

УДК 58.1: [661.162.6:582.707]

DOI: 10.15587/2519-8025.2019.188723

ВПЛИВ ГІБЕРЕЛІНУ І ТЕБУКОНАЗОЛУ НА ДИНАМІКУ ВМІСТУ НЕСТРУКТУРНИХ ВУГЛЕВОДІВ У ЛИСТКАХ, АНАТОМІЧНУ БУДОВУ І ХІМІЧНИЙ СКЛАД ПАГОНІВ ТА УРОЖАЙНІСТЬ АГРУСУ (*GROSSULARIA RECLINA (L.) MILL*)

В. Г. Кур'ята, Г. С. Шаталюк

Встановлено дію гібереліну та тебуконазолу на вміст цукрів і крохмалю в листках агрусу сорту Машенька в онтогенезі рослин, проаналізовано анатомічні особливості та біохімічні зміни в пагонах за дії препаратів, з'ясовано вплив препаратів на урожайність культури.

Метою дослідження було з'ясувати динаміку накопичення неструктурних вуглеводів (цукри + крохмаль) в листках, особливості росту, формування анатомічної структури та зміни хімічного складу пагонів і урожайності агрусу за дії гібереллової кислоти та тебуконазолу.

Матеріали та методи. Рослини по варіантах досліду обробляли одноразово у фазу бутонізації 0,005 %-м розчином гібереллової кислоти і 0,025 %-м водним розчином тебуконазолу. Визначення вмісту целюлози, пектинів і лігніну здійснювали ваговим методом, геміцелюлози і неструктурних вуглеводів (цукрів і крохмалю) в листках і пагонах агрусу проводили йодометричним методом. Особливості анатомічної будови визначали на фіксованому матеріалі однорічних пагонів в кінці вегетації (жовтень).

Результати дослідження. Внаслідок формування потужнішої донорної сфери за дії препаратів у рослин агрусу відбувалося накопичення більшої кількості неструктурних вуглеводів (цукри + крохмаль) в листках, що стало передумовою підвищення урожайності рослин дослідних варіантів, при цьому ефективність тебуконазолу була вищою, ніж гібереліну. Додатковий пул асимілятів використовувався не лише на процеси карпогенезу, але й на формування пагонів: за дії препаратів підвищувався вміст структурних біополімерів клітинних стінок, накопичувалася більша кількість цукрів і крохмалю у зимуючих пагонах, що є передумовою більшої морозостійкості рослин.

Висновки. Застосування гібереліну та тебуконазолу призводить до підвищення вмісту неструктурних вуглеводів (цукри + крохмаль) в листках агрусу. Це сприяє підвищенню продуктивності культури, перебудові анатомічної структури та накопиченню біополімерів клітинних стінок та резервних вуглеводів в пагонах, що є передумовою підвищення морозостійкості рослин

Ключові слова: агрус, гібереліни, тебуконазол, донорно-акцепторна система, вуглеводи, урожайність

Copyright © 2019, V. Kuryata, G. Shatalyuk.

This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).

1. Вступ

Одним з напрямів вирішення проблеми одержання високих та стабільних урожаїв у світовому рослинництві є застосування інтенсивних технологій з використанням синтетичних регуляторів росту рослин. За своєю природою ці препарати є або аналогами фітогормонів, або модифікаторами гормонального статусу рослин. Аналіз тенденцій хімізації світового рослинництва свідчить, що використання синтетичних регуляторів росту на даному етапі розвитку є ефективним і економічно вигідним, а регуляція фізіологічних процесів препаратами цієї групи високоспецифічна і не може бути досягнута іншими засобами впливу [1, 2]. По темпах розширення виробництва і продажу регулятори росту перевершують всі інші препарати, що застосовуються в сільському господарстві [3].

2. Літературний огляд

Відомо, що гібереліни суттєво посилюють процеси вегетативного росту [1]. Серед екзогенних фіторегуляторів широко використовується також група синтетичних інгібіторів ростових процесів –

ретардантів. Механізм фізіологічної дії представників цієї групи полягає в тому, що вони є антигіберелінами – блокують синтез або фізіологічну дію вже синтезованого гібереліну [4, 5].

В сучасному сільському господарстві гібереліни та інгібітори їх біосинтезу широко використовуються, а глобальний ринок цих препаратів знаходиться в діапазоні 500 мільйонів доларів США [1]. Роботами останніх років встановлено, що використання ретардантів дозволяє штучно змінювати морфогенез [6], регулювати активність ростової функції [7, 8], інтенсивність фотосинтетичних процесів [9], впливати на процеси карпогенезу [10], навантаження рослин плодами та насінням [11, 12]. Застосування препаратів з протилежним механізмом дії, гіберелінів та ретардантів дозволяє штучно регулювати інтенсивність донорно-акцепторних відносин в рослині і з'ясувати, через які фізіологічні зміни відбувається перерозподіл потоків асимілятів між органами та зростання продуктивності культур [3, 4]. При цьому дія ретардантів на ягідні культури, зокрема агрусу, залишається практично невивченою.

3. Мета та завдання дослідження

В зв'язку з цим, метою даної роботи було з'ясувати динаміку накопичення неструктурних вуглеводів (цукри + крохмаль) у листках, особливості росту, формування анатомічної структури та зміни хімічного складу пагонів і урожайності агрусу за дії гіберелової кислоти і тебуконазолу.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

1. Проаналізувати вплив гіберелової кислоти і тебуконазолу на вміст цукрів і крохмалю в листках агрусу в онтогенезі рослин.
2. Встановити анатомічні особливості та біохімічні зміни в пагонах рослин за дії препаратів.
3. Оцінити вплив гібереліну та тебуконазолу на урожайність культури.

4. Матеріали та методи дослідження

Роботу проводили на насадженнях рослин агрусу сорту Машенька у спеціалізованому господарстві ФГ «Дагор» с. Раково Томашпільського р-ну Вінницької обл. у вегетаційні періоди 2015 – 2017 рр. Розташування дослідних ділянок рендомізоване, в ряду п'ять кущів, повторність польового досліду п'ятикратна. Рослини по варіантах досліду обробляли за допомогою ранцевого обприскувача ОП-2 0,005 %-м розчином гіберелової кислоти (ГК₃) і 0,025 %-м водним розчином триазолпохідного препарату тебуконазолу (C₁₆H₂₂ClN₃O) – 4,4-диметил-3-(1H-1,2,4-триазол-1-метил)-1-п-хлорфенілпентан-3-ол. Це прозора кристалічна речовина, молекулярна маса – 307,8 Д, температура плавлення –104,7 °С. Погано розчинна у воді, добре в органічних розчинниках, не гідролізується при рН від 4 до 7 у воді при 20 °С більше року. Малотоксична для теплокровних, ЛД₅₀ для білих пацюків становить 3900–5000 мг/кг, 3 клас небезпеки. В кількості, яка не перевищує рекомендовані норми витрат, препарат не токсичний для бджіл. Виробник – фірма Bayer Crop Science AG (Німеччина) [3]. Контрольні рослини обробляли водопровідною водою. Обробку проводили одноразово у фазу бутонізації до повного змочування листків. Відбір проб для біохімічного аналізу здійснювали в кожну фазу розвитку в середині дня. Рослинний матеріал фіксували в польових умовах рідким азотом, досушували в сушильній шафі при температурі 70 °С до повітряно-сухого стану. Визначення вмісту целюлози, пектинів і лігніну здійснювали ваговим методом, геміцелюлоз і неструктурних вуглеводів (цукрів і крохмалю) в листках і стеблах агрусу проводили йодометричним методом [13]. Аналітична повторюваність досліджень - п'ятикратна. Особливості анатомічної будови визначали на фіксованому матеріалі однорічних пагонів в кінці вегетації (жовтень). Для фіксації застосовували суміш етанолу, гліцерину і води (1:1:1) з додаванням 1 % формаліну. Визначення розмірів клітин і тканин здійснювали за допомогою мікроскопа Микмед-1 та окулярного

мікромметра МОВ-1-15х у 20-кратній повторності. Статистичну обробку результатів здійснювали за допомогою комп'ютерної програми “Statistica-6”. Достовірність різниці показників контролю і досліду визначали за t-критерієм Стьюдента. В таблицях і на графіках представлені середньоарифметичні значення та їх стандартні похибки за три роки досліджень.

5. Результати дослідження та їх обговорення

В наших попередніх роботах встановлено, що гіберелін і ретарданти можуть впливати на продуктивність багатьох сільськогосподарських рослин внаслідок перебудови мезоструктури листків, формування більш розвиненої асиміляційної паренхіми, підвищення вмісту хлорофілів в ній, зростання показників чистої продуктивності фотосинтезу [3, 14]. Аналогічні результати по змінах анатомічної будови листків за дії гібереліну і тебуконазолу отримані нами і для культури агрусу [15, 16].

Аналіз динаміки цукрів і крохмалю протягом періоду вегетації в листках агрусу свідчить, що внаслідок формування більш потужної мезоструктури під впливом препаратів вміст неструктурних вуглеводів (цукри + крохмаль) в листках був стабільно більш високим, ніж у контролі (рис. 1).

При цьому у варіанті з тебуконазолом вміст неструктурних вуглеводів в листках був максимальним у порівнянні з іншими варіантами саме у фазі формування та повної стиглості плодів. Зростання сумарного вмісту вуглеводів відбувалося як за рахунок вмісту цукрів, так і за рахунок вмісту крохмалю.

На нашу думку це свідчить про більш активну фотосинтетичну і донорну активність листків за дії цього препарату. Наслідком посилення фотосинтетичної діяльності листків за дії гібереліну і тебуконазолу було зростання урожайності культури. Найбільш ефективним було застосування тебуконазолу (рис. 2).

Відомо, що гібереліни посилюють, а ретарданти інгібують лінійний ріст пагонів [1, 3]. При цьому відбувається суттєва перебудова анатомічної структури, зокрема за дії ретардантів відбувається потовщення пагонів, посилюються процеси лігніфікації [3, 4].

Аналіз анатомічної будови однорічних пагонів агрусу в кінці вегетації свідчить, що препарати здійснювали типову рістрегульовальну дію: під впливом гібереліну пагони були більш довгими і більш тонкими, а за дії тебуконазолу більш короткими і товстими (табл. 1).

Зміни у товщині пагонів по варіантам досліду визначалися особливостями формування кори, деревини та серцевини однорічних пагонів: за дії тебуконазолу товщина цих гістологічних комплексів збільшувалася, а за дії гібереліну зменшувалася у порівнянні з контролем. Застосування ретарданту призвело до потовщення, а гібереліну – до зменшення товщини клітинних стінок склеренхімних елементів кори (контроль – 5,4±0,2 мкм, тебуконазол – 6,1±0,3 мкм, гіберелін – 4,8±0,2 мкм).

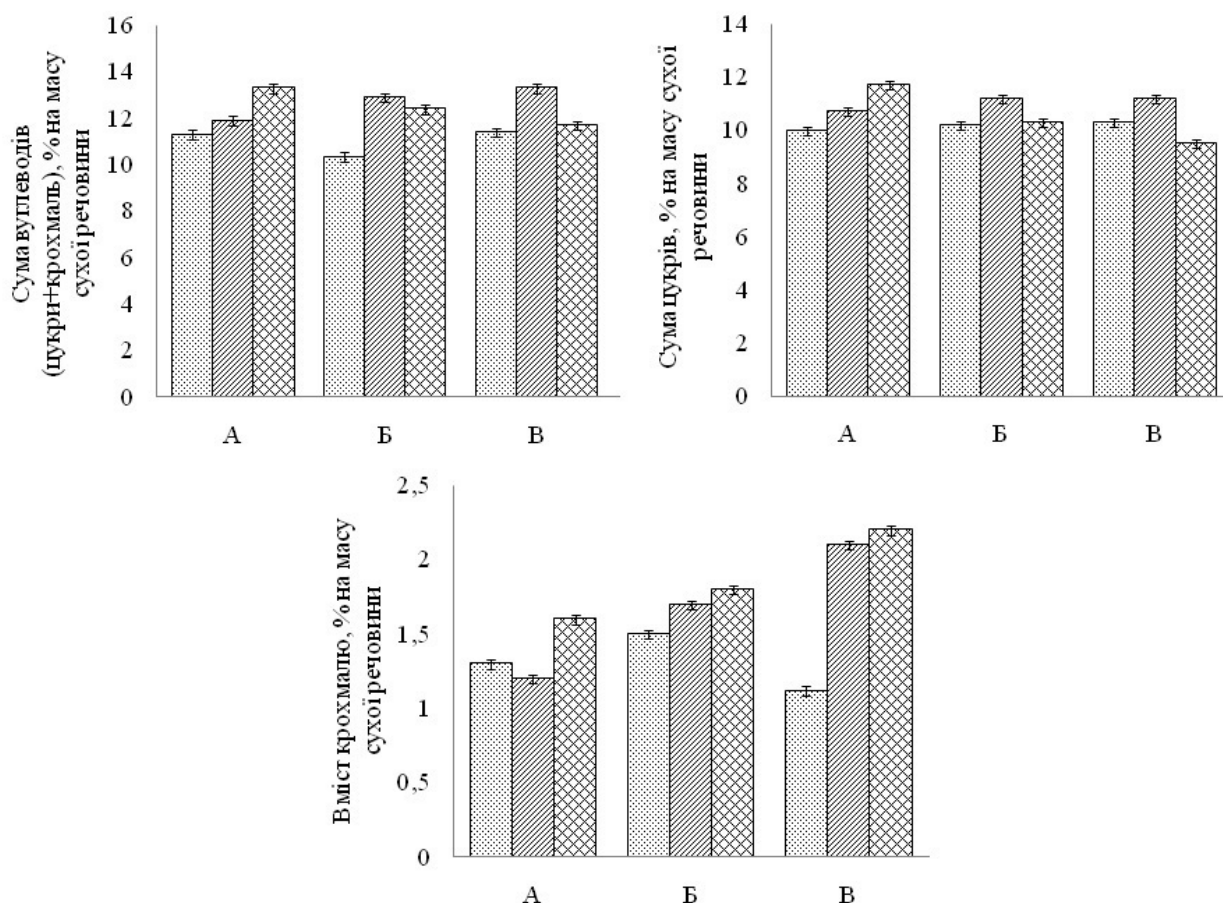


Рис. 1. Вплив гібереліну і тебуконазолу на вміст неструктурних вуглеводів в листках рослин агрусу сорту Машенька в період вегетації: А – фаза цвітіння; Б – фаза формування плодів; В – фаза повної стиглості плодів (середні дані за 2015–2017 рр.).
 ● – контроль; ▨ – тебуконазол; ▩ – гіберелін.

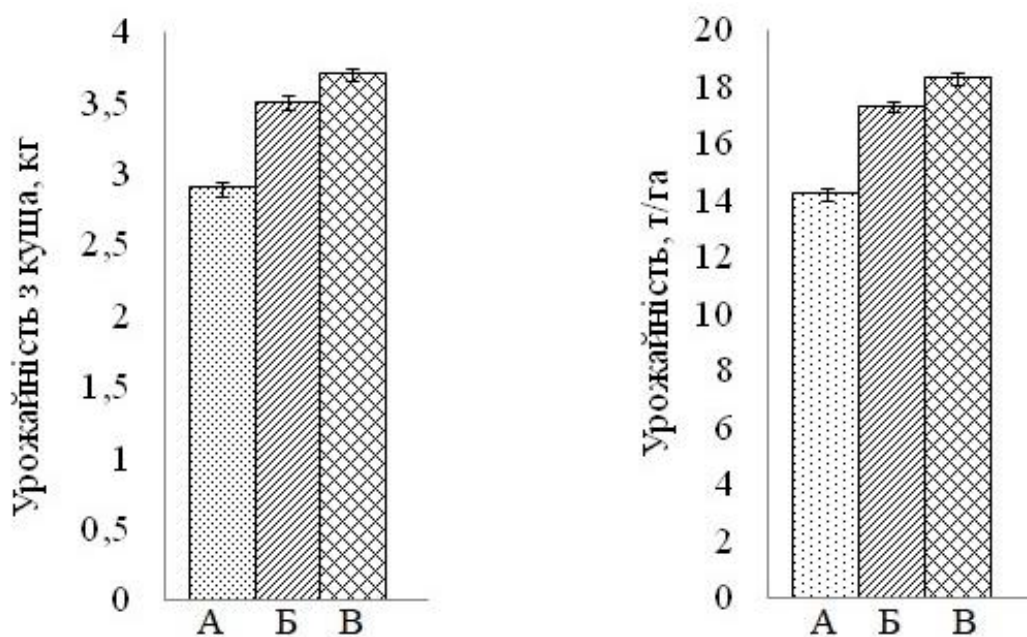


Рис. 2. Вплив гібереліну і тебуконазолу на урожайність рослин агрусу сорту Машенька (середні дані за 2015–2017 рр.). А – контроль; Б – гіберелін; В – тебуконазол

Таблиця 1

Морфо-анатомічна будова однорічних пагонів агрусу сорту Машенька в кінці вегетації
(середні значення за 2015–2017 рр.)

Показники	Контроль	Тебуконазол	Гіберелін
Довжина пагона, см	27,7±0,8	22,16±0,6*	32,2±0,9*
Товщина пагона, мм	5,1±0,1	6,2±0,2*	4,41±0,1*
Товщина кори, мкм	579,1±17,38	692,5±20,77*	488,5±14,65*
Товщина деревини, мкм	822,4±24,6	866,6±26,1*	770,5±123,1*
Діаметр серцевини, мкм	2371,8±72,2	3147,2±94,4*	1894,4±56,8*

Примітка: * – різниця достовірна при $p \leq 0,05$.

Визрівання пагонів є важливим елементом підготовки рослин до періоду осінньо-зимового спокою і морозостійкості рослин. Нами встановлено, що анатомічні зміни у повністю сформованих пагонах (жовтень) супроводжувалися змінами біохімічного складу як резервних вуглеводів, так і структурних біополімерів пагонів (табл. 2).

Зокрема, за дії тебуконазолу вміст основних структурних біополімерів – целюлози і лігніну в па-

гонах цього варіанту був найвищим. Це має важливе значення для підвищення морозостійкості рослин агрусу, оскільки вміст лігніну є тестовим показником визрівання деревини [3]. За дії гібереліну відмічено більш інтенсивне у порівнянні з тебуконазолом накопичення геміцелюлози і зменшений вміст пектинових речовин, причому за дії обох препаратів вміст цих біополімерів був підвищеним у порівнянні з контролем.

Таблиця 2

Вплив гібереліну і тебуконазолу на хімічний склад пагонів агрусу сорту Машенька в кінці вегетації
(% на масу сухої речовини, середні значення за 2015–2017 рр.)

Речовина	Контроль	Тебуконазол	Гіберелін
Целюлоза	23,61±0,71	30,21±0,90*	27,46±0,82*
Лігнін	14,92±0,45	17,42±0,53*	15,11±0,37
Геміцелюлози	17,28±0,52	18,99±0,56*	22,66±0,68*
Пентозани	12,03±0,36	12,50±0,37	12,92±0,38
Пектини	6,97±0,10	6,96±0,11	5,86±0,08*
Сума вуглеводів (цукри+крохмаль)	7,25±0,22	11,60±0,35*	11,27±0,34*
Сума цукрів	5,35 ±0,16	9,69± 0,29*	9,16±0,27*
Крохмаль	1,90±0,05	1,85±0,07	2,11±0,08*

Примітка: * – різниця достовірна при $p \leq 0,05$

Отримані результати дослідження свідчать, що основною фракцією геміцелюлози пагонів агрусу були пентози, вміст яких зростав за дії гібереліну і тебуконазолу у порівнянні з контролем. Це має позитивне значення, оскільки у критичні періоди росту і розвитку рослин геміцелюлози можуть використовуватися як резервна речовина [17].

Про більш потужну донорну функцію листків варіанту із застосуванням тебуконазолу свідчить, на нашу думку і те, що у фазу повної стиглості плодів внаслідок припинення процесів вегетативного росту і закінчення карпогенезу (формування і росту плодів) вміст неструктурних вуглеводів у листках був більш високим, ніж у інших варіантах дослідження (рис. 1). Раніше нами було встановлено значні депонувальні можливості вегетативних органів рослин томатів - стебла та коренів у тимчасовому накопиченні резервних вуглеводів з наступним їх використанням на формування і ріст плодів [14]. Отримані в даному дослідженні результати свідчать про значну депонувальну роль стебла агрусу в період підготовки до осінньо - зимового спокою. В однорічних пагонах агрусу за дії гібереліну і ретарданту паклобутразо

лу вміст цукрів і крохмалю та їх суми в однорічних пагонах рослин дослідних варіантів був більш високим у порівнянні з контролем (табл. 2).

6. Висновки

1. Застосування гібереліну та тебуконазолу призводить до підвищення вмісту неструктурних вуглеводів (цукри + крохмаль) в листках агрусу протягом періоду вегетації, що створює передумови для підвищення продуктивності культури.

2. За дії препаратів відбувається перебудова анатомічної структури пагонів: під впливом тебуконазолу товщина кори, деревини і серцевини збільшувалася, а під впливом гібереліну зменшувалася у порівнянні з контролем. Застосування ретарданту призводило потовщення клітинних стінок склеренхімних елементів кори.

3. Внаслідок формування більш потужної донорної сфери за дії гібереліну і тебуконазолу урожайність агрусу достовірно зростала. Найбільш ефективним було застосування тебуконазолу.

Конфлікт інтересів

Відсутній

Література

1. Rademacher, W. (2016). Chemical regulators of gibberellin status and their application in plant production. *Annual Plant Reviews*, 49, 359–404. doi: <http://doi.org/10.1002/9781119210436.ch12>
2. Altintas, S. (2011). Effects of chlormequat chloride and different rates of prohexadione-calcium on seedling growth, flowering, fruit development and yield of tomato. *African Journal of Biotechnology*, 10 (75), 17160–17169. doi: <http://doi.org/10.5897/ajb11.2706>
3. Кур'ята, В. Г., Попроцька, І. В. (2019). Фізіолого-біохімічні основи застосування ретардантів в рослинництві. Вінниця. ТОВ «Твори», 98.
4. Кур'ята, В. Г. (2009). Ретарданти – модифікатори гормонального статусу росли. Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку. Київ: Логос, 1, 565–589.
5. Kim, S.-K., Kim, H.-Y. (2014). Effects of Gibberellin Biosynthetic Inhibitors on Oil, Secoisolarosonolodiglucoside, Seed Yield and Endogenous Gibberellin Content in Flax. *Korean Journal of Plant Resources*, 27 (3), 229–235. doi: <http://doi.org/10.7732/kjpr.2014.27.3.229>
6. Mo, Z. W., Ashraf, U., Pan, S. G., Kanu, A. S., Li, W., Duan, M. Y. et. al. (2016). Exogenous application of plant growth regulators induce chilling tolerance in direct seeded super and non-super rice seedlings through modulations in morpho-physiological attributes. *Cereal Research Communications*, 44 (3), 524–534. doi: <http://doi.org/10.1556/0806.44.2016.010>
7. Espindula, M. C., Rocha, V. S., Souza, L. T., Souza, M. A., Grossi, M. A. S. (2010). Effect of growth regulators on wheat stem elongation. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 32 (10), 109–111. doi: <http://doi.org/10.4025/actasciagron.v32i1.943>
8. Carvalho, M. E. A., Castro, P. R. de C. e, Ferraz Junior, M. V. de C., Mendes, A. C. C. M. (2016). Are plant growth retardants a strategy to decrease lodging and increase yield of sunflower? *Comunicata Scientiae*, 7 (1), 154–164. doi: <http://doi.org/10.14295/cs.v7i1.1286>
9. Zhang, w., Xu, F., Cheng, H., Li, L., Cao, F., Cheng, S. (2013). Effect of Chlorocholine Chloride on Chlorophyll, Photosynthesis, Soluble Sugar and Flavonoids of Ginkgo biloba. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 41 (1), 97–103. doi: <http://doi.org/10.15835/nbha4118294>
10. Kasem, M. M., Abd El-Baset, M. M. (2015). Studying the Influence of Some Growth Retardants as a Chemical Mower on Ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Journal of Plant Sciences*, 3 (5), 255–258.
11. Kumar, S., Ghatty, S., Satyanarayana, J., Guha, A., Chaitanya, B., Reddy, A. R. (2012). Paclobutrazol treatment as a potential strategy for higher seed and oil yield in field-grown camelina sativa L. Crantz. *BMC Research Notes*, 5 (1), 13. doi: <http://doi.org/10.1186/1756-0500-5-137>
12. Koutroubas, S. D., Damalas, C. A. (2016). Morpho-physiological responses of sunflower to foliar applications of chlormequat chloride (CCC). *Bioscience Journal*, 32 (6), 1493–1501. doi: <http://doi.org/10.14393/bj-v32n6a2016-33007>
13. AOAC Official Methods of Analysis of Association of Analytical Chemist International 18th ed. Rev. 3 (2010). Asso of Analytical Chemist. Gaithersburg, 700.
14. Кур'ята, В. Г., Кравець, О. О. (2018). Регуляція морфогенезу, перерозподілу асимілятів, азотовмісних сполук та продуктивності томатів за дії гібереліну й ретарданту фолікулу. *Фізіологія рослин и генетика*, 50 (2), 95–104.
15. Кур'ята, В. Г., Шаталюк, Г. С. (2019). Дія ретарданту фолікуру на морфогенез, накопичення вуглеводів та елементів живлення органами рослин агрусу у зв'язку з урожайністю культури. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Серія: Біологічні науки*, 3, 5–10.
16. Шаталюк, Г. С., Кур'ята, В. Г. (2019). Вплив гібереліну на мезоструктурну організацію листка, накопичення та перерозподіл асимілятів та елементів живлення у рослин агрусу (GROSSULARIA RECLINAT) в зв'язку з продуктивністю культури. *ScienceRise: Biological Science*, 1 (16), 10–13. doi: <http://doi.org/10.15587/2519-8025.2019.158224>
17. Попроцька, І. В. (2014). Зміни в полісахаридному комплексі клітинних стінок сім'ядолей гарбуза за різного рівня донорно-акцепторних відносин у процесі проростання. *Фізіологія рослин и генетика*, 46 (3), 259–266.

Received date 16.05.2019

Accepted date 06.06.2019

Published date 30.12.2019

Шаталюк Галина Сергіївна, аспірант, кафедра біології, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, вул. Острозького, 32, Вінниця, Україна, 21100
E-mail: halya17061991@gmail.com

Кур'ята Володимир Григорович, доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри, кафедра біології, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, вул. Острозького, 32, м. Вінниця, Україна, 21100
E-mail: vgk2006@ukr.net