

УДК 581.1:582.926.2:661.162.65/66

В. В. РОГАЧ, В. Г. КУР'ЯТА, О. І. БУЙНА, О. В. БУЙНИЙ

Вінницький державний педагогічний університет імені М. Коцюбинського  
вул. Острозького, 32, Вінниця, 21000

## ДИНАМІКА НАКОПИЧЕННЯ І ПЕРЕРОЗПОДІЛУ РІЗНИХ ФОРМ ВУГЛЕВОДІВ В ОРГАНАХ РОСЛИН ТОМАТІВ ЗА ДІЇ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ

Показано, що обробка рослин томатів сорту Бобкат 0,025%-м тебуконазолом та 0,005%-ю гібереловою кислотою зумовлювала зміни швидкості ростових процесів та кількісних показників листового апарату. Інгібітор росту зменшував висоту рослин, тоді як стимулятор її збільшував. За дії гіберелової кислоти достовірно зростала кількість та маса листків на рослині, а також їх площа.

Препарати посилювали депонування вуглеводів вегетативними органами. Під впливом ретарданту це відбувалося за рахунок зменшення їх використання на ростові процеси внаслідок обмеження лінійного росту, а за дії гіберелової кислоти – внаслідок посиленого їх синтезу. Зміни характеру донорно-акцепторних відносин у рослинах томатів після обробки регуляторами росту зумовлювали перерозподіл потоків асимілятів від вегетативних органів до плодів, що оптимізувало продуктивність культури.

*Ключові слова:* *Solanum lycopersicum L.*, тебуконазол, гіберелова кислота, листовий апарат, донорно-акцепторні відносини, вуглеводи, урожайність

Серед ключових напрямків фітофізіології в центрі уваги залишається розкриття механізмів гормональної регуляції розвитку рослин та формування високих і стабільних врожаїв [10]. Одним із шляхів вирішення подібних фундаментальних проблем є дослідження росту і розвитку рослин за впливу фізіологічно активних речовин [2]. Ці сполуки дають можливість спрямовано регулювати окремі етапи онтогенезу з метою мобілізації потенційних можливостей рослинного організму, що впливає на урожайність та якість продукції [9].

Регуляція ростових процесів у рослині за допомогою гормонів та їх синтетичних аналогів супроводжується змінами у донорно-акцепторній системі, що, у свою чергу, проявляється у зміні накопичення і перерозподілу основних пластичних речовин рослинного організму – вуглеводів [17].

Широко застосовуваною групою рістрегуляторів є антигіберелінові препарати – ретарданти, які, гальмуючи апікальний ріст рослин, зменшують акцептування асимілятів вегетативними органами, створюючи ефект їх надлишку, перерозподіляють потоки пластичних речовин до генеративних органів та органів запасу [8].

У науковій літературі представлено ряд робіт, присвячених функціонуванню донорно-акцепторної системи рослини за дії гібереліну і ретарданту [11, 12, 14]. Разом з тим, зміни у донорно-акцепторній системі за дії цих препаратів для багатьох сільськогосподарських культур, зокрема і культури томатів, залишається практично не вивченим.

У зв'язку з цим, метою нашої роботи було вивчити дію гібереліну і ретарданту тебуконазолу на накопичення і перерозподіл різних форм вуглеводів в онтогенезі рослин томатів [20].

### Матеріал і методи досліджень

Польові дрібноділянкові дослідження закладали на землях СФГ “Бержан П.Г.” с. Горбанівка Вінницького району Вінницької області у вегетаційні періоди 2013-2015 років. Насіння томатів сорту Бобкат на розсаду висівали у парники 03.03.2013 р., 05.03.2014 р. і 10.03.2015 р. Розсаду висаджували 08.05.2013 р., 10.05.2014 р. та 15.05.2015 р. стрічковим способом за формулою 80+50+50×50. Внесення мінеральних добрив N<sub>50</sub>P<sub>40</sub>K<sub>30</sub>. Площа ділянок 33 м<sup>2</sup>, повторність п'ятикратна.

Рослини обробляли вранці за допомогою ранцевого оприскувача ОП-2 до повного змочування листків 0,005%-м розчином гіберелової кислоти (ГК<sub>3</sub>) та 0,025%-м розчином тебуконазолу (EW-250) у фазу бутонізації 14.06.2013 р., 17.06.2014 р. та 19.06.2015 р. Контрольні рослини обприскували водою [5].

Біометричні показники (висота рослин, маса сухої речовини окремих органів та цілої рослини) визначали на 20 рослинах, вміст різних форм вуглеводів – за Починком [13].

Результати досліджень обробляли статистично за допомогою комп'ютерної програми Statistica 6.0. У таблицях та рисунку наведено середньоарифметичні значення і їх стандартні похибки [4].

### Результати досліджень та їх обговорення

Відомо, що під впливом регуляторів росту в рослин відбуваються анатомо-морфологічні зміни [3]. Характерною властивістю антигіберелінових препаратів є гальмування лінійного росту осьових органів рослин та морфологічні зміни у бічних. Вони також впливають на окремі ланки метаболізму рослинних клітин, що спричинює зміни у функціонуванні фотосинтетичного апарату, активності білкового і вуглеводного обмінів [16].

У науковій літературі зустрічаються поодинокі дані, що носять суперечливий характер, про вплив різнонаправлених регуляторів росту на вміст різних форм вуглеводів в органах рослин. Показано, що обробка ретардантом хлормекватхлоридом та цитокініновим стимулятором трептолемом зумовлювала підвищення суми цукрів у вегетативних органах рослин льону [18]. Застосування трептолема на рослинах соняшника та маку олійного сприяло зростанню суми цукрів у вегетативних органах, а під впливом хлормекватхлориду посилювався відтік цукрів від вегетативних органів до кошиків, коробочок та насіння [11, 14]. За дії хлорхолінхлориду спостерігалось зменшення вмісту різних форм цукрів у надземних вегетативних органах чорноплідної горобини та малини [8], а також під впливом декстрелу та паклобутразолу у рослин цукрових буряків і картоплі [15, 19].

Аналіз отриманих нами даних свідчить, що обробка рослин гібереловою кислотою збільшувала висоту рослин на 17%, а тебуконазол зменшував на 13% (табл. 1). Одночасно за дії гіберелової кислоти зростала кількість листків на 25%, маса сухої речовини листків збільшувалася на 44%, а площа листя – 40%. Під впливом ретарданту кількість листків збільшувалася на 10%, маса сухої речовини листків – 9%, а площа листя зменшувалася на 11%.

Таблиця 1

Дія регуляторів росту на листковий апарат рослин томатів сорту Бобкат (фаза початку дозрівання плодів, середні дані за 2013-2015 роки)

Показник	Варіант досліджу		
	Контроль	ГК <sub>3</sub>	EW-250
Висота рослини, см	67,47±1,82	*74,88±1,97	*58,48±1,32
Кількість листків на рослині, шт.	66,54± 2,12	*82,85±3,86	73,33±2,77
Маса сухої речовини листків, г	54,33±2,66	*78,11±3,87	59,06±2,81
Площа листків, см <sup>2</sup>	11115,05 ±454,69	*15593,51 ±597,98	9878,42± 414,37

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

Листок є основним донором асимілятів, що постачає їх до усіх інших вегетативних і генеративних органів [7]. Зважаючи на зміни кількісних показників листкового апарату рослин томатів сорту Бобкат після обробки регуляторами росту, доцільним є вивчення особливостей накопичення та перерозподілу різних форм вуглеводів між органами рослин томатів у процесі онтогенезу.

Результати наших досліджень свідчать, що протягом вегетаційного періоду спостерігалось зменшення вмісту цукрів у вегетативних органах за рахунок редуруючих форм та їх накопичення у плодах як у контролі, так і за обробки гібереловою кислотою та антигібереліновим препаратом (рис.).

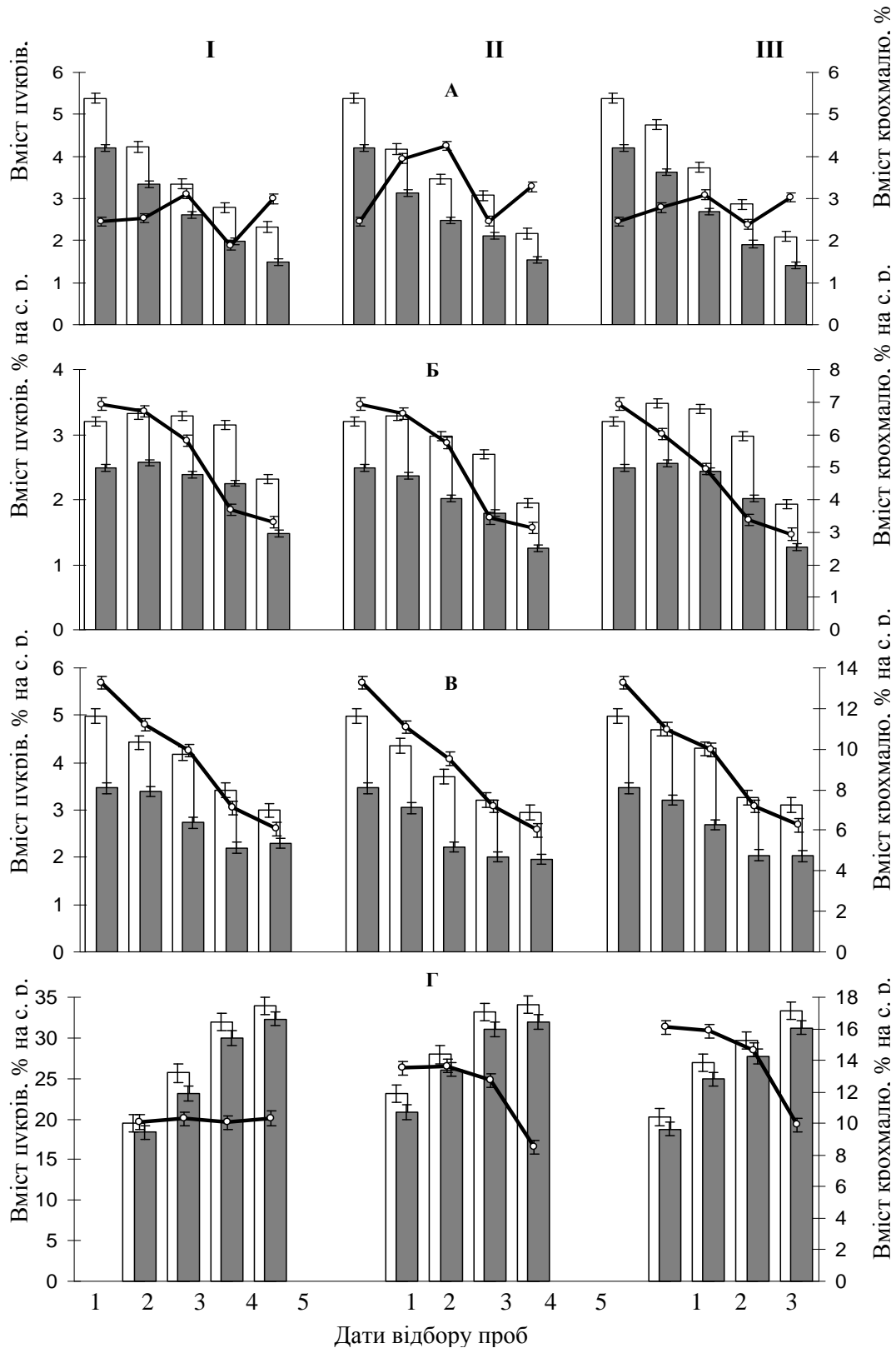


Рисунок. Вплив регуляторів росту на вміст різних форм вуглеводів в органах рослин томатів сорту Бобкат. (Представлено середні дані за 2013-2015 роки.)

■ – сума цукрів; ■ – редуруючі цукри; ● – крохмаль. А – коріння; Б – стебла; В – листя; Г – плоди. I – контроль; II – EW-250; III – ГК<sub>3</sub>

1.– дата обробки; 2. – 10-а доба після обробки; 3. – 20-а доба після обробки; 4. – 30-а доба після обробки; 5. – 40-а доба після обробки.

Встановлено, що після обробки гібереловою кислотою вміст цукрів у корінні був вищим ніж у контролі, але з початком активного формування плодів суттєво знизився переважно за рахунок редукуючих форм. При застосуванні тебуконазолу зменшення вмісту цукрів у другій половині досліджуваного періоду відбувалося за рахунок нередукуючих форм. Обробка ретардантом посилювала накопичення крохмалю в корінні на початку вегетації та зменшувала його вміст в органі у порівнянні, як з гібереловою кислотою, так і з контролем у другій її половині.

Виявлено, що на перших етапах вегетації після обробки гібереловою кислотою відбувалося незначне накопичення цукрів у стеблах рослин томатів з наступним їх суттєвим, у порівнянні з контролем, відтоком як за рахунок редукуючих цукрів, так і за рахунок сахарози. За обробки тебуконазолом стабільно зменшувався вміст редукуючих форм цукрів у стеблі. При цьому вміст сахарози у порівнянні як із контрольним варіантом, так і за обробки гібереліном був вищим. Обидва препарати сприяли реутилізації крохмалю із стебла, однак за дії гіберелової кислоти це відбувалося більш інтенсивно.

Показано за результатами наших досліджень, що обидва регулятори росту посилювали відтік моносахаридів від листків до плодів, яких на оброблених препаратами рослинах закладалося більше, ніж у контролі. Встановлено, що за дії ретардантів реутилізація відбувалася більш інтенсивно. Застосування гібереліну призводило до накопичення нередукуючих цукрів у листках у першій половині вегетації. Вміст основного запасуючого полісахариду – крохмалю у листках томатів за дії регуляторів росту достовірно не змінювався.

Аналіз вмісту вуглеводів у плодах свідчить, що на початку вегетаційного періоду триазолпохідний ретардант сприяв інтенсивному накопиченню цукрів за рахунок редукуючих форм, а в кінці досліджуваного періоду за рахунок нередукуючих форм цукрів. Одночасно відбувався інтенсивний гідроліз крохмалю, вміст якого на початку карпогенезу суттєво перевищував контроль, а у період формування зрілих плодів був меншим, ніж у контролі, на 14%.

Отже, окрім транспортних форм вуглеводів, які використовуються в період карпогенезу, на потреби росту плоду використовуються і цукри, що утворилися внаслідок гідролізу синтезованого у раніше закладених плодах крохмалю.

Обробка гібереловою кислотою, навпаки, інтенсифікує ростові процеси, збільшує асиміляційну поверхню, що сприяє посиленню фотосинтетичних процесів і зростанню кількості синтезованих асимілятів, частина яких витрачається на ростові процеси, а частина надходить до господарськоцінних органів – плодів. З цим, на нашу думку, пов'язано зменшення вмісту цукрів у плодах при застосуванні гіберелової кислоти у порівнянні з контролем під час їх формування. Разом з тим, вміст крохмалю в плодах за обробки гібереловою кислотою був більшим ніж при застосуванні тебуконазолу, що свідчить про повільніше використання полісахариду на потреби карпогенезу.

У зв'язку з гальмуванням активності апікальних меристем ретардантом відбувалося уповільненню лінійного росту рослин та посилювалося галуження стебла й закладалася більша кількість квіток і плодів [1]. Зокрема, тебуконазол збільшував кількість плодів на рослині на 26%, при цьому маса одного плоду практично не змінювалася, а урожайність підвищувалася на 26% (табл. 2).

Таблиця 2

Дія регуляторів росту на елементи продуктивності рослин томатів сорту Бобкат (середні дані за 2013-2015 роки)

Варіант досліджу	Контроль	ГК <sub>3</sub>	EW-250
Кількість плодів на рослині, шт.	10,01±0,18	*11,51±0,28	*12,64±0,32
Маса одного плоду, г	152,59±3,32	*169,63±4,45	152,06±3,28
Маса плодів з рослини, г	1524,92±74,77	*1952,44±88,97	*1922,04±85,47
Урожайність, т/га	50,32±2,48	*64,43±3,11	*63,43±3,08

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

Зростання урожайності за дії гіберелової кислоти відбувалося внаслідок загальної стимуляції ростових процесів у рослині, зростання маси сухої речовини листків, площі листя та збільшення маси окремих плодів. Обробка стимулятором росту збільшувала кількість плодів на рослині на 15%, маса одного плоду зростала на 11%, а урожайність збільшувалася на 28%.

### Висновки

Обробка рослин томатів сорту Бобкат 0,025%-м тебуконазолом та 0,005%-ю гібереловою кислотою у фазу бутонізації супроводжувалася депонуванням цукрів і крохмалю в тканинах вегетативних органів внаслідок зменшення інтенсивності використання їх на ростові процеси у першому випадку, та більш інтенсивного їх синтезу внаслідок активації ростових процесів у другому.

Перерозподіл потоків асимілятів з вегетативних до генеративних органів за дії антигіберелінового препарату та більш інтенсивний їх синтез під впливом гіберелової кислоти зумовлювали зростання продуктивності культури томатів у порівнянні з контролем, за відсутності достовірної різниці між варіантами у яких застосовували регулятори росту.

1. *Аладина О. Н.* Эффективность применения ретардантов на крыжовнике при обработке маточных растений в разные фазы развития / О. Н. Аладина, Н. П. Карсункина, И.В. Скоробогатова // Известия ТСХА. — 2006. — Вып. 2. — С.74—83.
2. *Біологічно активні речовини в рослинництві* / Грицаєнко З.М., Пономаренко С.П., Карпенко В.П., Леонтьюк І.Б. — К.: ЗАТ «НІЧЛАВА», 2008. — 352 с.
3. *Голунова Л. А.* Регуляція продукційного процесу і симбіотичної азотфіксації сої за допомогою ретардантів : автореф. дис ... канд. біол. наук : 03.00.12 / Л.А. Голунова. — Київ, 2013 . — 20 с.
4. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований. / Б.А. Доспехов. — М.:Альянс, 2011.—352 с.
5. *Казаков Є. О.* Методологічні основи постановки експерименту з фізіології рослин / Є. О. Казаков. — К. : Фітосоціоцентр, 2000. — 272 с.
6. *Киризий Д. А.* Роль акцепторов ассимилятов в регуляции фотосинтеза и распределения углевода в растении // Физиология и биохимия культ. растений. — 2003. — Т. 35, № 5. — С. 382—391.
7. *Киризий Д. А.* Фотосинтез и рост растений в аспекте донорно-акцепторных отношений / Д.А. Киризий. — К.: Логос, 2004. — 191 с.
8. *Кур'ята В. Г.* Фізіолого-біохімічні механізми дії ретардантів і етиленпродуцентів на рослини ягідних культур : дис. ... доктора біол. наук : 03.00.12 / Кур'ята Володимир Григорович. — К., 1999. — 318 с.
9. *Моргун В. В.* Проблема регуляторів росту у світі та її вирішення в Україні / В.В. Моргун, В.К. Яворська, І.В. Драгозов // Физиология и биохимия культ. растений. — 2002. — Т. 34. — № 5. — С. 371—375.
10. *Мусатенко Л. І.* Фітогормони і фізіологічно активні речовини в регуляції росту і розвитку рослин // Физиология растений: проблемы та перспективи розвитку: Ф 50 у 2т / НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Українське товариство фізіологів рослин; голов. ред. В.В. Моргун. — К.: Логос. — 2009. — С. 508—536.
11. *Поливаний С. В.* Фізіологічні основи застосування модифікаторів гормонального комплексу для регуляції продукційного процесу маку олійного : монографія / Поливаний С. В., Кур'ята В. Г. // Вінниц. держ. пед. ун-т ім. Михайла Коцюбинського. — Вінниця : Нілан, 2016. — 139 с.
12. *Попроцька І. В.* Зміни в полісахаридному комплексі клітинних стінок сім'ядолей проростків гарбуза за різного рівня донорно-акцепторних відносин у процесі проростання / І. В. Попроцька // Физиология растений и генетика. — 2014. — Т. 46, № 3. — С. 259—266.
13. *Починок Х. Н.* Методы биохимического анализа растений / Починок Х. Н. — К. : Наук. думка, 1976. — 334 с.
14. *Рогач Т. І.* Накопичення та перерозподіл вуглеводів і азотовмісних сполук між органами рослин соняшника в онтогенезі за дії хлормекватхлориду / Рогач Т.І., Кур'ята В.Г. // Зб. наук. праць ВНАУ. — 2011. — № 8 (48). — С. 49—54.
15. *Ткачук О. О.* Дія ретардантів на морфогенез, період спокою і продуктивність картоплі : дис. ... канд. біол. наук : 03.00.12 / Ткачук Олеся Олександрівна. — К., 2007. — 164 с.
16. *Трейкале О.* Влияние тебуконазола на рост и развитие озимого рапса / О. Трейкале, О. Руде, М. Вилцанс // Регуляция роста, развития и продуктивности растений. — Минск : ИВЦ Минфина. — 2009. — С. 152

17. *Фотосинтез: ассимиляция CO<sub>2</sub> и механизмы ее регуляции: [монография в 3-х т./ том 2] / Д.А. Киризий, О. О. Стасик, Г. А. Прякина, Т. М. Шадчина. — К. : Логос, 2014. — Т. 2. — 480 с.*
18. *Ходаницька О. О. Дія хлормекватхлориду і трептолему на морфогенез, продуктивність і жирнокислотний склад насіння льону олійного : дис. ... кандидата с.-г. наук: 03.00.12. / Ходаницька Олена Олександрівна. — Умань, 2014. — 151 с.*
19. *Шевчук О. А. Дія ретардантів на морфогенез, газообмін і продуктивність цукрових буряків: дис. ... канд. біол. наук : 03.00.12 / Шевчук Оксана Анатоліївна. — К., 2005. — 156 с.*
20. *Shtereva L. Germination response to exogenous Gibberellic Acid (GA3) in anthocyanin-containing and anthocyaninless tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) lines / L. Shtereva, B. Atanassova, E. Balatcheva // Genet. And Breed. — 2003. — 32, № 1-2. — P. 39—46.*

*V. V. Rogach, V. G. Kuryata, O. I. Buynaya, O. V. Buynyy*

Винницький державний педагогічний університет імені М. Коцюбинського

#### ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ И ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗНЫХ ФОРМ УГЛЕВОДОВ В ОРГАНАХ РАСТЕНИЙ ТОМАТОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА

Показано, что обработка растений томатов сорта Бобкат 0,025%-м тебуконазолом и 0,005%-й гибберелловой кислотой обусловило изменения скорости ростовых процессов и количественных показателей листового аппарата. Ингибитор роста уменьшал высоту растений, тогда как стимулятор ее увеличивал. Под действием гибберелловой кислоты достоверно возрастали число и масса листьев на растении, а также их площадь.

Препараты усиливали депонирование углеводов вегетативными органами. Под влиянием ретарданта это происходило за счет уменьшения их использования на ростовые процессы в следствии ограничения линейного роста, а под действием гибберелловой кислоты вследствие усиленного их синтеза. Изменения характера донорно-акцепторных отношений в растениях томатов после обработки регуляторами роста обусловили перераспределение потоков ассимилятов от вегетативных органов к плодам, вследствие чего оптимизировалась продуктивность культуры.

*Ключевые слова: Solánium lycopersicum L., тебуконазол, гибберелловая кислота, листовой аппарат, донорно-акцепторные отношения, углеводы, урожайность*

*V. V. Rohach, V. H. Kuryata, O. I. Buina, O. V. Buynyi*

Vinnitsia State Pedagogical University named after M. Kotsiubynskyi, Ukraine

#### DYNAMICS OF ACCUMULATION AND REDISTRIBUTION OF DIFFERENT FORMS OF CARBOHYDRATES IN TOMATO PLANTS UNDER THE ACTION OF REGULATORS

It is shown that the processing of tomato plants of Bobkat variety with the 0,025% tebukonazol and 0,005% hiberel acid predetermined the changes of the rate of growth processes and quantitative indicators of a leaf device. The growth inhibitor reduced the plant height while the stimulant increased it. Under the action of hiberel acid the number and mass of leaves on the plant, as well their area significantly increased. The preparations intensified the deposit of carbohydrates by vegetative organs. Influenced by the retardant, it happened by reducing their use on the growth processes as a result of linear growth restriction, and under the action of hiberel acid it was done due to enhanced synthesis. The changes in the nature of the donor-acceptor relations in tomato plants after their treatment with growth regulators prompted widespread redistribution of flows of assimilates from vegetative organs to the fruits that optimized culture productivity.

*Key words: Solánium lycopersicum L., tebukonazol, hiberel acid, leaf device, the donor-acceptor relations, carbohydrates, yield*

Рекомендує до друку

Надійшла 14.02.2017

В. В. Грубінко