

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АГРОБІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Спеціальність 205 «Лісове господарство»

Допускається до захисту

Зав. кафедри лісового господарства

доктор пед. наук Хрик В.М

«29» листопада 2024 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

**ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ МІКОБІОТИ НАСІННЯ СОСНИ
ЗВИЧАЙНОЇ ТА ВИВЧЕННЯ ЇЇ ВИДОВОГО СКЛАДУ В УМОВАХ
ФІЛІЇ «ГОРОДНИЦЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО»
ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ»**

Виконав: Іванчук Максим Вячеславович

Керівник: доцент Лозінська Т.П.

Рецензент

доцент Горновська С.В.

Я, Іванчук Максим Вячеславович, засвідчую, що кваліфікаційну роботу виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності.

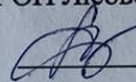
Біла Церква – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

АГРОБІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Спеціальність 205 ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО

Затверджую

Гарант ОП Лісове господарство

 доц. Левандовська С.М.
19 листопада 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувачу

ІВАНЧУКУ МАКСИМУ ВЯЧЕСЛАВОВИЧУ

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ МІКОБІОТИ НАСІННЯ СОСНИ
ЗВИЧАЙНОЇ ТА ВИВЧЕННЯ ЇЇ ВИДОВОГО СКЛАДУ В УМОВАХ ФІЛІЇ
«ГОРОДНИЦЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО» ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ»

Затверджено наказом ректора № 48/С від 07.02.2024 р.

Термін здачі студентом готової кваліфікаційної роботи в деканат: до
«07» листопада 2024 р.

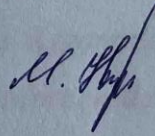
Перелік питань, що розробляються в роботі: узагальнити вітчизняний і іноземний досвід щодо розвитку мікобіоти насіння сосни звичайної, вивчення її видового складу філії «Городницьке лісове господарство» ДП «Ліси України». Вивчити методики проведення досліджень. Провести дослідження за вибраною тематикою, зробити висновки та пропозиції виробництву.

Календарний план виконання роботи

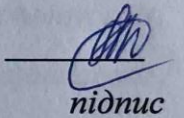
Етап виконання	Дата виконання етапу	Відмітка про виконання
Огляд літератури	Грудень 2023 р.	виконано
Методична частина	Січень-лютий 2024 р	виконано
Дослідницька частина	Березень-серпень 2024 р.	виконано
Оформлення роботи	Вересень-жовтень 2024 р.	виконано
Перевірка на плагіат	Листопад 2024 р.	виконано
Подання на рецензування	Листопад 2024 р.	виконано
Попередній розгляд на кафедрі	Листопад 2024 р.	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи: доц. Лозінська Т.П.

Здобувач: Іванчук М.В.



підпис



підпис

Дата отримання завдання «29» листопада 2023 р.

АНОТАЦІЯ

Іванчук Максим Вячеславович: Особливості розвитку мікобіоти насіння сосни звичайної та вивчення її видового складу в умовах філії «Городницьке лісове господарство» ДП «Ліси України»

У результаті проведених експериментальних досліджень було систематизовано дані щодо біологічних, морфологічних, культуральних та антагоністичних властивостей мікроорганізмів, що заселяють насіння сосни звичайної. Вивчено особливості їхньої взаємодії у складі мікробних угруповань, а також встановлено стимулюючий та фітотоксичний вплив на процеси проростання насіння і формування біометричних показників сіянців.

Мікробіота насіння сосни з території Житомирського Полісся представлена мікроміцетами трьох відділів (*Zygomycota*, *Ascomycota*, *Deuteromycota*), чотирьох класів (*Zygomycetes*, *Euascomycetes*, *Hyphomycetes*, *Agonomycetes*) та семи родин (*Mortierellaceae*, *Mucoraceae*, *Chaetomiaceae*, *Moniliaceae*, *Dematiaceae*, *Tuberculariaceae*, *Agonomycetaceae*).

У ході онтогенезу виявлено істотні відмінності у видовому складі мікобіоти насіння, особливо під впливом обробки витяжками мортмаси різних листяних порід. Найбільш активне заселення зафіксовано для *Trichoderma viride*, *Trichoderma lignorum*, *Cladosporium cladosporioides*, *Alternaria alternata*, *Fusarium graminearum*, а також бактерій *Bacillus subtilis* і *B. mycoides*.

Отримані результати свідчать про складний і різноспрямований характер взаємодії мікроорганізмів насіння сосни, що має важливе значення для оцінки їхньої ролі у проростанні та формуванні стійкості майбутніх лісових культур.

Кваліфікаційна робота викладена на 56 сторінці комп'ютерного тексту, з них – 33 основного тексту, складається з 4 розділів, висновків та пропозицій виробництву, списку використаної літератури із 62 джерел, ілюстрована 5 таблицями і 11 рисунками.

Ключові слова: мікобіота, сосна звичайна, колір насіння, вікова група.

ANNOTATION

Maksym Vyacheslavovych Ivanchuk: Peculiarities of the development of the mycobiota of the use of Scots pine and the study of its species composition in the conditions of the «Horodnytske Forestry» branch of the State Enterprise «Forests of Ukraine»

The qualification work is presented on 64 pages of computer text, including 52 main text, consists of 4 sections, conclusions and suggestions for production, a list of references from 62 sources, appendices, illustrated with 5 tables and 11 figures.

As a result of the conducted experimental studies, data on the biological, morphological, cultural, and antagonistic properties of microorganisms inhabiting Scots pine seeds were systematized. The features of their interaction within microbial communities were studied, and their stimulating and phytotoxic effects on seed germination and seedling biometric parameters were determined.

The seed microbiota of Scots pine from the Zhytomyr Polissya region is represented by micromycetes of three divisions (*Zygomycota*, *Ascomycota*, *Deuteromycota*), four classes (*Zygomycetes*, *Euascomycetes*, *Hyphomycetes*, *Agonomycetes*), and seven families (*Mortierellaceae*, *Mucoraceae*, *Chaetomiaceae*, *Moniliaceae*, *Dematiaceae*, *Tuberculariaceae*, *Agonomycetaceae*).

During ontogenesis, significant differences in the species composition of seed mycobiota were revealed, especially under the treatment with extracts of litter from various deciduous species. The most active colonization was recorded for *Trichoderma viride*, *Trichoderma lignorum*, *Cladosporium cladosporioides*, *Alternaria alternata*, *Fusarium graminearum*, as well as bacteria *Bacillus subtilis* and *B. mycoides*.

The qualification thesis is presented on 56 pages of computer-typed text, of which 33 pages comprise the main content. It consists of 4 chapters, conclusions and recommendations for production, a list of references including 62 sources, and is illustrated with 5 tables and 11 figures.

Keywords: Scots pine, pine seeds colour, mycobiota, age group

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ МІКРООРГАНІЗМІВ НА НАСІННЯ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР	10
1.1. Розвиток мікобіоти на насінні лісових культур.....	10
1.2. Основні грибні захворювання сосни звичайної.....	13
РОЗДІЛ 2. УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	18
2.1. Природно-кліматичні умови.....	18
2.2. Проведення лісокультурних робіт у господарстві.....	21
2.3. Методика проведення досліджень.....	23
РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ МІКОБІОТИ НАСІННЯ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ В УМОВАХ ФІЛІЇ «ГОРОДНИЦЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО» ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ».....	26
3.1. Компоненти мікобіоти насіння сосни звичайної.....	26
3.2. Біорізноманіття грибною мікобіоти насіння сосни звичайної	29
3.3. Видовий склад аутомікобіоти насіння сосни звичайної.....	34
3.4. Сучасні методи інтенсифікації вирощування садивного матеріалу сосни звичайної	40
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	45
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	51

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Узагальнено результати експериментальних досліджень біологічних, морфологічних, культуральних та антагоністичних властивостей міко- й мікроорганізмів, їх взаємодії у мікробних комплексах насіння сосни звичайної, а також виявлено стимулюючий та фітотоксичний вплив на проростання насіння й біометричні параметри сіянців. На основі проведених досліджень сформульовано такі висновки:

1. Аутоміко- та мікробіота насіння сосни, зібраного в умовах Житомирського Полісся, представлена мікроміцетами трьох відділів (*Zygomycota*, *Ascomycota*, *Deuteromycota*), чотирьох класів (*Zygomycetes*, *Euascomycetes*, *Hyphomycetes*, *Agonomycetes*) та семи родин (*Mortierellaceae*, *Mucoraceae*, *Chaetomiaceae*, *Moniliaceae*, *Dematiaceae*, *Tuberculariaceae*, *Agonomycetaceae*). Із насіння різного забарвлення, відібраного з різних типів лісорослинних умов і вікових груп, було ідентифіковано 90 видів мікроміцетів. Найхарактернішими виявилися *Mycelia sterilia*, *Trichoderma viride*, *Alternaria alternata* – як потенційні патогени й водночас антагоністи шкідливих мікроорганізмів.

2. У процесі онтогенезу видовий склад мікобіоти насіння істотно змінюється, особливо за дії водних витяжок мортмаси листків різних деревних порід. Найбільш активно заселяли насіння: *Trichoderma viride*, *T. lignorum*, *Cladosporium cladosporioides*, *Alternaria alternata*, *Fusarium graminearum*, *Bacillus subtilis* та *B. mycoides*.

3. Високу антагоністичну активність щодо мікобіоти насіння проявили штами *Bacillus subtilis*, *Alternaria alternata*, *Fusarium sambucinum*.

4. Обробка насіння водними витяжками мортмаси листків сприяла зростанню енергії проростання та лабораторної схожості: берези – на 20–22 %, липи – на 3–13 %, ліщини – на 5–17 %, осики – на 5–21 %, у порівнянні з контролем. У лісорозсаднику така передпосівна обробка підвищила висоту

сіянців на 9–13 %, діаметр кореневої шийки – на 11–15 %, масу коренів – на 21–30 %.

5. Використання біопрепаратів «Триходермін», «Гаупсин» і «Планриз» для передпосівної обробки насіння забезпечило збільшення висоти сіянців, діаметра кореневої шийки, маси коренів, що підтверджено лабораторно.

6. При вирощуванні однорічних сіянців сосни застосування регуляторів росту на етапі передпосівної обробки насіння забезпечувало підвищення висоти сіянців у середньому на 3–14 %, товщини кореневої шийки – на 6–26 %, довжини коренів – на 3–9 %.

7. Найбільш ефективними концентраціями регуляторів росту виявилися: триходермін – $25 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$; нематофагін – $3 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$; фумар – 0,001 %; емістим – $3 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$.

8. Використання регуляторів росту для передпосівної обробки насіння є перспективним напрямом у лісокультурному виробництві й має стати складовою інтенсивних технологій вирощування садивного матеріалу деревних порід.

Рекомендації:

1. Для сівки варто відбирати насіння з дерев, що зростають у свіжих суборах середньовікових, пристигаючих та стиглих насаджень.

2. Передпосівну обробку насіння рекомендується здійснювати біопрепаратами «Триходермін» та «Гаупсин» (1:1, 18 год). Як активні агенти запропоновано штами *Trichoderma viride* та *Trichoderma lignorum*.

3. Для стимулювання ростових процесів насіння варто застосовувати водні витяжки мортмаси листків берези, липи та ліщини (1:10, 18 год).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Agrios G. Plant pathology. Academic Press, 1988. 803 p
2. Бондар І.П. Мінливість морфологічних ознак шишок насіння сосни звичайної в насад- женнях різних типів лісорослинних . Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість : міжвідомч. наук.-техн. зб. Львів : Вид-во НЛТУ України. 2006. № 30. С. 210-214.
3. Дебринюк Ю.М. Лісове насінництво. Львів : Вид-во "Світ", 1998. 432 с.
4. Розенфельд В.В. Епіфітна і ендofітна мікрофлора насіння сосни звичайної Київського Полісся : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук . К., 2008. 20 с.
5. Шестобоева О.В. Проблеми бактеріальних ендofітів у рослинно-мікробній взаємодії. Агроєкологічний журнал : зб. наук. праць. 2006. № 1. С. 15-18.
6. Бровдій В. М., Гулий В. В. Біологічний захист рослин. Київ : Світ, 2004. 348 с.
7. Бойко Г. О., Башта О. В. Мікобіотанасіння сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.). Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2015. Вип. 25.9, 28-34
8. Волосянчук Р. Т., Лось С. А., Торосова Л. О. Методичні підходи до оцінки об'єктів збереження генофонду листяних видів (*in situ*) та їхній сучаний стан у Лівобережному Лісостепу. Лісівництво і агролісомеліорація. 2013. Випуск. 104. С. 50–59.
9. Гойчук А. Ф., Решетник Л. Л., Максимчук Н. В. Лісопатологічні обстеження : [навчальний посібник]. Житомир : Полісся, 2010. 136 с.
10. Розенфельд В. В. Фітопатогенні властивості штамів, виділених із насіння сосни. Житомир: Полісся, 2015. 215 С.
11. Ahangar, M.A., Dar, G. H., & Bhat, Z.A. (2012). Growth response and nutrient uptake of blue pine (*Pinus wallichiana*) seedlings inoculated with rhi-

zosphere microorganisms under temperate nursery conditions. Annals of Forest Research, 55 (2), 217-227. Retrieved from <https://www.afrjournal.org/index.php/afr/article/view/62>

12. Fernbach E., Mohr H. (1990). Coaction of blue/ultraviolet-A light and light absorbed by phyto-chrome in controlling growth of pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings. Planta, 180, 212-216. <https://doi.org/10.1007/BF00193998>

13. Бойко Г. О., Пузріна Н. В. Схожість та енергія проростання насіння сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) різного кольору. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2015, № 219. С.113-117.

14. Бойко Г. О. Патогенез основних збудників хвороб сіянців сосни звичайної. Лісове і садово-паркове господарство ХХІ сторіччя: актуальні проблеми та шляхи їхнього вирішення: Міжнар. науково-прак. Конф., м. Київ, 13- 14 березня 2014 р. : тези доповіді. Київ, 2014. С. 111–113.

15. Бойко Г. О., Пузріна Н. В. Видовий склад патогенної мікофлори садивного матеріалу лісових розсадників. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2014. Вип. 24.10. С. 34–40.

16. Мацяк І. П. Полягання сіянців деревних порід у розсадниках Бескид. Лісівництво і агролісомеліорація. 2011. Вип. 118. С. 177–184.

17. Сорока М. І. Хвороби асиміляційного апарату саджанців і сіянців у розсадниках природного парку «Сколівські Бескиди». Науковий вісник НЛТУ України. 2012. Вип. 22.15. С. 14–19.

18. Зібцева О. В. Удосконалення технологій вирощування сіянців сосни звичайної і дуба звичайного із закритою кореневою системою в умовах Лівобереж. Лісостепу : автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня к.с-г.н. (06.03.01). Харків, 2012. 20 с.

19. Давиденко К. В., Мешкова В. Л. Попередні результати досліджень патогенності *Rhizina undulata* на саджанцях сосни. Лісівнича наука: витоки, сучасність, перспективи: матер. наук. конфер. Харків: УкрНДІЛГА, 2010. С. 170–171.

20. Diwani S. A., Millar C. S. Infection processes of the three *Lophodermium* species on *Pinus sylvestris* L. Recent Research on conifer diseases Conference Proceedings. 1986, P. 22–27
21. Окрушко С. Є., Вергелес П. М. Хвороби і шкідники лісових та СПГ культур : навч. посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020. 275
22. Визначник грибів України / відп. ред. Д. К. Зеров. Київ : Наук. думка, 1967. Т.1. 254 с
23. Ведмідь М. М. Ефективність застосування біологічного гумусу при вирощуванні сіянців сосни звичайної у теплицях. Вісник НАУ: Лісові к-ри. 2004. Вип. 70. С. 109–115.
24. Біотехнології у лісовому господарстві. веб-сайт. URL : <https://www.brc.a-star.edu.sg>.
25. Гузь М. М. Сучасний стан і перспективність вирощування лісового садивного матеріалу. Науковий вісник НЛТУ. 2008. Випуск 18. С. 84–92.
26. Патологія дібров : монографія / А. Ф. Гойчук та ін. Київ : ННЦ ІАЕ, 2004. 470 с.
27. Перелік агрохімікатів і пестицидів, які дозволені до використання в Україні. Київ : Юніверст, 2021. 1039 с
28. Рекомендації щодо визначення якісного та кількісного впливу шкідливих комах і збудників хвороб на стан лісових культур, створюваних на великих згарищах / Мєшкова В. Л. та ін. Харків, 2017. 32 с.
29. Роговський С. В. Декоративне розсадництво і насінництво : [навчальний посібник]. Біла Церква : БНАУ, 2014. 176 с Лісові культури / М. І. Гордієнко та ін. : навч. посібник. Львів: Камула, 2005. 608 с
30. Завада М. М. Лісова ентомологія : нав. пос. Київ : КВІЦ, 2007. 187 с.
31. Гвоздяк Р. І., Гойчук А. Ф., Розенфельд В. В. Бактеріози лісових деревних порід [посібник]. Житомир : Полісся, 2012. 171 с.14
32. Перелік агрохімікатів і пестицидів, які дозволені до використання в Україні. Київ : Юніверст, 2021. 1039 с

33. Яворовський П. П., Дульнєв П. Г. Вплив протруйників, регуляторів росту і мікроелементів на схожість, енергію проростання сосни звичайної. Вісник НАУ. Лісівництво. 2001. Випуск 46. С. 127–133
34. Біологічний захист рослин / За редакцією М. П. Дядечка. Біла Церква, 2001. 312 с.
35. Біотехнології у лісовому господарстві. веб-сайт. URL : <https://www.brc.a-star.edu.sg>. (дата звернення: 12.05.2021)..
36. Косилович Г. О., Коханець О. М. Інтегрований захист рослин : навч. посіб. Львів : ЛНАУ, 2010. 166 с.
37. Крюсман Г. Х. Культури сосни звичайної в Україні. Київ : КВЦ, 2001. 142 с.
38. Лісові культури. М. І. Гордієнко та ін. : навч. посібник. Львів: Камула, 2005. 608 с.
39. Мацяк І. П., Стоцька Т. В., Крамарець В. О. Вилягання сіянців деревних порід у лісових розсадниках. Лісівництво і агролісомеліорація. 2013. Вип. 128. С. 167–174.
40. Окрушко С. Є., Вергелес П. М. Хвороби і шкідники лісових та СПГ культур : навч. посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020. 275 с.
41. Перелік агрохімікатів і пестицидів, які дозволені до використання в Україні. Київ : Юнівест, 2021. 1039 с.
42. Рекомендації щодо визначення якісного та кількісного впливу шкідливих комах і збудників хвороб на стан лісових культур, створюваних на великих згарищах / Мешкова В. Л. та ін. Харків, 2017. 32 с.
43. Maurer V. M., Pinchuk A. P. Ways to improve and increase the stability developed forest plantations. Вісник НУБіПУ. «Лісівництво і декоративне садівництво». 2014. Випуск 19 (1). С. 102–108
44. Яценко С. В. Інтенсифікація вирощування садивного матеріалу і створення культур дуба звичайного у південному Лівобережному Лісостепу : автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня к.с.-г.н. (06.03.01). Харків, 2010. 19 с

45. Волощук Н.М. Особливості формування мікобіоти жолудів *Quercus robur* L. в умовах Київського Полісся . Мікробіологічний журнал : зб. наук. праць. 2013. Т. 75, № 4. С. 69-73,
46. Ellis M.B. Microfungi on land plants. An identification handbook . New York : Publishing house Macmillan Publishing, 1985. 818 p
47. Бондарук Г.В. Використання препаратів фумар та фумарин як стимуляторів росту сіянців сосни звичайної. Лісівництво і агролісомеліорація. 1996. Вип. 93. С. 34–37.
48. Diwani S. A., Millar C. S. Infection processes of the three *Lophodermium* species on *Pinus sylvestris* L. Recent Research on conifer diseases Conference Proceedings. 1986, P. 22–27.
49. Яворовський П. П., Дульнев П. Г. Вплив протруйників, регуляторів росту і мікроелементів на схожість, енергію проростання сосни звичайної. Вісник НАУ. Лісівництво. 2001. Випуск 46. С. 127–133.
50. Сорока М. І. Хвороби асиміляційного апарату саджанців і сіянців у розсадниках природного парку «Сколівські Бескиди». Науковий вісник НЛТУ України. 2012. Вип. 22.15. С. 14–19.
51. Шестобоева О.В. Проблеми бактеріальних ендوفітів у рослинно-мікробній взаємодії . Агроєкологічний журнал : зб. наук. праць. 2006. № 1. С. 15-18.
52. Краснов В.П., Ткачук В.І., Орлов О.О. Довідник із захисту лісу. К, 2011. 528 с.
53. Цилюрик А.В., Шевченко С.В. Лісова фітопатологія. К.: КВІЦ, 2008. 464 с.
54. ecoclub.nsu.ru/books/Obr3-4/9.htm
55. Карпець Ю.В., Черкіс Т.М. Динаміка активності фенолпероксидази в здорових та уражених фузаріозом сіянцях сосни. Лісівництво і агролісомеліорація. 2008. Вип. 112. С. 241-248.
56. Aebi H. Catalase in vitro. Methods Enzymol. 1984. V. 105. P. 121-126.
57. Aver'yanov A.A., Lapikova V.P., Pasechnik T.D., Baker C.J.

Suppression of early stages of fungus development by hydrogen peroxide at low concentrations. *Plant Pathol. J.* 2007. V. 6. P. 242-247.

58. Мусієнко С. І. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Фітопатологія» для студентів 1 курсу денної форми навчання за спеціальністю 206 Садово-паркове господарство. Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 300 с.

59. Bajguz A., Hayat S. 2009. Effects of brassinosteroids on the plant responses to environmental stresses. *Plant Physiol. Biochem.* 47 : 1-8.

60. Карпець Ю.В., Вайнер А.О., Обозний О.І., Ястреб Т.О. 2014. Індукування стійкості сіянців сосни звичайної до інфекційного вилягання дією екзогенної саліцилової кислоти. *Вісн. Харків. нац. аграрн. ун-ту. Сер. Біологія.* 2 (32) : 63-69.

61. Cuttriss A.J., Pogson B.J. 2004. Carotenoids. *Plant Pigments and Their Manipulation*, editor Davies K.M. Boca Raton : 57-91.

62. Du J., Gerttula S., Li Z., Zhao S.T., Liu Y.L., Liu Y., Lu M.Z., Groover A.T. 2019. Brassinosteroid regulation of wood formation in poplar. *New Phytol.* doi: 10.1111/nph.15936