

О. А. Шевчук¹
 О. О. Кришталь¹
 В. В. Шевчук²

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ СИНТЕТИЧНИХ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ У РОСЛИННИЦТВІ

¹Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

²Вінницький національний аграрний університет

Аналіз механізмів дії ретардантів і етиленпродуцентів, а також синтез нових препаратів з аналогічним типом фізіологічної активності, створює надійну наукову базу для підвищення ефективності та екологічної безпеки застосування синтетичних регуляторів росту рослин.

Ключові слова: ретарданти, продуктивність, екологічна безпека

Вступ

Важливим компонентом сучасних технологій рослинництва стають регулятори росту рослин. Підвищений інтерес до цієї групи сполук зумовлений широким спектром їх дії на рослини, можливістю спрямовано регулювати окремі етапи росту і розвитку з метою мобілізації потенціальних можливостей рослинного організму, а відповідно — для підвищення урожайності і якості сільськогосподарських культур. Застосування регуляторів росту — це провідний напрямок агробіології, заснований на сучасних досягненнях фітофізіології, біохімії, молекулярної біології [1—3].

Аналіз досліджень і публікацій

Існують різні класифікації рістгальмуючих речовин. В одну із них об'єднані препарати за здатністю впливати на основні фітогормони-стимулятори. Виділяють шість груп таких препаратів [4]:

1. Синтетичні аналоги абсцизової кислоти (транс-2,4-пентадієнова кислота, 3-метил-5-п-хлорфеніл-транс, ксантоксин) [5]. Група синтетичних регуляторів росту (+)-8,8,8-трифторабсцизова кислота (ТАБК), 1-(3-карбоксил-5-метилфеніл)-1-гідрокси-2,6,6-триметил-4-оксо-2-циклогексена (RCA-7a), створених в кінці ХХ ст., які застосовують для регуляції проростання насіння рису, гальмування росту рису та салату [6].

2. Етиленвмісні препарати. Діючою речовиною цих препаратів є дихлоретилфосфонова кислота (2-ХЕФК). В рослинах ця кислота розпадається на фосфорну кислоту та природний газоподібний фітогормон інгібіторного типу — етилен. За дії етилену спостерігається прискорення дозрівання плодів, гальмування проростання насіння та росту стебла, вкорочення і потовщення стебла. До цієї групи відносяться такі препаратами, як етрел, ретпрол, іфоній, дигідрел, декстрел [7—9].

3. Антиауксинові препарати здатні гальмувати органогенез і ріст молодих органів рослин та накопичуватися в апікальних меристемах. До препаратів цієї групи належить 2,3,5-триїодбензойна кислота (ТІБК), дихлоранізол, нафтилфаламінова і клофіброва кислоти [10]. В окрему групу таких препаратів виділяють морфактини (флуоренол, хлорфлуоренол), які зумовлюють порушення нормальних реакцій геліотропізму в стеблах та коренях завдяки гальмуванню транспорту ауксинових гормонів [11].

4. Антицитокінінові препарати — сполуки, хімічна структура яких відрізняється від структури акцепторного центру цитокінінових рецепторів, внаслідок чого знімається стимулююча дія цитокінінів (3-метил-7-п-пентиламінопіразоло [4,3-d]-піримідин, N-бензил-N'-фенілсечовина, N-бензил-N'-3,4-дихлорфенілсечовина). До групи цих препаратів відносять триазин і карбамат [12, 13].

5. Антибрасиностероїди — це препарати антиімунної та антиростової дії (брасинозол) [14].

6. Антигіберелінові препарати — ретарданти. До групи цих препаратів відносять культар, фолікур, баронет, етрел [15, 16].

За сучасними уявленнями ретардантні властивості проявляють чотири групи сполук [17]: триазолопохідні препарати (паклобутразол, BAS 111. W, уніконазол, тетрациклазіс, пірідазин, флурпі-

рамідол); четвертинні амонієві сполуки (хлорхолінхлорид, хлормекватхлорид, морфол, фосфон Д, пікс, АМО-1618); гідразинпохідні препарати (алар-8, кілар-8, ДЯК, В-9 та ін.); етиленпродуценти (2-ХЕФК, етефон, етрел, гідрел, дигідрел, декстрел, кампозан М, рапфол, іфоній, іфонілій, рептол).

У разі застосування синтетичних регуляторів росту рослин важливим є вивчення токсикологічних властивостей препаратів, можливості забруднення ними об'єктів зовнішнього середовища, характер і ступінь міграції препаратів із ґрунту в ґрунтові і поверхневі води, стабільності препаратів у водному середовищі, ґрунті і прогнозування поширення цих забруднень з урахуванням токсикологічного ризику [18].

Починаючи з 80-х років минулого століття у Вінницькому державному педагогічному університеті ведуться роботи по розробці вискоєфективних технологій застосування синтетичних регуляторів росту інгібіторного типу на широкому спектрі культур, обґрунтовуються оптимальні регламенти використання різних груп ретардантів [19, 20].

При цьому, одним із напрямків роботи стало підвищення екологічної безпеки застосування фізіологічно-активних речовин рістгальмуючого типу. Морфологічні прояви рістгальмуючої активності всіх відомих ретардантів подібні, однак в останні роки отримали дані, які свідчать про суттєву різницю механізмів дії препаратів різних груп. Так, активність хлорхолінхлориду і паклобутразолу пов'язана з блокуванням синтезу гіберелінів [21]. Введення хлорхолінхлориду (ССС) блокує утворення геранілгеранілпірофосфату і перетворюється в ент-каурен як у деяких грибів, так і у вищих рослин. Триазолпохідні препарати зашкоджують окисленню ент-каурена в кауренову кислоту, блокуючи три проміжні реакції. Етиленпродуценти блокують утворення комплексу гормон-рецептор [22]. З'ясування механізмів дії різних груп ретардантів дозволило розробити суміші препаратів, які при спільному застосуванні виявляють синергізм, оскільки суміш одночасно блокує і біосинтез, і реалізацію фітогормонального ефекту гібереліну. За рахунок цього зменшуються кількість обробок і застосовані дози, що дозволяє досягти бажаного рістгальмуючого ефекту за мінімальних доз препарату [22, 23].

Встановлено, що ефективним є застосування суміші хлорхолінхлориду і кампозану М в концентраціях 0,4 % і 0,02 % на яблуні. Синергічний ефект яскраво проявляється в перший рік використання. Ретардантна активність суміші препаратів в низьких концентраціях не поступається високій дозі хлорхолінхлориду (0,6 %) [24]. У Великобританії розроблений новий препарат на основі хлорхолінхлориду (36 %) і паклобутразолу (4 %), який отримав назву культуар С [25]. Рістгальмуюча дія культуару С виявлена на багатьох плодкових культурах — груші, яблуні, абрикосах [26]. Застосування культуару С на зернових культурах підвищувало ефективність у 8 разів в порівнянні з хлорхолінхлоридом [23]. Висока рістгальмуюча активність сумішей хлорхолінхлориду і 2-ХЕФК спостерігається на зернових культурах [22, 27]. Збільшення стійкості до полягання за рахунок зменшення довжини стебла і підвищення врожаю у ярового ячменю виявилось і у разі застосування сумішей хлорхолінхлориду та кампозану М [23]. Застосування сумішей зменшує число обробок, дози препаратів [22, 27].

Створення комплексних регуляторів росту на основі фізіологічно активних природних сполук і елементів живлення та поєднання їх з екологічно безпечними засобами захисту рослин, включно з мікробіологічними, створює можливості для отримання високих врожаїв з одночасним вирішенням екологічних проблем — зниження пестицидного навантаження на довкілля та його оздоровлення [1, 28]. За кордоном використовуються «агрохімічні коктейлі» — фіконазол (ССС + етефон; Німеччина); терпал (етефон + хлористий диметилпіридиній; Німеччина); рецетал-супер (ССС + етефон; Чехословаччина) і багато інших отримали широке поширення. Створення «агрохімічних коктейлів» слід проводити як знижуючи дози препаратів, так і за їх вартістю [23].

Наступний важливий напрямок розвитку досліджень для вирішення питань підвищення ефективності і безпеки застосування ретардантів пов'язаний з оптимізацією часу, способу обробки і властивостями робочого розчину. Широко використовувався в рослинництві хлорхолінхлорид [23, 29]. Однак, необхідно зауважити, що використання цього препарату проводилось в досить високих концентраціях робочих розчинів. Хлорхолінхлорид — речовина середньої токсичності, але з порушеннями технічних регламентів, правил техніки безпеки, норм і строків внесення він виявляє токсичний вплив на нервову систему і функцію печінки людини [18]. Хлорхолінхлорид знято з виробництва за різкість запаху, токсичність внаслідок значного вмісту активного хлору і високі дози використання [7]. На сьогодні в Україні зареєстрований і дозволений до впровадження ретардант — хлормекватхлорид (ССС-720, фірма «Штефес» Німеччина) [30]. Препарат широко використовується на зернових культурах.

Для раціоналізації технології вирощування озимої пшениці шляхом заміни хлорхолінхлорид було розроблено нові етиленпродуценти — іфоній та іфонілій. Це препарати з антисептичними властивостями і з значно нижчими дозами використання. З урахуванням низької токсичності і ефективності малих доз використання вважається, що із заміною хлорхолінхлориду і фунгіцидів на етиленпродуценти цього типу можна досягти підвищення ефективності і пестицидного розвантаження технології вирощування озимої пшениці [7]. Зниження токсичності і різкості запаху досягнуто заміною активного хлору хлорхолінхлориду на «м'якші» антисептичні сірковмісні фторовані радикали. Останні з позицій хімічної кінетики через свою громіздкість мають перешкоджати вільному доступу молекул води до етиленутворюючої групи, її гідролізу і виділенню етилену [7]. Досліджено, що в разі обробки рослин озимої пшениці іфонієм проявлявся середній ступінь грибкового ураження колосся [7].

Встановлені фактори взаємної дії багатьох ретардантів на хромосомний і генетичний апарати рослини, а відповідно, і на їх властивості. В багатьох випадках ці ефекти мають незворотну дію. Так, виявлена чітко виражена мутагенна дія гідразинпохідних препаратів на тваринні організми [18]. Ці препарати досить широко використовувалися в рослинництві для підвищення урожайності томатів, яблуні, для компактного формування крони і стимуляції закладання плодкових бруньок.

В 70-х роках агентство США по охороні навколишнього середовища виступило проти реєстрації гідразиду малеїнової кислоти. Встановлено, що препарат викликає хромосомні аберації у рослин. В рослинах він розщеплюється з утворенням гідразиду і невідомого канцерогену [16]. В 1985 році був заборонений до застосування алар через значну мутагенну і канцерогенну дію, а в 1992 році були виключені зі списку дозволених до виробництва — гідрел і дигідрел [23].

Важливим є практичне застосування 2-ХЕФК та їх аналогів. Доцільність застосування етиленпродуцентів визначається тим, що фізіологічний ефект досягається за рахунок етилену — нативного метаболіту рослини, який прискорює дозрівання плодів, стимулює створення відокремлюючого шару плодоніжки, забезпечує одночасне досягання плодів [17]. Це дозволяє проводити їх механізоване збирання, впливає на генеративні органи в напрямку жіночої сексуалізації, що веде до збільшення врожаю та покращання його якості. Етиленпродуценти швидко розкладаються в рослинах і не накопичуються в плодах. З'ясовано, що 2-ХЕФК не становить небезпеки для людини і тварин як канцероген. Встановлено, що етефон гальмує розвиток пухлин в тканинах легенів мишей [16, 31].

Значним досягненням було створення нового етиленпродуценту — ретпролу [32]. Це загальновідомий карбід кальцію CaC_2 , простий за структурою і дешевий у застосуванні. Встановлено, що з внесенням препарату в ґрунт у вологих умовах він розкладається з утворенням кінцевих продуктів гідроокису кальцію і ацетилену, який за участю азотфіксуючих мікроорганізмів відновлює утворений при гідролізі CaC_2 ацетилен в етилен [21]. Останній надходить до вегетуючих рослин через коріння [9]. Препарат проявляє високу ефективність на помідорах, огірках, картоплі, коноплях, кукурудзі і сої [9, 21].

Важливою вимогою, яка ставиться до нових регуляторів росту, є стабільність їх дії, незалежно від факторів навколишнього середовища — ґрунтово-кліматичних і метеорологічних умов. Аграрній практиці гостро не вистачає регуляторів росту поліфункціональної дії, здатних проявляти направлений вплив на різні фази онтогенезу, володіти антистресовою дією, суттєво покращувати і зберігати якість сільськогосподарської продукції [26, 33, 34].

Останнім часом в рослинництві широко застосовуються похідні триазолу, які мають властивості регуляторів росту і проявляють фунгіцидну активність. Вони характеризуються низькою токсичністю, ефективно діють в малих дозах і екологічно безпечні [26]. Уніконазол, проявляє ретардантну активність на зернових культурах в малих дозах застосування. Так, для стійкості до полягання посівів рису використовують 12 г/га. Виявлено, що препарат підвищує стійкість проростків пшениці до високих температур за рахунок зберігання тургору і меншого утворення етилену. Гостра токсичність (ЛД₅₀) при оральному введенні крисам становить 1790-2020 мг/кг [26]. Триадимефон або азівіт в практиці рослинництва використовується в якості фунгіциду в боротьбі з борошнистою росою, паршою, сірою гниллю, септориозом у пшениці, кукурудзи, вівса, жита, цукрового буряка, огірків, томатів, чорної смородини, дині, квіткових і лікарських культур в дозі 0,03—0,1 кг/га [26]. Ретардантна дія препарату виявлена на ріст стебла зернових культур [35, 36]. Гостра токсичність (ЛД₅₀) при оральному введенні крисам азівіту становить 363—568 мг/кг. При виявленні в ґрунті препарату, який використовувався в дозах 2,4 і 4,6 г/га на рослинах полевиці на п'яту добу після його внесення, залишки препарату становили 0,04 % від початкової дози [37]. Багаторічні дослідження в польових дослідах післядії азівіту показали, що препарат не має значного впливу на

мікробну біомасу і мікробіологічну активність ґрунту [38]. Встановлено, що паклобутразол в порівнянні з іншими ретардантами в малих дозах має низьку фітотоксичність. Препарат здатний контролювати ріст рослин, підвищувати стійкість до стресів і сприяє підвищенню продуктивності. Це забезпечує його широке використання на зернових, декоративних, плодкових і овочевих культурах [26]. Отже, сучасні триазолпохідні препарати малотоксичні, вони швидко і легко розкладаються в рослинах і ґрунті, а у застосованих дозах їх залишки не перевищують допустимих кількостей [26, 35].

Висновки

Аналіз механізмів дії ретардантів і етиленпродуцентів, а також синтез нових препаратів з аналогічним типом фізіологічної активності, створює надійну наукову базу для підвищення ефективності і екологічної безпеки застосування синтетичних регуляторів росту рослин, що визначає необхідність поглиблення досліджень в цьому напрямку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Моргун В. В. Проблема регуляторів росту у світі та її вирішення в Україні / В. В. Моргун, В. К. Яворська, І. В. Драгозов // *Фізіологія і біохімія культ. рослин.* — 2002. — Т. 34, № 5. — С. 371—375.
2. Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях : Шестая междунар. конф., 26—28 июня 2001 г. : тезисы докл. / под ред. В. С. Шевелуха. — М. : изд-во МСХА, 2001. — 296 с.
3. Шаповалов А. А. Отечественные регуляторы роста растений / А. А. Шаповалов, Н. Ф. Зубкова // *Агрохимия.* — 2003. — № 11. — С. 33—47.
4. Рогач Т. І. Фізіологічні основи регуляції морфогенезу та продуктивності соняшника за допомогою хлормекватхлориду і трептолему : дис. ... канд. с.-г. наук : 03.00.12 / Рогач Тетяна Іванівна. — Умань, 2011. — 162 с.
5. Регуляторы роста растений / [К. З. Гамбург, О. Н. Кулаева, Г. С. Муромцев и др.] ; под ред. Г. С. Муромцева. — М. : Колос, 1979. — 246 с.
6. Effects of (+)-8',8'',8'''-trifluoroabscisic acid on α -amylase expression and sugar accumulation in rice cells / M. A. Kashem, H. Hori, K. Itoh [et al.] // *Planta.* — 1998. — Vol. 205, № 3. — P. 319—326.
7. Іванюк Т. В. Рістрегулюючі та фунгібактерицидні властивості іфонію та іфонілію як перспективних етиленпродуцентів у технології вирощування озимої пшениці / Т. В. Іванюк // *Фізіологія і біохімія культ. рослин.* — 1998. — Т. 30, № 6. — С. 450—456.
8. Карецкая Л. М. Изучение действия этиленпродуцирующих ретардантов на ячмень сорта Носовский 9 / Л. М. Карецкая, Н. Т. Ниловская, Э. В. Морозова // *Рукопись деп. во ВНИИТЭИагропром.* — М., 1990. — 9 с.
9. Ніколайчук В. І. Вивчення регулюючої дії та розвиток рослин дії етиленпродуцента ретпролу / В. І. Ніколайчук, Л. В. Гейник, І. Ю. Горбатенко // *Фізіологія і біохімія культ. рослин.* — 1999. — Т. 31, № 4. — С. 281—284.
10. Кефели В. И. Общие проблемы регуляции онтогенеза / В. И. Кефели, П. В. Власов, Л. Д. Прусакова // *Природные и синтетические регуляторы онтогенеза растений* ; под ред. Н. И. Якушкиной. — М., 1990. — С. 6—40.
11. Чайлахян М. Х. Влияние производных нуклеинового обмена на рост и цветение растений / М. Х. Чайлахян, Р. Г. Бутенко, И. И. Любарская // *Фізіологія рослин.* — 1961. — № 8. — С. 101—104.
12. Гудвин Т. Введение в биохимию растений : в 2 т. / Т. Гудвин, Э. Мерсер ; пер. с англ. А. О. Ганаго и др. ; под ред. В. Л. Кретовича. — М. : Мир, 1986. — Т. 2. — 1986. — 312 с.
13. Перськова Т. Ф. Продуктивность люпина узколистого в условиях Беларуси / Т. Ф. Перськова, А. Р. Цыганов, А. В. Какшинцев. — Минск : ИВЦ Минфина, 2006. — 179 с.
14. Characterization of brassinazole, a triazole-type brassinosteroid biosynthesis inhibitor / Asami Tadao, Min Yong Ki, Nagata Noriko [et al.] // *Plant Physiol.* — 2000. — Vol. 123, № 1. — P. 93—99.
15. Баскаков Ю. А. Регуляторы роста растений / Ю. А. Баскаков, А. А. Шаповалов. — М. : Знание, 1982. — 64 с.
16. Никелл Л. Дж. Регуляторы роста растений: применение в сельском хозяйстве / Л. Дж. Никелл ; пер. с англ. В. Г. Кочанкова ; под ред. и с предисловием В. И. Кефели. — М. : Колос, 1984. — 192 с.
17. Кур'ята В. Г. Фізіолого-біохімічні механізми дії ретардантів і етиленпродуцентів на рослини ягідних культур : дис. ... д-ра біол. наук : 03.00.12 / Кур'ята Володимир Григорович. — К., 1999. — 318 с.
18. Василенко В. Е. Токсиколого-гигиеническая характеристика ретардантов / В. Е. Василенко, И. К. Блиновский // *Регуляторы роста растений* ; под ред. акад. В. С. Шевелухи. — М. : Агропромиздат, 1990. — С. 115—132.
19. Патент. № 41162 А Україна. Спосіб підвищення маси та цукристості коренеплодів цукрових буряків / Д. А. Кірізій, Б. І. Гуляев, В. Г. Кур'ята, О. А. Шевчук ; Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, Вінницький державний педагогічний університет ім. Михайла Коцюбинського. — № 2001031699 ; заявл. 13.03.2001 ; опубл. 15.08.2001, Бюл. № 7.
20. Патент № 67095 А Україна. Спосіб підвищення насінневої продуктивності маточників цукрових буряків / В. Г. Кур'ята, Б. І. Гуляев, О. А. Шевчук ; Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, Вінницький державний педагогічний університет ім. Михайла Коцюбинського. — № 2003076425 ; заявл. 09.07.2003 ; опубл. 15.06.2004, Бюл. № 6.
21. Муромцев Г. С. Регуляторы роста растений / Г. С. Муромцев // *Аграрная наука.* — 1993. — № 3. — С. 21—24.
22. Блиновский И. К. Эффективность синергических ретардантных смесей на яблоне / И. К. Блиновский, Д. В. Кашиников // *Регуляторы роста растений* ; под ред. В. С. Шевелухи. — М. : Агропромиздат, 1990. — С. 88—95.

23. Прусакова Л. Д. Синтетические регуляторы онтогенеза растений / Л. Д. Прусакова, С. И. Чижова // Итоги науки и техники ВИНТИ. Сер. Физиология растений. — 1990. — Т. 7. — С. 84—124.
24. Калашников Д. В. Теоретическое обоснование применения смеси ретардантов на яблоне / Д. В. Калашников, И. К. Блиновский, А. В. Кокурин // Физиолого-биохимические основы применения регуляторов роста в Сибири. — Иркутск : изд-во АН СССР, 1986. — С. 108—112.
25. Эрдели Г. С. Физиологические особенности влияния регуляторов роста разного типа на фосфорный обмен в листьях подсолнечника / Г. С. Эрдели, В. И. Звягинцев, Н. Г. Чугунова // Ученые записки. Т. CLXIX. Ботаника. Регуляторы роста и их действие на растения ; под общ. ред. Н. И. Якушкиной. — М., 1967. — Вып. 3. — С. 148—157.
26. Прусакова Л. Д. Применение производных триазола в растениеводстве / Л. Д. Прусакова, С. И. Чижова // Агротехника. — 1998. — № 10. — С. 37—44.
27. Блиновский И. К. Разработка синергических смесей ретардантов на основе изучения механизма их действия / И. К. Блиновский, Д. В. Калашников, А. В. Кокурин // Регуляторы роста растений ; под ред. В. С. Шевелухи. — М. : Агротомиздат, 1990. — С. 36—45.
28. Регуляторы роста растений : сб. науч. тр. / [редкол. : Г. С. Муромцев (гл. ред.) и др.]. — Л. : ВНИИСБ ; ВИР, 1989. — 120, [2] с.
29. Блиновский И. К. Пути повышения эффективности и экологической безопасности применения ретардантов в плодородии / И. К. Блиновский, Г. Л. Сорокина, Д. В. Калашников. — М. : ВНИИТЭИагропром, 1991. — 56, [1] с. — (Сер. «Пр-во, хранение и перераб. плодоовощной продукции и картофеля» / ВАСХНИЛ, ВНИИ информ. и техн.-экон. исслед. агропром. комплекса).
30. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. — К. : Юнівест маркетинг, 1996. — С. 94—95.
31. Кефели В. И. Рост растений / В. И. Кефели ; под ред. М. Х. Чайлахяна. — [2-е изд., перераб. и доп.]. — М. : Колос, 1984. — 175 с. — (ФПК. Факультет повышения квалификации : учеб. пос. для фак. повышения квалификации руководящих кадров колхозов и совхозов и специалистов сел. хоз-ва).
32. Кулаева О. Н. Регуляторы роста в трудах Г. С. Муромцева / О. Н. Кулаева, Т. Г. Леонова // Физиология растений. — 2000. — Т. 47, № 4. — С. 646—649.
33. Метевосян Г. Л. Новый физиологический подход к фитотерапевтическому применению регуляторов роста растений / Г. Л. Метевосян // Резервы повышения урожайности овощных культур. — 1989. — 52, № 1. — С. 10—15.
34. Eir Vierteljahr hundert Wachstums regler im Pflanzenschutz zgesetzt taermann Hans-Theo // Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienst. — 2000 — 230 p.
35. Мельников Н. Н. Пестициды и регуляторы роста растений : справ. / Н. Н. Мельников, К. В. Новожилов, С. Р. Белан. — М. : Химия, 1995. — 574, [1] с.
36. Павлова В. В. Действие триазоловых соединений на содержание абсцизовой кислоты у растений ячменя / В. В. Павлова, С. И. Чижова, Л. Д. Прусакова // Регуляторы роста и развития растений : III междунар. конф., 27—29 июня 1995 г. : тезисы докл. — М., 1995. — С. 72.
37. Murphy K. Volatile and dislodgeable residues following triadimefon and MCPP application to turfgrass and implications for human exposure / K. Murphy, R. Cooper, J. Clark // Crop Sci. — 1996. — Vol. 36, № 6. — P. 1455—1461.
38. Hart M. Soil microbial-biomass and mineralization of soil organic matter after 19 years of cumulative field applications of pesticides / M. Hart, P. Brooker // Soil Biol. A. Biochem. — 1996. — Vol. 28, № 12. — P. 1641.

Рекомендована кафедрою екології та екологічної безпеки ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 8.11.2013

Шевчук Оксана Анатоліївна — канд. біол. наук, доцент кафедри біології;
Кришталь Ольга Олексіївна — студентка природничо-географічного факультету.

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, Вінниця;

Шевчук Вікторія Вікторівна — студентка агрономічного факультету,
e-mail: oksana.shevchuk@moymambler.ru.

Вінницький національний аграрний університет, Вінниця

O. A. Shevchuk¹
O. O. Kryshstal¹
V. V. Shevchuk²

ECOLOGICAL SAFETY AND PERSPECTIVES OF USING OF SYNTHETIC GROWTH REGULATORS IN PLANT GROWING

¹Mykhailo Kotsiubynskiy Vinnytsia State Pedagogical University

²Vinnytsia National Agrarian University

Analysis of the mechanisms of action of retardants and ethylene producers and synthesis of new preparations with the same type of physiological activity provide a scientific basis for improving the efficiency and ecological safety of application of the synthetic plant growth regulators.

Key words: retardant, productivity, ecological safety.

Shevchuk Oksana. A. — Cand. Sc. (Biol.), Assistant Professor of the Chair of Biology, *Krushtal Olga O.* — Student of the Faculty of Natural Sciences and Geography;

Shevchuk Viktoria V. — Student of the Faculty of Agronomy, e-mail: oksana.shevchuk@moyrambler.ru.

О. А. Шевчук¹
О. О. Крышталь¹
В. В. Шевчук²

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

¹Винницкий государственный педагогический университет имени Михаила Коцюбинского

²Винницкий национальный аграрный университет

Анализ механизмов действия ретардантов и этиленпрооцентов, а также синтез новых препаратов с аналогичным типом физиологической активности, создает надежную научную базу для повышения эффективности и экологической безопасности использования синтетических регуляторов роста растений.

Ключевые слова: ретарданты, продуктивность, экологическая безопасность

Шевчук Оксана Анатольевна — канд. биол. наук, доцент кафедры биологии;

Крышталь Ольга Алексеевна — студентка естественно-географического факультета;

Шевчук Виктория Викторовна — студентка агрономического факультета,

e-mail: oksana.shevchuk@moyrambler.ru.