



УДК [581.1:582.926.2]:661.162.65

РІСТ, РОЗВИТОК ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ КАРТОПЛІ ЗА ДІЇ СИНТЕТИЧНИХ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ

Рогач Т.І. к.с.-г.н., доц.

Orcid: 0000-0002-6763-8266

rogach.tatyna.vas@gmail.com

Рогач В.В. к.б.н., доц.

Orcid: 0000-0002-8916-8349

rogachv@ukr.net

Слюсарова А.І.

stichcherry@gmail.com

Стаття присвячена вивченню впливу стимуляторів росту гіберелової кислоти, 1-нафтилоцтової кислоти та 6-бензиламінопурину на ріст, розвиток та продуктивність картоплі сорту Санте. Обробка гібереловою кислотою збільшувала лінійні розміри рослин картоплі. Застосування всіх стимуляторів росту призводило до зростання кількості листків на рослині, листкової маси, площі листкової поверхні та листкового індексу. Застосування синтетичних ауксину та цитокініну зумовило зростання концентрації хлорофілу у листках, а хлорофільний індекс насаджень збільшувався лише після обробки 6-бензиламінопурином. Регулятори росту збільшували маси сирої і сухої речовини стебел. Під впливом препаратів пришвидшувалося накопичення сухої речовини бульб та зростала їх кількість у корчі. За дії стимуляторів росту зростала урожайність культури.

Ключові слова: *Solanum tuberosum* L., стимулятори росту, морфогенез, листковий апарат, ценотичні показники насаджень, урожайність.

The article is devoted to the study of the influence of growth stimulants of gibberellic acid, 1-naphthylacetic acid and 6-benzylaminopurine on the growth, development and productivity of potatoes cv. Sante. Treatment with gibberellic acid increased the linear size of potato plants. The use of all growth stimulants led to an increase in the number of leaves per plant, leaf mass, leaf surface area and leaf index. The use of synthetic auxin and cytokinin caused an increase in the concentration of chlorophyll in the leaves, and the chlorophyll index of plantations increased only after treatment with 6-benzylaminopurine. Growth regulators increased the weight of raw and dry matter of the stems. Under the influence of drugs, the accumulation of dry matter of tubers accelerated and their number in the cramp increased. Crop yields increased under the action of growth stimulants.

Key words: *Solanum tuberosum* L., growth stimulators, morphogenesis, leaf apparatus, coenotic indicators of plantations, yield.

Вступ. Зростаючі потреби сучасного сільськогосподарського виробництва визначають необхідність пошуку нових шляхів та способів підвищення урожаю і його якості. Вирішення цих завдань можливе на основі більш високого рівня реалізації генетичного потенціалу в продуктивному процесі рослини. Важливим компонентом сучасних технологій рослинництва стають регулятори росту рослин [19]. Інтерес до даної групи сполук обумовлений широким спектром їх дії на рослини, можливістю спрямовано регулювати окремі етапи росту і розвитку з метою мобілізації потенціальних можливостей рослинного організму, а відповідно – для підвищення урожайності і якості сільськогосподарської продукції. Застосування



регуляторів росту – це порівняно новий напрямок агробіології, що заснований на сучасних досягненнях фітофізіології, молекулярної біології і біохімії [1].

За допомогою синтетичних рїстрегулюючих речовин можна впливати на інтенсивність і спрямованість фізіологічних процесів, пришвидшувати чи сповільнювати не лише ріст, але й цвітіння, хід розвитку бруньок, зав'язі і росту плодів, викликати опадання листя, пришвидшувати дозрівання культур [3], змінювати напрямок потоку асимілятів і метаболітів в рослинах в бік посиленого відкладання їх у запасуючих органах, що призводить до збільшення врожайності культур [4].

Продуктивність рослин значною мірою визначається стратегією перерозподілу асимілятів, співвідношенням процесів росту і фотосинтезу, між якими встановлюється динамічний стан з постійною корекцією величини донорно-акцепторних відносин в залежності від різноманітних зовнішніх впливів [2, 14]. Тому з'являється можливість застосування регуляторів росту для пізнання механізмів авторегуляції фотосинтезу в донорно-акцепторній системі рослин на різних рівнях організації фотосинтетичного апарату [27].

Широко застосовуваною групою регуляторів росту є гіберелоподібні речовини. Найчастіше в аграрній практиці використовують гіберелову кислоту (ГК₃) [25, 28, 34]. У літературі наявні дані щодо її застосування на пасльонових культурах. За обробки картоплі ГК₃ після посадки бульб на 30-й та 60-й день збільшувалися лінійні розміри рослин на 25-38%. За дії препарату зростала також маса сирої речовини листків на 1-16% та площа листя – на 4-52%. Пізнє застосування препарату значно збільшувало фізіологічний вік бульб та кількість пророслих бульб [9]. Дія на рослини картоплі ГК₃ у двох концентраціях (50 і 100 г/га) до процесу бульбоутворення збільшувала лінійні розміри пагонів та столонів [12].

Посилення ростових процесів у перцю солодкого в польових умовах спостерігалось за обробки ГК₃ у концентрації 100 мкМ. Застосування препарату збільшувало висоту рослин на 16% за рахунок подовження першого міжвузля на 29%. Одночасно препарат зменшував довжину першого листка на 4% [24].

Разом з тим, фоліарна обробка рослин перцю солодкого ГК₃ у концентраціях 10 та 50 ppm перед цвітінням у 2013-2014 рр. вкорочувала лінійні розміри рослин на 32-33%, потоншувала стебло на 7-8%, знижувала рівень галуження стебла на 20-28%, зменшувала кількість листків на рослині на 17-18%, хоча площу листової поверхні збільшувала на 12-24% [30]. Обробка ГК₃ у дозі 10 ppm насаджень баклажана в умовах Непалу практично не впливала на висоту рослин та товщину стебла [31].

В інших дослідях 1-НОК у концентрації 40 ppm збільшувала індекс площі листя у рослин перцю солодкого сортів Jwala і Suryamukhi [15], а застосування 1-НОК у концентраціях 10 та 15 ppm на гідропонній культурі збільшувало лінійні розміри рослин цієї культури до 19%, а масу сирої та сухої речовини цілої рослини до 26% та 18% [22]. 1-НОК при нанесенні на верхівку стимулювала ріст розсади



тютюну та збільшувала товщину камбіального шару [16].

Разом з тим, обробка 1-НОК у дозі 40 ppm насаджень баклажана на 5% зменшувала висоту рослин та практично не впливала на товщину стебла. За дії іншого синтетичного ауксину 2,4-Д у дозі 2 ppm висота рослин не змінювалася, а стебла потоншувалися на 7% [31].

У науковій літературі зустрічається інформація про використання цитокинінів для регуляції ростових та морфоутворюючих процесів у пасльонових культур. Обробка насіння перцю 6-БАП у дозах 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, і 2,5 мг/л збільшувала висоту проростків на 14-130%. Найефективнішою була концентрація препарату у 2,0 мг/л [26]. 6-БАП сприяв розростанню ізольованих листків солодкого перцю та асиміляційної паренхіми у них [23].

Фоліарна обробка проростків баклажанів кінетином у дозі 10 мкМ в умовах токсичної дії кадмію посилювала ростові процеси та нівелювала негативний вплив абіотичного фактора середовища [33].

Синтетичні цитокиніни 6-БАП (6,5 мг/л) та кінетин (2,5 мг/л) збільшували кількість мікротубул картоплі, їх вагу та діаметр [18]. Експланти картоплі, культивовані на твердому субстраті із додаванням зеатину та 6-БАП, активно ділилися, особливо стеблові експлантати [8].

Разом з тим, 6-БАП не впливав на тривалість онтогенезу та фізіологічний вік бульб картоплі, дещо знижував висоту рослин, недостовірно збільшував площу листя та масу його сирої речовини [10].

В аграрній практиці та з метою прикладних досліджень часто застосовують суміші регуляторів росту, в тому числі і стимуляторів. Застосування ІОК та 6-БАП у дозах 5, 50 і 100 мг/л на рослинах епіпремному золотистого при послідовній обробці через сім діб практично не змінювало у порівнянні з контролем масу сирої речовини кореня, стебла та листків і цілої рослини та кількість листків на рослині і їх площу. Екзогенні стимулятори росту потовщували листові пластинки, збільшували розміри клітин епідермісу та продихів. За дії препаратів потоншувався епідерміс та потовщувалася асиміляційна паренхіма. Об'єм міжклітинного простору у губчастій паренхімі практично не змінювався [17].

Суміші стимуляторів росту також застосовують і на пасльонових культурах. Наприклад, суміш ГК₃ та 1-НОК при нанесенні на верхівку стимулювала ріст розсади тютюну та збільшувала товщину камбіального шару [16].

Разом з тим, суміш ІМК із зеатином, яку застосовували у різних концентраціях для обробки рослин перцю у фазу бутонізації та цвітіння, зменшувала висоту та товщину стебла [13].

Картопля є важливою продовольчою, технічною та кормовою культурою нашої держави. У її бульбах міститься 12-25% крохмалю, близько 2% сирого протеїну, до 0,15% жиру, вітаміни С, В₁, В₂, В₆, РР, К і каротиноїди. У зв'язку з цим, вона має лікувальне значення особливо для людей, у яких спостерігається порушення функцій шлунково-кишкового тракту [6]. Тому доцільним є вивчення дії



стимуляторів росту рослин з різним механізмом дії на анатомо-морфологічні особливості картоплі та їх продуктивність.

Отже, пошук оптимальних регламентів застосування препаратів стимулюючої дії на культурі картоплі в залежності від ґрунтово-кліматичних умов є важливим практичним завданням сучасної біологічної науки.

У зв'язку із цим, нашим завданням було вивчити вплив синтетичних стимуляторів росту 1-нафтилоцтової кислоти, гіберелової кислоти та 6-бензиламінопурину на ріст, розвиток, продуктивність картоплі сорту Санте.

Методи досліджень. Польові дрібноділянкові досліди закладали на землях селянського фермерського господарства “Бержан П.Г.” с. Горбанівка Вінницького району Вінницької області у вегетаційний період 2021 р.

Рослини обробляли вранці за допомогою ранцевого оприскувача ОП-2 до повного змочування листків 0,005%-ми розчинами 1-нафтилоцтової кислоти (1-НОК), гіберелової кислоти (ГК₃) та 6-бензиламінопурину (6-БАП) у фазу бутонізації 18 червня 2021 р. Контрольні рослини обприскували водою. Площа ділянок 33 м², повторність п'ятикратна.

Морфологічні показники вивчали кожні 10 днів. Площу листків визначали ваговим методом. Також визначали листковий та хлорофільний індекси за загальноприйнятими методиками. Діаметр стебла вимірювали за допомогою штангенциркуля. Масу окремих органів зважували на лабораторних вагах. Визначення сумарного вмісту хлорофілів проводили у свіжому матеріалі фотоелектроколориметричним методом [11]. Урожайність визначали методом підрахунку та зважування.

В таблицях і на графіках наведені середні значення та їх стандартні похибки. Результати обробляли статистично за допомогою комп'ютерної програми Statistica 6.0. Застосовували однофакторний дисперсійний аналіз (відмінності між середніми значеннями обчислювали за Стьюдентом, їх вважали вірогідними за $P \leq 0,05$).

Результати та обговорення. За результатами проведених нами досліджень встановлено, що стимулятори росту 1-нафтилоцтова і гіберелова кислоти та 6-бензиламінопурин у концентраціях по 0,005% зумовлювали зміни у морфогенезі і продуктивності рослин картоплі сорту Санте після обробки їх у фазу бутонізації.

Стимулятори росту по-різному впливали на лінійні розміри рослин картоплі (рис. 1). На кінець досліджуваного періоду найвищими були рослини, оброблені гібереловою кислотою. Цей препарат збільшував висоту рослин на 14%. Після застосування 1-нафтилоцтової кислоти лінійні розміри рослин картоплі збільшувалися на 10%, а за дії 6-бензиламінопурину зменшувалися на 16%.

Основним донором асимілятів у рослині є листок. Тому важливо встановити вплив стимуляторів росту на листковий апарат. Результати наших досліджень свідчать, що препарати позитивно вплинули на кількісні показники листкового апарату рослин.

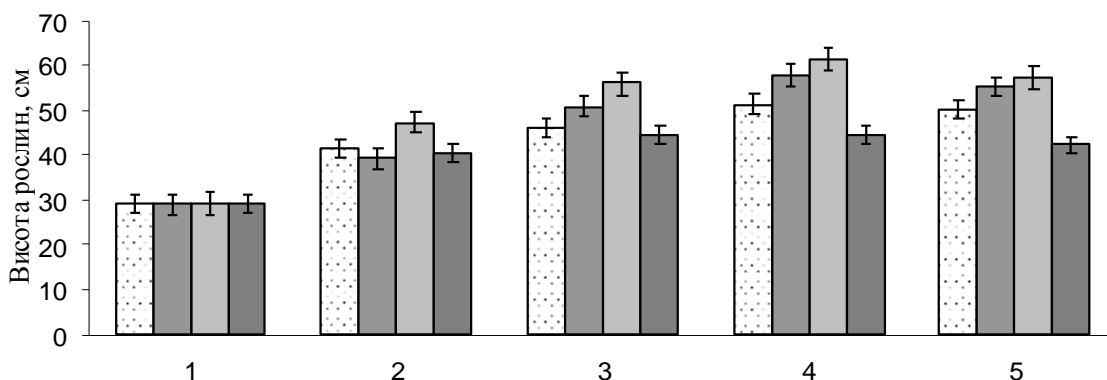


Рисунок 1. Вплив стимуляторів росту на висоту рослин картоплі сорту Санте. Обробку проводили у фазу бутонізації 18 червня 2021 р. 1 – дата обробки; 2 – 10-й день після обробки; 3 – 20-й день після обробки; 4 – 30-й день після обробки; 5 – 40-й день після обробки. – контроль, – 0,005 %-а 1-нафтилоцтова кислота, – 0,005 %-а гіберелова кислота, – 0,005 %-ий 6-бензиламінопурин.

Досліджено, що найбільша кількість листків спостерігалася після обробки 6-бензиламінопурином. За його впливу показник зростав на 33% (рис. 2). 1-нафтилоцтова та гіберелова кислоти збільшували кількість листків на 7 та 22% відповідно. Схожі результати було зафіксовано за дії цитокінінового препарату – трептолему на культурі льону олійного [20] та маку снотворного [21].

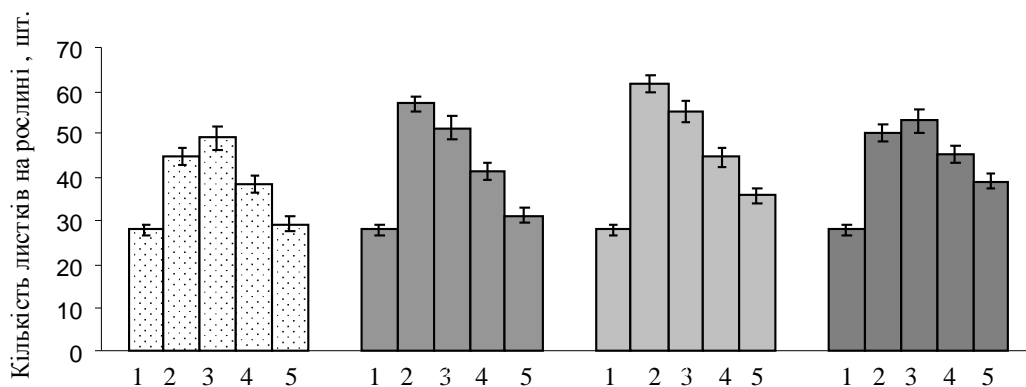


Рисунок 2. Вплив стимуляторів росту на кількість листків на рослині картоплі сорту Санте. Обробка у фазу бутонізації 18.06.2021 р. – контроль, – 0,005 %-а 1-нафтилоцтова кислота, – 0,005 %-а гіберелова кислота, – 0,005 %-ий 6-бензиламінопурин. 1 – дата обробки; 2 – 10-й день після обробки; 3 – 20-й день після обробки; 4 – 30-й день після обробки; 5 – 40-й день після обробки.

В цілому загальна кількість листових пластинок найбільшою була після обробки рослин картоплі гібереловою кислотою. Показник перевищував контрольний варіант на 17%. Після застосування 1-нафтилоцтової кислоти їх кількість на рослині збільшувалася лише на 3%, а за дії 6-бензиламінопурину – на 6% (рис. 3). Схожі результати нами зафіксовано на культурах томатів [29] та баклажанів [5].

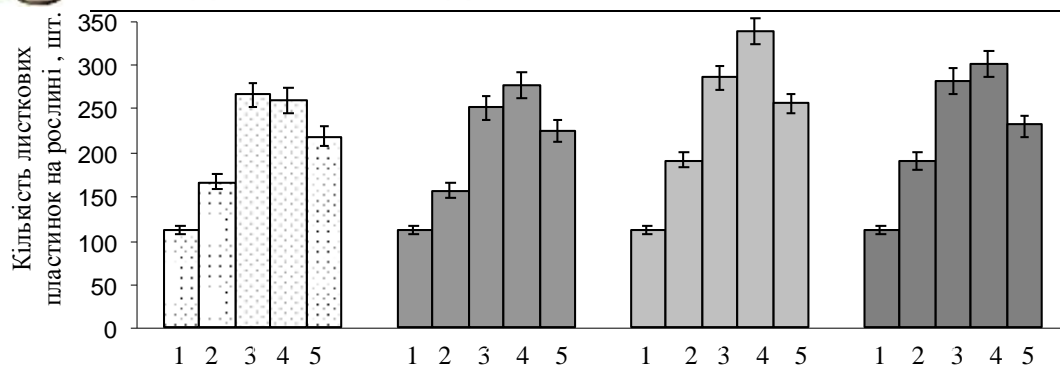


Рисунок 3. Вплив стимуляторів росту на кількість листкових пластинок на рослині картоплі сорту Санта. Обробка у фазу бутонізації 18.06. 2021 р.
 □ – контроль, ■ – 0,005%-а 1-нафтилоцтова кислота, ▨ – 0,005%-а гіберелова кислота, ▩ – 0,005%-й 6-бензиламінопурин. **1** – дата обробки; **2** – 10-й день після обробки; **3** – 20-й день після обробки; **4** – 30-й день після обробки; **5** – 40-й день після обробки.

Аналіз маси сирової речовини листків вказує на те, що усі стимулятори росту збільшували цей показник на кінець періоду досліджень (табл. 1). Найвищим він був після застосування 1-нафтилоцтової кислоти і перевищував контроль на 35%. Дещо меншою була маса сирової речовини листків після обробки 6-бензиламінопурином – 32%. На 21% зростала маса сирого листа за дії гіберелової кислоти. Збільшення маси листа встановлено також за обробки трептолемом у рослин льону олійного [20] та маку снотворного [21].

Таблиця 1

Вплив стимуляторів росту на морфологічні показники рослин картоплі сорту Санта (фаза початку формування плодів, n = 10, x ± SD)

Варіант / Показник	Контроль	1-НОК	ГК ₃	6-БАП
Маса сирової речовини стебел, г	73,59±3,32	88,15±4,04*	116,61±5,15*	100,42±4,98*
Маса сухої речовини стебел, г	11,29±0,48	14,13±0,67*	18,92±0,89*	15,63±0,71*
Маса сирової речовини коріння, г	29,53±1,33	30,83±1,48	32,88±1,55	33,96±1,62
Маса сухої речовини коріння, г	5,08±0,21	5,18±0,23	5,55±0,26	5,61±0,28
Маса сирової речовини листя, г	54,12±2,67	72,78±3,55*	65,27±3,03*	71,31±3,32*
Маса сухої речовини листя, г	9,17±0,44	12,19±0,51*	11,48±0,48*	11,94±0,45*
Маса сирової речовини бульб, г	198,62±8,08	230,43±11,23*	252,23±11,43*	257,07±12,02*
Маса сухої речовини бульб, г	32,71±1,58	38,25±1,88*	41,97±2,32*	43,32±2,11*

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

Схожою була і тенденція зростання маси сухої речовини листя. За обробки 1-нафтилоцтовою кислотою показник зростав на 33%, після застосування 6-



бензиламінопурином на 30% та на 25% за дії гіберелової кислоти (табл. 1). Аналогічні результати за обробки цими ж препаратами фіксувалися нами і раніше у гібриду томатів Бобкат в умовах вегетаційного досліду [29] та в умовах польових досліджень на культурах баклажанів [5] і картоплі [6].

Важливим показником, що впливає на біологічну продуктивність рослини є площа листя. Проаналізувавши площу листової поверхні на кінець дослідження нами встановлено, що у фазу початку формування плодів найбільшою була площа після обробки гібереловою кислотою. Під її впливом показник був вищим, ніж у контролі, на 41%. Після застосування 6-бензиламінопурину площа листків збільшувалася на 39%, а за обробки 1-нафтилоцтовою кислотою на 38% (рис. 4). Після застосування 6-бензиламінопурину площа листків збільшувалася на 6% [5].

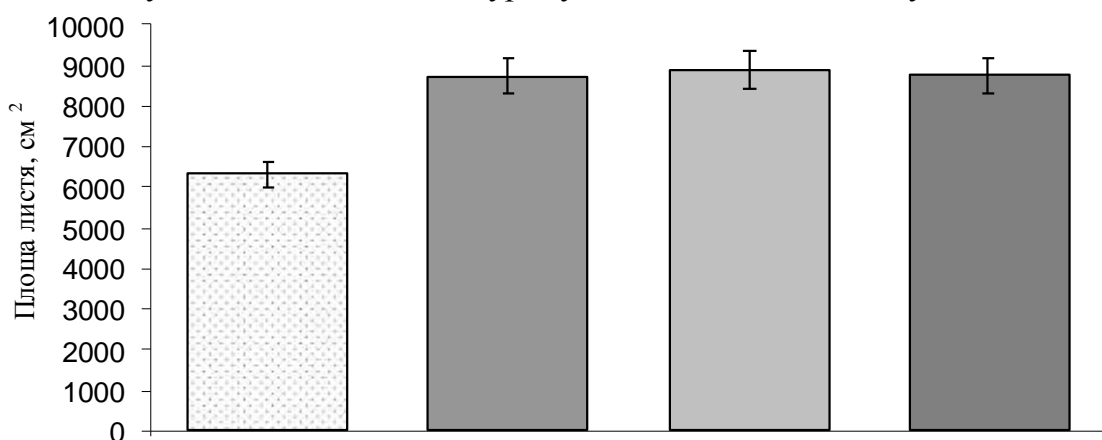


Рисунок 4. Вплив регуляторів росту на площу листя рослин картоплі сорту Санте. Обробку проводили у фазу бутонізації 18. 06. 2021 р. Фаза початку формування бульб на рослині. – контроль, – 0,005% -а 1-нафтилоцтова кислота, – 0,005% -а гібереллова кислота, – 0,005%-й 6-бензиламінопурин.

Стимулятори росту також підвищували такий важливий ценотичний показник насаджень як листовий індекс. Результати досліджень свідчать, що 1-нафтилоцтова і гібереллова кислоти та 6-бензиламінопурин підвищували його на 38, 41 та 39% відповідно (рис. 5).

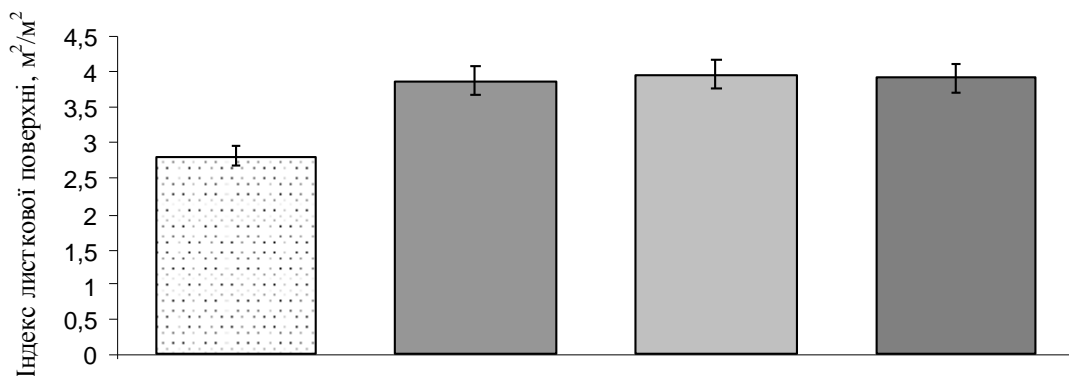


Рисунок 5. Вплив регуляторів росту на листовий індекс картоплі сорту Санте. Обробку проводили у фазу бутонізації 18. 06. 2021 р. Фаза початку формування бульб. – контроль, – 0,005% -а 1-нафтилоцтова кислота, – 0,005% -а гібереллова кислота, – 0,005%-й 6-бензиламінопурин.



З метою більш глибокого вивчення змін фотосинтетичного апарату картоплі за дії регуляторів росту нами проведено дослідження концентрації хлорофілів у листках дослідних рослин. Регулятори росту суттєво впливали на цей показник. Цитокініновий стимулятор росту найбільш суттєво збільшував суму хлорофілів у листках на кінець періоду досліджень (77%). Після застосування 1-нафтилоцтової кислоти показник зростав на 49%, а під впливом гіберелової кислоти практично не змінювався (рис. 6). Іншими авторами також встановлено зростання вмісту хлорофілу, зокрема, у листках квасолі за обробки емістимом С (суміш ауксинів, гіберелінів та цитокінінів) [32].

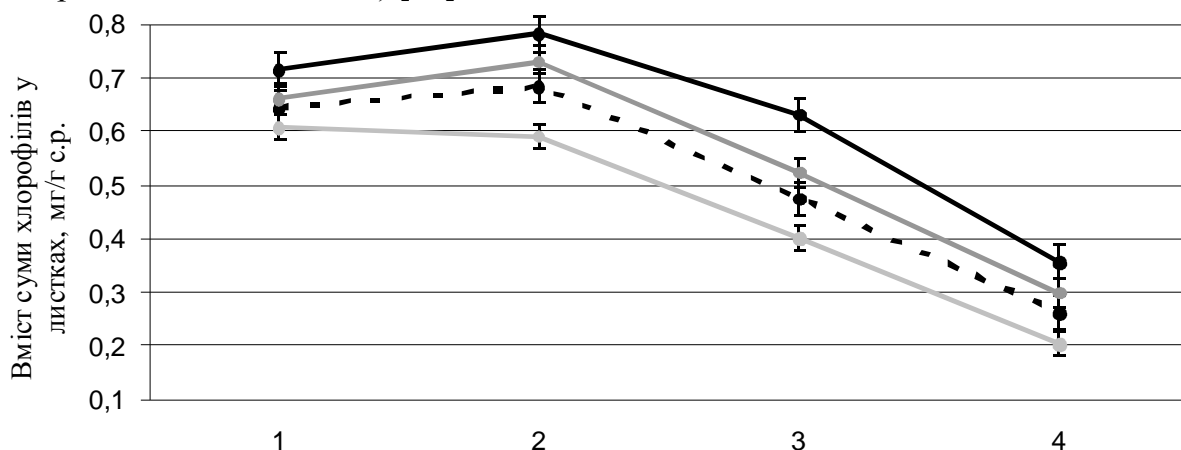


Рисунок 6. Вплив регуляторів росту на вміст суми хлорофілів ($a+b$) у листках рослин картоплі сорту Санте. Обробка у фазу бутонізації 18.06.2021 р.

1 – дата обробки; **2** – 10-й день після обробки; **3** – 20-й день після обробки; **4** – 30-й день після обробки; **5** – 40-й день після обробки.

..... – контроль, ———— – 0,005%-а 1-нафтилоцтова кислота, ———— – 0,005%-а гібереллова кислота, ———— – 0,005%-й 6-бензиламінопурин.

Ще одним ценотичним показником, який вказує на вміст хлорофілів на одиницю площі насаджень, є хлорофільний індекс. Результати наших досліджень свідчать, що максимальне значення цього показника спостерігалось за обробки синтетичним цитокініном 6-бензиламінопурином (54%). При застосуванні синтетичного ауксину – 1-нафтилоцтової кислоти він мав тенденцію до зниження (8%), а за дії гіберелової кислоти суттєво знижувався (32%) у порівнянні з контролем (рис. 7).

Зміни у структурі листкового апарату позитивно впливали на інші анатомо-морфологічні показники рослин. Нами встановлено, що усі стимулятори росту, збільшували масу сирої речовини стебел та коріння. Найбільш суттєво показники зростали після застосування гіберелової кислоти та 6-бензиламінопурину (див. табл. 1). За обробки синтетичними гібереліном та цитокініном маси сирої та сухої речовини коріння збільшувалася на 11% і 9% та 15% і 10% відповідно. При застосуванні 1-нафтилоцтової кислоти маса підземного осьового органу була близькою до контролю.

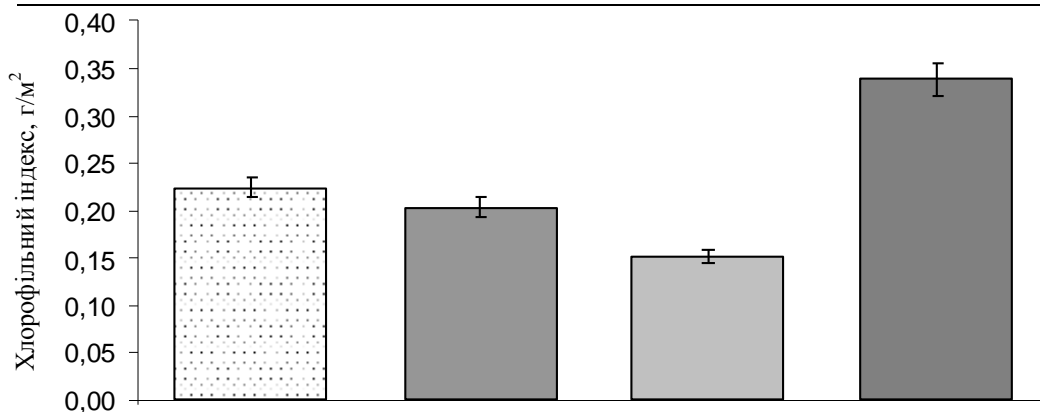


Рисунок 7. Вплив регуляторів росту на хлорофільний індекс насаджень картоплі сорту Санте. Обробку проводили у фазу бутонізації 18. 06. 2021 р. Фаза початку формування бульб. – контроль, – 0,005% -а 1-нафтилоцтова кислота, – 0,005% -а гіберелова кислота, – 0,005% -й 6-бензиламінопурин.

Аналіз мас сирої та сухої речовини стебла свідчить, що 1-нафтилоцтова і гіберелова кислоти та 6-бензиламінопурин збільшували її на 20 і 25%, 58 і 67% та 36 і 39% відповідно (див. табл. 1).

Нами встановлено, що у фазу формування плодів за дії 1-нафтилоцтової та гіберелової кислот діаметр стебла в середній частині достовірно не змінювався, однак при застосуванні 6-бензиламінопурину потовщувався до 9%. Діаметр кореневої шийки потовщували ауксиновий (20%) та цитокініновий (12%) стимулятори. За дії гіберелінового препарату діаметр кореневої шийки зменшувався на 22% (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив стимуляторів росту на діаметр стебла та кореневої шийки у рослин картоплі сорту Санте, см

Варіант	Діаметр стебла					Діаметр кореневої шийки				
	Дата	18.06	28.06	08.07	18.07	28.07	18.06	28.06	08.07	18.07
Контроль	0,64± 0,03	0,72± 0,03	0,77± 0,03	0,70± 0,03	0,65± 0,03	0,74± 0,03	0,97± 0,04	1,01± 0,05	0,87± 0,04	0,74± 0,03
1-НОК	0,64± 0,03	0,75± 0,03	0,80± 0,04	0,68± 0,03	0,67± 0,03	0,74± 0,03	1,01± 0,05	1,11± 0,05	1,04± 0,05*	0,81± 0,04
ГК ₃	0,64± 0,03	0,69± 0,03	0,73± 0,03	0,63± 0,03	0,64± 0,03	0,74± 0,03	0,83± 0,04	0,88± 0,04	0,68± 0,03*	0,73± 0,03
6-БАП	0,64± 0,03	0,77± 0,03	0,82± 0,04	0,71± 0,03	0,66± 0,03	0,74± 0,03	0,90± 0,04	0,99± 0,04	0,98± 0,04	0,77± 0,03

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

Важливим, з точки зору ефективності біологічної продуктивності дослідних рослин є вивчення динаміки накопичення сухої речовини рослинами. Усі три стимулятори росту суттєво збільшували масу сухої речовини цілої рослини (рис. 8). На кінець періоду досліджень найвищі показники спостерігалися після застосування гіберелової кислоти (46%). Після застосування 6-бензиламінопурину маса сухої речовини рослини збільшувалася на 32%, а за дії 1-нафтилоцтової кислоти – на 18%.

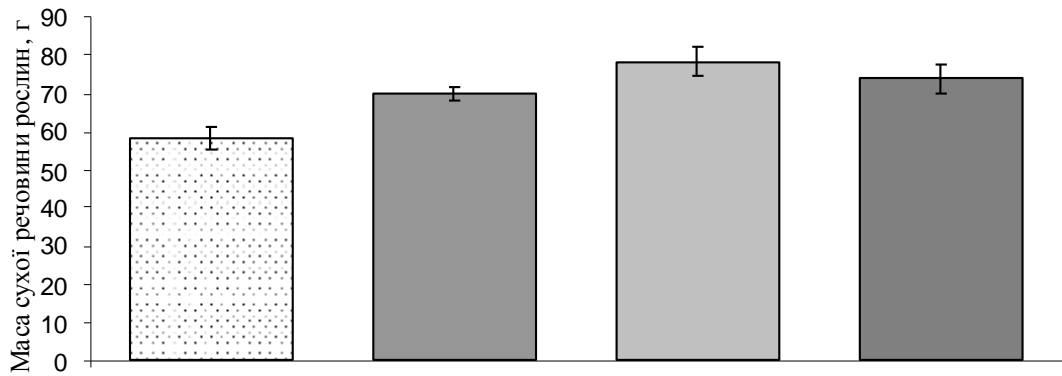


Рисунок 8. Вплив регуляторів росту на масу сухої речовини рослин картоплі сорту Санте. Обробку проводили у фазу бутонізації 18.06.2021 р. Фаза початку формування бульб. – контроль, – 0,005% -а 1-нафтилоцтова кислота, – 0,005% -а гіберелова кислота, – 0,005% -й 6-бензиламінопурин.

За результатами проведених нами досліджень встановлено, що зміни морфометричних та біохімічних показників рослин під впливом регуляторів росту обумовлювали позитивні зміни у продуктивності рослин картоплі.

Зокрема, встановлено, що стимулятори росту та розвитку збільшували кількість бульб у корчі картоплі. Найбільше цей показник зростав після застосування 6-бензиламінопурину (29%). За обробки гібереловою та 1-нафтилоцтовою кислотами кількість бульб зростала відповідно на 14% і 18% (рис. 9).

Стимулятори росту також збільшували масу сирі та сухої речовини бульб. Найбільш ефективним було застосування 6-бензиламінопурину (29 та 32%). Після застосування гіберелової кислоти показники зростали на 27 та 28%. За дії 1-нафтилоцтової кислоти маса сирі та сухої речовини бульб зростала відповідно на 16 та 17% (табл. 1).

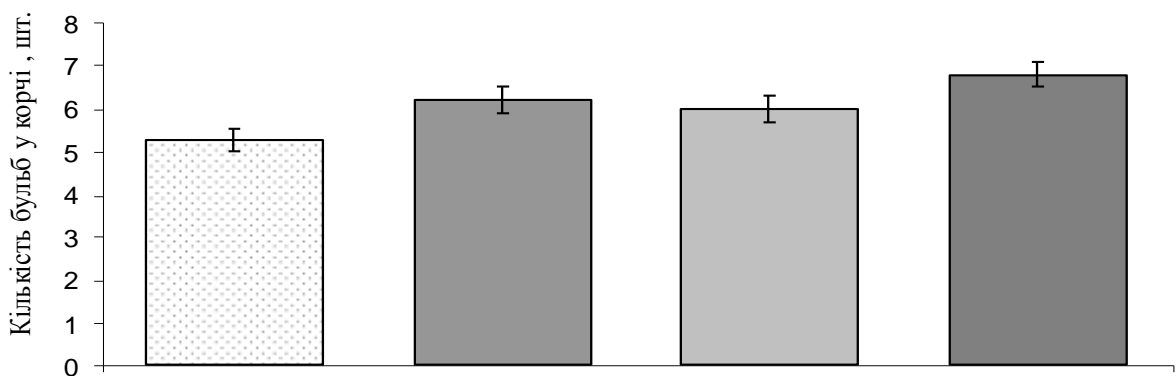


Рисунок 9. Вплив стимуляторів росту на кількість бульб у рослині картоплі сорту Санте. Обробка у фазу бутонізації 18.06.2021 р. – контроль, – 0,005% -а 1-нафтилоцтова кислота, – 0,005% -а гіберелова кислота, – 0,005% -й 6-бензиламінопурин. **1** – дата обробки; **2** – 10-й день після обробки; **3** – 20-й день після обробки; **4** – 30-й день після обробки; **5** – 40-й день після обробки.

Встановлено, що застосування усіх трьох синтетичних аналогів



стимулюючих фітогормонів зумовлювало зростання урожайності у вегетаційний період 2021 року. Найефективнішим виявилось застосування 6-бензиламінопурина. Під його впливом середня маса бульби збільшувалася на 9%, кількість бульб в одному корчі зростала на 18%, а їх маса у корчі – на 28%. Це зумовлювало збільшення урожайності бульб із площі на 29%. Після обробки гібереловою кислотою кількість бульб у одному корчі зростала на 19%, а середня маса бульб практично не змінювалася. При цьому середня урожайність бульб з одного корча зростала на 20%. Це зумовлювало збільшення урожайності бульб із площі на 21%. За дії 1-нафтилоцтової кислоти кількість бульб у одному корчі практично не змінювалася, а середня маса бульби зростала на 15%. При цьому середня урожайність бульб з одного корча зростала на 16%. Це зумовлювало збільшення урожайності бульб із площі на 19% (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив стимуляторів росту на елементи продуктивності картоплі сорту Санте

Варіант досліду	Кількість бульб з корча, шт.	Середня маса бульби, г	Середній урожай бульб з корча, г	Середній урожай з ділянки, кг	Приріст урожаю, %	Урожайність, ц/га
Контроль	7,68 ±0,36	84,82 ±4,12	651,56 ±32,32	76,31 ±3,63	-	254,34
1-НОК	7,78 ±0,39	97,23 ±4,47	756,05 ±35,79	*90,91 ±4,37	19,13	303,03
ГК ₃	*9,15 ±0,44	85,24 ±4,18	*779,55 ±37,74	*91,98 ±4,57	20,54	306,57
6-БАП	*9,05 ±0,41	92,15 ±4,32	*833,98 ±39,97	*98,89 ±4,42	29,59	329,61

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

Оптимізація продуктивності зафіксована іншими дослідниками на культурах льону олійного [20] та маку снотворного [21] після застосування трептолему.

Таким чином, найефективнішим для покращення продуктивності культури картоплі було застосування 6-бензиламінопурина. Використання гіберелової та 1-нафтилоцтової кислот було менш ефективним. Разом з тим, усі стимулятори росту достовірно підвищували продуктивність культури у порівнянні з контролем.

Висновки. Синтетичні стимулятори росту та розвитку рослин 1-нафтилоцтова кислота, гіберелова кислота, 6-бензиламінопурин зумовлювали зміни у морфогенезі і продуктивності рослин картоплі сорту Санте. За дії 1-нафтилоцтової та гіберелової кислот дослідні рослини були вищими, ніж контрольні. Гіберелова кислота та 6-бензиламінопурин збільшували кількість листків та кількість листкових пластинок на рослині. За впливу всіх препаратів збільшувалися маси сирової та сухої речовини листків, стебел та маса сухої речовини цілої рослини, площа листкової поверхні та листковий індекс насаджень. Ауксиновий та цитокініновий регулятори росту підвищували вміст хлорофілів у листі, а хлорофільний індекс зростав лише після обробки 6-бензиламінопурином. 1-нафтилоцтова кислота, гіберелова кислота та 6-бензиламінопурин підвищували загальну урожайність бульб з дослідних ділянок, відповідно, на 19, 21 та 30%.



Література

1. Коробова, А. В., Высоцкая, Л. Б., Васинская, А. Н., Кулуев, Б. Р., Веселов, С. Ю., & Кудоярова, Г. Р. (2016). Связь накопления биомассы корней с содержанием и метаболизмом цитокининов у нечувствительных к этилену растений. *Физиология растений*, 63(5), 636-643.
2. Кур'ята, В. Г., Попроцька, І. В., & Рогач, Т. І. (2017). Вплив стимуляторів росту та ретардантів на утилізацію резервної олії проростками соняшнику. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8(3), 317-322.
3. Мельник, А. В., Куцегуб, Г. О., Жердецька, С. В., & Шахід, А. (2015). Вплив регуляторів росту на продуктивність гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*, 9(30), 173-175.
4. Панасюга, А. П., Саскевич, П. А., & Кажарский, В. Р. (2017). Влияние морфорегуляторов на продуктивность горчицы белой. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*, 1, 33-37.
5. Рогач, В. В. (2017). Вплив стимуляторів росту на фотосинтетичний апарат, морфогенез і продукційний процес баклажана (*Solanum melongena*). *Biosystems Diversity*, 25(4), 297-304.
6. Рогач, В. В., & Рогач, Т. І. (2015). Вплив синтетичних стимуляторів росту на морфологічні характеристики та біологічну продуктивність культури картоплі. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія*, 23 (2), 221-224.
7. Рогач, В. В., Кірізій, Д. А., Стасик, О. О., & Рогач, Т. І. (2020). Морфогенез, фотосинтез і продуктивність баклажанів за впливу регуляторів росту з різними механізмами дії. *Фізіологія рослин і генетика*, 2 (52), 152-168.
8. Abeuova, L.S., Kali, B.R., Rakhimzhanova, A.O., Bekkuzhina, S.S., & Manabayeva, S.A. (2020). High frequency direct shoot regeneration from Kazakh commercial potato cultivars. *PeerJ* 8:e9447. <https://doi.org/10.7717/peerj.9447>
9. Akter, N., Rafiqul Islam, M., Abdul Karim, M., & Hossain, T. (2014). Alleviation of drought stress in maize by exogenous application of gibberellic acid and cytokinin. *J. Crop Sci. Biotechnol.*, 17, 41-48. <https://doi.org/10.1007/s12892-013-0117-3>
10. Alexopoulos, A. A., Akoumianakis, K. A., & Passam, H. C. (2006). Effect of plant growth regulators on the tuberisation and physiological age of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers grown from true potato seed. *Canadian Journal of Plant Science*, 86(4), 1217-1225. <https://doi.org/10.4141/P05-227>
11. AOAC (2010). Official Methods of Analysis of Association of Analytical Chemist International 18th ed. Rev. 3. 2010. Asso of Analytical Chemist. Gaithersburg, Maryland, USA.
12. Bodlaender, K. B. A., & Van de Waart, M. (1989). Influence of gibberellic acid (GA₃) applied to the crop on growth, yield and tuber size distribution of seed potatoes. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 37, 185-196.
13. Boiago, N. P., Coelho, S. R. M., Paz, C. H. de O., & Christ, D. (2020). Chemical change during storage of crambe cultivated with application of plant growth regulators. *Bioscience Journal*, 36(1), 87-101.
14. Campos, M. F., Backes, C., Roters, J., Ono, E. O., & Rodrigues, J. D. (2010). Influence of growth retardants on the development of *Gladiolus communis* L. plants. *Biotemas*, 23(3), 31-36.
15. Chaudhary, B., Sharma, M., Shakya, S., & Gautam, D. (2006). Effect of Plant Growth Regulators on Growth, Yield and Quality of Chilli at Rampur, Chitwan. *Journal of the Institute of Agriculture and Animal Science*, 27, 65-68.
16. Dayan, J., Voronin, N., Gong, F., Sun, T., Hedden, P., Fromm, H., & Alonia, R. (2012). Leaf-Induced Gibberellin Signaling Is Essential for Internode Elongation, Cambial Activity, and Fiber Differentiation in Tobacco Stems. *The Plant Cell*, 24, 66-79.
17. Di Benedetto, A., Galmarini, C., & Tognetti, J. (2015). Effects of combined or single exogenous auxin and/or cytokinin applications on growth and leaf area development in *Epipremnum aureum*. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 90(6), 643-654.
18. García-García, J. A., Azofeifa-Bolaños, J. B., Solano-Campos, F., & Orozco-Rodríguez, R. (2019). Effect of two cytokinins and a growth inhibitor on the in vitro tuberization of two genotypes of *Solanum tuberosum* L. cvs. Atlantic and Alpha. *Uniciencia*, 33(2), 1-12.
19. Khalid, S., Malik, A. U., Khan, A. S., Razzaq, K., & Naseer, M. (2016). Plant growth regulators application time influences fruit quality and storage potential of young kinnow mandarin trees. *International Journal of Agriculture and Biology*, 18(3). DOI: 10.17957/IJAB/15.0136
20. Khodanitska, O. O., Kuryata, V. G., Shevchuk, O. A., Tkachuk, O. O., & Poprotska, I. V. (2019). Effect of treptolem on morphogenesis and productivity of linseed plants. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(2), 119-126.
21. Kuryata, V. G., Polyvanyi, S. V., Shevchuk, O. A., & Tkachuk, O. O. (2019). Morphogenesis and the effectiveness of the production process of oil poppy under the complex action of retardant chlormequat chloride and growth stimulant treptolem. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(1), 127-134.
22. Maboko, M. M., & Du Plooy, C. P. (2015). Effect of Plant Growth Regulators on Growth, Yield, and Quality of Sweet Pepper Plants Grown Hydroponically. *HortScience*, 50(3), 383-386.



23. Nielsen, T. H., & Ulvskov, P. (1992). Cytokinins and leaf development in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Planta*, 188(1), 78-84.
24. Ouzounidou, G., Ilias, I., Giannakoula, A., & Papadopoulou, P. (2010). Comparative study on the effects of various plant growth regulators on growth, quality and physiology of *Capsicum annuum* L. *Pak. J. Bot.*, 42(2), 805-814.
25. Patel, J. B., & Vaja, A. D. (2016). Effect of plant growth regulators on plant growth, yield and its components in brinjal: a review. *AGRES – An International e-Journal*, 5(1), 1-12.
26. Patil, Y. K., Thakur, V. V., Choudhari, N. B., Zote, R. K., & Lagad, V. S. (2018). Influence of plant growth regulators on seed germination and regeneration of shoots and roots in Chili (*Capsicum annuum* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(2), 242-248.
27. Poprotska, I. V., & Kuryata, V. G. (2017). 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*, 8(1), 71-76.
28. Rademacher, W. (2018). Chemical regulators of gibberellin status and their application in plant production. *Annual Plant Reviews online*, 359-403.
29. Rohach, V. V., Kiriziy, D. A., Stasik, O. O., Mickevicius, S., & Rohach, T. I. (2020). The effect of growth promoters and retardants on the morphogenesis, photosynthesis and productivity of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Fiziol. rast. genet.*, 52 (4), 279-294.
30. Sahu, G., Aslam, T., Das, S. P., Maity, T. K., & Gupta, N. K. (2017). A study on pre-flowering foliar spray of plant growth regulator on growth and yield parameters in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) under protected condition. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(7), 3998-4007.
31. Sharma, M. D. (2006). Effect of plant growth regulators on growth and yield of brinjal at Khajura, Banke. *Journal of the Institute of Agriculture and Animal Science*, 27, 153-156.
32. Shevchuk, O. A., Kravets, O. O., Shevchuk, V. V., Khodanitska, O. O., Tkachuk, O. O., Golunova, L. A., Polyvanyi, S. V., Knyazyuk, O. V., & Zavalnyuk, O. L. (2020). Features of leaf mesostructure organization under plant growth regulators treatment on broad bean plants. *Modern Phytomorphology*, 14, 104-106.
33. Singh, S., & Prasad, S. M. (2014). Growth, photosynthesis and oxidative responses of *Solanum melongena* L. seedlings to cadmium stress: mechanism of toxicity amelioration by kinetin. *Scientia Horticulturae*, 176, 1-10.
34. Tomar, S., Rajiv, Singh, D. P., & Kumari, M. (2020). Effect of GA₃ and NAA on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) – a review. *Plant Archives*, 20, Special Issue (AIAAS-2020), 71-72.