыльцевых зёрен | |
|---|--|---------------------------|-----------------|
| | | n | $P \pm S_p$, % |
| Опыт 1 (средние данные за 2001 и 2003 годы) | | | |
| 1. Контроль, вода (10л/т) | 70 | 46 | 0,066±0,010 |
| 2. Фенорам супер, СП (2 кг/т) | 57 | 87 | 0,082±0,016*** |
| 3. Фенорам супер, СП (6 кг/т) | 65 | 118 | 0,182±0,017*** |
| 4. Агат 25К, ТПС, (40 г/т) | 54 | 48 | 0,082±0,012 |
| 5. Агат 25К, ТПС (120 г/т) | 57 | 65 | 0,103±0,013** |
| Опыт 2 (2005 год) | | | |
| 1. Контроль, вода (10л/т) | 77 | 43 | 0,056±0,009 |
| 2. Дивиденд стар, КС (1 л/т) | 54 | 84 | 0,156±0,017*** |
| 3. Альбит, ТПС (30 г/т) | 64 | 157 | 0,245±0,020*** |

Примечание: ** – различия достоверны при $P > 0,99$; *** – различия достоверны при $P > 0,999$.

нального баланса в сторону ауксинов, играющих важную роль в ростовых процессах корня. Гормоны участвуют в ответных реакциях практически на все стрессы.

Для подтверждения мутагенной активности изучаемых факторов использовали тест-систему *Ваху*-изменений в пыльцевых зёрнах ячменя. Результаты исследований показали, что спонтанное мутирование пыльцевых зёрен колебалось от 0,056 до 0,66% (табл. 3).

В опыте 1 достоверное увеличение частоты мутации *Ваху*-гена ячменя при обработке семян полифункциональным препаратом агат 25К наблюдалось только в завышенной норме расхода 120 г/т. В опыте 2 максимальная мутагенная активность была у препарата альбит и превышала химический протравитель дивиденд стар в 1,6 раза.

Таким образом, при слабой заражённости семян возбудителями корневых гнилей можно рекомендовать для обработки семян ячменя фиторегуляторы полифункционального действия, имеющие высокий хозяйственный эффект.

Выводы

1. В полевых опытах от применения фиторегуляторов (обработка семян) получена прибавка урожая зерна ярового ячменя 2,1–3,8 ц/га, которая обеспечивалась за счёт увеличения продуктивной кустистости на 118–121% по сравнению с контролем.

2. Эффективность регуляторов роста против возбудителей корневых гнилей составила: на семенах – 47–75%, в фазу начала выхода в трубку – 6,3–53% и была ниже химических протравителей фенорам супер и дивиденд стар в 1,3–11,5 раза.

3. Полифункциональные препараты агат 25К и альбит проявили антистрессовое действие на корни проростков ячменя. Длина корней проростков ячменя, находящихся в условиях стресса, увеличилась в 1,3 раза.

4. При обработке семян биопрепаратами в рекомендованных нормах расхода (альбит) и – завышенных (агат 25К) частота мутации *Ваху*-гена ячменя составила соответственно 0,245 и 0,103%, что достоверно выше контроля в 4,4 и 1,6 раза.

5. Преимущество испытанных биофунгицидов в сравнении с химическими препаратами защиты растений состоит в антистрессовых и ростостимулирующих эффектах.

Литература

1. Тютрев С.Л. Физиолого-биохимические основы управления стрессоустойчивостью растений в адаптивном растениеводстве // Вестник защиты растений. 2000. №1. С. 11–34.
2. Кульнев А.И., Соколова Е.А. Многоцелевые стимуляторы защитных реакций, роста и развития растений (на примере препарата иммуноцитифит). Пушчино: ПНЦ РАН, 1997. 97 с.
3. Дурьнина Е.П., Панченко О.А., Злотников А.К., Злотников К.М. Влияние биопрепарата альбит на продуктивность ячменя и содержание биофильных элементов в урожае // Агрехимия. 2006. № 1. С. 49–54.
4. Дудин Г.П. Частота *Ваху*-мутаций у ячменя, обработанного лазерным излучением и фитогормонами // Генетика. 1990. Т. 26. № 2. С. 363–366.
5. Дудин Г.П., Кривошеина О.С., Пуртова И.В. Экспериментальный мутагенез в селекции и генетике ячменя // Научное наследие Н. И. Вавилова - фундамент развития отечественного и мирового сельского хозяйства:

Матер. междунар. конф. М.: ФГОУ ВПО РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2007. С. 57–58.

6. Дудин Г.П., Лысиков В.Н. Индуцированный мутагенез и использование его в селекции растений. Киров: Вятская ГСХА, 2009. 208 с.

7. Черемисинов М. В. Изменение маркерного Waxy-гена ячменя под влиянием фунгицидов-протравителей се-

мян и биологических препаратов // 60 лет высшему аграрному образованию Северо-Востока Нечерноземья: Матер. I Всерос. науч.-практ. конф. Киров, 2004. С. 124–126.

8. Виленский Е.Р., Щербаков В.К. Роль фитогормонов в естественном и индуцированном мутационном процессе // Цитология и генетика. 1985. Т. 19. № 3. С. 214–217.