

УДК 632.95

UDC 632.95

06.01.00 Агрономия

Agricultural sciences

РАЗРАБОТКА НОВЫХ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА СОИ

DEVELOPMENT OF NEW SOYBEAN GROWTH REGULATORS

Дядюченко Людмила Всеволодовна
к.х.н., доцент
РИНЦ SPIN-код 1135-3336
ludm.dyadiuchenko@yandex.ru

Dyadyuchenko Lyudmila Vsevolodovna
Cand. Chem. Sci, associate professor
SPIN-code 1135-3336
ludm.dyadiuchenko@yandex.ru

Тараненко Виктор Владимирович
к. с.-х.н.
РИНЦ SPIN-код 3786-1834
viktor.taranenko@rambler.ru
Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений, Краснодар, Россия

Taranenko Viktor Vladimirovich
Cand. Agr. Sci, associate professor
SPIN- code 3786-1834
viktor.taranenko@rambler.ru
All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection, Krasnodar, Russia.

Дмитриева Ирина Геннадиевна
к.х.н., доцент
РИНЦ SPIN-код 6882-9695
irina.bona.mente@gmail.com
Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

Dmitrieva Irina Gennadievna
Cand. Chem. Sci, associate professor
SPIN-code 6882-9695
irina.bona.mente@gmail.com
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

С целью поиска новых перспективных регуляторов роста сои нами синтезированы ряды производных азотсодержащих гетероциклов. Синтезированные соединения изучены в качестве потенциальных рострегуляторов сои. Найдены вещества с высоким ростстимулирующим эффектом. Влияние рострегуляторов сказывалось на коэффициенте ветвления, количестве семян в бобах и их массе. Урожайность зерна возросла на 6,7-23,4 %, повышалось качество зерна

To develop new promising soybean growth regulators, we have synthesized series of derivatives of nitrogen-containing heterocycles. Synthesized compounds have been studied as potential soybean growth regulators. Substances with a high growth stimulating effect have been found. The growth regulators affected the branching coefficient, the number of seeds in the beans and their weight. The yield increased by 6.7-23.4%, the quality of grain increased

Ключевые слова: РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА, ТРИАЗОЛОПИРИМИДИНЫ, ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ ГИДРАЗОНЫ, УРОЖАЙНОСТЬ, СТРУКТУРА УРОЖАЯ, КАЧЕСТВО ЗЕРНА

Keywords: GROWTH REGULATORS, TRIAZOLEPYRIMIDINES, HETEROCYCLIC HYDRAZONES, YIELD, CROP STRUCTURE, CROP QUALITY

Doi: 10.21515/1990-4665-140-027

Дефицит растительного белка в питании людей и кормлении сельскохозяйственных животных является немаловажной проблемой, решить которую можно путем увеличения производства зерна бобовых культур, и прежде всего сои. Соя по своему богатому и разнообразному химическому составу семян и многостороннему использованию в кормовых, пищевых и технических целях является уникальной и

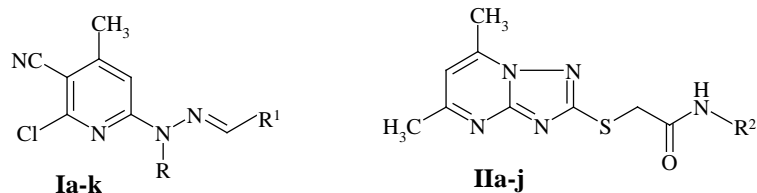
ценнейшей культурой. Высокое (до 45-48 %) содержание в зерне полноценного по аминокислотному составу, растворимости и усвояемости белка и высококачественному составу масла определяет её широкое распространение [1]. Производство соевого зерна в мире неуклонно возрастает, она становится высокодоходной культурой. Очевидно, что поиск путей повышения урожайности этой культуры и качества семян актуален.

Для повышения урожая в современном сельском хозяйстве применяют интенсивные технологии, предусматривающие использование регуляторов роста растений - физиологически активных веществ биогенного происхождения или синтезированных искусственно, которые в малых дозах положительно влияют на жизненные процессы растений. Поиск новых рострегуляторов в настоящее время ведется интенсивно и в различных классах соединений.

Настоящая работа является частью многолетнего научного исследования, посвящённого поиску биологически активных веществ в рядах производных азотсодержащих гетероциклов. Гетероциклические соединения являются составной частью животных и растительных клеток; многие из них имеют первостепенную важность для живых систем, служат ключевыми компонентами в биологических процессах [2]. Они нашли применение в фармакологии и в различных областях сельского хозяйства: в их числе обнаружены бактерициды, гербициды, дефолианты, десиканты и др. В частности, нами были найдены эффективные гербицидные антидоты в числе пиримидинотриазолов [3], пиразолопиридинов [4], алкилтионикотинитрилов [5], регуляторы роста озимой пшеницы – в рядах тиенопиридинов и пиразолопиридинов [6,7].

Целью нашей работы являлся поиск новых перспективных регуляторов роста сои в рядах синтезированных нами гетероциклических

гидразонов общей формулы **1** и производных триазолопиримидинов общей формулы **2**:



где R = H, метил, этил; R¹ = алкил, замещенный фенил, гетерил; R² = алкил, арил, гетерил.

Синтез осуществляли по разработанным нами ранее [8,9] и известным методикам. Выход целевых продуктов составил 62 - 88 %. Для всех синтезированных соединений определены физико-химические константы (T_{пл.}, T_{кип.}), их структура подтверждена элементным анализом, а также методами ЯМР ¹H-спектроскопии и масс-спектрометрии. Индивидуальность соединений установлена с помощью тонкослойной хроматографии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Первичную оценку активности новых соединений осуществляли в лабораторном опыте по величине их рострегулирующего эффекта. Для этого использовали официально рекомендованную методику проращивания семян в «рулонах» по ГОСТ 12044-93.

Вещества, отобранные по результатам лабораторного опыта, исследовали в полевых условиях.

Полевые опыты проведены на экспериментальной базе ВНИИБЗР. Почвенный покров участка - чернозем выщелочный, мощный, тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое (0-25) см = 4,0 %. Почва пресная, плотный остаток меньше 0,1 %, pH солевой вытяжки 5,5. Содержание подвижных форм фосфора 17,4 мг/100 г почвы, калия - 32,8 мг/100 г почвы.

Для посева использовали семена сои сорта Селекта 201, элита. Сорт ранний (средне-ранний) в зависимости от сроков посева. Сорт районирован для зоны ЮФО и включен в Госреестр с 2007 г. Потенциальная урожайность 44,0 ц/га. Содержание белка в зерне до 43 %, масла – до 23 %.

Площадь опытной делянки 5,6 м² (1,4х4 м), повторность четырехкратная. Размещение повторностей вариантов двухярусное, вариантов в повторностях – последовательное. Обработку опытных делянок проводили дважды: в фазу 4 – 5 листьев и в фазу бутонизации – ветвления. Способ обработки растений – опрыскивание. Норма расхода рабочего раствора 300 л/га. Для обработки использовали малогабаритный опрыскиватель (монодисперсный) с емкостью 0,2 л, давление в системе 0,8 – 1,0 атм.

В период между первой обработкой до уборки урожая на опытном участке проводили наблюдения и учеты по основным фазам роста и развития растений сои. Перед уборкой урожая отбирали модельные снопы для последующей оценки влияния препаратов на формирование основных элементов структуры урожая.

Уборку и учет урожая проводили отдельным способом. Растения сои срезали в снопы, а затем обмолачивали на комбайне Хеге 125. Массу зерна с каждой повторности варианта взвешивали с точностью ±5,0 г. Из четырех повторностей варианта отбирали среднюю пробу для последующего анализа на содержание общего азота, белка, сырого жира.

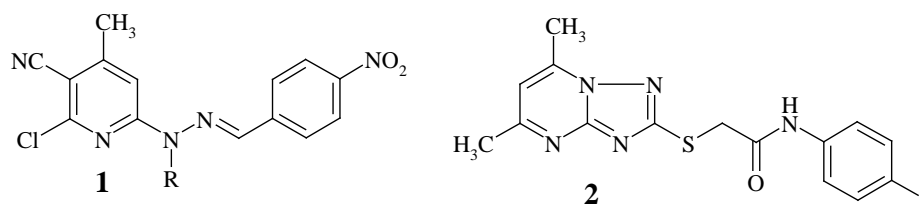
Рострегулирующую активность исследуемых соединений определяли по увеличению урожая растений, обработанных рострегулятором, в сравнении с контролем (необработанные растения). Данные учета подвергали статистической обработке с использованием НСР₀₅.

Качественные показатели зерна определяли на инфракрасном спектрофотометре «Инфрапид 61» (Labor MIM, Венгрия). Аналитическая

повторность 3-х кратная.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В лабораторном опыте на проростках кукурузы выявлены два соединения: 4-метил-2-хлор-6-{{[1-этил-2-(4-нитробензилиден)]-гидразино}}-никотинонитрил (соединение **1**) и (4,6-диметилтриазоло-[1,5-*a*]пиримидил-2-сульфанил)-4-фторацетанилид (соединение **2**), проявляющие ростстимулирующий эффект на уровне 22-24 %:



Соединения **1** и **2** были испытаны в полевом мелкоделяночном опыте.

На опытном участке посева сои перед первой обработкой в фазе 4 – 6 листьев проводили учет густоты стояния растений. Было установлено, что густота посевов составляла $27,4 \pm 3,27$ шт/м². Второй учет густоты посева по вариантам опыта проводили перед уборкой урожая. Учет динамики роста (высоты) проводили по основным фазам роста и развития (4 – 6 листьев, бутонизация-ветвление, цветение, формирование бобов, созревание).

Влияние препаратов на формирование структуры урожая сои представлено в таблице 1.

По данным учетов не было обнаружено существенного влияния препаратов на линейный рост растений сои. Перед уборкой средняя высота растений по вариантам опыта составляла $129 \pm 6,73$ см.

Вполне очевидно, что обработка растений сои препаратами не повлияла и на формирование густоты посевов и их рост. По коэффициенту ветвления существенное превышение контроля наблюдалось в случае

применения соединения **2**. По показателю общего количества бобов оба опытных варианта были достоверно выше, чем в контроле.

Таблица 1. Эффективность препаратов по показателям основных элементов структуры урожая сои.

Шифр соединения, норма расхода, г/га	Густота посева, шт/м ²	Высота растений, см	Среднее значение показателя на 1 растение							Масса 1000 семян, г
			Кол-во ветвей, шт	Всего бобов, шт	В т.ч. кол-во семян в бобе, шт			Кол-во семян, шт	Масса семян, г	
					1*	2*	3*			
Контроль	24,7	129	2,3	55,7	6,1	16,7	33,8	135	15,4	124
Соед.1 30+30	25,6	126	2,3	59,9	4,9	19,0	35,2	145	16,8	133
Соед.2 30+30	25,3	132	2,8	68,4	9,4	21,8	37,2	164	22,5	137
НСР ₀₅	1,85	4,31	0,12	4,17	-	-	-	8,61	2,15	-

Примечание: 1*, 2*, 3* - количество бобов с одним семенем, двумя и тремя соответственно

Применение рострегуляторов **1** и **2** было наиболее эффективным по показателям количества семян и их массе, при этом более существенное увеличение массы семян (на 22 % к контролю) обеспечивало соединение **2**.

В таблице 2 представлены данные о влиянии изучаемых препаратов на урожайность и качество семян сои.

Таблица 2. Влияние препаратов на продуктивность и качество семян сои.

Шифр соединения, норма расхода, г/га	Урожай зерна, ц/га	Прибавка к контролю		Показатели содержания в зерне, %		
		ц/га	%	Общий азот	Белок	Сырой жир
Контроль без обработки	35,9	-	-	4,96	48,4	27,4
Соед.1 (30+30)	38,3	2,4	6,7	6,83	52,6	25,2
Соед.2 (30+30)	44,3	8,4	23,4	6,50	50,2	26,2
НСР ₀₅	2,57	-	-	0,35	0,89	0,48

Судя по данным учета урожая, применение препарата **2** обеспечивает достоверное повышение урожая сои (23,4 %). Достаточно эффективен также препарат **1**, хотя прибавка урожая здесь заметно ниже (6,7 %).

Характерной особенностью для испытуемых препаратов является повышение содержания белка в семенах. При этом увеличение содержания белка в опытных вариантах сопровождается незначительным снижением масличности семян относительно контроля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, применение новых синтезированных соединений обеспечило существенное и достоверное повышение урожая зерна сои и увеличение содержания белка в зерне. Работа защищена патентом РФ [10] и оформлена заявка на патент.

Полученные данные свидетельствуют, что разработанные нами соединения при соответствующей технологической и токсикологической доработке могут найти применение в качестве действующих веществ для создания новых отечественных регуляторов роста сои, тем самым расширить спектр используемых средств защиты растений.

Литература

1. Федорова З.С. Влияние регуляторов роста на симбиотическую активность и семенную продуктивность сои // Автореферат дисс. на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Москва. 2000.
2. Джилкрист, Т. Химия гетероциклических соединений: Пер. с англ. – М.: Мир, 1996. – 464 С.
3. Стрелков В.Д., Дядюченко Л.В., Исакова Л.И., Угрюмов Е.П., Соколов М.С. Антидотная активность производных пиримидинотриазолов // Агрохимия. 1998. № 12. С. 49-51.
4. Стрелков В.Д., Дядюченко Л.В., Исакова Л.И., Дмитриева И.Г. Антидотная активность производных пиразолопиридинов // Агрохимия. 2010. № 10. С. 28-31.
5. Стрелков В.Д., Дядюченко Л.В., Исакова Л.И., Дмитриева И.Г., Ткач Л.Н. 2-Алкилтионитронитрилы – потенциальные антидоты 2,4-дихлорфеноксисукусной кислоты // Агрохимия. 2011. № 4. С. 60-63.
6. Дядюченко Л.В., Морозовский В.В., Назаренко Д.Ю., Балахов А.А., Дмитриева И.Г. Новые регуляторы роста для озимой пшеницы // Политематический сетевой электронный журнал КубГАУ. 2015. № 112. С. 288-297.

7. Дядюченко Л.В., Назаренко Д.Ю., Балахов А.А., Дмитриева И.Г. Новые регуляторы роста и антидоты для экологизированной защиты растений // Научный журнал КубГАУ. – 2017. – №133(09).– с. 475-485.

8. Дмитриева И.Г., Дядюченко Л.В., Кайгородова Е.А. Взаимодействие некоторых 2-хлорникотинонитрилов с гидразином и алкилгидразинами // Изв. Вузов. Химия и хим. технол. 2005. Т. 48. № 12. С. 29-31.

9. Дмитриева И.Г., Дядюченко Л.В., Конюшкин Л.Д., Кайгородова Е.А. Синтез 6-гидразино(алкилгидразино)-4-метил-2-хлорникотинонитрилов // Изв. Вузов. Химия и хим. технол. 2006. Т. 49. № 8. С. 119.

10. Пат. РФ, № 2617322. Способ повышения урожайности сои. Дядюченко Л.В., Назаренко Д.Ю., Морозовский В.В., Дмитриева И.Г. и др. Оpubл. 24.04.2017. Бюлл. № 28.

References

1. Fedorova Z.S. Vliyanie regulatorov rosta na simbioticheskuyu aktivnost' i semennuyu produktivnost' soi // Avtoreferat diss. na soiskanie uchenoj stepeni kandidata sel'skohozyajstvennyh nauk. Moskva. 2000.

2. Dzhilkrist, T. Himiya geterociklicheskih soedinenij: Per. s angl. – M.:Mir, 1996. – 464 S.

3. Strelkov V.D., Dyadyuchenko L.V., Isakova L.I., Ugryumov E.P., Sokolov M.S. Antidotnaya aktivnost' proizvodnyh pirimidinotriazolov // Agrohimiya. 1998. № 12. S. 49-51.

4. Strelkov V.D., Dyadyuchenko L.V., Isakova L.I., Dmitrieva I.G. Antidotnaya aktivnost' proizvodnyh pirazolopiridinov // Agrohimiya. 2010. № 10. S. 28-31.

5. Strelkov V.D., Dyadyuchenko L.V., Isakova L.I., Dmitrieva I.G., Tkach L.N. 2-Alkiltionitotinitrily – potencial'nye antidoty 2,4-dihlorfenoksiuksusnoj kisloty // Agrohimiya. 2011. № 4. S. 60-63.

6. Dyadyuchenko L.V., Morozovskij V.V., Nazarenko D.YU., Balahov A.A., Dmitrieva I.G. Novye regulatory rosta dlya ozimoy pshenicy // Politematicheskij setevoy ehlektronnyj zhurnalKubGAU. 2015. № 112. S. 288-297.

7. Novye regulatory rosta i antidoty dlya ehkologizirovannoj zashchity rastenij / Dyadyuchenko L.V., Nazarenko D.YU., Balahov A.A., Dmitrieva I.G. // Nauchnyj zhurnal KubGAU. – 2017. – №133(09).– с. 475-485.

8. Dmitrieva I.G., Dyadyuchenko L.V., Kajgorodova E.A. Vzaimodejstvie nekotoryh 2-hlornikotininonitrilov s gidrazinom i alkilgidrazinami // Izv. Vuzov. Himiya i him. tekhnol. 2005. Т. 48. № 12. S. 29-31.

9. Dmitrieva I.G., Dyadyuchenko L.V., Konyushkin L.D., Kajgorodova E.A. Cintez 6-gidrazino(alkilgidrazino)-4-metil-2-hlornikotininonitrilov // Izv. Vuzov. Himiya i him. tekhnol. 2006. Т. 49. № 8. S. 119.

10. Пат. РФ, № 2617322. Способ povysheniya urozhajnosti soi. Dyadyuchenko L.V., Nazarenko D.YU., Morozovskij V.V., Dmitrieva I.G. i dr. Opubl. 24.04.2017. Byull. № 28.