

УДК 547.82 + 631.811.98

¹С.А. Шоинбекова*, ¹О.Т. Жилкибаев, ¹С.Д. Атабаева, **Н.Б. Курманкулов**

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан,

*e-mail: sshoinbekova@mail.ru

Синтез новых аналогов природных фитогормонов и их биоскрининг на рост пшеницы

В работе приводятся данные по синтезу синтетических регуляторов роста растений на основе ароматических пропаргильных пиперидолов и результаты биологического скрининга на ростактивирующую активность на семена пшеницы.

Ключевые слова: регуляторы роста растений, комбинаторный синтез, ароматические пропаргильные пиперидолы, химические средства защиты растений, фитогормоны, биоскрининг, пшеница.

С.Ә. Шойынбекова, О.Т. Жылқибаев, С.Д. Атабаева, **Н.Б. Құрманкулов**

Табиғи фитогормондардың жаңа аналогтарының синтезі және бидайдың өсуіне олардың биоскринингі

Жұмыста ароматы пропаргильды пиперидолдар негізінде синтезделген өсімдіктердің өсуін реттегіштердің комбинаторлы синтезі және бидай дәндерінің өсуіне әсері және биологиялық скрининг нәтижелері келтірілген.

Түйін сөздер: өсімдіктердің өсуін реттегіштері, комбинаториялық синтез, ароматтық пропаргильді пиперидолдар, өсімдіктерді қорғайтын химиялық қосылыстар, фитогормондар, биоскрининг, бидай.

S.A. Shoinbekova, O.T. Zhilkibaev, S.D. Atabaeva, **N.B. Kurmankulov**

Synthesis of novel analogues of natural phytohormones and the growth of wheat bioscreening

The paper presents data on the combinatorial synthesis of synthetic plant growth regulators on the basis of aromatic propargyl piperidols and the results of the biological screening rostaktiviruyuschuyu activity in wheat seeds.

Keywords: plant growth regulators, combinatorial synthesis, aromatic propargyl piperidoly, plant protection chemicals, plant hormones, bioscreening, wheat.

Одним из приоритетных направлений, указанным в «Послании Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева народу Казахстана» от 17.01.2014 г. [1]. является обеспечение перевода на инновационные рельсы агропромышленного комплекса (АПК). Президент отметил, что развитие АПК, целью которой является обеспечение населения продукцией, в ближайшие годы будет проходить в условиях возрастающей конкуренции. Традиционно главной отраслью растениеводства Казахстана является зерновое хозяйство, среди которых наиболее распространена пшеница. Отрасль обеспечивает население продовольствием, промышленность - сырьем, а животноводство – кормами [2].

Н.А. Назарбаев отметил, что «в растениеводстве Нужен комплекс мер по эффективному потреблению агрохимикатов, расширению применения в засушливых регионах современных технологий нулевой обработки почв и других инноваций» [1].

По статистическим данным, в 2011 году посевная площадь сельскохозяйственных культур в Казахстане составила 21,3 млн. га [3]: зерновые культуры - 16,5 млн. га (урожайность - 412,5 кг продукции на га), масличные культуры – на 1711,8 тыс. га (42,8 кг), сахарная свекла – на 21,8 тыс. га (0,5 кг), овощебахчевые культуры и картофель – на 364,7 тыс. га (9,1 кг), кормовые культуры – на 2617,5 тыс. га (65,4 кг).

Несмотря на то, что земледелием занимаются давно, все еще остаются нерешенными проблемы, связанные с увеличением продуктивности, повышением устойчивости к климатическим условиям, сорнякам, болезням, насекомым. По мере интенсификации возделывания зерновых культур возникает необходимость применения больших объемов средств защиты, что приводит к значительному удорожанию продукции.

Одним из перспективных, обеспечивающим повышение эффективности использования энергии солнца, генетического потенциала

самого растения является применение регуляторов роста растений (РРР). Согласно прогнозам ученых, в XXI веке повышение урожайности продуктов растениеводства будет связано именно с применением различных синтетических физиологически активных веществ – фиторегуляторов. Поэтому, разработка и внедрение низкочастотных и высокоэффективных новых технологий по их созданию, а также препаратов защиты растений, повышающих урожайность посевов и улучшающих качество растениеводческой продукции, приобретает особую актуальность.

Перспективность применения синтетических РРР в технологии возделывания важных сельскохозяйственных культур подтверждается и тем, что Международная ассоциация ростовых веществ растений (IPGSA) раз в три года проводит международные научные конференции по ростовым веществам растений, а поиск по ключевому слову «регуляторы роста растений» в Интернете выводит в результат около 10 млн. ссылок [4].

Казахстан, обладая большими сельхозугодиями, и, остро нуждаясь в препаратах различного назначения для растениеводства, их в настоящее время не производит. Кроме того, потенциал рынка в РРР может достичь 10,1 млн. долларов США, а учитывая страны Таможенного союза – до 50 млн. долларов США в год. Импорт фитогормонов и средств защиты растений Казахстаном за период 2006 – октябрь 2011г. увеличился с 6 до 408,4 т., ежегодный его прирост за последние 3 года составляет в среднем – 37% [5]. Соответственно, эти показатели имеют и ценовую стоимость: в долларовом выражении за этот период она выросла с 485,4 тысяч до 4602,8 тысяч долларов США.

Потребность в высокоэффективных фиторегуляторах растет с каждым днем, а разработка новых синтетических РРР с комплексными свойствами (регулирующие, антистрессовые, иммуностимулирующие и т.д.) особенно актуальна.

Научные основы синтеза и применения РРР в Казахстане были заложены член-корр. АН КазССР И.Н. Азербайевым в Институте химических наук им. А.Б. Бектурова [6,7] и успешно осуществляются профессором

Ержановым К.Б. [8]. Успехи казахстанской школы признаны в научном кругу за создание нового класса фиторегуляторов в ряду ацетиленовых пиперидолов [9]. Эти работы в 2010 г отмечены Премией Фонда Первого Президента РК в области науки и техники [10], а в 2011 году проект «Организация малотоннажного производства регуляторов роста растений» занял 1 место на Республиканском конкурсе инновационных бизнес-планов НИФ\$50К [11].

Цель работы – разработка методов синтеза высокоэффективных РРР - аналогов природных фитогормонов на основе ароматических пропаргиловых пиперидолов, получение их водорастворимых форм, а также проведение биологического скрининга на рострегулирующую активность в отношении семян пшеницы.

Материалы и методы

Новые ацетиленовые аминоспирты были синтезированы с использованием методик тонкого органического и комбинаторного синтеза, варьированием ароматического радикала (нафтил-, фенил-, п-хлорфенил-) и кватернизирующего третичный атом азота пиперидинового кольца агента (соляная кислота, йодистый метил, янтарная кислота) в Институте химических наук им. А.Б. Бектурова. Структура соединений ЖОТ идентифицирована с помощью методов элементного анализа, ЯМР ^1H и ^{13}C , ИК- и масс-спектрологии.

Пшеница сортов: «Алмалы супер элита», «Каз супер элита», «Каз-4 Р-2», «Сапалы супер элита», «Стекловидная-24 Р-2», «Богарная-56 Р-2».

В качестве контроля использовались: водопроводная вода; ИУК – индолил-3-уксусная кислота «Sigma»; БАП - 6-Бензиламинопуридин «Sigma» и эталон – «Агростимулин» (2,6-диметил-пипридин-1-оксид), (производства «Агробио-тех», Украина) применяли в концентрации 0,0001%; 0,00001%.

Растения выращивали в течение 14 дней при 22 °С днем и 18 °С ночью с 14-ч фотопериодом, предварительно замачивая семена пшеницы в течение 6 ч в соответствующих 0,00001%-х растворах синтезированных ЖОТ и эталонов. ЖОТ-3, ЖОТ-4 и ЖОТ-7 применяли в концентрации 0,00001%.

Биометрические показатели измеряли по общепринятым методам.

Сухую массу определяли, предварительно взвесив и просушив в сушильном шкафу при 105°C до постоянного веса. Для измерения массы использовали электронные весы марки «Ohaus Pioneer» с дискретностью до 0,0001.

Влажность вычисляли по двум формулам: $F1 = \frac{\text{влажная масса} - \text{сухая масса}}{\text{сухая масса}} \times 100\%$; и $F2 = \frac{\text{влажная масса} - \text{сухая масса}}{\text{влажная масса}} \times 100\%$.

Концентрацию пигментов (мг/л) определяли по формуле Роббелена для 85% ацетонового раствора [12].

Определение связанной воды и водоудерживающей способности клеток методом рефрактометрии [13,14].

Результаты и их обсуждение

Предварительным скринингом из 12 новых синтезированных соединений под шифром ЖОТ были отобраны 3 препарата: ЖОТ-3, ЖОТ-4 и ЖОТ-7.

Было изучено влияние препаратов и «Агростимулина» на биометрические показатели пшеницы сортов: «Богарная -56 Р-2», «Стекловидная-24 Р-2», а также содержание хлорофилла. Установлено, что соединения под шифром ЖОТ обладают ростстимулирующим действием. Так, длины наземной части растений пшеницы сорта «Богарная – 56 Р-2», обработанные ЖОТ на 10-27,6% выше длины побега контроля; длина корней растений, обработанных ЖОТ на 16-30% выше по сравнению с контролем и эталона. Аналогичная картина наблюдается и с другими образцами. Анализ длин подземной части растений пшеницы показал, что фиторегуляторы под шифром ЖОТ

способствуют развитию корневой системы. Наиболее эффективны препараты ЖОТ-4 и ЖОТ-7, биометрические показатели которых превышают как контроль, так и известный эталон – «Агростимулин».

Изучение влияния рострегуляторов на накопление сухой массы и влажность наземной части растений пшеницы сорта «Богарная – 56 Р-2» показало, что при применении новых фиторегуляторов водоудерживающая способность растений пшеницы увеличивается по сравнению с контролем и эталоном, причем большей способностью обладает ЖОТ-4, влажность при этом увеличивается по сравнению с контролем на 11,6%, по сравнению с эталоном – на 1,5%. Применение ЖОТ-3, ЖОТ-4 и ЖОТ-7 на 25 и 33% увеличивают сухую массу растений по сравнению с контролем, сопоставимы или несколько выше эталона.

Определено, что применение фиторегуляторов способствует повышению корнеобразующей способности. Так, для сорта «Богарная – 56 Р-2» сухая масса в контроле составляла 0,010±0,002 г, а при применении ЖОТ она увеличивается на 70-90%, что сопоставимо с эталонным препаратом. Увеличение корневой системы особенно важно для растений, произрастающих в зоне рискованного земледелия, так как хорошо развитая корневая система повышает адаптогенные свойства, способствует поглощению влаги и питательных веществ из почвы [15]. Аналогичное повышение сухой массы наблюдается и для «Стекловидной – 24 Р-2»: наземной - 25-33%, подземной – 70-90% частях растений.

Таблица – Влияние ЖОТ-4 и ЖОТ-7 на водоудерживающую способность наземной и подземной частей растений пшеницы разных сортов

Сорт пшеницы	Регуляторы роста				
	Влажность наземной части (%)		Влажность подземной части (%)		
	Контроль	БАП	ИУК	ЖОТ-4	ЖОТ-7
«Алмалы супер элита»	86,20	85,68	86,45	88,22	86,74
	29,47	37,27	45,85	60,86	51,49
«Каз супер элита»	84,63	85,35	84,13	89,37	86,65
	20,28	34,52	39,72	45,58	59,17

Продолжение таблицы

«Богарная – 56 Р – 2»	<u>83,73</u> 93,87	<u>84,45</u> 94,61	<u>85,58</u> 93,20	<u>88,81</u> 93,60	<u>86,31</u> 94,14
«Каз – 4 Р – 2»	<u>41,41</u> 53,65	<u>31,46</u> 65,33	<u>31,30</u> 70,78	<u>58,03</u> 91,61	<u>74,05</u> 93,54
«Сапалы супер элита»	<u>54,04</u> 93,51	<u>73,88</u> 93,86	<u>75,07</u> 93,33	<u>76,03</u> 93,85	<u>82,53</u> 96,37
«Стекловидная – 24 Р-2»	<u>84,83</u> 92,06	<u>84,63</u> 91,63	<u>85,66</u> 94,02	<u>88,67</u> 91,84	<u>92,94</u> 91,10

Изучение влияние ЖОТ-4 и ЖОТ-7 на влагоудерживающую способность наземной и подземной частей растений пшеницы разных сортов (таблица)

показало, что применение ЖОТ-4 и ЖОТ-7 повышают водоудерживающую способность растений пшеницы разных сортов и наибольшее влияние для сорта «Каз-4 Р-2» оказывает ЖОТ-7 и оно значительно выше показателей ИУК и БАП.

Известно, что некоторые РРР усиливают фотосинтез, а, значит, влияют на продуктивность. Оценка фотосинтетической

активности пшеницы при применении ЖОТ и «Агростимулина» (определены содержание хлорофилла *a* и *b*, каротиноидов) показало, что изучаемые фиторегуляторы практически не изменяют содержание пигментов, наблюдается лишь небольшое увеличение хлорофилла *a* и каротиноидов при применении ЖОТ-7.

Таким образом, применение ЖОТ способствует увеличению биометрических показателей, корнеобразования, водоудерживающей способности, а также сухой массы растений. Наибольшей активностью обладают ЖОТ-4, ЖОТ-7.

Литература

- 1 www.minplan.gov.kz/message/467/
- 2 <http://www.dissercat.com/content/biologicheskoe-obosnovanie-ispolzovaniya-regulyatorov-rosta-rastenii-v-tekhnologii-vyrashchi>
- 3 www.agrobiotech.com.ua/ru/
- 4 Пономаренко С.П. Регуляторы роста растений. – Киев, 2003. – 319 с.
- 5 www.e.customs.kz
- 6 Азербайев И.Н., Ержанов К.Б., Садыков Т.С. Изыскание новых стимуляторов роста растений в ряду пиперидиновых соединений и изучение зависимости физиологической активности от их строения // Матер. 5 Межд. симпозиума стран членов СЭВ. Механизм действия гербицидов и синтетических регуляторов роста растений и их судьба в биосфере. – Пушкино, 1975. - Ч. 1. - С. 148-151.
- 7 Азербайев И.Н. Избранные труды. – Алма-Ата: Наука, 1976. – 352 с.
- 8 Басымбеков М., Ержанов К. Өсімдік шығымын реттеуіштер. – Алматы: Қайнар, 1995. – 176 б.
- 9 Солдатенков А.Т., Колядина Н.М., Ле Туан А. Пестициды и регуляторы роста. Прикладная органическая химия. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2010. – С. 152.
- 10 www.presidentfoundation.kz/ru/mer/arhiv/stm/101210/
- 11 www.nif.kz
- 12 Фирсова М.К. Методы исследования и оценки качества семян. – М.: Колос, 1981. – 365 с.
- 13 Гавриленко В.Ф., Ладыгина М.Е., Хандобина Л.М. Большой практикум по физиологии растений. – М.: Высш. Школа, 1975. – С.127-134.
- 14 <http://www.eurolab.ru/refraktometriya>
- 15 Chapin F.S., Walter C.H.S., Clarkson D.T. Growth response of barley and tomato to nitrogen stress and its control by abscisic acid, water relations and photosynthesis // Planta. - 1988. - Vol. 173. - P. 352-366.