

Залежність активності нових регуляторів росту рослин – 3-аміномалеїнімідів – від особливостей хімічної будови

Є.В. Голуб, аспірант

О.В. Кузнецова, кандидат біологічних наук

ДВНЗ “Український державний хіміко-технологічний університет”

Обґрунтовується доцільність використання нових регуляторів росту рослин з класу 3-аміномалеїнімідів. Досліджено вплив замісника у складі аміногрупи на біологічну активність сполук. Показана можливість подальшої модифікації їх структури з метою створення більш ефективних препаратів.

Створення нових хімічних препаратів для забезпечення потреб рослинництва передусім пов'язано з посиленням вимог до агрохімікатів. Критеріями оцінювання регуляторів росту рослин є висока ефективність дії, екологічна безпечність, відсутність фітотоксичності та технологічність застосування [1].

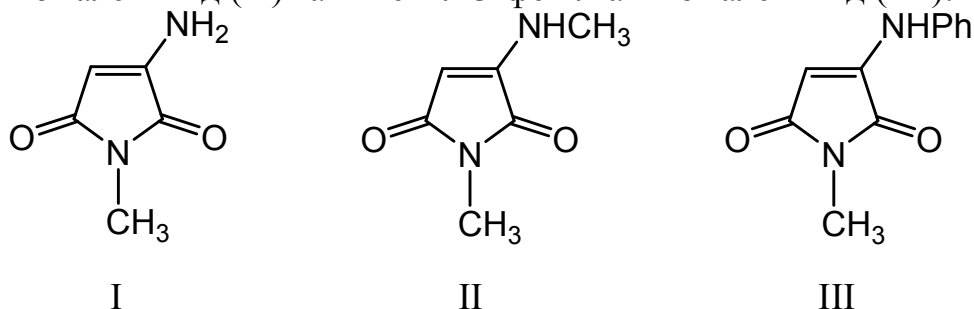
Нині створення нових препаратів відбувається за двома основними напрямками: на основі природної сировини та методами хімічного синтезу. Однією з переваг останнього способу є можливість проведення цілеспрямованого пошуку сполук із необхідними властивостями.

Перспективними для використання у сільському господарстві є синтетичні регулятори росту рослин із групи активованих енамінів. Їх ефективність показана на зернових, овочевих, баштанних та декоративних культурах. Вони підвищують схожість насіння, покращують укорінення живців, проростання бульб та цибулин, посилюють ріст рослин та підвищують їх урожайність [2, 3]. Новими регуляторами росту з групи активованих енамінів є 3-аміномалеїніміди, які виявляють активність у низьких концентраціях, вони малотоксичні для теплокровних [4]. Основною перевагою 3-аміномалеїнімідів у порівнянні з іншими енамінами є стійкість до гідролізу, що значно підвищує технологічність їх застосування.

Похідні 3-аміномалеїніміду на сьогодні представлені незначною кількістю сполук, тому актуальним є питання створення та дослідження нових регуляторів росту на їх основі. Розробка нових та вдосконалення існуючих методів синтезу дозволяє розширити спектр сполук даного класу. Для успішної реалізації вирішення цього завдання важливо вивчити вплив хімічної структури речовин на їх біологічну активність, оскільки це дозволить значно оптимізувати процес скринінгу, зробити його більш спрямованим та прискорити пошук сполук з максимально вираженою активністю. Для регуляторів росту з класу активованих енамінів взаємозв'язок структура–активність досліджували на прикладі похідних

амінофумарової, β-аміноакрилової кислот та 1-аміно-3-оксоциклоалкенів-1 [5]. Із 3-аміномалеїнімідами подібні дослідження не проводилися. Тому метою нашої роботи й було встановлення впливу замісника у складі аміногрупи 3-аміномалеїнімідів на їх біологічну активність.

Матеріали і методи досліджень. Для проведення досліджень використовували 1-метил-3-аміномалеїнімід (I), 1-метил-3-метиламіномалеїнімід (II) та 1-метил-3-феніл-аміномалеїнімід (III):



Як біологічний тест-об'єкт використовували насіння пшениці сорту Донецька 61 та огірків сорту Далекосхідний. Активність сполук вивчали в діапазоні концентрацій 10^{-4} – 10^{-6} моль/л. Вплив регуляторів росту на проростання насіння визначали за модифікованою методикою Ракітіна [6]. Передпосівну обробку насіння проводили шляхом замочування у водних розчинах сполук упродовж 12 год. У контрольному варіанті для замочування використовували дистильовану воду. У пластикові кювети додавали по 50 мл води і поміщали скляні пластинки на відстані 1 см від дна кювети. Пластинки накривали смужкою фільтрувального паперу так, щоб її кінці були занурені у воду, чим забезпечувалося постійне та рівномірне зволоження. У кожній кюветі розміщували по 30 насінин. Кювети зверху накривали склом, насіння пророщували в темному термостаті за температури 25 °С. Лінійні розміри та біомасу проростків визначали на четверту добу.

Досліди закладали у триразовій повторності, одержані дані обробляли методами математичної статистики [7].

Результати досліджень свідчать про те, що 3-аміномалеїніміди позитивно впливають на процеси початкового росту рослин пшениці та огірка. Їх дія проявляється у стимулюванні росту коренів і стебел проростків (табл. 1) та збільшенні їх маси (табл. 2). Відмінності в дії регуляторів росту з різною хімічною будовою відбивалися на всіх біометричних параметрах проростків.

1. Вплив стимуляторів росту на лінійні розміри проростків пшениці та огірка

Варіант досліджу		Стебло		Корінь	
Сполука	Концентрація, моль/л	мм	% до контролю	мм	% до контролю
Пшениця**					
Контроль	–	34,2±1,4	100,0	48,4±1,5	100,0
Спол. I	10-4	37,6±1,5	109,9	52,2±1,7	107,9
	10-5	40,3±1,3*	117,8	55,1±1,4*	113,8
	10-6	35,4±1,6	103,5	49,5±1,6	102,3
Спол. II	10-4	37,8±1,2	110,5	55,6±1,6*	114,9
	10-5	41,4±1,5*	121,1	62,3±1,4*	128,7

	10-6	36,4±1,3	106,4	54,3±1,5*	112,2
Спол. III	10-4	40,1±1,3*	117,3	53,7±1,7*	111,0
	10-5	43,7±1,4*	127,8	66,4±1,6*	137,2
	10-6	37,2±1,4	108,8	52,8±1,5*	109,1
Огірок					
Контроль	–	53,7±1,7	100,0	72,1±2,1	100,0
Спол. I	10-4	56,2±1,4	104,7	83,1±1,9*	115,3
	10-5	64,7±1,8*	120,5	81,7±2,2*	113,3
	10-6	54,1±1,7	100,7	71,9±1,8	99,7
Спол. II	10-4	61,7±1,6*	114,9	77,8±1,7*	107,9
	10-5	70,5±1,9*	131,3	84,6±2,3*	117,3
	10-6	58,6±1,5*	109,1	73,5±2,2	101,9
Спол. III	10-4	59,7±1,8*	111,2	80,1±1,9*	111,1
	10-5	71,3±1,6*	132,8	85,3±2,1*	118,3
	10-6	63,4±1,8*	118,1	76,6±2,0*	106,2
Тут і далі:					
* Варіанти, різниця між якими та контролем достовірна при P < 0,05.					
** Вказано розміри найдовшого кореня.					

Зазначимо, що стимулююча активність досліджуваних речовин значною мірою залежить від концентрації їх розчинів. У більшості варіантів досліду активність сполук була вищою за концентрацій 10^{-4} та 10^{-5} моль/л. Усі досліджувані речовини виявляли максимальну ефективність у концентрації 10^{-5} моль/л. Більш низька концентрація спричиняла слабо виражений стимулюючий ефект.

2. Вплив стимуляторів росту на масу проростків пшениці та огірка***

Варіант досліду		Стебло		Корінь	
Сполука	Концентрація, моль/л	г	% до контролю	г	% до контролю
Пшениця**					
Контроль	–	1,23±0,03	100,0	1,38±0,04	100,0
Спол. I	10-4	1,29±0,02	104,9	1,42±0,05	102,9
	10-5	1,41±0,04*	114,6	1,59±0,03*	115,2
	10-6	1,26±0,03	102,4	1,44±0,04	104,3
Спол. II	10-4	1,35±0,03*	109,8	1,61±0,04*	116,7
	10-5	1,43±0,02*	116,3	1,72±0,03*	124,6
	10-6	1,28±0,03	104,1	1,50±0,02*	108,7
Спол. III	10-4	1,43±0,02*	116,3	1,57±0,03*	113,8
	10-5	1,62±0,02*	131,7	2,06±0,03*	149,3
	10-6	1,27±0,04	103,3	1,49±0,04	108,0
Огірок					
Контроль	–	3,63±0,06	100,0	2,17±0,04	100,0
Спол. I	10-4	3,69±0,04	101,7	2,22±0,03	102,3
	10-5	4,23±0,05*	116,5	2,38±0,04*	109,7
	10-6	3,65±0,05	100,6	2,19±0,05	100,9
Спол. II	10-4	4,08±0,06*	112,4	2,31±0,04*	106,5
	10-5	4,83±0,04*	133,1	2,62±0,06*	120,7
	10-6	3,82±0,06*	105,2	2,24±0,04	103,2
Спол. III	10-4	4,17±0,05*	114,9	2,44±0,03*	112,4
	10-5	5,04±0,04*	138,8	2,52±0,04*	116,1
	10-6	3,93±0,04*	108,3	2,29±0,04*	105,5
*** Обчислена маса маса 25 проростків.					

Рослини пшениці та огірка по-різному реагують на дію регуляторів росту. У проростків пшениці більш інтенсивно розвивалася коренева система. У проростків огірка більш виражено зростала надземна частина,

помітно впливали речовини на збільшення маси стебел, ніж на їх ріст у довжину.

На підставі результатів, одержаних у дослідженнях, можна зробити висновок про те, що модифікація замісника у складі аміногрупи 3-аміномалеїнімідів значною мірою впливає на їх біологічну активність. Так, менш активною виявилася сполука з вільною аміногрупою. Введення метильного замісника призвело до зростання стимулюючих властивостей. Максимально виражений стимулюючий ефект зафіксовано для 1-метил-3-феніламіномалеїніміду. Отже, введення арильного замісника до складу молекули призводить до значного зростання біологічної активності сполук.

Порівнюючи одержані результати з даними досліджень інших речовин класу активованих енамінів, відзначимо, що вплив замісників на активність регуляторів росту різних груп є неоднозначним. Для похідних амінофумарової кислоти зі збільшенням алкільного замісника у складі аміногрупи активність сполук зменшується, а в деяких випадках вони є навіть інгібіторами проростання насіння [5, 8]. Подібним чином на активність сполук впливає і введення об'ємного бензильного замісника [9]. У випадку похідних β -аміноакрилової кислоти введення фенільного або бензильного замісника до аміногрупи не змінює напрямку дії препаратів, вони ефективно стимулюють розвиток кореневої системи гречки, вівса та квасолі [10]. Аналогічно і введення до аміногрупи 3-аміноакрилових естерів об'ємних залишків природних амінокислот спонукає підвищення стимулюючої активності сполук цього класу. Так, ізопропілові естери N-(2-метоксикарбонілвініл)метіоніну та валіну посилюють розвиток проростків пшениці, вівса та гречки [11].

У попередніх дослідженнях нами було встановлено, що більш висока стимулююча активність характерна для тих похідних 3-аміномалеїніміду, які містять у своєму складі гідроксильні групи [12]. Серед речовин, які використовували в даній роботі, найбільш активним виявився 1-метил-3-феніламіномалеїнімід, проте арильний замісник, що входить до складу його молекули, є більш гідрофобним порівняно з метильним залишком чи вільною аміногрупою. Таким чином, вплив різних замісників на біологічну активність 3-аміномалеїнімідів пов'язаний не лише зі зміною гідрофільних властивостей речовин, але й з особливостями просторової будови їх молекул.

На нашу думку, перспективним напрямом досліджень можна вважати подальшу модифікацію хімічної структури 3-аміномалеїнімідів шляхом введення гідрофільних груп до арильного залишку молекул, оскільки такі похідні можуть виявитися більш активними порівняно з незаміщеними аналогами.

Висновки

1. 3-аміномалеїніміди відзначаються високою стимулюючою активністю, максимальний ефект спостерігається в разі використання сполук у концентрації 10^{-5} моль/л.

2. Проростки одно- та дводольних рослин мають різну чутливість до дії досліджуваних регуляторів росту.

3. Активність сполук значною мірою зумовлена типом замісника у складі аміногрупи.

Бібліографія

1. Шевелуха В.С. Рост растений и его регуляция в онтогенезе / В.С. Шевелуха. – М. : Колос, 1992. – 594 с.

2. Новые высокоэффективные экологически чистые регуляторы роста растений широкого диапазона действия / А.В. Просяник, Н.Ю. Кольцов, О.В. Зеленская [и др.] // Химический мутагенез и задачи сельскохозяйственного производства. – М. : Наука, 1993. – с.215-223.

3. Застосування Фумару – регулятора росту рослин – у зерновому виробництві України / А.Л. Грінченко, М.І. Чута, О.В. Просяник // Вісник аграрної науки. 1998.– № 9. – С. 13–17.

4. Пат. 11666, Україна, МКИ⁵, С07D207/448, А01N37/32. 1-Метил-3-метиламіномалеїнімід, який має рістстимулюючу дію на ранніх стадіях проростання насіння, та спосіб його добування / Просяник О.В., Москаленко О.С., Янова К.В. та ін.; опубл. 25.12.96. Бюл. № 4.

5. Наукові засади отримання та використання біологічно-активних субстанцій з метою підвищення ефективності використання рослинної сировини і створення на її основі композицій лікувально-профілактичного призначення: Звіт про НДР (підсумк.) / Український державний хіміко-технологічний університет. – № ДР 0101U006303; Інв. № 26000190. – Дніпропетровськ, 2001. – 99 с.

6. *Ракитин Ю.В.* Первичная биологическая оценка химических соединений в качестве регуляторов роста растений и гербицидов / Ю.В. Ракитин, В.Е. Рудник // Методы определения регуляторов роста и гербицидов. – М. : Наука, 1966. – С. 182 – 197.

7. *Лакин Г.Ф.* Биометрия: учебное пособие для биологических спец. вузов / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.

8. Пат. № 11671, Україна, МКИ⁵, С07С227/02, С07С229/36, А01N37/06. Спосіб добування інгібітора пророщення насіння гороху, вівса, кукурудзи / Просяник О.В., Москаленко О.С., Янова К.В. та ін. – № 4741197/SU; заявл. 26.07.89; надрук. 25.12.96. Бюл. № 4.

9. Пат. № 19050, Україна, МКИ⁵, С07D207/448, С07С237/16, А01N37/32, А01N37/30. Z-Ізомер бензиламід α -аміно- β -метоксикарбонілакрилової кислоти, який має рістстінгуючу активність по відношенню до коренів та стебел пшениці і спосіб його добування / Просяник О.В., Москаленко О.С., Янова К.В. і ін. – № 4759683/SU; заявл. 20.10.89; надрук. 25.12.97. Бюл. № 6.

10. Пат. № 25058, Україна, МКИ⁶, А01N37/04, А01N37/06. Стимулятори розвитку кореневої системи рослин / Просяник О.В., Хохлова Т.В., Москаленко О.С. та ін. – № 5012950/SU; заявл. 08.10.91; надрук. 25.12.98. Бюл. № 6.

11. Пат. № 25979, Україна, МКИ⁶, C07C69/12, C07C69/593, A01N37/04, A01N37/06. Ізопропілові ефіри N-(2-метоксикарбонілвініл)-2-R-амінооцтової кислоти, які проявляють активність стимуляторів росту кореневої системи зернових культур / Просяник О.В., Хохлова Т.В., Москаленко О.С. та ін. – № 5009244/SU; заявл. 21.10.91; надрук. 26.02.99. Бюл. № 1.

12. Голуб Є.В. Вплив 3-амінопохідних пірол-2,5-діону на ріст проростків кукурудзи / Є.В. Голуб // Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету. – Умань, 2008. – Вип. 67, ч. 1. – С. 14–21.