



О. В. Буйний,
аспірант кафедри біології,
Вінницький державний педагогічний університет
ім. М. Коцюбинського (м. Вінниця) Україна
E-mail: buinyiov@ukr.net

УДК 581.1:[661.162.65:582.930.12]
DOI 10.31395/2310-0478-2018-1-48-52



В. Г. Кур'ята
доктор біологічних наук, професор,
завідувач кафедри біології, Вінницький державний
педагогічний університет
ім. М. Коцюбинського (м. Вінниця) Україна
E-mail: vvgk2006@ukr.net

ВПЛИВ 1-НОК НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТОМАТІВ

Анотація. Встановлено дію 1 - нафтилоцтової кислоти (1-НОК) на морфогенез, фотосинтетичну продуктивність та урожайність культури томатів сорту Бобкат. Обробка рослин стимулятором росту призводила до достовірного збільшення загальної маси рослини та маси її окремих органів. Збільшувалася загальна кількість листків на рослині, що супроводжувалось значним зростанням маси листків та площі листової поверхні, потовщенням листків та шару хлорохіми в них, збільшенням вмісту хлорофілів та зростанням показника чистої продуктивності фотосинтезу. Отримані результати свідчать також про суттєве зростання листового індексу дослідних рослин, що є важливим показником продуктивності агрофітоценозу. Отже, застосування 1-НОК стимулює утворення більш потужного листового апарату, який виступає в якості донора асимілятів в донорно - акцепторній системі рослин, що створює передумови для покращення продуктивності культури. Формування потужнішого фотосинтетичного апарату забезпечило більш ефективний процес накопичення та постачання асимілятів як з листків, так і з інших вегетативних органів рослини на потреби росту і формування плодів. Враховуючи значне зростання маси листя, коренів та стебла за дії 1-НОК, можна констатувати збільшення валового виробництва і накопичення вуглеводів у рослин дослідного варіанту. Від стадії формування плодів до стадії бурого плоду у вегетативних органах в цілому відмічалось поступове зменшення вмісту суми цукрів та крохмалю, що свідчить про реутилізацію цих вуглеводів на потреби формування плодів. Відбувалось також зменшення концентрації загального, білкового та небілкового азоту у вегетативних органах в фазу плодоношення у рослин томатів дослідного варіанту, що пов'язане з посиленням відтоком азотовмісних сполук до плодів в зв'язку із збільшенням навантаження кушів плодами під впливом препарату. За рахунок кращого забезпечення асимілятами та різними формами азоту підвищувалася урожайність томатів - на 22% збільшувалася кількість плодів на одній рослині та на 20% зростала урожайність культури.

Ключові слова: томати, 1-НОК, морфогенез, вуглеводи, азотовмісні сполуки, урожайність

О. В. Буйний

аспірант кафедри біології Вінницького державного педагогічного університету ім. М. Коцюбинського (г. Вінниця) Україна.
E-mail: buinyiov@ukr.net

В. Г. Кур'ята

доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри біології Вінницького державного педагогічного університету ім. М. Коцюбинського (г. Вінниця) Україна
E-mail: vvgk2006@ukr.net

ВЛИЯНИЕ 1-НУК НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТОМАТОВ

Аннотация. Установлено действие 1 - нафтилуксусной кислоты (1-НУК) на морфогенез, фотосинтетическую производительность и урожайность культуры томатов сорта Бобкат. Обработка растений стимулятором роста приводила к достоверному увеличению общей массы растения и массы ее отдельных органов. Увеличивалось общее количество листьев на растении, что сопровождалось значительным ростом массы листьев и площади листовой поверхности, утолщением листьев и слоя хлорохимы в них, увеличением содержания хлорофиллов и ростом показателя чистой продуктивности фотосинтеза. Полученные результаты свидетельствуют также о существенном росте листового индекса исследуемых растений, который является важным показателем производительности агрофитоценозов. Таким образом, применение 1-НУК стимулирует образование более мощного листового аппарата, который выступает в качестве донора ассимилятов в донорно-акцепторной системе растений, создает предпосылки для улучшения производительности культуры. Формирование мощного фотосинтетического аппарата обеспечило более эффективный процесс накопления и поставки ассимилятов как из листьев, так и из других вегетативных органов растения на нужды роста и формирования плодов. Учитывая значительный рост массы листьев, корней и стебля за действия 1-НУК, можно констатировать увеличение валового производства и накопления углеводов в растениях исследовательского варианта. От стадии формирования плодов до стадии бурого плода в вегетативных органах в целом отмечалось постепенное уменьшение содержания суммы сахаров и крахмала, что свидетельствует о реутилизации этих углеводов на необходимости формирования плодов. Происходило также уменьшение концентрации общего, белкового и небелкового азота в вегетативных органах в фазу плодоношения у растений томатов исследовательского варианта, что связано с усиленным оттоком азотсодержащих соединений к плодам в связи с увеличением нагрузки кустов плодами под влиянием препарата. За счет лучшего обеспечения ассимилятами и различными формами азота повышалась урожайность томатов - на 22% увеличивалось количество плодов на одном растении и на 20% возрастала урожайность культуры.

Ключевые слова: томаты, 1-НУК, морфогенез, углеводы, азотсодержащие соединения, урожайность.

O. V. Buinyi,

Post-graduate Student of the Department of Biology Vinnitsya State Pedagogical University named after Mykhailo

Kotsyubynskiy

V. G. Kuryata,

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

INFLUENCE OF 1-NAA ON THE PRODUCTIVITY OF TOMATOES

Abstract. Treatment of plants with phytohormones and synthetic growth regulators causes changes in the growth rate of individual organs, and also affects the process of fruiting, the number of implanted fruits and the quality of products. It should be noted that the functioning of the donor-acceptor system due to the action of growth stimulators of plants, in particular auxins, due to the productivity of crops, is insufficiently studied. Representative of auxin synthetic growth regulators is 1-naphthylacetic acid (1-NAA).

The results of the study indicate a significant increase in the total mass and mass of individual organs of tomatoes plants. There was a significant increase in the total number of leaves per plant, which was accompanied by a significant increase in the area of the leaf surface, an increase in the index of photosynthetic activity compared with the control. The use of 1-NAA stimulates the formation of a more powerful leaf apparatus, which serves as a donor of assimilates in the donor-acceptor system of plants. The obtained data indicate a significant increase in the net productivity of photosynthesis in the effects of the growth stimulator. In addition, there was a significant increase in the content of chlorophyll in the leaf.

Analysis of the data of the study indicates a change in the content of carbohydrates in different vegetative organs of plants during the fruiting period. Considering the significant increase in the mass of leaves, roots and stems under the action of 1-NAA, we can state the increase in gross production and accumulation of carbohydrates in plants of the experimental variant. These changes are related to the optimization of the mesostructure, the increase of chlorophyll content and an increase in the values of NPF due to the action of 1-NAA. There was a significant decrease in the concentration of total, protein and non-protein nitrogen in the vegetative organs during the formation of the fruits and at the end of the fruiting period of tomatoes plants of the experimental variant.

Due to better provision of assimilates and various forms of nitrogen, yields have increased significantly. In particular, the number of fruits per plant increased by 22% and the productivity of the crop increased by 20%.

The use of 1-NAA led to a significant increase of the number of leaves, their mass and total leaf area, and also improved the mesostructure characteristics of the leaves and their photosynthetic productivity. The formation of a more powerful photosynthetic apparatus provided a more efficient process for the accumulation and supply of assimilates from leaves and from other vegetative organs of the plant for the needs of fruit growth and formation. Treatment of plants with the drug contributed to a better supply of fruits with nitrogen in the process of their growth. As a result of the anatomical-morphological and physiological changes following the actions of the 1-NAA, occurred a significant increase of the number of fruits per plant and a significant increase of the yield of tomato of the Bobcat variety.

Key words: tomatoes, 1-NAA, morphogenesis, carbohydrates, nitrogen-containing compounds, yields.

Постановка проблеми. Фітогормони та синтетичні регулятори росту здатні впливати на ростові процеси рослин на всіх етапах онтогенезу. Зокрема, оброблення ними рослин викликає зміни у швидкості росту окремих органів, а також впливає на плодоношення, кількість закладених плодів та якість продукції. Це зумовлено здатністю даних препаратів впливати на донорно-акцепторну систему рослин, в якій донором виступають усі фотосинтезувальні органи і тканини, а акцепторами – зони інтенсивного росту та відкладання речовин у запас [1, 2, 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Координацію функціонування донорної та акцепторної сфер рослини здійснюють різні системи регуляції [4-6]. Застосування регуляторів росту дозволяє штучно моделювати різне напруження між донором та акцептором асимілятів. Повніше регуляторні механізми цієї системи вивчено при застосуванні інгібіторів росту – ретардантів. Зокрема, встановлено, що обмеження лінійного росту під впливом ретардантів сприяє накопиченню надлишку асимілятів, які спрямовуються на формування та ріст плодів, що призводить до підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Виявлено значення морфологічної та мезоструктурної складових у координації процесів росту та фотосинтезу за різного навантаження рослин урожаєм. Використання ретардантів часто призводить до підвищення врожайності рослин внаслідок закладання більшої кількості квітів і плодів, оптимізації внутрішньої будови листків [2].

Слід відзначити, що функціонування донорно-акцепторної системи за дії стимуляторів росту рослин, зокрема ауксинів, у зв'язку з продуктивністю сільськогосподарських культур, вивчено недостатньо. Представником ауксинових синтетичних регуляторів росту є 1-нафтилоцтова кислота. Доцільність застосування цього препарату визначається тим, що він легко проникає в тканини рослин і легко транспортується, стійкіший порівняно з нативною β-індолилцтовою кислотою (ІОК) [7-9]. Разом з цим, у літературі майже відсутні дані про вплив 1-НОК на формування листкового апарату,

накопичення і перерозподіл різних форм вуглеводів та азотовмісних сполук у вегетативних органах за різного рівня урожаю.

Мета статті з'ясувати особливості морфогенезу та мезоструктурної організації листкового апарату, накопичення, перерозподілу асимілятів та азотовмісних сполук між органами рослин томатів за дії.

Матеріали і методи досліджень. Польові дрібноділянкові досліди закладали на землях СФГ "Бержан П. Г." с. Горбанівка Вінницького району Вінницької області впродовж 2013 – 2015 рр. Розсаду томатів сорту Бобкат виважували стрічковим способом за формулою 80+50+50×50. Вносили мінеральні добрива N50P40K30. Площа ділянок 33 м², повторність п'ятикратна. Рослини обробляли вранці за допомогою ранцевого обприскувача ОП-2 до повного змочування листків 0,005%-м розчином 1-нафтилоцтової кислоти у фазу бутонізації 14.06.2013 р., 17.06.2014 р. і 19.06.2015 р. Контрольні рослини обприскували водопровідною водою. Фітометричні показники (висоту рослин, масу сухої та сирої речовини органів, площу листків) визначали на 20 рослинах у кінці фази плодоношення. Мезоструктурну організацію листка вивчали у кінці вегетації на фіксованому матеріалі за методом А.Т. Мокроносова і Р. А. Борзенкової [10]. Для консервації матеріалу застосовували суміш однакових частин етилового спирту, гліцерину, води з додаванням 1% формаліну. Для анатомічного аналізу відбирали листки середнього ярусу, які повністю закінчили ріст. Вивчення розмірів анатомічних елементів проводили за допомогою мікроскопа «Микмед-1» та окулярного мікрометра МОВ-1-15X. Кількісне визначення суми цукрів і крохмалю в вегетативних органах та плодах здійснювали йодометричним методом, вміст загального азоту – за К'ельдалем. Відбір проб для аналізу здійснювали у середині дня. Вміст хлорофілів вимірювали у свіжому матеріалі спектрофотометричним методом на спектрофотометрі СФ-16 [11].

У фазу плодоношення визначали чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) риростом маси сухої речовини за оди-

ницю часу на одиницю площі листків, індекс листової поверхні (ЛІ) – відношенням сумарної площі листків до одиниці площі насаджень. У таблицях наведено середні дані за три роки досліджень. Результати обробляли статистично за допомогою комп'ютерної програми Statistica 6.0. Застосовували однофакторний дисперсійний аналіз (відмінності між середніми значеннями обчислювали за критерієм Стюдента, їх вважали вірогідними за $P < 0,05$). У таблицях наведено середньоарифметичні значення та їх стандартні похибки.

Результати досліджень. Результати дослідження свідчать про достовірне збільшення загальної маси та окремих органів рослин томатів, проте не відбувалось достовірного підвищення висоти рослин (табл. 1).

Оброблені препаратом рослини томатів істотно відрізнялися від контрольних морфологічними і мезоструктурними показниками листового апарату. Відбувалось достовірне збільшення загальної кількості листків на рослині, що супроводжувалось значним зростанням площі листової поверхні, показників фотосинтетичної активності порівняно з контролем.

Листковий індекс є одним з найважливіших у формуванні продукційної активності ценозу. Отримані результати свідчать про істотне зростання ЛІ в дослідних рослин. Отже, застосування 1-НОК стимулює утворення потужнішого листового апарату, який виступає в якості донора асимілятів в донорно-акцепторній системі рослин.

Для характеристики продуктивності фотосинтезу одиниці площі листка використовують показник чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) [12]. Отримані дані свідчать про достовірне його зростання за дії стимулятора росту. Крім того, спостерігалось достовірне підвищення вмісту хлорофілу в листку. Отже, під дією 1-НОК у дослідних рослин відбувалися значні якісні зміни фотосинтетичного апарату. Підвищення ЛІ, ЧПФ та вмісту хлорофілів в листку є передумовою суттєвого підвищення продуктивності томатів.

Потужний фотосинтетичний апарат необхідний для ефективного синтезу цукрів і резервного крохмалю як будівельного та енергетичного матеріалу рослини. Ці речовини можуть у подальшому використовуватись рослиною на процеси формування і росту плодів. Аналіз даних дослідження свідчить про зміну вмісту вуглеводів у різних вегетативних органах рослин упродовж періоду плодоношення (табл. 2). При аналізі цих результатів слід враховувати, що частина асимілятів може тимчасово депонуватись в органах запасу з наступною їх реутилізацією на процеси карпогенезу (формування і росту плодів) [13]. Від стадії формування плодів до стадії бурого плоду у вегетативних органах відмічалось поступове зменшення вмісту вуглеводів, що свідчить про реутилізацію цих вуглеводів на потреби формування плодів. Дані процеси було виявлено в інших культурах [14]. При цьому не встановлено істотних відмінностей у концентрації вуглеводів

Таблиця 1

Дія 1-НОК на морфологічні показники та формування фотосинтетичного апарату томатів сорту Бобкат

Показники	Контроль	1-НОК
Висота рослин, см	64,3±1,57	66,5± 3,15
Маса сухої речовини рослини, г	120,3±5,73	158,2±7,57*
Маса сухої речовини кореневої системи, г	7,8±0,34	9,9± 0,48*
Маса сухої речовини стебла, г	58,2±2,79	74,5± 3,59*
Маса сухої речовини листків,г	54,3±2,61	73,8± 3,51*
Кількість листків, шт.	72,1±1,74	99,3±4,27*
Площа листової поверхні, см ²	10937±414,4	15324±710,3*
Листковий індекс, м ² /м ²	3,6±0,17	5,1±0,20*
Товщина листка, мкм	239±3,2	293,7±7,54*
Товщина хлоренхіми, мкм	185,9±1,58	242,5±5,59*
Вміст хлорофілів (а+б), % на масу сирової речовини	0,6±0,03	0,7±0,03*
Чиста продуктивність фотосинтезу, г/(м ² · доба)	8,8±0,38	9,7±0,42*

Примітка: * – різниця достовірна при $P < 0,05$.

Таблиця 2

Вплив 1-НОК на динаміку вмісту цукрів і крохмалю на різних стадіях плодоношення томатів (% маси сухої речовини)

Стадія	Орган рослини	Контроль			1-НОК		
		Сума вуглеводів	Сума цукрів	Крохмаль	Сума вуглеводів	Сума цукрів	Крохмаль
Формування плодів	Корінь	6,7±0,21	4,2±0,13	2,5±0,08	7,1±0,21	4,5±0,13*	2,6±0,08
	Стебло	10±0,21	3,3±0,1	6,7±0,2	10,2±0,3	3,4±0,1	6,8±0,2
	Листя	15,6±0,47	4,4±0,13	11,2±0,34	15,4±0,46	4,7±0,14*	10,7±0,32
Плодоношення (зелена ступінь стиглості)	Корінь	6,4±0,19	3,3±0,1	3,1±0,09	6,6±0,2	3,7±0,11*	2,9±0,09
	Стебло	9,1±0,18	3,3±0,1	5,8±0,17	9±0,28	3,2±0,1	5,8±0,18
	Листя	14,2±0,16	4,2±0,13	10±0,3	13,7±0,41	4,3±0,13	9,4±0,28
Плодоношення (бура ступінь стиглості)	Корінь	4,7±0,14	2,8±0,08	1,9±0,06	5,4±0,16*	3±0,09*	2,4±0,07*
	Стебло	6,8±0,2	3,1±0,09	3,7±0,11	6,8±0,2	3±0,09	3,8±0,11
	Листя	10,5±0,22	3,4±0,1	7,1±0,21	10,1±0,3	3,4±0,1	6,7±0,2

Примітка позначення див. табл.1.

між контрольним і дослідним варіантами у перерахунку на одиницю маси органів. Проте враховуючи значне зростання маси листя, кореневої системи та стебла за дії 1-НОК, можна констатувати збільшення валового виробництва та накопичення вуглеводів у рослин дослідного варіанту. Ці зміни пов'язані з оптимізацією мезоструктури, підвищенням вмісту хлорофілів та збільшенням показників ЧПФ за дії 1-НОК.

В онтогенезі рослини важливу роль відіграють азотвмісні сполуки. У зв'язку з цим, доцільним було встановити рівень вмісту цих сполук у різних органах

рослин під впливом 1-НОК. Отримані результати свідчать про достовірне зменшення концентрації загального, білкового та небілкового азоту у вегетативних органах під час формування плодів та в кінці періоду плодоношення рослин томатів дослідного варіанту (табл. 3). На нашу думку, така динаміка спричинена відтоком різних форм азоту з вегетативних органів рослини до плодів, що забезпечує продуктивніший процес карпогенезу.

За рахунок кращого забезпечення асимілянтами та різними формами азоту значно збільшилась урожайність культури (табл. 4).

Таблиця 3

Динаміка різних форм азоту у вегетативних органах на різних стадіях фази плодоношення томатів (% маси сухої речовини)

Стадія	Орган рослини	Контроль			1-НОК		
		Загальний азот	Білковий азот	Небілковий азот	Загальний азот	Білковий азот	Небілковий азот
Формування плодів	Корінь	1,7±0,08	1,3±0,06	0,4±0,02	1,3±0,06*	1±0,05*	0,3±0,02*
	Стебло	2,2±0,1	1,7±0,08	0,5±0,02	2±0,1	1,6±0,08	0,5±0,02
	Листя	3,0±0,13	2,5±0,12	0,5±0,02	2,7±0,13*	2,2±0,12*	0,5±0,03
Плодоношення (зелена ступінь стиглості)	Корінь	1,7±0,08	1,3±0,06	0,4±0,02	1,3±0,06	1±0,05	0,3±0,01
	Стебло	2,1±0,10	1,6±0,08	0,5±0,02	2±0,09	1,6±0,08	0,4±0,02
	Листя	2,7±0,13	2,2±0,1	0,5±0,02	3±0,14*	2,5±0,12*	0,5±0,02
Плодоношення (бура ступінь стиглості)	Корінь	1,8±0,09	1,4±0,07	0,4±0,02	1,6±0,07*	1,2±0,06*	0,3±0,02*
	Стебло	2,0±0,09	1,6±0,07	0,4±0,02	1,7±0,08*	1,4±0,06*	0,3±0,02*
	Листя	2,6±0,12	2,1±0,1	0,5±0,02	2,6±0,12	2,2±0,1	0,4±0,02*

Примітка позначення див. табл. 1.

Таблиця 4

Вплив 1-НОК на урожайність томатів сорту Бобкат

Показники	Контроль	1-НОК
Кількість плодів на рослині, шт.	10,01±0,48	12,22±0,61*
Середня маса одного плоду, г	152,6±7,14	149,9±7,37
Урожайність, т/га	53,4±2,54	63,8±2,9*

Примітка: позначення див. табл. 1.

При цьому спостерігалось збільшення кількості плодів на одній рослині з незначним зменшенням середньої маси плоду. Перераховані зміни призвели до підвищення врожайності томатів.

Висновки. Застосування 1-НОК призводить до істотного збільшення кількості листків, їх маси та сумарної площі листової поверхні, а також покращує мезоструктурні характеристики листків та їх фотосинтетичну продуктивність. Формування потужнішого фотосинтетичного апарату забезпечує ефективніший процес накопичення та постачання асимілятів з листків та інших вегетативних органів рослини формування плодів. Оброблення рослин препаратом сприяє кращому забезпеченню плодів азотом. У результаті анатомо-морфологічних і фізіологічних змін за дії 1-НОК стало істотне збільшення врожайності томатів.

Література

1. Фотосинтез. Т. 2: Ассимиляція CO₂ і механізми її регуляції / Д. А. Киризиць, А. А. Стасик, Г. А. Прядкіна, Т. М. Шадчина - М.: Логос, 2014. - 480 с.
2. Кур'ята В. Г. Ретардантні - модифікатори гормонального статусу рослин. - Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку: у 2 т., Т. 2 / В. Г. Кур'ята // НАН України, Ін-т фізіології рослин та генетики, Укр. т-во фізіологів рослин; голов. ред. В. В. Моргунов. - К.: Логос, 2009. - С. 565-589.
3. Попроща І. В. Зміни в полісахаридному комплексі клітинних стінок сім'яночок проростків гарбуза за різної напруженості донорно-акцепторних відносин в процесі проростання/ І.В. Попроща- 2014. -Т.46, №3.- С. 190-195. - (Фізіологія і біохімія культ. рослин).
4. Maize grain yield components and source-sink relationship as affected by the delay in sowing date/[L. E. Bonelli, J. P. Monzon, A. Cerrudo, and other].-

2016.- 198.- P. 215-225.

5. Poprotska, I. V. Features of gas exchange and use of reserve substances in pumpkin seedlings in conditions of skoto- and photomorphogenesis under the influence of gibberellin and chlormequat-chloride. / I. V. Poprotska, V. G. Kuryata // Regulatory mechanisms in biosystems, 8(1), 71-76. - 2017

6. Yu S. M. Source-Sink Communication: Regulated by Hormone, Nutrient, and Stress Cross-Signaling/ S. M. Yu, S. F. Lo, T. D. Ho // Trends in plant science.-2015. - 20(12). - P. 844-857.

7. Structure-function analysis of the presumptive Arabidopsis auxin permease AUX1. / [Swarup R, Kargul J, Marchant A, and other]. Plant Cell. - 2004 Nov; 16(11):3069-83.

8. High-affinity auxin transport by the AUX1 influx carrier protein. / [Yang Y, Hammes UZ, Taylor CG, and other]. Curr Biol. - 2006 Jun 6; 16(11):1123-7.

9. Strader LC, Bartel B. Transport and metabolism of the endogenous auxin precursor indole-3-butyric acid/ LC Strader, B Bartel. Mol Plant. - 2011 May; 4(3):477-86.

10. Мокроносів А. Т. Методика кількісної оцінки структури і функціональної активності фотосинтезуючих тканин і органів [Тр. по прикл. ботаниці, генетиці і селекції.] / А. Т. Мокроносів, Р. А. Борзенкова - 1978. - Т. 61, №3. - с. 119-131.

11. AOAC. Official Methods of Analysis of Association of Analytical Chemist International 18th ed. Rev. 3.2010./Asso. of Analytical Chemist. Gaithersburg, Maryland, USA.,-2010.

12. Байер Я. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур /Я. Байер; [пер. с чешского З. К. Благовещенского]. - М.: Колос, 1984 - С.188-192.

13. Прядкіна Г.О. Депопуляція здатність стебла сучасних сортів озимої пшениці за змінних умов довкілля як фізіологічний маркер їх продуктивності/ Г.О. Прядкіна, В. П. Зборівська, П. Л. Рижикова // Вісник українського товариства генетиків і селекціонерів.-2016.-Т.14, №2.-С.44-50.

14. Кур'ята В. Г. Фізіологічні основи застосування ретардантів на олійних культурах/В.Г. Кур'ята, І.В. Попроща// Физиология растений и генетика. - 2016. - Т. 48, № 6. - С. 313-320.

References

1. Kuryzyi D. A., Stasyk A. A., Priadkyna H. A., Shadchyna T. M (2014) Photosynthesis. T. 2: Assimilation of CO₂ and mechanisms for its regulation. M.: Lohos, 2014. - 480 p. (in Russian).

2. Kuriata V. H. (2009). Retardants - modifiers of hormonal status of plants. - Plant physiology: problems and prospects of development: 2 t., T. 2. NAS of Ukraine, Institute of Plant Physiology and Genetics, Ukr. t physiologists of plants; heads Ed. V.V. Morgun. - K.: Lohos, 2009. - p. 565-589 (in Ukrainian).
3. Poprotska I.V. (2014) Changes in the polysaccharide complex of cell walls of cotyledons of pumpkin seedlings for different densities of donor-acceptor relations in the process of germination. Physiology and biochemistry of the cult of plants, 2014.-T.46, №3.- p. 190-195 (in Ukrainian).
4. Bonelli L. E., Monzon J. P., Cerrudo A., and other. Maize grain yield components and source-sink relationship as affected by the delay in sowing date. Field Crops Research, 2016.- 198.- P. 215-225 (in English).
5. Poprotska, I. V. Features of gas exchange and use of reserve substances in pumpkin seedlings in conditions of skoto- and photomorphogenesis under the influence of gibberellin and chlormequat-chloride. Regulatory mechanisms in biosystems, 2017, 8(1), 71-76 (in English).
6. Yu S. M. Source-Sink Communication: Regulated by Hormone, Nutrient, and Stress Cross-Signaling. Trends in plant science, 2015. - 20(12). - P. 844-857 (in English).
7. Swarup R, Kargul J, Marchant A, Zadik D, Rahman A, Mills R, Yemm A, May S, Williams L, Millner P, Tsurumi S, Moore I, Napier R, Kerr ID, Bennett MJ. (2004) Structure-function analysis of the presumptive Arabidopsis auxin permease AUX1. Plant Cell, 2004, Nov; 16(11):3069-83. Available at <http://www.plantcell.org/content/16/11/3069/tab-article-info>
8. Yang Y, Hammes UZ, Taylor CG, Schachtman DP, Nielsen E. (2006) High-affinity auxin transport by the AUX1 influx carrier protein. Curr Biol, 2006, Jun 6; 16(11):1123-7. Available at [https://www.cell.com/current-biology/abstract/S0960-9822\(06\)01626-5](https://www.cell.com/current-biology/abstract/S0960-9822(06)01626-5)
9. Strader LC, Bartel B. (2011) Transport and metabolism of the endogenous auxin precursor indole-3-butyric acid. Mol Plant, 2011, May; 4(3):477-86. Available at [https://www.cell.com/molecular-plant/fulltext/S1674-2052\(14\)60580-3](https://www.cell.com/molecular-plant/fulltext/S1674-2052(14)60580-3)
10. Mokronosov A. T. (1978) Method of the quadratic evaluation of the structure and functional activity of photosynthetic tissues and organs . Tr. for example botany, genetics and breeding, 1978. - Vol. 61, No. 3. - p. 119-131 (in Russian).
11. AOAC. (2010) Official Methods of Analysis of Association of Analytical Chemist International 18th ed. Rev. 3.2010./Asso. of Analytical Chemist. Gaithersburg, 2010 Maryland, USA. (in English).
12. Baier Ya. (1984) Formation of the crop of the main crops. - M. : Kolos, 1984 - p.188-192 (in Russian).
13. Priadkina H.O., Zborivska V.P., Ryzhykova P.L. (2016) Deposiveness of stems of modern varieties of winter wheat under changing environmental conditions as a physiological marker of their productivity. Bulletin of the Ukrainian Society of Geneticists and Breeders, 2016.-T.14, №2.-p.44-50 (in Ukrainian).
14. Kuriata V. H., Poprotska I.V. (2016) Physiological bases of application of retardants on oilseeds. Plant physiology and genetics, 2016. - T. 48, No. 6. - p. 313-320 (in Ukrainian).