

## ПРОИЗВОДНЫЕ ТИЕНО[2,3-В]ПИРИДИНОВ В КАЧЕСТВЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ СОИ

<sup>1,2</sup> Муравьев В.С., <sup>1</sup>Дядюченко Л.В.

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений, г. Краснодар, Российская Федерация

<sup>2</sup>Кубанский государственный университет г. Краснодар, Российская Федерация

**Аннотация.** Осуществлен синтез и скрининг регуляторов роста озимой пшеницы в ряду замещённых тиено[2,3-в]пиридинов. Выявлены соединения, обладающие высоким рострегулирующим эффектом. По данным полевых испытаний вещества оказывают положительное влияние на формирование структуры урожая, обеспечивают существенную прибавку урожая и улучшают качество зерна.

**Ключевые слова.** Регуляторы роста, соя, тиено[2,3-в]пиридины, урожайность, качество урожая.

## THIENO[2,3-B]PYRIDINES DERIVATIVES AS SOYBEAN PLANT GROWTH REGULATORS

<sup>1,2</sup> Muraviev V.S., <sup>1</sup>Dyaduchenko L.V.

<sup>1</sup>All-Russian Institute of biological plant protection, Krasnodar, Russian Federation

<sup>2</sup>Kuban state university, Krasnodar, Russian Federation

**Abstract.** We have carried out the synthesis and screening of soybean growth regulators in a series of substituted thieno[2,3-b]pyridines. The compounds, which have a high growth-regulating effect, were detected. According to the field tests, the substances have a positive effect in formation of the yield structure and provide seed quality.

**Keywords.** Growth regulators, soy, thieno[2,3-b]pyridines, yield, crop quality.

Соя культурная – однолетнее травянистое растение, вид рода Соя (*Glycine*) семейства Бобовые. Данная сельскохозяйственная культура широко возделывается во многих странах Азии, Европы, Северной и Южной Америки, Центральной и Южной Африке, Австралии. Бесспорным мировым лидером по выращиванию сои в настоящее время считаются США. Россия же, хоть и не входит в десятку лидеров по площади посевов сои, так же развивает эту отрасль сельского хозяйства, поскольку культура является весьма полезной и важной со стратегической точки зрения [1].

Впервые соя появилась в России ещё в XIX столетии и с того времени популярность её возрастает, а возможности применения становятся всё шире. При этом благодаря усилиям отечественных селекционеров удалось вывести сорта, пригодные для выращивания в широтах севернее Москвы. Однако значительную часть Российской сои поставляет Краснодарский край. Популярна эта культура главным образом благодаря своим выдающимся показателям содержания белка (до 44 - 45 %) [2 – 4].

Во многих странах соя является сырьём для производства высокобелковых продуктов, а также набирает популярность как часть рациона здорового питания людей, при этом большая часть урожая идёт на корм крупному рогатому скоту [5, 6].

Таким образом, это растение, с высоким содержанием белка и других питательных веществ, играет важную роль как в пищевой, так и в животноводческой промышленности и одной из основных проблем, которую решают агрономы, является повышение урожайности сои и как следствие, повышение прибыльности хозяйства и уменьшение финансовых издержек [6]. На помощь фермерам в данном вопросе приходят выведенные селекцией наиболее продуктивные сорта, средства защиты растений от различных болезней, минеральные и органические удобрения, агротехнические приёмы и т.д. [7].

Применение регуляторов роста позволяет получить более высокие показатели урожайности в сравнении с растениями без обработок, и зачастую значительно повышает качество семян, что сказывается на экономической эффективности хозяйств. К плюсам применения регуляторов роста следует отнести и возможность использования очень малых дозировок препарата для получения

значимых результатов и повышение устойчивости растений к неблагоприятным условиям окружающей среды, поэтому поиск новых регуляторов роста среди синтезированных соединений является задачей актуальной и работа учёных в настоящий момент в этом направлении продолжается [8-10].

Поиск регуляторов роста для растений сои проводился нами среди производных 4,6-диметил-3-аминотиено[2,3-b]пиридин-2-карбоксамидов, для чего был синтезирован ряд соединений на основе оригинальных и известных методик [11-12]. На первом этапе проведены лабораторные опыты по выявлению рострегулирующей активности на проростках сои, согласно стандартной методике [13]. В результате обработки данных методами статистического анализа отобраны три наиболее активных соединения, имеющие следующую структуру (Рисунок 1):

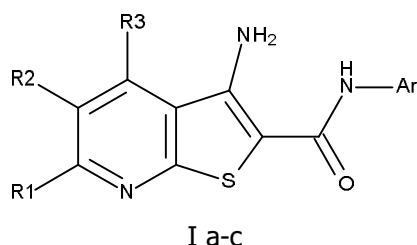


Рисунок 1 - Общая формула испытуемых соединений

a:  $R^1 = R^3 = \text{CH}_3$ ,  $R^2 = \text{H}$ ,  $\text{Ar} = 2,5\text{-OCH}_3\text{-4-Cl-C}_6\text{H}_2$

b:  $R^1 = R^3 = \text{CH}_3$ ,  $R^2 = \text{H}$ ,  $\text{Ar} = 2\text{-CH}_2\text{-Fur}$

c:  $R^1 = R^3 = \text{CH}_3$ ,  $R^2 = \text{Cl}$ ,  $\text{Ar} = \text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-C}_6\text{H}_5$

На втором этапе выявленные соединения были изучены в условия полевого опыта, проводимого в рамках рекомендованной методики [14]. Для этого были приготовлены водные суспензии соединений с расчётной концентрацией 30 г/га. Площадь опытных делянок при четырёхкратной повторности составляла 5 м<sup>2</sup> каждая. Обработка растений проводилась двукратно: в фазу 4-6 листьев и в фазу бутонизации. В качестве контрольного опыта использованы делянки, где растения исследуемыми соединениями не обрабатывались, НРК-фон для всех вариантов одинаков.

После уборки урожая было проведено измерение качественных и количественных показателей, а полученные данные обработаны методами статистического анализа. Результаты проведённых испытаний биологической активности показали достоверное повышение урожайности по сравнению с контролем, причём соединение Ia способствовало наибольшему её приросту. Также стоит отметить увеличение количества белка и общего азота для всех трёх испытанных соединений, при этом соединение Ic оказало наибольшее положительное влияние на качество соевого зерна, усиливая накопление белка (таблица 1).

Таблица 1 – Количественные и качественные показатели урожая сои после испытания соединений

Вариант опыта	Доза, г/га	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю		Содержание в зерне, %		
			ц/га	%	Общий азот	Белок	Сырой жир
Контроль без обработки	-	35,9	-	-	4,96	48,4	27,4
Ia	30+30	40,5	4,6	12,7	6,55	43,3	25,6
Ib	30+30	38,3	2,4	6,7	6,18	51,7	27,9
Ic	30+30	39,0	3,1	9,3	6,80	53,6	25,3
НСР <sub>05</sub>	-	-	1,3	-	0,37	0,82	0,46

Положительное влияние испытуемые соединения оказывали и на структуру урожая. Вещество Ia уменьшало ветвистость, но способствовало увеличению количества семян на одно растение относительно контроля, а использование соединения Ic увеличивало массу семян с одного растения (Таблица 2).

Таким образом, производные тиено[2,3-b]пиридина Ia-с оказывают положительное влияние на структуру получаемого урожая, при этом наибольший полезный эффект наблюдается в опыте с соединением Ic.

Все вещества, прошедшие полевые испытания являются перспективными регуляторами роста для растений сои и потенциально могут стать объектами исследования с целью регистрации новых препаратов, увеличивающих количество и улучшающих качество урожая сои.

Таблица 2 – Структура урожая сои после испытания соединений

Вариант опыта	Высота растений, см	Среднее значение показателя на 1 растение				Масса 1000 семян, г
		Количество ветвей, шт.	Всего бобов, шт	Количество семян, шт	Масса семян, г	
Контроль без обработки	129	2,3	55,7	135	15,4	133
Ia	128	2,2	60,9	162	16,7	129
Ib	128	2,3	65,2	143	16,5	123
Ic	130	2,5	65,2	155	18,0	133
HCP <sub>05</sub>	4,32	0,12	4,16	8,59	1,98	5,35

#### Список использованных источников

1. Зеленцов, С. В. Современное состояние систематики культурной сои *Glycine Max (L.) Merrill* / С. В. Зеленцов, А. В. Кочегура // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2006. - №1 (134). – С. 34 - 48.
2. Балакай, Г.Т. Соя: экология, агротехника, переработка / Г.Т. Балакай, О.С. Безуглова. – Ростов н/д: Феникс, 2003. – 160 с.
3. Петибская, В. С. Использование сортового разнообразия семян сои для увеличения арсенала пищевых и функциональных продуктов [Текст] / В.С. Петибская, Л.А. Кучеренко, С.В. Зеленцов // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур/ - 2006. - №2 (135). - С. 115 -121.
4. Ващенко, А.П. Научные основы и практические результаты селекции сои в Приморском крае / А.П. Ващенко. – Хабаровск, 1996. – 47 с.
5. Зверюхин, В.И. Производство и использование сои / В.И. Зверюхин, И.Л. Левандовский. – Киев: Урожай, 1988. – 112 с.
6. Бородин, Е.А. Продукты из сои и здоровье человека/ Е.А. Бородин. – Благовещенск, 1998. – С. 19 – 28.
7. Поздняков, В.Г. Экономические и технологические аспекты производства сои / В.Г. Поздняков. –М.: Колос, 1990. – 554 с.
8. Пат. 2 338 377 С1 Российская Федерация, МПК А01N 43/90, А01P 21/00. Способ стимулирования роста сахарной свеклы регулятором роста / Назаренко Д.Ю., Стрелков В.Д., Дядюченко Л.В. Дмитриева И.Г.; заявитель и патентообладатель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений Россельхозакадемии. - № 2007110598/04; заявл. 22.03.2007; опубл. 20.11.2008. – 6 с.
9. Пат. 2 475 490 С1 Российская Федерация, МПК С07D 495/04, А01N 43/90, А01P 13/00. N-ацилированные 3-амино-4,6-диметилтиено[2,3-b]пиридин-2-карбоксамиды в качестве антидотов 2,4-Д на подсолнечнике / Дмитриева И.Г., Дядюченко Л.В., Стрелков В.Д., Исакова Л.И., Ткач Л. Н., Назаренко Д.Ю., Чубенко Т.И., Цитович И.О.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кубанский государственный аграрный университет". - № 2011134566/04; заявл. 17.08.2011; опубл. 20.02.2013. – 7 с.
10. Дядюченко, Л.В. Синтез замещённых изоксазоло[5,4-b]пиридинов и их антидотная активность / Л. В. Дядюченко, И.Г. Дмитриева, В.С. Заводнов, Н.А. Макарова // Политематический сетевой электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. - № 122. – С. 471 – 480.
11. Hung, J. M. Synthesis and cytotoxicity of thieno[2,3-b]pyridine and furo[2,3-b] pyridine derivatives / J. M. Hung и др. // European Journal of Medicinal Chemistry. - 2014. - Vol. 86. - P. 420 - 437.
12. Муравьев В.С. Синтез пиримидинового кольца на основе производных тиено[2,3-b]пиридина / В.С. Муравьев // Сборник статей по материалам XI Всероссийской конференции молодых ученых «Научное обеспечение агропромышленного комплекса». Краснодар, 2017. С. 24-25.

13. ГОСТ 12039-82. Семена сельскохозяйственных культур. – Взамен ГОСТ 12039-66; введ. 1982-06-09. – Москва: Издательство стандартов, 1982. – 79 с.

14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). — 5-е изд., доп. и перераб. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.