

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
факультет медико-фармацевтичних технологій
кафедра фармакогнозії та нутриціології

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему «**ФІТОХІМІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ХРІННИЦІ**
КРУПКОВИДНОЇ (*CARDARIA DRABA* (L.) DESV.)»

Виконала: здобувачка вищої освіти групи
Фм22(2,6з)-03

спеціальності: 226 Фармація, промислова фармація
освітньої програми Фармація

Юлія МИРОНОВИЧ

Керівник: професор закладу вищої освіти кафедри
фармакогнозії та нутриціології, д.фарм.н., професор
Ірина ЖУРАВЕЛЬ

Рецензент: професор закладу вищої освіти кафедри
фармацевтичної хімії, д.фарм.н., професор
Ліна ПЕРЕХОДА

Харків – 2025 рік

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота присвячена фітохімічному дослідженню хрінниці крупковидної. У ході дослідження за допомогою хімічних реакцій та методом тонкошарової хроматографії в траві хрінниці крупковидної виявлено флавоноїди, таніни, гідроксикоричні та поліфенольні кислоти, сульфурвмісні сполуки. Методом абсорбційної спектрофотометрії визначено вміст БАР. Визначено показники якості сировини та вміст екстрактивних речовин у сировині.

Кваліфікаційна робота викладена на 41 сторінках машинописного тексту, складається з анотації, вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків, ілюстрована 10 таблицями та 20 рисунками. Список використаних джерел літератури містить 32 найменування.

Ключові слова: хрінниця крупковидна (*Cardaria draba* (L.) Desv.), трава, флавоноїди, поліфенольні сполуки, сульфурвмісні сполуки, таніни.

ANNOTATION

The qualification thesis is devoted to the phytochemical study of *Cardaria draba* (L.) Desv. During the research, using chemical reactions and thin-layer chromatography, flavonoids, tannins, hydroxycinnamic and polyphenolic acids, and sulfur-containing compounds were identified in the grass of *Cardaria draba*. The content of biologically active substances (BAS) was determined using absorption spectrophotometry. The quality indicators of the raw material and the content of extractive substances in the raw material were also established.

The qualification thesis is presented on 41 pages of typed text and consists of an abstract, introduction, 4 chapters, conclusions, a list of references, applications and is illustrated with 10 tables and 20 figures. The list of references includes 32 sources.

Keywords: *Cardaria draba* (L.) Desv., grass, flavonoids, polyphenolic compounds, sulfur-containing compounds, tannins.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 БОТАНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА, ГЕОГРАФІЧНЕ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ, ХІМІЧНИЙ СКЛАД ТА ЗАСТОСУВАННЯ ХРІННИЦІ КРУПКОВИДНОЇ.....	8
1.1. Ботанічна характеристика хрінниці крупковидної	8
1.2. Ареал розповсюдження хрінниці крупковидної	11
1.3. Хімічний склад хрінниці крупковидної.....	14
1.4. Фармакологічні властивості та застосування хрінниці крупковидної	22
РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКІСНОГО СКЛАДУ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН ХРІННИЦІ КРУПКОВИДНОЇ	24
2.1. Виявлення флавоноїдів	24
2.2. Виявлення фенольних кислот.....	25
2.3. Виявлення сульфурвмісних сполук	28
2.4. Виявлення танінів	29
Висновки до розділу 2.....	30
РОЗДІЛ 3 ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКІСНОГО ВМІСТУ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН ТРАВИ ХРІННИЦІ КРУПКОВИДНОЇ.....	31
3.1. Визначення вмісту флавоноїдів	31
3.2. Визначення вмісту гідроксикоричних кислот	31
3.3. Визначення вмісту поліфенольних сполук	32
3.4. Визначення вмісту сульфурвмісних сполук	33
Висновки до розділу 3.....	34
РОЗДІЛ 4	35
ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ТРАВИ ХРІННИЦІ КРУПКОВИДНОЇ.....	35
4.1. Визначення втрати в масі при висушуванні	35
4.2. Визначення вмісту загальної золи	36
4.3. Визначення вмісту золи, нерозчинної в хлористоводневій кислоті	36
4.4. Визначення вмісту екстрактивних речовин	37

Висновки до розділу 4.....	39
ВИСНОВКИ.....	41
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	42
ДОДАТКИ	47

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

БАР –	біологічно активні речовин
ГХ –	газова хроматографія
ГХ/МС –	масова спектрометрія газової хроматографії
ДФУ –	Державна фармакопея України
МС –	мас-спектрометрія
МКЯ –	методи контролю якості
СЗ –	стандартний зразок
ТШХ –	тонкошарова хроматографія

ВСТУП

Актуальність теми. В сучасному світі багато рослин використовуються лише у традиційній медицині, але мають значний потенціал для застосування в доказовій медицині. Однією з таких рослин є хрінниця крупковидна (*Cardaria draba* (L.) Desv.), родини капустяні (*Brassicaceae*). Рослина поширена у країнах Північної Америки, Західної Азії та Європи, в тому числі в Україні. У традиційній медицині її застосовують як послаблюючий, вітрогінний та відхаркувальний засіб, проявляє антиоксидантні та антиканцерогенні властивості. Також трава хрінниці крупковидної має широкий спектр антибактеріальної дії.

Сировина хрінниці крупковидної не є фармакопейною та потребує подальшої стандартизації, тому її фармакогностичне вивчення є актуальним.

Мета дослідження. Метою роботи було фітохімічне дослідження трави хрінниці крупковидної.

Завдання дослідження: для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- провести огляд літературних джерел щодо ботанічної характеристики, ареалу розповсюдження, хімічного складу, фармакологічних властивостей та застосування хрінниці крупковидної;
- провести якісний аналіз БАР хрінниці крупковидної;
- визначити кількісний вміст БАР хрінниці крупковидної;
- визначити числові показники досліджуваної сировини хрінниці крупковидної.

Об'єкт дослідження – трава хрінниці крупковидної.

Предмет дослідження – визначення якісного складу, кількісного вмісту БАР та числових показників трави хрінниці крупковидної.

Методи дослідження. Для проведення досліджень застосовували методи та техніки, викладені у ДФУ. Якісний склад сировини аналізували за допомогою хімічних реакцій та ТШХ. Кількісне визначення вмісту БАР здійснювали за допомогою абсорбційної спектрофотометрії та гравіметрії.

Числові показники сировини визначали за гравіметричним методом. Усі результати статистично оброблені згідно вимог загальної статті ДФУ 2.0 «Статистичний аналіз результатів хімічного експерименту^N».

Практичне значення отриманих результатів. На основі проведеного дослідження можливе подальше вивчення сировини хрінниці крупковидної для стандартизації та використання як лікарської рослинної сировини.

Структура і обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота викладена на 41 сторінках машинописного тексту, складається з анотації, вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків, ілюстрована 10 таблицями та 20 рисунками. Список використаних джерел містить 32 найменування, із них 8 кирилицею та 24 латиницею.

Робота виконана на кафедрі фармакогнозії та нутриціології НФаУ.

РОЗДІЛ 1

БОТАНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА, ГЕОГРАФІЧНЕ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ, ХІМІЧНИЙ СКЛАД ТА ЗАСТОСУВАННЯ ХРІННИЦІ КРУПКОВИДНОЇ

1.1. Ботанічна характеристика хрінниці крупковидної

Хрінниця крупковидна (*Cardaria draba* (L.) Desv.) належить до рослин роду хрінниця (*Cardaria*), які відносяться до родини капустяні (*Brassicaceae*). Також рослина часто зустрічається в літературі під назвою хрінниця крупкова (*Lepidium draba* L.). Назва роду походить від латинського слова «*carduus*», що означає «чортополох». В різній місцевості хрінницю крупковидну часто називають «пекучка» або «гірчиця». Такі назви в народі рослина одержала через характерний гіркий або гоструватий смак її листя, який нагадує смак гірчиці.

Хрінниця крупковидна – це багаторічна трав'яниста рослина з міцним, стрижневим коренем, який глибоко закріплюється в ґрунті та може досягати до 6 м, з прямостоячими, жорсткими стеблами заввишки від 20 до 90 см, які розгалужуються від основи. Стебла зазвичай голі або покриті короткими, притиснутими волосками. Листки волосисті, мають різні розміри, край може бути виїмчастим, нерівномірно виїмчастим, з чітко вираженими зубцями або майже цілним. Прикореневі та нижні листки 3-7 см завдовжки і 1-4 см завширшки, мають обернено-яйцеподібну або еліптичну форму, черешкові. Верхні листки дещо коротші – 1-5 см завдовжки і 1-3 см завширшки, видовжено-ланцетні або яйцеподібно-видовжені, сидячі, зубчасті, іноді цілокраї [4, 8, 9, 23, 25].

Суцвіття – щиткоподібна волоть, яка може мати плоску верхівку або нагадувати зонтик. Квітки досягають в діаметрі близько 8 мм і мають видовжені квітконіжки. Рослина має 4 чашолистки, приблизно 2,5 мм

завдовжки. Пелюсток також 4, які досягають до 5 мм, звужуються біля основи і мають білий колір. Кожна квітка має 6 тичинок [4, 9, 23, 25].

Хрінниця крупковидна цвіте переважно в травні-червні. Плоди цієї рослини представлені стручечками, які мають характерну серцеподібну форму. Вони виглядають здутими, не мають крил, жилкування сітчасте. Важливо відзначити, що ці стручечки не розкриваються, а їхня довжина коливається в межах 3-4 мм [4, 25].

Насіння має яйцеподібну або еліпсоїдну форму, досягаючи приблизно 2 мм завдовжки, темно-коричневого кольору. Ця рослина вражає своєю плодючістю, оскільки може продукувати в середньому до 5 тисяч насінин на одну особину [4, 25].

Крім насіннєвого розмноження, хрінниця крупковидна також здатна розмножуватися вегетативно. Це відбувається за допомогою кореневих паростків, які формуються в серпні та вересні, що дозволяє рослині успішно розширювати свою територію та колонізувати нові площі [4, 25].

Зовнішній вигляд хрінниці крупковидної у природному середовищі представлено на рис. 1.1 та 1.2, гербарний зразок – на рис. 1.3, зображення – на рис. 1.4.



Рис.1.1 Зовнішній вигляд хрінниці крупковидної у природному середовищі [27]



Рис.1.2 Зовнішній вигляд хрінниці крупковидної у природному середовищі [27]



Рис. 1.3 Гербарний зразок хрінниці крупковидної [27].



Рис. 1.4 Хрінниця крупковидна [6]

1.2. Ареал розповсюдження хрінниці крупковидної

Батьківщиною хрінниці крупковидної є Євразія, але в наш час цей вид зустрічається майже на всіх континентах. Він був уперше занесений до Північної Америки наприкінці 1800-х років з насінням люцерни як бур'ян. Сьогодні хрінниця широко розповсюджена по всій території Канади та США, зокрема в штаті Монтана, площа ареалу становить понад 22 000 гектарів [16].

Основним способом розповсюдження цієї рослини є перенесення вітром або разом з насінням інших рослин. Також насіння хрінниці крупковидної може розноситись за допомогою сільськогосподарської техніки при обробці землі для оранки. Хрінниця має добре розвинену кореневу систему та міцне укріплюється в ґрунті. Рослина може займати значні території [16].

Хрінниця крупковидна є дуже посухостійкою і витривалою навіть за умов засолених ґрунтів, що сприяє її успішній колонізації різних екологічних ніш. Рослина є досить агресивним бур'яном у посівах озимих і ярих зернових культур, росте на луках, пасовищах, біля доріг і житлових зон, у лісосмугах, вздовж залізничних шляхів [7].

Географічне розповсюдження хрінниці крупковидної у світі представлено на рис. 1.5, у країнах Європи та Західної Азії – на рис. 1.6.

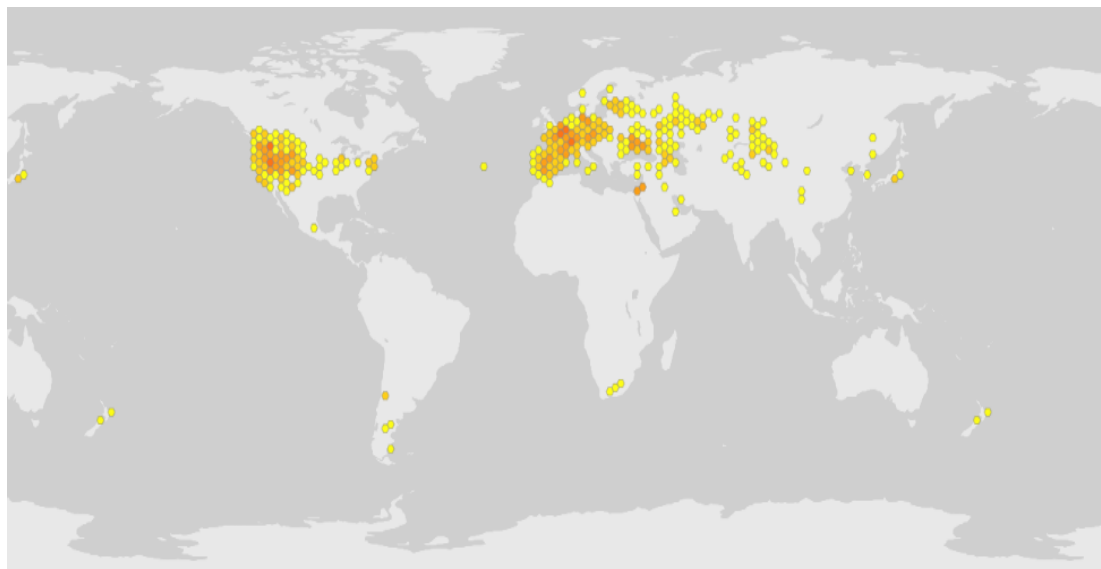


Рис.1.5 Географічне розповсюдження хрінниці крупковидної у світі [32]

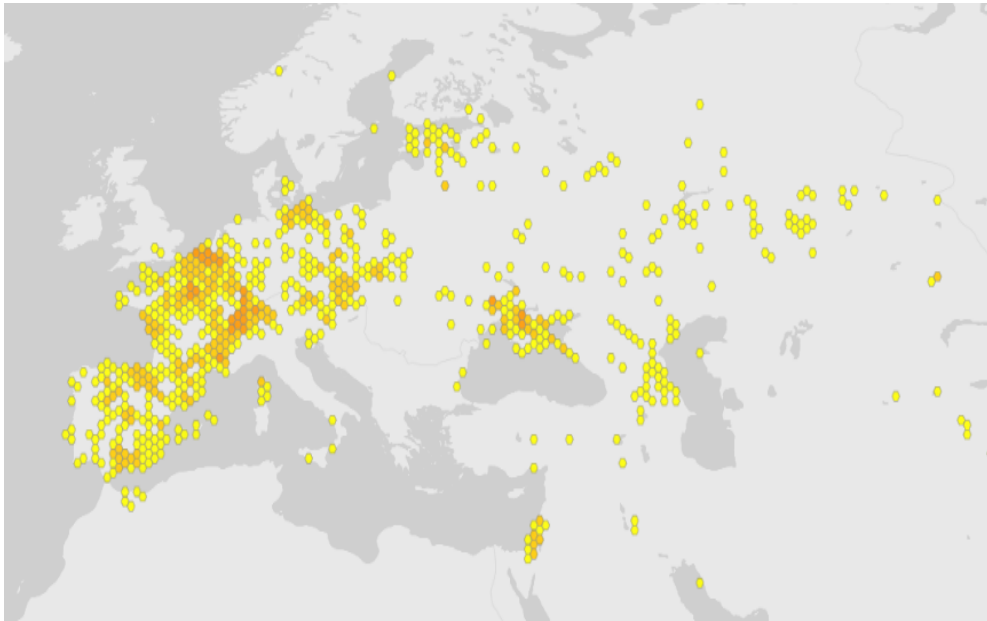


Рис. 1.6 Ареал зростання хрінниці крупковидної в Європі та Західній Азії [32]

В Україні ця рослина поширена в зонах Степу і Лісостепу, а також у Криму. Хрінниця крупковидна успішно переносить зиму в степовій зоні, тоді як в зонах Лісостепу і Полісся їх виживання можливе лише за умови м'якої зими. Насіння хрінниці крупковидної найкраще проростає, коли розташоване на поверхні ґрунту. Однак воно також здатне проростати з глибини до 5 см. Насіння може зберігати свою здатність до проростання в ґрунті до 10-12 років. Мінімальна температура, при якій можливе проростання, становить $+3-4^{\circ}\text{C}$. Ця рослина надає перевагу ґрунтам, багатим на поживні речовини та сполуки кальцію, що сприяє її зростанню і розвитку [4].

На Поліссі та в зоні західного Лісостепу хрінниця крупковидна зустрічається спорадично, проте її ареал поступово збільшується, що вказує на здатність рослини адаптуватися до різних умов навколишнього середовища [4].

Ареал зростання хрінниці крупковидної в Україні наведено на рис. 1.7.

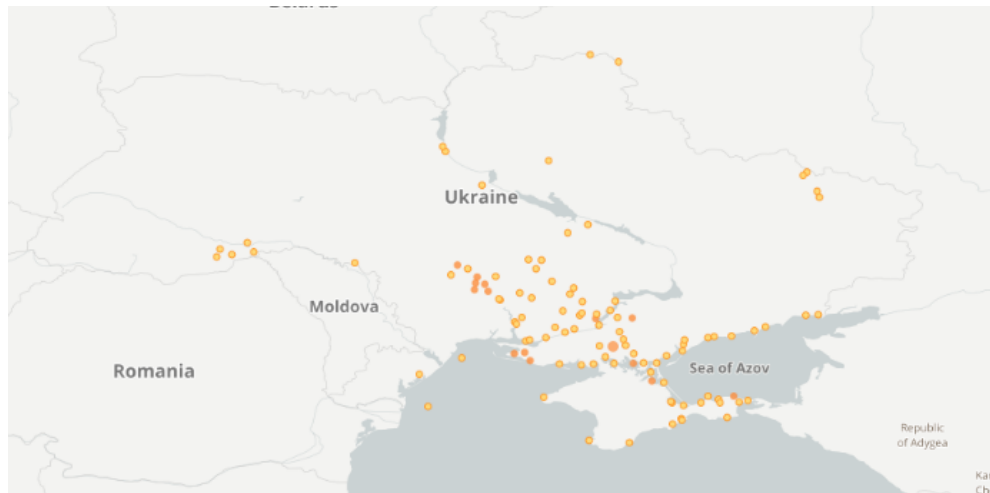
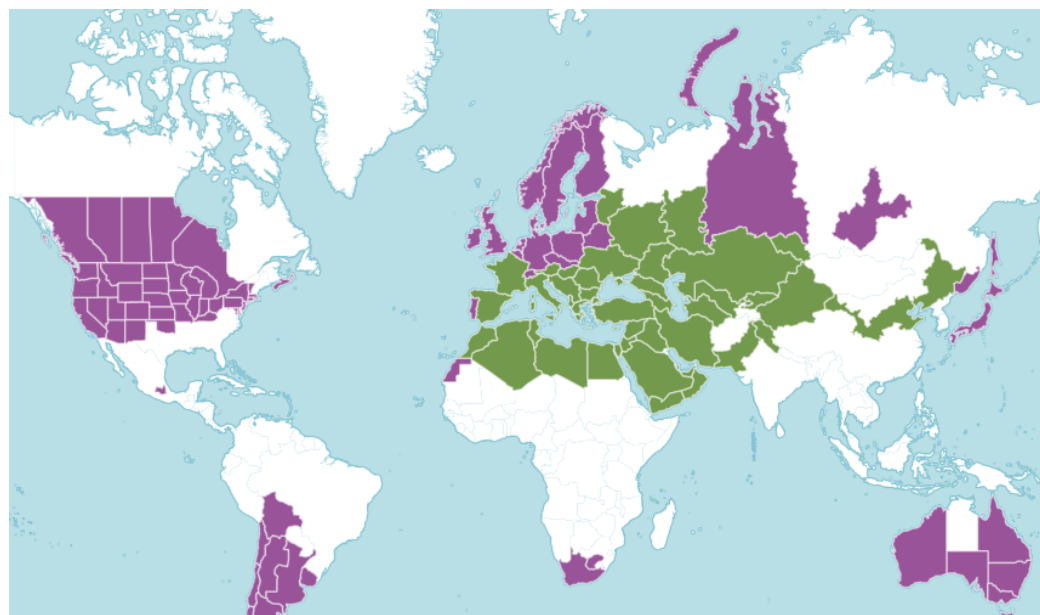


Рис. 1.7 Ареал зростання хрінниці крупковидної в Україні

Зважаючи на те, що ця рослина широко розповсюджена, варто також представити карту, яка показує території, для яких хрінниця крупковидна є батьківщиною, і території, на які вона була занесена природним або технологічним шляхом. Батьківщиною хрінниці крупковидної є країни Європи, такі як Іспанія, Італія, Франція, Австрія, Україна, Болгарія, Греція, Угорщина, а також країни Азії та Африки: Алжир, Північно-Центральний Китай, Єгипет, Казахстан, Киргизстан, Марокко, Туреччина та ін. Завезене насіння хрінниці крупковидної було в країни Північної Америки, Аргентини, країни Балтії, Норвегію, Австралію та ін. [12, 27].



■ Батьківщина

■ Ареал розповсюдження природним або технологічним шляхом

Рис. 1.8 Ареал хрінниці крупковидної [27]

1.3. Хімічний склад хрінниці крупковидної

За даними наукової літератури хрінниця крупковидна має багатий хімічний склад. У табл. 1.1 наведено ідентифіковані БАР хрінниці крупковидної.

Таблиця 1.1

Хімічний склад хрінниці крупковидної

№ зп	БАР	Джерело літератури
1	2	3
Монотерпени		
1	α -Пінен	14, 21
2	β -Пінен	24
3	Сабінен	14
4	Мірцен	14, 17
5	Ліналоол	14
6	β -туйон	14
Фенольні похідні		
7	Галова кислота	15, 17
8	3,4-дигідроксибензойна кислота	15
9	Катехіни	15, 17
10	1,2-дигідроксибензол	15
11	Хлорогенова кислота	15
12	4-гідроксибензойна кислота	15
13	Ванілінова кислота (4-гідрокси-3-метоксибензойна кислота)	15, 17
14	Кофейна кислота	15, 17
15	Елагова кислота	15, 17
16	<i>p</i> -Кумарова кислота	15, 17
17	Синапова кислота	15, 17

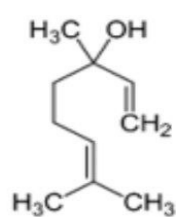
Продовження таблиці 1.1

1	2	3
18	Транс-ферулова кислота	15
19	Рутин	15
20	Саліцилова кислота	15
21	Кверцетин	15, 17
22	Кемпферол	15, 17
Жирні кислоти		
23	Нонанова кислота	14
24	Деканова кислота	14
25	Ундеканова кислота	14
26	Додеканова кислота	14
27	Тридеканова кислота	14
28	Тетрадеканова кислота	14, 24
29	Пальмітинова (гексадеканова) кислота	8, 21, 22, 24
Вуглеводневі сполуки		
30	Нонан	29
31	Декан	23, 29
32	Тридекан	14
33	Пентадекан	14
34	Гексадекан	14, 21
35	Гептадекан	21
36	Октадекан	14, 21
37	Ейкозан	14
38	Генейкозан	14, 24
39	Докозан	14, 24
40	Трикозан	14, 24
41	Пентакозан	14, 24
42	1,2-Дигідро-1,1,6-триметилнафталін	14

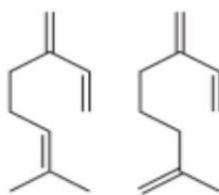
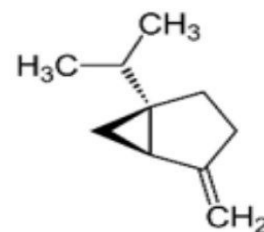
Продовження таблиці 1.1

1	2	3
43	Гексанааль	24
44	Бензальдегід	14, 24
45	3,3,4-Триметилгексан	29
46	3-Метил-2-етилгексан	29
47	6-Метил-5-гептен-2-он	24
48	3,5-октадієн-2-он	24
49	2,2,4,6,6-Пентаметилгептан	24
50	β -Циклоцитраль	24
51	Лімонен	24, 29
52	1-Гексаноол	24
53	2,6-Диметилциклогексаноол	24
54	Дибутилфталат	22
55	(Е)-Фітол	22
Сесквітерпеноїди		
56	β -Каріофілен	24
57	α -Кубебен	14
Сульфурвмісні сполуки		
58	3-Бутенілізотіоціанат	21
59	4-(Метилсульфініл)бутилізотіоціанат (сульфорафан)	8, 10, 11, 18, 21, 22, 31
60	5-(Метилтіо)-пентанітрил	29
61	5-(Метилсульфоніл)пентанітрил	22
62	Диметилсульфоксид	23, 24
Інші сполуки		
63	Бутилфталат	14, 24
64	Бутилацетат	14
65	β -Іонол	14, 24

Структурні формули БАР, які були ідентифіковані у сировині хрінниці крупковидної, наведені на рис. 1.9 – 1.14.



Ліналоол

 β -Мірцен α -Мірцен

Сабінен

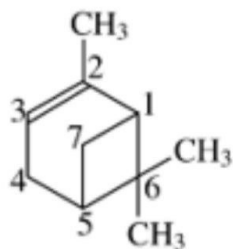
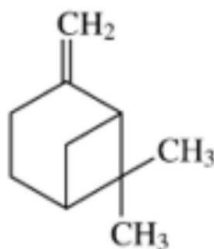
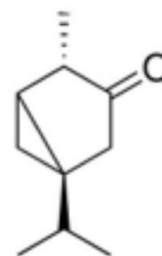
 α -Пінен β -Пінен β -туйон

Рис.1.9 Монотерпени хрінниці крупковидної

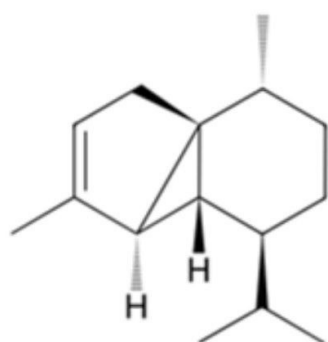
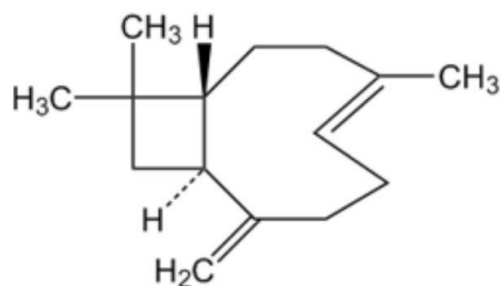
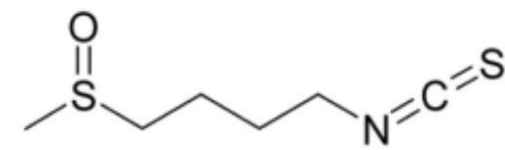
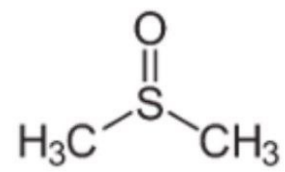
 α -Кубебен β -Каріофілен

Рис.1.10 Сесквітерпеноїди хрінниці крупковидної

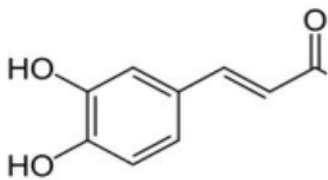


Сульфорафан

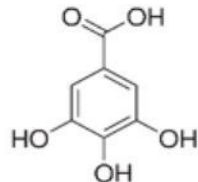


Диметилсульфоксид

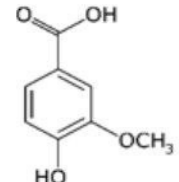
Рис.1.11 Сульфурвмісні сполуки хрінниці крупковидної



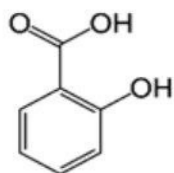
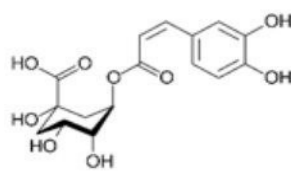
Кофейна кислота



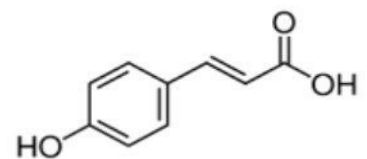
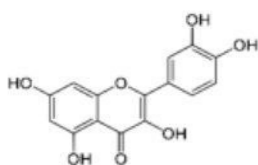
Галова кислота



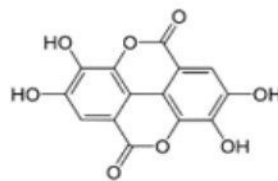
Ванілінова кислота

Саліцилова
кислота

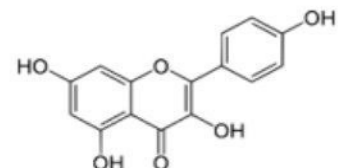
Хлорогенова кислота

*p*-Кумарова кислота

Кверцетин

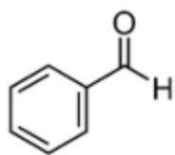


Елагова кислота

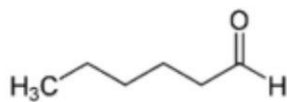


Кемпферол

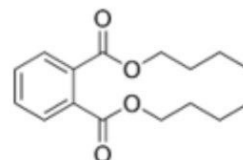
Рис.1.12 Фенольні сполуки хрінниці крупковидної



Бензальдегід



Гексаналь



Дибутілфталат

Рис.1.13 Вуглеводневі сполуки хрінниці крупковидної

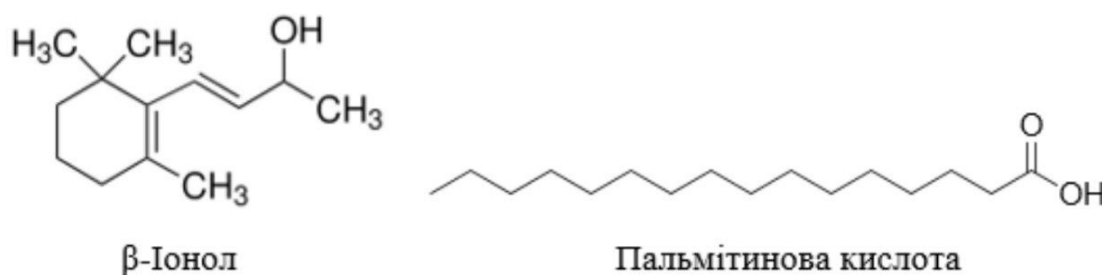


Рис.1.14 Інші сполуки, які містить хрінниця крупковидна

Іранські вчені провели фітохімічне дослідження летких компонентів, отриманих після гідролізу висушених квіток, плодів і коренів хрінниці крупковидної, були ідентифіковані основні хімічні сполуки за допомогою методів газової хроматографії (ГХ) та мас-спектрометрії (МС) [21].

У надземних органах рослини, які було заготовлено під час цвітіння рослини, виявлено сульфурвмісні сполуки: 3-бутенілізотіоціанат, який становив 80,5 % від загальної кількості летких речовин, а також 4-(метилсульфініл)бутилізотіоціанат, відомий як сульфорафан (5,6 %). Це свідчить про накопичення ізотіоціанатних сполук у траві, листі та квітках хрінниці крупковидної. Ці речовини зумовлюють антибактеріальну, протигрибкову та протипухлинну активність рослини [21].

У плодах хрінниці крупковидної основним компонентом був сульфорафан (72,1 %), який відомий своїми вираженими антиканцерогенними та антиоксидантними властивостями. Крім того, були виявлені насичені вуглеводні – гептадекан (7,0 %), гексадекан (6,8 %) і октадекан (5,8 %), які проявляють не значну протимікробну активність [21].

У коренях виявлено значний вміст сульфорафану (30,0 %), а також гексадеканової (пальмітинової) кислоти (24,1 %). Іншими важливими леткими сполуками виявилися також ізобутилізотіоціанат (14,3%), 3-бутенілізотіоціанат (5,9 %) і α-пінен (5,4 %), який завдяки своїм бронхолітичним властивостям може застосовуватись у лікуванні респіраторних захворювань [21, 26].

Також схожі дослідження проводились вченими з Хорватії, які вивчали леткі сполуки, що були отримані з надземних частин хрінниці крупковидної різними методами. Один екстракт отримали за допомогою гідродистиляції, а другий екстракт – екстракцією метиленхлоридом. Ці екстракти було проаналізовано за допомогою ГХ/МС. В першому екстракті було виявлено 4-(метилсульфініл)бутилізотіоціанат (28 %) та 5-(метилсульфініл)пентанітрил (13,8 %). Також у цьому екстракті було знайдено пальмітинову кислоту (10,8 %), фітол (10,2 %), дибутилфталат (4,5 %) та інші сполуки в менших кількостях. В другому екстракті було також виявлено 69,2 % 4-(метилсульфініл)бутилізотіоціанату, 4,5% 5-(метилсульфініл)пентанітрилу а також інші речовини [22].

Турецькі вчені проаналізували ефірну олію хрінниці крупковидної методом ГХ/МС і виявили, що олія складається з 19 різних компонентів, які разом становлять 96,04 %. Основними компонентами є 5-(метилтіо)-пентанітрил (41,13 %), декан (11,40 %) і нонан (10,93 %) [29].

Дослідження також виявили наявність таких речовин як алкалоїди, флавоноїди, дубильні речовини, сапоніни, лейкоантоціани, терпенові, зокрема тритерпенові сполуки [21].

1.4. Фармакологічні властивості та застосування хрінниці крупковидної

Спираючись на дослідження вчених Іракського університету, виявлено, що хрінниця крупковидна може використовуватися в медицині. Вона відома своїм вітрогінним ефектом, що допомагає зменшити газоутворення в шлунково-кишковому тракті, а також має протицинготні властивості, які можуть бути корисними для профілактики та лікування дефіциту вітаміну С, проявляє антиоксидантну активність. Що стосується антибактеріальної дії, то хрінниця крупковидна демонструє активність проти двох видів грампозитивних бактерій, зокрема *Staphylococcus aureus* та *Bacillus subtilis*, а також проти двох грамнегативних бактерій – *Pseudomonas aeruginosa* і *Escherichia coli*. Інші вчені також довели антибактеріальну активність хрінниці крупковидної по відношенню до *Helicobacter pylori* [19, 20, 21, 23].

Дослідження показали, що хрінниця крупковидна має антиканцерогенні властивості, що робить її потенційно корисною в терапії ракових захворювань. Настій з насіння та листя хрінниці крупковидної має відхаркувальні та послаблювальні властивості та застосовується для лікування кашлю та нормалізації травлення [8, 19, 23].

Хрінниця крупковидна проявляє гіпоглікемічну дію, сприяючи зниженню рівня глюкози в крові, а також гіпохолестеринемічний ефект, інгібуючи фермент гідроксиметилглутарил-КоА редуктазу, що в свою чергу знижує рівень тригліцеридів внаслідок блокування активності ліпази. Рослина підвищує загальний вміст білка в крові, знижує рівень сечовини, а також підвищує рівень гемоглобіну [23].

Хрінниця крупковидна має забезпечену сировинну базу, багатий хімічний склад, лікувальні властивості, її сировина застосовується у традиційній медицині, але не відноситься до фармакопейних рослин, тому потребує поглиблених досліджень.

Проведений огляд літератури щодо ботанічної характеристики, ареалу розповсюдження, хімічного складу та застосування у медицині хрінниці крупковидної дає підстави до подальших досліджень цієї рослини.

Хімічний склад хрінниці крупковидної описаний в літературних джерелах представлений фенольними похідними, терпенами, вуглеводневими сполуками, жирними кислотами та іншими речовинами.

На підставі аналізу наукової літератури можна виділити основні види фармакологічної дії хрінниці крупковидної: протимікробну, вітамінну, антиканцерогенну, антиоксидантну, гіпоглікемічну, антихолестеринемічну, вітрогінну, бронхолітичну [21, 23].

Підсумовуючи результати огляду літератури, можна дійти висновку, що хрінниця крупковидна є цінним джерелом БАР, які можуть використовуватись при виробництві лікарських засобів для лікування багатьох захворювань, але рослина не є фармакопейною в Україні, її сировину необхідно стандартизувати. Тому проведення фітохімічних досліджень хрінниці крупковидної є актуальним.

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКІСНОГО СКЛАДУ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН ХРІННИЦІ КРУПКОВИДНОЇ

За об'єкт дослідження було взято траву хрінниці крупковидної. Сировину заготовляли в Житомирській області у 2024 році, висушували на повітрі під навісом. Для проведення дослідження застосовували водно-етанольні та водні витяги, які готували у співвідношенні сировина-екстрагент 1:10 при нагріванні на киплячій водяній бані протягом 15 хв, потім фільтрували та застосовували для якісного аналізу.

2.1. Виявлення флавоноїдів

Флавоноїди виявляють антиоксидантну, протимікробну, протизапальну, ангіопротекторну дію [5]. Ці види фармакологічної активності є важливими для лікування багатьох захворювань, тому було доцільним дослідити флавоноїди у складі досліджуваної сировини.

Для аналізу флавоноїдів застосовували 70 % етанольний витяг з трави хрінниці крупковидної [3, 5].

Дослідження проводили методом хімічних реакцій та ТШХ [3, 5].

У результаті ціанідинової реакції спостерігали рожеве забарвлення. Для визначення форми флавоноїдів у сировині до продуктів реакції додавали бутанол та відмічали наявність рожевого пігменту у водній фазі, що свідчило про переважний вміст глікозидів.

Продукти реакції витягу з досліджуваної сировини з 10 % водно-етанольним розчином натрію гідроксиду були забарвлені в жовтий колір.

10 % розчин заліза III хлориду утворював зелене забарвлення.

Додавання до витягу з трави хрінниці крупковидної 10 % розчину основного свинцю ацетату призводило до утворення осаду [1].

Отже, позитивними результатами хімічних реакцій підтверджено наявність флавоноїдів у траві хрінниці крупковидної.

Ідентифікацію флавоноїдів проводили методом ТШХ за методикою ДФУ 2.0, том 3, монографія «Сафлору квітки» [2]. Схему хроматограми наведено на рис. 2.1.

Верхня частина пластинки			
<u>Світло-жовта</u> <u>зона</u>		<u>Світло-жовта</u> <u>зона</u>	
<u>Жовто-зелена</u> <u>зона</u>			<u>Жовто-зелена</u> <u>зона</u>
<u>Світло-жовта</u> <u>зона</u>	<u>Світло-жовта</u> <u>зона</u>		
<u>Жовта</u> <u>зона</u>			
Випробовуваний розчин	СЗ рутину	СЗ кверцетину	СЗ кемпферолу

Рис. 2.1 Схеми ТШХ хроматограми ідентифікації флавоноїдів

За результатами досліджень у траві хрінниці крупковидної у порівнянні зі СЗ флавоноїдів ідентифіковано рутин, кверцетин та кемпферол.

2.2. Виявлення фенольних кислот

Фенольні кислоти є антиоксидантами, вони мають протирадикальну, протимікробну активність, покращують роботу органів травлення [5, 13].

Цінні види фармакологічної активності зумовили необхідність дослідження цих сполук.

Хроматографічне виявлення гідроксикоричних кислот проводили за методикою ДФУ 2.0, том 3, монографія «Спориш» [2]. Як видно на рис. 2.2, у випробовуваному розчині виявлено чотири фенольні сполуки, дві з них ідентифіковано як гідроксикоричні кислоти – хлорогенову та кофейну.

Верхня частина пластинки		
Блакитна флуоресціююча зона <u>Жовто-зелена</u> <u>зона</u> <u>Світло-жовта</u> <u>зона</u> Блакитна флуоресціююча зона	Блакитна флуоресціююча зона	Блакитна флуоресціююча зона
Випробовуваний розчин	СЗ хлорогенової кислоти	СЗ кофейної кислоти

Рис. 2.2 Схема ТШХ хроматограми ідентифікації гідроксикоричних кислот

Серед фенольних сполук галова кислота та її похідні відзначаються антиоксидантними властивостями, тому було важливо ідентифікувати її в сировині досліджуваної рослини [13].

Ідентифікацію галової кислоти в сировині хрінниці крупковидної проводили методом ТШХ за методикою ДФУ 2.0, том 3, монографії «Родовика корені» [2]. На рис. 2.3 наведено схему ідентифікації галової кислоти у

досліджуваний траві після обробки хроматограми розчином заліза (III) хлориду. Галова кислота виявлялась у вигляді чорно-синьої зони, яка відповідала за значенням R_f та забарвленням СЗ галової кислоти.

Верхня частина пластинки	
Чорно-синя зона Чорно-синя зона	Чорно-синя зона
Випробовуваний розчин	СЗ галової кислоти

Рис. 2.3 Схеми ТШХ хроматограми ідентифікації галової кислоти

Також доцільною була ідентифікація саліцилової кислоти в траві хрінниці крупковидної, яка обумовлює протизапальні, протимікробні та жарознижувальні властивості трави цієї рослини [28, 30].

Саліцилову кислоту ідентифікували за фармакопейною методикою, яка викладена у монографії «Вербі кора» [2]. Хроматограму проявляли розчином феруму (III) хлориду. У випробовуваному розчині на хроматограмі спостерігали наявність зони фіолетового кольору, яка за R_f та забарвленням співпадала із зоною СЗ саліцилової кислоти, що свідчило про наявність цієї

сполуки у траві хрінниці крупковидної. Результати експерименту наведено на рис. 2.4.

Верхня частина пластинки	
Фіолетова зона Чорно-синя зона	Фіолетова зона
Випробовуваний розчин	СЗ саліцилової кислоти

Рис. 2.4 Схема ТШХ хроматограми ідентифікації саліцилової кислоти

2.3 Виявлення сульфурвмісних сполук

Під час огляду наукової літератури було встановлено, що хрінниця крупковидна містить сульфурвмісні сполуки, тому було доцільно провести їх виявлення у досліджуваній сировині.

Для експерименту було використано водний та 30 % етанольний витяг із трави рослини. Витяги готували настоюванням подрібненої трави при кімнатній температурі протягом 15 хв у співвідношенні сировина – екстрагент (1:10).

Як видно з таблиці 2.1, у результаті реакції з розчином феруму (III) нітрату спостерігали появу рожевого забарвлення, що свідчило про

присутність тіоціанатів у траві хрінниці крупковидної. Жовто - коричневе забарвлення з 1 % розчином натрію нітропрусиду свідчило про наявність сульфурвмісних глікозидів у досліджуваному об'єкті.

Таблиця 2.1

**Результати виявлення сульфурвмісних сполук у траві хрінниці
крупковидної**

Витяг	Реакція		
	З нітропрусидом натрію	З ацетатом свинцю	З ферум (III) нітратом
	Результат		
30 % Етанольний	Жовто- коричнєве забарвлення	Поява осаду	—
Водний	—	—	Рожеве забарвлення

Отже, у результаті аналізу у траві хрінниці крупковидної виявлено тіоціанати та сульфурвмісні глікозиди.

2.4. Виявлення танінів

Таніни мають антиоксидантні, протизапальні, протимікробні та в'язучі властивості, тому їх виявлення у траві хрінниці крупковидної було доцільним. У результаті взаємодії з желатином і солями плюмбуму спостерігали утворення осаду. Продукти реакції з ферум (III) амонію сульфатом були забарвлені у зелений колір, що свідчило про присутність конденсованих танінів у досліджуваній сировині.

Висновки до розділу 2

1. За допомогою хімічних реакцій нами було виявлено флавоноїди, сульфурвмісні сполуки (тіоціанати та сульфурвмісні глікозиди) та конденсовані таніни у траві хрінниці крупковидної.

2. Методом ТШХ було ідентифіковано флавоноїди (кверцетин, рутин, кемпферол), фенольні кислоти (галову та саліцилову), гідроксикоричні кислоти (хлорогенову та кофейну).

РОЗДІЛ 3

ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКІСНОГО ВМІСТУ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН ТРАВИ ХРІННИЦІ КРУПКОВИДНОЇ

3.1. Визначення вмісту флавоноїдів

Вміст флавоноїдів у траві хрінниці крупковидної визначали методом абсорбційної спектрофотометрії за методикою монографії ДФУ 2.0.1. «Сафлору квітки». Дослідження виконували за довжини хвилі 420 нм у перерахунку на гіперозид [2].

Результати визначення вмісту флавоноїдів у траві хрінниці крупковидної наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Вміст флавоноїдів у сировині хрінниці крупковидної, %

m	n	X_i	$X_{\text{сер.}}$	S^2	$S_{\text{сер.}}$	P	t (P, n)	Довірчий інтервал	ϵ , %
5	4	0,70	0,72	0,000250	0,0071	0,95	2,78	0,72 $\pm$ 0,02	2,73
		0,72							
		0,71							
		0,73							
		0,74							

За результатами дослідження вміст суми флавоноїдів у сировині хрінниці крупковидної становив $0,72 \pm 0,02$ % у перерахунку на гіперозид та суху сировину.

3.2. Визначення вмісту гідроксикоричних кислот

Для дослідження вмісту гідроксикоричних кислот застосовували метод абсорбційної спектрофотометрії. Аналіз проводили за методикою, викладеною в монографії ДФУ 2.0.1. «Кропиви листя» [2].

Визначення вмісту гідроксикоричних кислот у траві хрінниці крупковидної здійснювали за довжини хвилі 525 нм, перераховуючи їх вміст на хлорогенову кислоту.

Результати визначення вмісту гідроксикоричних кислот у траві хрінниці крупковидної наведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Вміст гідроксикоричних кислот у траві хрінниці крупковидної, %

m	n	X_i	$X_{\text{сер.}}$	S^2	$S_{\text{сер.}}$	P	t (P, n)	Довірчий інтервал	ε , %
5	4	1,21	1,20	0,000735	0,0121	0,95	2,78	$1,20 \pm 0,04$	3,33
		1,24							
		1,20							
		1,17							
		1,19							

Вміст суми гідроксикоричних кислот у сировині хрінниці крупковидної становив $1,20 \pm 0,04$ % у перерахунку на хлорогенову кислоту та суху сировину.

3.3 Визначення вмісту поліфенольних сполук

Вміст поліфенольних сполук у траві хрінниці крупковидної проводили методом абсорбційної спектрофотометрії, застосовуючи методику, описану в загальній статті ДФУ 2.0.1 «Визначення танінів у лікарській рослинній сировині». Дослідження виконували з використанням фосфорно-молібденово-вольфрамового реактиву, розраховуючи результати на пірогалол за довжини хвилі 760 нм [2]. Результати визначення вмісту поліфенольних сполук у траві хрінниці крупковидної приведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Вміст поліфенольних сполук у сировині хрінниці крупковидної, %

m	n	X_i	$X_{\text{сер.}}$	S^2	$S_{\text{сер.}}$	P	t (P, n)	Довірчий інтервал	ϵ , %
5	4	2,55	2,56	0,00195	0,044	0,95	2,78	$2,56 \pm 0,10$	1,72
		2,54							
		2,53							
		2,56							
		2,64							

Вміст суми поліфенольних сполук у сировині хрінниці крупковидної склав $2,5 \pm 0,10$ % у перерахунку на пірогалол та суху сировину.

3.4. Визначення вмісту сульфурвмісних сполук

Вміст сульфурвмісних сполук у сировині хрінниці крупковидної проводився за допомогою методу абсорбційної спектрофотометрії за довжини хвилі 675 нм [2]. Результати дослідження представлені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Вміст сульфурвмісних сполук у сировині хрінниці крупковидної, %

m	n	X_i	$X_{\text{сер.}}$	S^2	$S_{\text{сер.}}$	P	t (P, n)	Довірчий інтервал	ϵ , %
5	4	0,21	0,21	0,00005	0,0032	0,95	2,78	$0,21 \pm 0,01$	1,51
		0,22							
		0,21							
		0,20							
		0,21							

Вміст суми сульфурвмісних сполук у траві хрінниці крупковидної склав $0,21 \pm 0,01$ % у перерахунку на сульфід-іон та суху сировину.

На рис. 3.1 наведено графічне зображення вмісту БАР у сировині хрінниці крупковидної.

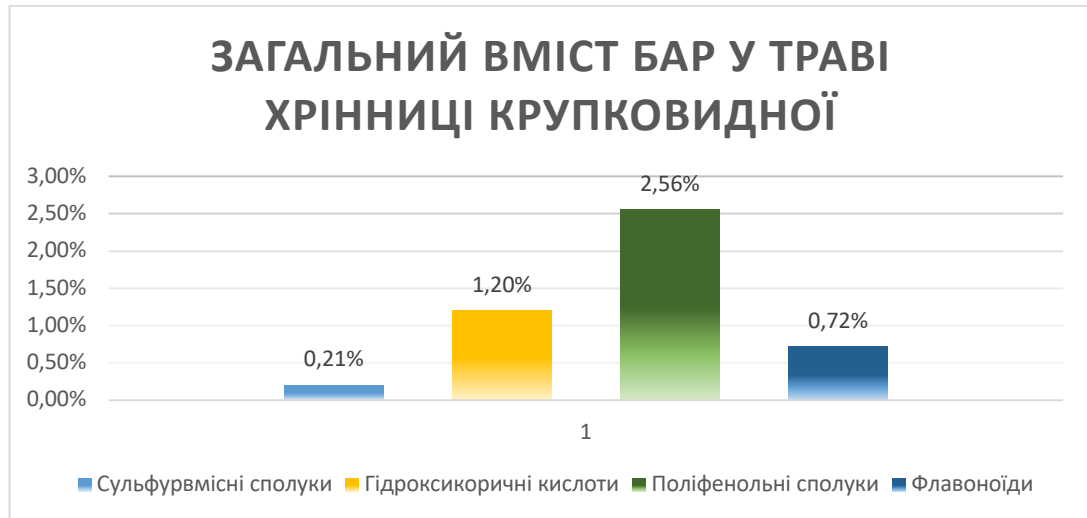


Рис. 3.1 Загальний вміст БАР у траві хрінниці крупковидної

Як видно на діаграмі, за вмістом у траві хрінниці крупковидної переважали поліфенольні сполуки ($2,5 \pm 0,10$ %). Найменше значення встановлено для сульфурвмісних сполук ($0,21 \pm 0,01$ %).

Висновки до розділу 3

1. Спектрофотометричним методом визначено вміст флавоноїдів ($0,72 \pm 0,02$ %), гідроксикоричних кислот ($1,20 \pm 0,04$ %), поліфенольних сполук ($2,5 \pm 0,10$ %) та сульфурвмісних речовин ($0,21 \pm 0,01$ %) у траві хрінниці крупковидної.

2. Встановлено, що поліфенольні сполуки за вмістом домінували у досліджуваній сировині серед визначених груп БАР.

РОЗДІЛ 4

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ТРАВИ ХРІННИЦІ КРУПКОВИДНОЇ

Визначення втрати в масі при висушуванні, вмісту загальної золи та золи, нерозчинної в хлористоводневій кислоті у траві хрінниці крупковидної проводили за методиками ДФУ 2.0.1 [2].

4.1. Визначення втрати в масі при висушуванні

Значення втрати при висушуванні є важливим фармакопейним показником якості сировини, тому було необхідним для стандартизації трави хрінниці крупковидної провести це дослідження. Показник визначали за допомогою гравіметричного методу, описаного в загальній статті ДФУ 2.0.1. «Втрата в масі при висушуванні» [2].

Для дослідження була взята точна наважка сировини, яку помістили у бюкс і висушували до постійної маси.

Результати експерименту з визначення втрати в масі при висушуванні трави хрінниці крупковидної наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Втрата в масі при висушуванні трави хрінниці крупковидної, %

m	n	X_i	$X_{\text{сеп.}}$	S_2	$S_{\text{сеп.}}$	P	t (P, n)	Довірчий інтервал	ε , %
5	4	9,08	9,25	0,04375	0,0935	0,95	2,78	$9,25 \pm 0,46$	2,81
		9,37							
		9,56							
		9,15							
		9,09							

Втрата в масі при висушуванні у траві хрінниці крупковидної становила $9,25 \pm 0,46$ %.

4.2. Визначення вмісту загальної золи

Для визначення вмісту загальної золи у траві хрінниці крупковидної використовували гравіметричний метод за методикою, викладеною у загальній статті «Загальна зола» ДФУ 2.0.1 [2].

Для проведення аналізу взято точну наважку сировини та спалено на електричній плиті у фарфоровому тиглі, а потім доведено до постійної маси у муфельній печі. Після спалювання сировини тигель було поміщено в ексикатор, охолоджено і проведено зважування.

Результати дослідження вмісту загальної золи у траві хрінниці крупковидної наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Вміст загальної золи у траві хрінниці крупковидної, %

m	n	X_i	$X_{\text{сер.}}$	S_2	$S_{\text{сер.}}$	P	t (P, n)	Довірчий інтервал	ϵ , %
5	4	1,56	1,56	0,0032	0,0253	0,95	2,78	$1,56 \pm 0,08$	1,62
		1,56							
		1,48							
		1,56							
		1,64							

Вміст загальної золи у траві хрінниці крупковидної дорівнював $1,56 \pm 0,08$ %.

4.3. Визначення вмісту золи, нерозчинної в хлористоводневій кислоті

Вміст золи, нерозчинної в кислоті хлористоводневій у траві хрінниці крупковидної встановлювали за допомогою гравіметричного методу за

методикою, описаною у загальній статті «Зола, нерозчинна в хлористоводневій кислоті» ДФУ 2.0.1 [2].

Результати визначення вмісту золи, нерозчинної в хлористоводневій кислоті, у траві хрінниці крупковидної наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Вміст золи, нерозчинної в кислоті хлористоводневій, у траві хрінниці крупковидної, %

m	n	X _i	X _{сер.}	S ₂	S _{сер.}	P	t (P, n)	Довірчий інтервал	ε, %
5	4	0,87	0,87	0,00025	0,0071	0,95	2,78	0,87±0,04	0,81
		0,85							
		0,89							
		0,88							
		0,86							

Вміст золи, нерозчинної в хлористоводневій кислоті у траві хрінниці крупковидної склав $0,87 \pm 0,04$ %.

4.4. Визначення вмісту екстрактивних речовин

Вміст екстрактивних речовин, які вилучаються різними розчинниками, є важливими показником якості сировини та буде врахований у подальшій розробці проєкту МКЯ на лікарську сировину хрінниці крупковидної та технології одержання лікарських засобів на її основі.

Вміст екстрактивних речовин у траві хрінниці крупковидної, які вилучались різними екстрагентами, визначали гравіметричним методом за фармакопейною методикою, описаною в монографії «Полин гіркий» [2].

Як екстрагенти використовували воду очищену та етанол (40 %, 70 %, 96 %), одержували витяги, охолоджували їх, фільтрували, поміщали у

Результати визначення вмісту екстрактивних речовин у траві хрінниці крупковидної наведено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4

Вміст екстрактивних речовин у траві хрінниці крупковидної, %

m	n	Xi	X _{сеп.}	S ₂	S _{сеп.}	P	t (P, n)	Довірчий інтервал	ε, %
Вода очищена									
5	4	21,15	21,15	0,5618	0,3352	0,95	2,78	21,15 ± 1,06	4,40
		21,15							
		22,21							
		21,15							
		20,09							
40 % етанол									
5	4	19,00	19,32	0,0411	0,0906	0,95	2,78	19,32 ± 0,96	1,31
		19,32							
		19,36							
		19,50							
		19,10							
70 % етанол									
5	4	22,50	23,16	0,3338	0,2584	0,95	2,78	23,16 ± 1,16	3,07
		23,16							
		23,40							
		23,74							
		24,00							
96 % етанол									
5	4	14,00	14,65	0,1475	0,1718	0,95	2,78	14,65 ± 0,73	3,30
		14,90							
		14,65							
		14,10							
		14,60							

За результатами дослідження було визначено, що найбільший вихід БАР із трави хрінниці крупковидної забезпечував 70 % етанол, що дорівнювало $23,16 \pm 1,16$ %, водою очищеною та 40 % етанолом екстрагувалось дещо менше речовин – $21,15 \pm 1,06$ % та $19,32 \pm 0,96$ % відповідно, 96 % етанол був найменш ефективним та вилучав $14,65 \pm 0,73$ %.

Графічне порівняння показників вмісту екстрактивних речовин у траві хрінниці крупковидної наведено на рис. 4.1.

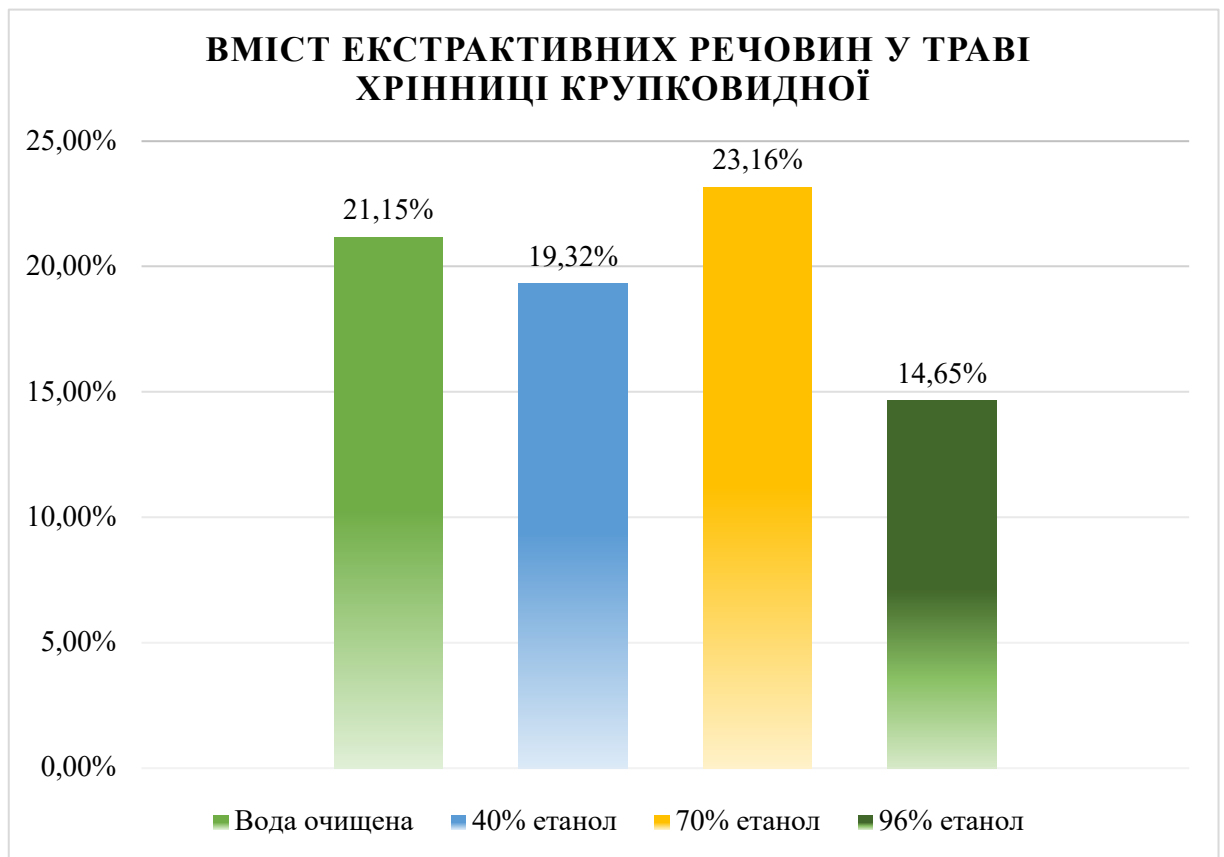


Рис. 4.1 Вміст екстрактивних речовин у траві хрінниці крупковидної

Висновки до розділу 4

1. Для визначення показників якості трави хрінниці крупковидної (втрати в масі при висушуванні, загальної золи та золи, нерозчинної у хлористоводневій кислоті) та вмісту екстрактивних речовин використовували гравіметричний метод.

2. За результатами дослідження визначено, що втрата в масі при висушуванні для трави хрінниці крупковидної склала $9,25 \pm 0,46$ %, вміст загальної золи дорівнював $1,56 \pm 0,08$ %, вміст золи, нерозчинної в кислоті хлористоводневій – $0,87 \pm 0,04$ %.

3. Найвище значення виходу екстрактивних речовин із трави хрінниці крупковидної було при застосуванні етанолу 70 % ($23,16 \pm 1,16$ %), дещо менше – води очищеної ($21,15 \pm 1,06$ %) та 40 % етанолу ($19,32 \pm 0,96$ %), найменше – при використанні 96 % етанолу ($14,65 \pm 0,73$ %).

ВИСНОВКИ

1. Під час роботи було проаналізовано вітчизняні та іноземні джерела літератури щодо вивчення ботанічної характеристики, географічного розповсюдження, хімічного складу і фармакологічного застосування хрінниці крупковидної. Огляд літературних джерел показав, що досліджувана рослина не є фармакопейною, але має у своєму хімічному складі цінні БАР: жирні кислоти, флавоноїди, терпени, фенольні речовини, вуглеводні, сульфурвмісні сполуки, які проявляють широкий спектр фармакологічної активності: антиоксидантну, гіпохолестеринемічну, протимікробну, протизапальну, протиракову, ангіопротекторну, гіпоглікемічну дію. Тому фітохімічне дослідження рослини є актуальним та створює підстави для стандартизації сировини.

2. У результаті аналізу трави хрінниці крупковидної хімічними реакціями та методом ТШХ було виявлено фенольні сполуки, зокрема флавоноїди та гідроксикоричні кислоти, сульфурвмісні речовини, таніни.

3. Методом абсорбційної спектрофотометрії у траві хрінниці крупковидної встановлено вміст флавоноїдів, який становив $0,72 \pm 0,02$ %, вміст суми гідроксикоричних кислот дорівнював $1,20 \pm 0,04$ %, вміст суми поліфенольних сполук склав $2,5 \pm 0,10$ % та вміст сульфурвмісних сполук – $0,21 \pm 0,01$ %.

4. Для подальшої стандартизації трави хрінниці крупковидної та розробки технології одержання нових лікарських засобів на її основі методом гравіметрії визначено показники якості цієї сировини: втрату в масі при висушуванні ($9,25 \pm 0,46$ %), вміст загальної золи ($1,56 \pm 0,08$ %) та золи, нерозчинної у хлористоводневій кислоті ($0,87 \pm 0,04$ %).

Встановлено вихід екстрактивних речовин із трави хрінниці крупковидної екстракцією різними розчинниками: водою очищеною ($21,15 \pm 1,06$ %), 40 % етанолом ($19,32 \pm 0,96$ %), 70 % етанолом ($23,16 \pm 1,16$ %) та 96 % етанолом ($14,65 \pm 0,73$ %).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державна Фармакопея України / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2-ге вид., доп. 1. Харків, 2016. 360 с.
2. Державна Фармакопея України: у 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2-ге вид. Харків, 2014. Т. 3. 732 с.
3. Дослідження флавоноїдів чорнобривців золотистих (*Tagetes lucida* Cav.) / С. Марчишин та ін. DOI: 10.11603/mcch.2410-681X.2021.i4.12743.
4. Іващенко О. О., Іващенко О. О. Загальна гербологія : монографія / НААН, Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків, Інститут захисту рослин НААН. Київ : Фенікс, 2019. 752 с. :URL: <https://ipp.gov.ua/wp-content/uploads/2020/11/zagalna-gerbologiya-.pdf> (дата звернення: 14.10.2024).
5. Кисличенко В. С. Фармакогнозія : баз. підруч. для фармац. ВНЗ (фармац. ф-тів) IV рівня акредитації / за ред. В. С. Кисличенко. Харків: НФаУ; Золоті сторінки, 2015. 736 с.
6. Опис та характеристика рослини Хрінниця крупковидна. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/plants/hrinnicya-kрупковидна> (дата звернення: 10.01.2024).
7. Хрінниця крупковидна. URL: <https://aoplatforma.com/reference/weeds/page/xrinnicya-kрупковидна> (дата звернення: 14.10.2024).
8. Цілюща Хортиця : монографія / Ю. І. Корнієвський та ін. Запоріжжя : Вид-во ЗДМУ, 2009. 552 с. URL: https://shron1.chtyvo.org.ua/Korniievskiy_Yurii/Tsiliuscha_Khortytsia.pdf?PHPS ESSID=5galggmbs0va0aoqqvg0q56q04 (дата звернення: 14.10.2024).
9. Heart-podded hoary cress: An in-depth review of the characteristics and control methods for this troublesome weed / M. L. McInnis et al. *Rangelands*. 2003. Vol. 25, № 2. P. 18-23. URL:

<https://repository.arizona.edu/bitstream/handle/10150/639371/11594-11136-1-PB.pdf?sequence=1> (Date of access: 14.10.2024).

10. Zinhari Z., Pourseyedi S., Zolalo J. A novel in vitro transformation of *Lepidium draba* L. using rapid direct shoot regeneration. *3 Biotech.* 2017. Vol. 7, № 5. P.284. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5559390/> (Date of access: 14.10.2024).

11. Alireza Ebadollahi – Natanzi. Toxicity Comparison of Four Cruciferous Plant Extracts and Evaluation of Their Cytotoxicity - Radical Scavenging Correlations. *Jundishapur J Nat Pharm Prod.* 2018. Vol. 13, № 2. P. e13866. URL: <https://brieflands.com/articles/jjnpp-13866> (Date of access: 14.10.2024).

12. EPPO Global Database. *Lepidium draba* (CADDR). URL: <https://gd.eppo.int/taxon/CADDR> (Date of access: 14.10.2024).

13. Sun W., Hesam M. Therapeutic Potential of Phenolic Compounds in Medicinal Plants–Natural Health Products for Human Health. *Molecules.* 2023. Vol. 28, № 4. P. 1845. DOI: 10.3390/molecules28041845.

14. Chemical Composition and Free Radical Scavenging Activity of Essential Oils and Extracts of Algerian *Cardaria draba* (L.) Desv. / Y. Kawther et al. *Journal of Essential Oil Bearing Plants.* 2015. Vol. 18, № 6. P. 1448-1458. DOI: 10.1080/0972060X.2014.974077.

15. Phenolic Composition, In-vitro Antioxidant and Enzyme Inhibition Activities of *Cardaria draba* Different Parts / N. Eruygur et al. *European Journal of Science and Technology.* № 35. P. 424-431. DOI: 10.31590/ejosat.1062109.

16. Stougaard R. N., Stivers J. I., Holen D. L. Hoary Cress (*Cardaria draba*) Management with Imazethapyr. *Weed Technology.* 1999. Vol. 13, № 3. P. 581-585. URL: <https://www.jstor.org/stable/3989051> (Date of access: 14.10.2024).

17. Evaluation of Biological Activity and Phenolic Compounds of *Cardaria draba* (L.) Extracts / J. Sharifi-Rad et al. *Journal of Biology and Today's World.* 2015. Vol. 4, № 9. P. 180-189. DOI: 10.15412/J.JBTW.01040901

18. Comparative proteomics analysis of whitetop (*Lepidium draba* L.) seedlings in response to exogenous glucose Author links open overlay panel / F.

Rezaee et al. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2018. Vol. 120, Part B. P. 2458-2465. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141813018339515?via%3Dihub> (Date of access: 14.10.2024).

19. Al-Khafaji N. M. Sahi, Al-Marzoqi A. H., Hussein H. J. Influence of Crude Phenolic, Alkaloid, and Terpenoid Compounds on Human Pathogenic Bacteria. *European Journal of Botany, Plant Sciences and Phytology*. 2016. Vol. 3, № 3. P. 15-19. URL: <https://www.eajournals.org/wp-content/uploads/Influence-of-the-crude-Phenolic-Alkaloid-and-Terpenoid-compounds-extracts-of-Cardaria-draba-Lepidium-draba-L.-on-Human-Pathogenic-Bacteria.pdf> (Date of access: 14.10.2024).

20. Al-Khafaji N. M. Sahi, Al-Marzoqi A. H., Hussein H. J. Influence of the crude phenolic, alkaloid and terpenoid compounds extracts of cardaria draba (*Lepidium draba* L.) on human pathogenic bacteria. *World Journal of Pharmaceutical Research*. 2015. Vol. 4, № 6. P. 456-460. URL: <https://www.wisdomlib.org/scientific/journal/world-journal-of-pharmaceutical-research/d/doc1366858.html> (Date of access: 14.10.2024).

21. Benakashani F., Allafchian A., Jalali S. A. H. Green synthesis, characterization and antibacterial activity of silver nanoparticles from root extract of *Lepidium draba* weed. *Green chemistry letters and reviews*. 2017. Vol. 10, № 4. P. 324–330. DOI: 10.1080/17518253.2017.136329

22. Phytochemical Analysis and Antimicrobial Activity of *Cardaria draba* (L.) Desv. Volatiles / A. Radonić et al. *Chemistry & Biodiversity*. 2011. Vol. 8, № 6. P. 1170-1175. URL: <https://www.deepdyve.com/lp/wiley/phytochemical-analysis-and-antimicrobial-activity-of-cardaria-draba-l-JKubu7Iy0q> (Date of access: 14.10.2024).

23. Naser E. H., Abo Khthar M. F., Abed S. A. Phytochemistry and therapeutic uses of *cardaria draba* l. : a review. *Plant Archives*. 2019. Vol. 19, № 1. p. 118-125. URL: <https://www.plantarchives.org/PDF%20SUPPLEMENT%202019/18.pdf> (Date of access: 14.10.2024).

24. Profiles of the Headspace Volatile Organic and Essential Oil Compounds from the Tunisian *Cardaria draba* (L.) Desv. and Its Leaf and Stem Epidermal Micromorphology / W. Saadellaoui et al. *Phyton-International Journal of Experimental Botany*. 2024. Vol. 93, № 4. P. 725-744. URL: <https://www.sciencedirect.com/org/science/article/pii/S0031945724000443> (Date of access: 14.10.2024).

25. Scurfield G. *Cardaria Draba* (L.) Desv. *Journal of Ecology*. 1962. Vol. 50, № 2. P. 489-499. URL: <https://www.jstor.org/stable/2257459?origin=crossref> (Date of access: 14.10.2024).

26. Sulforaphane, a Dietary Component of Broccoli/Broccoli Sprouts, Inhibits Breast Cancer Stem Cells / Y. Li et al. *Clin Cancer Res*. 2010. Vol. 16, № 9. P. 2580–2590. DOI: 10.1158/1078-0432.CCR-09-2937

27. *Lepidium draba* L. URL: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:286156-1> (Date of access: 14.10.2024).

28. The Beneficial Biological Properties of Salicylic Acid / P. Randjelovic et al. *Acta Facultatis Medicae Naissensis*. 2015. Vol. 32, № 4. P. 259-265. DOI: 10.1515/afmnai-2015-0026

29. Bayan Y. Chemical Composition and Antifungal Activity of plant Extracts of Turkey *Cardaria draba* (L.) Desv. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. 2016. Vol. 26, № 3. P. 579-581. URL: <https://openaccess.ahievran.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/20.500.12513/4032/yusufbayan.pdf?sequence=1> (Date of access: 14.10.2024).

30. Paterson J. R., Lawrence J. R. Salicylic acid: a link between aspirin, diet and the prevention of colorectal cancer. *International Journal of Medicine*. 2001. Vol. 94, № 8. P. 445–448. DOI: 10.1093/qjmed/94.8.445

31. Phytochemical profile and antioxidant properties of two Brassicaceae species: *Cardaria draba* subsp. *draba* and *Descurainia sophia* / M. F. Mahomoodally et al. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 2018. Vol. 16. P. 453-458. DOI: 10.1016/j.bcab.2018.09.020

32. *Cardaria draba* (L.) Desv. URL: <https://www.gbif.org/species/3052311>
(Date of access: 14.10.2024).

ДОДАТКИ



Міністерство
охорони здоров'я
України

Національний
фармацевтичний
університет

Цим засвідчується, що

Миронович Ю. С.

**Науковий керівник:
Журавель І. О.**

брав(ла) участь у роботі IV Всеукраїнської
науково-практичної конференції
з міжнародною участю

YOUTH PHARMACY SCIENCE



Ректор НФаУ,
д. фарм. н., проф.

Алла КОТВИЦЬКА

10-11 грудня 2024 р.
м. Харків,
Україна

СЕРТИФІКАТ