

plants under the influence of stressors: formation and possible functions]. Bulletin of Kharkov National Agrarian University. Ser. Biology, 3 (12), 6-26.  
 9. Karpenko, V.P., Grytsaenko, Z.M., Prytuliak, R.M., Poltoretskyi, S.P., Mostoviak, I.I., Fomenko, O.O. (2012). Biologichni osnovy integrovanoi dii herbytsydiv i regulatoriv rostu roslyn [Biological basis of integrated action of herbicides and plant growth regulators]. Uman: Sochynskiy, 175-220.  
 10. Ponomarenko, S.P. (2008). Biostymulatsia v roslynnytstvi – vagonnyi rezerv urozhayu 2009 [Bio stimulation in crop production – a significant reserve of harvest 2009]. Agro Perspective, 8, 34-35.  
 11. Foyer, C.H. Noctor, G. (2009). Redox regulation in photosynthetic organisms: Signaling, acclimation and practical implications. Antioxidants and Redox Signaling. 11, 862-905.

12. Zhurbitsky, Z.I. (1968). Teoria i praktyka vegetatsionnogo perioda [Theory and practice of growing method]. Moscow: Science, 268.  
 13. Rogozhin, V.V. (2006). Praktikum po biologicheskoi khimii [Practical work on biological chemistry]. St. Petersburg: Lan, 132-134.  
 14. Grishko, V.N., Syshchikov, D.V. (2002). Metod opredelenia vostanovlennoi formy glutationa v vegetativnykh organakh rastenii [Method for determination of reduced glutathione in vegetative plant organs]. Ukrainian Biochemical Journal, 74 (415), 123-124.  
 15. Spivak, E.A., Shalygo, N.V. (2010). Aktivnost askorbat-glutationovogo tsikla v prorostkakh yachmenia (Hordeum vulgare) pri zasukhe [Activity of ascorbate-glutathione cycle in seedlings of barley (Hordeum vulgare) during drought]. NAS Belarus. Ser. Biol. Sciences, 3, 73-77.



**В. В. Рогач**  
 кандидат біологічних наук,  
 доцент кафедри біології  
 Вінницького державного педагогічного  
 університету ім. М. Коцюбинського  
 rogachv@ukr.net

УДК [581.1:582.926.2]:661.162.65



**І. В. Попроцька**  
 кандидат біологічних наук,  
 старший викладач кафедри біології  
 Вінницького державного педагогічного  
 університету ім. М. Коцюбинського  
 vvgk2006@ukr.net



**Т. І. Рогач**  
 кандидат с.-г. наук,  
 старший викладач кафедри біології  
 Вінницького державного педагогічного  
 університету ім. М. Коцюбинського  
 rogachv@ukr.net



**В. Г. Кур'ята**  
 доктор біологічних наук, професор,  
 завідувач кафедри біології  
 Вінницького державного педагогічного  
 університету ім. М. Коцюбинського  
 vvgk2006@ukr.net

## ДІЯ РЕТАРДАНТІВ НА МОРФОФІЗІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ПЕРІОД СПОКОЮ КАРТОПЛІ

**Анотація.** Встановлено, що застосування ретардантів є високоефективним засобом регуляції росту, морфогенезу, продуктивності картоплі та уповільнення процесів проростання бульб при зберіганні продукції. Внаслідок посилення кущення за дії препаратів збільшувалася кількість листків на рослині, маса сирої та сухої речовини листків та їх площа, що є однією з основних передумов посилення фотосинтетичної активності рослини. Зміни фітометричних і мезоструктурних показників листків та збільшення вмісту хлорофілів за дії препаратів сприяли посиленню фотосинтетичної активності листового апарату, наслідком чого було підвищення показника чистої продуктивності фотосинтезу та підвищення урожайності культури. Найбільш ефективним було застосування триазолпохідного ретарданту тебуконазолу. Обробка бульб картоплі в період виходу із стану спокою ретардантом паклобутразолом призводила до зменшення інтенсивності проростання, що сприяє збереженню продукції.

**Ключові слова:** картопля європейська (*Solanum tuberosum* L.), морфогенез, ретарданти, продуктивність, період спокою.

**В. В. Рогач**  
 кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии  
 Винницкий государственный педагогический университет им. Михаила Коцюбинского

**И. В. Попроцкая**  
 кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры биологии  
 Винницкий государственный педагогический университет им. Михаила Коцюбинского

**Т. И. Рогач**  
 кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры биологии  
 Винницкий государственный педагогический университет им. Михаила Коцюбинского

**В. Г. Кур'ята**  
 доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедры биологии  
 Винницкий государственный педагогический университет им. Михаила Коцюбинского

### ДЕЙСТВИЕ РЕТАРДАНТОВ НА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПЕРИОД ПОКОЯ КАРТОФЕЛЯ

**Аннотация.** Установлено, что применение ретардантов является высокоэффективным средством регуляции роста,

морфогенеза, продуктивності картофеля і замедлення процесів проростання клубней при храненні продукції. Вследствие усиления кущения из-за действия препаратов увеличивалось количество листьев на растении, масса сырого и сухого вещества листьев и их площадь, что является одной из основных предпосылок усиления фотосинтетической активности растения. Изменения фитометрических и мезоструктурных показателей листьев и увеличение содержания хлорофиллов из-за действия препаратов способствовало усилению фотосинтетической активности листового аппарата, следствием чего было повышение показателя чистой продуктивности фотосинтеза и увеличения урожайности культуры. Наиболее эффективным было применение триазолпроизводного ретарданта тебуконазола. Обработка клубней картофеля в период выхода из состояния покоя ретардантами приводила к уменьшению интенсивности проростания, что способствует сохранению продуктивности.

**Ключевые слова:** картофель европейский (*Solanum tuberosum* L.), морфогенез, ретарданы, продуктивность, период покоя.

#### V. V. Rogach

PhD of Biological Sciences, Assistant of Professor of the Department of Biology  
Vinnitsya State Pedagogical University after named Mykhailo Kotsyubynskiy

#### I. V. Poprotskaya

PhD of Biological Sciences, Senior Lecturer of the Department of Biology  
Vinnitsya State Pedagogical University after named Mychailo Kotsyubynskiy

#### T. I. Rogach

PhD of Agricultural Sciences, Senior Lecturer of the Department of Biology  
Vinnitsya State Pedagogical University after named Mychailo Kotsyubynskiy

#### V. G. Kuryata

Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Biology  
Vinnitsya State Pedagogical University after named Mychailo Kotsyubynskiy

### EFFECT OF RETARDANTS ON MORPHOPHYSIOLOGICAL INDEX, PRODUCTIVITY AND DORMANT PERIOD OF POTATO

**Abstract.** It is set that the use of retardants are effective regulation of growth, morphogenesis, productivity and slowing the germination of tubers during storage products. The number of leaves per plant, weight of raw and dry matter of leaves and their area increased because of better tillering for the actions of the drugs. That is one of the main preconditions enhance photosynthetic activity of plants. Changes of phytometric and mezostructure indexes of leaves and increase of chlorophyll content for the actions of the drugs contributed to the photosynthetic activity of leaf apparatus, because of that was increase of the net productivity of photosynthesis and increase productivity of the culture. The use retardant of tebuconazol was the most effective. Treatment retardants of potato tubers during the release of dormancy led to decrease in the intensity of germination, that contributes to the preservation of products.

**Keywords:** potato (*Solanum tuberosum* L.), morphogenesis, retardants, productivity, dormant period.

**Постановка проблеми.** Останнім часом все частіше застосовуються різноманітні синтетичні регулятори росту з метою регуляції онтогенезу та оптимізації продукційного процесу сільськогосподарських культур. Однією з найбільш поширених груп регуляторів росту є ретарданти різних типів. Механізм їх дії полягає в інгібуванні синтезу або блокуванні дії вже синтезованого гібереліну [8]. Відомо, що ці речовини впливають на характер донорно-акцепторних відносин у рослині, а відтак і на перерозподіл пластичних речовин та мінеральних елементів між органами рослини [7, 11, 13].

Надмірний ріст рослин картоплі часто призводить до затримки бульбоутворення, більш пізнього дозрівання та зниження урожаю [1, 4]. З іншого боку, зберігання бульб картоплі може супроводжуватися прискоренням проростанням, що призводить до втрат продукції. Тому розробка засобів регуляції вегетативного росту, перерозподілу потоків асимілятів до господарсько важливих органів – бульб, уповільнення проростання бульб в період спокою є важливим практичним завданням [2, 5].

Встановлено, що врожайність сільськогосподарських культур при застосуванні антигіберелінових препаратів визначається не тільки погодними умовами вегетації, сортовими особливостями цієї культури, але й природою ретарданту [13].

**Мета статті** вивчити вплив різних груп ретардантів на ріст, розвиток, продуктивність та період спокою рослин картоплі.

**Матеріали і методи досліджень.** Польові дрібноділянкові досліді закладали на землях СФГ "Бержан П.Г." с. Горбанівка Вінницького району Вінницької області у вегетаційний період 2013 та 2014 р.р. Посадку картоплі середньораннього сорту Санте проводили 18.04.2013 р. та 03.05.2014 р. за схемою 70?30 см. Площа ділянок 33 м<sup>2</sup>, повторність досліді п'ятикратна.

Рослини обробляли вранці за допомогою ранцевого оприскувача ОП-2 до повного змочування листків 0,25%-м

розчином хлормекватхлориду (CCC-750), 0,025%-м розчином тебуконазолу (EW-250) у фазу бутонізації 14.06.2013 р. та 17.06.2014 р. Контрольні рослини обприскували водопровідною водою.

Фітометричні показники (висоту рослин, площу листків, масу сухої та сирої речовини листків) визначали на 20 рослинах [6].

Відбір матеріалів для вивчення мезоструктурної організації листка проводили у фазу початку бульбоутворення. Мезоструктуру листків дослідних рослин вивчали на фіксованому матеріалі. Для його консервації застосовували суміш рівних частин етилового спирту, гліцерину, води з додаванням 1%-го формаліну. Визначення розмірів клітин та товщини хлоренхіми здійснювали за допомогою мікроскопа „Микмед-1” та окулярного мікрометра МОВ-1-15х. Для анатомічного аналізу відбирали листки середнього ярусу [9].

Визначення вмісту хлорофілів проводили у свіжому матеріалі спектрофотометричним методом на спектрофотометрі СФ-18 [3]. У фазу дозрівання бульб визначали чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ), листковий індекс (ЛІ) як площу всіх листків на одиницю поверхні ґрунту [3].

Вивчення впливу різних груп антигіберелінових препаратів на інтенсивність проростання бульб проводили на середньоранньому сорті Поляна. Близькі за масою бульби (80-100 г) на початку виходу із стану спокою (наприкінці лютого) обприскували до повного змочування 0,05%-м розчином триазолпохідного ретарданту паклобутразолу та розчином гіберелової кислоти концентрацією 150 мг/л. Контрольний варіант обробляли дистильованою водою. Через 50 діб, після проявлення чітких ростових ефектів, в паростках за допомогою мікроскопа „Микмед-1” та окулярного мікрометра МОВ-1-15х підраховували кількість та визначали середній об'єм амілопластів у клітинах паренхіми та серцевини паростка.

Результати досліджень обробляли статистично за допомогою комп'ютерної програми "STATISTICA – 6". В

таблицях та рисунках наведено середньоарифметичні значення та їх стандартні похибки.

**Основні результати дослідження.** Проведені нами дослідження впливу інгібіторів росту рослин з антигібереліновим механізмом дії тебуконазолу та хлормекватхлориду на культурі картоплі сорту Санта свідчать про суттєві зміни у морфогенезі та продуктивності дослідних рослин (табл. 1).

Встановлено, що застосовані препарати достовірно зменшували висоту картоплі. Така типова реакція рослин картоплі на застосування ретардантів супроводжувалася суттєвим збільшенням маси сирої та сухої речовини рослин, що підтверджує результати робіт інших авторів на різноманітних культурах [8]. Отримані результати дослідження свідчать, що відмічалася суттєва різниця у кількості листків, їх площі і масі між рослинами дослідних і контрольного варіантів. Внаслідок посилення кущення за дії препаратів збільшувалася кількість листків на рослині, маса сирої та сухої речовини листків та їх площа, що є однією з основних передумов посилення фотосинтетичної активності рослини.

Фізіологічний стан листка знаходиться в тісній взаємодії з його структурними особливостями, що визначаються в науковій літературі як "мезоструктура" [9]. Застосування мезоструктурних характеристик дозволяє проаналізувати фотосинтетичну функцію листка в багатьох випадках, однак при вивченні ретардантних ефектів застосовувалося рідко. Отримані нами результати вивчення елементів мезоструктури свідчать, що за дії ретардантів суттєво зростала товщина хлоренхіми – основної фотосинтезуючої тканини листків. Відомо, що найбільш активною частиною хлоренхіми є стовпчаста асиміляційна паренхіма. Отримані результати свідчать

про суттєве збільшення об'єму її клітин, особливо під впливом тебуконазолу (табл. 1).

Покращення морфологічних характеристик асиміляційного апарату за дії застосованих ретардантів супроводжувалося зростанням вмісту хлорофілу в листках, що є також важливою складовою фотосинтетичної продуктивності рослин.

Отримані результати дослідження вказують на те, що зміни фітометричних і мезоструктурних показників листків та збільшення вмісту хлорофілів за дії препаратів сприяли посиленню фотосинтетичної активності листового апарату, свідченням чого є суттєво більш високі значення чистої продуктивності фотосинтезу (табл. 1).

Важливим показником потужності фотосинтетичного апарату є листовий індекс. Він був більш високим за дії тебуконазолу та хлормекватхлориду у порівнянні з контролем. Разом з тим, зростання листового індексу в ценозі не завжди є позитивним явищем, оскільки загущення посівів, формування надмірної листової поверхні може призводити до затінення сусідніх рослин, і як наслідок, зменшення урожайності культури.

Аналіз отриманих результатів свідчить, що застосування ретардантів не призводило до таких негативних наслідків. Навпаки, відбувалося зростання урожайності культури за дії ретардантів, причому найбільш ефективним було застосування триазолпохідного ретарданту тебуконазолу (табл. 1).

Згідно з отриманими результатами, гіберелін та ретардант істотно впливали на швидкість проростання бульб (рис. 1) та утилізацію резервного крохмалю, й на ростові процеси при виході зі стану спокою.

Гіберелова кислота помітно стимулювала проростання і інтенсивність росту паростків, а ретардант пакло-

Таблиця 1

**Морфофізіологічна характеристика рослин картоплі сорту Санта за дії ретардантів (фаза дозрівання бульб, середні дані за 2013 та 2014 роки)**

Показник	Варіант досліді	Контроль	EW-250	ССС-750
Висота рослини, см		55,99±2,78	*47,31±2,32	*47,85±2,36
Маса сирої речовини рослини, г		500,52±24,48	*639,19±29,29	*663,86±32,21
Маса сухої речовини рослини, г		104,51±4,98	*141,12±6,69	*143,88±7,14
Кількість листків на рослині, шт.		21,21±1,02	*27,49±1,32	*33,12±1,57
Маса сирої речовини листків, г		53,56±22,32	*85,14±4,12	*98,36±4,48
Маса сухої речовини листків, г		13,98±0,66	*25,51±1,21	*26,89±1,32
Площа листків, см <sup>2</sup>		2746,72±136,36	3219,03±159,91	*3667,34±183,94
Товщина хлоренхіми, мкм		165,03±4,68	*177,98±3,22	163,46±2,31
Об'єм клітин стовпчастої паренхіми, мкм <sup>3</sup>		10097,04±437,62	*15561,80±712,57	11528,89±766,63
Листковий індекс, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>		1,31±0,07	1,53±0,08	*1,75±0,09
Вміст суми хлорофілів (a+b), % на сиру речовину		0,52±0,02	*0,63±0,03	0,58±0,02
ЧПФ, г/м <sup>2</sup> ·добу		3,87±0,11	*7,91±0,35	*10,78±0,46
Середній урожай бульб, ц/га		144,15±7,22	*201,39±9,98	*173,67±8,18

Примітка. \* – різниця достовірна при P ≤ 0,05



Рис. 1. Дія гібереліну і паклобутразолу на інтенсивність проростання бульб картоплі сорту Поляна. 1 - ГКЗ (150 мг/л); 2 - контроль; 3 - ПБ (0,05%); 30-й день проростання



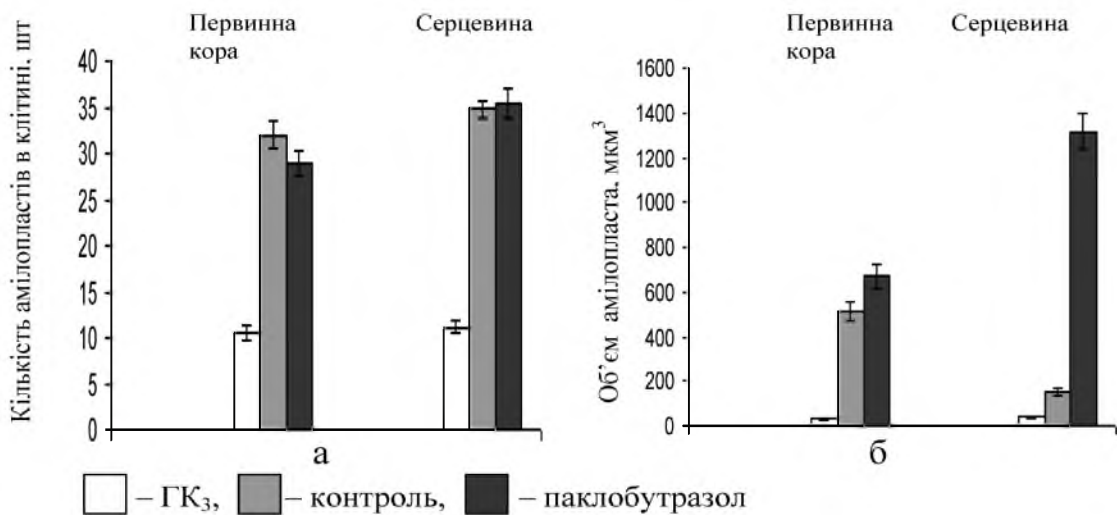


Рис. 2. Вплив гібереллової кислоти (ГК<sub>3</sub>, 150 мг/л) і паклобутразолу (0,05%) на формування амілопластів в клітинах паренхіми первинної кори та серцевини паростків картоплі сорту Поляна (а – кількість амілопластів в клітині, б – об'єм амілопласта)

бутразол інгібував цей процес. Про інтенсивність використання резервного крохмалю бульб свідчить формування вторинного крохмалю у вигляді крохмальних зерен амілопластів у паростках по варіантах дослідження. Встановлено, що при застосуванні гібереллової кислоти у клітинах первинної кори та серцевини паростка формувалася невелика кількість дрібних амілопластів. Їх кількість і розміри суттєво поступалися контрольному варіанту і варіанту з паклобутразолом (рис. 2).

При цьому розміри амілопластів у проростках варіанта з обробкою паклобутразолом були значно більшими, особливо у серцевині. Отже, уповільнення росту й відповідне зменшення запиту на асимілювати за дії ретарданту призводило до посилення тимчасового депонування вторинного крохмалю в паренхімі кори і серцевини.

**Висновки.** Таким чином, застосування ретардантів є високо-ефективним засобом регуляції росту, морфогенезу, продуктивності та уповільнення процесів проростання бульб при зберіганні продукції.

### Література

- Болотских А. С. Картофель / А. С. Болотских. – Харьков : Фолио, 2002. – 254 с.
- Влияние амбиола и 2-хлоретилфосфоновой кислоты на содержание фитогормонов в листьях и клубнях картофеля / Кирилова И. Г., Евсюнина А. С., Пузина Т. И., Кораблева Н. П. // Прикладная биохимия и микробиология. – 2003. – Т. 39, №2. – С. 237-241.
- Гавриленко В. Ф. Большой практикум по физиологии растений: фотосинтез, дыхание / В. Ф. Гавриленко, М. Е. Ладыгина, Л. М. Хандобина; под ред. Б. А. Рубина. – М.: Высш. школа, 1975. – 391 с.
- Деева В. П. Влияние хлорохлинхлорида на рост и строение листьев растений картофеля / В. П. Деева // Изв. АН БССР. Сер. биол. наук. – 1978. – № 3. – С. 9-13.
- Деева В. П. Избирательное действие химических регуляторов роста на растения. Физиологические основы / Деева В. П., Шелег З. И., Санько Н. В. – Минск : Наука и техника, 1988. – 255 с.
- Казаков Є. О. Методологічні основи постановки експерименту з фізіології рослин рослин / Є. О. Казаков. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – 272 с.
- Кулаева О. Н. Регуляторы роста растений в трудах Г. С. Муромцева / Кулаева О. Н., Леонова Т. Г. // Физиология растений. – 2000. – Т.47, № 4. – С. 646-649.
- Кур'ята В. Г. Ретарданты – модификаторы гормонального статуса рослин / В. Г. Кур'ята // Физиология растений: проблемы та перспективи розвитку : у 2 т.; голов. ред. В. В. Морхун. – К.: Логос, 2009. – Т. I. – С. 565-587.
- Кур'ята В. Г. Действие ретардантов на мезоструктуру листьев малины / Кур'ята В. Г. // Физиология и биохимия культурных растений. – 1998. – Т. 30, № 2. – С. 144-149.
- Милювене Л. Возможность применения соединений четвертичных солей

- аммония в технологии выращивания rapca / Милювене Л. // Физиология и биохимия культурных растений. – 2000. – Т. 32, № 3. – С. 288-295.
- Моргун В. В. Проблема регуляторов роста в світі та її вирішення в Україні / Моргун В. В., Яворська В. К., Драгозов І. В. // Физиология и биохимия культурных растений. – 2002. – Т. 34, № 5. – С. 371-375.
- Регулятори росту на основі природної сировини та їх застосування в рослинництві / Яворська В. К., Драгозов І. В., Крючкова Л. О. та ін. – К.: Логос, 2006. – 176 с. 12
- Фотосинтез: ассимиляция CO<sub>2</sub> и механизмы её регуляции [монография : в 3-х т.] / том 2 / Д. А. Киризи, О. О. Стасик, Г. А. Прядкина, Т. М. Шадчина. – К.: Логос, 2014. Т. 2. – 480 с.
- Шаповалов А. А. Отечественные регуляторы роста растений / А. А. Шаповалов, Н. Ф. Зубкова // Агрехимия. – 2003. – № 11. – С. 33-47.

### References

- Bolotskykh A. S. Kartoffel / A. S. Bolotskykh. – Kharkov : Folyo, 2002. – 254 s.
- Vliyanye ambyola y 2-khloretylfosfonovoi kysloty na sodержание fytoгормонov v lystyakh y klubnyakh kartofelya / Kyrylova Y. H., Evsiunyna A. S., Puzyna T. Y., Korableva N. P. // Pryingkladnaia byokhymyia y mykrobiolyohyia. – 2003. – Т. 39, #2. – С. 237-241.
- Havrylenko V. F. Bolshoi praktikum po fyzyolohyy rastenyi: fotosyntezy, dikhanye / V. F. Havrylenko, M. E. Ladihyina, L. M. Khandobyna; pod red. B. A. Rubyna. – M.: Vishsh. shkola, 1975. – 391 s.
- Deeva V. P. Vliyanye khlorokholynkhloryda na rost y stroenye lystev rastenyi kartofelya / V. P. Deeva // Yzv. AN BSSR. Ser. byol. nauk. – 1978. – # 3. – S. 9-13.
- Deeva V. P. Yzbyratelnoe deystvye khymycheskykh rehulyatorov rosta na rastenyia. Fyzyolohycheskye osnovy / Deeva V. P., Sheleg Z. Y., Sanko N. V. – Mynsk : Nauka y tekhnika, 1988. – 255 s.
- Kazakov Ye. O. Metodolohichni osnovy postanovky eksperymentu z fyziolohii roslin roslin / Ye. O. Kazakov. – K.: Fitosotsiotsentr, 2000. – 272 s.
- Kulaeva O. N. Rehulyatori rosta rastenyi v trudakh H. S. Muromtseva / Kulaeva O. N., Leonova T. H. // Fyzyolohyia rastenyi. – 2000. – Т.47, # 4. – S. 646-649.
- Kuryata V. H. Retardanty – modyfikatory hormonalnoho statusu roslin / V. H. Kuryata // Fyziolohyia roslin: problemy ta perspektyvy rozvytku : u 2 t.; holov. red. V. V. Morhun. – K.: Lohos, 2009. – Т. I. – S. 565-587.
- Kuryata V. H. Deystvye retardantov na mezostrukтуру lystev malyni / Kuryata V. H. // Fyzyolohyia y byokhymyia kulturnykh rastenyi. – 1998. – Т. 30, # 2. – S. 144-149.
- Myliuvene L. Vozmozhnost prymereneniya soedyneni chetvertichnykh soley ammoniya v tekhnolohyy virashchvaniya rapca / Myliuvene L. // Fyzyolohyia y byokhymyia kulturnykh rastenyi. – 2000. – Т. 32, # 3. – С. 288-295.
- Morhun V. V. Problema rehulyatoriv rostu v sviti ta yii vyrishenniia v Ukraini / Morhun V. V., Yavorska V. K., Drahovoz I. V. // Fyzyolohyia y byokhymyia kulturnykh rastenyi. – 2002. – Т. 34, # 5. – С. 371-375.
- Rehulyatori rostu na osnovi pryrodnoi syrovyny ta yikh zastosuvanniia v roslinnytstvi / Yavorska V. K., Drahovoz I. V., Kriuchkova L. O. ta in. – K.: Lohos, 2006. – 176 s. 12
- Fotosyntezy: assymilyatsiya SO<sub>2</sub> y mekhanyzmi ee rehulyatsyy [monohrafyia : v 3-kh t.] / tom 2 / D. A. Kyryzyi, O. O. Stasyk, H. A. Priadkina, T. M. Shadchyna. – K.: Lohos, 2014. Т. 2. – 480 s.
- Shapovalov A. A. Otechestvennye rehulyatori rosta rastenyi / A. A. Shapovalov, N. F. Zubkova // Ahrokhymyia. – 2003. – # 11. – С. 33-47.