

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ О. О. БОГОМОЛЬЦЯ
ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

кафедра фармакогнозії та ботаніки

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Перспективи використання листя борщівника Сосновського
(*Heracleum Sosnowskyi* Mandenova) як лікарської рослинної сировини»**

Виконала: здобувачка вищої освіти
5 курсу Ф-4А групи
22 Охорона здоров'я
226 «Фармація, промислова фармація»
(шифр і назва напрямку підготовки)
Фармація
(назва освітньої програми)
Файдюк Наталія Василівна

Керівник: д.фарм.н., професор Карпюк У.В.

Рецензент: д.фарм.н., професор Гала Л.О.

Київ – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	6
1.1. Інвазійні види рослин роду <i>Heracleum</i>	6
1.2. Біологічна характеристика борщівника Сосновського та його розповсюдження в Україні	10
1.3. Токсичність борщівника Сосновського	18
1.4. Біологічно активні речовини борщівника Сосновського	20
1.5. Перспективи використання сировини борщівника Сосновського..	26
РОЗДІЛ 2. ФАРМАКОГНОСТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЛИСТКІВ БОРЩІВНИКА СОСНОВСЬКОГО	32
2.1. Мікроскопічний аналіз.....	32
2.2. Якісні реакції на присутність фуурокумаринів	33
ВИСНОВКИ	37
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	38

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

БАР – біологічно активні речовини

ДФУ – Державна Фармакопея України

ЛРС – лікарська рослинна сировина

СФ – спектрофотометрія

УФ – ультрафіолетова область

ВСТУП

Актуальність теми. Борщівник Сосновського – *Heracleum Sosnowskyi* Mandenova з роду *Heracleum*, родини *Ariaceae* – рослина адвентивна, адаптована людиною як кормова культура. Однак вона містить сполуки з групи фуурокумамаринів, які викликають опіки шкіри. Відома практика виробничого використання свіжої маси рослин для силосування та на корм для великої рогатої худоби, та вона не виправдала сподівань, і від такої кормової культури відмовилися. Здичавіла рослина стала небезпечним видом бур'янів, потенційно небезпечним наявністю фуурокумаринів, особливо на прямому сонячному освітленні. У Центральній Європі вид колонізує переважно занедбані зелені території, руїни та береги річок. Борщівник Сосновського представляє серйозну загрозу для людства через свої фотоалергічні властивості, спричинені наявністю в його соку сильно токсичних фуранокумаринів. Фуранокумарини містяться в дрібних трихомах, що покривають листя і стебло, і входять до складу ефірної олії. Вони можуть проникати в шкіру через епітеліальний шар, створюючи пряму загрозу здоров'ю людини. Контакт з рослиною, а потім перебування на сонці може призвести до розвитку великих пухирів з симптомами опіків. Борщівник також шкідливий для сільськогосподарських тварин, викликаючи, окрім зовнішніх опіків, внутрішню кровотечу та діарею.

При заготівлі дикорослої рослинної сировини і лікарської рослинної сировини з плантацій може відбуватися ненавмисна заготівля отруйної сировини борщівника Сосновського, яка в подальшому може проявити свій токсичний вплив як на працівників переробної промисловості, так і на споживачів готового рослинного продукту.

Метою дослідження є поглиблення теоретичних знань про борщівник Сосновського, його ареал розповсюдження, хімічний склад та фармакологічні властивості, а також розробка методів ідентифікації сировини борщівника, яка може бути домішкою до інших видів лікарської рослинної сировини.

Завдання дослідження:

- ознайомитися з ботанічною характеристикою борщівника Сосновського, ареалом і місцем зростання;
- ознайомитися з основними групами біологічно активних речовин, які були ідентифіковані в різних органах борщівника Сосновського;
- ознайомитися з напрямками використання сировини борщівника Сосновського;
- провести мікроскопічний аналіз листків борщівника Сосновського;
- провести виявлення фурукумаринів в листі борщівника Сосновського;

Предмет дослідження: теоретичні та методологічні принципи вивчення борщівника Сосновського. *Об'єкти дослідження:* висушене листя борщівника Сосновського, водно-спиртова витяжка з листя борщівника Сосновського. *Методи дослідження:* якісні реакції. тринокулярний світловий мікроскоп фірми ULAB, дзеркальну фотокамеру Canon EOS 550.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше проведено якісні реакції на виявлення фурукумаринів у листі борщівника Сосновського і описано їх результати. *Практичне значення одержаних результатів.* Результати проведених досліджень щодо мікроскопічного та якісного аналізу листя борщівника, можуть бути використані для впровадження нового показника якості в розділі «Ідентифікація» для тих видів лікарської рослинної сировини, до яких листя борщівника може виступати як потенційна домішка при заготівлі.

Особистий внесок здобувача. Дана робота є самостійним дослідженням автора, проведеного упродовж 2023рр. Експериментальною роботою охоплено фітохімічні дослідження.

Апробація результатів дослідження. Результати дослідження викладені в випускній кваліфікаційній роботі доповідались та обговорювались на засіданнях кафедри фармакогнозії та ботаніки.

Структура і обсяг роботи. Магістерська робота складається зі вступу, з 2 розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи – 47 сторінок; 14 рисунків, 74 джерел.

РОЗДІЛ 1.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Інвазійні види рослин роду *Heracleum*

Серед інвазійних чужорідних видів рослин, які надто поширилися на території України, можна виділити групу особливо агресивних. Дана група видів нечисленна, але негативний ефект від їх поширення істотний. Одними з найбільш небезпечних інвазійних видів рослин є борщівник Сосновського (*Heracleum Sosnowskyi* Mandenova) та борщівник Мантегацці (*Heracleum Mantegazzianum* Sommier et Levier). Перший із них завезений у країну як культура для заготівлі на силос, а борщівник Мантегацці був завезений як декоративна культура, яка нині росте в Українських Карпатах [63].

У первинному ареалі (на Кавказі), за даними І. П. Манденової, ці види ростуть у субальпійському гірському поясі Центрального і Східного Кавказу, Східному, Центральному, Південно-Західному і частині Західного Закавказзя, а також на північному сході Туреччини на лісових галявинах, узліссях, біля водойм, а також у високотрав'ї субальпійських лугов. У вторинному ареалі особливо сприятливими умовами для їх розвитку є вологі та сирі сугруди і груди, узбіччя доріг, береги водойм, розріджені ліси. Борщівник Сосновського вперше був описаний як окремий вид у 1944 році грузинським ботаніком Ідою Манденовою на території Грузії (Месхетія). Назва походить від прізвища ботаніка, який вивчав кавказьку флору, професора Д.І. Сосновського (1885–1952). У районі передгір'я Кавказу рослина досягає приблизно 1-1,5 м у висоту, тоді як в Україні його розміри значно більші, до 3-3,5 м [15].

Водночас його використовували в Європі як сільськогосподарську кормову культуру завдяки високій врожайності, яка забезпечувала запас силосу для худоби [58].

В Україну борщівник Сосновського був завезений у 1949 році з Кабардино-Балкарської АССР і висіяний у Центральному ботанічному саду АН УССР. Починаючи з 1962 року велось широкомасштабне вивчення борщівника Сосновського на території України у ролі нової кормової рослини та

перспективного медоносу (Київська станція тваринництва – с. Терезине Білоцерківського району; полонина Пожижевської, що на хребті Чорногора, – Івано-Франківської області; Панфілівська дослідна станція – Яготинський район Київської області, Житомирський бджолорозплідник та ін.) [10].

Виявилося, що неможливим є використання борщівника Сосновського як основного фуражу, тому що коров'яче молоко набуває характерного сильно гіркого смаку і, відповідно, стає непридатним як для годування новонароджених телят, так і для вживання людиною. А оболонки клітин з тканин борщівника, якого збирали у силосну яму, руйнувалися через деякий час, що призводило до витоку внутрішнього вмісту клітин в навколишній простір, посилення ферментативних процесів і в результаті силосна маса перетворювалася на смердючу рідину. Тому його припинили вирощувати вже в 1980-ті роки минулого століття. Однак за період культивування цей вид значно поширився, зокрема у Східній Європі – Німеччині, Білорусії, країнах Балтії, Польщі та Україні [47].

Слід також врахувати, що в країнах Європи ширше розповсюджений борщівник Мантегацці. Згідно з працями Г. Гегі (1926), даний вид був завезений у Європу у 1890 році ботаніками Сомм'є та Лев'є. Ці автори вперше описали вид у 1885 році і назвали його на честь італійського натураліста-етнографа Паоло Мантегацці [42]. Водночас, за даними чеських ботаніків, борщівник Мантегацці відомий у Європі ще раніше, а саме з 1862 року.

До України, а саме на територію нинішньої Івано-Франківської області, борщівник Мантегацці завезли в 1927 році із Карлових Варів [1].

Європейська та Середземноморська організація з карантину та захисту рослин (ЄОКЗР) включила борщівник Сосновського, борщівник Мантегацці та борщівник персидський до Списку інвазійних чужорідних рослин. Щодо цих видів розроблено національний стандарт їх регулювання [25, 34, 36, 37,].

Активне розповсюдження гігантських борщівників як інвазійних видів почалося приблизно з середини 1980-х років, причому практично одночасно як у різних частинах України, так і в Європі, Росії, країнах Балтії. Борщівник

Сосновського присутній також у Німеччині, Угорщині, Данії, Польщі, але в меншій кількості.

У той час вважали, що борщівник Сосновського може рости тільки на добре освітлених місцях на родючих ґрунтах за достатнього зволоження. Однак виявилось, що, успішно пройшовши акліматизацію, він за рахунок своєї надзвичайно високої репродуктивної здатності і пристосованості до умов місцеперебування розселявся повсюдно. Було встановлено, що основна маса насіння борщівника осипається безпосередньо біля материнської рослини й розноситься вітром, водними потоками, автомобільним та залізничним транспортом на великі відстані.

На початку своєї експансії борщівник траплявся виключно у значно антропогенно порушених екотопах, наприклад по узбіччях доріг, на околицях населених пунктів, на пустирях біля будинків, де ніхто не проживає, на смітниках, навколо старих ферм, де колись пробували заготовляти борщівник на силос. На другому етапі борщівники значно збільшили площу захоплення, а частина їх злилася в суцільні великі осередки. На третьому етапі борщівники вже почали успішно поширюватися в давніх природних екотопах, на землях під посіви зернових та інших культур, а також на узбіччях лісів.

На всій території України борщівник Сосновського поступово захоплював великі території. Особливо густо борщівник розростався на покинутих і занедбаних полях та інших покинутих місцях, де раніше жили і працювали на землі люди. Борщівник утворює угруповання, де росте лише він один. Це так звані монодомінантні угруповання різної щільності. Площа його монодомінантних угруповань різна – від декількох квадратних метрів до декількох гектарів. Вони або можуть займати цілі галявини в лісі, або можуть витягуватися вузькими смугами уздовж лісів і річок.

Борщівники сьогодні викликають щодалі більшу зацікавленість учених. У зв'язку з відсутністю конкурентів і природних ворогів вони дуже інтенсивно поширюються й займають дедалі більші площі, витісняючи аборигенні види. небезпека борщівників полягає в тому, що коли вони формують дуже щільні зарості, то види, які там росли до борщівникової інвазії (так звані аборигенні

види), не витримують шаленої конкуренції з борщівником і просто вимирають. За даними таких авторів, як Б. І. Вихор, Б. Г. Проць (2012), борщівник Сосновського може дуже швидко зменшувати розміри популяції величезної кількості природних видів, особливо це стосується лучних і річкових угруповань, де борщівник прекрасно себе почуває. Це призводить до їх цілковитого витіснення завдяки своїм габаритам, швидкості накопичення біомаси та високому ступеню пластичності [8].

Досі не знайдено причину, яка стала поштовхом до початку експансії борщівника Сосновського. З одного боку, цьому могло сприяти припинення регулярного скошування борщівника на полях, де його вирощували на корм тваринам. Після розпаду сільськогосподарських підприємств на полях кілька років нічого не вирощували, а це призвело до засмічення прилеглих територій. З іншого боку, борщівник Сосновського вирощували не тільки на силос, а й для отримання насіннєвого матеріалу для розширення та відновлення плантацій, а також для виробництва ефірних олій. На таких полях рослини не скошували. Але за наявності факторів, які сприяли його поширенню, борщівник самостійно не покидав поля, на яких його рослину активно вирощували впродовж приблизно 40 років культивування на силос. Побутує думка, що, можливо, сприятливі умови життєдіяльності, які були забезпечені на полях, не стимулювали борщівник до захоплення для себе нових територій. Посилена експансія видів борщівників пояснюється передусім наявністю великої кількості порушених екотопів, які були відкриті для інвазій. Інвазійність борщівників обумовлена низкою біоекологічних особливостей, таких як здатність до формування великої кількості життєздатного насіння, швидкий ріст, тривалий період цвітіння, здатність до самозапилення, а також різноманітні способи розселення насіння [48].

Людська господарська діяльність сприяла поширенню гігантських борщівників. Вони дуже часто ростуть у придорожніх канавах, вздовж шляхів, поруч з людськими житлами, а також на інших ектопах рудерального характеру. На сьогоднішній день борщівник Сосновського із трансформованих місцезростань переходить у природне середовище, де вже займає достатньо

стабільні позиції й характеризується тут дуже високою фітоценотичною активністю, а, отже, часто виступає як домінант або співдомінант. Вважається, що борщівник Сосновського щороку збільшує зайняту площу на 10 %, але є інформація про ще більш інтенсивне його розповсюдження.

Боротьба з інвазійними видами борщівників вимагає застосовувати широкий арсенал різноманітних методів. Необхідним є посилення фітосанітарного контролю за станом автотранспортних і залізничних шляхів, населених пунктів, зелених паркових зон, придорожніх і полезахисних насаджень. Для вибору оптимальних методів необхідно враховувати еколого-ценотичні потреби видів та особливості господарської діяльності у регіоні. Вибір методу буде залежати від розміру території, яку захопила рослина, щільності її проростання та наявності вільного доступу до місця зростання.

1.2. Біологічна характеристика борщівника Сосновського та його розповсюдження в Україні

На території України борщівник Сосновського найбільше розповсюджений у парках, садах, на лісових галявинах, біля доріг, на луках. Помітно активно зростають площі, зайняті борщівником, на землях різних категорій. Зокрема спостерігається витіснення борщівником місцевих видів трав'янистих і деревних порід рослин. Борщівник є невибагливим до типу та складу ґрунту. Належить до так званих піонерних видів. Захоплюючи нову площу, він обов'язково пригнічує іншу рослинність, чим порушує нормальне природне функціонування місцевих екологічних систем і, відповідно, створює навколо себе власну екосистему, яка є неприйнятною для природи тієї чи іншої місцевості. Великі й широкі листки борщівника розпускаються навесні раніше за інші рослини (трави), швидко затіняючи поверхню ґрунту, на якій після заселення борщівника рослини інших видів більше не ростуть [8].

Таксономічне положення

Відділ – Покритонасінні (Angiospermae)

Клас – Дводольні (Dicotyledones)

Порядок – Аралієві (Arimales)

Родина – Зонтичні (Ariaceae, Lindley, Umbelliferae Juss.)

Рід – Борщівник (*Heracleum* L.)

Вид – Борщівник Сосновського (*Heracleum sosnowskyi* Mandenova)

Рід *Heracleum* L. належить до родини Селерові (Ariaceae). Ця родина вважається однією з найбільших за кількістю видів і найбільш важливих у господарському відношенні родин квіткових рослин. Родина Селерові включає близько 300 родів і 3990 видів, поширених по всій земній кулі. Центром різноманітності родини вважають Середню Азію та частину Центральної Азії.

Рід *Heracleum* L. був описаний Ліннеєм у 1735 році. Названий римським ботаніком Плінієм на честь героя грецьких міфів Геракла через його здатність швидко нарощувати рослинну масу, велетенські розміри та дуже потужний вигляд. Перекладають назву роду «*Heracleum*» як «трава Геракла». В Київській Русі борщівник називали дягелем, боржовкою, буршею, ведмежою лапою (через форму листків і за їх великим розміром), а вже в більш пізні часи – окупантом, геракловою травою (від латинської назви роду). Також назва рослини «борщень» пов'язана з тим, що його молоду зелень часто використовували для приготування різних страв і борщів.

Види роду *Heracleum* L. мають широкий ареал. У світовій флорі налічують вони майже 69 видів, які ростуть здебільшого в помірному кліматичному поясі Євразії [20]. Лише один вид з роду *Heracleum* L. поширений у Північній Америці. У Євразії північний кордон ареалу роду простягається від Скандинавського півострова до Камчатки, а в Північній Америці – від Аляски до Лабрадору й Ньюфаундленду, південний кордон охоплює Північну Африку, Передню та Східну Азію, у Північній Америці – простягається від Каліфорнії й Південної Мексики до Північної Кароліни. На тлі цього численного ареалу розповсюдження чітко виступають кілька великих центрів: Східна Азія, гірські області Південної Європи та Кавказ.

Систематичне вивчення роду *Heracleum* L. стикається із значними труднощами через відсутність між багатьма видами різкої морфологічної диференціації, а також через наявність проміжних форм у роді. Якщо відсутня

ізоляція, то борщівники легко схрещуються між собою і утворюють спонтанні гібриди, що відповідно ще більше ускладнює визначення виду.

У Європі відомо понад 20 різних видів роду *Heracleum* L. На території України росте не менше восьми видів [17, 18, 71]. Найпоширенішими є борщівник Сосновського (*Heracleum sosnowskyi* Mandenova), борщівник сибірський (*Heracleum sibiricum* L.), борщівник Мантегацці (*Heracleum mantegazzianum* Sommier et Levier)

Для території України борщівник Сосновського не зазначений у жодному із визначників рослин чи у відповідних флористичних працях, таких як «Визначник рослин Українських Карпат» [7], «Визначник вищих рослин України» [6], «Флора Закарпаття» [23], крім «Vascular Plants of Ukraine: a Nomenclatural checklist» С. Л. Мосякіна та М. М. Федорончука (1999 р.) [56]. Це легко можна пояснити тим, що деякі ботаніки розглядали борщівник Сосновського у складі таксонів *Heracleum mantegazzianum* Sommier et Levier або *Heracleum pubescens* Hoffm [16].



Рис. 1.1. Борщівник Сосновського

Коренева система потужна, стрижневого типу, розгалужена, проникає вглиб ґрунту на 1,5 м і більше. Корінь великий, м'ясистий, у верхній частині може досягати до 6 см у поперечному розрізі. Стебло пряме, поодиноке, товсте (до 6–10 см у діаметрі), порожнисте, глибокоборозенчасте, негусто опушене жорсткими волосками, від 1–3 до 5 м заввишки, округле, у нижній частині має фіолетове (антоціанове) забарвлення (рис.1.2).



Рис. 1.2. Стебло і листок борщівника Сосновського

Кількість міжвузлів на стеблі 4–6, кількість стеблових листків – 4–8. Прикореневі та нижні листки великі (до 1,5 м) й соковиті, утворюють розетку (рис.1.2). Сегменти листків трійчасті, зрідка перистоскладні (з двох пар), зазвичай три-, рідше п'ятилопатевонадрізані на широкі яйцеподібні частки, верхні листки зменшені з розширеною піхвою і зазвичай цільною трилопатевонадрізаною пластинкою, листки з верхнього боку голі, з нижнього – дрібно- та відстовбурчено-опушені.

Морфологічна подібність *Heracleum Sosnowskyi* і *Heracleum mantegazzianum* викликає багато проблем при ідентифікації обох видів. Відмінності в діагностичних ознаках структури листя, суцвіть або плодів часто важко помітити на практиці [65, 71]. Ідентифікація додатково ускладнюється відносно високою індивідуальною мінливістю розглянутих рослин і змінами зовнішнього вигляду в результаті, наприклад, скошування (багаторазово зрізані екземпляри за один сезон відростають стільки ж, скільки нижчий і менш масивний). Серед дослідників існує багато думок про те *Heracleum Sosnowskyi* слід розглядати як субтаксон *Heracleum mantegazzianum*. Ідентифікація вищезазначених видів ускладнюється ще й тим, що вони, ймовірно, можуть утворювати гібриди [65].

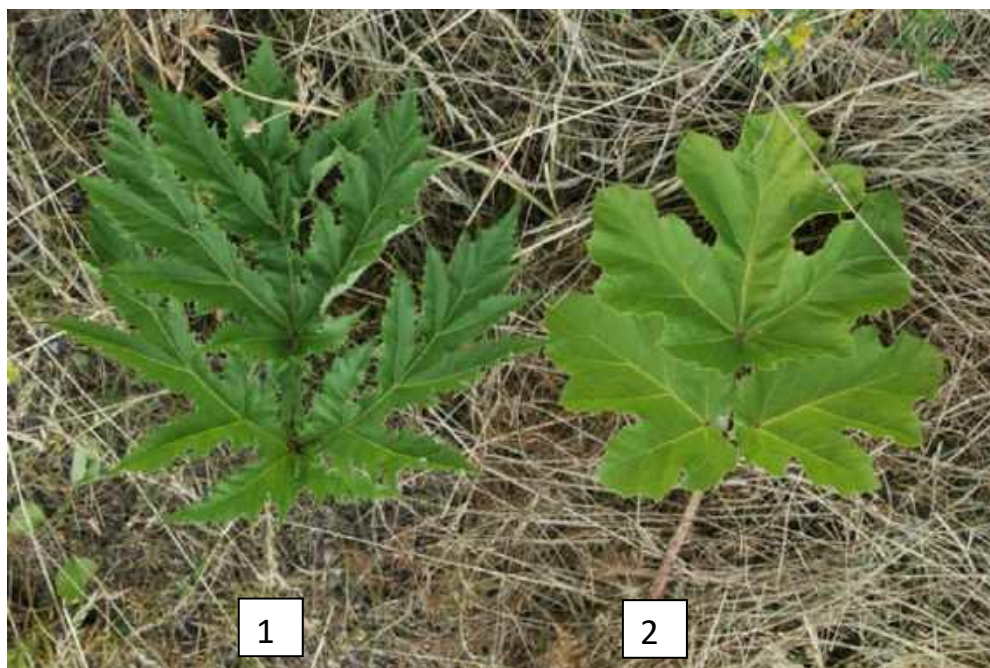


Рис. 1.3. Листки борщівник Мантегацці *Heracleum mantegazzianum* (1) та борщівника Сосновського *Heracleum Sosnowskyi* (2)

Форма листка є однією з характерних діагностичних ознак, що дозволяє відрізнити борщівник Сосновського від близького виду Мантегацці, тобто останній відрізняється від першого гострими та сильно загостреними краями часток листка [60].



Рис. 1.4. Суцвіття борщівника Сосновського

Суцвіття борщівника Сосновського складний зонтик (рис. 1.4, рис. 1.5). Зонтики великі, багатопроменеві, промені зонтика дрібноопушені, квітки білі, без обгортки, зав'язь відстовбурчено-опушена. Слід зазначити, що складний центральний зонтик діаметром 30–75 см містить від 50 до 120 зонтиків другого порядку. У кожному з 4–6 бічних складних зонтиків їх кількість удвічі менша.

Зонтики у складному зонтику розміщуються в 5 кіл і мають до 75 квіток у кожному. Оцвітина у квіток подвійна, чашечка розвинена погано, складається з п'яти зубчиків. Віночок представлений п'ятьма вільними пелюстками, які загнуті верхівками всередину, зовнішні пелюстки крайових квіток у зонтиках збільшені. У квітці п'ять тичинок і одна маточка з нижньою двогніздою зав'яззю, що має в кожному гнізді по одній сім'ябруньці, в основі стовпчика маточки розрізняють великий нектарний диск (нектарник). У борщівника Сосновського два типи квітів – правильної форми (актиноморфні), розміщені у центрі зонтиків, та неправильної (зигоморфні), у яких зовнішні пелюстки збільшені. Запилення квіток відбувається перехресно (чоловічі елементи квітки дозрівають раніше, ніж жіночі). Запилення здійснюється комахами – бджолами, осами, джмелями, мухами, метеликами та ін. Квітка розкривається лише один раз і не закривається впродовж свого онтогенезу.



Рис. 1.5. Борщівник Сосновського в фазі цвітіння



Рис. 1.6. Плід борщівника Сосновського

Плід – колонковий вислоплідник або двороздільна сім'янка, яка складається з двох сухих однонасінних плодиків (мерикарпії), що висять на двороздільній нитці, яка називається карпофор (рис. 1.6). За формою плоди зворотно-яйцеподібні або еліптичні, довгасті (сплющені зі спинки), витягнуті чи широкоеліптичні 10–12 мм завдовжки, 6–8 мм завширшки, світло-коричневі, по одній стороні вистелені рідкими довгими волосками, по краю плода та його основи – нечисленними шипуватими волосками. На спинному боці мерикарпіїв є 5 слабо виступаючих ниткоподібних ребра, з яких крайові – крилоподібні. Між ребрами на зовнішній (дорзальній) стороні плода розташовані чотири секреторні ефірно-олійні каналці, на внутрішній (вентральній) стороні їх два, всі вони заповнені ефірною олією. Форма ефірно-олійних каналців, їх розміщення і довжина, відношення довжини каналців до довжини плодиків є таксономічними характерними ознакам *Heracleum* L. у видів роду борщівник [50].

Формування насіння у борщівника Сосновського залежить від багатьох факторів. Найважливішими є кліматичні умови, достатня забезпеченість рослини вологою, активність запилювачів у період цвітіння; особливості кліматичних умов при цвітінні та формуванні плодів, забезпеченість макро- та мікроелементами для живлення рослини у різні періоди формування плодів; ступінь визрівання плодів на материнській рослині і багато інших факторів.

Насіннева продуктивність центрального суцвіття на один генеративний пагін борщівника Сосновського становить від 2 500 до 3 500 плодів (а суцвітть на рослині буває від 1 до 5, іноді – до 11). Це означає, що одна рослина утворює щороку близько 20–35 тисяч життєздатних насінин. За даними С. С. Харкевича (1964), одна рослина борщівника Сосновського у межах Києва формувала до 70 тисяч насінин, при цьому маса 1000 насінин дорівнювала 15–17 грамам [3]. За даними латвійських дослідників, одна рослина борщівника Сосновського залежно від регіонів розповсюдження формувала від 7722 до 8082 плодів, що становило від 15 444 до 16 164 насінини із середньою енергією проростання 78%.

Відомо, що насіннева продуктивність борщівника зменшується у напрямку до півночі. Насіння зберігає свою життєздатність у середньому п'ять років, але більшість насінин (від 20 до 70 %) проростає протягом першого року (після проходження періоду стратифікації). На другий рік проростає від 30 до 60 % насінин, які не проросли у перший рік.

Наявність на плодах борщівника виростів, або крил є ще однією небезпечною особливістю плодів борщівника. Такі бічні вирости значно підвищують летючість плодів, відповідно сприяючи активному їх поширенню. Тобто розповсюдження насіння борщівника належить до типу анемохорії і вітер є головним помічником борщівника у захопленні нових територій. Анемохорією борщівника можна пояснити, чому він так легко зайняв уже багато тисяч гектарів у різних регіонах країни [23].

Борщівник Сосновського поширюється також за допомогою води, особливо під час повені, коли річка виходить із берегів, що призводить до затоплення річкових долин. Отже, гідрохорія теж є одним із методів розповсюдження насіння борщівника. Відомо, що коли вода відступає, насіння потрапляє у надзвичайно сприятливі умови – ґрунт добре зволожений, трохи розпушений, тому в таких місцях відбувається швидкий ріст рослини [23].

Насіння також поширюється завдяки людині, прилипаючи разом із ґрунтом до взуття, а також до шин автомобілів, завдяки чому ефективно захоплює нові території. Це значить, що антропохорія теж є характерним способом для розмноження насіння борщівником.

Відомо, що насінина борщівника є «слабким місцем» рослини, адже варто знищити насіння (плоди або зав'язі) – і рослина більше не дасть життєздатного насіння. Це відбувається тому, що борщівник Сосновського не утворює кореневої порослі, яка б відростала від кореня. Згідно експериментальних даних, насіння борщівника втрачає схожість повністю через три роки зберігання в лабораторних умовах. Але в природі воно зберігає схожість довше, і зародки проходять всі етапи свого розвитку, тому що в ґрунті, зовсім не ті умови, що в сухому приміщенні лабораторії [4].

1.3. Токсичність борщівника Сосновського

Про токсичний ефект соку різних видів гігантських борщівників добре відомо, оскільки усі частини рослини є отруйними. Максимальну кількість отруйних речовин зареєстровано у надземній частині в період цвітіння. Рослини виділяють прозорий водянистий сік, який містить фотосенсибілізуючі речовини з групи фурукумаринів. Фотосенсибілізатори – це такі речовини, які підвищують чутливість організму до дії сонячного світла. До них належать фурукумарини (бергаптен, ізобергаптен, ксантотоксин, псорален та ін.), а також ефірні олії, тритерпенові сапоніни, алкалоїди, флавоноїди [14]. При дотику до людської шкіри і під дією ультрафіолетового випромінювання фурукумарини, особливо бергаптен, активуються і викликають опіки [5]. За останніми дослідженнями встановлено, що причиною запальних процесів є не сік рослини, а подразнюючі речовини, які містяться у трихомах борщівника. Так, на черешках листка ребристої форми (рис. 1.5. А) спостерігаються численні волоски. Такі ж трихоми присутні також на центральних жилках листової пластинки. Кожен волосок (рис. 1.5. Б) розміщений на невеликій шипоподібній основі червонуватого кольору. Поверхня волосків гладенька, вони одноклітинні, ампулоподібні, всередині заповнені прозорою водянистою рідиною. Довжина трихом в середньому 5 мм. Розташовуються в ряд по ребрах листового черешка та найбільших жилок. При зіткненні зі шкірою волосок обламується, і його вміст виливається на відкриті частини тіла [11].

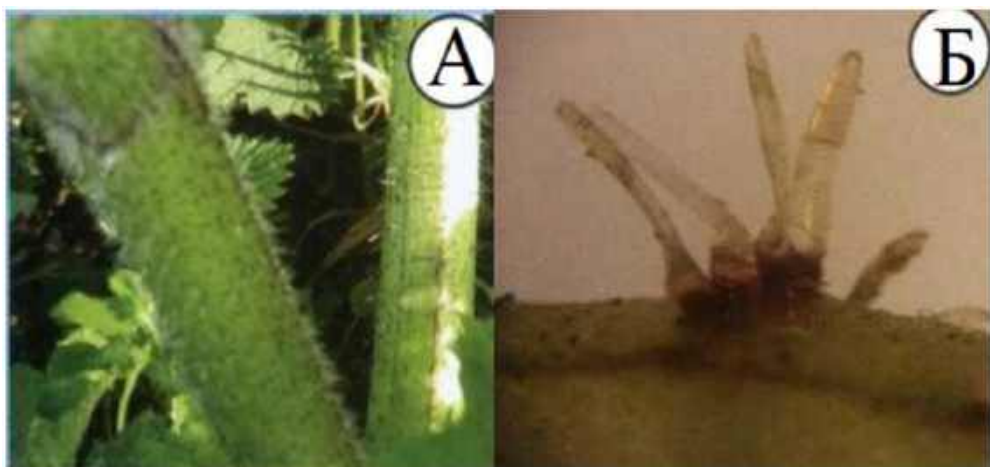


Рис. 1.7. Трихоми борщівника Сосновського

Сік з трихом стебла викликає почервоніння шкіри, після чого розвивається потім набряк і утворюються пухири. Картина ураження схожа на

сонячний опік. Подразнювальна токсична дія посилюється під впливом сонячного світла та високої вологості повітря. Чутливість до впливу токсинів борщівника індивідуальна. Відомо, що отруйні речовини борщівника практично не діють на деяких людей. Іноді буває достатньо 1,5 хв. контакту з соком борщівника і 2 хв. опромінення під сонячними променями, щоб протягом двох днів вже розвинувся опік шкіри I ступеня. Сік борщівника Сосновського може проникати навіть через легкий літній одяг. У важких випадках (опік II ступеня), окрім місцевих симптомів на шкірі, спостерігаються озноб, запаморочення, головний біль, підвищення температури. Слід урахувати, що за висушування рослини отруйні властивості зникають і лише при прийомі всередину спостерігається галюциногенна дія [51]

При наявності УФ-випромінювання фуранокумарини викликають у людей опіки – фотодерматози, які проявляються почервонінням, набряками, пухирями та стійкою зміною кольору шкіри і шрамами [39, 49, 69]. Якщо контакту з отруйною рослиною уникнути не вдалося, то необхідно діяти негайно:

- промити уражену область під проточною водою, бажано використовувати господарське мило;
- обробити спиртом або спиртовмісними речовинами, можна використати розчин фурациліну;
- нанести на рану Пантенол, або емульсію синтоміцину;
- пов'язку при ураженні соку борщівника накладати не слід;
- якщо ураження відбулося на природі, поза домом, місце ураження потрібно прикрити легкою тканиною, щоб уникнути попадання на неї ультрафіолетових променів. Протягом декількох днів слід захищати уражену зону від сонячних променів.

Борщівник Сосновського має токсичний вплив на інші рослини завдяки своїй високій негативній алелопатичній активності. Коли насіння борщівника падає на землю, його оболонки за зиму перегнивають, а ефірні олії і смоли, що містяться в їх секреторних тканинах, витікають на поверхню ґрунту. Сума цих біологічно активних речовин чинить виражену алелопатичну дію на проростання насіння інших видів рослин. Алелопатична дія проявляється в

інгібуючому або гальмівному впливі на інші рослини, які проростають поруч. Таким чином, навколо насіння борщівника утворюється чиста зона, не захоплена іншими рослинами. Відповідно такий аллопатичний ефект надалі забезпечує безконкурентне проростання насінню борщівника і захоплення наступних територій.

Уже на початковому етапі заростання фітоценозу в ділянці заплави борщівником Сосновського реєстрували скорочення видового складу із 33 видів рослин до 15 видів із 5 родин. Так, середня висота травостою дорівнювала 90 см за рахунок рослин борщівника, тому що вони виділялися на загальному фоні та формували верхній ярус. Через високу конкуренцію основна частина фітомаси концентрувалась у верхньому та середньому ярусах. На ділянках заплави, де домінували генеративні особини борщівника, всі яруси фітоценозу були зайняті ним на різних стадіях розвитку. Фітомаса ділянки формувалася виключно рослинами борщівника. Із 33 видів рослин залишилися лише 4 види: лопух павутинистий (*Arctium tomentosum* Mill.), кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Webb. Ex Wigg.), стоколос безостий (*Bromopsis inermis* L.), пирій повзучий (*Agropyrum repens* L.), які розміщувались у нижньому пригрунтовому ярусі. Лише рослини лопуха частково конкурували із борщівником – поодинокі його екземпляри траплялися у середньому ярусі [31].

1.4. Біологічно активні речовини борщівника Сосновського

Борщівник становить серйозну небезпеку для здоров'я людини через можливість проникнення через шкіру прозорої рідини з рослини, яка містить речовини з групи фуранокумаринів [35, 59, 70]: пімпінелін, ізопімпінелін, бергаптен, ізобергаптен, сфондин, імператорин, псорален (рис. 1.8).

Фуранокумарини (фурокумарини) – це клас кисневмісних гетероциклічних сполук в яких фурановий цикл конденсований з бензольним циклом кумаринового ядра лінійно (похідні псоралену) або ангулярно (похідні ангеліцину). Фуранове кільце може бути конденсоване різними способами, утворюючи кілька різних ізомерів. Вихідними сполуками найпоширеніших ізомерів є псорален і ангеліцин. Похідні цих двох сполук називають відповідно

лінійними та кутовими фуранокумаринами, оскільки вони демонструють лінійну або кутову хімічну структуру.

Найбільш небезпечними є незрілі плоди. Концентрація фуранокумаринів коливається протягом вегетаційного періоду, і найвища концентрація досягається в червні, а найнижча – у листопаді [61].

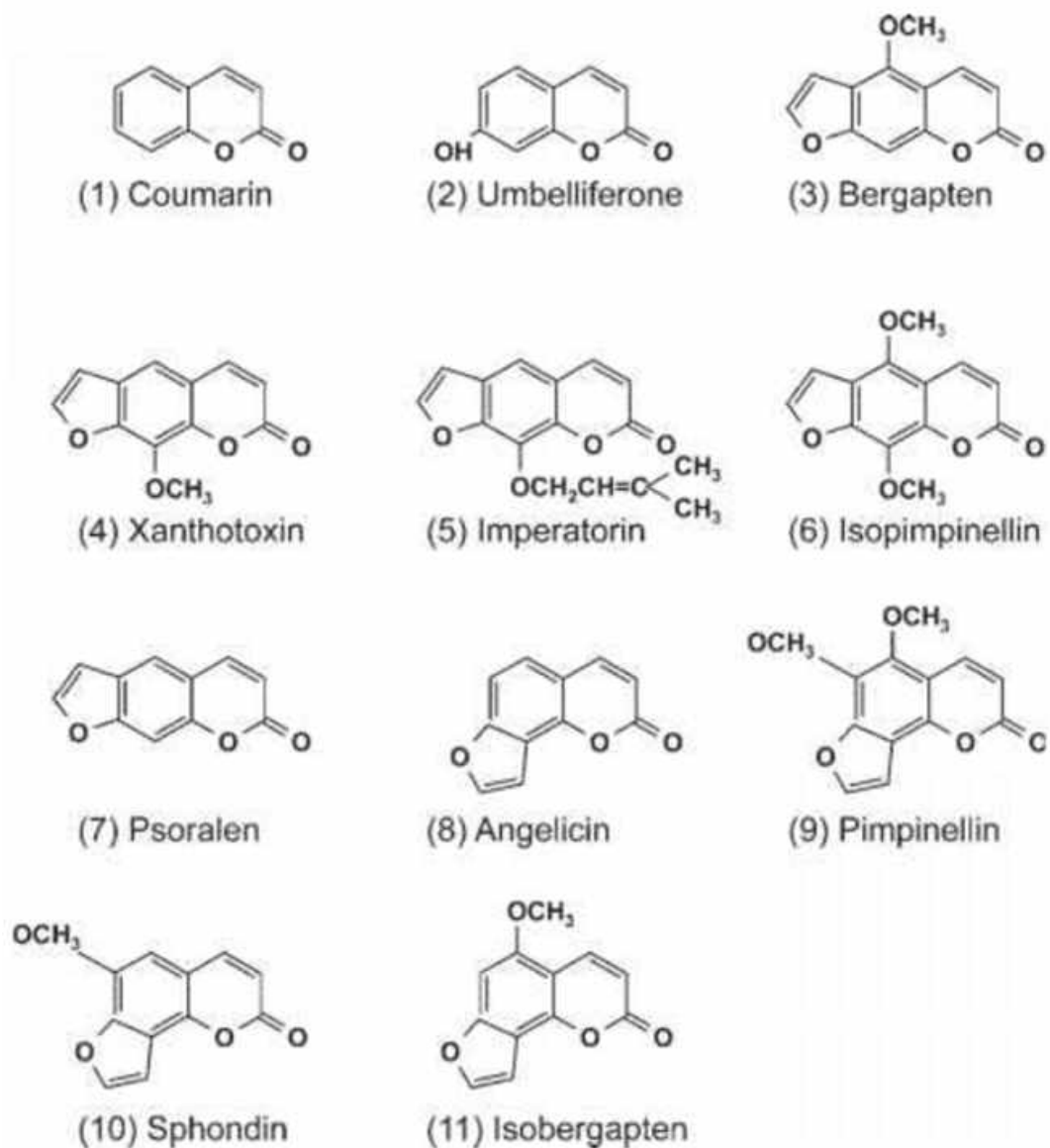


Рис. 1.8. Фуранокумарини борщівника Сосновського (прості (1-2), лінійні (3-7) і кутові (8-11) [44].

Особливим проявом токсичності фотосенсибілізації борщівника є сенсибілізація організму до сонячного світла після контакту з фуранокумаринами, які знаходяться в тканинах рослин [53, 59].

Фототоксичний ефект фурукумаринів зумовлений їхньою взаємодією з ДНК, коли вони поглинають ультрафіолетове світло певної довжини хвилі. Сонце випромінює ультрафіолетове випромінювання, а також видиме світло, тому влітку нам доводиться наносити сонцезахисний крем, а ультрафіолетове випромінювання з довжиною хвилі 320-380 нанометрів може спровокувати дію фуранокумаринів. Це потрапляє в діапазон ультрафіолетового випромінювання, який називається УФ-А (320-400 нм), на який припадає 95% ультрафіолетового випромінювання від сонця, яке досягає поверхні Землі [43].

Механізм фотосенсибілізації полягає в здатності поглинати і утримувати короточасні кванти світлової енергії, що виникає при активації молекули фототоксичних агентів. Деструктивне ультрафіолетове випромінювання має довжину хвилі менше 330 нм. Якщо фототоксичний матеріал знаходиться на шкірі, він під час опромінення активується сонячним світлом.

Поглинаючи кванти ультрафіолетового випромінювання (довгі хвилі ультрафіолетового випромінювання з довжиною хвилі 320-380 нм), молекули фурукумаринів переходять у збуджений стан і в такому вигляді здатні реагувати з біологічно важливими клітинними компонентами, що містять подвійний зв'язок.

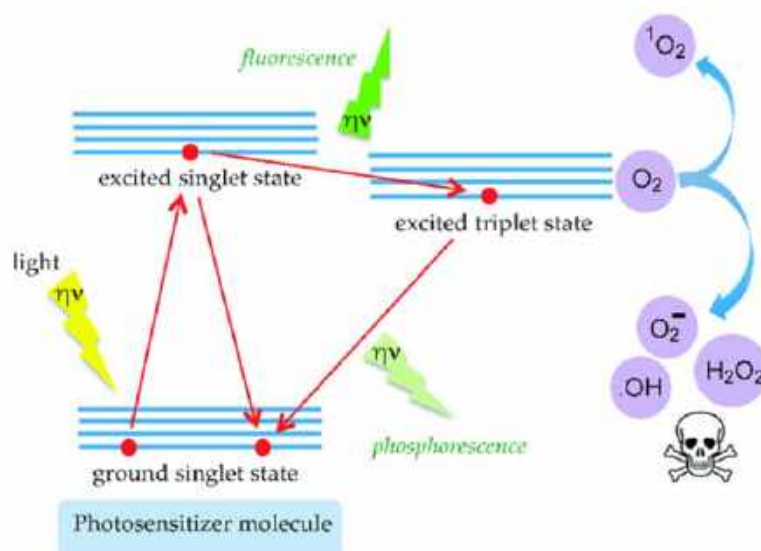


Рис. 1.9. Механізм переходу фурукумаринів у збуджений стан під впливом УФ-світла.

Фуранокумарини можуть реагувати з нашою ДНК під дією УФ-А випромінювання. ДНК складається з кількох компонентів, і одними з яких є азотисті основи (аденін, тимін, урацил, гуанін, цитозин), які допомагають утримувати ланцюги ДНК разом. Фуранокумарини можуть реагувати з азотистими основами з утворенням аддуктів.



Рис. 1.10. Приклад утворення аддуктів фурукумарину з азотистою основою

Механізм цього процесу наступний: фурукумарини проникають між парами азотистих основ ДНК із утворенням нековалентного комплексу фурукумарин-ДНК. Дія УФ випромінювання на фурукумарини (як псораленового, так і ангеліцинового ряду) призводить до утворення ковалентних ДНК-аддуктів, тобто поєднання молекули фурукумарину з ДНК. Утворення ДНК-аддуктів в організмі часто відбувається під дією канцерогенів, їх метаболітів або провокується канцерогенами, і веде до зміни структури, неможливості правильного перебігу процесів транскрипції ДНК і мутацій. Ці активовані молекули передають свою енергію навколишній тканині та пошкоджують її, утворюючи високоактивні форми кисню. Потім ці аддукти можуть реагувати з іншими основами в ланцюгах ДНК під впливом подальшого УФ-випромінювання, що призводить до перехресних зв'язків між ланцюгами. Це може призвести до порушення поділу клітин, зміни проникності мембран, порушення синтезу білка. Виходячи з взаємодії з ДНК і РНК, вважається, що

фуранокумарини також можуть мати мутагенну та канцерогенну дію [81]. Зрештою, негативний вплив ДНК-аддуктів з фуранокумаринами може спричинити загибель клітин і призвести до характерного почервоніння шкіри та пухирів, які спостерігаються під час впливу соку гігантського борщівника [43].

Деякі випадки впливу соку можуть бути настільки важкими, що ті, хто піддавався його впливу, потребують госпіталізації. Для появи пухирів може знадобитися до 48 годин, тому можна вжити заходів, якщо є підозра на контакт із соком. Рекомендується ретельно вимити уражені ділянки водою з милом, а шкіру, на яку потрапив сік, слід захищати від сонячного світла протягом кількох днів. Бажано звернутися до лікаря, якщо згодом виникне будь-яке запалення шкіри [43].

Фуранокумарини через секреторні тканини виділяються на поверхні листків та стебел рослини, створюючи таким чином бар'єр на поверхні органів, захищаючи рослину від дії бактерій і грибів. Завдяки тому, що ці вторинні метаболіти можуть поглинати УФ-промені, вони ніби створюють собою екран, який захищає поверхню органів рослин від цього типу випромінювання [74]. Багато дослідників повідомляють, що фуранокумарини, як і багато інших вторинних метаболітів, можуть служити рослині для захисту від нападу комах і для контролю їх яйцекладки [29, 73]. Посилений біосинтез фуранокумаринів у рослинах може бути спричинений біотичними факторами, такими як віруси, бактерії, гриби та комахи, а також абіотичними факторами, такими як сліди солей металів, антибіотики, діоксид сірки, миючі засоби, гербіциди та синтетичні пептиди [38].

За допомогою світлової, флуоресцентної та скануючої електронної мікроскопії, а також гістохімічних аналізів досліджено локалізацію фуранокумаринів у тканинах стебла та листя борщівника Сосновського [72]. Було встановлено, що епідерма досліджуваних органів містить прості трихоми різної довжини, в яких накопичуються містять ліпіди, ефірні олії, полісахариди, дубильні речовини. Спостереження, проведені за допомогою скануючої електронної мікроскопії, виявили наявність пінистої речовини і кристалів фуранокумарину на поверхні трихом, в епідермальних клітинах, а також

клітинах паренхіми. Характерна автофлуоресценція фуранокумарину була присутня в епідермісі та на його поверхні. Вторинна флуоресценція випромінювалася фуранокумаринами у різних тканинах черешка листка: псорален, бергаптен, ксантотоксин. Фуранокумаринів також було багато присутні на епідермальній поверхні клітин. Це пояснює, чому контакт з рослиною небезпечний для людини і призводить до розвитку фотодерматозів [72].

Хоча борщівник Сосновського відомий як отруйна рослина, що має високу фотосенсибілізуючу здатність, його хімічний склад і фототоксичність вивчені мало. Науковцями було проаналізовано хімічний склад соку борщівника Сосновського, який вирощувався у природних умовах. Встановлено, що в соку вміст 8-метоксипсоралену становить 1332,7 мг/л, 5-метоксипсоралену – 34,2 мг/л. Далі було розроблено та проаналізовано ліпосоми, що містять фуранокумарини соку борщівника Сосновського, та вивчена їх фотоцитотоксичність у культурі клітин фібробластів миші L929. Було встановлено, що ліпосоми, що містять фуранокумарини соку борщівника Сосновського, більш токсичні для клітин L929 порівняно з ліпосомальними формами чистих речовин 8-метоксипсоралену та 5-метоксипсоралену. Встановлено, що при дії УФ-випромінювання 365 нм у дозі 22,2 Дж/см² ліпосомальна форма фуранокумаринів борщівника Сосновського в 3 рази токсичніша для клітин L929, ніж у темряві. Встановлено, що фотоцитотоксичний ефект ліпосомальних фуранокумаринів борщівника Сосновського полягає в сильній стимуляції апоптозу. Отримані дані свідчать про те, що сировина борщівника Сосновського претендує на джерело фуранокумаринів, а ліпосомальна форма, враховуючи гідрофобні властивості фуранокумаринів, дуже підходить для створення фототерапевтичного препарату [52].

Зелена маса рослин борщівника Сосновського характеризується високими кормовими перевагами та специфічними хімічними властивостями порівняно з іншими кормовими культурами. У перерахунку на абсолютно суху речовину, яка становить у середньому 13–15 %, у ній містяться від 10 до 24 % сирого

протеїну, 12,5 % – сирової клітковини, 3–5 % – жиру, а також каротин, аскорбінова кислота. У листках борщівника Сосновського багато рутину, який володіє Р-вітамінною активністю, фолієва кислота (вітамін В9). Зелена маса борщівника Сосновського багата на мікроелементи, особливо кобальт, а також містить чимало цинку, міді, марганцю та заліза [21].

Було встановлено, що вихід ефірної олії із листя та плодів борщівника, отриманої способом гідродистиляції, становить 11 %. Головним компонентом ефірної олії (близько 80%) визначено октиловий ефір оцтової кислоти [66]. Досліджено компонентний склад ефірних олій борщівника, які проявили антимікробну й антивірусну активність [68].

Методом гідродистиляції на апараті Дерінга було отримано ефірні олії з плодів трьох дикорослих видів *Heracleum* (*H. mantegazzianum*, *H. persicum* і *H. Sosnowskyi*). Порівняльний хімічний склад ефірних олій фуранокумаринових фракцій за допомогою GC-MS дозволив ідентифікувати 31 сполуку (складаючи від 95,5% до 98,5% від загальної кількості масла). В мажорних кількостях визначено аліфатичні складні ефіри (83,6-91,9%), в мінорних кількостях виявлено аліфатичні ефіри, спирти (4,0-4,6%) і терпени (2,2-3,0%) [62].

1.5. Перспективи використання сировини борщівника Сосновського

Кумарини борщівників виявляють гіпотензивну, заспокійливу, туберкулостатичну, антиаритмічну та антибластомну дію [13]. Попри свою високу токсичність, фуранокумарини є у складі багатьох цінних лікарських препаратів.

Метоксален (ксантотоксин) випускається у вигляді окремого медпрепарату (Oxsoralen, Deltasoralen, Meladinine), який використовується для лікування псоріазу, екземи, вітіліго та деяких шкірних лімфом у т.зв. PUVA (псорален + UVA) терапії.

Бергаптен також використовується для лікування розладів пігментації (вітіліго/нейродермія, псоріаз тощо), найчастіше у складі PUVA-терапії. Бергаптен є речовиною, яка може вирівнювати пігментацію шкіри, але результати дуже відрізняються, оскільки залежать від чутливості шкіри,

дозування препарату тощо. При використанні як лікарського фотосенсебілізатора, бергаптен є безпечнішим за інші фурукумарин і не дає неприємних побічних ефектів (свербіж, аритмія, нудота тощо). Окрім усунення проблем із пігментацією, бергаптен може використовуватися для підвищення стійкості до сонячного випромінювання у людей з дуже чутливою до засмаги шкірою. Існують роботи, в яких бергаптен розглядається як профілактичні ліки для онкологічних захворювань шкіри, пов'язаних із сонячним опроміненням (кератози). Фурукумарини (в основному, псорален) активно використовувалися як активатори засмаги в сонцезахисних кремах до 1996 року, хоча їхні фотоканцерогенні властивості були відомі давним-давно.

Псорален поряд з іншими фурукумаринами входить до складу препаратів для зовнішнього та внутрішнього застосування, що використовуються при лікуванні вітіліго та гніздової «вогнищевої» алопеції-облісіння. Препарати для лікування облісіння найчастіше містять псорален та бергаптен із листя інжиру. Лікування проводиться у рамках PUVA-терапії. Біологічно активні продукти фотоокислення псоралену мають імуномодулюючу дію.

PUVA-терапію часто відносять до фотодинамічної терапії, а іноді відокремлюють у паралельний напрямок. Фотодинамічна терапія - це загальна назва для медичної процедури, в якій використовуються не токсичні світлочутливі сполуки, які здатні вибірково активуватися світлом певної довжини хвилі. Після активації такі сполуки націлюються на ракові та інші клітини та їх знищують

PUVA (= псорален + ультрафіолет А) – це терапія ультрафіолетовим світлом для лікування екземи, псоріазу, вітіліго, деяких видів мікозів, парапсоріазу з великими бляшками і Т-клітинної лімфоми шкіри. Як фоточутливий компонент найчастіше застосовується псорален. Псорален приймається у вигляді таблеток або може наноситися безпосередньо на шкіру перед обробкою ультрафіолетом. Найбільш ефективна PUVA при лікуванні псоріазу та вітіліго. У випадку вітіліго ефект досягається за рахунок підвищення чутливості меланоцитів до довгохвильового ультрафіолету.

Паралельно з PUVA застосовується і UVB терапія, де використовують лампи з довжиною хвилі 315 нм. Для вітіліго вузькосмугова UVB фототерапія тепер використовується частіше, ніж PUVA, оскільки вона не потребує застосування псоралену. Вузькосмугова UVB-терапія менш ефективна для ніг та рук у порівнянні з обличчям та шиєю. Для останніх все ще краща PUVA. Для рук та ніг PUVA може бути більш ефективним методом лікування. Можлива причина може бути в тому, що UVA проникає глибше в шкіру, а меланоцити у шкірі рук та ніг розташовуються глибше ніж меланоцити на обличчі. Той самий вузькосмуговий UVB в 311 нм блокується верхнім шаром шкіри, а UVA 365 нм досягає меланоцитів, що знаходяться в нижньому шарі шкіри.

Цікавим застосуванням псоралену, окрім PUVA (псоріаз-екзема-вітіліго), є фотохіміотерапія, т.зв. фотоферез (або екстракорпоральний фотоферез або ЕСР), при якому людині вводиться суміш ендогенних лейкоцитів з фурокумаринами та подальшою обробкою ультрафіолетом потрібної довжини хвилі. Фактично, це комбінація фотодинамічної терапії та аферезу. Аферез (від грец. *arphaireō* віднімати, відбирати; *arphaireosis* відібрання) - взяття, витяг, англ. Аферез - це фізичний метод отримання окремих компонентів крові або кісткового мозку, для чого вихідний матеріал витягується з організму і поміщається в центрифугу для поділу компонентів. Метод ґрунтується на відмінності розмірів, швидкості осадження на фільтрах та інших відмінностях при центрифугуванні. Метод застосовується для корекції/отримання окремо взятої компоненти з подальшим поверненням пацієнту/донору відкоригованого матеріалу цілком або вибірково [45].

Фотоферез за участю 8-метоксипсоралену вперше був описаний у 1987 році і в даний час є стандартною терапією, схваленою FDA для лікування шкірної Т-клітинної лімфоми [67]. Фотоферез також успішно використовувався при лікуванні набутого бульозного епідермолізу, особливо, коли всі інші методи лікування не показали неефективність. Є згадки про те, що фотоферез також використовується як експериментальне лікування у пацієнтів з відторгненням алотрансплантату серця, легень та нирок, деякими аутоімунними захворюваннями, нефрогенним системним фіброзом та виразковим колітом.

Фуранокумарини використовуються при лікуванні псоріазу [30, 32]. Фуранокумарини виявляють сильну антиоксидантну активність і позитивний ефект при лікуванні лейкодермії, вітіліго, псоріазу та розсіяного склерозу, і можуть бути потужними засобами проти ВІЛ [33]. Для фуранокумаринів була встановлена протипухлинна активність [28, 54].

При змиві з поверхні рослин дощем, кумарини також можуть діяти як інгібітори проростання насіння [73]. Відомо, що кумарини пригнічують поділ клітин і ріст рослин [40].

Захисний і відновлюючий вплив фуранокумаринів спостерігався при лейкемії, гліомі, злоякісних пухлинах молочної залози, легенів, нирок, печінки, товстої кишки, шийки матки, яєчників і простати. Експериментальні дані показали, що фуранокумарини активують численні сигнальні шляхи, що призводить до апоптозу, аутофагії, антиоксидантної, антиметастатичної дії та зупинки клітинного циклу в злоякісних клітинах. Крім того, було показано, що фуранокумарини мають хіміопрофілактичний і хіміотерапевтичний синергічний потенціал при застосуванні в комбінації з іншими протипухлинними препаратами [24].

Хіміотерапія та променева терапія є основними для лікування злоякісного утворення, однак обидва мають серйозні несприятливі симптоми. Відомо, що пухлини розробили багато механізмів на молекулярному рівні, які забезпечують виживання клітин під час хіміотерапії. Тому є важливо розробляти нові фармацевтичні препарати з підвищеною ефективністю та зниженою токсичністю. Фуранокумарини виявляють потенційну клінічну користь при лікуванні раку, особливо враховуючи їхню специфічну активність до пухлинних клітин, одночасно зі збереженням нормальних клітин. Дослідження *in vitro* показали, що фуранокумарини впливають на низку клітинних механізмів, таких як апоптоз, аутофагія та зупинка клітинного циклу. Індукція стресу ER в основному спричинена інактивацією NF-κB, інгібуванням PI3K/Akt і модуляцією p53. Фуранокумарини також ефективні при різних формах раку, викликаних мультирезистентністю, які є основною причиною неефективності протипухлинної терапії. Також було показано, що сполуки цього класу

позитивно синергізують із загальноживаними протипухлинними препаратами. Заслугове на увагу також швидке всмоктування фуранокумаринів з їжі в кров людини [55]. Фуранокумарини, інгібуючи CYP P450 3A4, не тільки мають протипухлинні властивості, але також при одночасному введенні з низькою біодоступністю протипухлинної сполуки можуть підвищити пероральну біодоступність [41]. Наномедицина розробила нові стратегії, скоординовані для підвищення ефективності протипухлинних ліків і обмеження їх побічних ефектів [26, 27]. Ліпідно-полімерні гібридні наночастинки, наповнені фуранокумарином, являють собою додатковий варіант для тривалого вивільнення цих молекул для покращення ефективності та синергічного ефекту з іншими протипухлинними засобами та проти раку з мультирезистентністю до ліків [46, 57].

Використання борщівника Сосновського в народній медицині

Кумарини та фурукумарини борщівників є біологічно активними сполуками із широким спектром дії на фізіологічні процеси в організмі тварин і людей, чим і пояснюється їх різнобічне застосування у традиційній і народній медицині [19]. На думку деякого з дослідників, фурукумарини в певній кількості необхідні тваринам, оскільки беруть активну участь в обміні речовин, стимулюють ріст, молочну та м'ясну продуктивність. Одночасно вони посилюють статеву активність тварин, але підвищений їх вміст у рослинах може викликати порушення функції розмноження, тобто призвести до збільшення кількості перегулів, абортів, безпліддя і т.д. [2]. Було проведено низку досліджень, які засвідчили антигельмінтну (протиглисну) активність надземної частини борщівника Сосновського, що визначає новий напрям майбутніх досліджень цього виду [64].

У деяких регіонах Кавказу молоді пагони борщівника Сосновського є одними з основних у харчовому раціоні людей, а також тварин, які живуть там. Їх вживають у їжу, попередньо маринуючи, виготовляють цукати зі стебел. Листя солили та сушили, попередньо вимочуючи або відварюючи (мабуть, для видалення із нього ефірної олії та кумаринових сполук). З часів глибокої

давнини борщівники використовують з лікувальною метою. Сік рослин застосовували при лікуванні виразок і гнійних ран, астмі та епілепсії [9].

Коріння борщівника використовували в народній медицині для приготування відвару, який вживали проти болю в печінці та для лікування жовтяниці [9].

Отже, незважаючи на те, що в даний час борщівник Сосновського є інвазійною небезпечною рослиною і підлягає знищенню, він однаково залишається перспективною корисною рослиною для господарських і медичних потреб. Борщівник Сосновського може бути корисний у найближчому майбутньому як джерело ефірної олії, фурукумаринів, енергетичних поновлюваних ресурсів, у тому числі й для виготовлення паперу. Тому борщівники флори України можна віднести до перспективних сировинних джерел для створення лікарських препаратів на основі кумаринів.

РОЗДІЛ 2.

ФАРМАКОГНОСТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЛИСТКІВ БОРЩІВНИКА СОСНОВСЬКОГО

Об'єктами дослідження було листя борщівника Сосновського, заготовлене в вересні 2023 року в Київській області. Заготовляли сировину згідно правил поводження з небезпечною сировиною, щоб запобігти фотодинамічному опіку у заготівельників. Заготовляли листя в похмуру погоду, щоб сік з фурукумаринами не був активований сонячними променями, якщо потрапить випадково на шкіру, також руки були захищені рукавицями, руки і ноги були прикриті довгими рукавами і штанами, на обличчя були захисні окуляри. Висушували сировину при кімнатній температурі. Запах свіжого сіна, характерний для кумарину, з'являвся внаслідок ферментації глікозидів під час сушіння. При подрібненні сухої сировини захищали дихальні шляхи. Подрібнювали висушену сировину на лабораторному млинку до розміру частинок 1-3 мм, потім використовували для виявлення біологічно активних речовин.

2.1. Мікроскопічний аналіз

Листки борщівника Сосновського розм'якшували в 5% розчині луку при кип'ятінні. Щоб позбутися пігментації хлоропластами виготовлені мікропрепарати просвітлювали в 1% розчині хлоралгідрату, нагріваючи скельце з мікропрепаратом над електричною плиткою. Досліджували верхню та нижню епідерму листка на збільшенні в 40, 100 і 400 раз за допомогою тринокулярного світлового мікроскопа фірми ULAB та дзеркального фотоапарата Canon EOS 550. Просвітлений у розчині хлоралгідрату мікропрепарат поміщали на предметне скло, накривали покривним скельцем і розглядали під мікроскопом [12].



Рис.2.1. Фрагмент нижньої епідерми листка борщівника Сосновського.

При дослідженні анатомічних ознак встановлено наявність слабо звивистостінних клітин епідермісу, місцями прямостінних. Під епідермою добре видно провідні елементи жилки листка. Найбільш характерною ознакою є одноклітинні конічні крупні трихоми з грубобородавчастою поверхнею і широкою основою. Трихоми густо покривають цілу епідерму. Навколо кожної трихоми у місці її прикріплення до епідерми спостерігається продукт реакції червоного кольору, який міг утворитися під час кип'ятіння з розчином луку в процесі розм'якшення мікропрепарату.

Визначені особливості анатомічної будови листка борщівника Сосновського можуть бути використані для ідентифікації рослинної сировини листя борщівника Сосновського, який може бути домішкою.

2.2. Якісні реакції на присутність фурокумаринів

В огляді літератури представлено групу біологічно активних речовин - фурокумаринів, які раніше були виявлені в листі борщівника Сосновського. З метою підтвердження їх вмісту нами проведено фітохімічне дослідження листя борщівника Сосновського.

Приготування витягу для виявлення фуурокумаринів

5,00 г подрібненого листа борщівника Сосновського поміщали у конічну колбу об'ємом 50 мл, додавали 50 мл 70% спирту етилового. Вміст колби нагрівали зі зворотнім холодильником на киплячій водяній бані протягом 15 хв. Потім витяг охолоджували та фільтрували через паперовий фільтр.

З отриманим витягом проводили якісні реакції на виявлення фуурокумаринів – лактонну пробу і реакцію утворення азобарвників [12].

Лактонна проба. До 3-5 мл отриманого витягу додавали 5 крапель 5% розчину натрію гідроксиду й нагрівали в скляному стакані на водяній бані приблизно 5 хвилин.

Спостерігали появу жовтого забарвлення (при розриві лактонного кільця утворюються солі кумаринової кислоти). При додаванні невеликої кількості води розчин стає більш прозорим (кумаринати розчинні у воді). Підкисливши розчин 25% сульфатною кислотою помічаємо утворення осаду у формі кільця: регенеровані кумарини нерозчинні у воді.

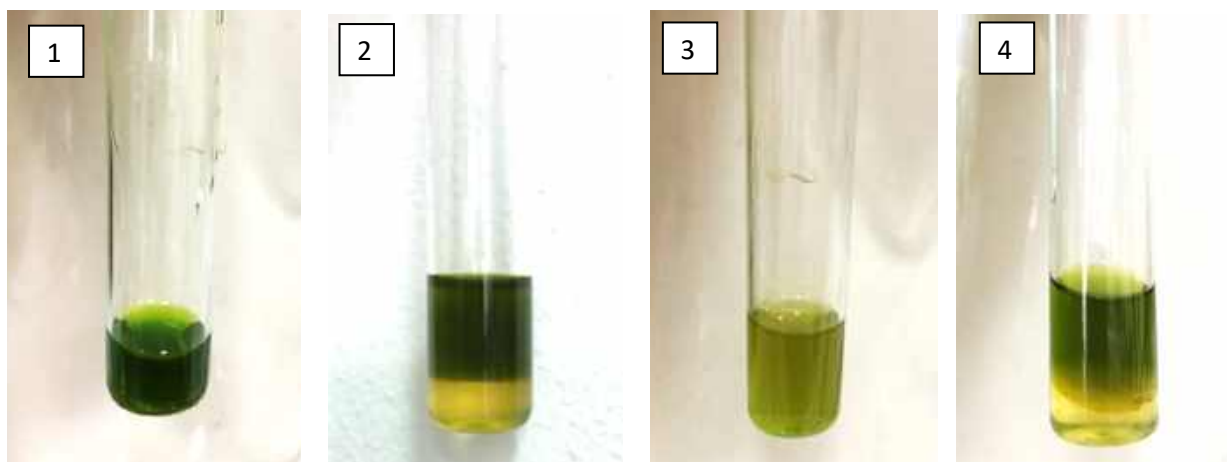
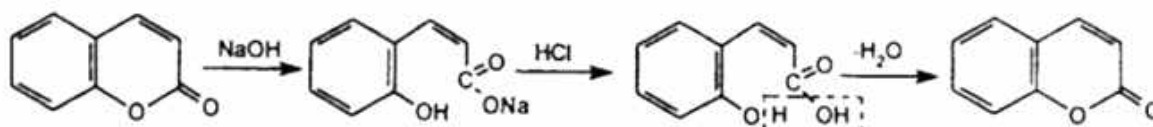


Рис. 2.2. Результати лактонної проби з витяжкою з листа борщівника Сосновського (1 – водно-спиртовий витяг з листа, результати реакцій: 2 – солі кумаринової кислоти, 3 – розведені водою кумаринати, 4 – регенеровані кумарини)

Загальний механізм реакції лактонна проба:



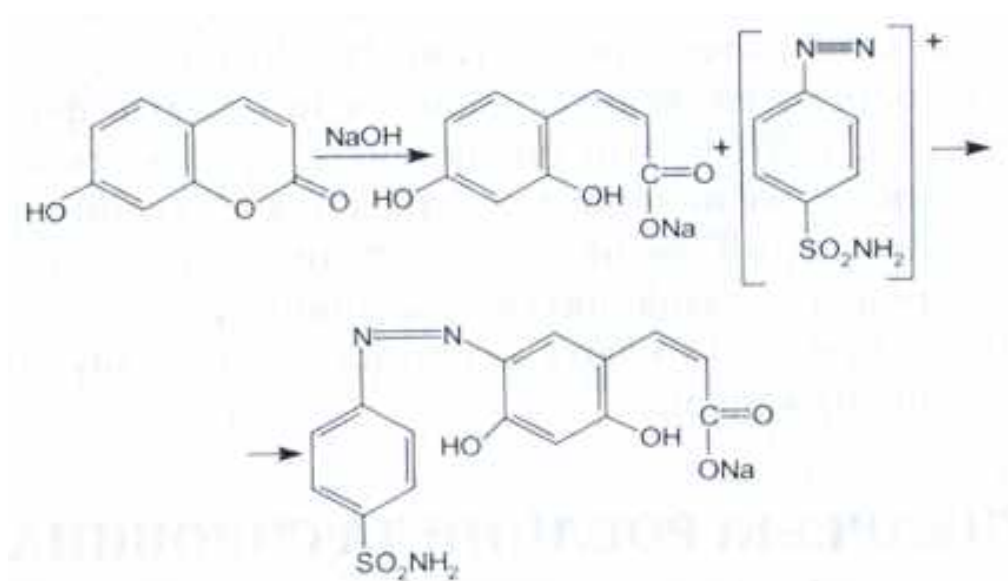
Реакція утворення азобарвників (діазотування).

Варіант 1. До підлужненої водно-спиртової витяжки з листя борщівника Сосновського додавали діазотовану сіль сульфанілової кислоти. В ході реакції діазорадикал приєднується до С₆ атома кумарину, в результаті чого утворювався азобарвник, вишнево-коричневого або червоного кольору.



Рис. 2.3. Результати реакції діазотування сульфаніловою кислотою з витяжкою з листя борщівника Сосновського

Механізм реакції діазотування:



Варіант 2. Розглянули той же механізм реакції, тільки в якості реактива використали діазотовану сіль новокаїну. До підлужненої водно-спиртової витяжки з листя борщівника Сосновського додавали діазотовану сіль новокаїну. Спостерігаємо утворення азобарвника яскраво-оранжевого кольору.

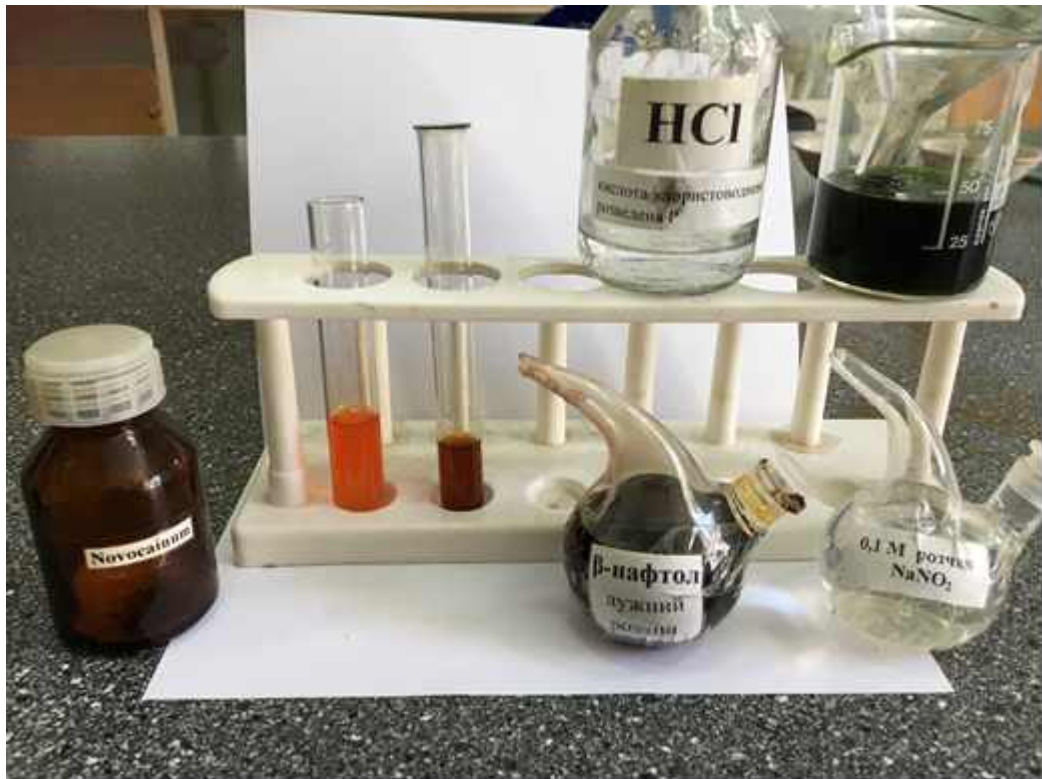


Рис. 2.4. Результати реакції діазотування новокаїном з витяжкою з листя борщівника Сосновського

Отже, за результатами проведених реакцій можна зробити висновок, що лактонна проба і реакція діазотування можуть успішно використовуватися для виявлення фурокумаринів у листі борщівника Сосновського, який може бути домішкою до іншої рослинної сировини, яка не є джерелом кумаринів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведено літературний огляд вітчизняних та іноземних джерел щодо дослідження борщівника Сосновського. Проаналізовано та описано коротку ботанічну характеристику, хімічний склад, механізм фотосенсибілізуючої активності, перспективи використання сировини борщівника Сосновського для створення нових фітопрепаратів. Отже, борщівник Сосновського займає значний ареал на земній кулі. Це зумовлено насамперед його інвазивністю: рослина пристосовується під різні погодні умови, її насіння легко розповсюджується вітром тощо. На жаль, цей вид є паразитарним, зокрема для інших рослин та чинить значний токсичний ефект, що зумовлено присутністю в його складі фуурокумаринів.
2. Визначені особливості анатомічної будови листка борщівника Сосновського можуть бути використані для ідентифікації рослинної сировини листя борщівника Сосновського, який може бути домішкою до інших видів ЛРС.
3. За результатами проведених якісних реакцій можна зробити висновок, що лактонна проба і реакція діазотування можуть успішно використовуватися для виявлення фуурокумаринів у листі борщівника Сосновського, який може бути домішкою до іншої рослинної сировини, яка не є джерелом кумаринів.
4. Результати проведених досліджень щодо мікроскопічного та якісного аналізу листя борщівника, можуть бути використані для впровадження нового показника якості в розділі «Ідентифікація» для тих видів лікарської рослинної сировини, до яких листя борщівника може виступати як потенційна домішка при заготівлі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Берко Й. М. Борщівник Мантегацці (*Heracleum Mantegazzianum* Somm. Et Lev.) в Українських Карпатах / Й. М. Берко // Український ботанічний журнал. – 1964. – № 21 (4). – С. 104–106.
2. Бойкова В. В. Влияние настоек некоторых лекарственных растений на овуляторную функцию экспериментальных животных / В. В. Бойкова, З. В. Акулова // Растительные ресурсы. – 1995. – Т. 31. – № 2. – С. 57–60.
3. Борщевик Сосновского – высокоурожайное кормовое растение / [С. С. Харкевич, Л. Ф. Некрасова, Н. А. Токарь, Н. М. Верный]. – К.: Наукова думка, 1964. – 36 с.
4. Бударин С. Н. Аллеохимикалии борщевика Сосновского (*Heracleum Sosnowskyi* Manden) при прорастании семян некоторых культурных и лекарственных растений / С. Н. Бударин // Біологічні дослідження – 2014: Зб. наук. праць V Всеукраїнської наук.-практ. конф. молодих учених і студентів. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2014. – С. 26–27.
5. Вивчення фотодинамічної активності речовин, які містяться в рослинах роду *Heracleum* L. / О. В. Павлючок-Гогерчак // Актуальні проблеми ботаніки та екології: Матеріали міжнародної конференції молодих учених (9–13 серпня 2011 р.), м. Березне, Рівненська обл., Україна. – К.: ТОВ «Велес», 2011. – С. 191.
6. Визначник рослин України / За ред. Д. К. Зерова. – 2-ге вид., випр. і доп. – К.: Урожай, 1965. – 878 с.
7. Визначник рослин Українських Карпат. / Відп. за вип. В. І. Чопик / Академія наук УРСР; Ін-т ботаніки ім. М. Г. Холодного. – К.: Наукова думка, 1977. – 435 с.
8. Вихор Б. І. Борщівник Сосновського (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) на Закарпатті: екологія, поширення та вплив на довкілля / Б. І. Вихор, Б. Г. Проць // Біологічні студії. – 2012. – 6, № 3. – С. 185–196.
9. Гроссгейм А. А. Определитель растений Кавказа / А. А. Гроссгейм. – М.: Сов. наука, 1949. – С. 237–238.

10. Інвазія борщівника *Heracleum Sosnowskyi* Manden на Київщині / Ю. В. Черватюк, І. А. Кириленко, О. В. Теличко // Біологія: від молекули до біосфери: Матер. VIII Міжнар. конф. мол. учених (3–6 грудня 2013 р., м. Харків). – Харків: ФОП Шаповалова Т. М., 2013. – 334 с.
11. Клепов И. Д. Пузыристые дерматиты от лугового растения борщевика / И. Д. Клепов // Вестник дерматологии и венерологии. – 1960. – № 3. – С. 34.
12. Ковалев В.Н., Попова Н.В., Кисличенко В.С. и др. Практикум по фармакогнозии: Учеб. пособие для студентов вузов /. – Х. Изд-во НФаУ; Золотые страницы, 2003. – 512 с.
13. Комісаренко А. М. Кумарини плодів рослин роду Борщовик флори України / А. М. Комісаренко, С. М. Комісаренко, І. Ф. Сациперова // Вісник фармації. – 1995. – № 3–4. – С. 99–103.
14. Крейер В. Г. Изучение фурукумаринов борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) / В. Г. Крейер, В. С. Соколов // Труды БИН АН СССР. – Сер. V. – 1965. – Вып. 12. – С. 61–65.
15. Манденова И. П. Фрагменты монографии кавказских борщевиков / И. П. Манденова // Заметки по систематике и географии растений. – Тбилиси, 1944. – Вып. 12. – С. 17.
16. Наумов С. Ю. Гигантские борщевики в Крыму: *Heracleum mantegazzianum* вместо *H. rubescens* / С. Ю. Наумов, А. В. Ена, Е. С. Крайнюк // Науковий вісник ЛНАУ. – 2009. – № 8. – С. 18–23.
17. Определитель высших растений Крыма / Под общей ред. Н. И. Рубцова. – Л.: Изд-во «Наука», Ленингр. отд., 1972. – 550 с.
18. Определитель высших растений Украины / [Д. Н. Доброчаева, В. Л. Котов, Ю. Н. Пракудин и др.]. – К.: Наукова думка, 1987. – 548 с.
19. Определитель высших растений Украины / [Д. Н. Доброчаева, В. Л. Котов, Ю. Н. Пракудин и др.]. – К.: Наукова думка, 1987. – 548 с.
20. Смаглій О. Ф. Енергетична оцінка агроєкосистем: навчальний посібник / О. Ф. Смаглій, А. С. Малиновський, А. Т. Кардашов [та ін.]. – Житомир: Волинь, 2004. – 132 с.

- 21.Тарасевич О. В. Трав'яні адвентивні види рослин – загроза для лісовідновлення та лісових екосистем у Житомирському Поліссі / О. В. Тарасевич, О. О. Орлов // Збірник науково-технічних праць. Науковий вісник НЛТУ України. – 2013. – Вип. 23.16. – С. 81–91.
- 22.Фодор С. С. Флора Закарпаття / С. С. Фодор. – Львів: Вища школа, 1974. – 208 с.
- 23.Хаджай Я. И. Биологические свойства и фармакологическое действие кумаринов и фурукумаринов / Я. И. Хаджай // Труды БИН АН СССР. – Сер. 5. – 1965. – Вып. 12. – С. 25–30.
- 24.Ahmed, S.; Khan, H.; Aschner, M.; Mirzae, H.; Küpeli Akkol, E.; Capasso, R. Anticancer Potential of Furanocoumarins: Mechanistic and Therapeutic Aspects. *Int. J. Mol. Sci.* 2020, 21, 5622. <https://doi.org/10.3390/ijms21165622>
- 25.Badowski M. Badania nad skutecznością zwalczania barszczu Sosnowskiego [Електронний ресурс] / М. Badowski // Farmer. – 2014. – Режим доступу: <http://www.farmer.pl/produkcja-roslinna/ochrona-roslin/badania-nad-skutecznościa-zwalczaniabarszczu-sosnowskiego,49445.html>
- 26.Bor, G.; Azmi, I.D.M.; Yaghmur, A. Nanomedicines for cancer therapy: Current status, challenges and future prospects. *Ther. Deliv.* 2019, 10, 113–132. <https://doi.org/10.4155/tde-2018-0062>
- 27.Brigger, I.; Dubernet, C.; Couvreur, P.; Patrick, C. Nanoparticles in cancer therapy and diagnosis. *Adv. Drug Deliv. Rev.* 2012, 64, 24–36. <https://doi.org/10.1016/j.addr.2012.09.006>
- 28.Bronikowska, J., Szliszka, E., Jaworska, D., Czuba, Z.P., and Król, W. 2012. The coumarin psoralidin enhances anticancer effect of tumor necrosis factor-related apoptosis-inducing ligand (TRAIL). *Molecules*, 17(6): 6449–6464. doi:10.3390/molecules17066449. PMID:22643355
- 29.Carroll, M.J., and Berenbaum, M.R. 2006. Lutein sequestration and furanocoumarin metabolism in parsnip webworms under different ultraviolet light regimes in the montane west. *J. Chem. Ecol.* 32(2): 277–305. doi:10.1007/s10886-005-9002-y. PMID:16555136.

30. Ceska, O., Chaudhary, S.K., Warrington, P.J., and Ashwood-Smith, M.I. 1987. Photoactive furanocoumarins in fruit of some Umbellifers. *Phytochemistry*, 26(1): 165–169. doi:10.1016/S0031-9422(00)81503-4.
31. Chadin I., Dalke I., Tishin D., Zakhoshy I., Malyshev R. A simple mechanistic model of the invasive species *Heracleum sosnowskyi* propagule dispersal by wind (2021), *PeerJ*, DOI 10.7717/peerj.11821
32. Conforti, F., Marrelli, M., Menichini, F., Bonesi, M., Statti, G., Provenzano, E., and Menichini, F. 2009. Natural and synthetic furanocoumarins as treatment for vitiligo and psoriasis. *Curr. Drug Ther.* 4(1): 38–58. doi:10.2174/157488509787081886.
33. Diwan, R., Shinde, A., and Malpathak, N. 2012. Phytochemical composition and antioxidant potential of *Ruta graveolens* L. in vitro culture lines. *J. Bot.* 2012: 1–6. doi:10.1155/2012/685427.
34. Dostál P., Müllerová J., Pyšek P., Pergl J., Klinerová T., 2013, The impact of an invasive plant changes over time, *Ecology letters* 16 (10): 1277–84.
35. Drever, J.C.; Hunter, J.A. Hazards of giant hogweed. *Br. Med. J.* 1970b, 3(714), 109.
36. EPPO 2009, *Heracleum Mantegazzianum*, *Heracleum Sosnowskyi* and *Heracleum Persicum*, 39 (3): 489–99. doi:10.1111/j.1365-2338.2009.02313.x.
37. EPPO 2009a, EPPO Pest Risk Analysis Report for *Heracleum persicum*. Rep nr. 09-15076. 2009. https://www.eppo.int/QUARANTINE/Pest_Risk_Analysis/PRAdocs_plants/09-15076%20PRA
38. Głowniak, K., and Kozyra, M. 2001. Kumaryny – ich rozpowszechnianie w świecie roślinnym i aktywność biologiczna [Coumarins - their distribution in plants and biological activity]. In *Biochemiczne oddziaływania środowiskowe* [Biochemical environmental impacts]. Edited by W. Oleszek, K. Głowniak, and B. Leszczyński, Akademia Medyczna, Lublin, Poland. pp. 251–265.

39. Gulati, N., and Guttman-Yassky, E. 2014. Photocontact dermatitis. In *Acneiform eruptions in dermatology*. Edited by J.A. Zeichner. Springer, New York, N.Y. pp. 273–278.
40. Hale, A.L., Meepagala, K., Oliva, A., Aliotta, G., and Duke, S.O. 2004. Phytotoxins from the leaves of *Ruta graveolens*. *J. Agric. Food Chem.* 52(11): 3345–3349. doi:10.1021/jf0497298.
41. He, K.; Hollenberg, P.F.; Woolf, T.F. Compositions Containing Bergamottin for Increasing the Oral Bioavailability of Pharmaceutical Agents. U.S. Patent No. 6,509,371B1, 21 June 2003.
42. Hegi G. *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*, B.V. / G. Hegi. – Th. 2. – 1926. – S. 1415–1427.
43. <https://www.compoundchem.com/2017/08/03/gianthogweed/>
44. <https://www.ecologycenter.us/heracleum-mantegazzianum/furanocoumarins.html>
45. <https://www.therakos.com/how-photophoresis-works/>
46. Huang, Q.; Cai, T.; Li, Q.; Huang, Y.; Liu, Q.; Wang, B.; Xia, X.; Wang, Q.; Whitney, J.C.C.; Cole, S.P.C.; et al. Preparation of psoralen polymer-lipid hybrid nanoparticles and their reversal of multidrug resistance in MCF-7/ADR cells. *Drug Deliv.* 2018, 25, 1056–1066. <https://doi.org/10.1080/10717544.2018.1464084>
47. Jahodová Š. Invasive species of *Heracleum* in Europe: an insight into genetic relationships and invasion history. *Diversity and Distribution* [Электронный ресурс] / S. Jahodová, S. Trybush, S. Pysek, M. Wade, A. Karp. – 2007. – Vol. 13. – P. 99–114. Режим доступа: <http://www.giant-alien.dk/pdf>.
48. Jahodová Š. Invasive species of *Heracleum* in Europe: an insight into genetic relationships and invasion history. *Diversity and Distribution* [Электронный ресурс] / S. Jahodová, S. Trybush, S. Pysek, M. Wade, A. Karp. – 2007. – Vol. 13. – P. 99–114.
49. Jakubowicz, O., Z'aba, C., Nowak, G., Jarmuda, S., Z'aba, R., and Marcinkowski, J.T. 2012. *Heracleum sosnowskyi* Manden. *Ann. Agric. Environ. Med.* 19(2): 327–328. PMID:22742809.

50. Kabuce N. NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Heracleum sosnowskyi* [Электронный ресурс] / N. Kabuce, N. Priede. – 2010. – From Online Database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species. – Режим доступа: NOBANIS www.nobanis.org. (access 10.09.2012).
51. Klimaszyk P. Unusual complications after occupational exposure to giant hogweed (*Heracleum mantegazzianum*): A case report / P. Klimaszyk, D. Klimaszyk, M. Piotrowiak // International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health. – 2014. – March. – Vol. 27 (1). – P. 141–144.
52. Kulikov O. A., Ageev V. P., Brodovskaya E.P., Shlyapkina V. I., Petrov P.S., Zharkov M. N., Yakobson D.E., Maev I.V., Sukhorukov G.B., Pyataev N.A. Evaluation of photocytotoxicity liposomal form of furanocoumarins *Sosnowsky's hogweed*, *Chemico-Biological Interactions*, Volume 357, 2022, 109880, ISSN 0009-2797, <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2022.109880>.
53. Lagey, K.; Duinslaeger, L.; Vanderkelen, A. Burns induced by plants. *Burns*. 1995; 21(7), 542-543.
54. Luo, K.W., Sun, J.G., Chan, J.Y., Yang, L., Wu, S.H., Fung, K.P., and Liu, F.Y. 2011. Anticancer effects of imperatorin isolated from *Angelica dahurica*: induction of apoptosis in HepG2 cells through both death-receptor- and mitochondria-mediated pathways. *Chemotherapy*, 57(6): 449–459. doi:10.1159/000331641. PMID:22189406.
55. Melough, M.M.; Chun, O.K. Dietary furocoumarins and skin cancer: A review of current biological evidence. *Food Chem. Toxicol.* 2018, 122, 163–171. DOI: 10.1016/j.fct.2018.10.027
56. Mosyakin S. L. *Vascular Plants of Ukraine: a Nomenclatural checklist* / S. L. Mosyakin, M. M. Fedoronchuk. – Kiev, 1999. – 345 p.
57. Mottaghipisheh, J.; Nové, M.; Spengler, G.; Kúsz, N.; Hohmann, J.; Csupor, D. Antiproliferative and cytotoxic activities of furocoumarins of *Ducrosia anethifolia*. *Pharm. Biol.* 2018, 56, 658–664. <https://doi.org/10.1080/13880209.2018.1548625>
58. Nielsen C. *The Giant Hogweed Best Practice Manual. Guidelines for the management and control of an invasive weed in Europe* [Электронный

pecypc] / C. Nielsen (eds.), H. Ravn, W. Nentwig, P. Wade. – Høersholm: Forest and Landscape Denmark, 2005. – 44 p. – Режим доступа: http://www.giant-alien.dk/pdf/Giant_alien_uk.pdf.

59. Patocka J., Cupalova K. Giant hogweed and photodermatitis. *Mil. Med. Sci. Lett. (Voj. Zdrav. Listy)* 2017, vol. 86, p. 1-4.
60. Perglová I. Flowering phenology and reproductive effort of the invasive alien plant *Heracleum mantegazzianum* / I. Perglová, J. Pergl, P. Pyšek. – *Preslia*, 2006. – Vol. 78. – P. 265–285.
61. Pira, E.; Romano, C.; Sulotto, F.; Pavan, I.; Monaco, E. *Heracleum mantegazzianum* growth phases and furocoumarin content. *Contact Dermatitis*. 1989, 21(5), 300-303.
62. Politowicz J., Gebarowska E., Procków J., Pietr S.J., Szumny A. Antimicrobial activity of essential oil and furanocoumarin fraction of three *Heracleum* species. *Acta Poloniae Pharmaceutica ñ Drug Research*, Vol. 74 No. 2 pp. 723ñ728, 2017
63. Protopopova V. V. Deliberate and unintentional introduction of invasive weeds: A case study of the alien flora of Ukraine [text] / V. V. Protopopova, M. V. Shevera, S. L. Mosyakin // *Euphytica*. – 2006. – Vol. 148. – P. 17–33.
64. Renčo M. An analysis of soil free-living and plant-parasitic nematode communities in three habitats invaded by *Heracleum sosnowskyi* in central Lithuania / M. Renčo, L. Baležentienė // *Biological Invasions*. – 2015. – Vol. 17 (4). – P. 1025–1039.
65. Sachajdakiewicz I., Mędrzycki P., Wójcik M., Pastwa J., Kłossowski E., adwokat w Warszawie Wytyczne dotyczące zwalczania barszczu Sosnowskiego (*Heracleum sosnowskyi*) i barszczu Mantegazziego (*Heracleum mantegazzianum*) na terenie Polski, Warszawa, 2014, 148 p.
66. Sedzik D. *Heracleum sosnowskyi* essential oil as a source of octanol / D. Sedzik, Z. Chabudzinski, O. Kostecka-Madalska // *Acta Polon. Pharm.* – 1966. – Vol. 23 (2). – P. 149–152.
67. Shephard SE, Nestle FO, Panizzon R. Pharmacokinetics of 8-methoxypsoralen during extracorporeal photopheresis. *Photodermatol Photoimmunol Photomed.*

- 1999 Apr;15(2):64-74. doi: 10.1111/j.1600-0781.1999.tb00059.x. PMID: 10321518.
68. Tkachenko K. G. Antiviral activity of the essential oils of some *Heracleum L.* species / K. G. Tkachenko // *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*. – 2006. – Vol. 12. – No. 3. – P. 1–12.
69. Wagner, A.M., Wu, J.J., Hansen, R.C., Nigg, H.N., and Beiere, R.C. 2002. Bullous phytophotodermatitis associated with high natural concentrations of furanocoumarins in limes. *Dermatitis*, 13(1): 10–14. doi:10.1053/ajcd.2002.29948.
70. Walasek, M.; Grzegorzczak, A.; Malm, A.; Skalicka-Woźniak, K. Bioactivity-guided isolation of antimicrobial coumarins from *Heracleum mantegazzianum* Sommier & Levier (Apiaceae) fruits by high-performance countercurrent chromatography. *Food Chem.* 2015, 186, 133-138.
71. Walker, N.F.; Hulme, P.E.; Hoelzel, A.R. Population genetics of an invasive species, *Heracleum mantegazzianum*: implications for the role of life history, demographics and independent introductions. *Mol. Ecol.* 2003, 12(7), 1747-1756.
72. Weryszko-Chmielewska E., Chwil M. 2017. Localisation of furanocoumarins in the tissues and on the surface of shoots of *Heracleum sosnowskyi*. *Botany*. 95(11): 1057-1070. <https://doi.org/10.1139/cjb-2017-0043>.
73. Zobel, A.M., and Brown, S.A. 1995. Coumarins in the interactions between the plant and its environment. *Allelopathy J.* 2(1): 9–20.
74. Zobel, A.M., and Głowniak, K. 1994. Concentrations of furanocoumarins under stress conditions and their histological localization. *Acta Hort.* 381: 510–518. doi:10.17660/ActaHortic. 1994.381.68.

SUMMARY

Fayduyk N.

PROSPECTS FOR USING HERACLEUM SOSNOWSKYI MANDENOVA
(HERACLEUM SOSNOWSKYI MANDENOVA) LEAVES AS A MEDICINAL
PLANT MATERIAL.

Department of pharmacognosy and botany

Scientific supervisor: Prof. Karpiuk U.V.

Keywords: Sosnowsky's hogweed, leaves, furanocoumarins

Introduction. Sosnowsky's hogweed – *Heracleum Sosnowskyi* Mandenova from the genus *Heracleum*, family *Apiaceae* – an adventitious plant adapted by humans as a fodder crop. However, it contains compounds from the group of furanocoumarins that cause skin burns. The practice of industrially using fresh mass of plants for ensiling and fodder for cattle is known, but it did not live up to expectations, and such fodder culture was abandoned. The wild plant has become a dangerous weed species, potentially dangerous due to the presence of furocoumarins, especially in direct sunlight. In Central Europe, the species mainly colonizes abandoned green areas, ruins and riverbanks. Sosnowsky's hogweed poses a serious threat to humanity due to its photoallergic properties, caused by the presence of highly toxic furanocoumarins in its juice. Furanocoumarins are contained in small trichomes covering the leaves and stem and are part of the essential oil. They can penetrate the skin through the epithelial layer, creating a direct threat to human health. Contact with the plant and subsequent exposure to the sun can cause large blisters with burn symptoms. Borage is also harmful to farm animals, causing, in addition to external burns, internal bleeding and diarrhea.

Materials and methods. When harvesting wild plant raw materials and medicinal plant raw materials from plantations, there may be unintentional harvesting of poisonous raw materials of Sosnowsky's hogweed, which in the future can manifest its toxic effects both on the workers of the processing industry and on the consumers of the finished plant product.

The aim of the study was to deepen theoretical knowledge about Sosnowsky's hogweed, its distribution area, chemical composition and pharmacological properties, as well as to develop methods for identifying borscht raw materials, which can be an admixture with other types of medicinal plant raw materials.

So, Sosnowsky's hogweed occupies a significant range on the globe. This is due primarily to its invasiveness: the plant adapts to different weather conditions, its seeds are easily spread by the wind, etc. Unfortunately, this species is parasitic, particularly to other plants, and has a significant toxic effect due to the presence of furocoumarins in its composition.

Results. The identified features of the anatomical structure of the Sosnowsky's hogweed leaf can be used to identify the plant material of Sosnowsky's hogweed leaves, which can be an admixture of other types of medicinal plant materials.

Based on the results of qualitative reactions, it can be concluded that the lactone test and the diazotization reaction can be successfully used to detect furocoumarins in the leaves of Sosnowsky's hogweed, which can be an admixture with other plant material that is not a source of coumarins.

Conclusions. The results of the conducted research on the microscopic and qualitative analysis of hogweed leaves can be used to introduce a new quality indicator in the "Identification" section for those types of medicinal plant raw materials to which hogweed leaves can act as a potential impurity during harvesting.