

УДК 631.98:633.11“324”

РАЗРАБОТКА НОВЫХ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ¹© 2019 г. Л. В. Дядюченко^{1,*}, В. В. Тараненко¹, В. Д. Стрелков², М. С. Соколов³¹ Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений
350039 Краснодар 39, Россия² Кубанский государственный университет
350040 Краснодар, ул. Ставропольская, 149, Россия³ Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии
143050 Московская обл., Одинцовский р-н, р.п. Большие Вяземы, ул. Институт, влад. 5, Россия

*E-mail: ludm.dyadiuchenko@yandex.ru

Поступила в редакцию 02.07.2018 г.

После доработки 10.10.2018 г.

Принята к публикации 11.03.2019 г.

Осуществлен синтез и скрининг регуляторов роста озимой пшеницы в ряду замещенных пиридилгидразонов. Найдено соединение 4-метил-2-хлор-6-{{1-этил-2-(4-нитробензилиден)}-гидразино}-никотинитрил, обладающее высокой ростстимулирующей активностью. По данным трехлетних полевых испытаний вещество оказывает положительное влияние на формирование структуры урожая, обеспечивает существенную прибавку урожая и улучшает качество зерна озимой пшеницы.

Ключевые слова: новые регуляторы роста растений, озимая пшеница.

DOI: 10.1134/S0002188119060036

ВВЕДЕНИЕ

Озимая пшеница во всем мире, в том числе и в России, является объектом инновационных технологий, что определяется ее высокой экономической эффективностью. Краснодарский край — один из основных производителей зерна озимой пшеницы в Российской Федерации. В структуре севооборотов она занимает до 40%, а в северной зоне — от 40 до 50%. В последние годы отмечен повышенный спрос международного и внутреннего рынка на качественное зерно. В связи с этим весьма важным является поиск путей и способов повышения урожайности озимой пшеницы и качества ее зерна. Одним из таких приемов является применение в технологии выращивания культуры регуляторов роста. Последние применяют в растениеводстве как средство управления основными физиолого-биохимическими процессами с целью увеличения урожая, улучшения его качества, облегчения ухода при выращивании растений и сокращения потерь зерна при уборке и хранении [1].

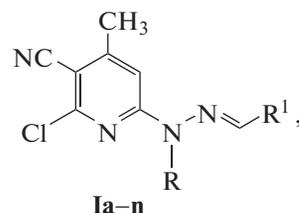
На рынке средств защиты растений регуляторы роста представлены различными классами хи-

мических соединений, однако доля отечественных препаратов весьма немногочисленна. Следовательно, разработка новых стимуляторов роста является задачей актуальной и своевременной.

Цель работы — поиск регуляторов роста озимой пшеницы в классе замещенных пиридилгидразонов. Ранее были найдены вещества с высокой антидотной активностью по отношению к гормональным гербицидам на растениях подсолнечника [2–4], иммуномодулирующей активностью для растений сахарной свеклы [5, 6].

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для поиска регуляторов роста была синтезирована серия замещенных пиридилгидразонов общей формулы I:



где R = H, метил, этил; R¹ = алкил, алкенил, арил, гетерил. Методики синтеза представлены в работе [7].

¹ Работа выполнена в рамках Государственного задания № 075-00376-19-00 Министерства науки и высшего образования РФ и в рамках НИР по теме № 0686-2019-0013.

Таблица 1. Влияние регулятора роста (соединения 1) на структуру урожая озимой пшеницы сорта Калым (2015–2017 гг.)

| Вариант (доза, г/га) | Длина колоса, мм | Количество | Количество | Масса | Масса 1000 семян |
|---------------------------|---------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|
| | | колосков в колосе | зерен в колосе | зерна в колосе | |
| | | шт. | | г | |
| 2015 г. | | | | | |
| Соединение 1 (30 + 30) | 90.0 | 24.1 | 33.0 | 1.40 | 41.7 |
| Контроль без обработки | 87.5 | 21.0 | 25.2 | 1.10 | 39.0 |
| <i>HCP</i> ₀₅ | 3.7 | 2.2 | 2.3 | 0.09 | 2.6 |
| 2016 г. | | | | | |
| Соединение 1 (30 + 30) | 79.1 | 23.5 | 28.2 | 1.22 | 42.0 |
| Соединение 1 (20 + 20) | 76.3 | 21.8 | 29.5 | 1.04 | 40.0 |
| Соединение 1 (10 + 10) | 70.0 | 20.4 | 27.0 | 0.99 | 39.3 |
| Контроль без обработки | 68.2 | 19.3 | 22.3 | 0.85 | 40.1 |
| <i>HCP</i> ₀₅ | 4.0 | 2.9 | 2.7 | 0.07 | 2.6 |
| 2017 г. | | | | | |
| Соединение 1 (30 + 30) | 92.4 | 26.5 | 36.1 | 1.7 | 47.0 |
| Контроль без обработки | 89.0 | 23.0 | 32.4 | 1.4 | 40.0 |
| <i>HCP</i> ₀₅ | 4.2 | 2.1 | 2.2 | 0.1 | 2.4 |

Первичную оценку рострегулирующей активности новых соединений осуществляли в лабораторном опыте по стандартной методике [8]. Отобранные в лабораторном опыте соединения изучали в условиях полевого опыта.

Полевые опыты проводили с 2014 по 2017 гг. на экспериментальном поле ВНИБЗР в системе стационарного севооборота (Центральная зона Краснодарского края). Почва – чернозем выщелоченный, обыкновенный, малогумусный, характеризовался следующими показателями: содержание гумуса в пахотном слое – от 2.9 до 3.2%, верхний слой – с нейтральной и слабокислой реакцией (pH_{H_2O} 6.7–7.0), объемная масса – 1.23–1.35 г/см³, порозность – 52.0–54.0%.

Климат зоны – умеренно-континентальный, умеренно-влажный и теплый. Среднегодовая температура воздуха составляет 10.0–10.8°C, среднегодовое количество осадков – 600–645 мм, распределение их по месяцам неравномерное, коэффициент увлажнения – 0.25–0.40.

По данным метеопоста ВНИИБЗР, суммарное количество осадков за период от посева до созре-

вания озимой пшеницы (октябрь–июль) составило в 2014/2015 г. 555, в 2015/2016 г. – 527, 2016/2017 г. – 564 мм, при среднемноголетней норме 549 мм. В целом погодные условия в годы проведения исследования были благоприятными для роста и развития растений озимой пшеницы.

В опыте использовали озимую пшеницу сорта Калым, предшественник – озимая пшеница. Вегетирующие растения обрабатывали водным раствором испытуемых веществ дважды: в фазе кушения (доза 30 г/га) и в фазе флагового листа (доза 30 г/га). Опрыскивание проводили с помощью опрыскивателя ОЭМП-16. В качестве эталона сравнения использовали препарат альбит, который применяли в те же сроки и в тех же дозах. Расположение делянок рендомизированное. Учетная площадь делянки – 5.6 м², повторность опыта четырехкратная. Уход за посевами включал: обработку гербицидом прима, СЭ (0.6 л/га, конец фазы кушения) и инсектицидом каратэ Зеон, МКС (0.2 л/га, фаза колошения). Удобрения не вносили. Уборку проводили малогабаритным комбайном “Hege-125”.

Таблица 2. Влияние регулятора роста (соединения **1**) на урожайность и качество зерна озимой пшеницы (2015–2017 гг.)

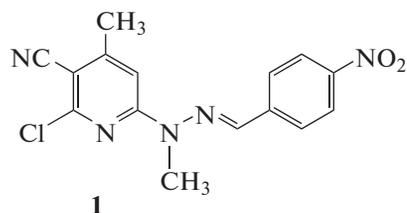
| Вариант (норма расхода, г/га) | Урожайность зерна, ц/га | Прибавка к контролю | | Содержание в зерне, % | |
|-------------------------------|-------------------------|---------------------|------|-----------------------|------------|
| | | ц/га | % | белка | клейковины |
| 2015 г. | | | | | |
| Соединение 1 (30 + 30) | 56.8 | 6.2 | 12.3 | 17.4 | 32.0 |
| Альбит (30 + 30) | 53.0 | 2.4 | 4.7 | 16.9 | 30.4 |
| Контроль без обработки | 50.6 | – | – | 15.1 | 28.4 |
| <i>HCP</i> ₀₅ | 2.9 | 0.9 | – | 0.5 | 2.2 |
| 2016 г. | | | | | |
| Соединение 1 (30 + 30) | 52.0 | 4.7 | 10.0 | 15.6 | 33.3 |
| Соединение 1 (20 + 20) | 49.6 | 2.3 | 4.8 | 14.3 | 31.7 |
| Соединение 1 (10 + 10) | 48.3 | 1.0 | 2.1 | 14.9 | 31.5 |
| Альбит (30 + 30) | 50.3 | 3.0 | 6.3 | 14.8 | 31.0 |
| Контроль без обработки | 47.3 | – | – | 14.3 | 29.7 |
| <i>HCP</i> ₀₅ | 2.3 | 0.1 | – | 0.6 | 3.1 |
| 2017 г. | | | | | |
| Соединение 1 (30 + 30) | 56.9 | 4.8 | 9.2 | 16.0 | 34.0 |
| Альбит (30 + 30) | 55.5 | 3.4 | 6.5 | 15.8 | 32.2 |
| Контроль без обработки | 52.1 | – | – | 14.6 | 29.1 |
| <i>HCP</i> ₀₅ | 2.7 | – | – | 0.5 | 3.2 |

Качественные показатели зерна определяли на инфракрасном спектрофотометре “Инфрапид 61”.

Полученные данные обработаны методом дисперсионного анализа [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам лабораторного скрининга из группы синтезированных соединений для полевых испытаний было отобрано наиболее активное соединение – 4-метил-2-хлор-6-{[1-этил-2-(4-нитробензилиден)]-гидразино}-никотинонитрил (соединение **1**):



По результатам полевых испытаний применение соединения **1** увеличивало количество продуктивных стеблей в среднем на 6–8% относительно контроля. Посевы, обработанные соединением **1** и эталоном альбит, отличались более интенсивной зеленой окраской, высота растений превышала контроль на 3–5 см. Увеличивалась длина колоса, т.к. линейный рост повлиял на количество колосков в колосе и зерен в них, а также на массу 1000 зерен (табл. 1).

Урожайность озимой пшеницы в опыте существенно варьировала. Значительное влияние на этот показатель оказали погодные условия. Самая низкая урожайность отмечена в засушливый 2016 г., самая высокая – в более благоприятном по погодным условиям 2017 г. (табл. 2).

Трехлетние данные опытов показали, что применение соединения **1** обеспечило прибавку урожайности озимой пшеницы 3.7–4.2 ц/га по сравнению с контролем, что составило 9.5–11.0%.

Эталон (препарат альбит) во всех опытах несколько уступал испытанному рострегулятору. Что касается оптимальной дозы применения нового препарата, то лучшие результаты получены при использовании его в дозе 30 г/га, при уменьшении нормы применения до 20 и 10 г/га эффективность соединения **1** заметно снижалась.

Качественные показатели зерна при применении нового препарата превосходили контрольный вариант. Например, содержание белка повысилось на 1.3–1.6, содержание клейковины – на 3.6–4.9%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, применение синтезированного 4-метил-2-хлор-6-[[1-этил-2-(4-нитробензиден)]-гидразино]-никотинонитрила (соединение **1**) на вегетирующих растениях озимой пшеницы положительно влияло на формирование элементов структуры урожая, урожайность и качество зерна озимой пшеницы. В связи с этим целесообразно рассматривать этот препарат в качестве перспективного действующего вещества для создания нового отечественного регулятора роста озимой пшеницы. Планируется проведение дальнейших исследований на других культурах и сортах озимой пшеницы Краснодарской селекции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Захарычев В.В.* Гербициды и регуляторы роста растений. М.: РХТУ им. Менделеева, 2007. 204 с.
2. *Стрелков В.Д., Дядюченко Л.В., Дмитриева И.Г.* Синтез новых гербицидных антидотов для подсолнечника. Краснодар: Просвещение-Юг, 2014. 96 с.
3. *Дядюченко Л.В., Дмитриева И.Г., Назаренко Д.Ю., Стрелков В.Д.* Антидотная и рострегулирующая активность N1-арил-N2-(замещенных никотинонитрил)гидразонов // *Агрохимия*. 2014. № 7. С. 33–37.
4. *Стрелков В.Д., Дядюченко Л.В., Дмитриева И.Г., Исакова Л.И.* Синтез и скрининг гербицидных антидотов на подсолнечнике // *Международ. научн.-практ. конф. “Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем”*. Краснодар, 2010. С. 503–516.
5. *Дядюченко Л.В., Назаренко Д.Ю., Тосунов Я.К., Ткач Л.Н.* Скрининг индукторов устойчивости сахарной свеклы по отношению к гербициду карибу Экстра в ряду производных пиридилгидразонов // *Наука Кубани*. 2017. № 2. С. 26–33.
6. *Дядюченко Л.В., Назаренко Д.Ю., Ткач Л.Н., Тосунов Я.К., Дмитриева И.Г.* Поиск новых иммуномодуляторов сахарной свеклы в ряду производных пиридилгидразонов // *Политемат. электр. научн. журн. КубГАУ*. 2016. № 122(08). С. 461–470.
7. Пат. РФ, № 2623115. Способ повышения урожайности озимой пшеницы. *Дядюченко Л.В., Балахов А.А., Назаренко Д.Ю., Морозовский В.В., Ткач Л.Н.* Заявл. 29.03.2016. Оpubл. 22.06.2017.
8. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. Введ. 19.12.1984. М.: Изд-во стандартов, 1985. 57 с.
9. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Колос, 1979. 4-е изд., доп. 416 с.

Development of New Winter Wheat Growth Regulators

L. V. Dyadyuchenko^{a,#}, V. V. Taranenko^a, V. D. Strelkov^b, and M. S. Sokolov^c

^a All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection
350039 Krasnodar-39, Russia

^b Kuban State University
ul. Stavropolskaya 149, Krasnodar 350040, Russia

^c All-Russian Research Institute of Phytopathology
ul. Institute, estate 5, Moscow region, Odintsovo district, r.p. Bolshye Vyazemy 143050, Russia

E-mail: ludm.dyadiuchenko@yandex.ru

The winter wheat growth regulators in the series of substituted pyridylhydrazones were screened. The compound 4-methyl-2-chloro-6-[[1-ethyl-2-(4-nitrobenzylidene)]-hydrazino]-nicotinonitrile, which has a high growth stimulating activity has been found. According to the results of three-year field tests the substance shows a positive effect on the yield structure development, provides a significant increase in yield and improves grain quality.

Key words: new growth regulators, winter wheat.