

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
КАФЕДРА САДОВО ПАРКОВОГО ТА ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА

Підпис здобувача ВО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ОС «МАГІСТР»

ОТРИМАННЯ ПОСАДКОВОГО МАТЕРІАЛУ ГІРКОКАШТАНУ
ЗВИЧАЙНОГО В УМОВАХ ДП «РОМЕНСЬКОГО АГРОЛІСГОСПУ»
СУМСЬКОГО ОБЛАГРОЛІСУ

Виконав: студент 2м курсу
спеціальності
205 «Лісове господарство»
(шифр і назва спеціальності)

Омельченко Олексій Олександрович
(прізвище та ініціал студента)

Керівник професор Мельник А. В.
(прізвище та ініціали)

Рецензент професор Скляр В.Г.
(прізвище та ініціали)

Суми – 2023

АНОТАЦІЯ

Омельченко О.О. Отримання посадкового матеріалу гіркокаштану звичайного в умовах ДП «Роменського агролісгоспу» Сумського облагродлісу. Кваліфікаційна робота освітнього рівня – магістр, на правах рукопису. Спеціальність – 205 Лісове господарство. Суми, 2024.

Магістерська робота присвячена дослідженню питання впливу різних норм і строків внесення мінерального добрива на особливості росту, морфологічні параметри та вихід стандартних сіянців гіркокаштану звичайного. Для успішного досягнення поставленої мети, були досліджені різні фони мінерального живлення та способи його внесення на посівах гіркокаштану звичайного першого та другого року вирощування; вплив різних фонів та способів внесення мінеральних добрив на вагові та лінійні показники сіянців досліджуваного виду.

Використання мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ при вирощуванні садивного матеріалу гіркокаштану звичайного дає змогу на кінець першої вегетації рослин виробляти не менше 88,4 % стандартних сіянців. Вирощування сіянців за природної родючості ґрунту потребує дворічного часового періоду, при цьому вихід стандартного посівного матеріалу становить лише 92,0 %. Внесення повного мінерального добрива за схемою K_{60} під оранку, $N_{30}P_{30}$ – навесні при посіві та $N_{30}P_{30}$ – під час підживлення, що проводяться під час поливів навесні після появи сходів (1-й), наприкінці червня (2-й), наприкінці липня (3-й), дає змогу домогтися максимальних темпів росту надземної та підземної частин молодих сіянців і вже на кінець першого року життя одержувати щонайменше 95,0 % стандартних сіянців.

Ключові слова: *Aesculus hippocastanum*, сіянці, мінеральне живлення

ABSTRACTS

Omelchenko O.O. Obtaining planting material of common bitter chestnut in the conditions of the State Enterprise “Romny agroforestry” of Sumy regional forestry. Qualification of the work is master's degree, in the form of a manuscript. Specialty - 205 Forestry. Sumy, 2024.

The master's thesis is devoted to the study of the influence of different rates and terms of mineral fertilizer application on the growth characteristics, morphological parameters and yield of standard seedlings of common bitter chestnut. To successfully achieve this goal, different backgrounds of mineral nutrition and methods of its application on the crops of common bitter chestnut in the first and second years of cultivation were studied; the effect of different backgrounds and methods of mineral fertilization on the weight and linear parameters of seedlings of the studied species.

The use of mineral fertilizers at the rate of $N_{60}P_{60}K_{60}$ in the cultivation of common bitter chestnut planting material allows to produce at least 88.4 % of standard seedlings at the end of the first growing season. Growing seedlings under natural soil fertility requires a two-year time period, while the yield of standard seedlings is only 92.0%. The application of full mineral fertilizer according to the scheme K_{60} for plowing, $N_{30}P_{30}$ - in the spring during sowing and $N_{30}P_{30}$ - during fertilizing, carried out during irrigation in the spring after emergence (1st), at the end of June (2nd), at the end of July (3rd), allows to achieve maximum growth rates of the aboveground and underground parts of young seedlings and at the end of the first year of life to obtain at least 95.0% of standard seedlings.

Keywords: *Aesculus hippocastanum*, seedlings, mineral nutrition

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. СТАН ВИРОЩУВАННЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ ОТРИМАННЯ ПОСАДКОВОГО МАТЕРІАЛУ ГІРКОКАШТАНУ ЗВИЧАЙНОГО	8
1.1. Народногосподарське значення та поширення гіркокаштану звичайного	8
1.2. Перспективи вирощування саджанців гіркокаштану звичайного	16
РОЗДІЛ 2. ПРИРОДНІ УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	20
2.1. Методика проведення досліджень	20
2.2. Природні умови території проведення досліджень	22
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	24
3.1. Фізіологічне значення основних мікроелементів на ростові процеси сіянців гіркокаштану звичайного	24
3.2. Вплив способів внесення мінеральних добрив на показники сіянців гіркокаштану звичайного	30
ВИСНОВКИ	34
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	35
ДОДАТКИ	39

ВСТУП

Актуальність досліджень. Однією з основних проблем сучасного лісового господарства Сумської області є дефіцит садивного матеріалу, це стосується і деревних порід, що використовуються в озелененні населених пунктів [24, 26]. На думку багатьох фахівців, істотно збільшити вихід сіянців у лісових розсадниках можна за рахунок впровадження у виробництво сучасних прийомів вирощування молодих сіянців, спрямованих на оптимізацію життєвих чинників рослинного організму. Одним із найефективніших і економічно швидкоокупних прийомів регулювання темпів росту і розвитку сіянців є застосування мінеральних добрив [7, 9]. Однак у лісництвах мінеральні добрива застосовуються вкрай рідко, і немає конкретних рекомендацій щодо норм і строків їх внесення під окремі деревні породи, зокрема під гірकोкаштан звичайний.

Мета дослідження – вивчити вплив різних норм і строків внесення мінерального добрива на особливості росту, морфологічні параметри та вихід стандартних сіянців гірकोкаштана звичайного.

Завдання дослідження. Для досягнення поставленої мети нами були вирішені наступні завдання:

1. Вивчити різні фони мінерального живлення та способи його внесення на посівах гірकोкаштана звичайного першого та другого року вирощування;
2. Встановити вплив різних фонів та способів внесення мінеральних добрив на вагові та лінійні показники сіянців досліджуваного виду.
3. Узагальнити отримати результати з метою розробки рекомендацій щодо вирощування стандартного садивного матеріалу гірकोкаштана звичайного.

Об'єкт досліджень – садивний матеріал гірकोкаштана звичайного, вирощуваний в розсадниках Роменського агролісгоспу Сумського облагролісу

Предмет досліджень – різні фони мінерального живлення та строки внесення при вирощуванні садивного матеріалу.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили у 2024 рр. у лісовому розсаднику Роменського агролісгоспу Сумської області. Для вирішення поставлених завдань закладалися два польові досліді. Спостереження та вимірювання в дослідіх проводили відповідно до існуючих методик і ДСТУ. Висоту рослин вимірювали за допомогою лінійки, починаючи від кореневої шийки до вершини стовбура. Площу листя вимірювали в період вегетації молодих сіянців шляхом промірювання ширини і довжини листків. Кореневу масу сіянців зважували після відокремлення стовбурів у районі кореневої шийки, паралельно вимірювали діаметр кореневої шийки сіянців. Для вимірювань контрольних зразків використовували лінійку, штангенциркуль, а для зважування – електронні лабораторні ваги ВК-300.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше проведено експериментальні дослідження впливу різних норм мінерального живлення при вирощуванні садивного матеріалу гірко каштану звичайного в умовах розсаднику Роменського агролісгоспу, а також способи та строки внесення мінеральних добрив на посівах першого та другого року вирощування.

Практичне значення досліджень. Отримані результати можуть бути використані в навчальному процесі під час вивчення дисциплін Лісова культура, Лісова та декоративні розсадники, а також як практичні рекомендації для лісових та декоративних розсадників Сумської області тощо.

Апробація результатів дослідження проводилася під час наукових семінарів, круглих столів, студентських наукових конференцій (Додаток А).

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел (41 найменування) та 1 додатку. Загальний обсяг дипломної магістерської роботи – 37 сторінки комп'ютерного тексту, містить 2 таблиці та рисунки.

РОЗДІЛ 1

СТАН ВИРОЩУВАННЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ ОТРИМАННЯ ПОСАДКОВОГО МАТЕРІАЛУ ГІРКОКАШТАНУ ЗВИЧАЙНОГО

1.1. Народногосподарське значення та поширення гіркокаштану звичайного

Гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* L.) – багаторічна рослина родини *Sapindaceae*, роду *Aesculus*, також відома під народною назвою гіркокаштан дикий, шлунок, гестиня.

В Україні гіркокаштан називають просто каштаном, але згідно з біологічною класифікацією гіркокаштан і каштан не є близькими «родичами», а входять у різні родини, більше того, різні біологічні порядки. Це дерево висотою 20–36 м з пишною кроною та товстими гілками, діаметром крони більше 10 м [8] (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Загальний вигляд гіркокаштану звичайного [22]

Старе гілля брунатно-сіре, молоді товсті пагони – світло-бурі, голі. На старих деревах зовнішні гілки часто з кучерявим закінченням. Бруньки мають довжину 2,0–2,5 см, яйцеподібні, темно-бурі, клейкі, покриті шкірястою лускою. Листки супротивні, черешкові, пальчасті, складаються з 5–7 сидячих листочків клиноподібно-обернено яйцеподібної форми, зморшкуватих, по краю нерівно пильчастих, знизу світліших, вздовж жилок пухнастих від м'яких, рудих волосків. Кожен листочок сягає 13–30 см завдовжки, а весь листок може сягати 60 см завширшки [9-11].

Суцвіття - прямостояча, пірамідальна волоть, 10–30 см заввишки, складається з 20–50 квіток. Чашечки дзвоникуваті, опушені, з 5 нерівними лопатями. Віночок п'ятипелюстковий, білий з жовтуватою плямою в зіві, яка з часом стає червоною. Пелюстки округлі з торочкуватим відгином. Тичинки (7–8 шт.) прикріплені до внутрішнього краю диску. Квітне в травні-червні протягом 15 діб, плоди дозрівають у вересні – жовтні.

Плід - зелена тристулкова коробочка, 6 см завдовжки, з м'якими короткими шипами. В середині неї міститься 1 (рідше 2-3) коричнева, лискуча насінина 2–4 см завширшки, з сірою плямою при основі. Зазвичай на одному суцвітті дозріває 3–5 плодів [11].

Aesculus hippocastanum має великі блискучі, липкі бруньки. Розпускання листя відбувається в кінці березня – початку квітня, після розкриття великих і клейких бруньок. Листя залишається на деревах і створює густу тінь до кінця жовтня або початку листопада, коли стає золотисто-коричневим.

Важко переоцінити народногосподарське значення гіркокаштану звичайного: його деревина широко використовується в деревообробній і меблевій промисловості, а плоди служать сировиною для виробництва ліків для поліпшення кровообігу і підвищення тонуусу кровоносних судин. Квітки гіркокаштану звичайного багаті нектаром, а їх аромат приваблює багатьох комах-запилювачів. Крони дерев є притулком для багатьох видів птахів і

тварин, що сприяє збереженню екосистеми в міських умовах і збільшенню біорізноманіття [12, 24].

Ареал гіркокаштана звичайного охоплює відносно невелику ділянку Балкан – гори Піндус. На своїй батьківщині ці дерева утворювали широколистяні ліси, які подекуди збереглися і в наш час. В природі їх плодами живляться олені і вивірки, нечутливі до дії отруйних сапонінів.

З XIX століття цей вид почали вирощувати в парках і на вулицях міст у всіх помірних кліматичних зонах світу. Це дерево завоювало популярність серед професіоналів завдяки стрункості стовбура, яку воно зберігає під час росту, що робить його ідеальним для створення алей та окантовки доріг. Гіркокаштан звичайний – одна з найпопулярніших рослин для озеленення парків і вулиць. Його високо цінують не тільки за естетичний вигляд і приємний аромат під час цвітіння, а й за здатність швидко приживатися на нових ділянках і відносну стійкість до природних і антропогенних факторів, характерних для міського середовища [13].

Насадження гіркокаштана звичайного зменшують забруднення повітря, створюють природний шумовий бар'єр і створюють прохолодну тінь для перехожих. Ці дерева діють як своєрідний біофільтр, який очищає не тільки повітря, а й ґрунт і воду, забруднені промисловими, побутовими чи сільськогосподарськими відходами, які поширені в містах. На початкових етапах росту дерево утворює багато бічних пагонів. Щоб прискорити розвиток саджанця і поліпшити його декоративні властивості, нижні бічні пагони видаляємо, а три верхніх залишаємо. Дорослі дерева не потребують регулярної обрізки, але добре її переносять, якщо вона гігієнічно придатна. Щоб уникнути негативних наслідків, обрізку потрібно проводити пізньої осені або ранньою весною [15, 17].

Для виготовлення ліків використовують кору, листя, квіти та плоди. Насіння традиційно використовували як лікування хронічної венозної недостатності і обробляються фармацевтична промисловість. Також використовується в народній медицині Албанії, Косово і Центральної Італії.

Лікують проблеми з кровообігом і ревматичні захворювання. Основні компоненти екстракту *Aesculus hippocastanum* [20, 23, 28]:

Ескулін (глікозид) – зменшує проникність капілярів, покращує тонус судинної стінки, має судинозвужувальну дію, бореться з проявами куперозу.

Есцин (тритерпеновий сапонін) – відновлює проникність судин та знижує їхню крихкість. Має протинабрякові, протизапальні та регенеруючі властивості, усуває темні кола навколо очей.

Флавоноїди (кверцитрин, ізокверцитрин, кверцетин і кемпферол) – мають антиоксидантну, протизапальну та протиалергічну дію.

Каротиноїди – виявляють потужний антиоксидантний ефект, захищають шкіру від впливу УФ-променів, запобігають руйнуванню колагену, перешкоджають передчасному старінню шкіри.

Вітамін С – один із найвідоміших антиоксидантів, які активно нейтралізують дію вільних радикалів.

Вітамін К – чудово справляється з набряками та темними колами навколо очей, бореться із запаленнями шкіри, а також допомагає при лікуванні розацеа та куперозу.

Рутин (вітамін Р) – зміцнює стінки капілярів, бореться з проявами куперозу.

Історія широкої інтродукції деревних порід у Європу з інших континентів починається здебільшого з XVI ст. 1576 р. У 1576 р. у ботанічному саду Відня було вперше висаджено кінський гіркокаштан, розповсюджений у природі в органічному ареалі на півночі Греції та у суміжній Албанії. Але насіння гіркокаштана було не європейського походження – його надіслав австрійський посланник у Туреччині з Константинополя. За Петра I наприкінці XVIII під Воронежем у так званих «коронних садах» особисто за указом царя випробовували гіркокаштани для подальшого їхнього застосування з метою озеленення [30].

Природний ареал *A. hippocastanum* включає невелику частину Балканського півострова, де він росте в гірських лісах Албанії і частково в

Болгарії та Греції. Зустрічається в гірських районах Ірану і передгір'ях Гімалаїв. Широко культивується в помірному кліматичному поясі, поширений у плантаціях багатьох регіонів Європи. Росте в листяних лісах з вільхою, ясенем, кленом, липою, буком та іншими деревами, піднімаючись на висоту 1000-1200 м над рівнем моря [36].

У 17 столітті вид став популярним завдяки своїй естетичній привабливості і широкому прохолодному відтінку. *A. hippocastanum* широко культивується в садах, парках і на вулицях країн з помірним кліматом. Дерево заповнює алеї, парки та сади Франції, Італії та Англії. Врешті решт, дерево стало найбільш популярним у вікторіанську епоху. Зараз вважається улюбленим деревом серед громадян Великобританії [24].

У 1839 році на території Київського університету (тоді Імператорського університету св. Володимира) за проектом архітектора Вікентія Беретті було закладено ботанічний сад. У перші роки ректор університету і, за сумісництвом, директор ботанічного саду Рудольф Траутфеттер, висадив перший гіркокаштан. У 1862 році новий директор ботанічного саду Опанас Рогович створив повноцінну алею *Aesculus hippocastanum*, яку розмістив у вигляді кола [25].

У ДБС з 1941 р. 5 зразків (22 екз.) вирощено з насіння, отриманого з різних ботанічних садів. У 61 рік висота 13 м, діаметр стовбура 23 см. Веgetує з третьої декади квітня до другої декади жовтня. Росте повільно. Цвіте з 9 років, з третьої декади травня до другої декади червня. Плодоносить з 9 років, плоди дозрівають у другій половині вересня. Зимостійкість висока. Життєздатність насіння 100%, схожість середня. Можливе розмноження щепленням.

Має низку декоративних форм: Баумана (f. *Baumanii*) - з махровими білими квітками і тривалим цвітінням, плодів не дає; Ширнгофера (f. *Schimhoferi*) - з махровими жовтуваточервоними квітками; жовто-строкату (f. *luteo-variegata*) - з жовто-строкатим листям; біло-строкату (f. *albo-variegata*) - з біло-строкатим листям; Меммінгера (f. *Memmingeri*) - на

листках дрібні білі цятки; розрізнолисту (f. *laciniata*) – з вузькими, глибоко нерівномірно-вирізаними листочками; парасольковидно-кулясту (f. *umbraculifera*) – з компактною, округлою кроною; пірамідальну (f. *pyramidalis*) – з вузькопірамідальною кроною; низькорослу (f. *pumila*) – карликова; вирізну (f. *incisa*) – з короткими і широкими, глибоко вирізаними листочками; плакучу (f. *pendula*) [12, 26, 38].

Гібрид гіркокаштана звичайного і гіркокаштана павія – кінський гіркокаштан м'ясо-червоний, отриманий у 1818 році. Світлолюбний мезофіт, мезотроф. Зустрічається досить часто на півдні Європи і в Північній Америці. Дерево 15–25 м заввишки з квітками різноманітного забарвлення (від рожево-червоного до темно-червоного) в волотистих суцвіттях, до 20 см завдовжки. Починає цвісти в більш ранньому віці, ніж кінський гіркокаштан звичайний. Тривалість цвітіння до 20 днів. Восени листя довго зберігає зелене забарвлення, але сильніше страждає від сухості.

Загалом цей гібрид декоративніший за гіркокаштан звичайний, особливо в період цвітіння, і заслуговує на широке застосування в поодиноких, алейних і вуличних посадках [30].

Має кілька декоративних форм: Бриоті (f. *Briotii*) – з яскравими шарлаховими квітками; плакучу (f. *pendula*) – з гілками, що спадають; (f. *plantierensis*) – з довшими (до 20 см), тупозубчастими листочками з торочкуватими краями; (f. *flogerigriseo*) – з пурпуровим забарвленням квіток [36].

Застосування деревини. На сьогоднішній день сфера застосування гіркокаштана дуже мала, так як деревини обмежені запаси. Деревина гіркокаштана комерційного значення не має через м'якість і малу біологічну стійкість (за біостійкістю вона є однією з найнижчих і порівнянна з деревиною липи), до того ж без відповідного захисту на повітрі вона швидко стає брудно-сірою, проте її можна застосовувати для виготовлення меблів та дверних полотен, оскільки вона добре приймає та тримає кріплення (цвяхи, шурупи та ін.), чудово склеюється, протруюється та забарвлюється. Вона

добре обробляється різанням, шліфується і полірується, забезпечуючи чудову якість поверхні, і її часто використовують для токарних і різьблених виробів, для дрібних предметів домашнього начиння, легкої шухлядної тари (зокрема, для зберігання тютюну і сигар). У минулому її використовували у виробництві пересічних музичних інструментів (піаніно тощо), дерев'яного взуття (наприклад, у Німеччині) та ортопедичних протезів [27, 28, 32].



Рис. 1.2. Загальний вигляд спилу гіркокаштану звичайного (фото автора)

Харчова промисловості. Гіркокаштан звичайний – добрий медонос. За сприятливої погоди одна квітка здатна 1,7–2,1 мг нектару. Якщо враховувати велику кількість квіток у суцвітті, то загальна медопродуктивність 1 га гіркокаштанових насаджень може сягати 50-60 кг меду. Крім нектару бджоли збирають з цього дерева темно-червоний пилок і клей, з якого виробляють прополіс. Гіркокаштановий мед прозорий, безколірний, рідкий. Мед, зібраний із кінського гіркокаштана, рідкий, прозорий і зазвичай безбарвний, але швидко кристалізується в стільниках, тому його не можна використовувати для зимової підгодівлі бджіл [28, 38].

Насіння за складом і поживністю схоже на хлібні зерна, але багатше на вміст води (49 %), який сильно, втім, зменшується при висиханні (до 19 %). Внаслідок гірко-в'язучого смаку вони спочатку неохоче з'їдаються рогатою

худобою, яка потім до них звикає. Найкраще давати їх у вигляді борошна, яким посипати корм, приготований парінням або самонагріванням. Добре також згодувати з коренеплодами [39, 40].

Фармацевтична промисловість. Фармакологічна активність плодів гіркокаштана звичайного пов'язана з вмістом кумаринового глікозиду ескуліну (ескулозиду) та його аглікону ескулетину (есцинолу), оксикумаринового глікозиду фраксину та його аглікону фраксетину, а також тритерпенового сапонінового глікозиду β -аміринового типу есцину (вміст до 13%).

У плодах гіркокаштана звичайного знайдено також есцини. Основним компонентом, що визначає біологічну активність есцину, є β -есцин. Під час дослідження препарату есцин (виробництва АТ «Галичфарм») методом рідинної хроматографії встановлено, що вміст β -есцину в ньому становить 76,35-79,29%. Поряд з есцином у плодах гіркокаштана присутні інші сапонінові глікозиди. Зокрема, за кислотного гідролізу сапонінової фракції отримано сапогеноли гіпокаескулін (21-О-ангелоіл-22-О-тиглоіл-R1-барингенол або 21-О-тиглоіл-22-О-ангелоіл-R1-барингенол) та барингтогенол-С-21-ангелат [41].

Крім того, у плодах гіркокаштана звичайного міститься близько 0,13% флавоноїдних глікозидів (кверцитрину, ізокверцитрину, кверцетину та кемпферолу), близько 0,9% дубильних речовин (катехінових танінів), жирна олія (5-7%), білки (11%), пектини, крохмаль (до 49,5%).

У корі гіркокаштана звичайного містяться кумариновий глікозид ескулін (3 %) та його аглікон ескулетин, есцин, оксикумаринові глікозиди фраксин та скополін та їхні аглікони (фраксетин та скополетин), флавоноїд кверцетин, дубильні речовини (зокрема, катехіновий димер проантоціанідин-А2), фітостероли (стигмастерол, α -спінастерол, β -ситостерол), жирна олія (2,5-7%), цукри (9%), аскорбінова кислота, тіамін, філохінон [37].

В озелененні гіркокаштан звичайний набув найбільшого поширення українських міст. Гіркокаштан не тільки тішить своєю красою, а й сприяє

збереженню нашого здоров'я - одне дерево може очистити від автомобільних вихлопних газів до 20 тисяч куб. м. повітря, не втрачаючи при цьому своєї декоративності (рис.1.3).



Рис. 1.3. Використання гіркокаштану звичайного в озелененні [22]

1.2. Перспективи вирощування саджанців гіркокаштану звичайного

Aesculus hippocastanum – одна з найцікавіших груп рослин, яка завдяки чудовим декоративним властивостям завоювала велику популярність у світі. Вони також є джерелом біологічно активних речовин, тому відносяться до цінних ресурсних рослин. На території України зустрічаються види роду, завезені з Південної Європи, Північної Америки, Східної Азії та Індії. Проте стан насаджень гіркокаштану в містах України, значно погіршився. Гіркокаштан звичайний, який є символом м. Києва і прикрашає місто вже понад 200 років, зазнав серйозних втрат – близько 50% дерев втратили свій адаптаційний потенціал. Тому актуальним є вирішення проблеми забезпечення посадковим матеріалом, стійким до впливу біотичних та абіотичних факторів, характерних для міського середовища, а також оптимізації умов вирощування цих дерев за наявності несприятливих факторів середовища. Одним із перспективних підходів є використання

методів культивування *in vitro*, які дозволяють прискорити мікроклональне розмноження найбільш стійких зразків [28, 26].

Насіннєве розмноження є методом, який з великим успіхом використовується як для гіркокаштана, так і для інших видів, що належать до роду *Aesculus*. Тим не менш, життєздатність насіння швидко знижується після зневоднення. Отже, плоди слід збирати з дерева, як тільки коробочка стане жовтуватою і почне розкриватися, або з землі відразу після падіння. Посів необхідно провести якнайшвидше або стратифікувати або попередньо охолодити насіння для весняного посіву. Без стратифікації насіння слід замочити у воді приблизно на 48 годин і одну третину насіння слід видалити, розрізавши край рубця, не видаляючи насіннєву оболонку. Проростання є гіпогеальним і зазвичай завершується через три-чотири тижні [33].

Виробництво садивного матеріалу вимагає ґрунтовних знань біології і екології декоративних рослин, знання їх декоративних якостей, володіння технологіями розмноження і вирощування різних груп садивного матеріалу. Фахівці з розсадництва мусять мати необхідні практичні навички з живцювання, щеплення рослин, формування штамбу, крони та кореневої системи саджанців, уміти застосовувати сучасні добрива та фізіологічно-активні речовини, а за необхідності засоби захисту від хвороб, шкідників та бур'янів, розраховувати собівартість виробництва та планувати технологічні процеси. Без цього неможлива їх повноцінна діяльність на виробництві [21].

Aesculus hippocastanum – дуже адаптивна рослина, поширений у всіх регіонах земної кулі з помірним і холодним кліматом. Для оптимального росту рослина віддає перевагу кремнистим, глибоким, легким і досить родючим ґрунтам у місцевості, захищеній від сильних вітрів, які можуть пошкодити широке та густе листя, характерне для рослини. *Aesculus hippocastanum* погано росте в посушливих умовах. Після фази ювенільного росту рослина відносно витривала і добре переносить низькі температури і навіть морози. Рослина також переносить повне сонце. Він чутливий до солоності, атмосферного забруднення та енергійної обрізки, яка

практикується для стримування листя. У молодому віці гіркокаштан чутливий до водного стресу, і внаслідок водного дисбалансу листя жовтіє та падає на землю. Опіки більш поширені в сухі сезони, але серйозні пошкодження також спостерігаються у вологий сезон [7, 9, 13].

Завдяки чисельним корисним властивостям *Aesculus hippocastanum* займає першорядне місце серед лікарських рослин, і в майбутньому ця рослина може відігравати важливу роль як рослина для декоративного та фармацевтичного використання. В даний час екстракти *Aesculus hippocastanum* і кілька сполук на основі есцину використовуються у фармацевтичних продуктах, що мають терапевтичне значення для лікування набряків і хронічної периферичної венозної недостатності, а також в косметичці.

Гіркокаштан звичайний розмножується насінням, дає кореневі відводки і пневу поросль, але може бути також розмножено живцями і відводками.

Інтродукція гіркокаштана почалася в 1970 р. На перших етапах було багато невдач. Насіння гіркокаштана звичайного швидко втрачає схожість, за обміном приходило завідомо несхоже насіння. Становище вдалося виправити тільки після власного збору насіння в осередках інтродукції. Хороші результати дав осінній посів з утеплювальним мульчуванням тирсою. Позитивні результати дає і весняний посів за попереднього зберігання насіння в закритих поліетиленових мішечках у холодильній камері при температурі +5°C (стратифікація) [6].

Для того, щоб отримати багато посадкового матеріалу, насіння гіркокаштана висівають восени в розпліднику на глибину 3–6 см на грядки або в ряди з родючим ґрунтом. Протягом кількох місяців воно проходить природну стратифікацію, і навесні наступного року з'являються сходи. Надалі догляд за гіркокаштаном полягає в регулярному розпушуванні, яке проводимо обережно і неглибоко, щоб не дістати до поверхневого коріння, прополюванні, внесенні добрив. Молоді рослини гіркокаштана в сильну посуху потребують поливу вечорами [14, 16].

При зберіганні насіння необхідно підтримувати вологість (близько 40 %) і температуру 0–5°C. Перед сівбою стратифікувати насіння в піску при температурі до 10 °C протягом 2–5 місяців (залежно від умов зберігання). Зазвичай висівають насіння не пізніше наступної весни після збирання на глибину 6–10 см [9, 15].



Рис. 1.4. Плід на різних етапах достигання плодової оболонки та молоді паростки гіркокаштана звичайного

РОЗДІЛ 2

ПРИРОДНІ УМОВИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Методика проведення досліджень

Однією з основних проблем сучасного лісового господарства Сумської області є дефіцит садивного матеріалу, це стосується і деревних порід, що використовуються в озелененні населених пунктів [9]. На думку багатьох фахівців, істотно збільшити вихід сіянців у лісових розсадниках можна за рахунок впровадження у виробництво сучасних прийомів вирощування молодих сіянців, спрямованих на оптимізацію життєвих чинників рослинного організму. Одним із найефективніших і економічно швидкоокупних прийомів регулювання темпів росту і розвитку сіянців є застосування мінеральних добрив [24].

Однак у лісництвах мінеральні добрива застосовуються вкрай рідко, і немає конкретних рекомендацій щодо норм і строків їх внесення під окремі деревні породи, зокрема під кінський гірकोкаштан звичайний.

Мета дослідження – вивчити вплив різних норм і строків внесення повного мінерального добрива на особливості росту, морфологічні параметри та вихід стандартних сіянців гірकोкаштану звичайного.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили у 2024 рр. у лісовому розсаднику Роменського агролісгоспу Сумського облагролісу. Для вирішення поставлених завдань закладалося два польові досліді.

Дослід № 1 – сіянці гірकोкаштану звичайного вирощували на трьох рівнях (варіантах) родючості ґрунту: I – контроль (без добрив); II – фон 1 ($N_{40}P_{40}K_{40}$); III – фон 2 ($N_{60}P_{60}K_{60}$). Розрахункові дози азотних, калійних і фосфорних добрив вносилися в один прийом з осені під оранку ґрунту.

Дослід № 2 – сіянці вирощували на підвищеному удобреному фоні $N_{60}P_{60}K_{60}$. При цьому схема досліді передбачала три способи застосування добрив: 1-й – контроль – усю розрахункову норму $N_{60}P_{60}K_{60}$ вносили під

оранку; 2-й – K_{60} – під оранку, а $N_{60}P_{60}$ – навесні під час сівби; 3-я – K_{60} – під оранку, $N_{30}P_{30}$ – навесні під час сівби та $N_{30}P_{30}$ – під час підживлення. Підживлення протягом вегетації проводили тричі при поливах: 1-ше – навесні після появи сходів; 2-ге – наприкінці червня; 3-тє – наприкінці липня. Під час підживлення добрива розчиняли у воді і вносили в ґрунт за допомогою звичайної садової лійки. З азотних мінеральних добрив використовували аміачну селітру (NH_4NO_3) із вмістом азоту 35 %, фосфорних – подвійний суперфосфат $Ca(H_2PO_4)_2$, що містить 42 % засвоюваного фосфору, калійних – хлористий калій (KCL) з концентрацією діючої речовини 62 %.



Рис. 2.1. Загальний вигляд сіяньців гірко каштану звичайного в умовах дослідної ділянки Роменського агролісгоспу

Ґрунт ділянки – чорнозем типовий середньо суглинковий із вмістом гумусу 5,0 %, рухомого фосфору 16 мг та обмінного калію 19 мг на 100 г ґрунту. Обробіток ґрунту проводили за системою чистого пару. Площа дослідних ділянок становила 12 м², розміщення варіантів систематичне,

повторність досліду чотириразова. Схема посіву – безгрядкова, рядова з шириною міжрядь 30 см.

Спостереження та вимірювання в дослідах проводили відповідно до існуючих методик і ДСТУ [1-3]. Висоту рослин вимірювали за допомогою лінійки, починаючи від кореневої шийки до вершини стовбура. Вимірювали 35 випадково відібраних сіянців. Аналогічно і паралельно з вимірюваннями висоти стовбурів проводили проміри довжини кореневої системи. Площу листя вимірювали в період вегетації молодих сіянців шляхом промірювання ширини і довжини 35 випадково обраних листків. Кореневу масу сіянців зважували після відокремлення стовбурів у районі кореневої шийки у 30 випадково обраних сіянців, паралельно вимірювали діаметр кореневої шийки сіянців. Для вимірювань контрольних зразків використовували лінійку, штангенциркуль, а для зважування – електронні лабораторні ваги ВК-300.

2.2. Природно-кліматичні умови проведення досліджень

Підприємство Роменський агролісгосп розташоване в південно-західній частині Сумської області на території Роменського, Недригайлівського, Липоводолинського, східній частині Лебединського, Білопільського та південній частині Буринського адміністративних районів

Територія підприємства за характером рельєфу є хвиляста і відноситься до рівнинних лісів. Найбільші підвищені ділянки знаходяться у північно-східній частині району, тут проходить водорозділ між басейнами рік Сула та Псел.

Лісові урочища розташовані, в основному, по яругам і балкам. Основні масиви Глинського і Липоводолинського, та частина Роменського і Недригайлівського лісництв відносяться до заплави рік Хорол і Сула.

Основними ґрунтоутворюючими породами району розташування лісгоспу є лесовидні суглинки 59,1 %. На них під впливом процесу

задерніння сформувались найбільш багаті гумосом, та цінної структури ґрунти (сірі лісові ґрунти).

Основні типи і види ґрунтів (%): сірі лісові – 43,5 %; чорноземи опідзолені – 21,7 %; болотні – 16,9 %; лугові – 4,2 %.

Значна частина території лісгоспу знаходиться в умовах складного рельєфу, в формуванні якого головну роль зіграла ерозійно-аккумулятивна морфоструктура. Як результат має місце розвиток великих ерозійних процесів, є яружно-балочні системи лесових розчленованих плато і їх схилів.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Фізіологічне значення основних мікроелементів на ростові процеси сіянців гіркокаштану звичайного

Засновник вчення про раціональне живлення рослин К. А. Тімірязєв писав, що для забезпечення врожаю необхідно насамперед знати потреби рослини і вміти їх задовольняти. Живлення – це складний, багатогранний та інтегральний процес, пов'язаний із фотосинтезом, водообміном, засвоєнням мінеральних речовин і диханням рослини, залежний від комплексу екзогенних та ендогенних чинників.

Для вдосконалення наявних і розроблення нових прийомів ефективного використання мінеральних добрив, виробництво яких у нашій країні з кожним роком збільшується, фізіологія рослин та агрономічна хімія розробляють теоретичні питання живлення рослин, до яких належать вивчення механізмів поглинання та перетворення елементів мінерального живлення кореневою системою та взаємозв'язок його з іншими функціями рослинного організму.

Для раціонального та ефективного застосування добрив необхідно знати якісні та кількісні індекси потреби рослини в елементах мінерального живлення в онтогенезі для створення запланованого врожаю, індекси ступеня родючості ґрунту, можливі коефіцієнти використання поживних речовин, які є у ґрунті й вносяться з добривами, а також забезпеченість рослин водою. Доведено, що для одержання високоякісних сіянців необхідне насамперед поєднання двох умов: оптимального забезпечення водою та достатньо високого забезпечення рослин мінеральним живленням, особливо азотом.

Неметали поглинаються з ґрунту кореневою системою рослин у вигляді іонів (аніонів і катіонів). Так, азот може надходити у вигляді аніона NO_3^- і катіона NH_4^+ , фосфор і сірка – у вигляді аніонів фосфорної та сірчаної

кислот – H_2PO_4 і SO_4 , які потім утворюють складні сполуки з органічними речовинами – білками, вуглеводами і жирами. При цьому створюються основні компоненти живого протопласта – нуклеопротейди, фосфатиди, фосфорні ефіри та інші складні сполуки [12].

Фосфор у рослині може перебувати і у формі фосфатидів – речовин ліпоїдного характеру, які за своїми хімічними та фізичними властивостями подібні до жирів, але відрізняються від них тим, що містять у молекулі фосфор і азот або тільки фосфор. До них належать лецитин, кефалін. До 50 % фосфорної кислоти залишається в рослині в іонній формі. Фосфорна кислота відіграє велику роль у перетворенні вуглеводів. Під час окислювального розпаду цукрів вона утворює гексозофосфати, які перетворюються далі за участю дихальних ферментів. Фосфорна кислота є буфером під час регуляції обміну вуглеводів.

Зазвичай спостерігається два періоди інтенсивного засвоєння фосфору рослинами: перший – 2–3 тижні від початку проростання насінини, коли відбувається розпад органічних фосфоровмісних сполук та вивільняється фосфорна кислота; другий – під час дозрівання плодів і насіння. Під час дозрівання в насінину надходить значна кількість фосфору у вигляді мінеральних фосфатів і фітину та утворюються різні органічні сполуки цього елемента. Навпаки, проростання насінини супроводжується утворенням значної кількості фосфатів.

Фосфор – обов'язковий для рослини елемент. Він міститься в цитоплазмі, органелах клітини, входить до складу хромосом, вірусів, деяких вітамінів, ферментів і бере участь в утворенні білкових речовин. Хімічними реакціями, з якими пов'язані фосфати, зумовлена енергетика живої клітини.

Велике значення для рослин фосфор має на початку їхньої вегетації, бо прискорює ріст, і зокрема кореневої системи, сприяє кращому засвоєнню поживних речовин, поглинанню вологи.

На першому етапі життя рослин утворюється велика маса цитоплазми, необхідною складовою частиною якої є фосфор. За достатнього фосфорного

живлення значно прискорюється утворення рослинами репродуктивних органів. Зовні фосфорне голодування проявляється у скручуванні листків з країв, утворенні фіолетових і червонуватих плям на них та відмиранні тканин в уражених місцях. За сильного фосфорного голодування призупиняється ріст стебел і листя, насіння не утворюється.

Згідно з останніми дослідженнями, іони калію займають певне місце в бічних ланцюгах великих молекул білкових речовин. Експериментально доведено, що калій, який міститься в рослині, за формою зв'язку може бути розділений на дві частини: одна перебуває в лабільному зв'язку з колоїдами - адсорбований калій, інша утворює міцні зв'язки хімічної природи, і такого калію в клітинах міститься 50%. Властивість калію утворювати лабільні зв'язки з білком і легко переходити в іонну форму важлива для обміну речовин. У рослин, забезпечених цим елементом, інтенсивно протікає фотосинтез.

Калій сприяє конверсії сонячної енергії в АТФ, бере участь у перенесенні енергії в клітині та синтезі високомолекулярних сполук (білків, полісахаридів), що сприяє підвищенню ефективності фотосинтезу. Прискорення потоку енергії відбувається завдяки активації калієм ферментативних реакцій, які каталізують перенесення багатих енергією фосфорних зв'язків. Він безпосередньо впливає на синтез, обмін амінокислот і полімеризацію більш високомолекулярних сполук (білків, нуклеїнових кислот і нуклеотидів).

Калій може повторно використовуватися в рослині. У молодому зростаючому листі його дуже багато, а в опалому, навпаки, мало. Калій, який був необхідний у процесах, пов'язаних зі зростанням молодих клітин, стає зайвим у клітинах, що старіють, і може знову використовуватися в молодих частинах рослин.

За різкої нестачі калію на пластинках листків з країв з'являються бурі плями – характерна ознака калійного голодування рослин. З усіх катіонів калій необхідний рослині в найбільших кількостях, і внесення його в ґрунт

значно збільшує врожай. Під впливом посиленого калійного живлення зростає морозостійкість рослин, що пояснюється підвищенням вмісту вуглеводів у клітинах і збільшенням унаслідок цього осмотичного тиску. Усе викладене свідчить про важливу роль калію в житті рослин.

Експериментами виявлено, що висота стовбурів сіянців гіркокаштана звичайного на недобрих ґрунтах до кінця першого року життя досягла в середньому 12,0 см за діаметра кореневої шийки 2,8 мм. Це відповідно на 20,0 і 30,0% менше вимог стандарту [8]. При цьому довжина кореневої системи дорівнювала в середньому 8,8 см, а її маса – 6,7 г.

Зі 100 випадково відібраних сіянців тільки 24,8% відповідали стандартним параметрам (висота стовбурів не менше ніж 15 см, а їхня товщина біля кореневої шийки не менше ніж 4,0 мм) (табл. 1, рис. 3.1).

Таблиця 1

**Морфологічні показники сіянців за різних фонів живлення,
(середнє за 2024 р.)**

Показники	Рівень мінерального живлення		
	Контроль (без добрив)	Фон 1 (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀)	Фон 2 (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)
<i>Однорічні сіянці</i>			
Висота центрального пагона, см	12,0	15,1	16,5
Діаметр кореневої шийки, мм	2,8	3,9	4,4
Довжина коренем, см	8,8	12,4	15,5
Маса коренів, г	6,7	9,0	13,6
Вихід стандартних сіянців, %	24,8	57,4	88,5
<i>Дворічні сіянці</i>			
Висота центрального пагона, см	22,1	34,6	44,5
Діаметр кореневої шийки, мм	4,2	6,8	8,5
Довжина коренем, см	16,5	22,6	26,6
Маса коренів, г	20,3	27,7	40,8
Вихід стандартних сіянців, %	92,1	100,0	100,0

Внесення мінеральних добрив суттєво стимулювало ростові процеси молодих сіянців. Так, на I рівні мінерального живлення (фон 1) лінійний ріст стебел підвищувався на 25,0%, а їхня висота сягала 15,0 см за діаметра

кореневої шийки 3,9 мм, що на 39,2% більше за контрольне значення. Змінювалися й темпи приросту підземної частини рослин. Довжина коренів збільшувалася в 1,4 рази, а їхня маса – в 1,3 рази. Вихід стандартних сіяncів у даному варіанті досліду становив 57,3%.



Рис. 3.1. Загальний вигляд сіяncів гіркокаштану звичайного (зліва – однорічний, праворуч – дворічний) (фото автора)

Підвищення рівня мінерального живлення до фону 2 збільшувало ростові процеси сіяncів у висоту щодо контролю на 36,6%, а в діаметрі – майже в 1,5 рази.

Довжина кореневої системи досягала в середньому 15,6 см, а її вага 13,5 г. Це відповідно в 1,8 і 2,0 рази більше, ніж у рослин неудобреного варіанта, і в 1,3 і 2,0 рази вище показників сіяncів ділянок фону 1.

Встановлено, що внесення повного мінерального добрива в нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ дає змогу отримати вже на кінець першого року життя 88,4 % стандартних сіяncів, готових до висадки на лісокультурній площі.

Вирощування посадкового матеріалу без добрив знижує вихід сіянців необхідного розміру в 3,5 рази, а застосування мінеральних добрив у порівняно невеликій нормі ($N_{40}P_{40}K_{40}$) – у 1,5 рази.

Спостереження за сіянцями другого року життя засвідчили, що дерева, які вирощують на удобрених ділянках, мають більшу висоту і товщину стовбурів. У варіантах фону 2 ці значення дорівнювали в середньому відповідно 44,4 см і 8,4 мм. Довжина кореневої системи сягала 26,5 см, а її маса 40,9 г. На ділянках фону 1 висота стовбурів була в середньому на 9,9 см нижчою, їхній діаметр дорівнював 6,7 мм, або на 1,7 мм меншим. Рослини контрольного варіанта за висотою стовбурів на 9,9 см поступалися рослинам удобреного фону 1 і на 22,1 см – фону 2. За діаметром кореневої шийки різниця становила відповідно 2,6 і 4,3 мм.

Варіювала і довжина корневих систем сіянців: від 16,4 см – у контрольних екземплярів до 26,5 см у рослин удобреного фону 2, або збільшувалася в 1,6 рази. Внесення помірних норм добрив (фон 1) підвищувало довжину коренів порівняно з неудобреним варіантом на 6,1 см, або в 1,5 рази.

Застосування добрив, так само як і в саджанців першого року життя, істотно впливало на вагу кореневої системи, збільшуючи її з 20,2 г у контрольних рослин до 27,6 г, або на 36,6 % – у рослин фону 1. Маса коренів у сіянців фону 2 досягала в середньому 40,9 г, що у 2,0 рази більше за контрольне значення та в 1,5 рази – за показники фону 1.

Дослідами виявлено, що вирощування садивного матеріалу гіркогоаштана звичайного без застосування мінеральних добрив навіть протягом дворічного періоду не гарантує повного виходу стандартних сіянців. Вимірювання та підрахунки показали, що зі 100 сіянців у середньому лише 92,0 шт. відповідатимуть вимогам ДСТУ. Водночас на удобрених варіантах у всіх отриманих сіянців стандартні розміри суттєво перевищували нормативи ДСТУ. Очевидно, обмеженість в елементах мінерального живлення зумовлює прояв гострої внутрішньовидової конкуренції і, як

наслідок, значну диференціацію морфологічних параметрів рослин. Вимірювання висоти рослин засвідчило, що в неудобреному варіанті варіація між максимальними та мінімальними значеннями сягає 15,4–20,5 см, у той час як у рослин на удобреному фоні 1 вона дорівнювала 10,5–13,4 см, а на фоні 2–5,6–8,2 см.

3.2. Вплив способів внесення мінеральних добрив на показники сіянців кіркокаштану звичайного

Рослина в перші фази розвитку використовує головним чином запаси поживних речовин, наявні в насініні; приріст органічної речовини в цей період зазвичай незначний. Надалі потреба рослини в елементах живлення швидко зростає, і до періоду найінтенсивнішого збільшення її об'єму і маси використання зольних речовин і азоту досягає максимуму. Це збігається з періодом цвітіння і зав'язування плодів. З припиненням накопичення органічної речовини в рослині спостерігається різке зниження потреби її в елементах мінерального живлення і навіть відбувається зворотний перехід частини їх із рослини в ґрунт.

При розкидному внесенні добрив коефіцієнт використання їх незначний - у середньому $\frac{1}{3}$ - $\frac{1}{2}$. Решта добрив зазвичай перетворюється на важкодоступні сполуки; за умов високої вологості частина їх вимивається, а за низької вони залишаються невикористаними. Слід мати на увазі, що великі дози добрив, особливо легкорозчинних, наприклад калійних, можуть створювати високу концентрацію ґрунтового розчину, що затримує проростання насіння і пригнічує ріст молодих рослин. За внесення великої кількості мінеральних добрив концентрація ґрунтового розчину може настільки підвищитися навіть за достатньої вологості, що ґрунт почне відтягувати воду з молодих проростків і вони в'януть.

Численні дослідження, передовий досвід і зарубіжна практика свідчать про те, що найефективнішим способом внесення мінеральних добрив є

локальний із закладенням у ґрунт. У низці випадків застосовують позакореневе підживлення рослин. Можливістю некореневого живлення рослин (через листя) цікавилися давно. Перші роботи в цьому напрямі належать до початку минулого століття. У 1843 р. було встановлено, що рослина здатна засвоювати залізо не тільки корінням, а й листям, і стеблом. К. А. Тімірязєв, вивчаючи хлороз, встановив, що якщо абсолютно блідий лист змочити сіллю заліза, то через деякий час на ньому з'являться зелені плями. Ж. Буссенго показав, що при нанесенні на поверхню листка розчинів солеподібних речовин, наприклад сульфату кальцію, вони проникають у його паренхіму. І. В. Мічурін при появі хлорозу у плодових дерев зазвичай обприскував листя розчином залізного купоросу. Досліди М. І. Сидоріна показали, що засвоєння заліза тільки через листя може повністю задовольнити потребу рослини в цьому елементі.

Позакореневе внесення добрив слід застосовувати як спосіб додаткового постачання рослин елементами мінерального живлення в період вегетації.

Експериментально доведено, що позакореневим підживленням можна також підвищити стійкість рослин до шкідників. Наприклад, масове розмноження попелиці на рослинах може бути індикатором на підвищений вміст амінокислот у їхніх тканинах унаслідок несприятливих умов живлення, і зокрема через нестачу калію, фосфору, окремих мікроелементів та надмірне живлення рослин азотом. Відсутність амінокислот у клітинному соку, яким живиться попелиця, призводить до її безпліддя. Біохімічний склад клітинного соку тканин рослин можна змінити позакореневим підживленням макро- і мікроелементами і таким чином підвищити стійкість рослин до попелиці.

Встановлено, що дробове внесення мінеральних добрив є більш ефективним прийомом вирощування сіянців гіркокаштана звичайного. Так, висота стовбурів сіянців першого року життя у варіанті з внесенням K_{60} під оранку, а $N_{60}P_{60}$ – навесні під час сівби виявилася в середньому на 6,7 % більшою від значень варіанта з внесенням усієї норми мінерального добрива

під оранку. Збільшувалася і довжина кореневої системи сіянців, досягаючи в середньому 16,0 см, що на 1,0 см більше за контрольне значення (табл. 2).

Таблиця 2

Морфологічні показники сіянців за різних строків внесення мінеральних добрив, (середні значення)

Показники	Строк внесення мінеральних добрив		
	Контроль (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ під ранку)	K ₆₀ – під оранку, N ₆₀ P ₆₀ – навесні при сівбі)	K ₆₀ – під оранку, N ₃₀ P ₃₀ – навесні при сівбі, N ₃₀ P ₃₀ – при підживленні)
<i>Однорічні сіянці</i>			
Висота центрального пагона, см	12,0	15,1	16,5
Діаметр кореневої шийки, мм	2,8	3,9	4,4
Довжина коренем, см	8,8	12,4	15,5
Маса коренів, г	6,7	9,0	13,6
Вихід стандартних сіянців, %	24,8	57,4	88,5
<i>Дворічні сіянці</i>			
Висота центрального пагона, см	22,1	34,6	44,5
Діаметр кореневої шийки, мм	4,2	6,8	8,5
Довжина коренем, см	16,5	22,6	26,6
Маса коренів, г	20,3	27,7	40,8
Вихід стандартних сіянців, %	92,1	100,0	100,0

Усе це сприяло більшому виходу стандартних сіянців – від 88,4 до 90,0 %. Вочевидь, внесення азоту і фосфору навесні зменшує міграцію цих макроелементів ґрунтовим профілем і сприяє кращому надходженню елементів мінерального живлення до молодих сіянців. За осіннього заправлення ґрунту повним мінеральним добривом частина поживних речовин неминуче втрачається, оскільки відбувається їхнє вимивання в нижні горизонти ґрунту з талими та дощовими водами. У результаті слаборозвинені кореневі системи молодих сіянців не в змозі забезпечити їхнє надходження в рослинний організм з великої глибини.

За результатами дослідження видно, що найефективніше додаткові поживні речовини використовувалися за їх внесення за схемою K_{60} – під оранку, $N_{30}P_{30}$ – навесні під час сівби та $N_{30}P_{30}$ – за підживлення.

Вимірювання висоти стовбурів засвідчили, що до кінця вегетації сіянці в даному варіанті досліду досягали довжини 19,0 см, що в середньому було на 2,6 см вище за контрольне значення і на 1,5 см більше, ніж на варіанті з внесенням K_{60} під оранку, а $N_{60}P_{60}$ – навесні за посіву. Застосування азоту і фосфору під час підживлення сприяло формуванню потужнішої кореневої системи із середньою довжиною коренів 18 см і масою 15,5 г, що на 20,0 і 14,8 % перевищувало контрольні показники і на 12,5 і 10,7 % – індекси в II варіанті досліду. Вимірювання 100 випадково вибраних рослин засвідчили, що в середньому 95,0 шт. з них відповідали вимогам, що висуваються галузевим стандартом.

Спостереження за сіянцями другого року життя виявили, що на кінець вегетації висота стовбурів гіркокаштана звичайного на удобреному ґрунті сягнула в середньому 44,4–49,0 см, що в 2,5–2,7 рази більше висоти сіянців першого року життя. При цьому довжина коренів становила 26,5–35,0 см за маси 40,9–46,4 г, або відповідно на 68,0–94,4% і в 2,9–3,0 рази більше, ніж в однорічних сіянців.

Встановлено, що дія роздільного внесення добрив проявляється і на другий рік життя. Сіянці на варіанті з підживленням азотом і фосфором за всіма показниками перевищувала сіянці на інших варіантах досліду. Вони виявилися в середньому на 10,3 % вищими за рослини, де всі добрива вносили одночасно під оранку, і на 7,4 % за сіянці II варіанту досліду – з внесенням K_{60} під оранку, а $N_{30}P_{30}$ – навесні під час сівби. Довжина їхньої кореневої системи була в середньому на 8,6 см більшою за контрольне значення і на 8,0 см перевищувала показник на II варіанті досліду. Аналогічні закономірності простежувалися і за масою коренів. Різниця між контролем і варіантом із підживленням сягала 13,4 %.

ВИСНОВКИ

За результатами дослідження можна зробити такі основні висновки.

1. Використання мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ при вирощуванні садивного матеріалу гіркокаштана звичайного на чорноземі типовому в умовах Сумської області дає змогу вже на кінець першої вегетації рослин виробляти не менше 88,4 % стандартних сіянців.

2. Вирощування сіянців за природної родючості ґрунту потребує дворічного часового періоду, при цьому вихід стандартного посівного матеріалу становить лише 92,0 %.

3. Внесення повного мінерального добрива за схемою K_{60} під оранку, $N_{30}P_{30}$ – навесні при посіві та $N_{30}P_{30}$ – під час підживлення, що проводяться під час поливів навесні після появи сходів (1-й), наприкінці червня (2-й), наприкінці липня (3-й), дає змогу домогтися максимальних темпів росту надземної та підземної частин молодих сіянців і вже на кінець першого року життя одержувати щонайменше 95,0 % стандартних сіянців.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 2980:95. Культури лісові. Терміни та визначення. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 1995. URL: <http://www.leonorm.com.ua/Default.php?Page=stlist&ObjId=886&CatId=1&code=&TableNum=2>
2. ДСТУ 5036:2008. Насіння дерев та кущів. Методи відбирання проб, визначання чистоти, маси 1000 насінин та вологості. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. URL: <http://www.leonorm.com.ua/Default.php?Page=stlist&ObjId=886&CatId=1&code=&TableNum=2>
3. ДСТУ 9053:2020. Насіння дерев і кущів. Посівні якості. Технічні умови. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2020. URL: <http://www.leonorm.com.ua/Default.php?Page=stlist&ObjId=886&CatId=1&code=&TableNum=2>
4. Машковська С.П., Н.Ю. Бєлова, М.І. Шумик, О.О. Ільєнко. Оптимізація технології вирощування гіркокаштану звичайного. Інтродукція рослин. 2010. № 2. С. 76-84.
5. Карпович М. С., Гловацький Р. М. Особливості біології, шкідливості та поширення каштанової мінуючої молі в Україні" Харків: ДБТУ, 2022. С. 64-66
6. Almeida I.F., Fernandes E., Lima J.L., Costa P.C., Bahia M.F. Protective effect of *Castanea sativa* and *Quercus robur* leaf extracts against oxygen and nitrogen reactive species - J. Photochem. Photobiol. B. 2008, May 29, 91(2-3), 87-95.
7. Avci G., Küçükkurt I., Küpeli Akkol E., Yeşilada E. Effects of escin mixture from the seeds of *Aesculus hippocastanum* on obesity in mice fed a high fat diet - Pharm. Biol. 2010, Mar., 48(3), 247-252.
8. Braga P.C., Marabini L., Wang Y.Y., Lattuada N., Calò R., Bertelli A., Falchi M., Dal Sasso M., Bianchi T. Characterisation of the antioxidant effects of *Aesculus hippocastanum* L. bark extract on the basis of radical scavenging

- activity, the chemiluminescence of human neutrophil bursts and lipoperoxidation assay - *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.* 2012, Jul., 16 Suppl 3, 1-9.
9. Çiftçi G.A., Işcan A., Kutlu M. Escin reduces cell proliferation and induces apoptosis on glioma and lung adenocarcinoma cell lines - *Cytotechnology* 2015, Oct., 67(5), 893-904.
 10. Dudek-Makuch M., Matławska I. Coumarins in horse chestnut flowers: isolation and quantification by UPLC method - *Acta Pol. Pharm.* 2013, May-Jun., 70(3), 517-522.
 11. Dudek-Makuch M., Matławska I. Flavonoids from the flowers of *Aesculus hippocastanum* - *Acta Pol. Pharm.* 2011, May-Jun., 68(3), 403-408.
 12. Edem E., Kahyaoğlu B., Çakar M.A. Acute Effusive Pericarditis due to Horse Chestnut Consumption - *Am. J. Case Rep.* 2016, May 4,17, 305-308.
 13. Elmas O., Erbas O., Yigitturk G. The efficacy of *Aesculus hippocastanum* seeds on diabetic nephropathy in a streptozotocin-induced diabetic ratmodel - *Biomed. Pharmacother.* 2016, Jul 14, 83, 392-396.
 14. Frédérick M., Marcowycz A., Cieckiewicz E., Mégalizzi V., Angenot L., Kiss R. In vitro anticancer potential of tree extracts from the Walloon Region forest - *Planta Med.* 2009, Dec., 75(15), 1634-1637.
 15. Güney G., Kutlu H.M., Işcan A. The apoptotic effects of escin in the H-Ras transformed 5RP7 cell line - *Phytother. Res.* 2013, Jun., 27(6), 900-905.
 16. Gurel E., Ustunova S., Ergin B., Tan N., Caner M., Tortum O., DemirciTansel C. Herbal haemorrhoidal cream for haemorrhoids - *Chin. J. Physiol.* 2013, Oct 31, 56(5), 253-262.
 17. Jagroop I.A. Plant extracts inhibit ADP-induced platelet activation in humans: their potential therapeutic role as ADP antagonists - *Purinergic. Signal.* 2014, 10(2), 233-239.
 18. Jiang N., Xin W., Wang T., Zhang L., Fan H., Du Y., Li C., Fu F. Protective effect of aescin from the seeds of *Aesculus hippocastanum* on liver injury

- induced by endotoxin in mice – *Phytomedicine* 2011, Nov 15, 18(14), 1276-1284.
19. Kim S.E., Kim T.H., Park S.A., Kim W.T., Park Y.W., Ahn J.S., Jeong M., Kim M.Y., Seo K. Efficacy test of horse chestnut leaf extract (ALHL1005) as matrix metalloproteinase inhibitors in ligature-induced periodontitis in canine model - *J. Vet. Sci.* 2016, Aug 10.
 20. Kukula-Koch W., Kędzierski B., Głowniak K. Influence of extrahent on antioxidant capacity of *Aesculus hippocastanum* seeds - *Nat. Prod. Res.* 2015, 29(4), 370-373.
 21. Leach M.J. The clinical feasibility of natural medicine, venotonic therapy and horsechestnut seed extract in the treatment of venous leg ulceration: a descriptive survey - *Complement. Ther. Nurs. Midwifery* 2004, May,10(2), 97-109.
 22. Margină D., Olaru O.T., Ilie M., Grădinaru D., Guțu C., Voicu S., Dinischiotu A., Spandidos D.A., Tsatsakis A.M. Assessment of the potential health benefits of certain total extracts from *Vitis vinifera*, *Aesculus hyppocastanum* and *Curcuma longa* - *Exp. Ther. Med.* 2015, Nov., 10(5), 1681-1688.
 23. Methlie C.B., Schjøtt J. Horse chestnut--remedy for chronic venous insufficiency - *Tidsskr. Nor. Laegeforen.* 2009, Feb 26, 129(5), 420-422.
 24. Mojžišová G., Mojžiš J., Pilátová M., Varinská L., Ivanová L., Strojný L., Richnavský J. Antiproliferative and antiangiogenic properties of horse chestnut extract - *Phytother. Res.* 2013, Feb., 27(2), 159-165.
 25. Morling J.R., Yeoh S.E., Kolbach D.N. Rutosides for prevention of postthrombotic syndrome - *Cochrane Database Syst. Rev.* 2015, Sep 16, (9), CD005626.
 26. Niu X., Wang Y., Li W., Zhang H., Wang X., Mu Q., He Z., Yao H. Esculin exhibited anti-inflammatory activities in vivo and regulated TNF- α and IL6 production in LPS-stimulated mouse peritoneal macrophages in vitro through MAPK pathway - *Int. Immunopharmacol.* 2015, Dec., 29(2), 779-786.

27. Pittler M.H., Ernst E. Horse chestnut seed extract for chronic venous insufficiency - *Cochrane Database Syst. Rev.* 2012, Nov 14, 11, CD003230.
28. Selvakumar G.P., Manivasagam T., Rekha K.R., Jayaraj R.L., Elangovan N. Escin, a novel triterpene, mitigates chronic MPTP/p-induced dopaminergic toxicity by attenuating mitochondrial dysfunction, oxidative stress, and apoptosis - *J. Mol. Neurosci.* 2015, Jan., 55(1), 184-197.
29. Seweryn E., Gleńsk M., Sroda-Pomianek K., Ceremuga I., Włodarczyk M., Gamian A. Cytotoxic effects of four aescin types on human colon adenocarcinoma cell lines - *Nat. Prod. Commun.* 2014, Mar., 9(3), 387-390.
30. Suter A., Bommer S., Rechner J. Treatment of patients with venous insufficiency with fresh plant horse chestnut seed extract: a review of 5 clinical studies - *Adv. Ther.* 2006, 23(1), 171-178.
31. Vašková J., Fejerčáková A., Mojžišová G., Vaško L., Patlevič P. Antioxidant potential of *Aesculus hippocastanum* extract and escin against reactive oxygen and nitrogen species - *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.* 2015, 19(5), 879-886.
32. Wang X.H., Xu B., Liu J.T., Cui J.R. Effect of beta-escin sodium on endothelial cells proliferation, migration and apoptosis - *Vascul. Pharmacol.* 2008, Oct-Dec., 49(4-6), 158-165.
33. Wang Y., Xu X., Zhao P., Tong B., Wei Z., Dai Y. Escin Ia suppresses the
34. metastasis of triple-negative breast cancer by inhibiting epithelial-mesenchymal transition via down-regulating LOXL2 expression- *Oncotarget* 2016, Apr 26, 7(17), 23684-23699.
35. Wang Y.W., Wang S.J., Zhou Y.N., Pan S.H., Sun B. Escin augments the efficacy of gemcitabine through down-regulation of nuclear factor- κ B and nuclear factor- κ B-regulated gene products in pancreatic cancer both in vitro and in vivo - *J. Cancer. Res. Clin. Oncol.* 2012, May, 138(5), 785-797.
36. Ye X., Yu S., Liang Y., Huang H., Lian X.Y., Zhang Z. Bioactive triterpenoid saponins and phenolic compounds against glioma cells - *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 2014, Nov 15, 24(22), 5157-5163.

37. Yu Z., Su P. Effect of beta-aescin extract from Chinese buckeye seed on chronic venous insufficiency - *Pharmazie* 2013, Jun., 68(6), 428-430.
38. Zając M., Wiśniewski M., Sein Anand J. [Intoxication by powdered seeds of horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*) used nasally as snuff - a case report] - *Przegl. Lek.* 2014, 71(9), 502-503.
39. Zhang F., Li Y., Zhang L., Mu G. Synergistic protective effects of escin and low-dose glucocorticoids on blood-retinal barrier breakdown in a rat model of retinal ischemia - *Mol. Med. Rep.* 2013, May, 7(5), 1511-1515.
40. Zhou X.Y., Fu F.H., Li Z., Dong Q.J., He J., Wang C.H. Escin, a natural mixture of triterpene saponins, exhibits antitumor activity against hepatocellular carcinoma - *Planta. Med.* 2009, Dec., 75(15), 1580-1585.
41. Zlatanov M.D., Antova G.A., Angelova-Romova M.J., Teneva O.T. Lipid composition of *Castanea sativa* Mill. and *Aesculus hippocastanum* fruit oils - *J. Sci. Food Agric.* 2013, Feb., 93(3), 661-666.