



**В. Г. Кур'ята,**  
доктор біологічних наук, професор,  
завідувач кафедри біології,  
Вінницький державний педагогічний університет  
імені Михайла Коцюбинського  
E-mail: vgk2006@ukr.net



**О. В. Кушнір,**  
аспірант,  
Вінницький державний педагогічний університет  
імені Михайла Коцюбинського  
E-mail: olenakushnir766@gmail.com

## ДІЯ 1-НАФТИЛОЦТОВОЇ КИСЛОТИ НА МОРФО-ФІЗІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА УРОЖАЙНІСТЬ РОСЛИН ПЕРЦЮ СОЛОДКОГО СОРТУ АНТЕЙ

Стаття присвячена вивченню синтетичного регулятора росту рослин 1-НОК на морфометричні особливості формування листового апарату перцю солодкого. Встановлено, що під дією регулятора росту вдається регулювати процеси росту й розвитку рослин.

Результати досліджень, свідчать що обробка насаджень перцю солодкого сорту Антей 0,005%-м розчином 1-нафтилоцтової кислоти (1-НОК) позитивно впливала на лінійні розміри, відбувалося зростання загальної площі листків, маси сирої речовини листків, при цьому збільшувалася урожайність культури.

Як видно, з отриманих результатів, листки дослідного варіанту відрізнялися більшою товщиною за рахунок розростання основної фотосинтетичної тканини – хлоренхіми. Достовірно зростав об'єм стовпчастої паренхіми та лінійні розміри клітини губчастої паренхіми. Разом з тим, за дії 1-НОК відмічалася збільшення вмісту суми хлорофілів та чистої продуктивності фотосинтезу.

Отже, застосування 0,005%-вої 1-нафтилоцтової кислоти (1-НОК) призводить до формування більш розвинутого фотосинтетичного апарату, що дозволяє рослині формувати потужний донорний потенціал і є передумовою підвищення урожайності культури. Аналіз урожайності рослин перцю солодкого за дії 1-НОК свідчить, що зміни у морфометричних показниках та мезоструктурі листків призводили до підвищення урожайності культури перцю солодкого.

**Ключові слова:** перець солодкий (*Capsicum annuum* L.), 1-нафтилоцтова кислота, морфогенез, фотосинтетичний апарат, чиста продуктивність фотосинтезу, урожайність.

### THE EFFECT OF 1-NAPHTHYLACETIC ACID ON MORPHO-PHYSIOLOGICAL PARAMETERS AND YIELD OF SWEET PEPPER PLANTS ANTEY

**V. G. Kuryata,**  
Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Biology,  
Vinnytsia State Pedagogical University named after M. Kotsubynsky

**O. V. Kushnir,**  
Postgraduate Student, Vinnytsia State Pedagogical University named after M. Kotsubynsky

The article studies the influence of synthetic growth regulator of plants 1-NAA on morphometric features of the leaf apparatus formation of sweet pepper. It is established that under its action, it is possible to regulate the processes of plant growth and development.

The results of studies showed that the treatment of sweet pepper Antey plantations with 0,005% solution of 1-naphthylacetic acid (1- NAA) had a positive effect on the linear dimensions. The total leaf area, the weight of the crude leaf matter increased, as well as the crop yield.

According to the obtained results, the leaves of the experimental variant differed by a greater thickness due to the growth of the main photosynthetic tissue - chlorenchyma. The volume of the columnar parenchyma and the linear cell sizes of the spongy parenchyma increased significantly. However, with the action of 1-NAA there was registered an increase of the chlorophylls amount and the net productivity of photosynthesis.

Therefore, the use of 0.005% 1-naphthylacetic acid (1-NAA) leads to the formation of a more developed photosynthetic apparatus, which allows the plant to form a powerful donor potential and is a precondition for increasing crop yields. The analysis of sweet pepper yield under the action of 1-NAA indicates that changes in the morphometric parameters and meso-structure of the leaves led to an increase in the productivity of sweet pepper crop.

**Keywords:** sweet pepper (*Capsicum annuum* L.), 1-naphthylacetic acid, morphogenesis, photosynthetic apparatus, net photosynthesis productivity, yield.

**Постановка проблеми.** Розвиток світового рослинництва свідчить, що одним із шляхів вирішення проблеми високих врожаїв є застосування новітніх технологій із використанням регуляторів росту рослин [4]. Ця група сполук спрямовано регулює окремі етапи онтогенезу для мобілізації потенційних можливостей рослинного організму, що впливає на урожайність та якість сільськогосподарської продукції [2]. За своєю природою такі препарати є або аналогами фітогормонів,

або модифікаторами гормонального статусу рослин [8,10]. Низькі витратні норми регуляторів росту впливають на морфогенез, посилюють стійкість рослин до зовнішніх факторів та збільшують урожайність, що визначає доцільність їх застосування.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Наукові дослідження засвідчують позитивні результати застосування регуляторів росту рослин для підвищення урожаю окремих культур [2,3,6], проте відсутні

роботи, щодо шляхів і механізмів дії 1-нафтилоцтової кислоти (1-НОК) на функціонування донорно-акцепторної системи та оптимізацію продукційного процесу культури перцю солодкого, що і визначило спрямованість нашого дослідження.

**Мета статті** вивчити вплив 1-нафтилоцтової кислоти (1-НОК) на морфо-фізіологічні показники та урожайність перцю солодкого сорту Антей

**Методика досліджень.**

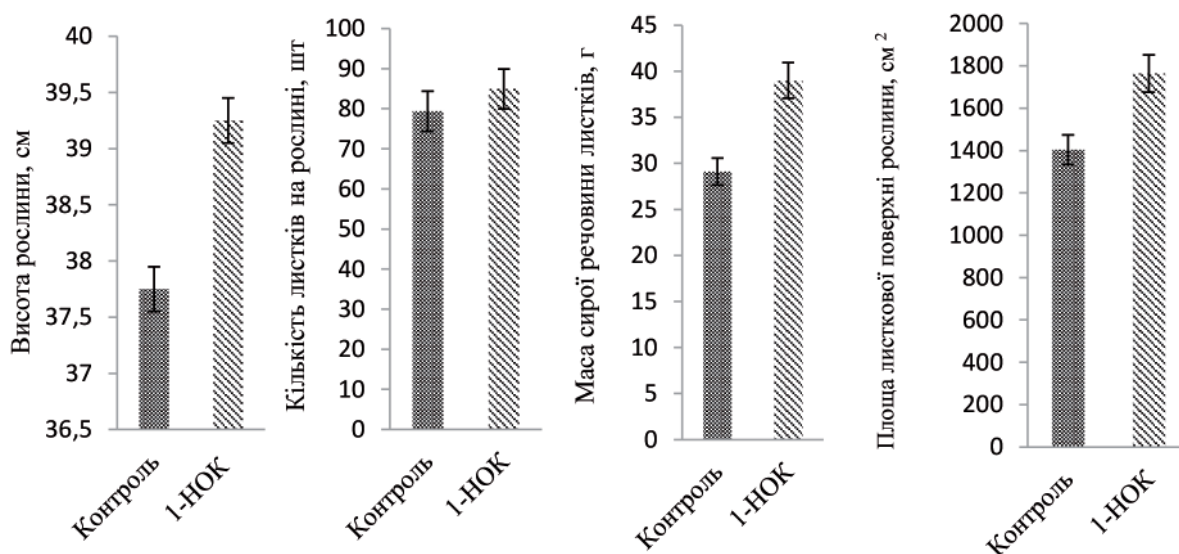
Експериментальну частину роботи виконували в лабораторії фізіології і біохімії рослин кафедри біології Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського та в умовах селянського фермерського господарства "Бержан П.Г." с. Горбанівка Вінницького району Вінницької області у вегетаційні періоди 2013 - 2015 рр.

Роботу проведено з сортом перцю солодкого Антей. Рослина міцна, високоросла, стебло потужне, розлоге. Плоди великі, масою 200-300 г, конусовидно - призмоподібні. Плід містить 3- 4 крупні камери. Сма-

кові якості добрі, м'якоть соковита, ніжна. В одному плоді біологічної стиглості формується від 100 до 150 *насінин*. Вирощують перець Антей розсадним способом. Оптимальна температура проростання насіння + 25 °С. Сходи з'являються на 10 - 14 день. Для отримання продукції на переробку висаджують 25 - 45 - денну розсаду. Оптимальна кількість рослин перцю сорту Антей - 55 - 75 тис. рослин на 1 га.

Рослини перцю обробляли вранці за допомогою ранцевого оприскувача ОП-2 до повного змочування листків 0,005%-м розчином 1-нафтилоцтової кислоти (1-НОК) у фазу початку бутонізації.

1-нафтилоцтова кислота - біла порошокподібна речовина з молекулярною масою 186,21 Д та молекулярною формулою  $C_{12}H_{10}O_2$ . Температура плавлення 126 -133,5°С, температура кипіння 372°С, температура загоряння 270,1°С. Розкладається при температурі 360°С. Технічна назва сполуки 1-НОК. 1-нафтилоцтова кислота є малотоксичною сполукою і належить до 3 класу токсичності. ЛД<sub>50</sub> для білих щурів



**Рис. 1** Вплив 1-НОК на інтенсивність росту та формування листкового апарату перцю солодкого сорту Антей (повна зрілість плодів)

**Таблиця 1.**  
**Вплив 1-НОК на мезоструктурну організацію, вміст хлорофілів та чисту продуктивність фотосинтезу рослин перцю солодкого сорту Антей**

Варіант досліджу	Контроль	1-НОК
Товщина листка, мкм	263,7 ±13,18	274,4 ±13,72
Товщина верхнього епідермісу, мкм	23,3 ±0,62	22,9 ± 0,57
Товщина хлоренхіми, мкм	216,5 ±1,68	*227,6 ±2,91
Товщина нижнього епідермісу, мкм	23,9 ±0,49	23,9 ±0,62
Об'єм клітин стовпчастої паренхіми, мкм <sup>3</sup>	19857,1 ±896,32	20637,7 ± 817,57
Довжина клітин губчастої паренхіми, мкм	33,3 ±0,95	*42,8 ±0,74
Ширина клітин губчастої паренхіми, мкм	24,9 ±0,75	*33,4 ±0,82
Питома поверхнева щільність листка, мг/см <sup>2</sup>	7,9±0,39	8,7±0,43
Вміст суми хлорофілів (a+b) % на масу сирої речовини	0,6±0,03	*0,7±0,03
Чиста продуктивність фотосинтезу, г/(м <sup>2</sup> , доба)	1,7±0,08	*1,2±0,06

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

становить 1753 мг/кг. Препарат практично не токсичний для бджіл та малотоксичний для риб.

Середньодобова температура повітря вегетаційних періодів (травень - серпень) 2013-2014 рр. була в межах багаторічних показників. Найменші коливання температури протягом вегетаційного періоду відмічалися в 2014 році. Найбільш вологим був вегетаційний період 2014 р., найбільш посушливим – у 2015 р.

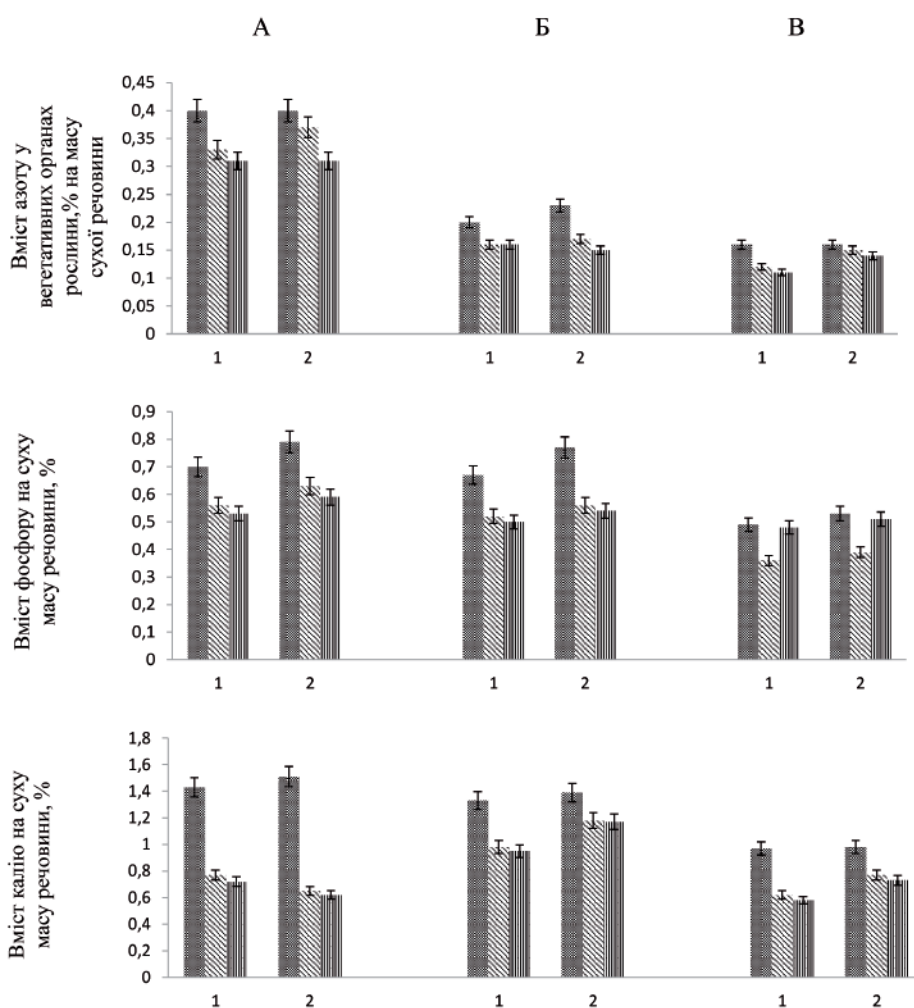
Площу листків визначали ваговим методом [5]. Мезоструктурну організацію листка визначали за А.Т. Мокроносим та Р. А Борзенковою [9]. Розташування ділянок рендомізоване, площа ділянок 10 м<sup>2</sup>, повторність п'ятикратна. Морфологічні показники (висота рослин, товщина стебла, сира і суха маса рослин, площа листків) визначали у середині кожної фази розвитку. Для аналізу відбирали листки одного віку та ярусу, а дослідження анатомічної будови стебла проводили в середній частині органу. Повторність мікроскопічних досліджень двадцятикратна. Визначення вмісту хлорофілів проводили у свіжому матеріалі спектрофотометричним методом на спектрофотометрі СФ - 16 [1]. Статистичну

обробку результатів здійснювали за допомогою комп'ютерної програми «Statistica-6». У таблицях і на рисунках наведено середньоарифметичні значення за 3 роки досліджень та їх стандартні похибки.

**Основні результати дослідження.**

Анатомо-морфологічні зміни рослини за дії регуляторів росту можуть мати суттєвий вплив на продуктивність сільськогосподарських культур [3]. Цей вплив проявляється у зміні співвідношення донорно-акцепторної системи рослини, адже процес фотосинтезу залежать від фізіологічних та мезоструктурних особливостей листка, а також від загальної площі листової поверхні [11]. Тому важливим є вивчення впливу регуляторів росту на морфо-фізіологічні показники рослини. Отримані результати свідчать, про суттєвий вплив 1-НОК на морфогенез рослин перцю солодкого (Рис. 1). Рис. 1. Вплив 1-НОК на інтенсивність росту та формування листового апарату перцю солодкого сорту Антей (повна зрілість плодів)

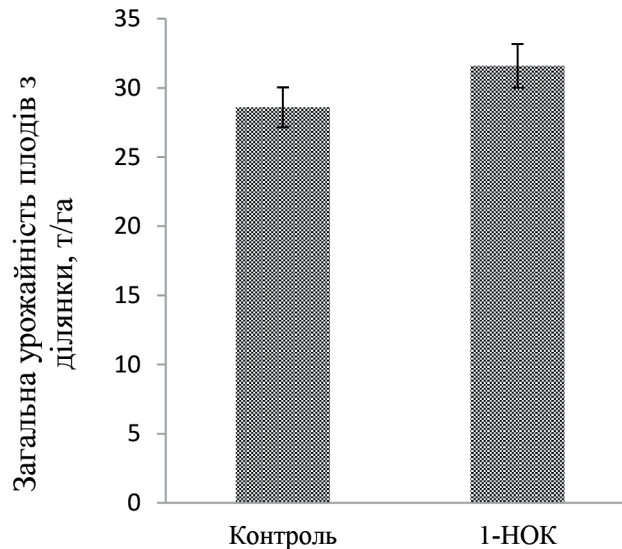
Відомо, що стимулятори росту впливають на ріст і формування листків, а значить і на фотосинтетичну продуктивність рослин. Отримані результати свідчать,



**Рис 2. Дія 1-НОК на вміст азоту, фосфору і калію в органах рослин перцю солодкого сорту Антей в процесі вегетації. А - листки; Б - стебло; В - корінь.**

■ - фаза формування плодів; ▨ - фаза дозрівання плодів; ▩ - фаза зрілого плоду

**Рис. 2** Дія 1-НОК на вміст азоту, фосфору і калію в органах рослин перцю солодкого сорту Антей в процесі вегетації. А - листки; Б - стебло; В - корінь.



**Рис. 3** Вплив 1-НОК на урожайність культури перцю солодкого (середні дані за 2013-2015 рр.)

що під впливом 1-нафтилоцтової кислоти збільшувалася кількість листків, зростала їхня маса та загальна площа листової поверхні, що є важливим показником потенціальної продуктивності рослин. Отже, застосування 1-НОК призводило до стимулювання формування листового апарату рослин перцю солодкого.

За мезоструктурними характеристиками можна проаналізувати фотосинтетичну активність рослин у багатьох випадках, однак при вивченні дії ауксинів на формування фотосинтетичного апарату листків перцю солодкого, очевидно, не проводилося [7,11]. Отримані нами результати вивчення мезоструктурних показників листків цієї культури за дії синтетичного аналогу ауксину свідчать про формування більш потужного фотосинтетичного апарату (таблиця 1). За дії препарату листки потовщувалися внаслідок розростання фотосинтезуючої тканини листка – хлоренхіми, достовірних відмінностей у товщині верхнього та нижнього епідермісу контрольних і дослідних рослин не виявлено.

Показник питомої поверхневої щільності листя (ППЩЛ) характеризує відношення маси сухої речовини листка до його площі. Важливість показника визначається тим, що він характеризує концентрацію структурних елементів листка, які безпосередньо беруть участь у процесах фотосинтезу.

Отримані результати свідчать, що зміни у мезоструктурній організації листка за дії 1-НОК призводили до зростання цього показника. Встановлено також позитивний вплив препарату на вміст основних фотосинтетичних пігментів–хлорофілів: у рослин дослідного варіанту він був достовірно більш високим у порівнянні з контролем. Важливим наслідком змін мезоструктури листка та збільшення концентрації хлорофілів за дії препарату стало підвищення показника чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) рослин перців, який характеризує фотосинтетичну ефективність одиниці площі листка [6,11].

Враховуючи, що за дії препарату зростає також сумарна площа листової поверхні окремої рослини і фітоценозу, це свідчить про підвищення валової продуктивності фотосинтезу рослини і ценозу в цілому.

Отже, при використанні регулятора росту 1-НОК оптимізується мезоструктура листка, підвищується вміст пігментів, унаслідок чого зростає фотосинтетична активність одиниці площі листка. Враховуючи зростання сумарної площі листової поверхні, можна констатувати, що застосування синтетичних регуляторів росту створює

передумови для оптимізації продукційного процесу перцю солодкого.

Відмічено зменшення вмісту азоту в листках рослин перцю солодкого (Рис. 2). На нашу думку, це свідчить про те, що накопичений в листках азот використовується на процеси формування і росту плодів. Отримані результати свідчать про значні депонувальні потужності стебла і кореня рослин перцю солодкого. На протязі всього періоду вегетації в цих органах знаходилася значна частка азотовмісних сполук, вміст яких поступово зменшувався внаслідок відтоку до плодів. Чітко встановлено, що застосування 1-нафтилоцтової кислоти сприяло більш інтенсивному забезпеченню азотом вегетативних органів рослин перцю.

Відомо, що фосфор і калій відіграють важливу роль в період формування плодів. Аналіз вмісту цих елементів у вегетативних органах рослин в онтогенезі перцю солодкого свідчить про суттєвий вплив 1-НОК на їх накопичення та перерозподіл між органами рослини. Отримані дані свідчать, що на протязі онтогенезу відмічалось зменшення вмісту фосфору від фази формування плодів до фази зрілого плоду у листках і стеблах рослини.

На нашу думку, зменшення вмісту фосфору у вегетативних органах свідчить про активну реутилізацію препаратів на потреби на формування і ріст плодів. Встановлено суттєве депонувальне значення коренів рослин перцю солодкого в процесі використання фосфора. Відмічалось зменшення вмісту цього елемента від фази формування до фази дозрівання плоду з наступним збільшенням вмісту фосфора в кінці вегетації. На нашу думку, це свідчить про припинення транспорту фосфору з коренів і поступове накопичення елемента в них. Протягом онтогенезу в листках контрольного і дослідного варіанту рослин перцю солодкого відмічалось поступове зменшення вмісту калію від фази формування плодів до фази зрілого плоду. Це пов'язано з реутилізацією елемента на потреби формування і росту плодів в першу чергу з листків рослин.

Такого зменшення вмісту калію на протязі онтогенезу внаслідок відтоку його до плодів не відмічено в коренях і стеблах рослин у фази дозрівання плодів і фази зрілого плоду. Навпаки, вміст елемента в ці фази збільшувався. Це свідчить про більш раннє припинення транспорту калію з цих органів до плодів. Разом з тим, слід відмітити суттєві депонувальні можливості стебла і коренів рослин перцю солодкого: за дії препарату 1-НОК відмічалось накопичення калію протягом періоду вегетації.

Внаслідок збільшення площі листової поверхні рослини, формування більш потужної хлоренхіми, зростання вмісту хлорофілів в листку та показника чистої продуктивності фотосинтезу, покращенню надходження азоту фосфору і калію до плодів за дії 1-НОК зростала урожайність культури перцю солодкого (Рис. 3).

Отже, застосування стимулятора росту 1-НОК є ефективним засобом збільшення урожайності культури перцю солодкого.

#### Висновки

Обробка насаджень перцю солодкого у фазу бутонізації 0,005%-ним розчином 1-нафтилоцтової кислоти призводила до оптимізації мезоструктури листків, підвищенню вмісту хлорофілів, внаслідок чого зростала фотосинтетична активність одиниці площі листка. Під впливом 1-НОК покращувалося накопичення азоту, фосфору і калію вегетативними органами рослини, посилювалося їх надходження до плодів. Внаслідок таких морфо-фізіологічних змін зростала урожайність культури перцю солодкого сорту Антей.

#### Список літератури

1. AOAC (2010). Official Methods of Analysis of Association of Analytical Chemist International 18 th ed. Rev. 3. 2010. Asso of Analytical Chemist. Gaithersburg, Maryland, USA.
2. Анішин Л.А., С.П. Пономаренко, З.М. Грицаєнко Регулятори росту рослин. Рекомендації по застосуванню: К., 2011. 40 с.
3. Бровко О.В., Кур'ята В.Г., Рогач В.В. Дія гібереліну на формування фотосинтетичного апарату та продуктивність перцю солодкого: Агробіологія, збірник наукових праць №1 (124) Біла Церква, 2016 рік.
4. Гойчук А.Ф., Копитко П.Г., Грицаєнко З.Й і ін. Біологічні та агроекологічні основи підвищення продуктивності с/г культур: *Біологічні науки і проблеми рослинництва: Зб. наук. праць Уманського держ. аграр. ун-ту.*: Умань, 2003. С. 5-14.
5. Казаков Є.О. Методологічні основи постановки експерименту з фізіології рослин : К.: Фітосоціоцентр, 2000. 272 с.
6. Кур'ята В.Г., Рогач В.В., Буйна О.І., Кушнір О.В., Буйний О.В. Вплив гібереллової кислоти та тебуконазолу на формування листового апарату та функціонування донорно- акцепторної системи овочевих пасльонових культур: Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія, *Regulatory Mechanisms in Biosystems, Сельское хозяйство, лесное хозяйство, рыбное хозяйство*, 2016 рік. С. 162 - 168.
7. Кур'ята В.Г., Рогач В.В., Кушнір О.В. Морфофізіологічні особливості формування листового апарату перцю солодкого за дії гібереліну та фолікуру: Миколаївський національний аграрний університет. Вісник аграрної науки Причорномор'я, сільськогосподарські науки, випуск 2 (94) 2017 р. С. 86-92.
8. Кушнір О.В., Кур'ята В.Г. Фізіологічні основи застосування фітогормонів та антигіберелінових препаратів в рослинництві: Сучасні проблеми біологічної науки та методика її викладання у закладах вищої освіти, 2017 р. С. 244-261.
9. Мокроносов А.Т., Борзенкова Р.А. Методика количественной оценки

структуры и функциональной активности фотосинтезирующих тканей и органов: Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции.: Т. 61. №3. 1978 С. 119 - 131.

10. Мусатенко Л. І. Фітогормони і фізіологічно активні речовини в регуляції росту і розвитку рослин: Фізіологія рослин: проблеми 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. Киризий Д.А., Стасик О.О., Прядкина Г.А., Шадшина Т.М. Фотосинтез: Асиміляція CO<sub>2</sub> і механізми її регуляції. Київ Логос, 2014. С. 301.

#### References

1. AOAC (2010). Official Methods of Analysis of Association of Analytical Chemist International 18 th ed. Rev. 3. 2010. Asso of Analytical Chemist. Gaithersburg, Maryland, USA.
2. Anishin L.A, Ponomarenko S.P, Gritsenko Z.M. (2011). Plant growth regulators. Recommendations for application: K., 2011. 40 p.
3. Brovko O.V., Kuryata V.G., Rogach V.V. (2016) In Effect of gibberellin on the formation of photosynthetic apparatus and productivity of sweet pepper: *Agrobiology, collection of scientific works №1 (124) Bila Tserkva*, 2016.
4. Goychuk A.F, Kopitko P.G, Grytsenko Z., and others. (2003) Biological and agro-ecological bases of increasing productivity of agricultural crops: *Biological sciences and problems of plant growing: Coll. of sciences. works of Uman state. agrarian. Univ., Uman*, 2003, pp. 5-14.
5. Kazakov E.A. (2000) Methodological bases of setting an experiment in plant physiology: K.: Phytosociocenter, 2000. 272 p.
6. Kuryata V.G, Rogach V.V, Buina O.I, Kushnir O.V, Buniy O.V. (2016) Influence of gibberel acid and tebuconazole on the formation of leaf apparatus and functioning of the donor-acceptor system of vegetable nightshades: *Bulletin of Dnipropetrovsk University. Biology, Ecology, Regulatory Mechanisms in Biosystems, Agriculture, Forestry, Fisheries*, 2016. Pp. 162 - 168.
7. Kuryata V.G, Rogach V.V, Kushnir O.V. (2017) Morphophysiological features of the formation of the leaf apparatus of sweet pepper during the action of gibberellin and follicle: *Mykolaiv National Agrarian University. Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea, Agricultural Sciences*, Issue 2 (94) 2017 p. 86-92.
8. Kushnir O.V, Kuryata V.G. (2017) Physiological bases of application of phytohormones and antihyperlin drugs in crop production: Current problems of biological science and its teaching in higher education institutions, 2017, pp. 244-261.
9. Mokronosov A.T, Borzenkova R.A (1978) Methods of quantitative assessment of the structure and functional activity of photosynthetic tissues and organs: Tr. by approx. botany, genetics and breeding :. Vol. 61. No. 3. 1978, pp. 119 - 131.
10. Musatenko L.I (2009) Phytohormones and physiologically active substances in the regulation of plant growth and development: *Plant physiology: problems and development prospects: F 50 in 2t / NAS of Ukraine, Institute of Plant Physiology and Genetics, Ukrainian Society of Plant Physiologists; heads. ed. V.V. Blinker. K.: Logos*, 2009. pp. 508 - 536.
11. Kyryzij D.A, Stasik O.O, Pryadkina G.A, Shadshina T.M. (2014) Photosynthesis: CO<sub>2</sub> assimilation and mechanisms of its regulation. *Kiev Logos*, 2014. P. 301.