

УДК [581.1:582.926.2]:661.162.65

**Буйна О.І.**  
аспірант

кафедра біології  
Природничо-географічний факультет  
Вінницький державного педагогічного університету  
ім. М. Коцюбинського  
Вінниця, Україна  
**E-mail:** [klr\\_klr@mail.ru](mailto:klr_klr@mail.ru)

**Рогач В.В.**  
к.біол.н., доцент

кафедра біології  
Природничо-географічний факультет  
Вінницький державного педагогічного університету  
ім. М. Коцюбинського  
Вінниця, Україна  
**E-mail :** [rogachv@ukr.net](mailto:rogachv@ukr.net)

## ВПЛИВ ЕСФОНУ ТА ХЛОРМЕКВАТ ХЛОРИДУ НА ФОРМУВАННЯ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ ТА УРОЖАЙНІСТЬ ТОМАТІВ

Дослідження присвячене вивченню дії синтетичних інгібіторів росту есфону (2-ХЕФК) та хлормеквакхлориду (ССС-750) на морфометричні показники та врожайність культури томатів. Результати досліджень свідчать, що обробка насаджень томатів сорту Бобкат 0,25%-м розчином хлормеквакхлориду у фазу бутонізації позитивно впливав на формування фотосинтетичного апарату культури в ценозі та збільшувала урожайність, а застосування 0,15%-го розчину есфону було не ефективним.

Встановлено, що за дії інгібіторів росту зменшувалась кількість листків на рослинах дослідного варіанту, площа листкової поверхні та показники мас сирової і сухої речовини листків.

Показано, що 2-ХЕФК та СССР-750 потовщували листкові пластинки рослин томатів за рахунок розростання клітин основної асиміляційної тканини – хлоренхіми.

Результати трирічних досліджень свідчать про зростання показника чистої продуктивності фотосинтезу.

Аналіз отриманих результатів свідчить, що відмічене зменшення площі листкової поверхні, кількості і маси листків за дії хлормеквакхлориду компенсувалося збільшення питомої поверхневої щільності листків за рахунок кращого розвитку елементів мезоструктури, суттєвим збільшенням вмісту хлорофілу у листках та зростанням хлорофільного індексу, підвищенням показників чистої продуктивності фотосинтезу, що призводили до суттєвого підвищення донорного потенціалу рослин, утворення надлишку асимілятів, наслідком чого є збільшення урожайності культури.

**Ключові слова:** томат, ретардант, етиленпродуцент, морфогенез, мезоструктура, фотосинтетичний апарат, урожайність.

**Вступ.** Одним із перспективних напрямків сучасної фітофізіології є штучна регуляція росту і розвитку рослин за допомогою синтетичних сполук, серед яких досить поширеною групою є антигіберелінові препарати. Їх застосовують з метою покращення стійкості культур до вилягання, підвищення адаптаційних можливостей рослин до несприятливих факторів середовища, збільшення виходу господарсько-цінної продукції та покращення її якості [1]. Застосування ретардантів дозволяє затримувати ріст тих чи інших органів рослини, внаслідок чого можливий перерозподіл потоків асимілятів до господарсько-важливих тканин і органів [2]. Це є дієвий спосіб регуляції донорно-

акцепторних відносин, що дає змогу підвищити ефективність продукційного процесу. Згідно із сучасним теоретичним уявленням про механізми функціонування донорно-акцепторної системи у рослині забезпечити такий ефект можна шляхом модифікації морфологічних показників культури. Гальмування ростових процесів у рослині шляхом пригнічення активності апікальних меристем супроводжується формування потужної фотосинтезуючої поверхні, продуктивної мезоструктури, пришвидшення темпів функціонування фотосинтетичного апарату [3]. Найбільш поширеними антигібереліновим препаратами є ретардант – хлормекватхлорид (ССС-750) та етиленпродуцент – есфон. Ці сполуки часто застосовують при вирощуванні овочевих, технічних та кормових культур, однак фізіологічна дія цих препаратів на ріст та формування листкового апарату, як важливих складових формування урожаю, практично не вивчена.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Відомо, що регуляція донорно-акцепторних відносин у рослині здійснюється через координацію ростової функції та фотосинтезу [4]. Досліджено, що застосування ретарданту паклобутразолу та етиленпродуценту декстрелу на рослинах цукрового буряку зменшувала площу листя та масу сирої і сухої речовини листків. Одночасно за дії цих препаратів збільшувалася товщина листкової пластинки за рахунок формування більш потужної хлоренхіми та зростав вміст хлорофілу листках. Такі зміни у будові листкового апарату зумовлювали зростання маси коренеплодів та збільшення вмісту сахарози в них [5].

Схожі результати отримані при застосуванні цих же препаратів на рослинах картоплі. Зменшення лінійних розмірів картоплі за дії паклобутразолу і декстрелу супроводжувалося зменшенням площі листя та потовщенням листкових пластинок і збільшенням об'єму клітин стовпчастої паренхіми. Зменшення листкової маси, втім, не призводило до зменшення показника чистої продуктивності фотосинтезу. Препарати збільшували кількість та товщину стolonів та інтенсифікували процес бульбоутворення. Що зумовило в подальшому підвищення продуктивності культури [6]. Останнім часом вивчення дії ретардантів та етиленпродуцентів на плоді овочеві культури і зокрема томата не проводилося.

**Мета.** Дослідити вплив хлормеквакхлориду (ССС-750) та есфону (2-ХЕФК) на морфогенез, формування листкового апарату та активність фотосинтетичних процесів, як важливих складових урожайності культури томатів.

**Методологія.** Польові дослідження проводили на насадженнях томатів СФГ «Бержан» с. Горбанівка Вінницької області у 2013-2015 роках. Площа дослідних ділянок 33 м<sup>2</sup>, повторність п'ятикратна.

Рослини томату сорту Бобкат обробляли за допомогою ранцевого оприскувача ОП-2 інгібітором росту ССС-750 (0,25%) та 2-ХЕФК (0,15%) до повного змочування листків у фазу бутонізації. Контрольні рослини обприскували водопровідною водою.

Відбір матеріалу для вивчення мезоструктурної організації листка проводили у фазу початку формування плодів. Мезоструктурну організацію листка вивчали на фіксованому матеріалі методом Мокроносова А.Т. і Борзенкової Р.А. [1]. Склад фіксуючої суміші: рівні частини етилового спирту, гліцерину і води з додаванням 1%-го формаліну [3].

Морфологічні показники вивчали кожні 10 днів. Площу листків визначали ваговим методом [7]. Урожайність визначали методом підрахунку та зважування. У фазу утворення плодів визначали питому поверхневу щільність листка, листковий індекс, хлорофільний індекс та чисту продуктивність фотосинтезу [7].

Результати досліджень обробляли статистично за допомогою комп'ютерної програми Statistica 6.1. Застосовували однофакторний дисперсійний аналіз (відмінності

між середніми значеннями обчислювали за критерієм Стьюдента, їх вважали вірогідними за  $P < 0,05$ . У таблицях та на рисунку наведено середньоарифметичні значення та їх стандартні похибки.

**Результати.** Відомо, що формування листкової поверхні є одним із головних чинників, який визначає продуктивність рослин [3, 7]. Тому, важливо проаналізувати зміни кількості листя, маси сирого листя та сухої речовини, а також площу листкової поверхні у рослин томату під впливом ретарданту хлормекватхлориду та етиленпродуценту есфону.

Результати досліджень свідчать, що хлормекватхлорид та есфон гальмували ріст рослин томатів сорту Бобкат. У фазу активного карпогенезу за дії препаратів висота рослин була меншою ніж у контролі відповідно на 22 та 30%.

Проведеними дослідженнями встановлено зміни у листковому апараті рослин томатів під впливом антигіберелінових препаратів. У фазу формування плодів кількість листків після обробки есфоном протягом трьох років досліджень зменшувалася в середньому на 27%. За дії хлормекватхлориду на 3%. При застосуванні есфону маса сирого речовини листків зменшувалась на 18% у порівнянні з контролем, а суха на 28%. Після обробки хлормекватхлоридом дані показники достовірно не змінювалися.

Кількісною характеристикою концентрації структурних елементів, які беруть участь у фотосинтетичних процесах є питома поверхнева щільність листка. Нами зафіксовано збільшення цього показника після обробки рослин томатів хлормекватхлоридом на 27% (рис. 1).

У зв'язку з цим важливо встановити зміни у мезоструктурній організації листків томатів за дії інгібіторів гібереліну. Результати досліджень свідчать про позитивний вплив препаратів на мезоструктуру листка (табл. 1).

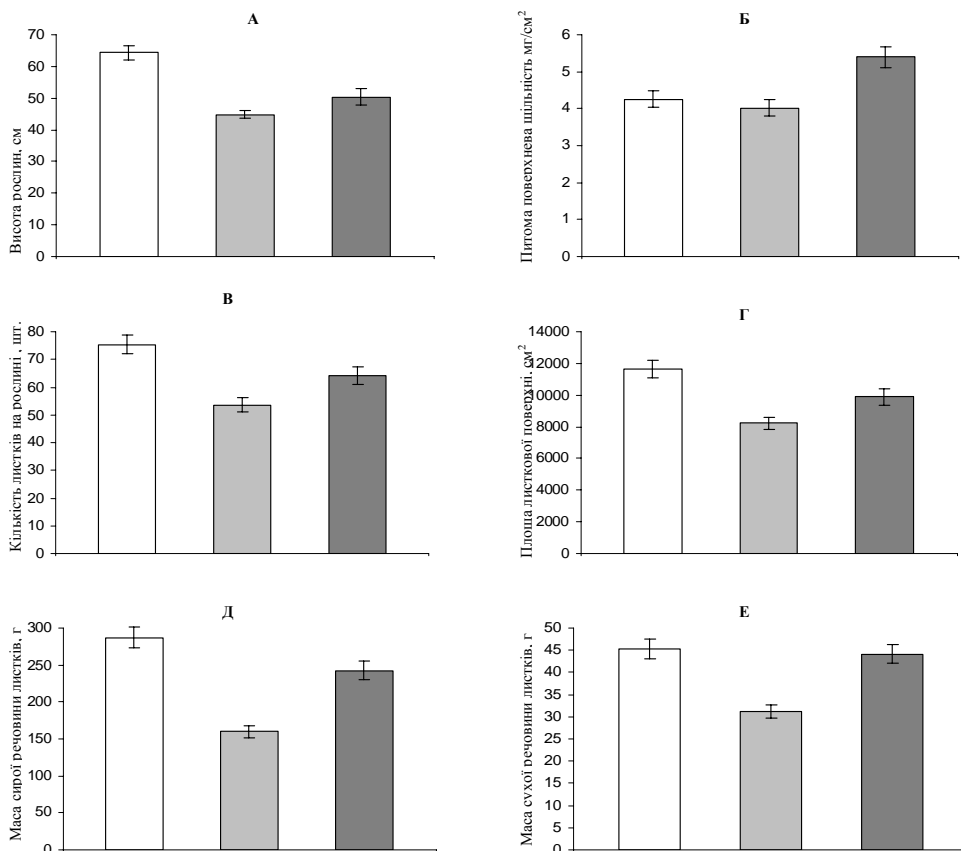
Встановлено потовщення листкових пластинок у рослин дослідного варіанту за рахунок кращого розвитку основної фотосинтезуючої тканини – хлоренхіми. Товщина асиміляційної паренхіми під впливом препарату зростала на 29% (есфон) та 21% (тебуконазол). При цьому розміри клітин верхнього та нижнього епідермісу достовірно не змінювалися. Одночасно встановлено зростання об'єму клітин стовпчастої і довжини та ширини клітин губчастої паренхіми. При обробці есфоном вказані показники збільшувалися відповідно на 39, 32 і 9%, а за дії хлормекватхлориду показники відповідно на 56, 4 та 1%.

Вказані зміни анатомічної структури листка за дії препаратів створюють передумови підвищення фотосинтетичної активності рослин.

Відомо, що важливим показником асиміляційної діяльності в посівах є чиста продуктивність фотосинтезу, що характеризує інтенсивність накопичення сухої речовини врожаю протягом доби в розрахунку на  $1\text{ м}^2$  листкової поверхні рослин [8]. Отримані нами дані свідчать, що цей показник протягом всього періоду вегетації у рослин дослідного варіанту був більш високим у порівнянні з контролем (рис. 2).

Вміст хлорофілу у листках також важливий показник, що визначає фотосинтетичну продуктивність рослини. Встановлено, що онієвий ретардант хлормекватхлорид суттєво (25%) збільшував вміст основного фото синтезуючого пігменту у листках рослин томатів.

Проаналізувавши ряд ценотичних показників, що впливають на продуктивність сільськогосподарських культур нами встановлено зниження листкового індексу та збільшення хлорофільного індексу у рослин, що зазнали дії хлормекватхлориду. Есфон знижував обидва ценотичних показники (рис. 2).



**Рис. 1.** Вплив ретардантів на морфометричні показники рослин томатів сорту Бобкат (фаза активного карпогенезу) (середні данні за 2013-2015 роки)

*А* – висота рослин; *Б* – питома поверхнева щільність листка; *В* – кількість листків на рослині; *Г* – Площа листкової поверхні; *Д* – маса сирої речовини листків; *Е* – маса сухої речовини листків.

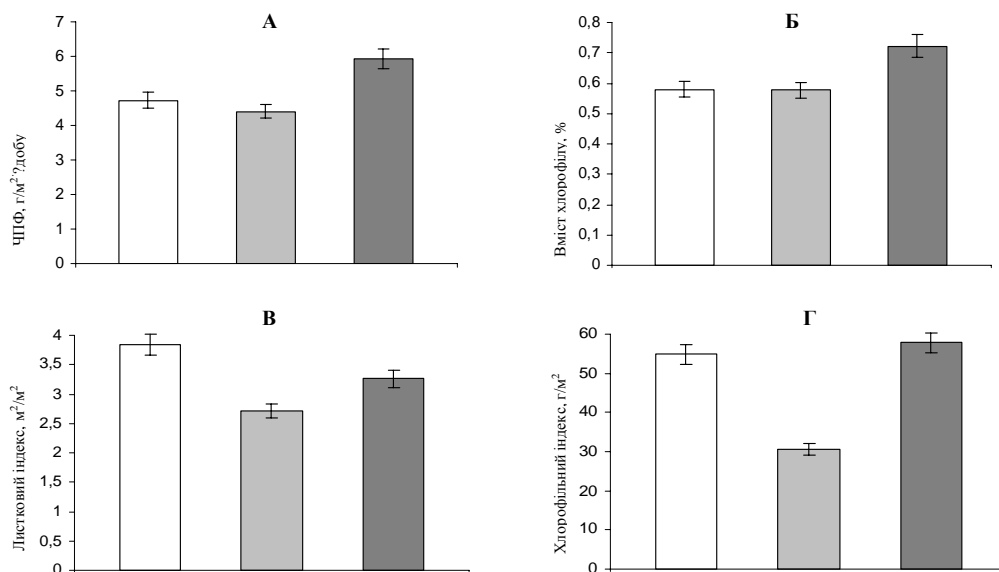
□ - контроль; ■ - есфон; ■ - хлормекватхлорид.

Таблиця 1

**Вплив ССС-750 та 2-ХЕФК на мезоструктурні показники листків рослин томатів сорту Бобкат (фаза початку дозрівання плодів)**

Варіант досліджу	Контроль	2-ХЕФК	ССС-750
Товщина верхнього епідермісу, мкм	29,19±0,81	*26,00±0,64	28,27±0,71
Товщина хлоренхіми, мкм	185,85±1,58	*239,64±2,21	*225,49±4,03
Товщина нижнього епідермісу, мкм	24,14±0,80	*16,57±0,46	*16,32±0,52
Об'єм клітин стовбчастої паренхіми	6228,33± 301,13	*8658,32± 673,81	*9694,06± 319,115
Довжина клітин губчастої паренхіми	30,31±1,46	*39,97±0,60	31,58±1,04
Ширина клітин губчастої паренхіми	23,62±1,46	25,79±1,32	23,74±0,78

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



**Рис. 2. Вплив ретардантів на ценотичні показники, вміст хлорофілу та чисту продуктивність фотосинтезу рослин томатів сорту Бобкат (фаза активного карпогенезу) (середні дані за 2013-2015 роки)**

*А* – чиста продуктивність фотосинтезу; *Б* – вміст хлорофілу; *В* – листковий індекс; *Г* – хлорофільний індекс.

□ - контроль; ■ - есфон; ■ - хлормекватхлорид.

Встановлено, що збільшення питомої поверхневої щільності листків за рахунок кращого розвитку елементів мезоструктури, суттєве збільшення вмісту хлорофілу у листках та зростання хлорофільного індексу, підвищення показників чистої продуктивності фотосинтезу призводили до суттєвого підвищення донорного потенціалу рослин, утворення надлишку асимілятів, наслідком чого є збільшення урожайності культури, не зважаючи на зменшення площі листової поверхні, кількості і маси листків (табл. 2).

Таблиця 2

**Вплив CCC-750 та 2-ХЕФК на урожайність рослин томатів сорту Бобкат (середні дані за 2013-2015 роки)**

Варіант дослідження	Урожайність куща (кг)	Урожай т/га
Контроль	2,3±0,11	85±3,92
2-ХЕФК	*1,9±0,09	*57±2,75
CCC-750	*2,9±0,13	88±4,11

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

**Висновки і перспективи.** Отже, обробка рослин томатів хлормекватхлоридом в період бутонізації є вискоєфективним засобом регуляції формування та функціонування фотосинтетичного апарату та продуктивності культури. Важливим завданням є з'ясування дії інших антигіберелінових препаратів на листковий апарат рослин томатів та продуктивність культури.

### Список використаних джерел

1. Мокроносов, А. Т. Методика количественной оценки структуры и функциональной активности фотосинтезирующих тканей и органов [Текст] / А. Т. Мокроносов, Р. А. Борзенкова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1978. – Т. 61, № 3. – С. 119–131.
2. Шадчина, Т. М. Регуляція фотосинтезу і продуктивність рослин: фізіологічні та екологічні аспекти [Текст] / Т. М. Шадчина, Б. І. Гуляєв, Д. А. Кіризія та ін. – К. : Укр. фітосоціоцентр, 2006. – 384 с.
3. Кур'ята, В. Г. Фізіолого-біохімічні механізми дії ретардантів і етиленпродуцентів на рослини ягідних культур [Текст] : дис. ... доктора біол. наук : 03.00.12 / Кур'ята Володимир Григорович. – К., 1999. – 318 с.
4. Киризий, Д. А. Фотосинтез и рост растений в аспекте донорно-акцепторных отношений [Текст] / Д. А. Киризий. – К. : Логос, 2004. – 192 с.
5. Шевчук, О. А. Дія ретардантів на морфогенез, газообмін і продуктивність цукрових буряків [Текст]: дис. ... канд. біол. наук : 03.00.12 / Шевчук Оксана Анатоліївна. – К., 2005. – 156 с.
6. Ткачук, О. О. Дія ретардантів на морфогенез, період спокою і продуктивність картоплі [Текст] : дис. ... канд. біол. наук : 03.00.12 / Ткачук Олеся Олександрівна. – К., 2007. – 164 с.
7. Казаков, Є. О. Методологічні основи постановки експерименту з фізіології рослин [Текст] / Є. О. Казаков. – К. : Фітосоціоцентр, 2000. – 272 с.
8. Прядкіна, Г. О. Потужність фотосинтетичного апарату, зернова продуктивність та якість зерна інтенсивних сортів м'якої озимої пшениці за різного рівня мінерального живлення [Текст] / Г. О. Прядкіна, В. В. Швартау, Л. М. Михальська // Физиология и биохимия культурных растений. – 2011. – Т. 43, № 2. – С. 158–163.

### References

1. Mokronosov, A.T. (1978). *Metodyka kolychestvennoy otsenky struktury i funktsyonalnoy aktyvnosti fotosyntezyruyushchykh tkaney y orhanov* [Methodology for quantifying the structure and functional activity of photosynthetic tissues and organs]. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii*, 61(3), 119-131.
2. Shadchyna, T.M., Hulyayev B.I., Kiriziy, D.A. et al. (2006). *Rehulyatsiya fotosyntezy i produktyvnist roslyn: fiziologichni ta ekolohichni aspekty* [The regulation of photosynthesis and plant productivity: physiological and ecological aspects]. – Kiev : Ukr. fitosotsiotsentr.
3. Kur'yata, V.H. (1999). *Fiziolohe-biokhimichni mekhanizmy diyi retardantiv i etylenprodutsentiv na roslyny yahidnykh kultur* [Physiological and biochemical mechanisms of action and etilenprodutsentiv retardants on berry plants] (Unpublished doctoral dissertation). Kyiv.
4. Kyryzyu, D.A. (2004). *Fotosyntezy y rost rasteny v aspektye donorno-aktsseptornikh otnosheny* [Photosynthesis and plant growth in the aspect of donor-acceptor relations]. Kiev : Lohos.
5. Shevchuk, Oksana Anatoliyivna (2005). *Diya retardantiv na morfohenez, hazoobmin i produktyvnist tsukrovyykh buryakiv* [Action retardants morphogenesis, gas exchange and efficiency of sugar beet] (Unpublished doctoral dissertation). Kiev.
6. Tkachuk, O. O. (2007). *Diya retardantiv na morfohenez, period spokoyu i produktyvnist kartopli* [Action retardants morphogenesis, a period of rest and a potato] (Unpublished doctoral dissertation). Kiev.
7. Kazakov, Ye. O. (2000). *Metodolohichni osnovy postanovky eksperymentu z fiziolohiyi roslyn* [Fundamentals setting methodological experiment in physiology of plants]. Kiev : Fitosotsiotsentr.
8. Pryadkina, H.O., Shvartau, V.V., & Mykhalska L.M. (2011). *Potuzhnist fotosyntetychnoho aparatu, zernova produktyvnist ta yakist zerna intensyvykh sortiv myakoyi ozymoyi pshenytsi za riznoho rivnya mineralnoho zhyvlennya* [Power of the photosynthetic apparatus, grain productivity and quality of grain intensive varieties of soft winter wheat of different levels of mineral nutrition]. *Fyzyolohyya y byokhymyya kult. Rastenyi* [Physiology and biochemistry of cultivated plants], 43 (2), 158–163.

Дата надходження статті до редакції: 18.02.2016.

1 рецензування: 15.03.2016. Прийняття в друк: 15.04.2016.

Received: 18.02.2016. 1 st Revision : 15.03.2016. Accepted: 15.04.2016

**Olga Buyna**  
Postgraduate

*Department of Biology  
Faculty of Natural Sciences and Geography  
Vinnytsia State Pedagogical University  
named after Mykhailo Kotsiubynsky  
Vinnytsia, Ukraine  
E-mail : [klr\\_klr@mail.ru](mailto:klr_klr@mail.ru)*

**Victor Rogach**  
PhD (Biology), Associate  
Professor

*Department of Biology  
Faculty of Natural Sciences and Geography  
Vinnytsia State Pedagogical University  
named after Mykhailo Kotsiubynsky  
Vinnytsia, Ukraine  
E-mail : [rogachv@ukr.net](mailto:rogachv@ukr.net)*

## THE EFFECT OF ESFONE AND KHLORMEKVAT CHLORIDE ON THE PHOTOSYNTHETIC APPARATUS FORMATION AND TOMATOES' AND YIELD' CAPACITY

*One of the perspective directions of modern phyto physiology is the artificial regulation of growth and development of plants by using synthetic compounds among which sufficiently common group is anti-gibberellin preparations. The deceleration of growth processes in plants by activity oppression of apical meristems has accompanied with formation of a powerful photosynthetic surface, a productive mezo structure, acceleration of functioning races of the photosynthetic apparatus. The retardants using allows to delay the certain organs growth of a plant and owing to it it's possible the redistribution of assimilates flows to household important tissues and organs.*

*To investigate the influence of chlormequat chloride and esfone on morphogenesis, the formation of leaf apparatus and the activity of photosynthetic processes as important components of tomatoes culture yielding capacity.*

*The field researches were conducted on plantations of tomatoes on a farm «Berzhan» in village Horbanivka Vinnytsia region in 2013-2015. The square of research areas is 33 m<sup>2</sup>, repetition is quintuple. The Bobcat tomatoes were processed by using a knapsack spray with growth inhibitor of chlormequat chloride (0,25%) and esfone (0,15%) to complete wetting of leaves in the budding phase. The selection of material for studying of leaf mezo structural organization was conducted in a phase of a fruit formation beginning. The leaf mesostructural organization was studied on a fixed material by method of A.T. Mokronosov and R.A. Borzenkova. The morphological indicators were studied every 10 days. The area of leaves was studied by weight method. The yielding capacity was determined by method of counting and weighing.*

*A leaf specific surface density, a leaf index, a chlorophyll index and the net productivity of photosynthesis was studied in the phase of active kapro genesis.*

*The investigation suggests results that the processing of plantations of Bobcat tomatoes with 0,25% solution of chlormequat chloride in the budding phase of has positively influenced on the formation of photosynthetic apparatus of the culture in coenosis and has increased the yielding capacity and using 0,15% solution of esfone was not effective. It is investigated that the amount of leaves on the plants of a research variant, the leaf surface area and the wet mass indicators and leaves dry substance have reduced during the action of growth inhibitors. It is shown that synthetic growth inhibitors have thickened the leaf blade of tomatoes by cells excrescence of the main assimilation tissue – chlorenchima. The three years results of studies suggest about the growth of clean productivity indicator of photosynthesis. The given results analysis suggests that noted reducing of the leaf surface area, the amount and leaves mass during the action of chlormequat chloride has compensated the specific surface density increasing of leaves by better development of mezo structure elements, substantial increasing the chlorophyll content in leaves and the chlorophyll growth index, the net productivity increasing of photosynthesis which have led to the substantial increasing of donor potential of the plant, the excess formation assimilates and as a result the yielding capacity increasing of culture.*

*It is shown that the processing of tomato plants with chlormequat chloride in the phase of budding is a highly effective means of regulation of formation and functioning of the photosynthetic apparatus and productivity of culture. An important task is to ascertain the effects of other anti-gibberellin preparations on the leaf apparatus of tomatoes and productivity of culture.*

**Keywords:** *tomato, retardant, ethylene producers, morphogenesis, mezo structure, photosynthetic apparatus, yielding capacity.*

**Ольга Буйная**  
аспирант

кафедра биологии  
Естественно-географического факультет  
Винницкий государственный педагогический  
университет им. М. Коцюбинского  
Винница, Украина  
**E-mail :** [klr\\_klr@mail.ru](mailto:klr_klr@mail.ru)

**Виктор Рогач**  
к.биол.н., доцент

кафедра биологии  
Естественно-географического факультет  
Винницкий государственный педагогический  
университет им. М. Коцюбинского  
Винница, Украина  
**E-mail :** [rogachv@ukr.net](mailto:rogachv@ukr.net)

## ВЛИЯНИЕ ЕСФОНА И ХЛОРМЕКВАТХЛОРИДА НА ФОРМИРОВАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА И УРОЖАЙНОСТЬ ТОМАТОВ

Статья посвящена изучению действия синтетических ингибиторов роста есфона (2-ХИФК) и хлормеквакхлорида (ССС-750) на морфометрические показатели и урожайность культуры томатов. Результаты исследований свидетельствуют, что обработка насаждений томатов сорта Бобкат 0,25% раствором хлормеквакхлорида в фазу бутонизации положительно влиял на формирование фотосинтетического аппарата культуры в ценозе и увеличивала урожайность, а применение 0,15% раствора есфона было неэффективным.

Установлено, что под действием ингибиторов роста уменьшалось количество листьев на растениях, площадь листовой поверхности и показатели масс сырого и сухого вещества листьев.

Показано, что 2-ХИФК и СССР-750 увеличивали толщину листовых пластинок растений томатов за счет разрастания клеток основной ассимиляционной ткани – хлоренхимы.

Результаты трехлетних исследований свидетельствуют, о росте показателя чистой продуктивности фотосинтеза.

Анализ полученных результатов показывает, что отмечено уменьшение площади листовой поверхности, количества и массы листьев под действием хлормекватхлорида, компенсировалось увеличение удельной поверхностной плотности листьев за счет лучшего развития элементов мезоструктуры, существенным увеличением содержания хлорофилла в листьях и ростом хлорофильных индекса, повышением показателей чистой продуктивности фотосинтеза, что приводило к существенному повышению донорного потенциала растений, образование избытка ассимилятов, следствием чего является увеличение урожайности культуры.

**Ключевые слова:** *томат, ретардант, этиленпродуцент, морфогенез, мезоструктуры, фотосинтетический аппарат, урожайность.*