

а в р. Сож в центре города содержание свинца среднее по сравнению с другими водоёмами. Высокое количество соединений свинца содержится в оз. Волотовское и оз. У-образное. Стоит отметить тот факт, что данным металлом также наиболее загрязнены растения III экологической группы.

Заключение. Результаты исследования выявили, что растения разных экологических групп накапливают разное количество свинца и титана в одном и том же водоёме. Значит пути поступления и накопления свинца и титана в высших водных растениях различно. Максимальное накопление этих металлов характерно для растений III экологической группы, которые могут служить индикаторами загрязнения среды, в частности, накопления металлов.

Различное содержание металлов в растениях трёх экологических групп, возможно, связано с разными путями поступления в них свинца и титана, физиологическими особенностями самих растений, а также расположением водоёмов (в черте города или на прилегающей территории).

Максимальное содержание свинца наблюдается в растениях оз. Волотовское, титана — в Гребном канале. Минимальное содержание соединений свинца характерно для растений р. Сож выше города по течению, соединениями титана — оз. У-образное. Среднее содержание соединений свинца превышает фоновый показатель в 18 раз, титана — в 5 раз. Полученные данные подтверждают высокий уровень загрязнения водной растительности водоёмов г. Гомеля и прилегающих территорий изучаемыми металлами.

Список цитируемых источников

1. Слепняк, Э. И. Фитогигиена, загрязнение растений и мониторинг состояния окружающей среды / Э. И. Слепняк // Загрязнение атмосферы, почвы, природных вод и растительности. — М.: Гидрометеоздат, 1983. — С. 35—43.
2. Микрякова, Т. Ф. Накопление тяжелых металлов макрофитами в условиях различного уровня загрязнения водной среды / Т. Ф. Микрякова // Вод. ресурсы. — 2002. — Т. 29. — № 2. — С. 31—34.
3. Катанская, В. М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР: методы изучения / В. М. Катанская. — Л.: Наука, 1981. — 185 с.
4. Савченко, С. В. Рекомендации по организации и ведению геохимических наблюдений на стационарах комплексного экологического мониторинга фоновго ранга / В. В. Савченко, В. М. Натаров. — Минск: [б. и.], 1999. — 131 с.
5. Физико-химические методы анализа. Практическое руководство: учеб. пособие для вузов / под ред. В. Б. Алесковского. — Л.: Химия, 1998. — 376 с.

Материал поступил в редакцию 14.03.2012 г.

УДК 58.036.5:631.811.982:633.853.494

А. Ф. Судник

Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь

В. Л. Сельманович, Е. М. Ритвинская

Учреждение образования
«Барановичский государственный университет»,
г. Барановичи, Республика Беларусь

ОСОБЕННОСТИ ДЕЙСТВИЯ ЗАЩИТНО-СТИМУЛИРУЮЩИХ КОМПОЗИЦИЙ НА РОСТ, УСТОЙЧИВОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОГО РАПСА

Показана эффективность действия защитно-стимулирующего состава для обработки семян ярового рапса на основе фунгицидного (тирам) и инсектицидного (имidakлоприд) ингредиентов в сочетании с фитогормонами брассиностероидами на рост растений, их устойчивость к низкотемпературному стрессу и продуктивность.

The efficiency of the action of protective and stimulating composition used for summer rape seeds on a basis of fungicidal (thiram) and insecticidal (imidacloprid) components in combination with phytohormones brassinosteroides on the growth of plants, their resistance to cold stress conditions and productivity is shown.

Введение. В настоящее время для предпосевной обработки семян широкое распространение получают инсекто-фунгицидные композиции с включением регуляторов роста, что позволяет снизить дозы химических средств защиты без существенной потери их биологической эффективности, снять стрессорное влияние на растения пестицидов и неблагоприятных погодных условий.

Широкий спектр физиологического действия брассиностеров, а также цитокининов и производных фенилмочевины, как соединений с цитокининовой активностью, определяет их ярко выраженный защитный эффект на растения при воздействии различных по природе стрессовых факторов, что является весьма привлекательным для попытки их практического применения в растениеводстве. Брассиностероиды повышают устойчивость растений к низкой и высокой температурам, засухе, водному стрессу, засолению, аноксии, воздействию патогенов, регулируют поступление ионов в клетки растений и предотвращают таким образом накопление тяжёлых металлов и радиоактивных элементов в растениях, растущих в зонах загряз-

нения поллютантами [1]. Всё это в совокупности предполагает участие БС в регуляции формирования неспецифических адаптивных механизмов. Цитокинины и их синтетические аналоги оказывают протекторное влияние при избытке или недостатке тепла и влаги, некоторых питательных элементов, изменении освещённости, нарушении гормонального баланса в растениях, загрязнении среды летучими промышленными компонентами [2]. Протекторное действие связывают с характерной особенностью этих соединений задерживать процессы старения растительных организмов [3].

Целью данной работы являлось изучение особенностей действия БС и производных фенилмочевины в составе разработанных композиций, включающих аналоги зарегистрированного фирменного протравителя фунгицидного действия с торговой маркой ТМТД и инсектицид имидаклоприд, на физиологическое состояние растений ярового рапса, их устойчивость к низкотемпературному стрессу и продуктивность.

Материалы и методы исследования. Объектами исследования служили семена, проростки и растения рапса ярового (*Brassica napus* L.) сорта Гермес.

Семена обрабатывали защитно-стимулирующими составами, разработанными на основе аналогов зарегистрированного протравителя фунгицидного действия с торговой маркой ТМТД (тирам, 400 г/л; норма расхода — 6 л / 10 л H₂O / 1 т семян; для защиты от чёрной ножки и плесневения семян) (ЗАО Фирма «Август», Россия), путём инкрустации плёнкообразующим раствором поливинилацетата. Химическое соединение фунгицидного действия — тирам в рекомендованной для эталона ТМТД (2 400 г/т семян) и сниженной на 25% дозах (1800 г/т семян) было растворено в 1%-ном растворе непластифицированной поливинилацетатной дисперсии. Далее в раствор со сниженной на 25% дозой фунгицида были внесены имидаклоприд (1200 г/т семян) и смесь БС (ЭБ + ГБ, 10⁻⁶ и 2 · 10⁻⁶ М или 10 (5 + 5) и 20 (10 + 10) мг/т семян) или производные фенилмочевины (ТМ, ДФТМ (60 мг/т семян)). Расход рабочей жидкости — 10 л/т семян. Контролями служили семена, не подвергавшиеся воздействию исследуемых препаратов и обработанные эталоном ТМТД.

Проращивание семян на фильтровальной бумаге и оценку качества посевного материала осуществляли по ГОСТ 12038-84 [4] и методике, описанной в [5]. Семена проращивали в термостате ТПС-2 при постоянной температуре 22°C в чашках Петри, накрытых пластмассовыми прозрачными колпаками, на фильтровальной бумаге, с постоянной подачей воды по бумажным фильтрам через прорези в чашках, в 3-кратной повторности (100 штук на чашку). Оценку и учёт проросших семян для определения энергии прорастания проводили на третьи сутки, всхожести — на седьмые сутки. Проращивание семян в рулонах осуществляли по ГОСТ 12038-84 [4] и модифицированной нами методике проращивания плоских и мелких семян, описанной в [6], оценку физиологического состояния проростков — по [5]. Создание низкотемпературного стресса для проростков осуществляли по специально разработанной нами методике [6].

Полевые опыты проведены на экспериментальных полях ОСП «Ляховичский государственный аграрный колледж» УО «Барановичский государственный университет» (Брестская область, г. Ляховичи). Закладка опытов проводилась по общепринятым методикам [7] на дерново-подзолистой супесчаной почве, подстилаемой моренным суглинком с глубины 0,5—0,9 м. Агрохимические показатели пахотного горизонта: рН (КС1) 5,9—6,1, содержание гумуса 1,8—2,2%, P₂O₅ — 160—170 мг/кг и K₂O — 190—210 мг/кг почвы. Предшественником в годы проведения исследований был яровой ячмень. Общая площадь делянки в опытах — 5 м², учётная — 3 м², повторность 5-кратная. Размещение делянок систематическое. Посев проводился при достижении температуры почвы + 5—6°C на глубине 10 см (18.04.2011 год) вручную; норма высева семян — 2,0 млн/га; агротехника выращивания общепринятая в зоне. Развитие растений определялось по десятичному коду роста и развития растений (*ВВСН*). В течение вегетации посевов рапса проводились фенологические наблюдения, а также учёт высоты растений и основных элементов структуры урожайности: количество стручков на растении, количество семян в стручке, масса 1000 семян, масса семян с одного растения и т. п. Урожайность рапса определяли методом обмолота, убранные семена пересчитывались на 100% чистоту и 10 % влажность. Повторность — 6-кратная.

Результаты опытов были подвергнуты дисперсионному анализу при помощи стандартного программного обеспечения Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение. Изучены особенности влияния разработанных защитно-стимулирующих составов, включающих аналоги фунгицида-протравителя ТМТД (тирам (100 и 75% от рекомендованных доз)), инсектицид имидаклоприд и смесь ЭБ + ГБ (10 и 20 мг/т семян) или ТМ, ДФТМ (60 мг/т семян), на посевные качества семян и физиологическое состояние формирующихся из них на 5—12-й день проростков в оптимальных и стрессовых условиях.

В оптимальных условиях ТМТД и разработанные пестицидные составы не оказывали значительного влияния на посевные качества семян и ростовые процессы проростков. Под воздействием низкотемпературного стресса во всех вариантах снижалась выживаемость проростков примерно на 15,0%, у сохранившихся проростков наблюдалось некоторое вытягивание гипокотилей в длину.

Включение в разработанные композиции ТМ и ДФТМ в оптимальных условиях приводило к снижению энергии прорастания и всхожести семян, хотя у проростков увеличивалась масса семядолей. Выявлена эффективность смеси ЭБ и ГБ в дозе 10 мг/т семян. При обработке семян композицией тирам (75%-я доза) +

имидаклоприд + ЭБ + ГБ (10 мг/т семян) посевные качества семян не изменялись, но вытягивались гипокотили и увеличивалась масса проростков. В результате в этом варианте по сравнению с ТМТД масса корней была выше на 35,1%, длина и масса гипокотилей — на 17,3 и 9,1% соответственно. В условиях холодого стресса количество выживших проростков не только не снижалось, но и достоверно увеличивалось на 8,7%, а у выживших проростков повышались масса корня на 34,8% и масса семядолей — на 31,3%.

Отмечено незначительное снижение полевой всхожести семян в варианте, обработанном эталоном ТМТД (с 83,3% до 80,5%). Применение разработанного инсекто-фунгицидного препарата со сниженной дозой фунгицида на 25% по отношению к рекомендованной не повлияло на данный показатель. Включение в эту композицию смеси ЭБ и ГБ в дозе 10 мг/т семян также достоверно не изменило количество всходов по сравнению с контролем.

По сравнению с ТМТД обработка семян композицией тирам (75%-я доза) + имидаклоприд + ЭБ + ГБ (10 мг/т семян) увеличила полевую всхожесть семян на 3,1% (с 80,5 до 83,6%), т. е. до контрольного уровня.

Анализ морфофизиологических параметров показал, что обработка семян ТМТД и разработанными композициями не оказывала существенного влияния на высоту растений, однако наблюдались тенденция к снижению этого параметра под воздействием ТМТД на начальных фазах роста — всходов и стеблевания и, наоборот, к его увеличению в вариантах с обработкой тирамом в сниженной на 25% дозе, имидаклопридом без или со смесью ЭБ и ГБ (10 мг/т семян). При этом ТМТД снижал массу растений в фазу всходов на 32,7%, а в дальнейшем увеличивал ее по сравнению с контролем. При обработке составом, включающим тирам (75%-я доза) и имидаклоприд, масса растений значительно увеличивалась на протяжении исследуемых фаз роста (всходы, стебление, цветение, образование стручков) на 69,2-33,2%, а при добавлении смеси ЭБ и ГБ в дозе 10 мг/т — на 82,7 — 53,3%.

В результате по сравнению с ТМТД при обработке семян комплексом тирам (75%-я доза) + имидаклоприд + ЭБ + ГБ (10 мг/т семян) достоверно увеличивалась высота растений на различных фазах роста на 42,0, 27,9, 14,9 и 6,0%, а их масса — на 171,0, 85,7, 20,0 и 19,0% соответственно.

Анализ продуктивности растений показал, что применение эталонного препарата ТМТД не повлияло на урожайность растений рапса, несмотря на некоторое снижение полевой всхожести и торможение роста растений на ранних фазах развития под его воздействием. Обработка семян аналогом, включающим тирам в сниженной на 25% к рекомендованной дозе и имидаклоприд, привела к увеличению урожайности на 2,3 ц/га за счёт увеличения количества продуктивных побегов к уборке на 3,9% благодаря имидаклоприду, который снизил повреждение растений крестоцветной блошкой на начальных этапах развития, когда они были наиболее уязвимы. Добавление смеси ЭБ + ГБ (10 мг/т семян) в разработанный комплекс способствовало возрастанию продуктивности растений еще на 0,4 ц/га (в целом на 2,7 ц/га) за счёт ещё большего увеличения количества сохранившихся растений (на 5,5%), а также массы 1000 зёрен на 8,4%.

В результате по сравнению с ТМТД в варианте, обработанном комплексом тирам (75%-я доза) + имидаклоприд + ЭБ + ГБ (10 мг/т семян) урожайность растений увеличилась на 14,2% (2,8 ц/га) за счет увеличения количества продуктивных побегов к уборке на 7,1% и массы 1000 зёрен на 8,4%.

Заключение. Выявлена эффективность применения разработанного защитно-стимулирующего состава для инкрустации семян ярового рапса, включающего аналог зарегистрированного фунгицида-протравителя с торговой маркой ТМТД (тирам в сниженной на 25% по отношению к рекомендованной дозе), инсектицид имидаклоприд и смесь БС – ЭБ + ГБ (10 (5 + 5) мг/т семян), с целью повышения продуктивности растений, что связано с адаптогенным действием стероидных фитогормонов к фитотоксическому действию пестицидов и низкотемпературному стрессу.

Список цитируемых источников

1. *Khripach, V. A.* Brassinosteroids / V. A. Khripach, V. N. Zhabinskii, A. E. Groot. — San Diego : Academic press, 1999. — 456 p.
2. *Чернядьев, И. И.* Онтогенетические изменения фотосинтетического аппарата и влияние цитокининов / И. И. Чернядьев // Приклад. биохимия и микробиология. — 2000. — Т. 36. — № 6. — С. 611—625.
3. *Шакирова, Ф. М.* Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция / Ф. М. Шакирова ; отв. ред. В. А. Вахитов. — УФА : Гилем, 2001. — 159 с.
4. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести : ГОСТ 12038-84. — Введ. 19.12.84. — М. : [б. и.], 1985. — 57 с.
5. *Алексейчук, Г. Н.* Сила роста семян зерновых культур и ее оценка методом ускоренного старения / Г. Н. Алексейчук. — Минск [б. и.], 2009. — 44 с.
6. Особенности действия брассиностероидов в составе инсекто-фунгицидных композиций на рост проростков рапса (*Brassica napus* L.) в условиях низкотемпературного стресса / А. Ф. Судник [и др.] // Ботаника (исследования). Вып. 40. — Минск : Право и экономика, 2011. — С. 560—574.
7. *Доспехов, Б. А.* Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. — М. : Колос, 1985. — 415 с.

Материал поступил в редакцию 20.03.2012 г.