



## ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

УДК 581.143 : 631.8

### ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ ЛЬОНУ ЗА ДІЇ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ

Ходаніцька О.О., к.с.-г.н., доцент

Orcid: 0000-0001-5887-1755

E-mail: [olena.khodanitska@gmail.com](mailto:olena.khodanitska@gmail.com)

Вивчали вплив стимуляторів розвитку радостиму і трептолему, а також інгібіторів росту хлормекватхлориду і моддуса на процеси проростання насіння льону олійного. Встановлено, що передпосівна обробка льону олійного регуляторами росту є важливим резервом покращення посівних якостей насіння. Максимальна енергія проростання та схожість насіння відмічалися при застосуванні комплексного стимулятора росту радостиму. Найменш ефективним було використання регулятора росту трептолему.

Ключові слова: льон (*Linum usitatissimum* L.), ретарданти, стимулятори росту, енергія проростання, схожість насіння.

The influence of growth stimulators radostim and treptolem as well as growth inhibitors chlormequatchloride and moddus on the processes of germination of oil flax seeds has been studied. It has been established that pre-sowing treatment of flax oil with growth regulators is an important reserve for improving of the seeds sowing quality. The maximum germination energy and laboratory germination of seeds were observed when using a complex growth stimulator radostim. The least effective was the use of the growth regulator treptolem.

Key words: oil flax (*Linum usitatissimum* L.), retardants, growth stimulators, germination energy, seed germination.

Для покращення продуктивності сільськогосподарських культур та якості отриманого врожаю використовують широкий спектр біологічно активних речовин та препаратів. Однак дуже часто агрохімікати збільшують екологічне навантаження на біоценози та негативно впливають на біохімічний склад вирощеної продукції [25, 39]. Саме тому важливим елементом сучасних технологій рослинництва є регулятори росту нового покоління, які впливають на ріст та розвиток рослин за рахунок змін у балансі ендогенних фітогормонів та не мають кумулятивного ефекту [3, 32, 35]. Фітогормонами називають ендогенні органічні фізіологічно активні сполуки рослин, що синтезуються для координації процесів росту та розвитку [7, 19]. Регулятори росту рослин на основі фітогормонів, їх аналогів та антагоністів дії також впливають на розвиток рослин і виявляють активність при дуже низьких концентраціях [9, 26].

Регулятори росту рослин можуть мати різноманітний хімічний склад і навіть в межах кожного класу речовин точна структура молекул відрізняється, проте вони мають схожі фізіологічні ефекти [38, 41]. На основі особливостей дії регулятори росту класифікують на стимулятори та інгібітори росту рослин [27]. Механізм впливу регуляторів розвитку рослин пов'язаний з процесами біохімічних взаємодій щодо стимулювання або інгібування специфічних ферментних систем та втручанні в загальний обмін речовин [1]. Відповідно рістстимулятори сприяють поділу клітин,



збільшенню їх розмірів, цвітінню, плодоношенню та формуванню більшої кількості насіння [14]. Інгібітори росту пригнічують лінійний ріст рослин, прискорюють процеси дозрівання плодів, опадання листя та входженню в стан спокою рослин [29].

Регулятори росту можуть мати не прямий, а опосередкований ефект на розвиток рослинного організму та загальну продуктивність культур [37]. Зокрема, препарати, що містять фітогормони чи їх напівсинтетичні/синтетичні аналоги, прискорюють наростання вегетативної маси, збільшують площу листкового апарату, стимулюють активне проростання насіння та покращують процеси транспорту речовин [33]. Внаслідок цього формуються довші корені, закладається більша кількість квіток та підвищується врожайність [1, 17]. Регулятори росту, що володіють інгібуючою активністю, запобігають вилягання зернових і технічних культур, збільшують продуктивну кущистість культур, синхронізують дозрівання плодів та опадання листя [31, 37]. Застосування таких препаратів дозволяє змодельовати зміни у балансі фітогормонів та перерозподілити невикористаний на вегетативний ріст потенціал пластичних сполук для посиленого наливу генеративних органів чи органів накопичення, що сприяє збільшенню отриманого врожаю [23, 42]. Ендогенне внесення регуляторів росту має значну практичну цінність, оскільки дає можливість спрямовано змінювати перебіг і тривалість певних етапів розвитку рослин, ефективно реалізувати сортовий потенціал, посилювати розвиток окремих ознак в межах екологічної валентності видів [2, 11, 30].

Застосування регуляторів росту і розвитку сприяє збільшенню стійкості до вилягання злакових рослин, посилює процеси ризогенезу при проростанні насіння дводольних видів, покращує розвиток механічних волокон та провідних елементів у стеблах трав'янистих рослин, збільшує кількість та тривалість функціонування листків, підвищує фотосинтетичну продуктивність [12, 18, 28].

При використанні рістрегулюючих препаратів закладається більша кількість квітів і плодів, посилюється синтез резервних сполук та їх активне накопичення в атрагувальних зонах [20, 23, 40]. Підвищення стійкості рослин за дії фітогормональних препаратів дозволяє частково знівелювати нестабільність погодних умов, несприятливий фон водного та мінерального живлення [1, 24, 34].

Відомо, що важливими характеристиками якості сходів та їх дружності є схожість насіння і енергія проростання [4, 16, 22]. У віддаленій перспективі величина та якість врожаю сільськогосподарських культур визначається тим, наскільки вдалося одержати масові та повні сходи при дотриманні норм висіву й уникненні загущеності посівів [13, 19].

Літературні джерела свідчать про можливість підвищення якості посівного матеріалу за рахунок включення регуляторів росту в технологічну карту вирощування зернових, овочевих, олійних та технічних культур [1, 21]. Обробка насіння водними розчинами рістрегуляторів або шляхом інкрустації покращує посівні характеристики, збільшує дружність проростання та дозволяє отримати посіви, вирівняні по фазах розвитку [5, 15, 21]. Саме тому метою нашої роботи було



з'ясувати вплив регуляторів росту на процеси проростання насіння льону олійного.

**Матеріали і методи досліджень.** Насіння льону олійного сорту Орфей пророщували в чашках Петрі в кількості по 100 штук в кожній. При культивуванні насіння замочували у водних розчинах регуляторів росту з різним напрямком дії – ретардантів та стимуляторів. Застосовували наступні концентрації препаратів: хлормекватхлориду (д.р.  $\beta$ -хлоретил-триметил-амонійний хлорид) – 0,5%; модусу (д.р. тринексапакетил) – 0,2%; трептолему (д.р. N-оксид-2,6-диметилпіридин з бурштиною кислотою (50 г/л) в комплексі з метаболітами мікроміцетів, аналогами фітогормонів цитокінінової і ауксинової природи) – 0,1%; радостиму (д.р. калієва сіль альфа-нафтилоцтової кислоти 1 мг/л в комплексі з біогенними мікроелементами 1,75 г/л та метаболітами міксоміцетів, аналогами фітогормонів цитокінінової і ауксинової природи) – 0,2%. В контролі використовували воду. Повторність досліджень – трикратна. Енергію проростання та схожість визначали як число пророслих насінин у відсотках від загальної кількості на 5 і 10 добу відповідно. Результати досліджень обробляли статистично. У графіках представлені середні значення та їх стандартні похибки.

**Результати досліджень та їх обговорення.** З літературних джерел відомо, що обробка насіння стимуляторами та інгібіторами росту впливає на швидкість активації ферментів гідролітичного розщеплення резервних сполук та активність виходу насінини із стану спокою [1, 34, 36]. Це не лише збільшує масовість появи сходів, але й впливає на тривалість перших етапів розвитку рослини [6, 41]. Так, наприклад, стимулятори росту рослин прискорюють накльовування насіння, розвиток проростка, збільшують стресостійкість молодих рослин [17, 26].

За результатами наших досліджень обробка насіння льону олійного водними розчинами рістрегулюючих сполук призводила до більш активного набрякання насіння, вбирання вологи із субстрату та переходу до росту із стану спокою. Так, нами відмічено, що вже на другий спостережень кількість пророслих насінин за дії регуляторів росту була на 1-2 насінини більшою, ніж у контролі (рис. 1., рис. 2.).

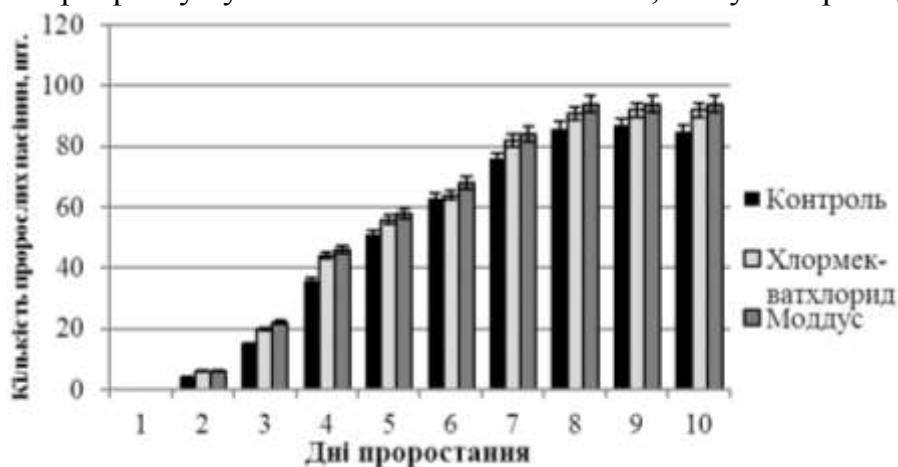


Рисунок 1. Вплив ретардантів на динаміку проростання насіння льону олійного.



Зокрема, вже в перші дні насіння льону найбільш швидко прокльовувалося у варіанті із радостимом. Очевидно, це визначалося стимулюючими компонентами комплексного препарату, в тому числі аналогами фітогормонів цитокінінової та ауксинової структури. При використанні ретардантів більша кількість пророслих насінин встановлена у варіанті із моддусом.

Аналіз результатів наших досліджень свідчить, що найбільша кількість насінин прокльовувалася між третьою і четвертою добою пророщування. В цей період кількість пророслих за добу насінин становила 23,8 штук в середньому по всіх варіантах. Найвищий добовий приріст встановлено за дії радостиму, де число пророслих насінин збільшилося на 26 одиниць. При застосуванні ретардантів даний показник підвищувався на 24-25 насінин.

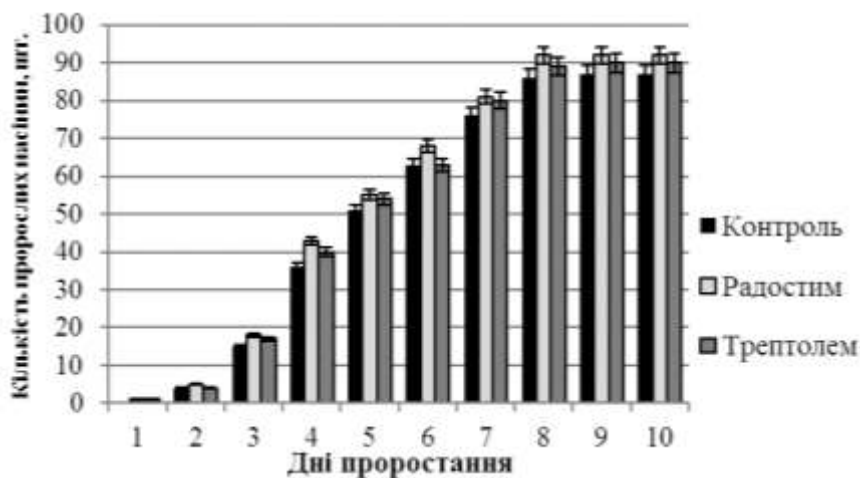


Рисунок 2. Вплив стимуляторів росту на динаміку проростання насіння льону олійного.

Величина показника енергії проростання свідчить про здатність швидко і одночасно формувати проростки [8, 21]. Висока енергія проростання характерна для насіння, що не вражене хворобами, шкідниками, фізіологічно вирівняне. Крім стану самого насіння визначальними факторами для дружності проростання є температура та доступність вологи, адже навіть якісне насіння з високими посівними характеристиками не зможе швидко сформувати проростки у холодному ґрунті чи при значному дефіциті води.

Аналіз літературних даних вказує на залежність швидкості гідролізу запасних речовин та транспортування метаболітів до ембріональних клітин від співвідношення концентрацій окремих фітогормонів у насініні, в тому числі за рахунок екзогенного внесення регуляторів росту рослин [1, 34]. Початок гетеротрофного етапу розвитку зародка може відбуватися раніше при біохімічній готовності ферментних комплексів постачати пластичними речовинами процеси проліферації та диференціації клітин. Цей фізіологічний механізм регулюється саме впливом фітогормонів та модифікаторами їх дії [33].

За результатами досліджень найбільша енергія проростання зафіксована нами при використанні стимулятора розвитку радостиму, що містить у своєму складі



продукти життєдіяльності грибів-мікроміцетів фітогормональної природи (рис.3.). У варіанті із радостимом енергія проростання на 9% вища, ніж у контролі. Разом з цим, застосування ретардантів також призводить до збільшення дружності проростання насіння порівняно з контрольними зразками. Так, обробка насіння льону хлормекватхлоридом і модусом дозволяють більшою мірою синхронізувати процеси росту в насінні, тому показник енергії проростання більший на 5-7% відносно контролю.

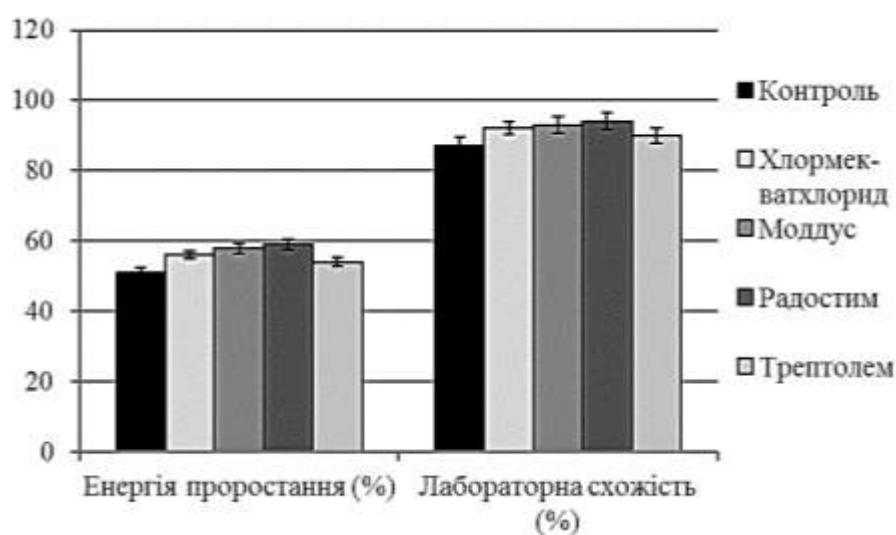


Рисунок 3. Вплив регуляторів росту на енергію проростання та схожість насіння льону олійного.

Найбільш важливим показником якості посівного матеріалу є схожість насіння, від якої і залежить його біологічна цінність. Літературні дані підкреслюють необхідність висівати високосхоже насіння для забезпечення оптимальної продуктивності культур [10, 27]. Так, зниження польової схожості насіння на кожну одиницю може призводити до зменшення врожайності на 1-2%.

Відповідно до результатів наших досліджень при застосуванні стимулятора росту радостиму схожість насіння льону була максимальною і становила на 7% більше, ніж у контролі. Використання інгібіторів росту хлормекватхлориду і модусу також призводило до покращення лабораторної схожості насіння на 5-6%. Найменш ефективним виявилось застосування трептолему, що підвищував схожість на 3% відносно контролю. В цілому схожість насіння льону олійного у всіх варіантах, включно з контрольними зразками, становила більше 85%, тобто як посівний матеріал дане насіння має достатньо високу якість.

**Висновки.** Таким чином, передпосівна обробка льону олійного регуляторами росту є важливим резервом покращення посівних якостей насіння. Максимальна енергія проростання та схожість насіння відмічалися при застосуванні комплексного стимулятора росту радостиму. Найменш ефективним було використання регулятора росту трептолему. Насіння усіх варіантів дослідження було придатним до висіву і мало досить високу схожість.



**Література**

1. Грицаєнко, З.М., Пономаренко, С.П., Карпенко, В.П., & Леонтюк, І. Б. (2008). Біологічно активні речовини в рослинництві. НІЧЛАВА. 2008. 352 с
2. Бутенко, А. О., & Собко, М. Г. (2013). Вплив регуляторів росту на насінневу продуктивність люцерни посівної. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агронімія і біологія, (11), 138-142.
3. Веденичова, Н. П. (2016). Цитокиніни як регулятори росту органів рослин за різних умов існування. Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія: Біологія, (1), 6-26.
4. Вишневецька, О. В., & Маркіна, О. В. (2013). Стимулювання проростання насіння пелюшки біопрепаратами вітчизняного виробництва. Сільськогосподарська мікробіологія, (17), 39-47.
5. Євстафієва, К. С. (2017). Проростання насіння озимої пшениці за умов засолення та застосування біопрепарату Стимпо. Агробіологія, (2), 59-65.
6. Єременко, О. А. (2016). Вплив обробки рослин сояшнику регуляторами росту на посівні якості насіння при його зберіганні. Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету, (2 (1)), 126-135.
7. Зінченко, О. В. (2013). Оцінка впливу регуляторів росту рослин на інтенсивність фотосинтезу, приживаність, морфологічні показники міскантусу гігантеусу. Наук. пр. ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків.–2013.–Вип, 19, 47-51.
8. 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: Агронімія, (20), 136-140.
9. Кур'ята, В. Г., & Попроцька, І. В. (2016). Фізіологічні основи застосування ретардантів на олійних культурах. Физиология растений и генетика, (48, № 6), 475-487.
10. Кушніренко, О. І., & Жатова, Г. О. (2008). Вплив обробки насіння сояшнику бактеріальними препаратами на посівні та врожайні властивості. Селекція і насінництво, (95), 203-209.
11. 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.
12. Мусатов, А. Г., & Семяшкіна, 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.
13. Олійник, О. О., Фурман, В. М., Солodka, Т. М., & Вакуленчик, С. І. (2013). Вивчення ефективності допосівної обробки насіння стимуляторами росту рослин. Вісник НУВГП. Сер.: Сільськогосподарські науки, (4), 112-119.
14. 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.
15. Покопцева, Л. А., Єременко, О. А., & Булгаков, Д. В. (2015). Використання регуляторів росту рослин для передпосівної обробки насіння сояшнику гібриду Армада. Вісник аграрної науки Причорномор'я, (4), 127-135.
16. Покопцева, Л. А., Покопцева, Л. А., Герасько, Т. В., & Герасько, Т. В. (2011). Застосування регуляторів росту рослин для підвищення посівних властивостей насіння сільськогосподарських культур.
17. Потапський, Ю. В. (2015). Вплив стимуляторів росту на енергію проростання, схожість насіння та густоту рослин моркви. Вісник ЖНАУ, (1 (1)), 210-214.
18. Романюк, Н., Думанчук, Н., Думанчук, Я., Сковронська, І., Закорчемна, О., & Терек, О. (2002). Вплив регуляторів росту івіну та емістиму С на ріст та врожайність рослин моркви (*Daucus sativus*). Вісник Львівського університету. Сер.: Біологічна. (31), 283-292.
19. Сендецький, В. М. (2018). Схожість та густота стояння рослин гібридів сояшнику за передпосівного оброблення насіння. Подільський вісник, (28), 120-125.
20. Тернавський, А. Г., & Накльока, О. П. (2013). Ефективність застосування біостимуляторів росту на рослинах огірка в умовах Лісостепу України. Агробіологія, (11), 101-104.
21. Ткачук, О. П. (2015). Енергія проростання насіння як екологічний фактор інтенсивності росту бобових багаторічних трав у рік сівби. International scientific journal, (9), 43-46.
22. Федорусь, Ю. В. (2015). Енергія проростання та схожість насіння льону-довгунця після обробки



- плющильно-обчисувальним апаратом. Сільськогосподарські машини, (31), 152-156.
23. Ходаницька, О. О., Кур'ята, В. Г., & Корнійчук, О. В. (2011). Вплив хлормекватхлориду на накопичення і перерозподіл вуглеводів між органами рослин льону олійного в процесі росту та урожайність культури. *Агробіологія*, (6), 119-123.
  24. Хом'як, П. В. (2009). Екологічні аспекти застосування регуляторів росту рослин у землеробстві. *Наук. пр. ЧДУ імені Петра Могили: Екологія*, 107, 54-55.
  25. Чабанюк, Я. В., Клименко, А. М., & Яшук, В. У. (2015). Екологічні аспекти передпосівної обробки насіння біопрепаратами. *Збалансоване природокористування*, (2), 136-138.
  26. Шевчук, О. А., Ткачук, О. О., Ходаницька, 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.
  27. Davies, P. J. (Ed.). (2012). *Plant hormones and their role in plant growth and development*. Springer Science & Business Media.
  28. 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
  29. Kumran, M., Cui, W., Ahmad, I., Meng, X., Zhang, X., Su, W., ... & Liu, T. (2018). Effect of paclobutrazol, a potential growth regulator on stalk mechanical strength, lignin accumulation and its relation with lodging resistance of maize. *Plant growth regulation*, 84(2), 317-332.
  30. Kuryata, V. G., Poprotska, I. V., & Rogach, T. I. (2017). The impact of growth stimulators and retardants on the utilization of reserve lipids by sunflower seedlings. *Regulatory mechanisms in biosystems*, 8(3), 317-322.
  31. 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).
  32. Kuryata, V. G., Golunova, L. A., Poprotska, I. V., & Khodanitska, O. O. (2019). Symbiotic nitrogen fixation of soybean-rhizobium complexes and productivity of soybean culture as affected by the retardant chlormequat chloride. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(2).
  33. 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: Sciemcee Publishing, 2019.-Vol. 1.-P. 130-156.*
  34. 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.
  35. Polyvanyi, S. V., Golunova, L. A., Baiurko, N. V., Khodanitska, O. O., Shevchuk, V. V., Knyazyuk, O. V., ... & Shevchuk, O. A. (2020). Morphogenesis of mustard white under the action of the antigibberellic preparation chlormequat chloride. *Modern Phytomorphology*. (14), 101-103.
  36. Poprotska, I., Kuryata, V., Khodanitska, O., Polyvanyi, S., Golunova, L., & Prysedsky, 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).
  37. Rademacher, W. (2015). Plant growth regulators: backgrounds and uses in plant production. *Journal of plant growth regulation*, 34(4), 845-872.
  38. Rogach, V. V., Voytenko, L. V., Shcherbatiuk, M. M., Kosakivska, I. V., & Rogach, T. I. (2020). Morphogenesis, pigment content, phytohormones and productivity of eggplants under the action of gibberellin and tebuconazole. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 11(1), 116-122.
  39. 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.
  40. Shevchuk, O. A., Khodanitska O. O., T. O., Matviichuk, O. A., Polyvanyi, S. V., Golunova, L. A., Kniaziuk, O. V., & Zavalnyuk, O. L. (2021). Impact of retardants on sugar beet seed productivity. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021, № 11 (1). P. 143-148.
  41. Suman, M., Sangma, P. D., Meghawal, D. R., & Sahu, O. P. (2017). Effect of plant growth regulators on fruit crops. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(2), 331-337.
  42. Shevchuk, V., Khodanitska, O., Tkachuk, O., & Shevchuk O, P. S. (2021). Productivity of soyben cultural under the influence of the growth regulating drugs. *The scientific heritage*. Hungary: Budapest, 2021.61 (1), 6-10.