

УДК 582.711.712+61+615.1

DOI <https://doi.org/10.32689/2663-0672-2023-2-14>

Марта МАНІЛІЧ

студентка третього курсу спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія», Національний університет «Львівська політехніка», вул. Степана Бандери, 12, Львів, Україна, індекс 79013 (marta.manilich.bt.2020@lpnu.ua)
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0982-288X>

Роксолана КОНЕЧНА

кандидат фармацевтичних наук, доцент кафедри технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології Національний університет «Львівська політехніка», вул. Степана Бандери, 12, Львів, Україна, індекс 79013 (roksolana.t.konechna@lpnu.ua)
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6420-9063>

Marta MANILICH

Third-year Student of Specialty 162 "Biotechnology and bioengineering", Lviv Polytechnic National University, 12, Stepan Bandera Street, Lviv, Ukraine, postal code 79013 (marta.manilich.bt.2020@lpnu.ua)

Roksolana KONECHNA

Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor at the Department of Technology of Biologically Active Substances, Pharmacy and Biotechnology, Lviv Polytechnic National, 12, Stepan Bandera Street, Lviv, Ukraine, postal code 79013 (roksolana.t.konechna@lpnu.ua)

Бібліографічний опис статті: Маніліч М., Конечна Р. Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.): аналітичний огляд літератури. *Сучасна медицина, фармація та психологічне здоров'я*. 2023. Вип. 2 (11). С. 96–108. DOI: <https://doi.org/10.32689/2663-0672-2023-2-14>

Bibliographic description of the article: Manilich M., Konechna R. (2023). Scots pine (*Pinus sylvestris* L.): Analytical review of literature [Scots pine (*Pinus sylvestris* L.): Analytical review of literature]. *Suchasna medytsyna, farmatsiia ta psyholohichne zdorovia – Modern medicine, pharmacy and psychological health*, 2 (11), 96–108. DOI: <https://doi.org/10.32689/2663-0672-2023-2-14>

СОСНА ЗВИЧАЙНА (PINUS SYLVESTRIS L.): АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Анотація. Стаття присвячена аналізу та узагальненню даних літературних джерел щодо поширення, хімічного складу, використання *Pinus sylvestris* L. (сосни звичайної) як лікарської рослинної рослини та можливостей її культивування. На даний момент на ринку України представлено всього лише декілька препаратів, в основі або до складу яких входить сосна звичайна. Це є ознакою того, що ця рослина не досліджена достатньо із фармацевтичної/медичної точки зору. Метою дослідження є огляд, аналіз та узагальнення інформації про поширення, хімічний склад, використання *Pinus sylvestris* L як лікарського засобу та умови культивування рослини. В ході аналізу багатьох літературних джерел було з'ясовано, що сировина (бруньки, хвоя, живиця) сосни звичайної містить комплекс біологічно активних речовин, а саме: ефірну олію, дубильні речовини, вітаміни, органічні кислоти, фенольні сполуки, лігнани, флавоноїди, який дозволяє використання у народній медицині як противірусного, антибактеріального, протипухлинного, антиоксидантного і ранозагоювального засобу. Сосна звичайна є перспективним сировинним джерелом для розробки лікарських засобів, має достатню сировинну базу та не потребує специфічних умов для культивування. На основі проведеного дослідження та аналізу літературних джерел щодо поширення, хімічного складу, умов культивування та використання *Pinus sylvestris* L як лікарського засобу, можна дійти висновку, що сосна звичайна є рослиною, що легко пристосовується до різних умов життя, а отже, їй не вимагає специфічних умов для свого росту, що у свою чергу, робить її чудовим представником для культивування та промислового вирощування не лише в Україні, а і у всьому світі. У складі сосни міститься багато сполук, що дозволяють використовувати її як лікарський засіб. Поєднання цих двох факторів робить *Pinus sylvestris* L перспективною у застосуванні і для фармацевтичної та медичної, і для інших видів промисловості.

Крім того, зважаючи на активне використання частин сосни у народній медицині, доцільним є подальше дослідження та розробка нових лікарських препаратів на основі *Pinus sylvestris* L.

Ключові слова: *Pinus sylvestris* L., ботанічна характеристика, біологічно активні речовини, фармакологічна дія.

SCOTS PINE (PINUS SYLVESTRIS L.): ANALYTICAL REVIEW OF LITERATURE

Abstract. This article provides an analysis and generalization of data from literature sources concerning the distribution, chemical composition, and usage of *Pinus sylvestris* L. (Scots Pine) as a medicinal plant, and the possibilities of its cultivation. Presently, there are only a few products on the Ukrainian market based on or containing Scots Pine, indicating insufficient research from a pharmaceutical/medical perspective. The objective of this study is to review, analyze, and summarize information regarding the distribution, chemical composition, medicinal use of *Pinus sylvestris* L., and conditions for its cultivation. During the analysis of many literary sources, it was found that the raw materials (buds, needles, resin) of Scots pine contain a complex of biologically active substances, including essential oils, tannins, vitamins, organic acids, phenolic compounds, lignans, and flavonoids, which

enable its utilization in traditional medicine as an antifungal, antibacterial, antitumor, antioxidant, and wound-healing agent.

Scots pine is a promising source of raw materials for the development of medicinal products, has a sufficient raw material base and does not require specific conditions for cultivation. Based on this research and literature analysis regarding the distribution, chemical composition, cultivation conditions, and utilization of *Pinus sylvestris* L. as a medicinal resource, it can be concluded that Scots Pine readily adapts to various environmental conditions, making it an excellent candidate for cultivation and industrial growth not only in Ukraine but worldwide. The combination of these two factors makes *Pinus sylvestris* L. promising for use in pharmaceutical, medical, and other industries.

Furthermore, considering the active use of various parts of Scots Pine in traditional medicine, further research and development of new medicinal preparations based on *Pinus sylvestris* L. are highly warranted.

Key words: *Pinus sylvestris* L., botanical characteristics, biologically active substances, pharmacological effects.

Вступ. Лікарськими рослинами (*Plantae medicinales*) називають рослини, що містять біологічно активні речовини і використовуються для заготівлі лікарської рослинної сировини. Інтерес до лікарських рослин зростає із розвитком науки. Так, у 1990-х роках як лікарські рослини використовувалось всього 100 видів всіх рослин, а вже у 2010-х роках – близько 21 тис. видів рослин. Найбільшу ж групу складають лікарські рослини, які застосовуються у народній медицині. Багато лікарських рослин використовується і у традиційній медицині: арабській, індійській, китайській, тибетській. Наприклад, у тибетській медицині (в її класичному варіанті) застосовують близько 400 видів лікарських рослин, у китайській не менше 2000 видів [1–2].

Однак, це лише частка від загальної кількості видів рослин, які мають потенціал для використання в медицині. Багато видів рослин використовуються традиційно в медицині різних культур, але не мають офіційного статусу як лікарські.

Одна із такого класу, що застосовуються як лікарські рослини – є родина соснових. Родина соснови – *Pinaceae* – об'єднує 10 родів, близько 250 видів і є найпоширенішою групою як серед класу хвойних, так і серед голонасінних рослин загалом. Найбільшим за числом видів є рід сосна. Він містить близько 100 видів, представлених вічнозеленими деревами. У природній флорі України зростає 6 видів, культивується інтродукованих – близько 40 видів. Найбільш поширеною в Україні з усього різноманіття аборигенних та інтродукованих видів рослин соснових є сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.). Вона має велике народногосподарське та фармацевтичне значення [3].

Ботанічний опис.



Рис. 1. *Pinus sylvestris*



Рис. 2. (1–8) *Pinus sylvestris* : 1- шишконосна гілка і насінневі шишки, 2 – шишконосна гілка і пилкові шишки, 3 – поперечний переріз луска, 4 – насіннева шишка, 5 – насіннева луска абаксіального вигляду, 6 – насіннева луска адаксіального вигляду, 7 – абаксіальний вигляд насіння, 8 – адаксіальний вигляд насіння

Pinus sylvestris – високе (25–50 м, 50–80 см у діаметрі та віком 200–300 років) однодомне, з конусовидною або пірамідальною кроною і моноподіальним кільчастим гілкуванням дерево родини соснових. Листки (хвоїнки) лінійно-голчасті, 4,5–7 см завдовжки, темно зелені, зверху випуклі, знизу жолобчасті, загострені, розміщені на вкорочених пагонах по дві, тримаються 3–5 років. Чоловічі шишечки сіро-жовті, рідше червонуваті, яйцевидні, 3–7 мм завдовжки, зібрані колосовидно при основі молодих видовжених пагонів. Жіночі шишечки червонуваті, одиничні або їх по 2–3, розташовані у верхній частині пагонів; нестиглі шишки зелені, конічні, стиглі – сірувато бурі, матові, яйцевидно-видовжені, 3–7 см завдовжки, обвислі; їхні луски дерев'яніючі, лопатчасті, з майже ромбічним потовщенням (щитком) і бугорчастим сосочком на його верхівці. Запилюється у травні [2; 4]. Перенос пилку та насіння на великі відстані відбувається за допомогою вітру, що забезпечує поширення та високу генетичну різноманітність. Каріотип сосни звичайної має набір з 12 пар хромосом (рис. 3).

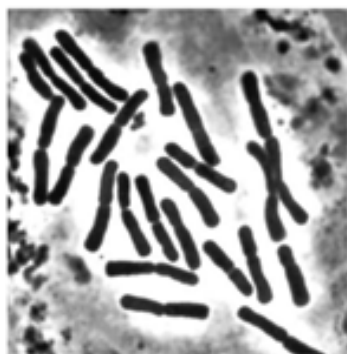


Рис. 3. Хромосоми сосни звичайної з природної популяції України (фото О. І. Кириченко)

Більшість хромосом сосни звичайної є метacentричними, що означає, що частка коротких до довгих плеч становить від 0,75 до 1,00. Хромосоми XI і XII згадуються як субметacentричні з співвідношенням від 0,50 до 0,75. Частота самозапилення 10–20%, проте більшість ембріонів, отриманих в результаті самозапилення гинуть внаслідок гомозиготності, яка є летальною [4].

Крім того, сосна звичайна характеризується лінійним спаданням значень середньої локальної базисної щільності деревини від окоренка до верхівки дерева. А у корі молодих (до 40-річного віку) та найстарших дерев значення локальної базисної щільності зменшується до відносної висоти 0,5h (де h – висота рослини), після чого має тенденцію до зростання [5].

Поширення

Pinus sylvestris має найширше поширення із всіх сосен, з природним покриттям ареалу великої частини Європи та Азії із західної Шотландії до східного Сибіру та півдня Іспанії до Арктичного Кола (рис. 4).



Рис. 4. Поширення *Pinus sylvestris*

Дослідження продемонстрували генетичну основу адаптаційних реакцій екотипів сосни звичай-

ної на спектри світла вздовж північного широтного кліну і відсутність материнського впливу на життєздатність саджанців [6].

В Україні сосна звичайна росте на Поліссі, в північній частині Лісостепу, зрідка на піщаних терасах рік північної частини Степу, де утворює чисті й мішані (переважно з дубом) ліси. Найбільше деревостаном на 2012 рік було у ДП «Старосамбірське ЛГ» (2306,3), ДП «Самбірське ЛГ» (681,5), ДП «Осмолодське ЛГ» (597,3), НПП «Карпатський» (281,6) та менше (від 100 до 50 дерев) у ДП «Надвірнянське ЛГ», ДП «Делятинське ЛГ», ДП «Болехівське ЛГ», ДП «Турківське ЛГ» [2; 7]

Сосна, як невибаглива до вологості ґрунту й оліготрофна порода, залишилася рости на скельних розсипах ямненського пісковика. Сосна звичайна завдяки біологічним особливостям здатна проростати та закріплюватися своїми міцними коріннями в таких суворих умовах і при цьому розвиватися та насінносити. Сосна звичайна при мінімальній кількості ґрунту здатна закріплюватися на скелях, розсипах та формувати деревостани. За допомогою розвинутої кореневої системи дерева сосни переплітають і фіксують нестійкі, рухомі скельні розсипи, попереджуючи їх зсування та скочування, а також змив дощовою водою малопотужного ґрунтового покриву. Деревостани за участю реліктової сосни звичайної в Українських Карпатах ростуть не лише на скелях і скельних розсипах ямненського пісковика. Вони також поширені на торф'яних болотах прирічкових терас гірських річок, в яких наявний надмірний коефіцієнт зволоженості. Завдяки великій пристосованості реліктової сосни звичайної до різноманітних несприятливих умов зростання, на цих територіях формуються виключно чисті соснові прості та складні деревостани. Сосна в таких умовах зволоження ґрунту формує сильну поверхневу кореневу систему [8].

Заготівля і зберігання

Для медичних потреб використовують бруньки (*Turiones Pini*, синонім – *Gemmae Pini*), хвою, живицю (*Terebinthina*) і продукти її переробки та продукти переробки деревини. Бруньки становлять собою молоді пагони 1–4 см завдовжки, розміщені «коронками» по 5–6 штук на верхівках стовбура й гілок. Зовні вони вкриті спіральними розміщеними рожевобурими бахромчастими лусочками, що склеєні між собою смолою і містять у своїх пазухах маленькі бруньки, з яких розвиваються дуже короткі гілочки з двома хвоїнками. Заготовляють бруньки до початку їхнього розпускання (лусочки на верхівці бруньок мають бути щільно замкнутими), найкраще під час рубок догляду, відрізаючи коронки від гілок так, щоб довжина гілки під коронкою не перевищувала 3 мм. Зібраний матеріал використовують свіжим або сушать у теплому приміщенні, а

за сприятливих погодних умов – на сонці, розстеливши тонким (3–4 см) шаром на папері чи тканині й часто перемішуючи. Якщо погода суха, матеріал висихає приблизно за 14 днів. Сухих бруньок виходить 38–40%. Заборонено штучне підсушування бруньок за допомогою печей, духових шаф, оскільки вони розпадаються, а смола – розплавляється і витікає.

На виході отримують придатний до вживання засіб – бруньки, зібрані в коронки, або поодинокі екземпляри. Їхня зовнішня поверхня має рожево-бурий відтінок, а всередині сировина зелена. Сухі бруньки мають виражений аромат, а смаку присутня невелика гірчинка.

Для фасування використовуються коробки з картону або фанери. Готову сировину зберігають у сухих добре провітрюваних приміщеннях без доступу світла. Період зберігання – 2 роки за умови відсутності вологості.

Хвою заготовляють під час рубок і використовують свіжою. Живицю (терпентин) заготовляють протягом усього літа шляхом підсочки: на стовбурі живого дерева роблять спеціальні косі надрізи, з яких у спеціальну посудину стікає прозора смола – живиця. З живиці одержують скипидар (*Oleum Terebinthinae*) і каніфоль (*Colophonium*), а з деревини сосни – дьоготь (*Pix liquida Pini*) і активоване вугілля (*Carbo activatus*) [2; 35].

Вміст біологічно активних речовин

Хімічний склад є однією з ключових характеристик, які в свою чергу визначають якість деревини, його придатність для різних кінцевих продуктів і застосувань [11].

Вміст целюлози у зразку деревини сосни звичайної коливається від 25 до 50% (залежить від району росту, умов культивування та ін.). Що ж до інших сполук, пов'язаних із целюлозою, то вміст голоцелюлози (целюлоза+ геміцелюлоза) в межах 58% – 70%, альфа-целюлози – 36%-46%, геміцелюлози – 15–25%. Вміст лігніну – від 27,1% до 45%, проте нормою вважається 20–35%.

Відхилення від норми також може бути пов'язане із місцем відбору проб, адже вміст голоцелюлози зменшується за схемою: деревина – внутрішня кора – зовнішня кора. Вміст альфа-целюлози також зменшується у напрямку: деревина – внутрішня кора – зовнішня кора. А вміст лігніну збільшується у напрямку: деревина – внутрішня кора – зовнішня кора.

Крім того, при дослідженнях визначають і вміст екстрактивних речовин. Найчастіше їх вміст коливається від 2 до 20%. Смоляні кислоти – найбільш переважаючі ліпофільні екстрактивні речовини, за ними – ситостерин і ненасичені жирні кислоти, такі як лінолева та олеїнова кислоти.

Частка пектину, протеїнів та неограничених компонентів становить 2.8%–14.8% [9–13].

При дослідженні елементного складу, середні значення концентрації металів – Mn>Zn>Ni>Cu>Pb в ґрунті. При цьому в рослинній тканині:

– концентрації Pb і Zn – Хвоїнка>Гілка>Кора>Корінь>Стовбур;

– концентрації Cu – Корінь>Хвоїнка>Гілка>Кора>Стовбур;

– концентрації Mn – Хвоїнка>Гілка>Кора>Стовбур>Корінь;

– концентрації Ni – Хвоїнка>Гілка>Корінь>Кора>Стовбур.

Спостерігається також збільшення концентрацій досліджуваних металів *P. sylvestris* у забруднених місцях. Вміст металів у хвої *P. sylvestris* збільшується з підвищенням віку рослини [14–16; 19].

Бруньки сосни містять ефірну олію (до 0,36%), дубильні речовини, гірку речовину пініпкрин, каротин, аскорбінову кислоту, метильні похідні флавоноїдів. До складу ефірної олії входять α - і β -пінен, карен, терпінеол, лимонен та інші терпеноїди. Хвоя сосни містить смолу (7–12%), каротин, аскорбінову кислоту (до 0,2%), дубильні речовини, до 1% ефірної олії, у складі якої є пінен (до 40%), лимонен (до 40%), борнілацетат (до 10%), борнеол, кадинен та інші терпени.

Живиця (терпентин) становить собою розчин смоли (каніфолі) в ефірній олії (скипидарі). Очищений скипидар (*Oleum Terebinthinae rectificatum*) містить пінен (до 75%), карен, силвестрен, кадинен, терпінеол та інші терпени, каніфоль – до 95% смоляних кислот (декетропімарова, абієтинова, сапінова та ін.) і близько 5% смол. У дьогті містяться різні феноли.

Ефірна олія з пагонів сосни багата монотерпеновими вуглеводнями, найважливіше в тому числі: α - і β -пінен, δ -3- оцимен, мірцен, камфен, сабінен і карен. Інші компоненти включають борнілацетат, борнеол, лимонен, α - і γ -терпінен, (Z)- β - терпінолен, 1,8-цинеол, цитраль, терпінеол, α -кадинол, α -мууролол, (β)-каріофіллен, β -фелландрен, камфен, хамазулен і деякі кислоти [2; 17; 22; 24].

У сосни звичайної (*P. sylvestris*) найпоширенішими фенольними та антибактеріальними сполуками є стилбени типу піносильвіну (3,5-дигідрокси-транс-стильбен) та флавоноїди типу флавонолів і дигідрофлавонолів, такі як кемпферол, кверцетин і таксіфолін та їхні похідні [18; 25].

Вміст основних фенолокислот в екстракті кори сосни зменшується в порядку: п-гідробензойна кислота > протокатехінова > хлорогенова >

ферулова кислоти. Також виявлено катехін і епікатехін з групи флаван-3-олів в екстрактах у високому вмісті [19].

Визначено, що сосна звичайна містить деякі лігнани (1–3) та дигідрофлавоноли:

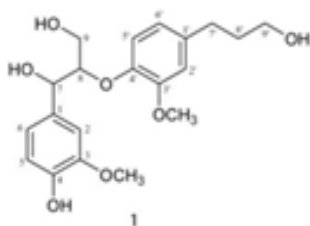


Рис. 5. 1-(4-гідрокси-3-метоксифеніл)-2-[4-(3-гідроксипропіл)-2-метоксифенокси]-пропан-1,3-діол

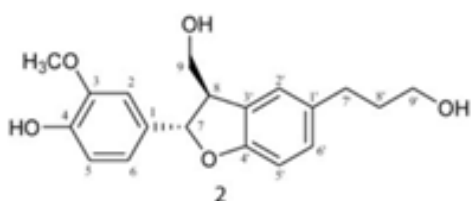


Рис. 6. 4-[3-гідроксиметил-5-(3-гідроксипропіл)-2,3-дигідробензофуран-2-іл]-2-метоксифенол

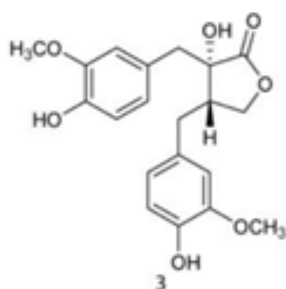


Рис. 7. 3-гідрокси-3,4-біс-(4-гідрокси-3-метоксибензил)-дигідрофуран-2-он

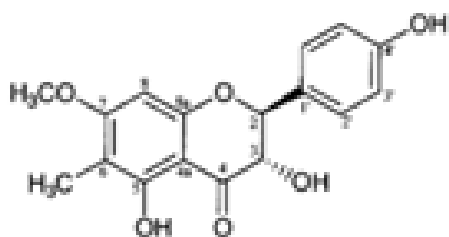


Рис. 8. 3,6,0-7-диметиларомадендрин [3,5-дигідрокси-2-(4-гідроксифеніл)-1-(4-гідрокси-3-метоксифеніл)-2-[4-(3-гідроксипропіл)-2-метоксифенокси]-пропан-1,3-діол (рис. 5), 4-[3-гідроксиметил-5-(3-гідроксипропіл)-2,3-дигідробензофуран-2-іл]-2-метоксифенол (рис. 6) та 3-гідрокси-3,4-біс-(4-гідрокси-3-метоксибензил)-дигідрофуран-2-он (рис. 7); 3,6,0-7-диметиларомадендрин[3,5-дигідрокси-2-(4-гідроксифеніл)-7-метокси-6-метил-2,3-дигідро-4Н-хромен-4-он (рис. 8) [20-21]

Важливою функцією рослинної клітини є фотосинтезуюча здатність, що забезпечується хлоропластами. Адже фотосинтетичний апарат рослин є одним з показників їх життєвого стану. Вміст пігментів характеризує потенційну фотосинтетичну здатність рослин й існує зв'язок між вмістом пігментів і зниженням стійкості рослин. У сосни вищий вміст хлорофілу а є показником високої потенційної інтенсивності фотосинтезу.

Підвищення вмісту фотосинтетичних пігментів пояснюють тим, що досліджувані деревостани перебувають під хронічним впливом невисоких концентрацій аерополутантів, які можуть здійснювати додаткове позакореневе живлення, тому у них розвивається адаптація до таких стресогенних умов. Отже, зниження концентрацій фотосинтетичних пігментів, нижчий рівень співвідношення хлорофілів а/б та найбільша сума хлорофілів щодо каротиноїдів, нижча фотохімічна активність хлорофілу ізольованих хлоропластів свідчать про низький адаптаційний потенціал і підвищений ризик розвитку деградаційних процесів [23].

Фармакологічна активність та застосування. Ефірну олію сосни звичайної потенційно можна використовувати як консервант у косметичних і харчових продуктах, як біологічно активний агент у протизапальних і ранозагоювальних продуктах з огляду на її антибактеріальну дію (при використанні мазі з екстрактом сосни загоєння відбувається в коротші терміни). Крім того, завдяки певним сполукам у складі ефірних олій, наприклад мірицетин чи піносильвін, який завдяки своїй здатності блокувати, перешкоджати та/або стимулювати основні клітинні мішені, може демонструвати протигрибкові, антибактеріальні, протипухлинні, антиоксидантні, нейропротекторні, протиалергічні та інші біологічні функції.

Про антибактеріальні властивості свідчить те, що ефірна олія *Pinus sylvestris* L володіла інгібіторною активністю проти *B. subtilis*, *S. cerevisiae*, *S. aureus* і *E. Col*, *C. neoformans*. Одними із основних антимікробних компонентів нейтральної частини соснової живиці є леткі монотерпеноїди, зокрема боренол, ізоборенол та їх оцтові ефіри, піносильвін і монOMETИЛОВИЙ ефір піносильвіну. Піносильвін виявляв значні протигрибкові ефекти проти патогенних грибів, таких як *Candida albicans*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Trametes versicolor*, *Phanerochaete chrysosporium*, *Neolentinus lepideus*, *Gloeophyllum trabeum*, *Postia placenta*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia homoeocarpa* [22; 24-29].

Проте, слід зазначити, що грампозитивні бактерії були більш уражені, тоді як грамнегативні штами показали відносну стійкість до екстракту [30].

Екстракт соснової кори здатний знижувати життєздатність і індукувати апоптоз у клітинах HeLa,

що свідчить про наявність сполук із протипухлинними властивостями [31].

Крім фармакологічного застосування, сосну звичайну використовують і в інших цілях. Наприклад, як біоіндикатор накопичення важких металів у навколишньому середовищі. Так, максимальна біосорбційна ефективність *P. sylvestris* становила 67% і 30% (при 25 °С) для Cu(II) та Zn(II) відповідно. Також дані про біосорбцію металів на біомасі конуса відповідають моделям адсорбції Фрейндліха та Ленгмюра [32–34].

Лікувально-профілактичні препарати та засоби на основі сосни звичайної. Галенові препарати з бруньок сосни мають відхаркувальні, дезинфікуючі, сечогінні та жовчогінні властивості. Сосни бруньки стимулюють секреторну активність слизових оболонок верхніх дихальних шляхів, бактерицидно впливають на патогенну мікрофлору носоглотки і ротової порожнини, мають слабкі сечогінні й потогінні властивості. Відвар бруньок приймають при запаленнях верхніх дихальних шляхів, при бронхітах, хронічному запаленні легень, ревматизмі, подагрі, нирковокам'яній хворобі, водянці, запаленні жовчного міхура та як «кровоочисний» засіб.

При зовнішньому застосуванні препарати бруньок є ефективним засобом при кольпітах і дисплазії шийки матки (ванночки та спринцювання), при ревматизмі й шкірних захворюваннях (ванни). В загальному бруньки сосни забезпечують всебічну дію:

- дубильні речовини ефективно борються із запаленнями;
- фітонциди заспокоюють нервову систему;
- аскорбінова кислота покращує роботу імунітету;
- рутин зміцнює дрібні судини;
- мікроелементи нормалізують метаболізм.

Широта терапевтичного застосування хвої сосни незначна. В середину настій хвої призначають як ефективний засіб для профілактики й лікування цинги. Трохи ширше використовують хвою як зовнішній засіб; екстракт – для лікувальних ванн (при функціональних захворюваннях нервової і серцево-судинної систем, при шкірних захворюваннях, як загальнозміцнювальний засіб); ефірна олія (спиртовий розчин) – для інгаляцій (при захворюваннях легень) та оздоровлення повітря в приміщеннях лікарень, шкіл тощо.

Очищений скипидар застосовують у мазях, лініментах і різних сумішах, як місцевоподразнювальний і відтяжний засіб при ішіасі, люмбоішіалгії, невралгіях, міозитах і ревматизмі, а у вигляді інгаляцій – при захворюваннях дихальних шляхів.

Препарат пінабін застосовують при нирковокам'яній хворобі [2; 35–36].

На ринку України представлено наступні препарати (табл. 1) [35; 37–38]:

Також застосовуються відвари бруньок, сосновий «мед», олія терпентинна очищена, скипидар очищений, лінімент скипидарний складний тощо.

Токсичність та протипоказання. Великі дози препарату можуть спричинити подразнення слизової оболонки шлунка і кишечника, гіпотензію й загальне пригнічення. Протипоказаний при нефритах і нефрозах [2].

Сухий екстракт листя сосни практично нетоксичний (за класифікацією токсичності сполук К. К. Сидорова) [39].

Культивування. За стандартними умовами вирощування *Pinus sylvestris* L відбувається за 2 схемами:

1. Відкрита коренева система

Сіянци сосни звичайної краще вирощувати на достатньо родючих супіщаних і легко суглинистих ґрунтах. Насіння сосни готують до висіву намочуванням воді протягом 18–20 годин або снігуванням. Перед висівом його протравлюють фунгіцидами. Норма висіву насіння – 1,5–2 г, глибина загортання 0,5–1,5 см. Насіння висівають навесні, восени, а іноді і влітку. Найкращим є ранній весняний висів у вологий, достатньо прогрітий ґрунт. Найоптимальніший час припадає на квітень. Весняні посіви мульчують торфокришкою або тирсою. Осінні посіви потребують захисту насіння від гризунів, а літні – частих поливів. Якщо висадити сосну звичайну на ділянку пізньої осені, то є ризик того, що вона не зможе швидко адаптуватися на ділянці, і, отже, бути готовою до зими, і саджанець може загинути.

Щоб не зруйнувати земляний ком, розрізати контейнер і встановити земляний ком з саджанцем сосни у підготовлену лунку. Запорукою успіху тут є саме встановлення саджанця в ямку, не торкнувшись земляного кому. При висадці сосни звичайної розміщують її в ямці так, щоб коренева шийка сосни в результаті, навіть після осідання ґрунту, опинилася на рівні поверхні ґрунту, отже, після посадки ґрунт потрібно ущільнити, щоб навіть якщо і осідання ґрунту трапиться, то воно виявиться мінімальним.








Після остаточної посадки саджанець сосни потрібно полити відром води кімнатної температури і замульчувати поверхню торфом або перегноем шаром в пару сантиметрів, для того щоб зберегти вологу в ґрунті [40].

2. Закрита коренева система

Насіння сосни висівають в заповнені субстратом контейнери вручну або за допомогою автоматичних пневматичних сівалок. Контейнери з висіяним у ранні терміни насінням на час його проростання краще розміщувати в теплицях. Крім того, було встановлено, що при об'ємі контейнера 500 см³ за комплексом переваг варіант із рівними частинами темно-сірого лісового середньо суглинкового опідзоленого ґрунту та торфу (Тф : Г–1 : 1) та варіант

Таблиця 1

Препарати на основі сосни звичайної

Назва препарату	Виробник	Склад	Форма випуску та фотографія
Сосни бруньки	ЛІКТРАВИ	сосни бруньок 50 г	
ЛІМФОМІОЗОТ Н	Біологіше Хайльміттель Хеель ГмбХ, Німеччина	Araneus diadematus D6 – 0,55 мг, Calcium phosphoricum D12 – 0,55 мг, Equisetum hiemale D4 – 0,55 мг, Ferrum iodatum D12 – 1,1 мг, Fumaria officinalis D4 – 0,55 мг, Gentiana lutea D5 – 0,55 мг, Geranium robertianum D4 – 1,1 мг, Levothyroxinum D12 – 0,55 мг, Myosotis arvensis D3 – 0,55 мг, Nasturtium officinale D4 – 1,1 мг, Natrium sulfuricum D4 – 0,55 мг, Pinus sylvestris D4 – 0,55 мг, Scrophularia nodosa D3 – 0,55 мг, Smilax D6 – 0,55 мг, Teucrium scorodonia D3 – 0,55 мг, Veronica officinalis D3 – 0,55 мг.	Розчин для ін'єкцій 
ЛІМФОМІОЗОТ	Біологіше Хайльміттель Хеель ГмбХ, Німеччина	100 г препарату містять: Araneus diadematus D6 – 5 г, Calcium phosphoricum D12 – 5 г, Equisetum hiemale D4 – 5 г, Ferrum iodatum D12 – 10 г, Fumaria officinalis D4 – 5 г, Gentiana lutea D5 – 5 г, Geranium robertianum D4 – 10 г, Juglans regia ssp. regia D3 – 5 г, Levothyroxinum D12 – 5 г, Myosotis arvensis D3 – 5 г, Nasturtium officinale D4 – 10 г, Natrium sulfuricum D4 – 5 г, Pinus sylvestris D4 – 5 г, Scrophularia nodosa D3 – 5 г, Smilax D6 – 5 г, Teucrium scorodonia D3 – 5 г, Veronica officinalis D3 – 5 г	краплі оральні 
Піносол	АТ «Фармак»	1 мл розчину містить: олії сосни гірської 35 мг, олії м'яти 10 мг, олії евкаліптової 5 мг, α-токоферолу ацетату 15 мг, тимолу 0,3 мг	Спрей назальний 
Піновіт	АТ «Фармак»	1 мл препарату містить олії сосни гірської (Oleum Pini pumilionis) 35 мг, олії м'яти (Mentha oil) 10 мг, олії евкаліптової (Eucalypti oleum) 5 мг, α-токоферолу ацетату 15 мг, тимолу 0,3 мг;	Краплі назальні 
Евкалиптовий бальзам від застуди	Др. Тайсс Naturwaren ГмбХ/ Dr. Theiss Naturwaren GmbH.	Олія евкаліптова (Eucalypti aetheroleum), олія хвої соснової (Pini silvestris aetheroleum), камфора рацемічна; 100 г мазі містять олії евкаліптової (Eucalypti aetheroleum) 7,5 г, олії хвої соснової (Pini silvestris aetheroleum) 7,5 г, камфори рацемічної 5 г;	Мазь 
Байнвель мазь	Др. Тайсс Naturwaren ГмбХ/ Dr. Theiss Naturwaren GmbH	1 г мазі містить 0,06 г камфори природної, 0,06 г скипидару, 0,04 г олії евкаліптової, 0,02 г ментолу рацемічного, 0,014 г олії соснової хвої;	Мазь 

трикомпонентної суміші Г : П : Т-6 : 3 : 1 є найбільш збалансованими за основними ґрунтовими параметрами (кислотністю та вмістом поживних речовин) та найбільш оптимальними з досліджуваних для продуктивного росту сіянців сосни звичайної із закритою кореневою системою.

Під час проростання (зазвичай 10–14 днів) в теплицях утримується постійна температура повітря вдень і вночі (21–24°C) і необхідна вологість повітря. Контейнери з сходами після появи перших хвощів можна вивозити на відкриту площу. Короткочасні, незначні зниження температури нижче нуля не шкодять сходам. За один вегетаційний сезон отримують саджанці висотою 15–20 см і товщиною кореневої шийки 5 мм.

На практиці застосовують і інший метод вирощування сіянців сосни. У другій половині квітня після автоматичного висівання насіння до контейнерів вони розміщуються одразу на відкритих полях полігону контейнерної культури. Посіви прикриваються агротканиною. В цьому випадку насіння проростає дещо повільніше, але це немає важливого значення для якості сходів. В першій половині травня, після масової появи сходів, агротканину знімають. Весь час стежать за підживленням та рясним поливом, а також проводять профілактичні та, у разі потреби, знищувальні заходи проти збудників хвороб і шкідників. Такий спосіб вирощування сіянців сосни застосовують з метою використання теплиць для отримання в сприятливих умовах закритого ґрунту сходів деревних рослин більш вибагливих видів.

Порівняно з використанням сіянців, вирощених за традиційною технологією у розсаднику чи теплиці, вирощування садивного матеріалу із закритою кореневою системою забезпечує зменшення травмування рослин під час транспортування й висаджування у культурах, уразливості кореневих систем до пошкодження комахами, надає можливість подовження періоду створення лісових культур, полегшення дозованого застосування добрив і регуляторів росту [41–42].

Проте, за стандартних умов проведення культивування сосни звичайної може бути застосовані речовини, зокрема добрива та регулятори росту, для кращого проростання паростків. Наприклад, з препаратами «Гуміфілд», «Емістин С», «Превікур», гіберелін, інтенсивність проростання становила 24, 19, 18, 16% від контролю відповідно [43]. Також, за результатами комплексних досліджень виявлено ефективну дію добрив «Розсада-Старт» і «Новоферт-Універсал», які сприяють підвищенню вмісту у хвої сіянців сосни звичайної пластидних пігментів, що безумовно створює передумови для успішної адаптації, швидкого росту і збільшення їх загальної біомаси [44]. Проте, ось наприклад, гербіциди Пі-

кадор та Річард використовувати не доцільно при догляді за лісовими культурами сосни звичайної в період активного росту, оскільки не вдалося досягти суттєвого обмеження росту найстійкіших злакових бур'янів та зберегти неушкодженими культури. Застосування гербіциду Річард за найменшої норми витрати препарату спричиняє значні ушкодження надземної частини саджанців і навіть повне їх відмирання. Гербіцид Пікадор спричиняє зупинку росту сосни з незначними ушкодженнями надземної частини на фоні невисокої ефективності обмеження росту трав'яного покриву [45].

А ось постачання органічного азоту призвело до досягнення більшої кількості біомаси (за рахунок вищого рівня відновлення азоту) порівняно з тими, що постачаються неорганічним азотом. Проте, незважаючи на більш високу концентрацію органічного азоту, проростки, співвідношення коренів і пагонів були подібними до показників з постачанням неорганічного азоту. Отже, можна обирати і органічне, і неорганічне джерело азоту [46].

А ось при впливі цинку у високих концентраціях проявляється інгібування росту і розвитку усіх органів проростків. Критичним періодом у розвитку проростків є стадія формування кореневої системи (1–2 тижні після проростання насіння), при якому вплив цинку призводить до значного збільшення втрати проростків [47].

При насінневі обробці також можливо використовувати препарати на основі мікроміцетів *Trichoderma viride* 16, *Trichoderma lignorum* 201, оскільки вони продукують рістстимулюючі речовини, що позитивно впливає на біометричні показники однорічних сіянців [48].

При пересаджанні паростків у інше середовище, важливим є те, що популяції показують вищу виживаність і ріст розсади при температурах, подібних до домашнього середовища, що узгоджується з місцевою адаптацією [49].

Для поліпшення росту посаджень можна використовувати і проріджування. Проте, біомаса, яка була видалена під час рубок, повинна відновитися в насадженнях протягом аж чотирьох років. А при нормальному рості частка біомаси стебла зростає з віком, тоді як частка біомаси гілок і листя зменшується; розподіл біомаси стала стабільними після дозрівання [50–51].

Висновок. На основі проведеного дослідження та аналізу літературних джерел щодо поширення, хімічного складу, умов культивування та використання *Pinus silvestris* L як лікарського засобу, можна дійти висновку, що сосна звичайна є рослиною, що легко пристосовується до різних умов життя, а отже, й не вимагає специфічних умов для свого росту. У складі сосни міститься багато сполук, що дозволяють використовувати її як лікарський засіб.

Поєднання цих двох факторів робить *Pinus sylvestris* L перспективною у застосуванні не лише для фармацевтичної та медичної промисловості, а й для інших видів промисловості.

Крім того, зважаючи на активне використання частин сосни у народній медицині, доцільним є подальше дослідження та розробка нових лікарських препаратів на основі *Pinus sylvestris* L.

Список використаних джерел:

1. Середа, П., & Максютіна, Н. (2006). Фармакогнозія. Лікарська рослинна сировина та фітозасоби. Вінниця: НОВА КНИГА.
2. Відп. ред. Гродзінський, А. М. (1992). Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник. Київ: Видавництво «Українська Енциклопедія» ім. М. П. Бажана, Український виробничо-комерційний центр «Олімп».
3. Козименко, Т. М., та ін. (2014). Застосування рослин класу хвойні у медицині. Родина соснові (огляд літератури). Фітотерапія, № 2, 34–39. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Fch_2014_2_9 (дата звернення: 21.05.2023).
4. Krakau, U.-K., Liesebach, M., Aronen, T., Lelu-Walter, M.-A., & Schneck, V. (2013). Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.). Forest Tree Breeding in Europe. Режим доступу: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-6146-9_6 (дата звернення: 21.05.2023).
5. Lovynska, V. M. (2018). Local density of live biomass components of Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) within Northern Steppe of Ukraine. Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science, 99(3), 73–78. Режим доступу: [https://doi.org/10.31521/2313-092x/2018-3\(99\)-12](https://doi.org/10.31521/2313-092x/2018-3(99)-12) (дата звернення: 21.05.2023).
6. Wachowiak, W., Perry, A., Zaborowska, J., González-Martínez, S. C., & Cavers, S. (2022). Admixture and selection patterns across the European distribution of Scots pine, *Pinus sylvestris* (Pinaceae). Botanical Journal of the Linnean Society, 3(200), 416–432. Режим доступу: <https://doi.org/10.1093/botlinnean/boac016> (дата звернення: 21.05.2023).
7. Погрібний, О.О. (2012). Вікова структура лісостанів сосни звичайної в українських карпатах. Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, № 17, 75–82. Режим доступу: <http://lib.pnu.edu.ua/files/Visniki/visnyk-biolog-2012-17.pdf#page=75> (дата звернення: 21.05.2023).
8. Погрібний, О. О. (2015). Літогенна основа і ґрунтові умови як одні з факторів поширення, росту та розвитку реликтової сосни звичайної (*Pinus sylvestris*) в українських карпатах. Регіональні аспекти флористичних і фауністичних досліджень: матеріали Другої міжнародної наук.-практ. конф., 431–435. Режим доступу: https://www.researchgate.net/profile/Diana-Yuzuk/publication/331088133_DOSVID_PRIVABLENNA_PTAHIV-DUPLOGNIZDNIV_U_SOSNOVI_LISI_GETMANSKOGO_NACIONALNOGO_PRIRODNOGO_PARKU_SUMSKA_OBLAST.pdf#page=432 (дата звернення: 21.05.2023).
9. Sable, I., et al. (2012). Properties of Wood and Pulp Fibers from Lodgepole Pine (*Pinus contorta*) as Compared to Scots Pine (*Pinus sylvestris*). BioResources, 7(2). Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/276288664_Comparison_of_the_properties_of_wood_and_pulp_fibers_from_lodgepole_pine_Pinus_contorta_and_scots_pine_Pinus_sylvestris (дата звернення: 21.05.2023).
10. Dönmez, I. E. (2013). Effect of Altitude on the Main Chemical Composition of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/264357618_Effect_of_Altitude_on_the_Main_Chemical_Composition_of_Scots_pine_Pinus_sylvestris_L (дата звернення: 21.05.2023).
11. Funda, T., et al. (2020). Genetic improvement of the chemical composition of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) juvenile wood for bioenergy production. GCB Bioenergy, 12(10), 848–863. Режим доступу: <https://doi.org/10.1111/gcbb.12723> (дата звернення: 21.05.2023).
12. Valentín, L., et al. (2010). Scots pine (*Pinus sylvestris*) bark composition and degradation by fungi: Potential substrate for bioremediation. Bioresource Technology, 101(7), 2203–2209. Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.11.052> (дата звернення: 21.05.2023).
13. Марченко, Н. В., & Новицький, С. В. (2019). Дослідження вмісту лігніну та целюлози в деревині сосни звичайної. У «Перспективи розвитку екосистемного менеджменту у лісовому комплексі та садово-парковому господарстві» (с. 123–124). Режим доступу: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u32/tezi_dopovidey_mizhnarodna_konferenciya_18-19_kvitnya_2019_roku_na_sajt.pdf#page=123 (дата звернення: 21.05.2023).
14. Çomaklı, E., & Bingöl, M. S. (2021). Heavy metal accumulation of urban Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) plantation. Environmental Monitoring and Assessment, 193(4). Режим доступу: <https://doi.org/10.1007/s10661-021-08921-6> (дата звернення: 21.05.2023).
15. Kandziora-Ciupa, M., et al. (2016). Accumulation of heavy metals and antioxidant responses in *Pinus sylvestris* L. needles in polluted and non-polluted sites. Ecotoxicology, 25(5), 970–981. Режим доступу: <https://doi.org/10.1007/s10646-016-1654-6> (дата звернення: 21.05.2023).
16. Mandzii, T. P. (2020). Дослідження макро- та мікроелементного складу листків *Pinus sylvestris* L. та *Pinus mugo* Turra. Medical and Clinical Chemistry, № 1, 112–117. Режим доступу: <https://doi.org/10.11603/mcch.2410-681x.2020.v1.10689> (дата звернення: 21.05.2023).
17. Matłok, N., et al. (2020). Influence of Drying Temperature on the Content of Bioactive Compounds in Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Shoots as Well as Yield and Composition of Essential Oils. Acta Universitatis Cibiniensis. Series E: Food Technology, 24(1), 15–24. Режим доступу: <https://doi.org/10.2478/auaft-2020-0002> (дата звернення: 21.05.2023).
18. Metsämuuronen, S., & Sirén, H. (2019). Bioactive phenolic compounds, metabolism and properties: a review on valuable chemical compounds in Scots pine and Norway spruce. Phytochemistry Reviews, 18(3), 623–664. Режим доступу: <https://doi.org/10.1007/s11101-019-09630-2> (дата звернення: 21.05.2023).
19. Drózdź, P., & Puzynska, K. (2019). Extracts from pine and oak barks: phenolics, minerals and antioxidant potential. International Journal of Environmental Analytical Chemistry, 1–9. Режим доступу: <https://doi.org/10.1080/03067319.2019.1668381> (дата звернення: 21.05.2023).

20. Sinkkonen, J., et al. (2006). Lignans from the bark extract of *Pinus sylvestris* L. *Magnetic Resonance in Chemistry*, 44(6), 633–636. Режим доступу: <https://doi.org/10.1002/mrc.1780> (дата звернення: 21.05.2023).
21. Sinkkonen, J., et al. (2005). A new dihydroflavonol from *Pinus sylvestris* L. *Magnetic Resonance in Chemistry*, 43(4), 348–349. Режим доступу: <https://doi.org/10.1002/mrc.1552> (дата звернення: 21.05.2023).
22. Hamad, A. M. A., et al. (2019). Chemical composition and antioxidant properties of some industrial tree bark extracts. *BioResources*, 14(3), 5657–5671. Режим доступу: <https://doi.org/10.15376/biores.14.3.5657-5671> (дата звернення: 21.05.2023).
23. Чемерис, І. А., & Ключка, С. І. (2021). Вміст фотосинтетичних пігментів у хвої сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) в умовах заповідних об'єктів міста Черкаси. *Scientific Bulletin of UNFU*, 31(4), 15–21. Режим доступу: <https://doi.org/10.36930/40310402> (дата звернення: 21.05.2023).
24. Namshir, J., et al. (2020). Antimicrobial, antioxidant and cytotoxic activity on human breast cancer cells of essential oil from *Pinus sylvestris* var *mongolica* needle. *Mongolian Journal of Chemistry*, 21(47), 19–26. Режим доступу: <https://doi.org/10.5564/mjc.v21i47.1428> (дата звернення: 21.05.2023).
25. Bakrim, S., et al. (2022). Natural Sources and Pharmacological Properties of Pinosylvin. *Plants*, 11(12), 1541. Режим доступу: <https://doi.org/10.3390/plants11121541> (дата звернення: 21.05.2023).
26. Мандзій, Т. П., et al. (2016). Дослідження ранозагоювальної дії мазі з екстрактом сосни звичайної. *Фармацевтичний часопис*, № 4. Режим доступу: <https://doi.org/10.11603/2312-0967.2015.4.5560> (дата звернення: 21.05.2023).
27. Scalas, D., et al. (2018). Use of *Pinus sylvestris* L. (Pinaceae), *Origanum vulgare* L. (Lamiaceae), and *Thymus vulgaris* L. (Lamiaceae) essential oils and their main components to enhance itraconazole activity against azole susceptible/not-susceptible *Cryptococcus neoformans* strains. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 18(1). Режим доступу: <https://doi.org/10.1186/s12906-018-2219-4> (дата звернення: 21.05.2023).
28. Dzedziński, M., et al. (2020). Polyphenols composition, antioxidant and antimicrobial properties of *Pinus sylvestris* L. shoots extracts depending on different drying methods. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. Режим доступу: <https://doi.org/10.9755/ejfa.2020.v32.i3.2080> (дата звернення: 21.05.2023).
29. Коцюмбас, І. Я., Малик, О. Г., Шкодяк, Н. В., & Сободош, О. Й. (2012). Сучасний стан і перспективи застосування препаратів із рослин родини хвойних у ветеринарній практиці. Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок. Режим доступу: <http://archive.inenbiol.com.ua:8080/ntb/ntb8/84.pdf> (дата звернення: 21.05.2023).
30. Nisca, A., et al. (2021). Comparative Study Regarding the Chemical Composition and Biological Activity of Pine (*Pinus nigra* and *P. sylvestris*) Bark Extracts. *Antioxidants*, 10(2), 327. Режим доступу: <https://doi.org/10.3390/antiox10020327> (дата звернення: 21.05.2023).
31. Mihailescu Amalinei, R. L., et al. (2014). Polyphenol-rich extract from *Pinus sylvestris* L. bark--chemical and antitumor studies. *Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi*, 118(2). Режим доступу: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25076730/> (дата звернення: 21.05.2023).
32. Uzun, H., Aksakal, O., & Yildiz, E. (2009). Copper(II) and zinc(II) biosorption on *Pinus sylvestris* L. *Journal of Hazardous Materials*, 161(2-3), 1040–1045. Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.04.050> (дата звернення: 21.05.2023).
33. ARICAK, B. (2019). The change of some heavy metal concentrations in scotch pine (*pinus sylvestris*) depending on traffic density, organelle and washing. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(3). Режим доступу: https://doi.org/10.15666/aeer/1703_67236734 (дата звернення: 21.05.2023).
34. Kalugina, O. V., Mikhailova, T. A., & Shergina, O. V. (2017). *Pinus sylvestris* as a bio-indicator of territory pollution from aluminum smelter emissions. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(11), 10279–10291. Режим доступу: <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8674-5> (дата звернення: 21.05.2023).
35. Сосни бруньки. Ліктрави. Режим доступу: <https://liktravu.ua/useful/encyclopedia-of-herbs/sosny-brunky> (дата звернення: 21.05.2023).
36. Stadnytska, N. Y., et al. (2020). Analysis of the range of preparations with raw materials *Pinus* Sp. and products of its processing. *Chemistry, Technology and Application of Substances*, 3(2), 61–66. Режим доступу: <https://doi.org/10.23939/ctas2020.02.061> (дата звернення: 21.05.2023).
37. *Pinus sylvestris*. Державний реєстр лікарських засобів України. Режим доступу: <http://www.drllz.com.ua/ibp/ddsite.nsf/all/shlist?opendocument&sklad=Pinus%20sylvestris> (дата звернення: 21.05.2023).
38. Діюча речовина: сосни звичайної олія. *tabletki.ua*. Режим доступу: <https://tabletki.ua/uk/substance/4815/> (дата звернення: 21.05.2023).
39. Попадинець, О. Г., Грицік, А. Р., & Мандзій, Т. П. (2017). Вивчення протизапальної активності та гострої токсичності екстрактів сосни звичайної. *Фармацевтичний журнал*, № 3–4.
40. Грешило, М. М. (2020). Вирощування сіяньців сосни звичайної з відкритою кореневою системою. м. Суми.
41. Адамович, А. О. (2021). Особливості вирощування садивного матеріалу *pinus sylvestris* l. у закритому ґрунті в умовах базового розсадника дп «житомирське лг»: Кваліфікаційна робота. Житомир.
42. Лялін, О. І., et al. (2020). Схожість, збережуваність і стан сіяньців сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), вирощених у контейнерах. *Scientific Bulletin of UNFU*, 30(2), 44–48. Режим доступу: <https://doi.org/10.36930/40300208> (дата звернення: 21.05.2023).
43. Грешило, М. М. (2021). Використання регуляторів росту при обробці насіння сосни звичайної. м. Суми.
44. Пінчук, А. П. (2018). Фітохімічні показники хвої сосни звичайної за різних умов підживлення сіяньців. м. Київ.
45. Хромуляк, О. І., Ящук, І. В. (2021). Застосування гербіцидів Пікадор та Річард для хімічного догляду за культурами сосни звичайної в умовах Київського Полісся. м. Херсон.

46. Lim, H., et al. (2021). Organic nitrogen enhances nitrogen nutrition and early growth of *Pinus sylvestris* seedlings. *Tree Physiology*. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpab127>
47. Ivanov, Y. V., et al. (2016). Effects of zinc on Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings grown in hydroculture. *Plant Physiology and Biochemistry*, 102, 1–9. Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.02.014> (дата звернення: 21.05.2023).
48. Бойко, Г. О., & Кульбанська, І. М. (2020). Мікробні агенти активізації ростових процесів насіння та садивного матеріалу сосни звичайної. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Режим доступу: <http://www.baltijapublishing.lv/omp/index.php/bp/catalog/download/302/8376/17506-1?inline=1> (дата звернення: 21.05.2023).
49. Ramírez-Valiente, J. A., et al. (2021). Adaptive responses to temperature and precipitation variation at the early stages of range expansion in a Mediterranean pine. *Journal of Ecology*, 109(6), 2437–2449. Режим доступу: <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13719> (дата звернення: 21.05.2023).
50. Okulov, V. Y., et al. (2019). Effects of site and seed source on early performance of *Pinus sylvestris* planted on abandoned fields in Eastern Europe. *Forest Ecology and Management*, 434, 302–314. Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.12.020> (дата звернення: 21.05.2023).
51. Alexandrova, V., et al. (2020). Site-specific variation in crown characteristics and branch development in juvenile Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) saplings in response to different stand densities. *Forests*, 11(12), 1323. Режим доступу: <https://doi.org/10.3390/f11121323> (дата звернення: 21.05.2023).

References:

1. Sereda, P., & Maksutina, N. (2006). *Farmakohnoziia. Likarska roslynnna syrovynna ta fitozasoby*. Vinnytsia: NOVA KNYHA. [in Ukrainian]
2. Vidp. red. Hrodzynskiy, A. M. (1992). *Likarski roslyny: Entsyklopedychnyi dovidnyk*. Kyiv: Vydavnytstvo «Ukrainska Entsyklopediia» im. M. P. Bazhana, Ukrainskiy vyrobnycho-komertsiyniy tsentr "Olimp" [in Ukrainian].
3. Kozymenko, T. M., et al. (2014). Zastosuvannia roslyn klasu khvoyni u medytsyni. *Rodyna sosnovi (ohliad literatury)*. *Fitoterapiia*, № 2, 34–39. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Fch_2014_2_9 [in Ukrainian].
4. Krakau, U.-K., Liesebach, M., Aronen, T., Lelu-Walter, M.-A., & Schneck, V. (2013). Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.). *Forest Tree Breeding in Europe*. Retrieved from https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-6146-9_6
5. Lovynska, V. M. (2018). Local density of live biomass components of Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) within Northern Steppe of Ukraine. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 99(3), 73–78. Retrieved from: [https://doi.org/10.31521/2313-092x/2018-3\(99\)-12](https://doi.org/10.31521/2313-092x/2018-3(99)-12)
6. Wachowiak, W., Perry, A., Zaborowska, J., González-Martínez, S. C., & Cavers, S. (2022). Admixture and selection patterns across the European distribution of Scots pine, *Pinus sylvestris* (Pinaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 3(200), 416–432. Retrieved from <https://doi.org/10.1093/botlinnean/boac016>
7. Pohribnyi, O. O. (2012). *Vikova struktura lisostaniv sosny zvychnoi v ukrainskykh karpatakh*. *Visnyk Prykarpatskoho natsionalnoho universytetu imeni Vasylia Stefanyka*, № 17, 75–82. Retrieved from: <http://lib.pnu.edu.ua/files/Visnyki/visnyk-biolog-2012-17.pdf#page=75> [in Ukrainian]
8. Pohribnyi, O. O. (2015). *Litohenna osnova i gruntovi umovy yak odni z faktoriv poshyrennia, rostu ta rozvytku reliktovoi sosny zvychnoi (Pinus sylvestris) v ukrainskykh karpatakh*. *Rehionalni aspekty florystychnykh i faunistychnykh doslidzhen: materialy Druhoi mizhnarodnoi nauk.-prakt. konf.*, 431–435. Retrieved from: https://www.researchgate.net/profile/Diana-Yuzyk/publication/331088133_DOSVID_PRIVABLENNA_PTAHIV-DUPLOGNIZDNIV_U_SOSNOVI_LISI_GETMANSKOGO_NACIONALNOGO_PRIRODNOGO_PARKU_SUMSKA_OBLAST.pdf#page=432 [in Ukrainian]
9. Sable, I., et al. (2012). Properties of Wood and Pulp Fibers from Lodgepole Pine (*Pinus contorta*) as Compared to Scots Pine (*Pinus sylvestris*). *BioResources*, 7(2). Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/276288664_Comparison_of_the_properties_of_wood_and_pulp_fibers_from_lodgepole_pine_Pinus_contorta_and_scots_pine_Pinus_sylvestris
10. Dönmez, I. E. (2013). Effect of Altitude on the Main Chemical Composition of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/264357618_Effect_of_Altitude_on_the_Main_Chemical_Composition_of_Scots_pine_Pinus_sylvestris_L
11. Funda, T., et al. (2020). Genetic improvement of the chemical composition of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) juvenile wood for bioenergy production. *GCB Bioenergy*, 12(10), 848–863. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/gcbb.12723>
12. Valentín, L., et al. (2010). Scots pine (*Pinus sylvestris*) bark composition and degradation by fungi: Potential substrate for bioremediation. *Bioresource Technology*, 101(7), 2203–2209. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.11.052>
13. Marchenko, N. V., & Novytskyi, S. V. (2019). *Doslidzhennia vmistu lihninu ta tseliulozy v derevyni sosny zvychnoi. U "Perspektyvy rozvytku ekosystemnoho menedzhmentu u lisovomu kompleksi ta sadovo-parkovomu hospodarstvi" (s.123–124)*. Retrieved from: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u32/tezi_dopovidey_mizhnarodna_konferenciya_18-19_kvitnya_2019_roku_na_sait.pdf#page=123 [in Ukrainian].
14. Çomaklı, E., & Bingöl, M. S. (2021). Heavy metal accumulation of urban Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) plantation. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(4). Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s10661-021-08921-6>
15. Kandziora-Ciupa, M., et al. (2016). Accumulation of heavy metals and antioxidant responses in *Pinus sylvestris* L. needles in polluted and non-polluted sites. *Ecotoxicology*, 25(5), 970–981. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/s10646-016-1654-6>
16. Mandzi, T. P. (2020). *Doslidzhennia makro- ta mikroelementnoho skladu lystkiv Pinus sylvestris L. ta Pinus mugo Turra*. *Medical and Clinical Chemistry*, № 1, 112–117. Retrieved from <https://doi.org/10.11603/mcch.2410-681x.2020.vi1.10689> [in Ukrainian].

17. Matłok, N., et al. (2020). Influence of Drying Temperature on the Content of Bioactive Compounds in Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Shoots as Well as Yield and Composition of Essential Oils. *Acta Universitatis Cibiniensis. Series E: Food Technology*, 24(1), 15–24. Retrieved from: <https://doi.org/10.2478/auaft-2020-0002>
18. Metsämuuronen, S., & Sirén, H. (2019). Bioactive phenolic compounds, metabolism and properties: a review on valuable chemical compounds in Scots pine and Norway spruce. *Phytochemistry Reviews*, 18(3), 623–664. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/s11101-019-09630-2>
19. Drózdź, P., & Pyrzynska, K. (2019). Extracts from pine and oak barks: phenolics, minerals and antioxidant potential. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 1–9. Retrieved from: <https://doi.org/10.1080/03067319.2019.1668381>
20. Sinkkonen, J., et al. (2006). Lignans from the bark extract of *Pinus sylvestris* L. *Magnetic Resonance in Chemistry*, 44(6), 633–636. Retrieved from: <https://doi.org/10.1002/mrc.1780>
21. Sinkkonen, J., et al. (2005). A new dihydroflavonol from *Pinus sylvestris* L. *Magnetic Resonance in Chemistry*, 43(4), 348–349. Retrieved from: <https://doi.org/10.1002/mrc.1552>
22. Hamad, A. M. A., et al. (2019). Chemical composition and antioxidant properties of some industrial tree bark extracts. *BioResources*, 14(3), 5657–5671. Retrieved from: <https://doi.org/10.15376/biores.14.3.5657-5671>
23. Chemerys, I. A., & Kliuchka, S. I. (2021). Vmist fotosyntetychnykh pihmentiv u khvoi sosny zvychainoi (*Pinus sylvestris* L.) v umovakh zapovidnykh ob'ektiv mista Cherkasy. *Scientific Bulletin of UNFU*, 31(4), 15–21. Retrieved from: <https://doi.org/10.36930/40310402> [in Ukrainian].
24. Namshir, J., et al. (2020). Antimicrobial, antioxidant and cytotoxic activity on human breast cancer cells of essential oil from *Pinus sylvestris* var *mongolica* needle. *Mongolian Journal of Chemistry*, 21(47), 19–26. Retrieved from: <https://doi.org/10.5564/mjc.v21i47.128>
25. Bakrim, S., et al. (2022). Natural Sources and Pharmacological Properties of Pinosylvin. *Plants*, 11(12), 1541. Retrieved from: <https://doi.org/10.3390/plants11121541>
26. Mandzii, T. P., et al. (2016). Doslidzhennia ranozhoiuvalnoi dii mazi z ekstraktom sosny zvychainoi. *Farmatsevtichnyi chasopys*, № 4. Retrieved from: <https://doi.org/10.11603/2312-0967.2015.4.5560> [in Ukrainian]
27. Scalas, D., et al. (2018). Use of *Pinus sylvestris* L. (Pinaceae), *Origanum vulgare* L. (Lamiaceae), and *Thymus vulgaris* L. (Lamiaceae) essential oils and their main components to enhance itraconazole activity against azole susceptible/not-susceptible *Cryptococcus neoformans* strains. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 18(1). Retrieved from: <https://doi.org/10.1186/s12906-018-2219-4>
28. Dziejziński, M., et al. (2020). Polyphenols composition, antioxidant and antimicrobial properties of *Pinus sylvestris* L. shoots extracts depending on different drying methods. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. Retrieved from: <https://doi.org/10.9755/ejfa.2020.v32.i3.2080>
29. Kotsiumbas, I. Ya., Malyk, O. H., Shkodiak, N. V., & Sobodosh, O. Y. (2012). Suchasnyi stan i perspektyvy zastosuvannya preparativ iz roslyn rodyny khvoynykh u veterynarnii praktysi. *Derzhavnyi naukovo-doslidnyi kontrolnyi instytut veterynarnykh preparativ ta kormovykh dobavok*. Retrieved from: <http://archive.inenbiol.com.ua:8080/ntb/ntb8/84.pdf> [in Ukrainian].
30. Nisca, A., et al. (2021). Comparative Study Regarding the Chemical Composition and Biological Activity of Pine (*Pinus nigra* and *P. sylvestris*) Bark Extracts. *Antioxidants*, 10(2), 327. Retrieved from: <https://doi.org/10.3390/antiox10020327>
31. Mihailescu Amalinei, R. L., et al. (2014). Polyphenol-rich extract from *Pinus sylvestris* L. bark—chemical and antitumor studies. *Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi*, 118(2). Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25076730/>
32. Ucu, H., Aksakal, O., & Yildiz, E. (2009). Copper(II) and zinc(II) biosorption on *Pinus sylvestris* L. *Journal of Hazardous Materials*, 161(2-3), 1040–1045. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.04.050>
33. ARICAK, B. (2019). The change of some heavy metal concentrations in scotch pine (*pinus sylvestris*) depending on traffic density, organelle and washing. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(3). Retrieved from: https://doi.org/10.15666/aeer/1703_67236734
34. Kalugina, O. V., Mikhailova, T. A., & Shergina, O. V. (2017). *Pinus sylvestris* as a bio-indicator of territory pollution from aluminum smelter emissions. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(11), 10279–10291. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8674-5>
35. Sosny brunky. *Liktravy*. Retrieved from: <https://liktravy.ua/useful/encyclopedia-of-herbs/sosny-brunky> [in Ukrainian]
36. Stadnytska, N. Y., et al. (2020). Analysis of the range of preparations with raw materials *Pinus* Sp. and products of its processing. *Chemistry, Technology and Application of Substances*, 3(2), 61–66. Retrieved from: <https://doi.org/10.23939/ctas2020.02.061>
37. *Pinus sylvestris*. *Derzhavnyi reiestr likarskykh zasobiv Ukrainy*. Retrieved from: <http://www.drlz.com.ua/ibp/ddsite.nsf/all/shlist?opendocument&sklad=Pinus%20sylvestris> [in Ukrainian].
38. Diiucha rehovyna: sosny zvychainoi oliia. *tabletki.ua*. Retrieved from: <https://tabletki.ua/uk/substance/4815/> [in Ukrainian].
39. Popadynets, O. H., Hrytsik, A. R., & Mandzii, T. P. (2017). Vyvchennia protyzapalnoi aktyvnosti ta hostroi toksychnosti ekstraktiv sosny zvychainoi. *Farmatsevtichnyi zhurnal*, № 3–4 [in Ukrainian].
40. Hreshylo, M. M. (2020). Vyroshchuvannya siantsiv sosny zvychainoi z vidkrytoiu korenevoiu systemoiu. m. Sumy [in Ukrainian].
41. Adamovych, A. O. (2021). Osoblyvosti vyroshchuvannya sadyvnoho materialu *pinus sylvestris* l. u zakrytomu hruntii v umovakh bazovoho rozsadnyka dp «zhytomyr'ske lh»: Kvalifikatsiina robota. *Zhytomyr* [in Ukrainian].
42. Lialin, O. I., et al. (2020). Skhozhist, zberezhuvanist i stan siantsiv sosny zvychainoi (*Pinus sylvestris* L.), vyroshchennykh u konteinerakh. *Scientific Bulletin of UNFU*, 30(2), 44–48. Retrieved from: <https://doi.org/10.36930/40300208> [in Ukrainian].
43. Hreshylo, M. M. (2021). Vykorystannya rehuliatoriv rostu pry obrobtsi nasinnia sosny zvychainoi. m. Sumy.
44. Pinchuk, A.P. (2018). Fitokhimichni pokaznyky khvoi sosny zvychainoi za riznykh umov pidzhyvlennia siantsiv. m. Kyiv.

45. Khromuliak, O.I., Yashchuk, I.V. (2021). Zastosuvannia herbitydiv Pikador ta Richard dlia khimichnoho dohliadu za kulturamy sosny zvychainoi v umovakh Kyivskoho Polissia. m. Kherson.
46. Lim, H., et al. (2021). Organic nitrogen enhances nitrogen nutrition and early growth of *Pinus sylvestris* seedlings. *Tree Physiology*. Retrieved from: <https://doi.org/10.1093/treephys/tpab127> [in Ukrainian].
47. Ivanov, Y. V., et al. (2016). Effects of zinc on Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings grown in hydroculture. *Plant Physiology and Biochemistry*, 102, 1–9. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.02.014>
48. Boiko, H. O., & Kulbanska, I. M. (2020). Mikrobni ahenty aktyvizatsii rostovykh protsesiv nasinnia ta sadyvnoho materialu sosny zvychainoi. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Retrieved from: <http://www.baltijapublishing.lv/omp/index.php/bp/catalog/download/302/8376/17506-1?inline=1> [in Ukrainian].
49. Ramírez-Valiente, J. A., et al. (2021). Adaptive responses to temperature and precipitation variation at the early stages of range expansion in a Mediterranean pine. *Journal of Ecology*, 109(6), 2437–2449. Retrieved from: <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13719>
50. Okulov, V. Y., et al. (2019). Effects of site and seed source on early performance of *Pinus sylvestris* planted on abandoned fields in Eastern Europe. *Forest Ecology and Management*, 434, 302–314. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.12.020>
51. Alexandrova, V., et al. (2020). Site-specific variation in crown characteristics and branch development in juvenile Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) saplings in response to different stand densities. *Forests*, 11(12), 1323. Retrieved from: <https://doi.org/10.3390/f11121323>