



УДК 581.143 : 631.8

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ РОСЛИН БУРЯКА ЗА ДІЇ СТИМУЛЯТОРІВ РОЗВИТКУ

Ходаніцька О.О., к.с.-г.н., доцент

Orcid: 0000-0001-5887-1755

E-mail: olena.khodanitska@gmail.com

Вивчали вплив стимуляторів розвитку Бетастимуліну та Регопланту на процеси проростання, розвиток листкового апарату та врожайність рослин столового буряка. Було встановлено, що за використання препаратів збільшувалися енергія проростання та лабораторна схожість, формувалися проростки з краще розвиненими пагонами та коренями. Внесення регуляторів росту сприяло формуванню більшої кількості листків у прикореневій розетці порівняно з контролем. Врожайність коренеплодів під впливом стимуляторів росту також збільшувалася.

Ключові слова: буряк (*Beta vulgaris* L), стимулятори розвитку росту рослин, морфогенез, врожайність, проростання.

The influence of stimulators Betastimulin and Regoplant on germination processes, leaf apparatus development and yield of table beet plants was studied. It was found that the use of drugs increased germination energy and laboratory germination, seedlings with better developed shoots and roots were formed. The use of growth regulators contributed to the formation of more leaves in the basal rosette compared to the control. Root yields under the influence of growth stimulants also increased.

Key words: beet (*Beta vulgaris* L), plant growth stimulators, morphogenesis, yield, germination.

Вступ. На території України буряк є традиційною сільськогосподарською культурою вже достатньо тривалий час. Цукровий, кормовий і столовий буряк вирощують як в промислових масштабах, так і для особистих потреб на приватних ділянках [28].

Коренеплоди буряка використовуються в приготуванні перших страв, салатів, рагу, для надання кольору [1]. Столовий буряк містить значну кількість моно- та дисахаридів, пектин та харчові волокна, важливі амінокислоти, наприклад, незамінні – фенілаланін, валін, лейцин, треонін та інші [6, 15].

Яскраве червоне забарвлення коренеплодів виникає за рахунок бетаніну та беталаїну. Особливістю харчової цінності коренеплодів столового буряка є те, що термічна обробка не зменшує користі від даного продукту. Крім того, буряк є галофітом і може рости на ґрунтах з підвищеним вмістом солей [13].

Молоді листки столового буряка також використовують як продукт харчування. Вони є важливим джерелом органічних кислот та їх похідних, серед яких переважають оксалат, малат, цитрат, лактат тощо, клітковини, а також мінеральних сполук, зокрема, азоту, калію, натрію, магнію, фосфору. Серед зеленої маси інших видів буряка саме в зеленій масі столового буряка міститься найбільша кількість бетаїну. Також столовий буряк є доступним джерелом вітамінів: аскорбінової кислоти, флавоноїдів, пантотенової кислоти, тіаміну [24].



З огляду на значення та доступність буряка для населення цілорічно вирощування культури є необхідною частиною сучасного рослинництва. Продуктивність столового буряка насамперед визначається технологічною схемою вирощування та якістю поля, вибором сорту, доступністю мінерального живлення [5]. Так, цілком очевидно, що біологічна і господарська врожайність залежить від якості насінневого матеріалу, хімічного складу і обробітку ґрунту, водного режиму, можливості внесення мінеральних добрив та препаратів захисту від хвороб і шкідників [7, 20, 30]. Однак застосування високо інтенсивних технологій, сучасної сільськогосподарської техніки, внесення високих доз мінеральних добрив вимагає значних затрат матеріальних ресурсів.

Одним із потенційних прийомів покращення продуктивності посівів сільськогосподарських культур є застосування рістрегулюючих сполук, що ґрунтується на використанні стимулюючого ефекту окремих фітогормонів, їх напівсинтетичних аналогів або змін загального балансу фізіологічно активних сполук у рослині [4, 12]. Існує ряд агрохімічних препаратів, які є перспективними і в буряківництві [10, 15].

Фітогормони та модифікатори їх впливу координують усі процеси в організмі рослини, виявляють активність при дуже низьких концентраціях [26, 31].

Хімічний склад та структура молекули діючої речовини регуляторів росту рослин відрізняються, однак реалізація їх дії зазвичай виявляється подібною [9, 21, 32]. Морфо регулятори впливають на перебіг онтогенезу рослини, скорочують окремі етапи розвитку, прискорюють поділ клітин, транспорт, активують процеси клітинного дихання та реакції пластичного обміну [2, 17, 27]. Подібні препарати посилюють адаптивні механізми рослини, підвищують стійкість до умов середовища та біотичних стресів, активують розвиток листкового апарату та кореневої системи [8, 19, 25].

Необхідно пам'ятати, що незважаючи на позитивний ефект внесення регуляторів росту на ефективність вирощування, лише обробка рослин буряка препаратами агрохімії не може замінити дотримання інших необхідних умов розвитку рослини [33].

Аналіз літературних джерел свідчить, що включення однієї або кількох обробок насіння чи посівів буряка регуляторами росту дає можливість більш повніше реалізувати сортовий потенціал в межах норми реакції та модифікаційної мінливості рослини, впливає на розвиток вегетативних органів та габітус загалом, посилює процеси накопичення пластичних сполук у органах накопичення [14, 18, 23]. При вивченні питань покращення продуктивності за дії фітоморфорегуляторів у буряківництві увага дослідників зосереджена більшою мірою на технологіях виробництва цукрового буряку, проте напрям використання стимуляторів розвитку та композиційних препаратів при вирощуванні столового буряку потребують подальших досліджень.

У зв'язку з цим метою нашої роботи було дослідження особливостей росту і



розвитку рослин столового буряка під впливом регулятора росту з фітогормональною активністю.

Матеріали і методи досліджень. Насіння буряка пророщували у скляних посудинах (по 50 насінин в кожній). Дослідження проводили на насінні та рослинах столового буряка середньостиглого сорту Бордо, тривалість вегетації якого складає близько 100-110 днів. Сорт стійкий до грибних хвороб, характеризується доброю лежкістю.

Для замочування насіння використовували воду у контролі, у дослідних зразках розчини регуляторів росту у концентраціях, рекомендованих виробником: Бетастимулін (2,5 мл/л), Регоплант (2,5 мл/л). Бетастимулін містить продукти-метаболіти мікроміцетних грибів, в тому числі композицію фітогормонів, і диметилпіридин-оксид в комплексі з оксалатом. До складу Регопланту входять продукти секреції мікроміцетів з фітогормональною активністю, мікроелементи, похідні нафтилоцтової кислоти. Препарати рекомендовані для застосування на цукрових і столових буряках. Повторюваність досліджень – трикратна.

Спостереження та облік пророслих насінин здійснювали щоденно. Енергію проростання та схожість визначали як кількість насінин, що проросли (або проклюнулися), до загального числа насінин у посудині на 4 та 10 добу відповідно. На 5-6 добу досліджень здійснювали вимірювання розмірів проростків буряка – лінійні розміри пагона та кореня.

В мікропольових дослідженнях рослини столового буряка вирощувалися за загальноприйнятими схемами та технологічними картами. Під час вегетації рослини оприскували водним розчином регуляторів росту у фазу 2 пари листків з наступним внесенням у фазу змикання рядів.

Результати аналізували статистично. У графічних матеріалах представлені середньоарифметичні значення.

Результати досліджень та їх обговорення. Передпосівна обробка та позакоренеve внесення регуляторів росту дозволяє покращити схожість насіння та посилити ріст рослин, а посилений розвиток пагона і листкового апарату дозволяє інтенсифікувати процеси фотосинтезу, що підвищує врожайність сільськогосподарських культур [22, 29].

Результати наших досліджень свідчать, що застосування розчинів стимуляторів росту сприяло більш активному проростанню насіння (табл. 1). Обробка насіння препаратами провокувала збільшення активності процесів виходу насінини з стану спокою та початкових фаз проростання. Прискорене набубнявіння насінини під впливом препаратів призводило до запуску фізіологічних механізмів утворення і ендогенних активних речовин та росту кореня і пагона. Так, вже в перші дні дослідження у варіантах з Бетастимуліном та Регоплантом відмічалася більша кількість пророслих насінин порівняно з контролем.

Нами встановлено, що найбільше підвищення числа насінин, які проросли чи проклюнулися, відбувалося на 3-5 добу від початку спостереження. Під час цього



проміжку число проростків у контролі збільшилося на 24, при застосуванні Бетастимуліну – на 27, за дії регопланту – на 26 проростків.

Таблиця 1

Вплив стимуляторів розвитку на проростання насіння буряка столового (в лабораторних умовах)

Варіант	Доба проростання									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Кількість пророслих насінин, шт.									
Контроль	0± 0,3	1± 0,2	7± 0,2	20± 1,2	31± 1,3	36± 1,5	40± 1,8	42± 1,6	42± 1,7	43± 1,7
Бетастимулін	0± 0,2	3± 0,4	11± 0,4	*29± 1,4	*38± 1,4	42± 1,5	45± 1,9	46± 2,0	47± 1,9	47± 2,0
Регоплант	1± 0,5	4± 0,4	*15± 0,4	*34± 1,5	*41± 1,8	*43± 1,6	46± 1,8	47± 2,0	48± 2,0	48± 2,0

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

Висока енергія проростання свідчить про високі посівні якості насіння, адже саме формування дружніх одночасних сходів дозволяє посівам вирівнюватися по етапах розвитку, що полегшує догляд за ними [3, 16]. Відповідно результатів наших досліджень застосування стимуляторів росту призводило до достовірного збільшення енергії проростання у обох варіантах (рис. 1.)

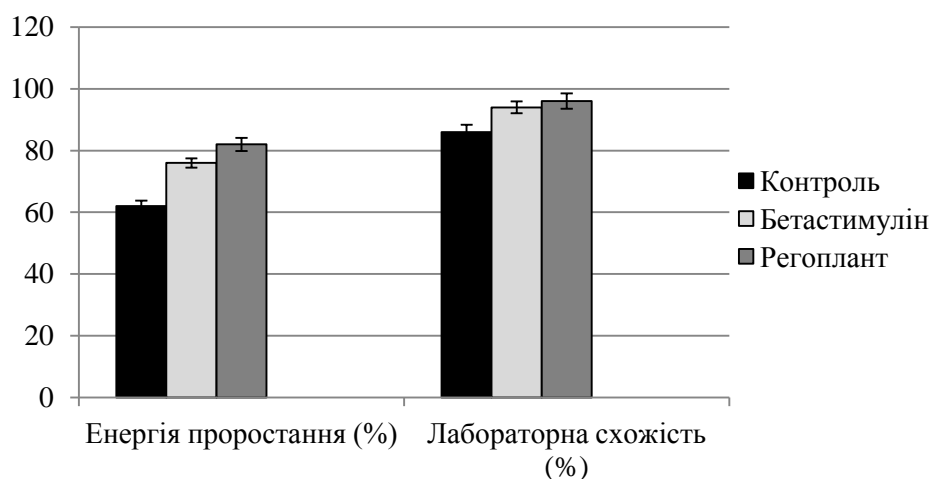


Рисунок 1. Енергія проростання та схожість насіння буряка столового за дії стимуляторів розвитку.

Показники лабораторної та польової схожості насіння не лише буряка, але й інших культур знаходяться в тісній залежності від умов формування й зберігання насінини чи плодів, умов проростання, а також біологічної зрілості насінини [18].

Наявність біологічно активних речовин цитокінінової та ауксинової природи у складі застосованих регуляторів росту має позитивний вплив на показники лабораторної схожості насіння буряка. Зокрема, при використанні Бетастимуліну схожість насіння була на 8% більшою порівняно з контрольним варіантом. Максимальні показники відмічалися у зразках із застосуванням Регопланту, де схожість насіння буряка перевищувала контроль на 10%.



Відомо, що посилення ростових процесів під впливом фітогормонів-стимуляторів впливає на формування рослин, їх габітус та сприяє кращому розвитку кореневої системи [30]. За дії Бетастимуліну лінійні розміри пагона збільшувалися на 5 мм, довжина кореня – на 3 мм порівняно з контрольними проростками (рис. 2.). Найкрупніші проростки відмічалися при застосуванні Регопланту, де довжина надземної та підземної частини рослин була більшою на 7 мм, ніж в контролі.

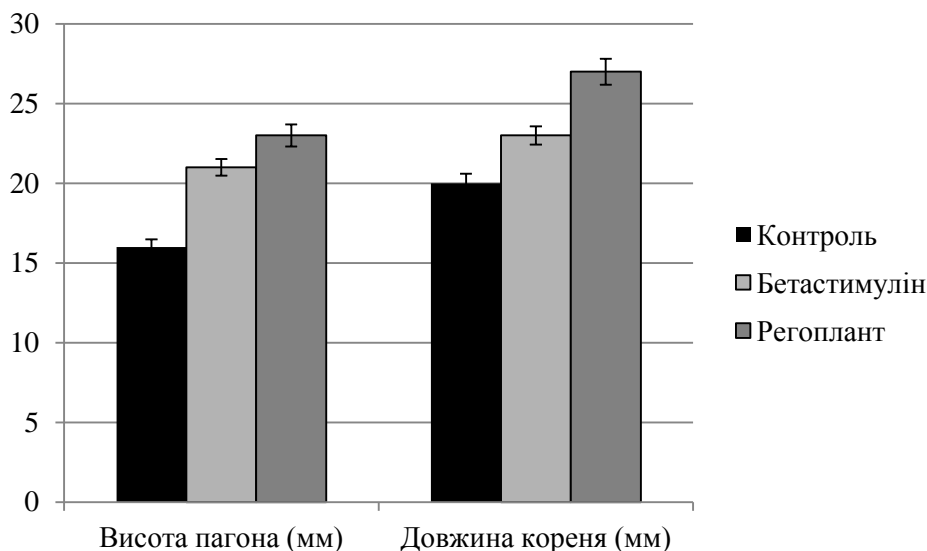


Рисунок 2. Морфометричні показники проростків буряка столового за дії стимуляторів розвитку.

Зміни у формуванні вегетативних органів під впливом препаратів відмічалися нами і в умовах відкритого ґрунту. Зокрема, позакореневе внесення морфорегуляторів покращувало розвиток листкового апарату (рис. 3.).

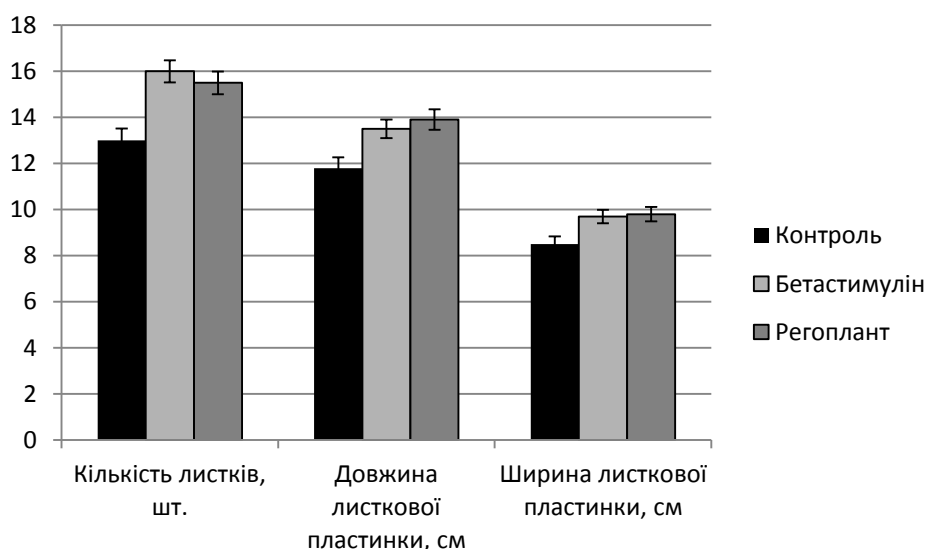


Рисунок 3. Вплив стимуляторів розвитку на формування листків буряка столового.

При обробці рослин буряка Регоплантом кількість листків прикореневої розетки збільшувалася на 19% відносно контролю. За дії бетастимуліну число



листіків було на 23% більшим, ніж в контрольних рослин.

Стимулююча дія фітогормонів реалізувалася і в формотворчих процесах листків, площа яких безпосередньо визначає активність фотосинтетичних реакцій, продуктивність фотосинтезу та можливість створення активного резерву пластичних сполук для утворення коренеплодів. За обробки рослин буряка Бетастимуліном поздовжні і поперечні розміри листків збільшувалися майже на 14% щодо контролю. Максимальні розміри листових пластинок відмічалися у варіанті із застосуванням Регопланту, де довжина була на 17% більшою, ніж у контролі, а ширина – на 15% відповідно.

При характеристиці ростових процесів важливим є також час настання фаз розвитку культури. Нами встановлено, що застосування рістрегулюючих препаратів прискорювали розвиток рослин столового буряка (табл. 2). Наприклад, фаза появи масових сходів на ділянках оброблених Бетастимуліном і Регоплантом наступала на 2 дні раніше, ніж в рослин, обприсканих водою. Тобто тенденція прискорення проростання насіння відмічалася не лише в лабораторних умовах, але і в умовах відкритого посіву.

Таблиця 2

Вплив стимуляторів розвитку на настання фенологічних фаз рослин буряка

Варіант	Дати настання фенологічних фаз розвитку рослин буряка			
	Поява масових сходів	Утворення II пари листків	Змикання рядків	Технічна стиглість
Контроль	08.05.	01.06.	09.06.	3.09.
Бетастимулін	06.05.	29.05.	05.06.	29.08.
Регоплант	06.05.	28.05.	04.06.	26.08.

Примітка: сівбу проводили 17 квітня.

За результатами наших досліджень використання препаратів призводило до більш раннього настання технічної стиглості коренеплодів столового буряка: під впливом Бетастимуліну – на 5 днів, за дії Регопланту – на 8 днів раніше відносно контролю.

Як правило, господарську врожайність буряків встановлюють за продуктивністю коренеплодів, проте зелена маса також має важливе значення, оскільки її використовують в якості добавки в корм для худоби і птиці.

За результатами наших досліджень застосування стимуляторів розвитку сприяло збільшенню врожайності коренеплодів буряка. У контролі врожайність в перерахунку на один гектар становила 48,2 т/га. При внесенні Бетастимуліну даний показник дорівнював 50,6 т/га, тобто на 2,4 т/га (5%) більше порівняно з контролем. Під впливом Регопланту врожайність столового буряка становила 51 т/га, тобто приріст відносно контролю 2,8 т/га (6%).

Висновки. Таким чином, застосування комплексних стимуляторів розвитку з фітогормональною активністю Бетастимуліну і Регопланту впливає на ростові процеси рослин столового буряка. Обробка насіння препаратами призводила до збільшення енергії проростання та лабораторної схожості. При цьому формувалися



проростки з більшими лінійними розмірами пагона та кореня. В польових умовах при позакореневому двократному внесенні Бетастимуліну і Регопланту відмічалось швидше настання фенологічних фаз розвитку культури, утворювалася більша кількість листків на рослині. Врожайність коренеплодів під впливом стимуляторів росту також збільшувалася. Найбільш ефективним виявилось застосування Регопланту.

Література

1. Бобось, І. М., & Ободовський, М. В. (2015). Вплив регуляторів росту рослин на врожайність коренеплодів сортів буряку столового Бордо харківський та Актіон. *Plant varieties studying and protection*, (1-2 (26-27)), 87-90.
2. Бутенко, А. О., & Собко, М. Г. (2013). Вплив регуляторів росту на насінневу продуктивність люцерни посівної. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*, (11), 138-142.
3. Вишневецька, О. В., & Маркіна, О. В. (2013). Стимулювання проростання насіння пелюшки біопрепаратами вітчизняного виробництва. *Сільськогосподарська мікробіологія*, (17), 39-47.
4. Грицаєнко, З.М., Пономаренко, С.П., Карпенко, В.П., & Леонтюк, І. Б. (2008). Біологічно активні речовини в рослинництві. *НІЧЛАВА*. 2008. 352 с
5. Демидась, Г. І., & Бурко, Л. М. (2010). Продуктивність буряків кормових залежно від удобрення в Правобережному Лісостепу. *Збірник наукових праць Національного наукового центру Інститут землеробства НААН*, (4), 183-186.
6. Духін, Є. О. (2012). Зміна лабораторної та польової схожості насіння буряка столового сорту Дій залежно від інкрустації. *Вісник ХНАУ. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво*, (2), 186-189.
7. Свстафієва, К. С. (2017). Проростання насіння озимої пшениці за умов засолення та застосування біопрепарату Стімпо. *Агробіологія*, (2), 59-65.
8. Єременко, О. А. (2016). Вплив обробки рослин соняшнику регуляторами росту на посівні якості насіння при його зберіганні. *Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету*, (2 (1)), 126-135.
9. Костюк, Б. (2016). Вплив допосівної обробки насіння регуляторами росту на стійкість ярого ячменю до грибних хвороб в умовах Західного Лісостепу. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія: Агрономія*, (20), 136-140.
10. Кулик, Г. А., Резніченко, В. П., Трикіна, Н. М., & Малаховська, В. О. (2020). Ефективність застосування регуляторів росту при вирощуванні цукрових буряків у Центральній Україні. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, (2), 43-49.
11. Мананков, М. К., Мусиєнко, Н. Н., & Мананкова, О. П. (2002). Регуляторы роста растений и практика их применения. *Симферополь, Юг-Бумага*.—2003.—174 с.
12. Михальська, О. М., Бельдій, Н. М., & Дем'янюк, О. С. (2013). Агроєкологічна оцінка застосування регуляторів росту рослин для вирощування овочевих культур. *Агроєкологічний журнал*, (2), 71-74.
13. Музика, Л. П., & Несін, І. В. (2014). Ефективність вирощування буряка столового при використанні регуляторів росту і комплексних водорозчинних добрив. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*, (3), 46-51.
14. Мусатов, А. Г., & Семьяшкіна, А. О. (2011). Формування морфологічних ознак і врожайності рослин різних сортів вівса залежно від біопрепаратів і регуляторів росту в північному Степу України. *Бюлетень Інституту зернового господарства*, (40), 122-127.
15. Окрушко, С. Є., Пінчук, Н. В., & Голюк, Ю. В. (2018). Вплив регулятора росту Марс ЕЛ на урожайність буряка столового. *Збірник наукових праць Національного наукового центру Інститут землеробства НААН*, (3), 49-55.
16. Олійник, О. О., Фурман, В. М., Солодка, Т. М., & Вакуленчик, С. І. (2013). Вивчення ефективності допосівної обробки насіння стимуляторами росту рослин. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сер.: Сільськогосподарські науки*, (4), 112-119.
17. Первачук, М. В., Первачук, Н. В., & Шевчук, В. В. (2018). Еколого-токсикологічні особливості та використання у сільському господарстві синтетичних регуляторів росту. *Cutting-edge science – 2018: Materials of the XIII International scientific and plactuical conference*. 2018. 20. 81–83.
18. Покопцева, Л. А., Покопцева, Л. А., Герасько, Т. В., & Герасько, Т. В. (2011). Застосування регуляторів росту рослин для підвищення посівних властивостей насіння сільськогосподарських культур.
19. Потапський, Ю. В. (2015). Вплив стимуляторів росту на енергію проростання, схожість насіння та густоту рослин моркви. *Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету*, (1 (1)), 210-214.
20. Тернавський, А. Г., & Накльока, О. П. (2013). Ефективність застосування біостимуляторів росту на рослинах огірка в умовах Лісостепу України. *Агробіологія*, (11), 101-104.



21. Хом'як, П. В. (2009). Екологічні аспекти застосування регуляторів росту рослин у землеробстві. Наук. пр. ЧДУ імені Петра Могили: Екологія, 107, 54-55.
22. Чабанюк, Я. В., Клименко, А. М., & Яшук, В. У. (2015). Екологічні аспекти передпосівної обробки насіння біопрепаратами. Збалансоване природокористування, (2), 136-138.
23. Шевчук, О. А., Ткачук, О. О., Ходаніцька, О. О., Сакалова, Г. В., & Вергеліс, В. І. (2019). Морфо-біологічні особливості культури *Phaseolus vulgaris* L. за дії регуляторів росту рослин. Вісник Уманського національного університету садівництва, (1), 3-8.
24. Bezvikonnyi, P., Myalkovsky, R., Muliarchuk, O., & Tarasiuk, V. (2020). Effectiveness of the combined application of micro-fertilizers and fungicides on the beets crops. Ukrainian Journal of Ecology, 10(6), 28-37.
25. Bons, H. K., & Kaur, M. (2020). Role of plant growth regulators in improving fruit set, quality and yield of fruit crops: a review. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 95(2), 137-146.
26. Davies, P. J. (Ed.). (2012). Plant hormones and their role in plant growth and development. Springer Science & Business Media.
27. Gianfagna, T. (1995). Natural and synthetic growth regulators and their use in horticultural and agronomic crops. Plant hormones, pp. 751-773.
28. Khodadadi, S., Chegini, M. A., Soltani, A., Ajam Norouzi, H., & Sadeghzadeh Hemayati, S. (2020). Influence of foliar-applied humic acid and some key growth regulators on sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under drought stress: Antioxidant defense system, photosynthetic characteristics and sugar yield. Sugar Tech, 22(5), 765-772.
29. Kuryata, V. G., Polyvanyi, S. V., Rogach, T. I., Khodanitska, O. O., & Rogach, V. V. (2019). Influence of chlormequat chloride on morphogenesis, formation of donor-acceptor system and production process of oil crops. The potential of modern science.-London: Sciencree Publishing, 2019.-Vol. 1.-P. 130-156.
30. Li, S., Tian, Y., Wu, K., Ye, Y., Yu, J., Zhang, J., ... & Fu, X. (2018). Modulating plant growth-metabolism coordination for sustainable agriculture. Nature, 560(7720), 595-600.
31. Poprotska, I., Kuryata, V., Khodanitska, O., Polyvanyi, S., Golunova, L., & Prysedsy, Y. (2019). Effect of gibberellin and retardants on the germination of seeds with different types of reserve substances under the conditions of skoto-and photomorphogenesis. Biologija, 65(4).
32. Rademacher, W. (2015). Plant growth regulators: backgrounds and uses in plant production. Journal of plant growth regulation, 34(4), 845-872.
33. Shevchuk, O. A., Khodanitska, O. O., Tkachuk O. O., Matviichuk, O. A., Polyvanyi, S. V., Golunova, L. A., Kniaziuk, O. V., & Zavalniuk, O. L. (2021). Impact of retardants on sugar beet seed productivity. Ukrainian Journal of Ecology. 2021, № 11 (1). P. 143-148.