

Національний фармацевтичний університет
Міністерство охорони здоров'я України

Національний фармацевтичний університет
Міністерство охорони здоров'я України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Рокунь Дарина-Марія Валеріївна

УДК 582.794.1:54.061/.062

ДИСЕРТАЦІЯ

**«Фармакогностичне вивчення моркви посівної
(*Daucus carota L. var. sativus*)»**

15.00.02 – фармацевтична хімія та фармакогнозія

22 – Охорона здоров'я

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата фармацевтичних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Д.-М. В. Рокунь

Науковий керівник Журавель Ірина Олександрівна, доктор фармацевтичних наук, професор

Харків – 2018

АНОТАЦІЯ

Рокунь Д.-М. В. Фармакогностичне вивчення моркви посівної (*Daucus carota* L. var. *sativus*). – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата фармацевтичних наук за спеціальністю 15.00.02 «Фармацевтична хімія та фармакогнозія» – Національний фармацевтичний університет, МОЗ України, Харків, 2018.

Дисертаційна робота присвячена комплексному фармакогностичному вивченню листя та коренеплодів моркви посівної, одержанню лікарських рослинних засобів, розробці методів контролю якості на лікарську рослинну сировину та одержаний лікарський засіб рослинного походження.

Для дослідження були вибрані сорти моркви посівної вітчизняної селекції Яскрава та Нантська харківська, які широко культивуються в Україні.

Хімічними реакціями у листі та коренеплодах моркви посівної виявлено фенольні сполуки, зокрема флавоноїди і таніни, речовини глікозидної природи, полісахариди, амінокислоти, стероїдні сполуки.

За допомогою ПХ та ТШХ у листі та коренеплодах моркви ідентифіковано вуглеводи (глюкозу, фруктозу, ксилозу, арабінозу, рамнозу), вільні амінокислоти (аспарагін, серин, треонін, глютамінову кислоту, тирозин, валін, метіонін, триптофан, фенілаланін, лейцин), органічні кислоти (винну, лимонну, яблучну, бурштинову, щавлеву, хлорогенову, кофейну та ферулову кислоти), флавоноїди (гіперозид, лютеолін, кверцетин, рутин, цинарозид), пігменти (β -каротин, лютеїн, хлорофіл а та хлорофіл b).

Кількісний вміст фенольних сполук визначали спектрофотометричним методом. Вміст суми поліфенольних сполук у перерахунку на галову кислоту був вищим у підземних органах моркви посівної та склав 8,34 % та 8,54 % у коренеплодах сортів Яскрава та Нантська харківська відповідно. Вміст гідроксикоричних кислот у досліджуваній сировині був майже однаковим: 3,09 % та 4,65 % у листі сортів Яскрава та Нантська харківська, 3,95 % та

3,79 % у коренеплодах сортів Яскрава та Нантська харківська відповідно. Кількісний вміст флавоноїдів у листі моркви був дещо вищим, ніж у коренеплодах.

Дослідження фенольних сполук методом ВЕРХ показало, що хлорогенова кислота домінувала за вмістом у досліджуваних об'єктах (359,50 мг/100 г та 82,90 мг/100 г у листі та коренеплодах сорту Яскрава, 476,90 мг/100 г та 241,20 мг/100 г у листі та коренеплодах сорту Нантська харківська). Неохлорогенова кислота визначена у слідових кількостях.

В результаті гравіметричного визначення вмісту полісахаридів встановлено, що вони переважно накопичувалися у коренеплодах моркви посівної – 16,39 % та 15,44 % у сортах Яскрава та Нантська харківська відповідно. У всіх досліджуваних об'єктах вміст фракції водорозчинних полісахаридів був найбільшим.

Методом ВЕРХ у листі та коренеплодах ідентифіковано глюкозу, фруктозу та сахарозу.

Ідентифікацію карбонових кислот та їх вміст визначали методом ГХ. У сировині моркви виявлено 22 карбонові кислоти аліфатичного та ароматичного ряду. Лимонна, яблучна, маленова та фумарова кислоти превалювали за вмістом у досліджуваній сировині. Вміст суми вільних органічних кислот визначали титриметричним методом, у листі сорту Яскрава він склав 5,48 %, у коренеплодах цього сорту – 5,35 %, у листі сорту Нантська харківська – 5,41 %, у коренеплодах цього сорту – 4,95 %.

Методом ГХ проаналізовано склад жирних кислот ліпофільних фракцій моркви посівної. У досліджуваних об'єктах вміст ненасичених аліфатичних кислот був більше 70,00 % від загальної кількості ідентифікованих кислот. Коренеплоди моркви сортів Яскрава та Нантська харківська переважно накопичували лінолеву кислоту (64,90 % та 61,24 %), а листя цих сортів – лінолеву (35,63 % та 34,50 %) та ліноленову (23,55 % та 24,83 %) кислоти відповідно.

Леткі сполуки досліджували методом ГХ. Найбільш різноманітний компонентний склад леткої фракції визначено у підземних органах моркви посівної – 40 та 31 сполука у коренеплодах сортів Нантська харківська та Яскрава. У леткій фракції листя моркви сорту Нантська харківська ідентифіковано 21 речовину, сорту Яскрава – 27 речовин. Каріофілен оксид та каріофілен домінували за вмістом у досліджуваній сировині моркви посівної.

Дослідження речовин стероїдної природи проводили методом ГХ. У досліджуваній сировині у найбільшій кількості було визначено β -ситостерол, вміст якого склав 12429,00 мг/кг та 769,00 мг/кг у листі та коренеплодах сорту Нантська харківська, 882,00 мг/кг та 720,00 мг/кг у листі та коренеплодах сорту Яскрава. Спектрофотометричним методом визначено вміст суми стероїдних сполук у сировині моркви посівної, який у підземних органах був у 2 рази вищим, ніж у надземних – 0,29 % та 0,26 % у коренеплодах сортів Нантська харківська та Яскрава, 0,14 % та 0,11 % у листі сортів Нантська харківська та Яскрава відповідно.

Кількісний вміст суми вільних амінокислот визначали спектрофотометричним методом. Найбільший вміст даної групи БАР визначено у листі та коренеплодах моркви сорту Яскрава – 0,85 % та 0,84 % відповідно.

Склад макро- та мікроелементів у сировині моркви посівної визначали методом атомно-абсорбційної спектроскопії. Калій, натрій та кальцій визначені у найбільшій кількості у досліджуваній сировині. Вміст важких металів знаходився в межах гранично допустимих концентрацій для сировини та харчових продуктів.

Кількісний вміст хлорофілів та каротиноїдів, визначений спектрофотометричним методом, у листі моркви сорту Яскрава склав 4,38 мг/г та 0,30 мг/г, у листі сорту Нантська харківська – 3,02 мг/г та 0,28 мг/г, у коренеплодах сорту Яскрава – 0,16 мг/г та 0,04 мг/г, у коренеплодах сорту Нантська харківська – 0,15 мг/г та 0,06 мг/г відповідно.

Для досліджуваної сировини визначено втрату в масі при висушуванні, вміст золи загальної та екстрактивних речовин. Найбільшу кількість екстрактивних речовин з листя моркви сортів Яскрава та Нантська харківська вилучав 60 % етанол (39,32 % та 38,01 %), з коренеплодів сортів Яскрава та Нантська харківська – 80 % етанол (39,50 % та 38,96 % відповідно).

Проведено скринінг антимікробної активності настоек листя та коренеплодів моркви посівної, одержаних екстракцією 40 %, 60 % та 80 % етанолом, відносно штамів *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*. Найбільші зони затримки росту мікроорганізмів показали моркви посівної коренеплодів 80 % настоек.

Спираючись на результати проведеного фітохімічного вивчення листя та коренеплодів моркви посівної, скринінгового дослідження антимікробної дії настоек з сировини моркви посівної та враховуючи фітомасу досліджуваної сировини, коренеплоди вибрано для подальшої стандартизації та одержання лікарських рослинних засобів.

Для стандартизації сировини визначено морфолого-анатомічні ознаки коренеплодів моркви.

Запропоновано параметри стандартизації моркви посівної коренеплодів: макро- та мікроскопічні ознаки; ідентифікація та кількісний вміст гідроксикоричних кислот, поліфенольних та стероїдних сполук; втрата в масі при висушуванні та вміст золи загальної.

Визначено оптимальні параметри екстракції та одержано моркви посівної коренеплодів екстракт густий.

Методом ТШХ в екстракті ідентифіковано гідроксикоричні кислоти (хлорогенову, кофейну, ферулову), флавоноїди (лютеолін, кверцетин, гіперозид, рутин, цинарозид) та стероїдні сполуки.

Дослідження карбонових кислот, речовин легкої фракції, стероїдних сполук та токоферолів в одержаному екстракті проведено методом ГХ. Ідентифіковано та визначено вміст 29 карбонових кислот, 39 компонентів

леткої фракції, 4 сполук стероїдної природи та 2 токоферолів. Слід відзначити значний вміст в екстракті яблучної (8615,08 мг/г), лимонної (2925,96 мг/г), щавлевої (2422,58 мг/г), лінолевої (2370,84 мг/г) та міристинової (2075,79 мг/г) кислот, сквалену (93,94 мг/г) та α -токоферолу (43,63 мг/г).

Методом ВЕРХ ідентифіковано хлорогенову та кофейну кислоти, а також лютеолін, вміст яких у густому екстракті склав 371,40 мг/100 г, 49,30 мг/100 г та 41,09 мг/100 г відповідно.

Спектрофотометричним методом визначено вміст в екстракті поліфенольних сполук, гідроксикоричних кислот, флавоноїдів та стероїдних сполук, який склав 15,28 %, 7,30 %, 1,93 % та 0,57 % відповідно.

Встановлено, що в моркви посівної коренеплодів екстракті густому вміст важких металів знаходився в межах гранично допустимих концентрацій для екстрактів відповідно до вимог ДФУ.

Для моркви посівної коренеплодів екстракту густого визначено гостру токсичність. Згідно з токсикологічною класифікацією речовин К. К. Сидорова одержаний екстракт при внутрішньошлунковому введенні належить до V класу токсичності – практично нешкідливі речовини.

Фармакологічними дослідженнями виявлено помірну протизапальну та антиексудативну, мембранопротекторну та антиоксидантну активність одержаного екстракту. Встановлено, що моркви посівної коренеплодів екстракт пригнічує ріст *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa* та *Candida albicans*, що підтверджено патентом України на корисну модель № 120675 від 10.11.2017 р. «Засіб з антибактеріальною та протигрибковою активністю з моркви посівної».

Стандартизацію екстракту запропоновано проводити за такими параметрами: опис, ідентифікація та кількісний вміст поліфенольних сполук, гідроксикоричних кислот та стероїдних сполук, сухий залишок.

Новизна роботи полягає в тому, що вперше проведено комплексне порівняльне фармакогностичне дослідження моркви посівної листя та коренеплодів сортів Яскрава та Нантська харківська. У досліджуваній сировині виявлено речовини глікозидної природи, полісахариди, амінокислоти, таніни, флавоноїди, речовини стероїдної природи, карбонові кислоти, леткі сполуки, хлорофіли, каротиноїди, макро- та мікроелементи.

Вперше для надземних та підземних органів моркви посівної сортів Яскрава та Нантська харківська визначено кількісний вміст компонентів легкої фракції, речовин стероїдної природи, карбонових кислот, у тому числі жирних (аліфатичних насичених та ненасичених монокарбонових) кислот, макро- та мікроелементів, хлорофілів, каротиноїдів, амінокислот, вуглеводів та речовин фенольної природи, зокрема поліфенольних сполук, гідроксикоричних кислот та флавоноїдів.

Вперше проведено скринінг антимікробної активності настоек моркви посівної коренеплодів сортів Яскрава та Нантська харківська.

Запропоновано параметри стандартизації моркви посівної коренеплодів. Одержано та стандартизовано моркви посівної коренеплодів екстракт густий, для якого встановлено протизапальну, мембранопротекторну, антиоксидантну та протимікробну активність.

Розроблено проекти МКЯ «Моркви посівної коренеплоди» та «Моркви посівної коренеплодів екстракт густий».

Результати досліджень впроваджено в науково-дослідну роботу споріднених кафедр вищих навчальних закладів України.

Ключові слова: морква посівна, фармакогностичне вивчення, біологічно активні речовини, густий екстракт, протизапальна активність, мембранопротекторна активність, антиоксидантна активність, антимікробна активність.

Список публікацій здобувача

1. Вивчення елементного складу сировини моркви посівної сортів «Яскрава» та «Нантська харківська» / Д.-М. В. Пазюк, І. О. Журавель, О. А. Кисличенко, Н. Є. Бурда. Збірник наукових праць співробітників НМАПО імені П. Л. Шупика. 2017. Вип. 28. С. 93–98 (Особистий внесок – брала участь у пробопідготовці зразків сировини, в узагальненні одержаних результатів, написанні статті).
2. Вивчення жирнокислотного складу сировини моркви посівної «Яскрава» та «Нантська харківська» / Д.-М. В. Пазюк, І. О. Журавель, О. А. Кисличенко, Н. Є. Бурда. Фітотерапія. Часопис. 2016. № 4. С. 21–23 (Особистий внесок – брала участь у пробопідготовці зразків сировини, в обробці результатів, написанні статті).
3. Вивчення летких фракцій сировини моркви посівної сортів «Яскрава» та «Нантська харківська» / Д.-М. В. Пазюк, І. О. Журавель, О. А. Кисличенко, Н. Є. Бурда. ScienceRise: Pharmaceutical Science. 2017. № 3 (7). Р. 29–33 (Особистий внесок – брала участь у пробопідготовці зразків сировини, здійснювала обробку та узагальнення одержаних результатів, підготовку статті).
4. Вивчення стероїдних сполук у сировині моркви посівної сортів «Яскрава» та «Нантська харківська» / Д.-М. В. Пазюк, І. О. Журавель, О. А. Кисличенко, Н. Є. Бурда. Фітотерапія. Часопис. 2017. № 1. С. 31–33 (Особистий внесок – брала участь у пробопідготовці зразків сировини та написанні статті).
5. HPLC determination of phenolic acids in the underground part of carrots of «Nantska Kharkivska» and «Yaskrava» varieties / D.-M. V. Pazyuk, M. F. Dababneh, I. A. Zhuravel, A. A. Kyslychenko, N. Ye. Burda, S. I. Korniyenko, E. N. Mogilnaya. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2017. Vol. 8 (2). P. 1833–1836 (Особистий внесок – брала участь у пробопідготовці зразків сировини до аналізу та написанні статті).
6. Пазюк Д.-М. В., Журавель І. О., Кисличенко О. А., Горяча Л. М. Засіб з антибактеріальною та протигрибковою активністю з моркви посівної: пат: 120675 Україна. № и 2017 05682; заявл. 09.06.2017; опубл. 10.11.2017,

Бюл. № 21 (Особистий внесок – приймала участь в патентному пошуку, одержанні засобу та в оформленні патенту).

7. Вивчення ліпофільних фракцій з коренеплодів моркви посівної сортів «Яскрава» та «Нантська харківська» / Д.-М. В. Пазюк, І. О. Журавель, О. А. Кисличенко, Н. Є. Бурда. *Ліки – людині. Сучасні проблеми фармакотерапії і призначення лікарських засобів*: матеріали I міжнар. наук.-практ. конф. м. Харків, 30-31 березня 2017 р. Том 2. Х., 2017. С. 253.

8. Дослідження полісахаридних фракцій коренеплодів моркви посівної сорту «Яскрава» / Д.-М. В. Пазюк, О. А. Кисличенко, Л. М. Горяча, І. О. Журавель. *Технологічні та біофармацевтичні аспекти створення лікарських препаратів різної направленості дії*: матеріали III міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. м. Харків, 14-15 листопада 2017 р. Х. : Вид-во НФаУ, 2017. С. 142.

9. Пазюк Д.-М. В., Кисличенко О. А., Журавель І. О. Дослідження кількісного вмісту гідроксикоричних кислот в траві та коренеплодах моркви посівної сорту «Яскрава» та сорту «Нантська харківська». *Медичні науки: напрямки та тенденції розвитку в Україні та світі*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Одеса, 16-17 червня 2017 р. Одеса, 2017. С. 18-19.

10. Пазюк Д.-М. В. Идентификация фенольных соединений в надземной части моркови посевной сорта «Яскрава» методом ВЭЖХ. *Актуальные вопросы современной медицины и фармации*: материалы 69-й итоговой научн.-практич. конф. студ. и мол. ученых г. Витебск, 19-20 апреля 2017 г. Витебск, 2017. С. 657-658.

11. Пазюк Д.-М. В. Изучение фенольных соединений в надземной части моркови посевной сорта «Нантская харьковская». *Актуальные проблемы современной медицины и фармации*: материалы LXXI междунар. научн.-практич. конф. студ. и мол. ученых, г. Минск 17-19 апреля 2017 г. Минск, 2017. С. 1550.

12. Пазюк Д.-М. В., Вельма В. В., Журавель І. О. Фітохімічне вивчення підземних органів моркви посівної. *Фармація XXI століття*:

тенденції та перспективи: матеріали VIII Національного з'їзду фармацевтів України, м. Харків, 13-16 вересня 2016 р. Том 1. Х., 2016. С. 126.

13. Пазюк Д.-М. В., Бурда Н. Є. Визначення кількісного вмісту суми органічних кислот у сировині моркви посівної сортів «Яскрава» та «Нантська харківська». *Перший крок в науку – 2017: матеріали XIV міжнар. наук. конф. студ. та мол. вчених, м. Вінниця, 26-28 квітня 2017 р. Вінниця, 2017. С. 527.*

14. Пазюк Д.-М. В. Идентификация фенольных кислот в надземной части моркови посевной сорта «Яскравая». *Наука и медицина: современный взгляд молодежи: материалы IV междунар. научн.-практ. конф. студ. и мол. ученых, г. Алматы, 20-21 апреля 2017 г. Алматы, 2017. С. 266-267.*

15. Standardization parameters of the plant material of some food crops / I. G. Gurieva, A. I. Fedosov, D.-M. V. Paziuk, I. O. Zhuravel. *International conference on science and society: Biopiracy and phytomedicine, Mainz. 24-28 july, 2017. Mainz, 2017. P. 86.*

16. Ідентифікація фенольних сполук моркви посівної коренеплодів екстракту густого / О. А. Кисличенко, Д.-М. В. Пазюк, Л. М. Горяча, І. О. Журавель. *Relevant issues of modern medicine: the experience of Poland and Ukraine: International research and practice conference, Lublin, 20-21 October 2017. Lublin, 2017. С. 111-112.*

17. Обґрунтування вибору екстрагенту для одержання моркви посівної коренеплодів екстракту / Д.-М. В. Пазюк, І. О. Журавель, Л. М. Горяча, О. А. Кисличенко *Промислова фармація: етапи становлення та майбутнє: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 29-30 вересня 2017 р. Харків, 2017. С. 97-98.*

18. Анатомічні ознаки коренеплодів моркви посівної / Д.-М. В. Пазюк, У. В. Гриненко, О. А. Кисличенко, І. О. Журавель. Інформаційний лист № 160-2017, Вип. № 14. Укрмедпатентінформ «Фармація», 2017. 3 с.

ANNOTATION

Rokun D.-M. V. Pharmacognostic study of carrot (*Daucus carota* L. var. *sativus*). – Qualification scientific work with the manuscript copyright.

A thesis for a Candidate of Pharmaceutical Sciences degree in speciality 15.00.02 “Pharmaceutical chemistry and pharmacognosy” – National University of Pharmacy, Ministry of Health of Ukraine, Kharkiv, 2018.

The thesis is devoted to the complex pharmacognostic study of carrot leaves and taproots, obtaining medicinal herbal products, quality control methods’ development for the medicinal plant material and the obtained medicinal herbal product.

The carrot cultivars of Ukrainian selection – Yaskrava and Nantska Kharkivska, which are widely cultivated in Ukraine, were chosen for the research.

Chemical tests allowed determining phenolic compounds, in particular flavonoids and tannins, compounds of glycoside nature, polysaccharides, amino acids, steroidal compounds in carrot leaves and taproots.

Using PC and TLC carbohydrates (glucose, fructose, xylose, arabinose, rhamnose), free amino acids (asparagine, serine, treonine, glutamic acid, tyrosine, valine, methionine, tryptophan, phenylalanine, leucine), organic acids (tartaric, citric, malic, succinic, oxalic, chlorogenic, caffeic and ferulic acids), flavonoids (Hyperoside, luteolin, quercetin, rutin, cynaroside), pigments (β -carotene, lutein, chlorophyll a and chlorophyll b) were identified in carrot leaves and taproots.

Quantitative content of phenolic compounds was determined spectrophotometrically. The content of polyphenols in terms of gallic acid was higher in the underground organs of carrots and comprised 8,34 % and 8,54 % in carrot taproots of Yaskrava and Nantska Kharkivska cultivars respectively. The content of hydroxycinnamic acids in the studied plant material was almost equal: 3,09 % and 4,65 % in carrot leaves of Yaskrava and Nantska Kharkivska cultivars, and 3,95 % and 3,79 % in carrot taproots of Yaskrava and Nantska Kharkivska

cultivars. The content of flavonoids in carrot leaves was slightly higher than in taproots.

The study of phenolic compounds by HPLC method showed that chlorogenic acid dominated by quantity in the object studied (359,50 mg/100 g and 82,90 mg/100 g in carrot leaves and taproots of Yaskrava cultivar, 476,90 mg/100 g and 241,20 mg/100 g in carrot leaves and taproots of Nantska Kharkivska cultivar). Neochlorogenic acid was found in minor quantities.

As a result of gravimetric study of polysaccharides' content it was determined that they mainly accumulated in carrot taproots – 16,39 % and 15,44 % in Yaskrava and Nantska Kharkivska cultivars respectively. The content of water-soluble polysaccharides' fraction was the highest in all studied types of plant material.

Glucose, fructose and sucrose were identified in the leaves and taproots by HPLC method.

Identification of carboxylic acids was carried out by GC method. 22 aliphatic and aromatic carboxylic acids were found in carrot plant material. Citric, malic, malonic and fumaric acids prevailed by quantity in the studied plant material. The content of the sum of free organic acids was determined titrimetrically, which comprised 5,48 % in carrot leaves of Yaskrava cultivar, 5,35 % in the taproots of this cultivar, 5,41 % in carrot leaves of Nantska Kharkivska cultivar, and 4,95 % in the roots of this cultivar.

The fatty acid composition of carrot lipophylic fractions was analyzed by GC method. The content of unsaturated aliphatic acids comprised over 70,00 % from the total amount of identified acids in the studied objects. Carrot taproots of Yaskrava and Nantska Kharkivska cultivars mainly accumulated linoleic acid (64,90 % and 61,24 %), while the leaves of these cultivars – linoleic (35,63 % and 34,50 %) and linolenic (23,55 % and 24,83 %) acids respectively.

Volatile compounds were studied using GC method. The most diverse component composition of volatile fraction was determined in carrot underground organs – 40 and 31 compounds in the taproots of Yaskrava and Nantska

Kharkivska cultivars. 21 compound was identified in the volatile fraction of carrot leaves of Nantska Kharkivska cultivar, and 27 compounds – in the Yaskrava cultivar. Caryophyllene oxide and caryophyllene dominated by the content in the studied types of carrot plant material.

Steroidal compounds were studied by GC method. β -sitosterol was found in the greatest amount in the studied plant material, the content of which comprised 12429,00 mg/kg and 769,00 mg/kg in carrot leaves and roots of Nantska Kharkivska cultivar, and 882,00 mg/kg and 720,00 mg/kg in carrot leaves and roots of Yaskrava cultivar. The content of the sum of steroidal compounds in carrot plant material was determined spectrophotometrically, and was twice as high in the underground organs as in the aerial part – 0,29 % and 0,26 % in the taproots of Nantska Kharkivska and Yaskrava cultivars, and 0,14 % and 0,11 % in the leaves of Nantska Kharkivska and Yaskrava cultivars respectively.

The quantitative content of the sum of free amino acids was determined spectrophotometrically. The highest quantity of this class of BAC was determined in the leaves and taproots of Yaskrava cultivar – 0,85 % and 0,84 % respectively.

The composition of macro- and microelements in carrot plant material was determined by atomic-absorption spectroscopy. Potassium, sodium and calcium were found in the highest quantity in the studied plant material. The content of heavy metals was within the limits of maximum permissible concentration for plant material and food products.

The quantitative content of chlorophylls and carotenoids, determined spectrophotometrically, comprised 4,38 mg/g and 0,30 mg/g in carrot leaves of Yaskrava cultivar, 3,02 mg/g and 0,28 mg/g – in carrot leaves of Nantska Kharkivska cultivar, 0,16 mg/g and 0,04 mg/g – in the taproots of Yaskrava cultivar, and 0,15 mg/g and 0,06 mg/g – in the taproots of Nantska Kharkivska cultivar respectively.

The weight loss on drying, content of total ash and extractable matter were determined for the studied plant material. The highest quantity of extractable matter from carrot leaves of Yaskrava and Nantska Kharkivska cultivars was

obtained by 60 % ethanol (39,32 % and 38,01 %), and from the taproots of Yaskrava and Nantska Kharkivska cultivars – by 80 % ethanol (39,50 % and 38,96 % respectively).

The screening of antibacterial activity of carrot leaves and taproots tinctures obtained by extraction with 40 %, 60 % and 80 % ethanol towards *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* strains was carried out. The largest microorganism inhibition zones were observed in 80% tincture of carrot taproots.

Based on the results of phytochemical study of carrot leaves and taproots, screening research on the antimicrobial activity of the tinctures from carrot plant material, and also taking into account the phytomass of the studied plant material, the taproots were chosen for further standardization and obtaining medicinal herbal products.

Morphological and anatomical features of carrot taproots were studied for the further plant material standardization.

The following standardization parameters of carrot taproots were suggested: macro- and microscopical features; identification and quantitative content of hydroxycinnamic acids, polyphenolic and steroidal compounds; weight loss on drying and total ash.

The optimal extraction parameters were determined, and carrot taproot thick extract was obtained.

Hydroxycinnamic acids (chlorogenic, caffeic, ferulic), flavonoids (luteolin, quercetin, hyperoside, rutin, cynaroside) and steroidal compounds were identified in the extract by TLC method.

The study of carboxylic acids, compounds of volatile fraction, steroidal compounds and tocopherols in the obtained extract was carried out using GC method. 29 carboxylic acids, 39 components of volatile fraction, 4 compounds of steroidal nature and 2 tocopherols were identified and their content was determined. The high amount of malic (8615,08 mg/g), citric (2925,96 mg/g),

oxalic (2422,58 mg/g), linoleic (2370,84 mg/g) and myristic (2075,79 mg/g) acids, squalene (93,94 mg/g) and α -tocopherol (43,63 mg/g) is worth mentioning.

Chlorogenic and caffeic acids, as well as luteolin were identified by HPLC method, the content of which comprised 371,40 mg/100 g, 49,30 mg/100 g and 41,09 mg/100 g respectively in the thick extract.

The content of polyphenolic compounds, hydroxycinnamic acids, flavonoids and steroidal compounds in the extract, which comprised 15,28 %, 7,30 %, 1,93 % and 0,57 % respectively, was determined spectrophotometrically.

The content of heavy metals in the carrot taproots thick extract was within the limits of maximum permissible concentration for extracts in accordance with the SPU requirements.

Acute toxicity for the carrot taproots thick extract was determined. According to the toxicological classification by K.K.Sydorov the obtained extract at intragastric injection belongs to the Vth toxicity class – almost harmless compounds.

Pharmacological research revealed moderate anti-inflammatory and antiexudative, membrane protective and antioxidant activity of the obtained extract. The carrot taproot thick extract was determined to inhibit growth of *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Candida albicans*, which is acknowledged by the patent of Ukraine for utility model №120675 of 10.11.2017 «A product with antibacterial and antifungal activity from carrot».

Standardization of the extract is suggested to be carried out by the following parameters: description, identification and quantitative content of polyphenolic compounds, hydroxycinnamic acids and steroidal compounds, dry residue.

The novelty of the work is in the complex comparative pharmacognostic study of carrot leaves and taproots of Yaskrava and Nantska Kharkivska cultivars, which was carried out for the first time. Compounds of glycoside nature, polysaccharides, amino acids, tannins, flavonoids, compounds of steroidal nature,

carboxylic acids, volatile compounds, chlorophylls, carotenoids, macro- and microelements were identified in the plant material studied.

The quantitative content of components of volatile fraction, compounds of steroidal nature, carboxylic acids, including fatty (aliphatic saturated and unsaturated monocarboxylic) acids, macro- and microelements, chlorophylls, carotenoids, amino acids, carbohydrates and compounds of phenolic nature, in particular, polyphenolic compounds, hydroxycinnamic acids and flavonoids, was determined for underground and aerial parts of carrot of Yaskrava and Nantska Kharkivska cultivars for the first time.

The screening of antimicrobial activity of carrot taproots of Yaskrava and Nantska Kharkivska cultivars tinctures was carried out for the first time.

The standardization parameters for carrot taproots were suggested. The carrot taproots thick extract was obtained and standardized, for which anti-inflammatory, membrane protective, antioxidant and antimicrobial activity was determined.

The quality control methods «Carrot taproots» and «Carrot taproots thick extract» were developed.

Results of the research were introduced into scientific and research activity of a number of related higher educational institutions of Ukraine.

Key words: carrot, pharmacognostic study, biologically active compounds, thick extract, anti-inflammatory activity, membrane-protective activity, antioxidant activity, antimicrobial activity.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	20
ВСТУП	21
РОЗДІЛ 1 СУЧАСНИЙ СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ МОРКВИ ПОСІВНОЇ	28
1.1 Ботанічна характеристика	28
1.2 Хімічний склад	29
1.3 Використання в медицині	42
Висновки до розділу 1	49
РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТИ, ПРИЛАДИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ, ЯКІ ЗАСТОСОВАНІ В ДОСЛІДЖЕННЯХ	50
2.1 Об'єкти дослідження	51
2.2 Короткі відомості про прилади, методи і реактиви	51
2.3 Дослідження сировини методом паперової хроматографії	52
2.4 Дослідження сировини методом тонкошарової хроматографії	53
2.5 Дослідження сировини методом газової хроматографії	54
2.6 Дослідження сировини методом високоефективної рідинної хроматографії	58
2.7 Дослідження сировини методом спектрофотометрії та атомно-абсорбційної спектроскопії	60
2.8 Дослідження сировини методом титриметрії та гравіметрії	66
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКІСНОГО СКЛАДУ БАР ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ ВМІСТУ У СИРОВИНІ МОРКВИ ПОСІВНОЇ	68
3.1 Попереднє фітохімічне дослідження сировини	68
3.2 Дослідження сировини методом паперової	69

	хроматографії	
3.3	Дослідження сировини методом тонкошарової хроматографії	71
3.4	Дослідження сировини методом газової хроматографії	73
3.5	Дослідження сировини методом високоефективної рідинної хроматографії	93
3.6	Дослідження сировини методом спектрофотометрії та атомно-абсорбційної спектроскопії	98
3.7	Дослідження сировини методом титриметрії та гравіметрії	105
	Висновки до розділу 3	111
РОЗДІЛ 4	СТАНДАРТИЗАЦІЯ СИРОВИНИ МОРКВИ ПОСІВНОЇ ТА ЛІКАРСЬКОГО РОСЛИННОГО ЗАСОБУ НА ЇЇ ОСНОВІ	116
4.1	Скринінг протимікробних властивостей моркви посівної настоек	116
4.2	Стандартизація моркви посівної коренеплодів	118
4.3	Одержання моркви посівної коренеплодів екстракту густого	129
4.4	Дослідження хімічного складу моркви посівної коренеплодів екстракту густого	133
4.4.1	Дослідження екстракту методом тонкошарової хроматографії	133
4.4.2	Дослідження екстракту методом газової хроматографії	133
4.4.3	Дослідження екстракту методом високоефективної рідинної хроматографії	140
4.4.4	Дослідження екстракту методом спектрофотометрії та атомно-абсорбційної спектроскопії	140
4.5	Обговорення результатів вивчення фармакологічної активності	141

		19
4.5.1	Результати визначення гострої токсичності екстракту	141
4.5.2	Результати вивчення протизапальної активності екстракту	143
4.5.3	Результати вивчення антиоксидантної та гепатопротекторної активності екстракту	144
4.5.4	Результати вивчення протимікробної активності	150
4.6	Стандартизація моркви посівної коренеплодів екстракту густого	150
	Висновки до розділу 4	160
	ВИСНОВКИ	163
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	166
	ДОДАТКИ	183

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АЛАТ – аланінамінотрансфераза;

АсАТ – аспартатамінотрансфераза;

БАР – біологічно активні речовини;

ВЕРХ – високоефективна рідинна хроматографія;

ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я;

ВРПС – водорозчинні полісахариди;

ГХ – газова хроматографія;

ГЦ – геміцелюлоза;

ДФУ – Державна фармакопея України;

МКЯ – методи контролю якості;

ПР – пектинові речовини;

ПХ – паперова хроматографія;

ТБК-АП – вторинні продукти перекисного окиснення ліпідів, які здатні взаємодіяти з 2-тіобарбітуровою кислотою;

ТШХ – тонкошарова хроматографія;

ФСЗ – фармакопейний стандартний зразок;

ЦП – церулоплазмін.

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження

В останні роки спостерігається тенденція до вивчення лікарських рослин, які мають промислові запаси та здавна використовуються в народній медицині.

Перспективним джерелом для одержання нових лікарських засобів рослинного походження є відходи сільськогосподарських культур.

Нашу увагу привернула морква посівна – відома овочева культура, яка широко культивується сільськогосподарськими підприємствами та на присадибних ділянках. Станом на 2017 рік у Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні, зареєстровано 135 сортів моркви посівної.

Народною медициною різних країн світу моркву посівну рекомендовано при патологіях сечостатевої, ендокринної, травної, дихальної систем організму.

Закордонними дослідженнями вивчено компонентний склад ефірної олії листя та насіння моркви дикої (Ksourî A. et al., 2015) та ефірної олії коренеплодів моркви посівної, що культивована у Єгипті (Khalil N. et al., 2015), ідентифіковано антоціани у коренеплодах чорної моркви (Kammerer D. et al., 2003), одержано 95 % етанольний екстракт коренів моркви посівної та визначено в ньому вміст фенольних сполук (Kulkarni S. P., 2017), виділено глікозиди кумаринів із надземної частини моркви, для яких виявлено гіпотензивну активність (Gilani A. H. et al., 2000), ідентифіковано каротиноїди та визначено їх вміст у коренеплодах моркви посівної (Milicua J. C. G. et al., 1991), досліджено похідні вуглеводів у коренеплодах моркви посівної (Soria A. C. et al., 2009).

У результаті фармакологічних досліджень встановлено антиоксидантну та протимікробну активність метанольного та ацетонового екстрактів шкірки коренеплодів моркви посівної (John S. et al., 2017), гіпохолестеринемічну

активність метанольного екстракту насіння моркви дикої (Pouraboli I. et al., 2015), протипухлинну активність етанольного екстракту моркви посівної (Mladenović J. et al., 2015), нефропротекторну активність етанольного екстракту коренеплодів моркви посівної (Sodimbaku V. et al., 2016).

Горлачовою В. І. (2016) та Ткачук О. Ю. (2017) захищено кандидатські дисертації, присвячені технології одержання лікарських засобів на основі насіння моркви дикої.

На теперішній час моркви дикої плоди входять до фармакопеї Народної Республіки Китай, моркви дикої трава – до Британської трав'яної фармакопеї. Сировина моркви посівної є нефармакопейною.

Недостатньо вивчений хімічний склад, потенційна різноманітна фармакологічна активність, забезпечена сировинна база створюють підставу для фармакогностичного дослідження моркви посівної для встановлення перспективи її використання як джерела лікарських рослинних засобів. Нашу увагу привернули сорти вітчизняної селекції, які широко культивуються в Україні та характеризуються високою врожайністю, гарними смаковими якостями та стійкістю до захворювань.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами

Дисертаційна робота виконана у відповідності з планом проблемної комісії «Фармація» МОЗ та НАМН України і є фрагментом комплексної науково – дослідної роботи Національного фармацевтичного університету «Фармакогностичне дослідження лікарської рослинної сировини та розробка фітотерапевтичних засобів на її основі» (номер державної реєстрації 0114U000946).

Мета і завдання дослідження

Метою роботи було комплексне фармакогностичне дослідження моркви посівної листя та коренеплодів, стандартизація досліджуваної сировини, одержання на її основі лікарських рослинних засобів різної фармакологічної активності та їх стандартизація.

Для досягнення цієї мети були поставлені такі завдання:

- провести аналіз джерел літератури щодо ботанічної характеристики, хімічного складу, використання моркви посівної;
- вивчити якісний склад БАР листя та коренеплодів моркви посівної;
- визначити кількісний вміст різних груп БАР у сировині моркви посівної та обрати перспективну сировину для одержання лікарських рослинних засобів;
- провести визначення показників якості за вимогами ДФУ та розробити проект методів контролю якості на сировину;
- одержати лікарські рослинні засоби на основі сировини моркви посівної, вивчити їх якісний склад, визначити кількісний вміст БАР;
- дослідити фармакологічну активність одержаних лікарських рослинних засобів;
- розробити проект методів контролю якості на лікарські рослинні засоби на основі сировини моркви посівної.

Об'єкт дослідження – комплексне фармакогностичне дослідження моркви посівної листя та коренеплодів, одержаних лікарських рослинних засобів на основі досліджуваної сировини.

Предмет дослідження – виявлення, ідентифікація БАР, визначення їх кількісного вмісту у моркви посівної листі та коренеплодах, стандартизація сировини, одержання на її основі лікарських рослинних засобів, вивчення протимікробної і фармакологічної активності та їх стандартизація

Методи дослідження

Якісний склад та кількісний вміст БАР досліджували з використанням хімічних реакцій, паперової хроматографії (ПХ), тонкошарової хроматографії (ТШХ), газової хроматографії (ГХ) та високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ), атомно-абсорбційної спектроскопії, спектрофотометрії, титриметрії та гравіметрії. Анатомічну будову сировини вивчали за допомогою світлової мікроскопії з фотофіксацією. Визначення

фармакологічної активності проводили на моделях *in vivo* та *in vitro*. Обробку результатів експериментальних досліджень проводили статистичними методами відповідно до вимог ДФУ.

Наукова новизна отриманих результатів

Вперше проведено комплексне порівняльне фармакогностичне дослідження моркви посівної листя та коренеплодів сортів Яскрава та Нантська харківська. У досліджуваній сировині виявлено речовини глікозидної природи, полісахариди, амінокислоти, таніни, флавоноїди, речовини стероїдної природи, карбонові кислоти, леткі сполуки, хлорофіли, каротиноїди, макро- та мікроелементи.

Вперше для надземних та підземних органів моркви посівної сортів Яскрава та Нантська харківська визначено кількісний вміст компонентів легкої фракції, речовин стероїдної природи, карбонових кислот, у тому числі жирних (аліфатичних насичених та ненасичених монокарбонових) кислот, макро- та мікроелементів, хлорофілів, каротиноїдів, амінокислот, вуглеводів та речовин фенольної природи, зокрема поліфенольних сполук, гідроксикоричних кислот та флавоноїдів.

Вперше проведено скринінг антимікробної активності настоек моркви посівної коренеплодів сортів Яскрава та Нантська харківська.

Проведено стандартизацію моркви посівної коренеплодів відповідно до вимог ДФУ, одержано та стандартизовано моркви посівної коренеплодів екстракт густий, визначено вміст БАР в ньому, досліджено протизапальну, мембранопротекторну, антиоксидантну та протимікробну активність.

Новизна проведених досліджень підтверджена патентом України на корисну модель № 120675 від 10.11.2017 «Засіб з антибактеріальною та протигрибковою активністю з моркви посівної».

Практичне значення отриманих результатів

На підставі проведених фітохімічних досліджень розроблено проекти МКЯ «Моркви посівної коренеплоди» та «Моркви посівної коренеплодів екстракт густий».

За результатами вивчення морфолого-анатомічних ознак моркви посівної розроблено та впроваджено в галузі охорони здоров'я інформаційний лист № 160-2017 «Анатомічні ознаки коренеплодів моркви посівної» МОЗ України.

Дані проведених досліджень впроваджено у науково-дослідну роботу кафедри фармакогнозії та медичної ботаніки ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України»; кафедри фармації Навчально-наукового інституту післядипломної освіти ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України»; кафедри фармакогнозії та технології ліків Одеського національного медичного університету; кафедри якості, стандартизації та сертифікації ліків ПКСФ Національного фармацевтичного університету; кафедри фармації Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова.

Особистий внесок здобувача

Безпосередньо автором проведено аналіз джерел літератури за темою дисертаційної роботи та узагальнено дані стосовно ботанічної характеристики, хімічного складу та використання в медицині моркви посівної.

Здобувачем виявлено та визначено кількісний вміст БАР у досліджуваній сировині моркви посівної.

Встановлено морфологічні та анатомічні діагностичні ознаки моркви посівної коренеплодів.

Дисертантом одержано моркви посівної коренеплодів екстракт густий із попереднім визначенням оптимальних параметрів процесу. Вивчено якісний склад та визначено вміст БАР в одержаному екстракті.

Розроблено проекти МКЯ «Моркви посівної коренеплоди» та «Моркви посівної коренеплодів екстракт густий».

Наукові роботи опубліковані у співавторстві з Журавель І. О., Кисличенко О. А., Бурдою Н. Є., Гур'євою І. Г., Федосовим А. І.,

Вельмою В. В., Горячою Л. М., Гриненко У. В., Дабабне М. Ф., Корнієнко С. І., Могильною О. М. Співавторами наукових праць є науковий керівник та науковці, спільно з якими проведені дослідження. У наукових працях, опублікованих у співавторстві, дисертанту належить фактичний матеріал і основний творчий доробок.

Апробація результатів дисертації. Основні положення роботи викладено та обговорено на науково-практичних конференціях різного рівня: VIII Національному з'їзді фармацевтів України «Фармація XXI століття: тенденції та перспективи» (Харків, 13–16 вересня 2016 р.); I Міжнародній науково-практичній конференції «Ліки – людині. Сучасні проблеми фармакотерапії і призначення лікарських засобів» (Харків, 30–31 березня 2017 р.); LXXI Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы современной медицины и фармации» (Минск 17–19 апреля 2017 г.); 69-й Итоговой научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Актуальные вопросы современной медицины и фармации» (Витебск, 19–20 апреля 2017 г.); IV Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Наука и медицина: современный взгляд молодежи» (Алматы, 20–21 апреля 2017 г.); XIV Міжнародній науковій конференції студентів та молодих вчених «Перший крок в науку – 2017» (Вінниця, 26–28 квітня 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Медичні науки: напрямки та тенденції розвитку в Україні та світі» (Одеса, 16–17 червня 2017 р.); International conference on science and society «Biopiracy and phytomedicine» (Mainz, 24–28 July, 2017); Міжнародній науково-практичній конференції «Промислова фармація: етапи становлення та майбутнє» (Харків, 29–30 вересня 2017 р.); International research and practice conference «Relevant issues of modern medicine: the experience of Poland and Ukraine» (Lublin, 20–21 October 2017); III Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Технологічні та біофармацевтичні аспекти

створення лікарських препаратів різної направленості дії» (Харків, 14–15 листопада 2017 р.).

Обсяг і структура дисертації

Дисертаційна робота викладена на 190 сторінках машинописного тексту, складається зі вступу, 4 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, додатків. Обсяг основного тексту дисертації складає 146 сторінок друкованого тексту. Робота ілюстрована 31 таблицями та 46 рисунками. Список використаних джерел містить 145 найменувань, з них 76 кирилицею та 69 латиницею.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ МОРКВИ ПОСІВНОЇ

(Огляд літератури)

1.1 Ботанічна характеристика

Морква посівна (*Daucus carota* L. var. *sativus*) – дворічна трав'яниста рослина родини Селерові (*Ariaceae*).

У перший рік утворює розетку перисторозсічених листків та м'ясистий коренеплід червоно-оранжевого, жовтого або білого кольору. На другий рік розвиває квіткові стебла та плоди.

У моркви стрижнева коренева система. Корінь може бути до 1,5-2,0 м, причому основна маса коренів розташована на глибині приблизно 60 см. Коренеплід м'ясистий, веретеноподібний чи усічений. Поверхня коренеплодів з поперечними вузькими, щілиноподібними улоговинками, з яких можуть виходити тонкі, ниткоподібні бокові корені [18, 51].

Маса коренеплодів від 30 до 200 г і більше. Довжина коренеплодів від 3 до 30 см.

Стебло прямостояче, борозенчасте, гіллясте, порожнисте, заввишки 30-100 см, покрите жорсткуватими волосками [51].

Листки моркви першого року життя чергові, черешкові, двічі- або тричіперисторозсічені, трикутні, зібрані в розетку. Нижня частина пластинки листка опушена. Листя рослини другого року життя на розширених у стебла коротких черешках.

Квітки правильні, дрібні, іноді тичинкові. Пелюстки оберненояйцеподібні, білі, рожеві, кремові, рідше фіолетові. Суцвіття – складні багатопроменеві зонтики, промені різної довжини, під час цвітіння зонтики плоскі, опуклі, пізніше – стислі.

Плід яйцеподібний або продовгуватий та складається з 2 напівплодиків. Напівплодики у поперечному розрізі майже напівкруглої форми, з 5

первинними та 4 вторинними ребрами. Первинні ребра ниткоподібні, з 2 рядами злегка зігнутих щетинок, вторинні – з шилоподібними шипами [18, 51].

Цвіте рослина у червні-липні.

Різноманітність насіння – одна з основних причин нерівномірності сходів і розвитку рослин. Найбільш цінними є насіння, зібрані з центральних зонтиків.

Морква посівна широко культивується як овочева культура, яка має безліч сортів, які відрізняються за кольором та формою коренеплодів.

Сорти моркви поділяються на ранньостиглі, середньостиглі і пізньостиглі [32].

У X столітті в історичних рукописах описана морква пурпурного та жовтого кольорів, яка була поширена в Ірані та на півночі Аравії, потім вона стала поширюватися на схід та захід і в середині XV століття була вже відома на Близькому Сході, Китаї, Європі та Північній Африці. На півночі Європи була поширена морква з жовтими коренеплодами доки у XVIII столітті у Нідерландах не з'явилася морква з коренеплодами оранжевого кольору. Сорти моркви з білими та червоними коренеплодами виникли у Китаї приблизно у цей же час, але вони не знайшли широкого поширення на території Європи. На сьогодні морква з оранжевими коренеплодами стала найпопулярнішою на Заході, але фіолетові та жовті коренеплоди моркви досі поширені у деяких районах Турції, Китаю, Індії, а червоні – у Японії [81].

1.2 Хімічний склад

За даними USDA (Міністерства сільського господарства США) коренеплоди моркви на 88 % складаються з води, на 7 % – з вуглеводів, на 3 % – з рослинних волокон, на 1 % – з білку [81].

Дослідники з Індії методом ТШХ встановили наявність у метанольному та етанольному екстрактах шкірки коренеплодів моркви дитерпенів,

стероїдів, флавоноїдів та фенолокіслот, сапоніни були присутні тільки в метанольному екстракті [133].

Вуглеводи. Вміст рослинних волокон варіюється між сортами, а також під час обробки та зберігання коренеплодів моркви. За даними різних джерел коренеплоди моркви містять 2,5-6,5 % рослинних волокон [81].

Нерозчинні волокна складаються переважно з целюлози та геміцелюлози, вміст яких 50-92 % та незначної кількості лігніну (4 %). До складу розчинних волокон входять геміцелюлоза, що ферментується, та пектин, у кількості 8-50 % від загального вмісту волокон [81].

Переважно у коренеплодах моркви зустрічаються прості цукри: сахароза, глюкоза, ксилоза та фруктоза з невеликою кількістю крохмалю [81, 94].

До складу пектину коренеплодів моркви входять арабінани, галактани, арабіногалактани, галактуронани та рамногалактуронани [94].

У коренеплодах моркви дослідниками з Іспанії методом газової хроматографії були виявлені скіло-інозитол (рис. 1.1), седогептулоза (рис. 1.2), міо-інозитол та манітол [140].

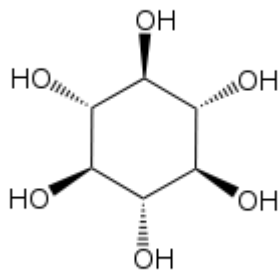


Рис. 1.1 Скіло-інозитол

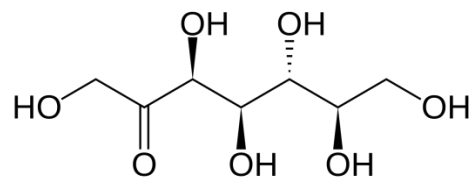


Рис. 1.2 Седогептулоза

Вітаміни. У коренеплодах моркви містяться вітаміни групи В, зокрема, тіамін, рибофлавін, ніацин, фолієва та пантотенова кислоти, а також вітаміни Е та С [81, 84].

Каротиноїди. Каротиноїди відповідають за оранжевий, жовтий та червоний кольори коренеплодів [81].

У коренеплодах моркви ідентифіковано α -, β -, γ - та ζ -каротин, β -зеакаротин, лікопін, лютеїн. Домінуючими сполуками у коренеплодах моркви, які відносяться до каротиноїдів, є α -каротин (13-40 %) та β -каротин (45-80 %) [15, 81, 141]. За даними вчених з Індії, у коренеплодах моркви міститься 4,00 мг/100 г каротиноїдів, з яких на долю β -каротину приходить 92 % (3,92 мг/100 г) [139].

Вміст каротиноїдів у коренеплодах моркви залежить від ряду факторів: сорту, вегетаційного періоду, ґрунту, генетичних факторів [81].

Відомо, що β -каротин гетерогенно розподіляється по коренеплоду моркви різного забарвлення та переважно накопичується у флоемі, менше – у ксилемі [81].

Лікопін – каротиноїд, який надає забарвлення моркві з червоними коренеплодами, в якій також містяться α - та β -каротин, лютеїн [81, 141].

Жовте забарвлення коренеплодів моркви обумовлене, в першу чергу, каротиноїдом лютеїном [141].

Сучасні сорти пурпурової моркви включають коренеплоди темно-фіолетового забарвлення, які часто називають «чорною морквою», а також коренеплоди з фіолетовою флоемою та білою, жовтою або оранжевою ксилемою. Коренеплоди фіолетової моркви з білою серцевиною містять незначну кількість каротину, тоді як з оранжевою – на рівні або навіть більше, ніж звичайні коренеплоди оранжевого кольору [81].

У 1991 р. дослідниками в Іспанії з коренеплодів моркви було виділено каротинопротеїн, який складався з фітоєну (77,8 %), фітофлуєну (6,8 %), ζ -каротину (7,8 %), β -каротину (3,5 %), α -каротину (2,3 %), лютеїну (1,2 %) та епоксиду каротиноїду (0,5 %) [114].

Макро- та мікроелементи. Підземні органи моркви містять калій (320,0 мг/100 г), натрій (69,0 мг/100 г), фосфор (35,0 мг/100 г), кальцій

(33,0 мг/100 г), магній (12,0 мг/100 г), ферум (0,3 мг/100 г), купрум (0,02 мг/100 г), цинк (0,2 мг/100 г) [81, 94].

Відомо, що калій – найпоширеніший елемент у підземних органах моркви та його вміст у коренеплодах оранжевого, жовтого, білого та фіолетового кольорів широко варіюється (від 443,0 мг/100 г до 758,0 мг/100 г у свіжій сировині). Вміст купруму, кальцію та цинку менше змінюється в залежності від сорту моркви. Також слід відмітити, що зі збільшенням вмісту кальцію збільшується і вміст феруму у коренеплодах моркви. У той же час не було виявлено ніякої кореляції між кольором коренеплодів та вмістом мінеральних сполук, але коренеплоди моркви темно-оранжевого кольору накопичують більшу кількість макро- та мікроелементів [81].

У коренеплодах моркви міститься молібден, який дуже рідко зустрічається в овочах [86].

Надземна частина моркви посівної накопичує значну кількість фосфору, натрію, феруму, калію та кальцію, також виявлено манган, магній, селен, цинк та купрум [134].

За даними дослідників з Турції, елементний склад насіння моркви посівної представлений алюмінієм (23,31 мг/кг), кальцієм (164,11 мг/кг), купрумом (0,06 мг/кг), ферумом (8,21 мг/кг), калієм (180,55 мг/кг), магнієм (15,48 мг/кг), манганом (0,40 мг/кг), натрієм (24,35 мг/кг), фосфором (75,40 мг/кг), цинком (0,28 мг/кг) [129].

Органічні кислоти. У коренеплодах моркви містяться бурштинова, гліколева, α -кетоглутарова кислоти [94].

Фенольні сполуки. Серед фенольних кислот у коренеплодах моркви ідентифіковано хлорогенову, кофейну, ферулову, п-бензойну, п-кумарову, коричну кислоти, а також похідні, які утворилися шляхом їх етерифікації з хінною кислотою [81, 141].

Методом ВЕРХ у коренеплодах моркви чорного кольору було ідентифіковано дигідроксибензойну, 3-кофеїлхінну, 4-кофеїлхінну, 5-кофеїлхінну, дикофеїлхінну, 5-п-кумароїлхінну, ферулоїлхінну, 5-

ферулоїлхінну, ферулову, 3,5-дикафеїлхінну, 4,5-дикафеїлхінну, 4-ферулоїл-5-кофеїлхінну, ди-ферулоїлхінну кислоти [116].

Вченими з Вісконсинського університету США вивчено накопичення хлорогенової та кофейної кислот у моркві з фіолетово-жовтим, фіолетово-оранжевим, червоним, темно-червоним, оранжевим, жовтим та білим забарвленням коренеплодів. У всіх досліджуваних зразках превалюючою була хлорогенова кислота. Найбільший вміст гідроксикоричних кислот визначено у коренеплодах фіолетово-жовтої моркви, дещо менший – фіолетово-оранжевої та найменший – жовтої [141].

У моркві з фіолетовими коренеплодами знайдено антоціани: похідні ціанідину, пеларгонідину та пеонідину [81, 117, 141].

У коренеплодах фіолетової моркви виявлено ціанідин-3-ксило-глюко-галактозид, ціанідин-3-ксило-галактозид, ціанідин-3-ксило-глюко-галактозид, ацільований з синапової кислотою, ціанідин-3-ксило-глюко-галактозид, ацільований з кумариною кислотою та ціанідин-3-ксило-глюко-галактозид, ацільований з ферулової кислотою [82, 113].

Методом ВЕРХ у коренеплодах моркви фіолетово-жовтого та фіолетово-оранжевого кольору ідентифіковано ціанідин-3-(2"-ксило-6-глюко-галактозид), ціанідин-3-(2"-ксило-галактозид), ціанідин-3-(2"-ксило-6"-синапоїл-глюко-галактозид), ціанідин-3-(2"-ксило-6"-(4-кумароїл)-глюко-галактозид), ціанідин-3-(2"-ксило-6"-ферулоїл-глюко-галактозид). Загальний вміст ідентифікованих антоціанів у досліджуваних коренеплодах моркви був майже однаковим, але у коренеплодах фіолетово-жовтого кольору за вмістом домінували ціанідин-3-(2"-ксило-6"-ферулоїл-глюко-галактозид) та ціанідин-3-(2"-ксило-галактозид), а у коренеплодах фіолетово-оранжевого кольору – ціанідин-3-(2"-ксило-6"-синапоїл-глюко-галактозид) [141].

У дослідженні, проведеному спільно вченими з Італії та Норвегії, встановлено, що компонентний склад антоціанів коренеплодів «чорної» моркви представлений ціанідин-3-(6-(6-(ферулоїл)-глюко)-2-ксило-галактозидом, ціанідин-3-(6-(6-(синапоїл)-глюко)-2-ксило-галактозидом,

ціанідин-3-2-ксило-галактозидом, ціанідин-3-(6-глюко)-2-ксило-галактозидом, ціанідин-3-(6-(6-(п-кумароїл)-глюко)-2-ксило-галактозидом [136].

Kulkarni С. Р. було одержано екстракт з порошку коренеплодів моркви шляхом обробки сировини петролейним етером, а потім екстракцією 96 % етанолом. Вміст фенольних сполук в одержаному екстракті склав 58 мг/г. Також в ньому ідентифіковано терпеноїди та відновні цукри [120].

Серед флавоноїдів в моркві ідентифіковано апігенін, лютеолін, хризин (5,7-дигідроксифлавоон) (рис. 1.3), кемпферол, кверцетин та їх глікозиди [79, 123]. Kritika K.R. та Basu V.D. повідомили про присутність у коренеплодах моркви апігенін-4-О-β-глюкозиду та апігенін-7-О-β-галактопіранозил-β-D-манопіранозиду [124]. Вченими з Єгипту у моркві посівній виявлено лютеолін-6,8-ди-С-α-L-дирамнопіранозид, лютеолін-7-О-β-D-манопіранозид-4'-О-β-D-глюкопіранозид, діосметин-6,8-ди-С-α-L-рамнопіранозид, діосметин-6-С-α-L-рамнопіранозид, лютеолін-7-О-β-D-манопіранозид, лютеолін-8-С-α-L-арабінопіранозид, хризоеріол-7-О-β-D-арабінопіранозид, хризоеріол-7-О-β-D-глюкопіранозид [138].

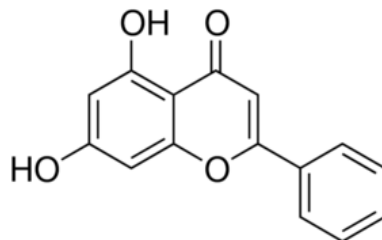


Рис. 1.3 Хризин

У 50% етанольній витяжці з плодів моркви посівної встановлено наявність агліконів (лютеоліну, апігеніну, діосметину, 5-гідроксифлавоону, 5-гідрокси-2',6',6'-триметоксифлавоону (запотініну) та глікозидів (лютеолін-7-β-D-глюкопіранозиду, лютеолін-7-рутинозиду, апігенін-7-β-D-глюкопіранозиду, апігенін-7-глюкорамнозиду, діосметин-7-D-глюкозиду, кверцетин-3-глюкорамнозиду) флавоноїдів [98].

Дослідниками з Сербії з використанням ВЕРХ в 70 % етанольному екстракті моркви посівної ідентифіковано галову, протокатехову, кофейну, ванілінову, хлорогенову, ферулову, синапову та розмаринову кислоти, за вмістом з яких переважали хлорогенова та розмаринова кислоти [97].

Методом ВЕРХ з метанольного екстракту насіння моркви виявлено лютеолін, лютеолін-3-О- β -D-глюкопіранозид та лютеолін-4-О- β -D-глюкопіранозид [135].

Вміст фуранокумаринів (8-метоксипсоралену та 5-метоксипсоралену) у свіжій сировині моркви склав 0,01-0,02 мкг/г та 0,66-1,65 % – в олії [79]. З надземної частини моркви виділено глікозиди кумаринів, кодовані як DC-2 та DC-3 [111].

Спільно дослідниками з Польщі та України було одержано екстракт 40 % та 70 % етанолом зі шроту насіння моркви після екстракції 96 % етанолом. Вміст суми фенольних сполук у перерахунку на галову кислоту у 40 % екстракті майже у 2 рази перевищував їх вміст у 70 % екстракті (173,8 мг/г та 92,3 мг/г), а вміст суми флавоноїдів у перерахунку на лютеолін у 70 % екстракті склав 15,6 мг/г, у 40 % екстракті – 6,6 мг/г. Методом ВЕРХ в одержаних екстрактах було встановлено наявність мірицетину, лютеоліну, рутину, апігеніну, хлорогенової, ферулової, п-кумарової, кофейної та коричної кислот, у 40 % екстракті також ідентифіковано катехін та 3-гідроксибензойну кислоту [79].

Жирні кислоти. Макаренко С. П., Коненкіна Т. А., Хотимченко С. В. вивчили методом газової хроматографії жирнокислотний склад ліпідів вакуолярних мембран коренеплодів моркви та встановили, що за вмістом домінували ненасичені жирні кислоти (72,0 %). Вміст лінолевої кислоти склав 54,4 %, пальмітинової – 20,4 %, петрозелинової – 4,8 %, α -ліноленої – 4,4 %, стеаринової – 3,0 %, пальмітолеїнової – 2,4 %. Також було ідентифіковано гексадекадієнову, олеїнову, γ -ліноленову, лауринову, тридеканову, міристинову, пентадеканову, гептадеканову, арахінову, бегенову, гондоїнову кислоти [48].

В олії насіння моркви ідентифіковано пальмітинову, пальмітолеїнову, стеаринову, олеїнову, лінолеву, петрозелінову, арахідинову кислоти [129].

У хлороформному екстракті коренеплодів моркви посівної виявлено тетрадеканову, пальмітинову, пальмітолеїнову, стеаринову, октадеканову, лінолеву та ліноленову кислоти [105].

Леткі сполуки. Вихід ефірної олії з листя моркви за даними дослідників з Ірану склав 0,2 %. У фазі плодоношення у коренеплодах моркви вміст ефірної олії склав 0,2 %, у листі – 0,1-0,3 % та у плодах – 0,8-1,6 % [86].

Kataria та іншими дослідниками проаналізовано дані літератури щодо основних компонентів ефірної олії у різних органах моркви посівної. Каротол (0,7-66,7 %) та сабінен (1,5-60,0 %) зустрічаються у незрілих та зрілих плодах, насінні, листі, стеблах, коренях та квітучих суцвіттях, даукол (4,3-7,3 %) та геранілацетат (51,7-77,0 %) – у плодах та насінні, дауцен (0,4-8,7 %) та ліналоол (37,6-38,0 %) – у листі та насінні, α -каріофілен (4,6-47,0 %) – у суцвіттях, насінні та зрілих плодах, лімонен (2,3-12,7 %) – у насінні, плодах, стеблах, листі та квітках, α -пінен (7,0-51,2 %) – у насінні, коренях, листі, незрілих та зрілих плодах, квітках, стеблах, квітучих суцвіттях, α -мууролен (8,2-10,9 %), α -бісаболен (17,6-51,0 %) та α -яланген (4,8-5,2 %) – у зрілих та незрілих плодах, карвон (0,03 %) – у листі, каріофілен оксид (4,3-7,7 %) – у насінні та незрілих плодах, мірцен (12,0-24,0 %) – у насінні, листі та коренях, терпінілацетат (0,7-5,0 %), епі-бісаболол (4,5 %) та метилевгенол (7,4 %) – у плодах, гермакрен D (2,3 %), ізопатуленол (0,2-3,8 %), дипентен (15,0 %) та даука-5,8-дієн (0,04 %) – у насінні, *транс*-метилізоевгенол (0,5-7,6 %) та басарон (0,3-1,0 %) – у плодах, стеблах та листі, терпінен-4-ол (2,4-7,5 %), спатуленол (0,6-4,3 %) та *n*-цимен (3,3 %) – у суцвіттях, α -терпінолен (2,0-21,0 %) – у коренях та насінні, *транс*-анетол (23,5 %) – у листі [86].

Встановлено, що місце зростання впливає на компонентний склад ефірної олії насіння моркви. В ефірній олії з Англії основними компонентами були каротол (20,20 %), сабінен (12,80 %), β -каріофілен (8,04 %) та α -пінен

(6,05 %). β -Бісаболен (39,33 %), сабінен (8,53 %), геранілацетат (7,12 %) та еліміцин (6,26 %) були домінуючими компонентами ефірної олії насіння моркви, вирощеної у Тунісі. В ефірній олії сировини з Португалії та Швейцарії за вмістом превалювали геранілацетат (65,0 %) та α -пінен (37,9 %). До складу ефірної олії плодів моркви посівної, культивованої у Єгипті, входили каротол (66,78 %), дауцен (8,74 %), β -бісаболен (3,91 %), *транс*- α -бергамотен (3,41 %), гермакрен D (2,34 %), β -селінен (2,20 %), α -бісаболен (1,90 %), біциклогермакрен (1,87 %), α -фарнезен (1,86 %), *транс*- β -каріофілен (1,10 %), α -селінен (0,89 %), β -пінен (0,52 %), даукол (0,45 %), α -лімонен (0,43 %), ліналоол (0,34 %), α -куркумен (0,23 %), α -пінен (0,17 %), β -мірцен (0,17 %), епі- β -сантален (0,15 %), сабінен (0,10 %), γ -терпінен (0,08 %), *транс*-вербінол (0,08 %), п-цимен (0,07 %), п-цимен-8-ол (0,07 %), α -терпінеол (0,07 %), *n*-нонаналь (0,05 %), камфен (0,04 %), *транс*-пінокарвеол (0,04 %) [92].

α -Пінен (40,0-46,0 %), мірцен (12,0-24,0 %), β -каріофілен (4,6-13,2 %) та каротол (1,2-6,1 %) були превалюючими сполуками ефірної олії суцвіть моркви посівної сортів Dolanka, Koral та Perfekcja, культивованих у Польщі [93]. Основними компонентами леткої фракції суцвіть моркви з о. Сардинія були β -бісаболен (17,6-51,0 %) та 11- α -(H)-гімачал-4-єн-1- β -ол (9,0-21,6 %), а сировини, вирощеної у Португалії – геранілацетат (5,2-65,0 %) та α -пінен (3,5-37,9 %) [88].

Компонентний склад ефірної олії надземної частини моркви, культивованої в Узбекистані, представлений окисленими сесквітерпенами (70,3 %), сесквітерпенами (21,6 %), монотерпенами (5,6 %) та окисленими монотерпенами (1,0 %) [96]. Домінуючими компонентами були каротол, дауцен, *транс*- α -бергамотен, *транс*- β -фарнезен, β -бісаболен, α - та β -пінен, гераніол, лімонен, терпінен-4-ол, β -елемен, каріофілен, каріофілен оксид, азарон (рис. 1.4) та даукол [79, 96].

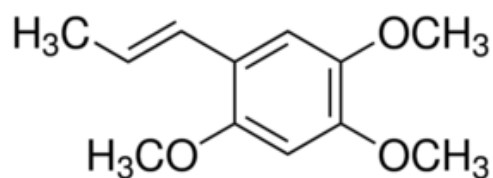


Рис. 1.4 Азарон

У спільному експерименті вчених з Узбекистану та Китаю встановлено, що основними компонентами ефірної олії насіння моркви посівної були β -бісаболен (80,49 %), α -азарон (8,80 %) та цис- α -бергамотен (5,51 %).

Дослідниками з Алжиру вивчено компонентний склад ефірної олії листя та насіння моркви та ідентифіковано 48 та 47 сполук відповідно. В ефірній олії листя моркви в значній кількості містилися α -пінен (27,44 %), сабінен (25,34 %), гермакрен (16,33 %), β -мірцен (2,52 %), лімонен (2,24 %) та 4,5,9,10-дигідроізолонгіфолен (1,83 %). Геранілацетат (52,45 %), кедрон S (14,04 %), азарон E (11,39 %), β -бісаболен (4,83 %), Ag-гімакален (рис. 1.5) (3,54 %), гераніол (1,40 %) та α -пінен (0,99 %) – компоненти ефірної олії насіння моркви, вміст яких був найбільшим [91].

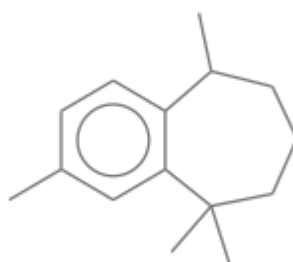


Рис. 1.5 Ag-гімакален

За даними дослідників з Сербії компонентний склад ефірної олії насіння моркви посівної представлений каротолом (22,0 %), сабіненом (19,6 %), α -піненом (13,2 %), транс- β -фарнезеном (8,2 %), транс-каріофіленом (5,7 %) та мірценом (4,7 %), усього ідентифіковано 51 леткий компонент [89].

Домінуючими за вмістом компонентами ефірної олії насіння моркви посівної, що була культивована в Турції, були каротол (66,78 %), дауцен (8,74 %), α -фарнезен (5,86 %), транс- α -бергамотен (2,41 %) та гермакрен D (2,34 %) [90, 129].

Дослідниками з Франції з ефірної олії насіння моркви виділено сесквітерпени: транс-даука-8-ен-4 β -ол, транс-даука-8,11-дієн (рис. 1.6), даука-5,8-дієн (рис. 1.7), акора-4,9-дієн (рис. 1.8), акора-4,10-дієн (рис. 1.9), (E)- β -10,11-дигідро-10,11-епоксифарнезен (рис. 1.10) та (E)-метилізоєвгенол [121].

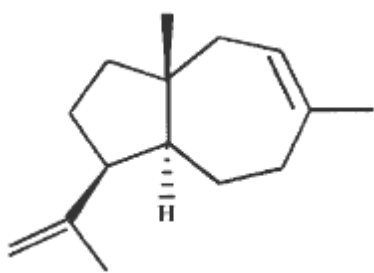


Рис. 1.6 транс-Даука-8,11-дієн

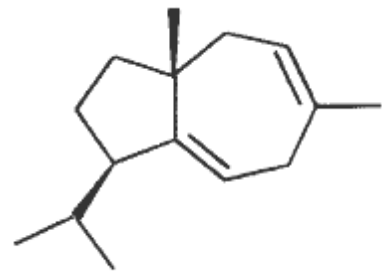


Рис. 1.7 транс-Даука-5,8-дієн

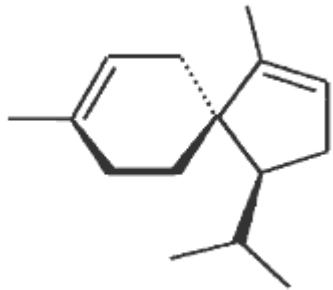


Рис. 1.8 Акора-4,9-дієн

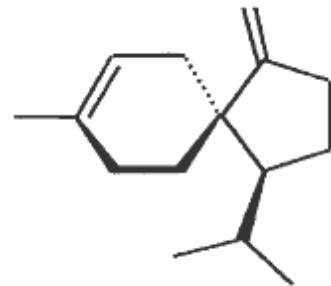


Рис. 1.9 Акора-4,10-дієн

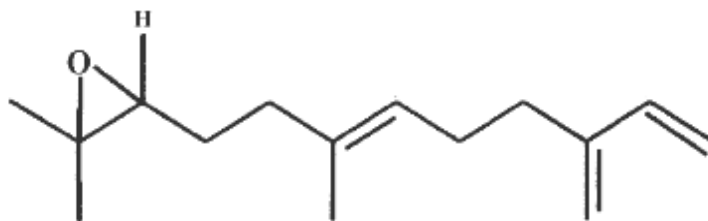


Рис. 1.10 (E)- β -10,11-Дигідро-10,11-епоксифарнезен

Аромат «свіжої моркви» коренеплодів обумовлений леткими сполуками, зокрема моно- та сесквітерпенами. Терпени надають терпкого та гіркого смаку моркві, найбільш поширеним з яких є терпінолен (рис. 1.11) [81].

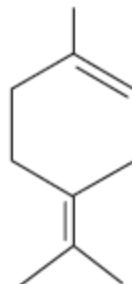


Рис. 1.11 Терпінолен

У процесі приготування коренеплоди моркви втрачають від 70 % до 95 % летких сполук [81].

Летка фракція коренеплодів моркви посівної багата на α -пінен, β -пінен, сабінен, β -мірцен, лімонен, γ -терпінен, *n*-цимен, терпінолен, 6-метил-5-гептен-2-он, β -каріофілен, α -гумулен та γ -бісаболен [119].

Сесквітерпенові лактони. З 96 % етанольного екстракту плодів моркви виділено сесквітерпеновий лактон даукукаротол (рис. 1.12) [77].

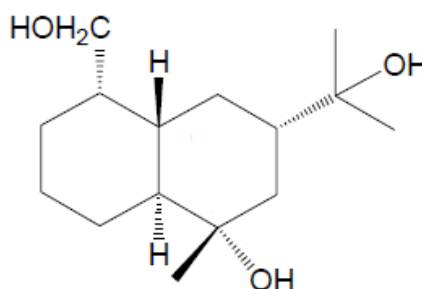


Рис. 1.12 Даукукаротол

Поліацетилени. Поліацетилени – група сполук, що надають гіркого смаку коренеплодам моркви, з яких ідентифіковано фалкаринол (рис. 1.13), фалкаринолон, фалкариндіол (рис. 1.14), фалкариндіол-3-ацетат (рис. 1.15),

генсекаїн К (рис. 1.16), (8E)-1,8-гептадекадиєн-4,6-диін-3,10-діол (рис. 1.17)
[81, 95, 99, 144].

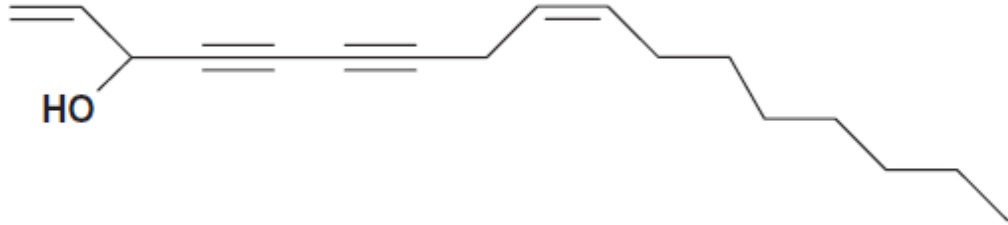


Рис. 1.13 Фалкаринол

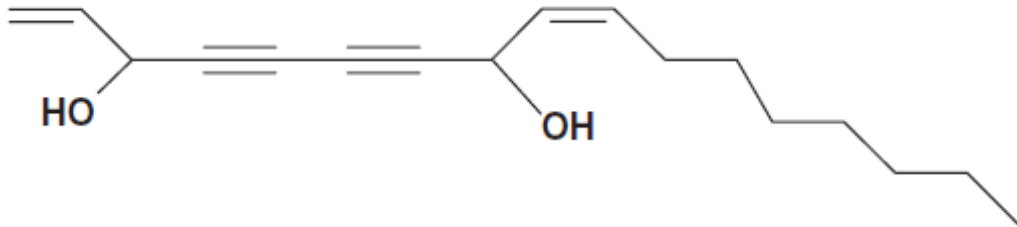


Рис. 1.14 Фалкариндіол

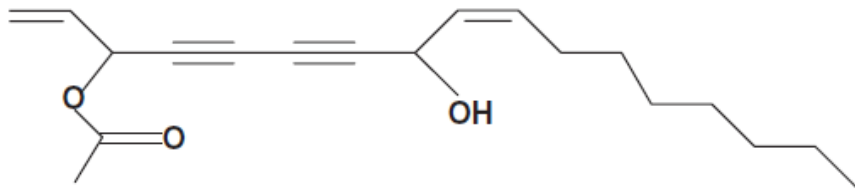


Рис. 1.15 Фалкариндіол-3-ацетат

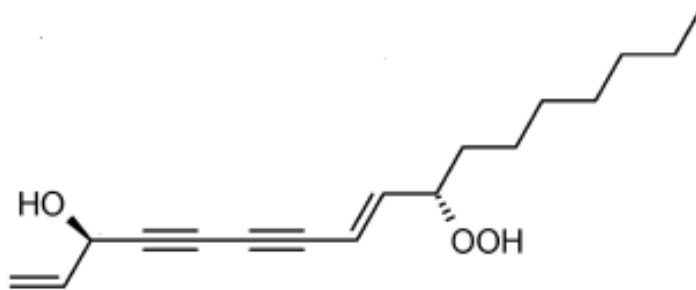


Рис. 1.16 Генсекаїн К

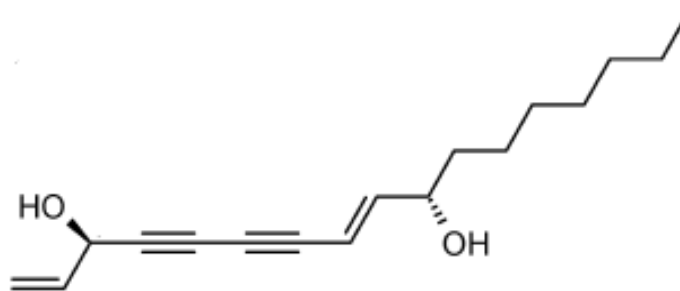


Рис. 1.17 (8E)-1,8-Гептадекадиєн-4,6-диєн-3,10-діол

1.3 Використання в медицині

Застосування в народній медицині. Здавна коренеплоди моркви використовували як антидіарейний, антибактеріальний та протигрибковий, протизапальний, гіпохолестеринемічний та протираковий засіб [118, 120].

За даними літератури відомо, що морква сприяє нормалізації роботи сечовивідної системи – при набряках, конкрементах у нирках, порушенні роботи сечового міхура та сечовиділення. Вживання фітозасобів на основі моркви позитивно впливало на перебіг екземи, шкірного свербіжу, абсцесів та ран, аменореї та дисменореї, виразки, захворювань печінки та кольок [125]. Змішані з медом коренеплоди моркви корисні при захворюваннях верхніх дихальних шляхів. Для лікування нежиті закапують у ніс морквяний сік [38].

Народна медицина Центральної Азії рекомендувала насіння моркви як стимулюючий засіб при занепаді сил, імпотенції, чоловічому безплідді, а сік та насіння – як ефективний засіб при печії [38].

Надземні та підземні органи моркви в народній медицині застосовували як афродизіак, сечогінний, протидіабетичний засіб, для лікування м'язового болю [132].

Настій з листя рекомендували вживати при циститі та конкрементах у нирках, водний екстракт – для стимуляції пологової діяльності та при менструації, а висушене насіння та листя – як абортивний засіб [132].

В Індії коренеплоди моркви використовують як засіб з сечогінними та інотропними властивостями [124].

Ефірна олія насіння моркви має різні види біологічної активності, зокрема антибактеріальну, протигрибкову, антиоксидантну, протипухлинну, тонізуючу, детоксикуючу, діуретичну, спазмолітичну [86].

Антиоксидантна активність. Вчені з University of Wisconsin – Madison (США) оцінювали антиоксидантні властивості гідрофільних та гідрофобних екстрактів з коренеплодів моркви різного забарвлення. За результатами проведеного дослідження вони зробили висновок, що фенольні сполуки, зокрема хлорогенова кислота, вносили найбільший вклад в антиоксидантну дію досліджуваних екстрактів [141].

Nahak G. Та ін. пов'язують антиоксидантну активність підземних органів моркви посівної зі вмістом протеїнів, амінокислот та вітамінів, зокрема А, В та С [125].

За результатами дослідження, проведеного в Алжирі, встановлено, що антиоксидантна активність метанольних екстрактів листя та насіння моркви значно вища, ніж антиоксидантна дія ефірної олії досліджуваної сировини моркви [91].

Метанольний екстракт шкірки коренеплодів моркви посівної показав вищу антиоксидантну активність, ніж ацетоновий екстракт [112]. У порівняльному аналізі антиоксидантної активності коренеплодів моркви, проведеному в Індії, встановлено, що найвища активність властива водному екстракту, яка перевищувала активність метанольного та етанольного екстрактів майже у 2 рази [139].

Вплив на шлунково-кишковий тракт. В Індії проведено дослідження на моделі виразки шлунку у щурів, викликаної 96% етанолом, та встановлено, що 50% етанольний екстракт з коренеплодів моркви, до складу якого входили вуглеводи, протеїни та фенольні сполуки, показав гастрозахисну, антисекреторну та антацидну активність [87].

Вченими з Індонезії виявлено гастропротекторні властивості морквяного соку у щурів на фоні прийому аспірину [104, 115].

На моделі виразки у щурів, викликаній етанолом, виявлено гастрозахисну активність водного та метанольного екстрактів суцвіть моркви [80].

Водний екстракт коренеплодів знижував рівень білірубину, сечовини, цитохрому P450, сукцинатдегідрогенази та глюкозо-6-фосфатази при пошкодженні печінки мишей тетрахлоридом вуглецю [83].

Кемпферол, виділений з екстракту насіння моркви посівної, показав гепатозахисну активність на моделі парацетамолового ураження печінки у щурів-альбіносів, що проявлялося зниженням активності амінотрансферази, лужної фосфатази та рівня загального білірубину [108].

Гіпохолестеринемічна активність. У щурів, які отримували коренеплоди моркви, було виявлено зниження абсорбції холестерину, зниження рівня холестерину та тригліцеридів у печінці та нормалізації секреції жовчних кислот та антиоксидантного статусу завдяки вмісту рослинних волокон та поліфенолів [142].

Ефірній олії та екстрактам насіння моркви властива гіпохолестеринемічна дія [142].

Іранськими вченими виявлено гіпохолестеринемічну дію метанольного екстракту насіння моркви у щурів з діабетом, яка проявлялася у зниженні рівня холестерину, тригліцеридів та креатиніну [135].

У дослідженні, яке було проведено у Єгипті, встановлено, що на фоні прийому жмиху коренеплодів моркви у вигляді порошку у щурів-самців значно знижувався рівень загального холестерину, тригліцеридів, ліпопротеїнів низької щільності та зменшувалася активність ферментів печінки: аланінамінотрансферази та аспаратамінотрансферази [103].

Вплив на серцево-судинну систему. Внутрішньовенне введення глікозидів кумаринів, виділених з надземної частини моркви, знижувало артеріальний тиск у щурів, впливаючи на кальцієві канали [111, 142].

Екстракт насіння моркви зменшував рівні аспартатамінотрансферази, аланінамінотрансферази та лактатдегідрогенази у щурів з інфарктом міокарду, викликаним ізопротеренолом [142].

Водний екстракт свіжих коренеплодів моркви мав інотропну дію, яка проявлялася у зниженні активності $\text{Na}^+\text{K}^+\text{ATФази}$ та $\text{Mg}^{2+}\text{ATФази}$ та у підвищенні активності $\text{Ca}^{2+}\text{ATФази}$ [124].

Зниження систолічного та діастолічного тиску спостерігалось при введенні щурам етанольного екстракту моркви у дозі 10-100 мг/кг [80].

Протипухлинна активність. За результатами проведеного в Англії дослідження можна зробити висновок про позитивний вплив екстракту морквяного соку на мієлоїдні та лимфоїдні лейкози. Вчені пов'язують цю активність з присутністю у коренеплодах моркви поліацетиленових сполук та β -каротину [99, 145].

Етанольний екстракт моркви посівної, одержаний дослідниками з Сербії, показав значну протипухлинну дію на клітинних лініях меланоми та карциноми товстого кишечника [97].

Високу цитотоксичну активність виявлено для ефірної олії плодів моркви з жовтими та червоними коренеплодами на моделі клітинної лінії гепатоцелюлярної карциноми людини (HepG-2) [80].

Вплив на нервову систему. При амнезії у молодих щурів, викликаний діазепамом, екстракт насіння моркви зменшував дефіцит пам'яті шляхом зниження активності ацетилхолінестерази мозку [142]. Насіння моркви посівної покращує пам'ять, що може бути використано у комплексній терапії хвороби Альцгеймера. Завдяки вмісту холіну, насіння моркви інгібує активність холінестерази головного мозку, що підвищує рівень ацетилхоліну та позитивно впливає на когнітивну здатність [80].

Антидепресантну дію виявлено для етанольного екстракту коренеплодів моркви посівної [80].

Повідомляється, що масло насіння моркви посівної викликало гіпнотичний ефект у щурів, виявляло протисудомну активність в експерименті на жабах [86].

Протимікробна та інсектицидна активність. Екстракт ефірної олії з насіння моркви, основним компонентом якого був каротол, мав виражену інгібуючу активність на ріст міцелію *Alternaria alternate* [142].

Вченими з Португалії встановлено, що ефірна олія насіння моркви, домінуючим компонентом якої був елеміцин, показала протигрибкову активність [101].

Порівняльний аналіз протигрибкової активності ефірної олії суцвіть моркви Середземноморського регіону показав, що високою активністю відносно дерматофітів та *Cryptococcus neoformans* володіє ефірна олія моркви з о. Сардинія [92].

До 70% етанольного екстракту насіння моркви мало чутливими виявились *Saccharomyces cerevisia*, *Moellerella wisconsensis*, *Acinetobacter johnsonii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella abony*, *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus*, *Staphylococcus hyicus* та *Staphylococcus aureus*, до 40% етанольного екстракту досліджувані мікроорганізми були нечутливі [79].

Етанольний, етилацетатний та хлороформний екстракти надземної частини моркви посівної затримували ріст *Staphylococcus aureus* та *Micrococcus luteus* [138].

Екстракт коренеплодів моркви, в якому ідентифіковано похідні дауцену, кумарину, ситостеролу та поліацетилену, володів антибактеріальними та протигрибковими властивостями відносно *Staphylococcus aureus*, *Streptomyces scabies*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Fusarium oxysporum* та *Aspergillus niger* [80].

До етанольного екстракту коренеплодів моркви посівної були чутливі *Aspergillus niger*, *Penicillium digitatum*, *Aspergillus flavus* та *Candida albicans* [100].

Флавоони, виділені з метанольного екстракту насіння моркви посівної, мають антибактеріальну активність. Лютеолін та його 4'-О-глюкозид активний відносно *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus* та *Citrobacter freundii* [80].

Високу інсектицидну активність показав ізопропілміристанний екстракт моркви відносно хрущаку малого (*Tribolium confusum*) [110].

Ранозагоювальна активність. Крем, до складу якого було введено 95 % етанольний екстракт коренеплодів моркви, зменшував площу рани, період епіталізації та ширину шраму [131].

Репаративну активність виявлено для ефірної олії та екстрактів з насіння моркви [142].

Протизапальна та знеболююча активність. У щурів з каррагінановим набряком лап екстракт насіння моркви показав протизапальну активність, у той же час у тварин спостерігалось погіршення перебігу захворювання при використанні великих доз досліджуваного екстракту насіння моркви [143].

Протизапальну активність етанольного екстракту насіння моркви посівної вивчали на моделях гострого (каррагінанового, гістамінового та серотонінового набряків лап) та хронічного (артриту, індукованого формаліном) запалення у щурів. Досліджуваний екстракт у дозах 200 та 400 мг/кг показав високу протизапальну активність при гострому та хронічному запаленні.

Екстракт насіння моркви, у якому за вмістом домінував азарон, інгібував активність простагландину H [78].

Ефірна олія плодів моркви може бути використана в якості протизапального засобу, оскільки інгібує продукування простагландину E₂ [92].

Протизапальну активність на моделі коліту, викликаного оцтовою кислотою, у мишей виявлено для водного екстракту свіжих коренеплодів моркви [130].

Етанольний, метанольний та хлороформний екстракти коренеплодів моркви посівної виявили значну протизапальну активність на моделі каррагінанового набряку у щурів [102].

Дослідження, проведене у США, показало, що поліацетилени відповідають за протизапальну активність коренеплодів фіолетової моркви, а не антоціани, як вважалося раніше [122].

Вплив на сечостатеву систему. Вплив на фертильність щурів екстракту з насіння моркви залежить від статі тварин. Так, у самок-щурів досліджуваній екстракт проявляв антифертильний ефект, а у самців, навпаки, підвищував сперматогенез, що пов'язують з підвищенням рівня тестостерону [142].

Порошок насіння моркви та етанольний екстракт на його основі сприяли відновленню діурезу та складу сечі, які порушувалися під дією парацетамолу [65].

На моделі нефротоксичності у щурів, індукованої гентаміцином, 96 % етанольний екстракт коренеплодів моркви знижував рівні сечовини, сечової кислоти та креатиніну, що дало змогу зробити висновок про нефропротекторні властивості одержаного екстракту [85].

Введення морквяного соку мишам у дозі 400 мг/кг підвищувало діурез на рівні з фуросемідом [126].

Використання у кулінарії. При вживанні коренеплодів моркви людина не отримує значної кількості калорій, але вони є джерелом таких фітокомпонентів, як каротиноїди та фенольні сполуки [81].

В Японії та Китаї молода надземна частина моркви використовується у свіжому вигляді у салатах, також її піддають термічній обробці [81].

Протипоказання до застосування. Слід обмежити вживання моркви людям, які страждають індивідуальною непереносимістю продукту або алергією.

Коренеплоди моркви слід вживати з обережністю хворим на сечокам'яну хворобу, виразку шлунку, запалення тонкого кишечника, цукровий діабет та людям з порушеннями роботи щитоподібної залози.

Висновки до розділу 1

1. Аналіз літературних джерел показав, що хімічний склад моркви посівної представлений вуглеводами, леткими сполуками, речовинами фенольної природи, поліацетиленами.

2. Фармакологічними дослідженнями, що проведені закордонними вченими, виявлено позитивний вплив комплексних та індивідуальних засобів на основі моркви посівної на шлунково-кишковий тракт, нервову, сечостатеву, серцево-судинну, ендокринну системи.

3. Відсутність системного вивчення хімічного складу сировини моркви посівної, використання в народній медицині, широкий спектр потенційної фармакологічної активності та відсутність лікарських рослинних засобів на її основі на фармацевтичному ринку України створюють підстави для обрання даної рослини перспективним об'єктом для фармакогностичного дослідження.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТИ, ПРИЛАДИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ, ЯКІ ЗАСТОСОВАНІ В ДОСЛІДЖЕННЯХ

2.1 Об'єкти дослідження

Об'єктами дослідження були листя та коренеплоди моркви посівної першого року розвитку рослини сортів Яскрава та Нантська харківська, які були заготовлені на полях Інституту овочівництва і баштанництва НААН у 2015-2017 роках. Сировиною були відходи на етапі збору врожаю, які представляють собою коренеплоди неправильної форми та розміру, травмовані екземпляри та листя.

2.2 Короткі відомості про прилади, методи і реактиви

Якісний склад сировини визначали за допомогою хімічних реакцій та хроматографічних методів дослідження: ПХ, ТШХ, ГХ, ВЕРХ.

Для хроматографування використовували хроматографічний папір марки «Filtrak» (FN 1, 3, 7, 14), пластинки «Sorbfil»-ПТСХ-А-УФ.

Співвідношення розчинників, позначені цифрами, взяті в об'ємних одиницях. Для хроматографування використовували наступні рухомі фази:

- 1 – н-бутанол-кислота оцтова льодяна-вода (4:1:2);
- 2 – н-бутанол-кислота оцтова льодяна-вода (4:1:5);
- 3 – ацетон-н-бутанол-вода (7:2:1);
- 4 – н-бутанол-піридин-вода (6:3:1);
- 5 – етилацетат-кислота оцтова-кислота мурашина-вода (100:11:11:25);
- 6 – етилацетат-кислота мурашина-вода (3:1:1);
- 7 – етилацетат-кислота мурашина-вода (10:2:3);
- 8 – хлороформ-етанол-вода (26:16:3);
- 9 – гексан-етилацетат-кислота мурашина (15:9:2);

- 10 – 2 % кислота оцтова;
- 11 – бензол-метанол-кислота оцтова (45:8:3);
- 12 – петролейний етер-хлороформ (3:1);
- 13 – петролейний етер-бензен (10:1);
- 14 – петролейний етер-ацетон (7:3);
- 15 – гексан-хлороформ (3:1);
- 16 – хлороформ-96 % етанол-вода (65:35:8);
- 17 – хлороформ-метанол (2:1);
- 18 – мурашина кислота безводна-вода-етилацетат (6:6:88).

На хроматограмах речовини виявляли до і після обробки різними реактивами, за забарвленням у денному світлі та за флуоресценцією їх у фільтрованому УФ-світлі:

- А – парами аміаку;
- Б – анілінфталатним реактивом;
- В – 0,2 % етанольним розчином бромкрезолового зеленого;
- Г – 5 % етанольним розчином алюмінію хлориду;
- Д – розчином калію гідроксиду;
- Е – кислотою сульфаніловою діазотованою;
- Ж – 10 % розчином кислоти фосфорно-молібденової;
- З – 1 % етанольним розчином *n*-диметиламінобензальдегіду;
- І – розчином ваніліну в 20 % розчині кислоти сірчаної;
- К – розчином феруму (III) хлориду.

Ідентифікацію та визначення кількісного вмісту фенольних сполук проводили методом ВЕРХ на хроматографі, який обладнаний діодноматричним детектором Shimadzu HPLC-system, ser. 20, вуглеводів – на хроматографі високороздільної здатності Smartline з рефрактометричним детектором RI Detector 2300.

Мінеральний склад досліджували на атомно-емісійному спектрофотометрі С-115М і приладі ФПА-1 та елементному аналізаторі EUROEA-3000 Euro Vector.

Склад аліфатичних насичених та ненасичених монокарбонових кислот та їх відсотковий вміст у ліпофільних фракціях визначали методом ГХ на хроматографі «Селміхром-1» з полум'яно-іонізаційним детектором.

Дослідження карбонових кислот, стероїдних та летких сполук проводили методом ГХ на хроматографі Agilent Technologies 6890 з мас-спектрометричним детектором 5973. Для ідентифікації компонентів використовували бібліотеку мас-спектрів NIST05 та WILEY 2007 у поєднанні з програмою для ідентифікації AMDIS та NIST.

Оптичну густина розчинів вимірювали на спектрофотометрі Mecasys Optizen POP (Корея) у кюветах з товщиною шару 10 мм.

Мікроскопічні дослідження проводили на препаратах зі свіжої та фіксованої у суміші 96 % етанол – гліцерин – вода (1:1:1) сировини з використанням мікроскопів «Ломо Мікмед-1» та «Granum» при збільшенні в 10-100 разів, фотокамери «Digital camera for microscope DCM 300».

Вивчення фармакологічних властивостей одержаного екстракту проводили *in vivo* та *in vitro*.

2.3 Дослідження сировини методом паперової хроматографії

Дослідження моносахаридного складу полісахаридного комплексу. Наважку ВРПС після фракціонування полісахаридів поміщали у колбу зі шліфом, розчиняли у мінімальному об'ємі води, додавали 20 % розчин кислоти сульфатної та проводили гідроліз на киплячій водяній бані зі зворотним холодильником протягом 5 год. Нейтралізували гідролізати до нейтральної реакції за універсальним індикатором барію карбонатом. Одержані розчини фільтрували, потім фільтрати випарювали до сухого залишку в вакуумі та розчиняли у мінімальному об'ємі 96% етанолу.

На хроматографічний папір наносили одержані розчини, стандартні зразки моноцукрів та хроматографували низхідним способом у рухомих фазах №1, № 3, № 4. Після висушування хроматограми обробляли реактивом

Б та нагрівали протягом 10 хв у сушильній шафі при температурі 100-105°C. Моносахариди проявлялися у вигляді червоно-бурих та коричневих плям [41].

Дослідження гідроксикоричних кислот. Попереднє вивчення гідроксикоричних кислот у водно-спиртових витяжках листя та коренеплодів моркви проводили методом двомірної паперової хроматографії у рухомих фазах № 7 – I напрямом та № 10 – II напрямом. Хроматограми переглядали в УФ-світлі до та після обробки реактивом А. Потім хроматограми обробляли реактивом Е та спостерігали зміну забарвлення плям на коричневий, жовто-коричневий та рожево-фіолетовий колір [17].

2.4 Дослідження сировини методом тонкошарової хроматографії

Дослідження органічних кислот. На хроматографічну пластинку марки «Sorbfil» наносили водні витяжки листя та коренеплодів моркви сортів Яскрава та Нантська харківська та стандартні зразки органічних кислот. Хроматографування проводили у рухомих фазах № 2, № 5, № 6. Хроматограми обробляли реактивом В. Органічні кислоти проявлялися у вигляді жовтих зон на синьому фоні [35, 62].

Встановлення наявності кислоти галової в метанольних витяжках листя та коренеплодів моркви посівної досліджуваних сортів проводили шляхом хроматографування у рухомій фазі № 18, хроматограми висувували при температурі 105-110°C та обробляли реактивом К. Галова кислота проявлялася у вигляді зон коричневого кольору [24].

Дослідження флавоноїдів. На хроматографічні пластинки марки «Sorbfil» наносили водно-спиртові витяжки листя та коренеплодів моркви та стандартні зразки флавоноїдів. Пластинки поміщали у хроматографічні камери та хроматографували у рухомій фазі № 8. Хроматограми обробляли реактивами Г та Д [64].

Дослідження гідроксикоричних кислот. Ідентифікацію

гідроксикоричних кислот у водно-спиртових витяжках моркви посівної у порівнянні зі стандартними зразками гідроксикоричних кислот проводили у рухомій фазі № 11, переглядаючи хроматограми в УФ-світлі до та після обробки реактивом А [21].

Для виявлення даної групи фенольних сполук водно-спиртові витяжки листя та коренеплодів моркви посівної наносили на хроматографічні пластинки та хроматографували у рухомих фазах № 9, після висушування хроматограми обробляли реактивом А [3].

Дослідження каротиноїдів. Каротиноїди виявляли у хлороформних та гексанових витяжках з сировини моркви посівної, проводячи хроматографування у рухомих фазах № 13, № 14, № 15. Після висушування хроматограми переглядали у видимому та УФ-світлі, а також обробляли реактивом Ж, в результаті чого каротиноїди забарвлювалися у синій колір [43, 45, 75].

Дослідження хлорофілів. Для встановлення наявності хлорофілів у листі та коренеплодах моркви посівної використовували хлороформні витяжки з сировини. Хроматографування проводили у рухомій фазі № 12, пластинки переглядали в УФ-світлі [72].

Дослідження стероїдних сполук. Виявлення даного класу сполук в етанольних витяжках листя та коренеплодів моркви посівної проводили у рухомих фазах № 16, № 17, хроматограми після висушування обробляли реактивами З та І, в результаті чого речовини стероїдної природи забарвлювалися у рожево-фіолетовий колір [63, 76].

2.5 Дослідження сировини методом газової хроматографії

Дослідження легкої фракції. Компонентний склад легкої фракції сировини моркви посівної визначали методом ГХ/МС за загальновідомою методикою за таких умов: маса наважки – 0,5 г, внутрішній стандарт –

тридекан, хроматографічна колонка – капілярна DB-5, швидкість газу носія (гелій) 1,2 мл/хв, температура випаровувача 250°C [11, 27].

0,5 г сировини (0,1 г екстракту) вміщували до віали місткістю 20 мл, додавали 50 мкг тридекану (внутрішній стандарт), 10 мл води очищеної та відганяли леткі сполуки з водяною парою протягом 2 годин з використанням зворотного холодильника з повітряним охолодженням.

В процесі відгонки леткі компоненти адсорбувалися на внутрішній поверхні зворотного холодильника. Адсорбовані речовини після охолодження системи змивали повільним додаванням 3 мл чистого пентану в суху віалу місткістю 10 мл. Змив концентрували продувкою (100 мл/хв) чистим азотом до залишкового об'єму екстракту 10 мкл, який повністю відбирали хроматографічним шприцом. Подальше концентрування проби проводили в самому шприці до об'єму 2 мкл.

При проведенні аналізу додержувалися наступних умов хроматографування: хроматографічна колонка – капілярна DB-5, внутрішній діаметр – 0,25 мм, довжина – 30 м; швидкість газу носія (гелій) – 1,2 мл/хв; температура випаровувача – 250°C, температура термостата запрограмована від 50° до 320°C зі швидкістю 4 град/хв [11, 27].

Для розрахунку кількісного вмісту застосовували метод внутрішнього стандарту. Розрахунок вмісту компонентів (С, мг/кг) проводили за формулою:

$$C = K_1 \cdot K_2 \cdot 1000, \quad (2.1)$$

де $K_1 = \Pi_1 / \Pi_2$ (Π_1 – площа піку речовини, що досліджується, Π_2 – площа піку стандарту);

$K_2 = 50/m$ (50 – маса внутрішнього стандарту (мкг), який вводили у зразок, m – наважка зразка (мг)).

Дослідження карбонових кислот. 0,5 г сировини (0,1 г екстракту) вміщували до віали на 2 мл, додавали 50 мкг тридекана в гексані (внутрішній стандарт) та 1 мл 14% BCl_3 в метанолі Supelco 3-3033 (метилуючий агент). Суміш витримували в герметично закритій віалі 8 год при 65°C. Після

фільтрації до суміші додавали 1 мл води очищеної. Для вилучення метилових естерів карбонових кислот додавали 0,2 мл хлористого метилена, струшуючи декілька разів протягом години, а потім проводили хроматографування.

Пробу (2 мкл) вводили у хроматографічну колонку и в режимі splitless (без поділу потоку), що дозволило ввести пробу без втрат на поділ та значно (в 10-20 разів) збільшити чутливість методу хроматографування. Швидкість введення проби 1,2 мл/хв протягом 0,2 хв.

Аналіз проводили за наступних умов хроматографування: хроматографічна колонка – капілярна INNOWAX, внутрішній діаметр 0,25 мм, довжина 30 м; швидкість газу носія (гелій) – 1,2 мл/хв; температура випаровувача – 250°C, температура термостата запрограмована від 50° до 250°C зі швидкістю 4 град/хв [7].

Для розрахунку кількісного вмісту застосовували метод внутрішнього стандарту.

Розрахунок вмісту компонентів (С, мг/кг) проводили за формулою:

$$C = K_1 \cdot K_2 \cdot 1000, \quad (2.2)$$

де $K_1 = \Pi_1 / \Pi_2$ (Π_1 – площа піку речовини, що досліджується, Π_2 – площа піку стандарту);

$K_2 = 50/m$ (50 – маса внутрішнього стандарту (мкг), який вводили у зразок, m – наважка зразка (мг)).

Дослідження стероїдних сполук. 0,05 г сировини (або 0,01 г екстракту) вміщували до віали місткістю 2 мл, додавали 50 мкг тридекану (внутрішній стандарт) та 0,6 мл метилену хлориду. Пробу витримували 3 години при температурі 50°C в ультразвуковому екстракторі. Екстракт зливали до віали місткістю 2 мл і концентрували продувкою (100 мл/хв) чистим нітрогеном до залишкового об'єму екстракту 10 мкл. Введення проби (3 мкл) в хроматографічну колонку проводили в режимі splitless протягом 0,5 хв.

При проведенні аналізу додержувалися наступних умов хроматографування: хроматограф Agilent Technologies 6890 з мас-спектрометричним детектором 5973, хроматографічна колонка – капілярна

DB-5, внутрішній діаметр – 0,25 мм, довжина – 30 м; швидкість газу носія (гелій) – 1,2 мл/хв; температура випаровувача – 350°C, температура термостата запрограмована від 50° до 320°C зі швидкістю 4 град/хв [6].

Для розрахунку кількісного вмісту застосовували метод внутрішнього стандарту. Розрахунок вмісту компонентів (С, мг/кг) проводили за формулою:

$$C = K_1 \cdot K_2 \cdot 1000, \quad (2.3)$$

де $K_1 = \Pi_1 / \Pi_2$ (Π_1 – площа піку речовини, що досліджується, Π_2 – площа піку стандарту);

$K_2 = 50/m$ (50 – маса внутрішнього стандарту (мкг), який вводили у зразок, m – наважка зразка (мг)).

Дослідження жирних кислот. Вивчення жирних кислот проводили у ліпофільних фракціях сировини, які одержували вичерпною екстракцією гексаном. Метиллові естери карбонових кислот отримували за модифікованою методикою Пейскера. Метилування проводили сумішшю хлороформу з метанолом та кислотою сірчаною у співвідношенні 100:100:1. В скляні ампули відміряли 30-50 мкл ліпофільної фракції, приливали 2,5 мл метилуючої суміші, запаювали ампули та поміщали їх до термостату з температурою 105°C на 3 год. Після закінчення метилування ампули розкривали, вміст переносили в пробірку, додавали порошкоподібний цинку сульфат на кінчику скальпеля, приливали 2 мл води очищеної та 2 мл гексану для екстракції метилових естерів. Після ретельного збовтування і відстоювання, гексанову витяжку фільтрували і використовували для хроматографічного аналізу.

Дослідження метилових естерів карбонових кислот проводили на газовому хроматографі з полум'яно-іонізаційним детектором, газохроматографічною колонкою з нержавіючої сталі довжиною 2,5 м та внутрішнім діаметром 4 мм, наповненою нерухомою фазою – інертоном, який оброблений 10% діетиленглікольсукцинатом (DEGS).

На хроматографі встановлювали наступні параметри роботи: температура термостата колонок – 180°C, температура випарника – 230°C, температура детектора – 220°C, швидкість потоку газа носія (азот) – 30 см³/хв., об'єм проби 2 мм³ розчину метилових естерів кислот у гексані.

Ідентифікацію метилових естерів карбонових кислот проводили за часом утримування піків у порівнянні зі стандартною сумішшю. Розрахунок складу метилових естерів проводили методом внутрішньої нормалізації. Як референтні зразки використовували стандарти насичених та ненасичених метилових естерів карбонових кислот фірми «Sigma» [5, 10].

2.6 Дослідження сировини методом високоефективної рідинної хроматографії

Дослідження вуглеводів. 10,0 г сировини, попередньо знежиреної петролейним етером, екстрагували двічі по 50 мл 1 % розчином натрію ацетату на водяній бані протягом 1 год при температурі до 45°C. Розчин фільтрували у мірну колбу ємністю 100 мл і доводили 1% розчином натрію ацетату до позначки.

Стандартні розчини вуглеводів були приготовані в розчині натрію ацетату.

Отриманий розчин фільтрували через мембранний фільтр Chromafil GF/PET-45/25 та визначали вміст вуглеводів на рідинному хроматографі високороздільної здатності Smartline (Knauer, Німеччина) з прямою фазою на колонці 300×8 мм, яка була заповнена набивним матеріалом Eurokat H, 10 мкм. Рухома фаза – 0,01 н розчин кислоти сульфатної, швидкість потоку – 1,0 мл/хв, об'єм введення – 20 мкл. Вміст визначали за допомогою рефрактометричного детектору RI Detector 2300 (Knauer, Німеччина). Тиск в колонці підтримувався на рівні 6,3 МПа, температура – 50°C. Керування хроматографічною системою, отримання хроматограм та обчислювання результатів проводили за допомогою ПЗ ClarityChrom [34].

Дослідження фенольних сполук. 0,5 г сировини (0,1 г екстракту) вносили в конічну колбу місткістю 100 мл, додавали 25 мл 50 % етанолу та витримували на киплячій водяній бані протягом 45 хв зі зворотним холодильником. Витяжку охолоджували до кімнатної температури, фільтрували в мірну колбу місткістю 25 мл та доводили об'єм витяжки до мітки 50 % етанолом.

Хроматографічне дослідження зразків проводили на рідинному хроматографі, обладнаному діодноматричним детектором, в наступних умовах: колонка Phenomenex Luna C 18 (2) розміром 250×4,6 мм, розмір часток – 5 мкм, температура колонки – 35°C, довжина хвилі детектування – 330 нм, швидкість потоку рухомої фази – 1 мл/хв, об'єм проби, що вводився – 5 мкл, рухома фаза – елюент А (0,1 % розчин трифтороцтової кислоти у воді) та елюент Б (0,1 % розчин трифтороцтової кислоти в ацетонітрилі) [54, 109]. Градієнтний режим елюювання предствлено у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Градієнтний режим елюювання

Час хроматографування (хв)	Елюент А, %	Елюент Б, %
0-5	95	5
5-35	95→75	5→25
35-40	75	25
40-60	75→50	25→50
60-65	50→20	50→80
65-70	20	80
70-85	95	5

Ідентифікацію компонентів проводили у порівнянні із часом утримування стандартних речовин.

2.7 Дослідження сировини методом спектрофотометрії та атомно-абсорбційної спектроскопії

Визначення вмісту поліфенольних сполук. 0,5 г (точна наважка) подрібненої сировини вміщували в колбу зі шліфом місткістю 100 мл, приливали 30 мл 70 % етанолу та екстрагували 30 хв на водяній бані. Екстракцію повторювали ще двічі. Витяжку фільтрували крізь паперовий фільтр у мірну колбу місткістю 100 мл, доводили 70 % етанолом до позначки (розчин А).

1 мл розчину А поміщали в мірну колбу місткістю 25 мл і доводили 96 % етанолом до позначки.

Оптичну густину вимірювали на спектрофотометрі за довжини хвилі 270 нм. Паралельно вимірювали оптичну густину ФСЗ галової кислоти, для чого 0,25 мл розчину ФСЗ галової кислоти поміщали в колбу місткістю 25 мл і доводили 96 % етанолом до позначки [14].

Приготування розчину ФСЗ ДФУ галової кислоти. 0,0077 г (точна наважка) галової кислоти розчиняли в мірній колбі місткістю 25 мл в 96 % етанолі.

Вміст фенольних сполук (X, %) в перерахунку на галову кислоту і абсолютно суху сировину розраховували за формулою:

$$X = \frac{A \cdot m_0 \cdot 100 \cdot 0,25 \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot A_0 \cdot 25 \cdot (100 - W)}, \quad (2.4)$$

де А – оптична густина випробуваного розчину;

A_0 – оптична густина ФСЗ галової кислоти;

m_0 – маса ФСЗ галової кислоти, г;

m – маса наважки сировини, г;

W – втрата в масі при висушуванні сировини, %.

Визначення вмісту гідроксикоричних кислот. Вміст гідроксикоричних кислот визначали за методикою ДФУ [24].

Визначення вмісту флавоноїдів. 1,0 г (точна наважка) подрібненої сировини вміщували у колбу зі шліфом місткістю 100 мл, додавали 30 мл 70 % етанолу та нагрівали зі зворотним холодильником на киплячій водяній бані протягом 30 хв. Витяжки охолоджували та фільтрували крізь вату в мірну колбу місткістю 100 мл. Вату переносили в колбу для екстрагування і додавали 30 мл 70 % етанолу. Екстракцію повторювали ще двічі. Після охолодження об'єм витяжки доводили 70 % етанолом до позначки та перемішували (розчин А).

В мірну колбу місткістю 25 мл переносили 3 мл розчину А, 6 мл розчину алюмінію хлориду у 96 % етанолі і доводили об'єм розчину 96 % етанолом до позначки. Через 40 хв вимірювали оптичну густину розчину на спектрофотометрі у кюветах з товщиною шару 10 мм за довжини хвилі 395 нм. В якості розчину порівняння використовували розчин, який складався з 1 мл витяжки, 1 краплі кислоти оцтової розведеної і доведений 96 % спиртом етиловим до позначки у мірній колбі місткістю 25 мл.

Паралельно вимірювали оптичну густину розчину достовірного зразка лютеоліну, який готували аналогічно розчину, що досліджувався [30, 67, 68].

Вміст суми флавоноїдів у перерахунку на лютеолін і абсолютно суху сировину у відсотках (X) обчислювали за формулою:

$$X = \frac{A \cdot m_0 \cdot 100 \cdot 100}{A_0 \cdot m \cdot (100 - W)}, \quad (2.5)$$

де A – оптична густина розчину, що досліджувався, нм;

A_0 – оптична густина розчину лютеоліну, нм;

m – маса сировини, г;

m_0 – маса лютеоліну, г;

W – втрата у масі при висушуванні сировини, %.

Визначення вмісту вільних амінокислот. 0,50 г (точна наважка) подрібненої сировини поміщали у колбу місткістю 100 мл, додавали 50 мл води очищеної і кип'ятили зі зворотним холодильником на водяній бані протягом 20 хв. Витяжку охолоджували і фільтрували в мірну колбу

місткістю 50 мл, об'єм розчину доводили водою очищеною до позначки і перемішували (розчин А).

1 мл розчину А поміщали у мірну колбу місткістю 50 мл, додавали 8 мл 0,2 % розчину нінгідрину в спирті ізопропіловому, нагрівали протягом 5 хв на водяній бані при температурі від 80°C, охолоджували до кімнатної температури, кількісно переносили двома порціями по 5 мл спирту ізопропілового в мірну колбу місткістю 25 мл, доводили об'єм розчину спиртом ізопропіловим до позначки і перемішували.

Вимірювали оптичну густину отриманого розчину за довжини хвилі 573 нм у кюветі з товщиною шару 10 мм. Як розчин порівняння використовували розчин, що складався з 8 мл 0,2 % розчину нінгідрину в спирті ізопропіловому, доведений спиртом ізопропіловим у мірній колбі місткістю 25 мл до позначки [16].

Вміст суми амінокислот (X) у перерахунку на лейцин і абсолютно суху сировину, у відсотках обчислювали за формулою:

$$X = \frac{A \cdot 25 \cdot 100}{m \cdot 862(100 - W)}, \quad (2.6)$$

де А – оптична густина випробовуваного розчину;

m – маса наважки сировини, г;

862 – питомий показник поглинання комплексу лейцину з нінгідрином у спирті ізопропіловому за довжини хвилі 573 нм;

W – втрата в масі при висушуванні, %.

Визначення вмісту пігментів. 0,1 г (точна наважка) подрібненої сировини вміщували в ступку і розтирали з невеликою кількістю кальцію або магнію карбонату, додавали на кінчику шпателью кварцевого піску, 2-3 мл 96 % етанолу та ретельно розтирали протягом 2-3 хв. Одержану витяжку зливали по скляній палочці на скляний фільтр № 3 (накритий кружечком фільтрувального паперу) і фільтрували у колбу Бунзена, приєднаної до водоструйного насосу. Екстракцію пігментів з сировини новими порціями екстрагенту проводили до тих пір, доки фільтрат не знебарвлювався.

Витяжку з пробірки кількісно переносили в мірну колбу на 25 мл та доводили до необхідного об'єму 96 % етанолом.

Для розрахунку концентрації хлорофілів *a* і *b* та каротиноїдів у витяжці визначали її оптичну густину на спектрофотометрі при довжинах хвиль, що відповідають максимумам спектра поглинання досліджуваних пігментів в даному розчиннику. Для хлорофілу *a* в 96 % етанолі максимум поглинання знаходиться при $\lambda=665$ нм, для хлорофілу *b* – при $\lambda=649$ нм. Каротиноїди визначали за довжини хвилі 441 нм.

Концентрацію хлорофілів *a* (C_a , мг/л) і *b* (C_b , мг/л) розраховували за рівнянням Вінтерманс та Де Мотс:

$$C_a = 13,70 \cdot A_{665} - 5,76 \cdot A_{649}, \quad (2.7)$$

$$C_b = 25,8 \cdot A_{649} - 7,60 \cdot A_{665}, \quad (2.8)$$

де: A_{665} – оптична густина розчину за довжини хвилі 665 нм;

A_{649} – оптична густина розчину за довжини хвилі 649 нм.

Концентрацію каротиноїдів ($C_{\text{кар.}}$, мг/л) розраховували за рівнянням Веттштейна [8, 58]:

$$C_{\text{кар.}} = 4,695 \cdot A_{441} - 0,268 \cdot (C_a + C_b), \quad (2.9)$$

де: A_{441} – оптична густина розчину за довжини хвилі 441 нм;

$C_a + C_b$ – сумарний вміст хлорофілів *a* та *b* в розчині, мг/л.

Після встановлення концентрації пігментів розраховували їх кількісний вміст (X , мг/л) за формулою:

$$X = \frac{V \cdot C \cdot 100}{m \cdot 1000 \cdot (100 - W)}, \quad (2.10)$$

де: V – об'єм спиртової витяжки, мл;

C – концентрація пігменту в спиртовій витяжці, мг/л;

m – наважка сировини, г;

W – втрата в масі при висушуванні сировини, %.

2,0 г (точна наважка) подрібненої сировини вміщували у конічну колбу місткістю на 100 мл з притертою пробкою, додавали 25 мл *n*-гексану,

залишали на 10 хв, при цьому обгортали колбу темним папером. Екстракцію проводили протягом 15 хв, інтенсивно струшуючи колбу. Витяжку фільтрували крізь вату у мірну колбу місткістю 50 мл. Вату поміщали у колбу для екстракції та додавали 25 мл *n*-гексану, повторюючи екстракцію за вище зазначених умов. Витяжки об'єднували та доводили *n*-гексаном до мітки.

Вимірювали оптичну густину розчину на спектрофотометрі за довжини хвилі 440 нм. Як розчин порівняння використовували *n*-гексан [2, 46, 73].

Вміст суми каротиноїдів в мг% у перерахунку на β -каротин та абсолютно суху сировину розраховували за формулою:

$$X = \frac{A \cdot 50 \cdot 1000 \cdot 100}{2592 \cdot m \cdot (100 - W)}, \quad (2.11)$$

де *A* – оптична густина розчину;

2592 – питомий показник поглинання β -каротину за довжини хвилі 440 нм;

m – маса наважки, г;

W – втрата в масі при висушуванні, %.

Визначення вмісту стероїдних сполук. Близько 1,0 г (точна наважка) сировини поміщали у плоскодонну колбу місткістю 100 мл, додавали 50 мл 96 % етанолу та нагрівали протягом 1 год. Витяжку охолоджували до кімнатної температури, перемішували та фільтрували крізь паперовий фільтр 30-40 мл (розчин А).

5 мл розчину А піпеткою переносили до скляної пробірки зі шліфом та додавали 5 мл 1 % розчину *n*-диметиламінобензальдегіду в 4 н етанольному розчині хлористоводневої кислоти. Пробірку закривали скляною кришкою, струшували для перемішування рідин та нагрівали протягом 2 год у термостаті при температурі $58 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Розчин охолоджували до кімнатної температури.

Вимірювали оптичну густину розчину на спектрофотометрі за довжини хвилі 518 нм в кюветах з товщиною шару 10 мм. Як розчин порівняння використовували 5 мл розчину А та 5 мл 4 н етанольного розчину

хлористоводневої кислоти, який також витримували в термостаті аналогічно випробовуваному розчину [19, 36].

Вміст суми стероїдних сполук (X , %) у перерахунку на абсолютно суху сировину обчислювали за формулою:

$$X = \frac{a \cdot 0,0101 \cdot 50 \cdot F \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot (100 - W)}, \quad (2.12)$$

де: a – кількісний вміст кобальту хлориду, знайдений за градувальним графіком (рис. 2.1);

0,0101 – коефіцієнт перерахунку концентрації кобальту хлориду;

50 – початковий об'єм витяжки, мл;

F – коефіцієнт розведення;

m – наважка сировини, г;

W – втрата в масі при висушуванні сировини, %.

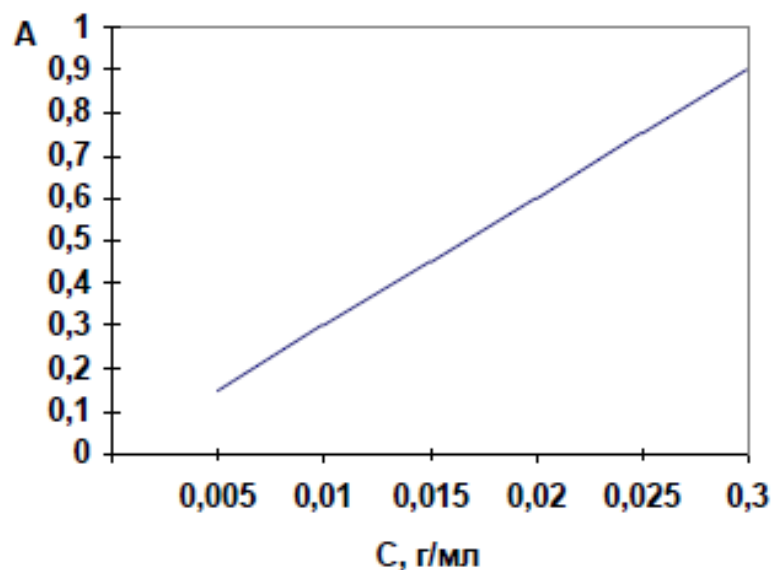


Рис. 2.1 Градувальний графік залежності густини розчинів кобальту хлориду від концентрації

Дослідження макро- та мікроелементів. Елементний склад досліджували за загальноприйнятою методикою [9, 20].

2.8 Дослідження сировини методом титриметрії та гравіметрії

Визначення вмісту вільних органічних кислот. Вміст суми вільних органічних кислот визначали за методикою, наведеною у ДФУ [26].

Визначення вмісту полісахаридів. Вміст полісахаридів визначали за методикою, наведеною у ДФУ [24].

Фракціонування полісахаридів. 10,0 г шроту сировини, що залишився після отримання ліпофільних фракцій, екстрагували 82 % етанолом при нагріванні на киплячій водяній бані протягом 2 год, періодично збовтуючи для змивання часток сировини зі стінок колби. Екстракцію проводили двічі для очищення сировини від вільних моносахаридів, олігосахаридів та інших спирторозчинних речовин. Отримані витяжки відділяли від сировини. Повітряно-сухий шрот сировини, що залишився після екстракції 82 % етанолом і використовували для отримання ВРПС. Шрот екстрагували двічі по 100 мл гарячої води при нагріванні до температури 95°C протягом двох годин кожного разу. Екстракцію проводили при постійному перемішуванні. Отримані витяжки відділяли від сировини, об'єднували, концентрували у вакуумі до 1/5 об'єму. Концентровані витяжки ВРПС висаджували трикратною кількістю 96 % етанолом за об'ємом при кімнатній температурі. Отримані осади ВРПС відфільтровували, промивали 96 % етанолом, етилацетатом і висушували у сушильній шафі до постійної маси.

Шрот, що залишився після вилучення ВРПС, використовували для виділення ПР. Екстракцію повітряно-сухого шроту проводили сумішшю 0,5 % розчину щавлевої кислоти та 0,5 % розчином амонію оксалату у співвідношенні 1:1. Екстракцію проводили двічі при температурі 80-85°C протягом 2 годин при перемішуванні. Отримані витяжки відділяли від сировини, об'єднували, концентрували і висаджували трикратною кількістю 96 % етанолу. При цьому утворювався осад ПР, який відфільтровували, промивали послідовно 96 % етанолом, етилацетатом, висушували у сушильній шафі до постійної маси та зважували.

Із повітряно-сухого шроту, що залишився після виділення ВРПС та ПР, виділяли ГЦ. Екстракцію проводили двічі 7 % розчином натрію гідроксиду у співвідношенні сировина до екстрагенту 1:5 при кімнатній температурі протягом 12 год. Лужну витяжку відфільтровували. Фільтрат підкисляли оцтовою кислотою льодяною до випадіння осаду. Отриманий осад ГЦА відфільтровували, висушували до постійної маси і зважували.

До фільтрату додавали двократну кількість 96 % етанолу, при цьому утворювався осад ГЦБ, який відфільтровували, промивали 96 % етанолом та висушували до постійної маси [39].

Вміст полісахаридних фракцій обчислювали за формулою:

$$X = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 10000}{m \cdot (100 - W)}, \quad (2.13)$$

де m – маса наважки випробовуваної сировини, г;

m_1 – маса фільтра, г;

m_2 – маса фільтра із залишком, г;

W – втрата в масі при висушуванні, %;

Визначення вмісту екстрактивних речовин. Визначення проводили за методикою ДФУ [24].

Визначення втрати в масі при висушуванні. Визначення проводили за методикою ДФУ [23].

Визначення вмісту золи. Визначення проводили за методикою ДФУ [23].

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКІСНОГО СКЛАДУ БАР ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ ВМІСТУ У СИРОВИНІ МОРКВИ ПОСІВНОЇ

3.1 Попереднє фітохімічне дослідження сировини

Речовини глікозидної природи. Виявлення даної групи сполук у водних витяжках листя та коренеплодів моркви посівної проводили за допомогою реакції з α -нафтолом та кислоти сірчаної [63]. В результаті взаємодії утворювалося вишнево-червоне кільце на межі розподілу шарів.

Виявлення полісахаридів. Утворення білого аморфного осаду спостерігали при взаємодії водних витяжок з надземних та підземних органів моркви посівної з трикратним об'ємом 96 % етанолу [61, 63].

Виявлення пектинових речовин. При додаванні до водних витяжок з досліджуваної сировини розчину карбазолу спостерігали появу червоно-фіолетового забарвлення, яке свідчило про наявність кислоти галактуронової у сировині моркви посівної [63].

Виявлення амінокислот. Наявність даного класу сполук у моркві посівній підтверджували реакцією водних витяжок з сировини зі спиртовим розчином нінгідрину та спостерігали появу фіолетового забарвлення [61].

Виявлення сполук, що містять фенольний гідроксил. Ці сполуки у сировині моркви посівної виявляли реакцією водно-спиртових витяжок з розчином феруму (III) хлориду, внаслідок чого з'являлось темно-зелене забарвлення [61, 63].

Виявлення танінів. Утворення білого осаду в результаті взаємодії водних витяжок моркви посівної з розчином желатину та поява чорно-зеленого забарвлення в реакції з розчином ферум (III) амонію сульфату дали підставу зробити висновок про присутність дубильних речовин у досліджуваній сировині моркви посівної [61, 63].

Виявлення флавоноїдів. Наявність речовин флавоноїдної природи у водно-спиртових витяжках листя та коренеплодів моркви посівної встановлювали за ціанідиновою реакцією, в результаті якої витяжки забарвлювалися у рожевий колір, за реакцією з етанольним розчином алюмінію хлориду, результатом якої була поява жовтого забарвлення, реакцією з розчином плюмбуму ацетату та спостерігали утворення осаду жовто-коричневого кольору [61, 63].

Виявлення речовин стероїдної природи. В результаті реакції Лібермана-Бурхарда (суміш оцтового ангідриду та кислоти сірчаної) у водно-спиртових витяжках надземних та підземних частин моркви посівної обох сортів спостерігали появу червоного забарвлення, яке змінювалося на блакитне, а потім – на зелене [63].

На підставі результатів проведених хімічних реакцій було зроблено висновок про присутність у листі та коренеплодах моркви посівної сортів Яскрава та Нантська харківська речовин глікозидної та пектинової природи, полісахаридів, амінокислот, фенольних сполук, зокрема танінів та флавоноїдів, а також речовин стероїдної природи.

3.2 Дослідження сировини методом паперової хроматографії

Дослідження моносахаридного складу полісахаридного комплексу. В результаті хроматографічного вивчення моносахаридного складу ВРПС листя та коренеплодів моркви посівної було виявлено пентози та гексози, які проявляли у вигляді зон червоно-бурого та коричневого кольору відповідно.

У листі моркви сортів Яскрава та Нантська харківська ідентифіковано глюкозу, галактозу та арабінозу, у коренеплодах моркви досліджуваних сортів – глюкозу, фруктозу, ксилозу, арабінозу, рамнозу.

Дослідження амінокислот. Хроматографічним методом у водних витяжках моркви посівної виявлено вільні амінокислоти. Після проявлення розчином нінгідрину хроматограми листя моркви сорту Яскрава виявлено 16

та ідентифіковано 10 амінокислот, у листі сорту Нантська харківська виявлено 11 та ідентифіковано 8 амінокислот, у коренеплодах моркви посівної обох сортів виявлено по 9 зон, які було віднесено до амінокислот та ідентифіковано по 8 амінокислот.

У табл. 3.1 представлені результати хроматографічного дослідження амінокислот у сировині моркви посівної.

Таблиця 3.1

Амінокислотний склад сировини моркви посівної

№ з/п	Амінокислоти	Сировина моркви посівної			
		Сорт Яскрава		Сорт Нантська харківська	
		листя	коренеплоди	листя	коренеплоди
1	Аспарагін	+	+	+	+
2	Серин	+	+	+	+
3	Треонін	+	+	+	+
4	Глутамінова кислота	+	+	+	-
5	Тирозин	+	-	-	-
6	Валін	+	+	+	+
7	Метіонін	+	+	+	+
8	Триптофан	+	-	-	+
9	Фенілаланін	+	+	+	+
10	Лейцин	+	+	+	+

Аспарагін, серин, треонін, валін, метіонін, фенілаланін та лейцин було ідентифіковано у всіх досліджуваних зразках. Слід відмітити, що глутамінова кислота була відсутня у коренеплодах моркви сорту Нантська харківська, триптофан – у коренеплодах сорту Яскрава та листі сорту Нантська харківська, а тирозин ідентифіковано тільки у листі моркви сорту Яскрава.

Дослідження гідроксикоричних кислот. Методом двомірної хроматографії у рухомих фазах № 7 – I напрямок та № 10 – II напрямок було досліджено фенольні сполуки у водно-етанольних витяжках моркви посівної. При перегляді хроматограм в УФ-світлі спостерігали по 3 зони, які мали блакитну флуоресценцію. Після обробки хроматограм реактивом А зона 1 змінювала флуоресценцію на блідо-блакитну, зона 2 – на жовто-зелену, зона 3 – на яскраво-блакитну. Зона 1 забарвлювалася у коричневий колір після обробки хроматограми реактивом Е, зона 2 – у жовто-коричневий та зона 3 – у рожево-фіолетовий колір. Спираючись на дані літератури та в результаті порівняння з достовірними зразками гідроксикоричних кислот було зроблено висновок, що зона 1 – кофейна кислота ($R_f=0,78\pm 0,02$ – I напрямок та $R_f=0,23\pm 0,01$ – II напрямок), зона 2 – хлорогенова кислота ($R_f=0,68\pm 0,01$ – I напрямок та $R_f=0,55\pm 0,01$ – II напрямок) та зона 3 – ферулова кислота ($R_f=0,85\pm 0,02$ – I напрямок та $R_f=0,53\pm 0,02$ – II напрямок) [17].

3.3 Дослідження сировини методом тонкошарової хроматографії

Дослідження органічних кислот. На першому етапі хроматографічного дослідження органічних кислот було проведено підбір оптимальної рухомої фази, яка дозволила ідентифікувати та розділити органічні кислоти у досліджуваній сировині. Експериментальним шляхом було встановлено, що рухома фаза № 5 була оптимальною для сировини моркви посівної.

В результаті хроматографування у листі та коренеплодах моркви посівної сортів Яскрава та Нантська харківська було встановлено наявність винної ($R_f=0,36\pm 0,02$), лимонної ($R_f=0,39\pm 0,01$), яблучної ($R_f=0,80\pm 0,01$) та бурштинової ($R_f=0,93\pm 0,02$) кислот. Слід відмітити, що щавлева ($R_f=0,14\pm 0,01$) кислота накопичувалася тільки у надземній частині моркви посівної.

Методом ТШХ у рухомій фазі № 18 після проявлення хроматограм реактивом К в метанольних витяжках досліджуваної сировини виявлено кислоту галову у вигляді зон коричневого кольору ($R_f=0,68\pm 0,02$).

Дослідження флавоноїдів. На хроматограмах водно-етанольних витяжок досліджуваної сировини моркви посівної після хроматографування у рухомій фазі № 2 було виявлено не менше 6 зон, які у видимому світлі мали жовте забарвлення, в УФ-світлі – коричневе забарвлення, а після обробки хроматограм реактивом Г – жовто-зелену флуоресценцію, що характерно для флавонів, їх глікозидів та флавонол-3-глікозидів [64]. У порівнянні зі стандартними зразками на хроматограмах листя та коренеплодів моркви сортів Яскрава та Нантська харківська було ідентифіковано гіперозид ($R_f=0,68\pm 0,01$), лютеолін ($R_f=0,78\pm 0,01$) та кверцетин ($R_f=0,79\pm 0,02$).

В результаті хроматографування у рухомій фазі № 8 у водно-етанольних витяжках листя та коренеплодів моркви посівної обох сортів ідентифіковано цинарозид ($R_f=0,42\pm 0,02$) та рутин ($R_f=0,85\pm 0,01$).

Дослідження гідроксикоричних кислот. Подальшу ідентифікацію гідроксикоричних кислот проводили методом ТШХ у рухомій фазі № 11 у порівнянні зі стандартними зразками гідроксикоричних кислот. Результати експерименту підтвердили присутність хлорогенової ($R_f=0,37\pm 0,02$), кофейної ($R_f=0,53\pm 0,01$) та ферулової ($R_f=0,65\pm 0,02$) кислот у досліджуваній сировині моркви посівної обох сортів.

Кофейну та ферулову кислоти було виявлено на хроматограмах водно-етанольних витяжок надземних та підземних органів моркви посівної у рухомій фазі № 9 після обробки хроматограм реактивом А ($R_f=0,46\pm 0,01$ та $R_f=0,28\pm 0,02$ відповідно).

Дослідження каротиноїдів. В результаті хроматографічного вивчення у рухомих фазах № 13, № 14, № 15 у хлороформних та гексанових витяжках надземних та підземних органів моркви посівної сортів Яскрава та Нантська харківська було виявлено не менше 5 сполук, віднесених до каротиноїдів, з яких ідентифіковано β -каротин ($R_f=0,97\pm 0,02$) та лютеїн ($R_f=0,37\pm 0,02$) [11].

Дослідження хлорофілів. При хроматографуванні у рухомій фазі 12 у хлороформних витяжках листя та коренеплодів моркви було ідентифіковано хлорофіл а ($R_f=0,11\pm 0,01$) та хлорофіл б ($R_f=0,17\pm 0,02$) [11].

Дослідження стероїдних сполук. У листі моркви посівної сортів Яскрава та Нантська харківська виявлено не менше 2 зон, а у коренеплодах моркви досліджуваних сортів – не менше 4 зон, які забарвлювалися у рожево-фіолетовий колір після обробки хроматограм реактивами З та І, на підставі чого вони були віднесені до сполук стероїдної природи.

3.4 Дослідження сировини методом газової хроматографії

Дослідження легкої фракції. Методом ГХ встановлено, що склад легкої фракції листя моркви сорту Яскрава представлений 27 компонентами, коренеплодів моркви сорту Яскрава – 31 компонентом. 40 сполук було ідентифіковано у легкій фракції коренеплодів сорту Нантська харківська та 21 сполуку – у легкій фракції листя цього ж сорту (табл. 3.2).

У листі та коренеплодах моркви посівної сортів Яскрава та Нантська харківська було ідентифіковано терпінен-4-ол, *ізо*-ментол, борнілацетат, *н*-тридекан, каріофілен, 5,9-ундекадієн-2-он 6,10-диметил-, 1,6,10-додекатрієн 7,11-диметил-3-метилен-, циклогексен 1-метил-4-(5-метил-1-метилен-4-гексеніл)-(S)-, каріофілен оксид та диізобутилфталат.

Тільки у коренеплодах моркви досліджуваних сортів встановлено наявність *транс*-гераніолу, 2-ундеканалу, ізомеру 2,4-декадієналу, 3-бутен-2-он 4-(2,6,6-триметил-1-циклогексену-1-іл)-, 5,9,13-пентадекатрієну-2-он, 6,10,14-триметил-, метилгексадеканоату, дибутилфталату та етилгексадеканоату.

Встановлено, що лише у листі моркви сортів Яскрава та Нантська харківська накопичувалися α -копасен та бензен 1,2-диметокси-4-(1-пропеніл)-.

Для досліджуваної сировини моркви сорту Яскрава відмічено характерне накопичення α -каріофілену, а сорту Нантська харківська – каротолу.

α -Пінен, β -мірцен, п-цимен, лімонен, фенілоцтовий альдегід та фітол було ідентифіковано у листі моркви посівної сорту Яскрава, 1-октанол, нонаналь, 2-циклогексен-1-ол, 1-метил-4-(1-метилетил)-, 2-ноненаль, метил 9,12-октадекадієноат, етиллінолеат та етил-9,12,15-октадекатриєнат – у коренеплодах моркви посівної сорту Яскрава.

Компонентами легкої фракції, які було ідентифіковано лише у коренеплодах моркви посівної сорту Нантська харківська були 2-циклогексен-1-ол 2-метил-5-(1-метилетил)-, 1-гексадецен, 1,3,6,10-додекатрієн 3,7,11-триметил- (Z,E)-, 3-бутен-2-ол 4-(2,6,6-триметил-1-циклогексен-1-іл)-, 1,3-бензодіоксол 4-метокси-6-(2-пропеніл)-, бензен 1,2,3-триметокси-5-(2-пропеніл)-, адамантан, октаналь 2-(фенілметилен)-, н-октадекан, ізопропіл міристат, 1H-2-бензопіран-1-он 3,4-дигідро-8-гідрокси-6-метокси-3-метил- (R)- та етил гексадеканоат, тоді як лише у листі моркви цього сорту встановлено наявність нафтален 1,2,3,5,6,8 α -гексагідро-4,7-диметил-1-(1-метилетил)-(1S-цис)-.

В результаті проведеного дослідження компонентів легкої фракції методом ГХ встановлено, що кількісний вміст летких фракцій листя та коренеплодів моркви посівної сорту Нантська харківська перевищував більш ніж у 2 рази їх вміст у досліджуваній сировині моркви сорту Яскрава: 2854,70 мг/кг та 1301,80 мг/кг для листя, 1988,00 мг/кг та 924,20 мг/кг для коренеплодів.

У всіх досліджуваних об'єктах за вмістом домінували каріофілен оксид (420,50 мг/кг у листі моркви сорту Яскрава, 346,60 мг/кг у коренеплодах моркви сорту Яскрава, 1523,20 мг/кг у листі моркви сорту Нантська харківська, 967,00 мг/кг у коренеплодах моркви сорту Нантська харківська), каріофілен (297,50 мг/кг у листі моркви сорту Яскрава, 234,10 мг/кг у коренеплодах моркви сорту Яскрава, 373,30 мг/кг у листі моркви сорту

Час утримування та вміст летких сполук у сировині моркви посівної

№ з/п	Компонент	Сорт Яскрава				Сорт Нантська харківська			
		листя		коренеплоди		листя		коренеплоди	
		Час утр., хв	Вміст, мг/кг	Час утр., хв	Вміст, мг/кг	Час утр., хв	Вміст, мг/кг	Час утр., хв	Вміст, мг/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	α -Пінен	5,93	14,30	-	-	-	-	-	-
2	β -Мірцен	7,51	27,80	-	-	-	-	-	-
3	<i>n</i> -Цимен	8,63	1,60	-	-	-	-	-	-
4	Лімонен	8,76	5,60	-	-	-	-	-	-
5	Фенілоцтовий альдегід	9,29	11,90	-	-	-	-	-	-
6	1-Октанол	-	-	10,20	0,30	-	-	-	-
7	Нонаналь	-	-	11,31	0,30	-	-	-	-
8	2-Циклогексен-1-ол, 1-метил-4-(1-метилетил)-	-	-	12,00	0,50	-	-	-	-
9	2-Ноненаль	-	-	13,12	1,20	-	-	-	-

Продовж. табл. 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	Терпінен-4-ол	13,92	25,80	13,92	5,40	13,91	10,50	13,87	6,60
11	<i>ізо</i> -Ментол	14,22	27,80	14,23	15,40	14,21	6,30	14,22	10,90
12	2-Циклогексен-1-ол, 2-метил-5-(1-метилетил)-	-	-	-	-	-	-	15,20	1,80
13	2-Циклогексен-1-ол, 2-метил-5-(1-метилетил)-, цис-	-	-	15,28	0,90	15,28	3,70	-	-
14	<i>транс</i> -Гераніол	-	-	16,33	1,40	-	-	16,33	1,50
15	Борнілацетат	17,39	11,90	17,39	10,50	17,39	6,30	17,39	2,30
16	2,4-Декадієналь ізомер	-	-	17,74	18,50	-	-	17,74	4,30
17	<i>н</i> -Тридекан	17,96	50,80	17,99	50,50	17,96	49,00	17,98	41,20
18	2-Ундеканаль	-	-	20,12	1,50	-	-	20,12	3,00
19	α -Копаєн	20,36	5,00	-	-	20,36	6,30	-	-
20	Циклогексан, 1-етеніл-1-метил-2,4-біс(1-метилетеніл)-, [1S-(1.alpha.,2.beta.,4.beta.)]-	20,83	6,70	-	-	20,83	11,90	20,84	2,00

Продовж. табл. 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
21	1-Гексадецен	-	-	-	-	-	-	20,99	1,00
22	Метилевгенол	21,27	6,90	-	-	21,27	5,20	21,28	3,00
23	Біцикло[3.1.1]гепт-2-ен, 2,6-диметил-6-(4-метил-3-пентеніл)-	-	-	21,62	6,20	21,58	13,80	21,59	3,80
24	Каріофілен	21,77	297,50	21,84	234,10	21,78	373,30	21,78	83,30
25	α -Іонон	21,88	7,90	21,90	8,80	-	-	21,91	30,30
26	Біцикло[3.1.1]гепт-2-ен, 2,6-диметил-6-(4-метил-3-пентеніл)-	22,20	17,50	22,21	9,20	22,20	19,40	-	-
27	1,3,6,10-Додекатрієн, 3,7,11-триметил-, (Z,E)-	-	-	-	-	-	-	21,28	5,80
28	5,9-Ундекадієн-2-он, 6,10-диметил-	22,55	6,00	22,56	9,10	22,55	11,60	22,56	50,50
29	α -Каріофілен	22,72	57,50	22,73	32,30	-	-	-	-

Продовж. табл. 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
30	1,6,10-Додекатрієн, 7,11-диметил-3- метилєн-	22,87	27,80	22,89	11,90	22,87	85,90	22,88	27,80
31	3-Бутєн-2-он, 4-(2,6,6- триметил-1- циклогексен-1-їл)-	-	-	23,66	15,10	-	-	23,68	55,50
32	3-Бутєн-2-ол, 4-(2,6,6- триметил-1- циклогексен-1-їл)-	-	-	-	-	-	-	23,77	14,40
33	Бєнзен, 1,2-диметокси- 4-(1-пропенїл)-	24,27	51,60	-	-	24,27	26,10	-	-
34	Циклогексен, 1-метил- 4-(5-метил-1-метилєн- 4-гексенїл)-, (S)-	24,55	57,50	24,58	52,40	24,55	100,80	24,57	53,00
35	Нафталєн, 1,2,3,5,6,8 α - гексаїдро-4,7- диметил-1-(1- метилетил)-, (1S-цис)-	-	-	-	-	24,85	14,20	-	-
36	1,3-Бєнзодїоксол, 4- метокси-6-(2- пропенїл)-	-	-	-	-	-	-	25,02	15,10

Продовж. табл. 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
37	1,3,6-Октатрієн, 3,7-диметил-, (Z)-	-	-	-	-	-	-	25,13	51,80
38	α -Калакорен	25,53	27,80	-	-	25,53	34,70	25,55	35,30
39	Бензен, 1,2,3-триметокси-5-(2-пропеніл)-	-	-	-	-	-	-	25,70	80,80
40	Каріофілен оксид	26,75	420,50	26,85	346,60	26,79	1523,20	26,91	967,00
41	2,6-Октадієн-1-ол, 3,7-диметил-, ацетат, (E)-	27,21	12,80	27,25	57,00	-	-	27,25	37,90
42	Каротол	-	-	-	-	27,39	410,70	27,47	297,90
43	Адамантан	-	-	-	-	-	-	28,40	23,00
44	α -Бісаболол	29,70	110,30	-	-	29,69	138,10	29,84	35,30
45	Октаналь, 2-(фенілметилєн)-	-	-	-	-	-	-	31,15	1,30
46	n-Октадекан	-	-	-	-	-	-	32,87	0,80
47	Ізопропілміристат	-	-	-	-	-	-	33,51	1,50

Продовж. табл. 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
48	1Н-2-Бензопіран-1-он, 3,4-дигідро-8- гідрокси-6-метокси-3- метил-, (R)-	-	-	-	-	-	-	33,67	2,00
49	Гексагідрофарнезил ацетон	33,79	4,60	-	-	-	-	33,80	1,30
50	Диізобутилфталат	34,36	3,20	34,36	4,20	34,35	3,70	34,37	5,80
51	5,9,13-Пентадекатрієн- 2-он, 6,10,14- триметил-	-	-	35,67	3,70	-	-	35,68	10,60
52	Метилгексадеканоат	-	-	36,11	1,20	-	-	36,12	1,80
53	Дибутилфталат	-	-	36,78	1,40	-	-	36,79	4,50
54	Етилгексадеканоат	-	-	37,83	5,20	-	-	37,84	4,50
55	Метил 9,12- октадекадієноат	-	-	40,22	2,30	-	-	-	-
56	Фітол	40,66	3,20	-	-	-	-	-	-
57	Етиллінолеат	-	-	41,90	15,10	-	-	41,91	7,80
58	Етил 9,12,15- октадекатриєнат	-	-	42,02	2,00	-	-	-	-

Нантська харківська, 83,30 мг/кг у коренеплодах моркви сорту Нантська харківська).

У сировині моркви посівної сорту Нантська харківська в значній кількості знайдено каротол, вміст якого у листі склав 410,70 мг/кг та 297,90 мг/кг – у коренеплодах, а у листі моркви досліджуваних сортів α -бісаболол – 110,30 мг/кг та 138,10 мг/кг у листі сорту Яскрава та сорту Нантська харківська відповідно.

Дослідження карбонових кислот. В результаті проведеного дослідження методом ГХ у сировині моркви посівної було ідентифіковано та встановлено вміст 22 карбонових кислот аліфатичного та ароматичного ряду.

Хроматограми представлені на рис. 3.1-3.4, час утримування та кількісний вміст виявлених карбонових кислот – у табл. 3.3.

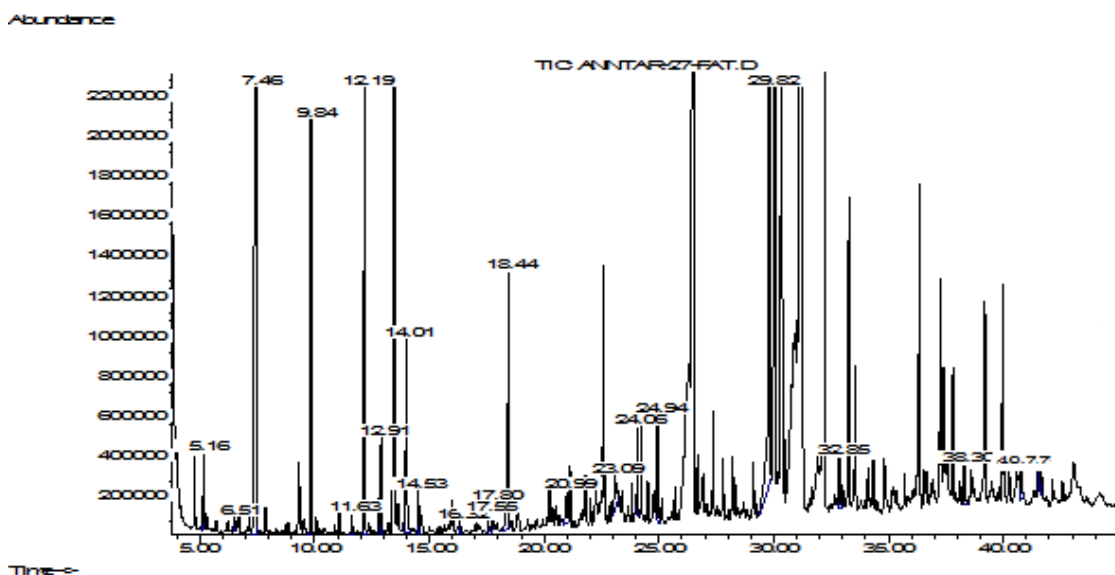


Рис. 3.1 Хроматограма карбонових кислот моркви посівної листя сорту Яскрава

Встановлено, що найбільш різноманітний склад карбонових кислот притаманний надземній частині моркви посівної – 20 та 18 ідентифікованих кислот у листі сортів Яскрава та Нантська харківська відповідно, тоді як у коренеплодах сорту Яскрава виявлено 12 карбонових кислот, у коренеплодах сорту Нантська харківська – 11 кислот.

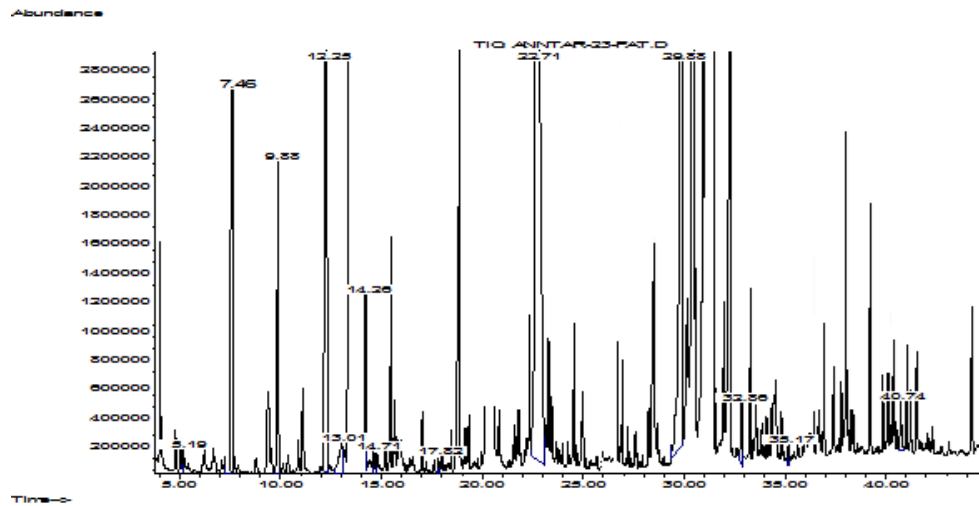


Рис. 3.2 Хроматограма карбонових кислот моркви посівної коренеплідів сорту Яскрава

Капронова, щавлева, маленова, фумарова, бурштинова, бензойна, саліцилова, яблучна, лимонна, ванілінова та ферулова кислоти містилися в усіх досліджуваних зразках. Лише у листі моркви обох сортів накопичувалися фенілоцтова, лауринова, 3-окси-2-метилглутарова, анісова, азелаїнова та сіренєва кислоти. 3-Гексенову, нонанову та глутарову кислоту було ідентифіковано у листі моркви сорту Яскрава, метоксибурштинову кислоту – у листі сорту Нантська харківська, 3-(6-метокси-3-метил-2-бензофураніл)-пропіонову кислоту – у коренеплодах сорту Яскрава.

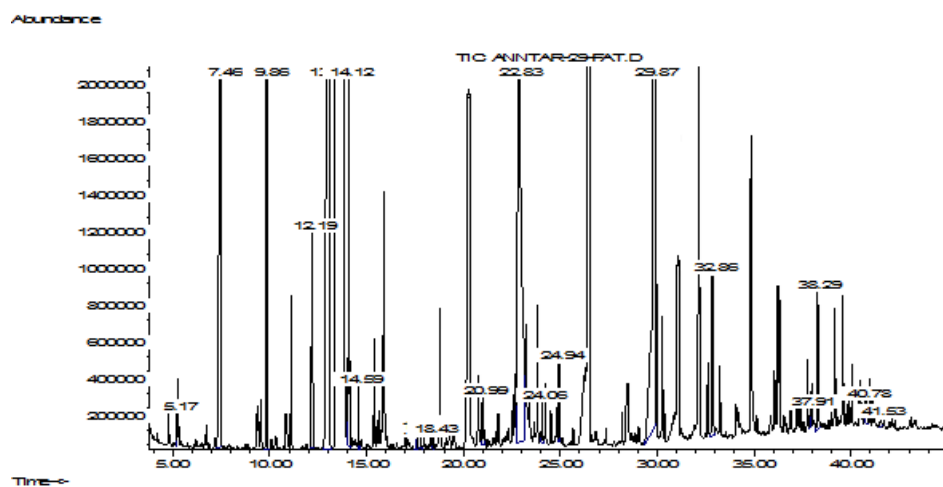


Рис. 3.3 Хроматограма карбонових кислот моркви посівної листя сорту Нантська харківська

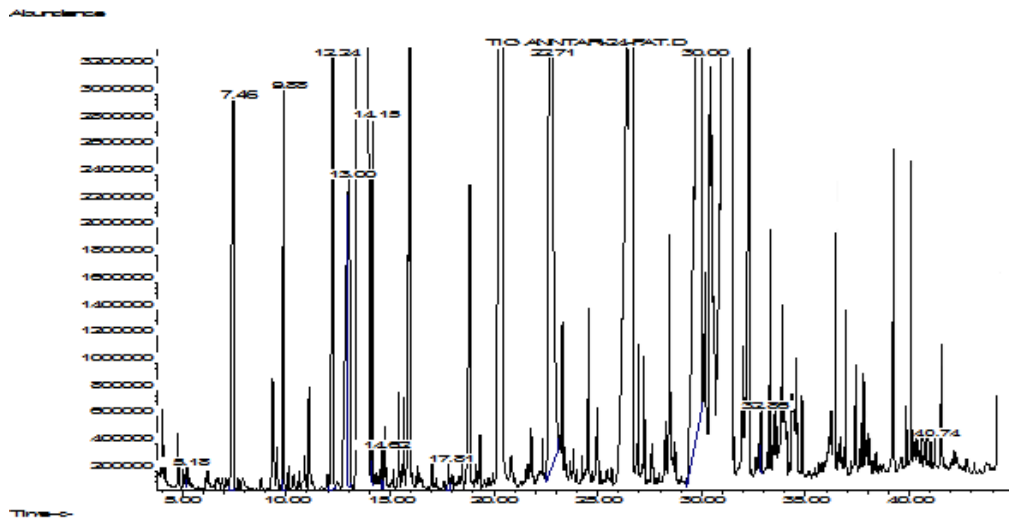


Рис. 3.4 Хроматограма карбонових кислот моркви посівної коренеплодів сорту Нантська харківська

Найбільший вміст карбонових кислот, визначених методом ГХ, встановлено у надземних та підземних органах моркви сорту Нантська харківська. Загальний вміст карбонових кислот у моркви посівної листі сорту Нантська харківська склав 5662,20 мг/г, у коренеплодах цього ж сорту – 5435,20 мг/г, у листі сорту Яскрава – 4866,60 мг/г та у коренеплодах сорту Яскрава – 3892,60 мг/г.

У надземній частині моркви посівної сорту Яскрава за вмістом превалювали лимонна (1794,10 мг/г), малонова (748,20 мг/г), щавлева (511,40 мг/г) та бурштинова (322,40 мг/г) кислоти, у листі моркви сорту Нантська харківська – лимонна (1986,40 мг/г), фумарова (1532,10 мг/г), бурштинова (520,70 мг/г), малонова (393,20 мг/г) та щавлева (328,60 мг/г) кислоти.

У найбільшій кількості у моркви коренеплодах сорту Яскрава визначено яблучну (1823,80 мг/г), лимонну (1022,30 мг/г), малонову (458,20 мг/г) та щавлеву кислоту (385,90 мг/г). Лимонна (2844,20 мг/г), яблучна (1634,80 мг/г), фумарова (322,60 мг/г), малонова (261,30 мг/г) та щавлева (184,20 мг/г) кислоти домінували за вмістом у моркви посівної коренеплодах сорту Нантська харківська.

Час утримування та вміст карбонових кислот у сировині моркви посівної

№ з/п	Кислота	Сорт Яскрава				Сорт Нантська харківська			
		листя		коренеплоди		листя		коренеплоди	
		Час утр., хв	Вміст, мг/кг	Час утр., хв	Вміст, мг/кг	Час утр., хв	Вміст, мг/кг	Час утр., хв	Вміст, мг/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Капронова	5,16	68,10	5,19	8,70	5,17	52,10	5,18	9,60
2	3-Гексенова	6,51	12,30	-	-	-	-	-	-
3	Щавлева	9,84	511,40	9,88	385,90	9,86	328,60	9,88	184,20
4	Нонанова	11,63	23,10	-	-	-	-	-	-
5	Малонова	12,19	748,20	12,25	458,20	12,19	393,20	12,24	261,30
6	Фумарова	12,91	131,20	13,01	62,70	13,03	1532,10	13,00	322,60
7	Бурштинова	14,01	322,40	14,26	29,50	14,12	520,70	14,15	86,60
8	Бензойна	14,53	51,40	14,71	13,80	14,59	33,00	14,62	13,40
9	Глутарова	16,32	26,10	-	-	-	-	-	-

Продовж. табл. 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	Фенілоцтова	17,56	25,50	-	-	17,59	12,20	-	-
11	Метоксибурштинова	-	-	-	-	17,61	9,30	-	-
12	Саліцилова	17,80	46,50	17,82	12,40	17,80	30,60	17,81	18,60
13	Лауринова	18,44	382,20	-	-	18,43	106,40	-	-
14	3-Окси-2- метилглутарова	20,99	78,60	-	-	20,99	62,60	-	-
15	Яблучна	23,09	136,20	22,71	1823,80	22,83	151,90	22,71	1634,80
16	Анісова	24,06	103,90	-	-	24,06	94,80	-	-
17	Азелаїнова	24,94	158,50	-	-	24,94	85,10	-	-
18	Лимонна	29,82	1794,10	29,88	1022,30	29,87	1986,40	30,00	2844,20
19	Ванілінова	32,85	111,60	32,86	39,80	32,86	128,20	32,86	30,80
20	Сіренєва	38,30	66,90	-	-	38,29	106,10	-	-
21	3-(6-Метокси-3-метил- 2-бензофураніл)- пропіонова	-	-	35,17	7,30	-	-	-	-
22	Ферулова	40,77	68,40	40,74	28,20	40,78	28,90	40,74	29,10

Дослідження стероїдних сполук. Методом ГХ у листі моркви сорту Яскрава ідентифіковано 4 сполуки стероїдної природи, у коренеплодах сорту Яскрава – 8 сполук, у листі моркви сорту Нантська харківська – 5 сполук та у коренеплодах моркви сорту Нантська харківська – 7 сполук (табл. 3.4) [56].

Кампестерол, стигмастерол та β -ситостерол було виявлено у всіх досліджуваних об'єктах, стигмаст-7-ен-3-ол – у листі та коренеплодах моркви сорту Яскрава та листі сорту Нантська харківська, а таракастерол – лише у листі моркви сорту Нантська харківська.

Встановлено, що стигмаста-5,24(28)-діен-3-ол, 4,22-стигмастадіен-3-он, 9,19-циклоланост-24-ен-3-ол та 9,19-циклоланостан-3-ол, 24-метилен накопичувалися у коренеплодах моркви.

Найбільший вміст стероїдних сполук було визначено у листі моркви посівної сорту Нантська харківська 23493,00 мг/кг, тоді як в інших досліджуваних об'єктах їх вміст був майже однаковим – 1563,00 мг/кг, 2005,00 мг/кг та 1793,00 мг/кг у листі та коренеплодах моркви сорту Яскрава та у коренеплодах моркви сорту Нантська харківська відповідно.

Кількісний вміст кампестеролу, стигмастеролу, β -ситостеролу, 4,22-стигмастадіен-3-ону та 9,19-циклоланостан-3-ол, 24-метилену у підземних органах моркви досліджуваних сортів був майже однаковим – 298,00 мг/кг та 223,00 мг/кг, 623,00 мг/кг та 658,00 мг/кг, 720,00 мг/кг та 769,00 мг/кг, 18,00 мг/кг та 19,00 мг/кг, 22,00 мг/кг та 24,00 мг/кг у коренеплодах моркви сортів Яскрава та Нантська харківська відповідно.

Коренеплоди моркви сорту Яскрава накопичували більшу кількість стигмаста-5,24(28)-діен-3-олу та 9,19-циклоланост-24-ен-3-олу, ніж коренеплоди моркви сорту Нантська харківська – 202,00 мг/кг та 110,00 мг/кг у порівнянні з 59,00 мг/кг та 41,00 мг/кг.

Час утримування та стероїдних сполук у сировині моркви посівної

№ з/п	Компонент	Сорт Яскрава				Сорт Нантська харківська			
		листя		коренеплоди		листя		коренеплоди	
		Час утр., хв	Вміст, мг/кг	Час утр., хв	Вміст, мг/кг	Час утр., хв	Вміст, мг/кг	Час утр., хв	Вміст, мг/кг
1	Кампестерол	19,97	98,00	20,01	298,00	19,84	1537,00	19,88	223,00
2	Стигмастерол	20,34	512,00	20,46	623,00	20,26	7726,00	20,32	658,00
3	β -Ситостерол	21,12	882,00	21,22	720,00	20,70	12429,00	20,71	769,00
4	Стигмаста-5,24(28)- дієн-3-ол	-	-	21,27	202,00	-	-	21,26	59,00
5	Стигмаст-7-єн-3-ол	21,54	71,00	21,52	12,00	21,64	1461,00	-	-
6	4,22-Стигмастадієн-3- он	-	-	21,71	18,00	-	-	21,68	19,00
7	9,19-Циклоланост-24- єн-3-ол	-	-	21,96	110,00	-	-	21,94	41,00
8	9,19-Циклоланостан-3- ол, 24-метилен	-	-	22,48	22,00	-	-	22,49	24,00
9	Тараксастерол	-	-	-	-	23,05	340,00	-	-

Вміст кампестеролу, стигмастеролу, β -ситостеролу у листі моркви посівної сорту Нантська харківська у декілька разів перевищував їх вміст у листі моркви посівної сорту Яскрава. Найбільший кількісний вміст у листі моркви посівної досліджуваних сортів було визначено для β -ситостеролу – 12429,0 мг/кг та 882,0 мг/кг у листі сортів Нантська харківська та Яскрава відповідно. У дещо меншій кількості було визначено стигмастерол (7726,0 мг/кг та 512,0 мг/кг у листі сортів Нантська харківська та Яскрава відповідно) та кампестерол (1537,0 мг/кг та 98,0 мг/кг у листі сортів Нантська харківська та Яскрава відповідно).

Також у листі моркви сорту Нантська харківська в значній кількості накопичувалися стигмаст-7-ен-3-ол та таракастерол, вміст яких склав 1461,0 мг/кг та 340,0 мг/кг відповідно.

Дослідження жирних кислот. У ліпофільних фракціях листя та коренеплодів моркви посівної сорту Нантська харківська та коренеплодів моркви сорту Яскрава ідентифіковано по 13 жирних кислот, а у ліпофільній фракції листя сорту Яскрава – 14 жирних кислот [10].

Хроматограми ліпофільних фракцій надземних та підземних органів моркви посівної сортів Яскрава та Нантська харківська представлено на рис. 3.5-3.8.

3.5-3.8.

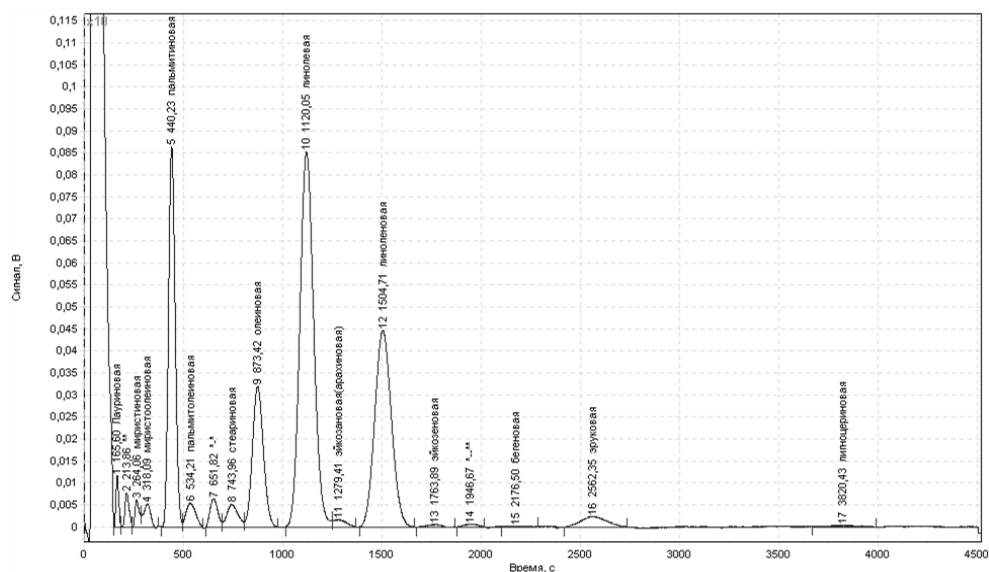


Рис. 3.5 Хроматограма жирних кислот у ліпофільній фракції моркви посівної листя сорту Яскрава

Зокрема, було виявлено насичені (лауринову, міристинову, пальмітинову, стеаринову, арахінову, бегенову та лігноцеринову), мононенасичені (міристолеїнову, пальмітинолеїнову, олеїнову, гондоїнову та ерукову) та поліненасичені (лінолеву та ліноленову) кислоти.

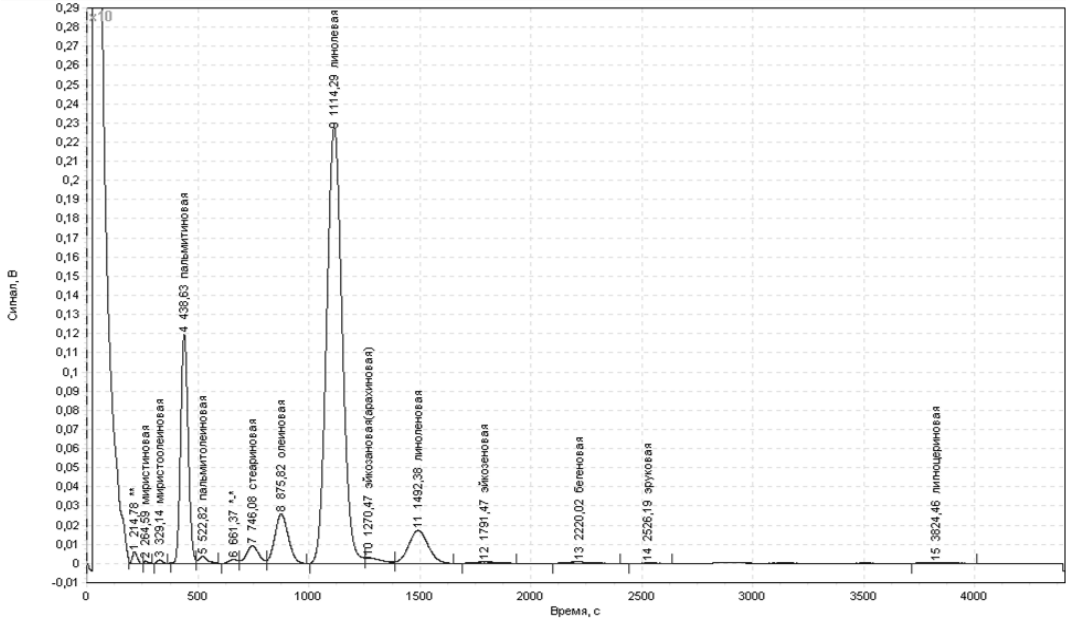


Рис. 3.6 Хроматограма жирних кислот у ліпофільній фракції моркви посівної коренеплодів сорту Яскрава

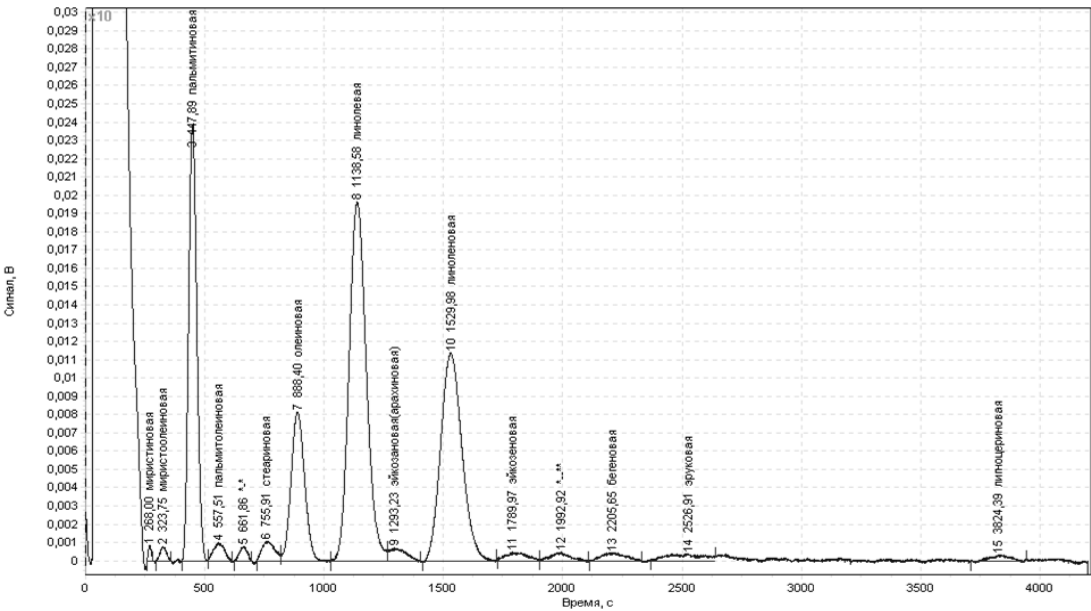


Рис. 3.7 Хроматограма жирних кислот у ліпофільній фракції моркви посівної листя сорту Нантська харківська

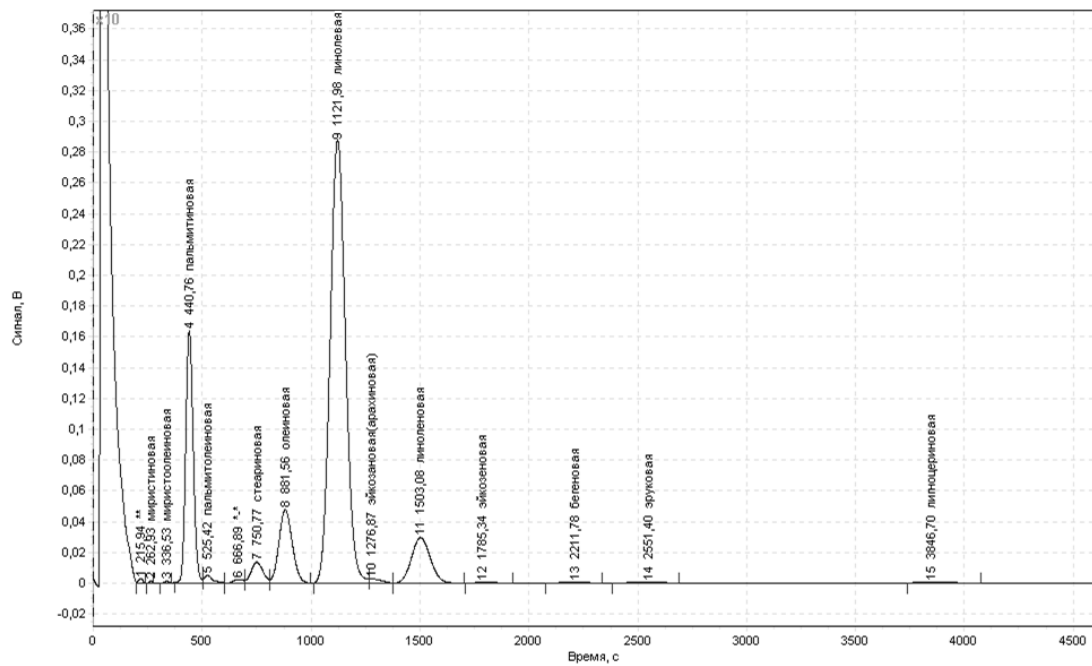


Рис. 3.8 Хроматограма жирних кислот у ліпофільній фракції моркви посівної коренеплодів сорту Нантська харківська

Вміст жирних кислот у ліпофільних фракціях сировини моркви посівної наведено у табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Результати дослідження жирних кислот у ліпофільних фракціях сировини моркви посівної

№ з/п	Кислота	Вміст жирних кислот у ліпофільній фракції, % від суми			
		Сорт Яскрава		Сорт Нантська харківська	
		листя	коренеплоди	листя	коренеплоди
1	2	3	4	5	6
1	Лауринова (C 12:0)	0,81	-	-	-
2	Міристинова (C 14:0)	0,78	0,09	0,30	0,09
3	Міристолеїнова (C 14:1)	1,17	0,20	0,52	0,08

1	2	3	4	5	6
4	Пальмітинова (C 16:0)	17,35	16,58	20,47	17,05
5	Пальмітолеїнова (C 16:1)	1,67	0,59	1,19	0,60
6	Стеаринова (C 18:0)	1,75	2,05	1,45	2,25
7	Олеїнова (C 18:1)	10,90	6,37	11,30	8,83
8	Лінолева (C 18:2)	35,63	64,90	34,50	61,24
9	Ліноленова (C 18:3)	23,55	6,19	24,83	7,77
10	Арахінова (C 20:0)	0,80	0,87	1,27	0,50
11	Гондоїнова (C 20:1)	0,40	0,41	0,97	0,15
12	Бегенова (C 22:0)	0,23	0,45	1,05	0,22
13	Ерукова (C 22:1)	1,85	0,05	0,45	0,32
14	Лігноцеринова (C 24:0)	0,35	0,30	0,30	0,34
Сума неідентифікованих жирних кислот, %		2,76	0,95	1,40	0,56
Сума насичених жирних кислот, %		22,07	20,34	24,84	20,45
Сума ненасичених жирних кислот, %		75,17	78,71	73,76	78,99

Встановлено, що у ліпофільних фракціях з досліджуваної сировини моркви посівної за вмістом домінували ненасичені жирні кислоти, при чому їх вміст у підземних органах моркви був вищим, аніж у надземних органах. Найбільший відсотковий вміст ненасичених жирних кислот від суми жирних кислот було визначено у ліпофільній фракції з коренеплодів моркви сорту Нантська харківська – 78,99 %, дещо менший – у ліпофільній фракції з коренеплодів моркви сорту Яскрава – 78,71 %. У ліпофільних фракціях з надземних частин моркви посівної досліджуваних сортів ненасичені жирні кислоти, на відміну від підземної частини, у відсотковому відношенню домінували у листі моркви сорту Яскрава та склали 75,17 % від суми жирних

кислот, у ліпофільній фракції листя моркви сорту Нантська харківська – 73,76 %.

Лінолева кислота переважала за вмістом у ліпофільних фракціях як надземної, так і підземної частини моркви посівної обох сортів, при чому її вміст у ліпофільних фракціях коренеплодів моркви майже у 2 рази перевищував її вміст у ліпофільних фракціях листя моркви. Встановлено, що жирні кислоти ліпофільних фракцій листя та коренеплодів моркви посівної сорту Яскрава на 35,63 % та 64,90 % відповідно склалися з лінолевої кислоти, тоді як її вміст у ліпофільній фракції з коренеплодів моркви сорту Нантська харківська склав 61,24 %, а у ліпофільній фракції листя цього ж сорту – 34,50 %.

У ліпофільних фракціях листя моркви сортів Яскрава та Нантська харківська в значній кількості була визначена поліненасичена ліноленова кислота – 23,55 % та 24,83 % відповідно. У ліпофільних фракціях підземних органів моркви обох сортів відсотковий вміст ліноленової кислоти від суми жирних кислот був значно меншим у порівнянні з надземними частинами – 6,19 % та 7,77 % сорту Яскрава та сорту Нантська харківська відповідно.

Олеїнова кислота також превалювала у ліпофільних фракціях листя моркви (10,90 % та 11,30 % від суми жирних кислот у ліпофільних фракціях листя сорту Яскрава та сорту Нантська харківська відповідно), у ліпофільних фракціях з коренеплодів моркви її вміст був дещо меншим – 6,37 % та 8,83 % від суми жирних кислот у ліпофільних фракціях підземних органів моркви сорту Яскрава та сорту Нантська харківська відповідно.

Насиченою жирною кислотою, вміст якої у досліджуваних ліпофільних фракціях був найбільшим, була пальмітинова кислота. У ліпофільній фракції листя моркви сорту Нантська харківська відсотковий вміст пальмітинової кислоти склав 20,47 % від суми жирних кислот, у ліпофільних фракціях листя моркви сорту Яскрава та коренеплодів сорту Нантська харківська її відсотковий вміст від суми жирних кислот був майже однаковим – 17,35 % та

17,05 % відповідно, найменший її вміст було визначено у ліпофільній фракції коренеплодів сорту Яскрава – 16,58 % від суми жирних кислот.

3.5 Дослідження сировини методом високоефективної рідинної хроматографії

Дослідження вуглеводів. Вуглеводи листя та коренеплодів моркви посівної сортів Яскрава та Нантська харківська, визначені методом ВЕРХ, не відрізнялися за якісним складом, тому хроматограму вуглеводів представлено на прикладі моркви посівної коренеплодів сорту Яскрава (рис. 3.9).

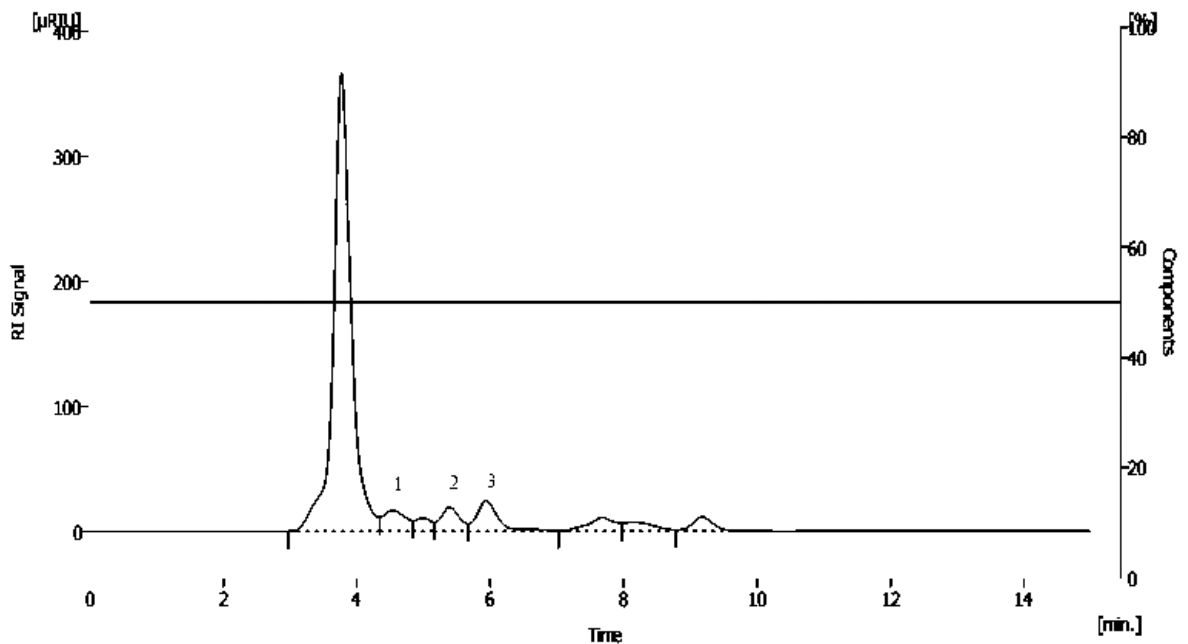


Рис. 3.9 Хроматограма вуглеводів на прикладі моркви посівної коренеплодів сорту Яскрава (1 – сахароза; 2 – глюкоза; 3 – фруктоза)

Час утримування ідентифікованих вуглеводів та їх вміст представлені в табл. 3.6.

У листі та коренеплодах моркви посівної сортів Яскрава та Нантська харківська було ідентифіковано сахарозу, глюкозу та фруктозу.

**Час утримування та вміст вуглеводів, визначений методом ВЕРХ, у
сировині моркви посівної**

№ з/п	Компонент	Сорт Яскрава				Сорт Нантська харківська			
		листя		коренеплоди		листя		коренеплоди	
		Час утр., хв	Вміст,	Час утр., хв	Вміст,	Час утр., хв	Вміст,	Час утр., хв	Вміст,
1	Сахароза	4,58	1,67	4,57	2,01	4,59	1,73	4,58	1,98
2	Глюкоза	5,37	1,75	5,36	1,88	5,36	1,86	5,37	1,92
3	Фруктоза	5,88	1,82	5,88	2,83	5,89	1,79	5,88	2,96

За результатами дослідження можна зробити висновок, що вміст ідентифікованих вуглеводів був вищим у підземних органах моркви посівної досліджуваних сортів, ніж у листі.

Дослідження фенольних сполук. Методом ВЕРХ у надземних та підземних органах моркви посівної сортів Яскрава та Нантська харківська було досліджено фенольні сполуки [54, 59, 60, 109].

Одержані хроматограми представлені на рис. 3.10-3.14.

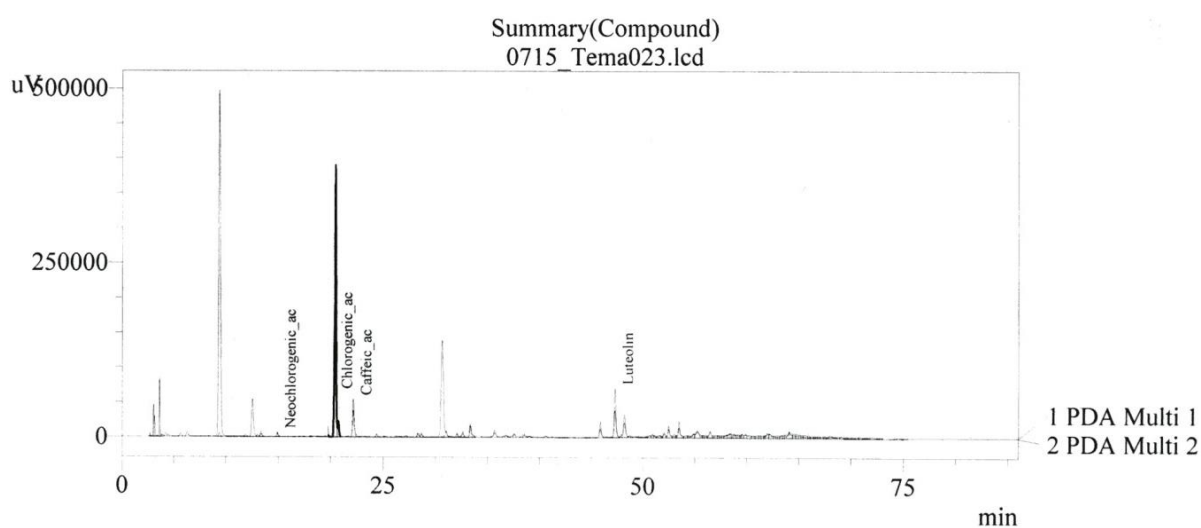


Рис. 3.10 Хроматограма фенольних сполук моркви посівної листя сорту Яскрава

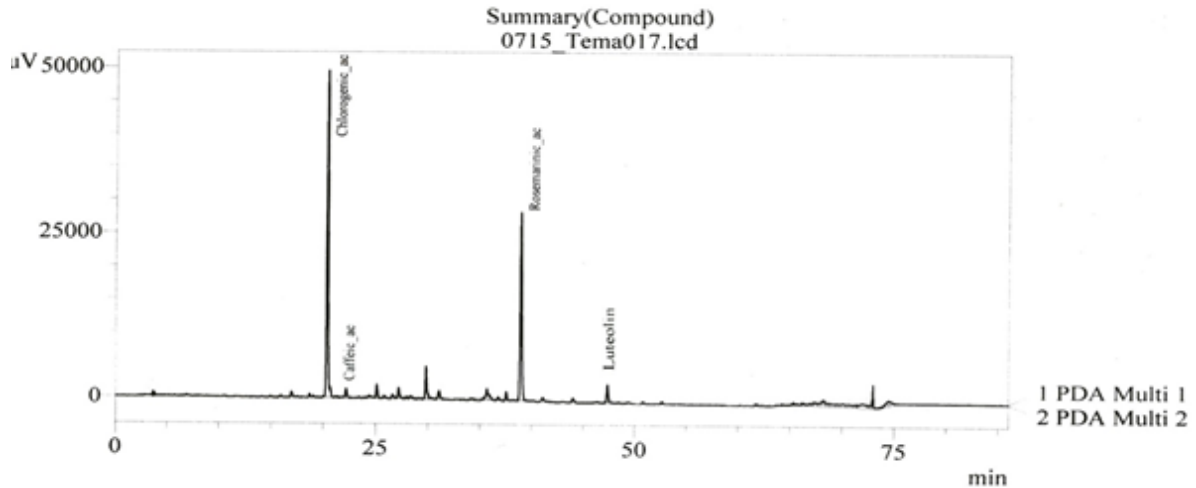


Рис. 3.11 Хроматограма фенольних сполук моркви посівної коренеплодів сорту Яскрава

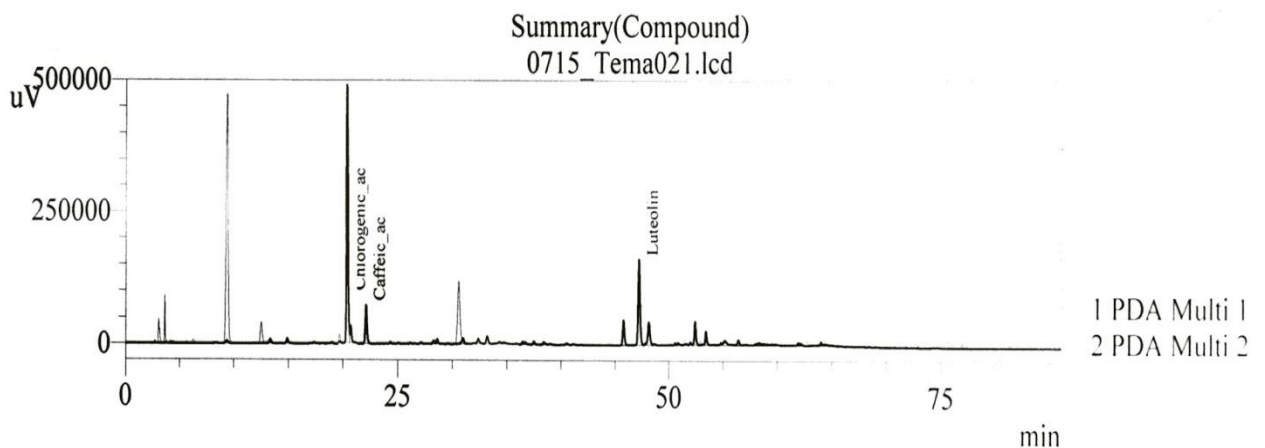


Рис. 3.12 Хроматограма фенольних сполук моркви посівної листя сорту Нантська харківська

В результаті проведеного експерименту у досліджуваних зразках було ідентифіковано гідроксикоричні кислоти (неохлорогенову, хлорогенову, кофейну та розмаринову) та флавоноїд (лютеолін).

Час утримування ідентифікованих сполук, а також їх вміст у досліджуваній сировині представлені у табл. 3.7.

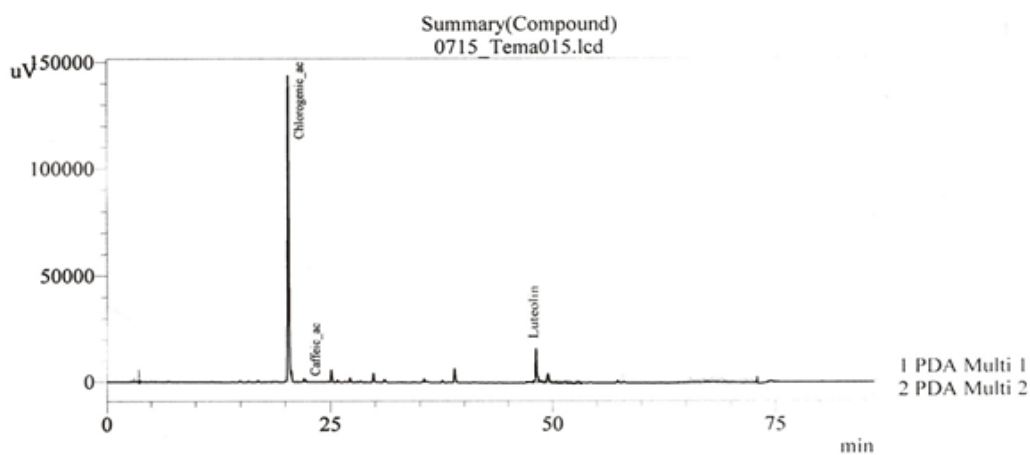


Рис. 3.13 Хроматограма фенольних сполук моркви посівної коренеплодів сорту Нантська харківська

Таблиця 3.7

Час утримування та вміст фенольних сполук у сировині моркви посівної

№ з/п	Компонент	Сорт Яскрава				Сорт Нантська харківська			
		листя		коренеплоди		листя		коренеплоди	
		Час утр., хв	Вміст, мг/кг	Час утр., хв	Вміст, мг/кг	Час утр., хв	Вміст, мг/кг	Час утр., хв	Вміст, мг/кг
1	Неохлорогенова кислота	14,95	сліди	-	-	-	-	-	-
2	Хлорогенова кислота	20,35	359,50	20,34	82,90	20,34	476,90	20,33	241,20
3	Кофейна кислота	22,16	63,10	22,15	15,00	22,11	90,20	22,13	32,70
4	Розмаринова кислота	-	-	38,95	55,60	-	-	-	-
5	Лютеолін	47,31	29,14	47,30	22,69	47,22	31,08	47,28	26,55

У листі моркви сорту Яскрава було встановлено наявність 4 сполук фенольної природи: неохлорогенової, хлорогенової, кофейної кислот та

лютеоліну, у листі моркви сорту Нантська харківська – 3 фенольних сполук: хлорогенової та кофейної кислот, а також лютеоліну.

У коренеплодах моркви досліджуваних сортів було ідентифіковано хлорогенову, кофейну кислоти та лютеолін, а у коренеплодах сорту Яскрава також і розмаринову кислоту.

Хлорогенову, кофейну кислоти та лютеолін було виявлено у всіх досліджуваних об'єктах, неохлорогенову кислоту – у листі моркви сорту Яскрава, а розмаринову кислоту – у коренеплодах моркви того ж сорту.

Встановлено, що хлорогенова та кофейна кислоти переважно накопичувалися у надземній частині моркви посівної. Найбільший вміст хлорогенової та кофейної кислот було визначено у листі моркви сорту Нантська харківська – 476,90 мг/100 г та 90,20 мг/100 г відповідно, дещо менший – у листі моркви сорту Яскрава – 359,50 мг/100 г та 63,10 мг/100 г відповідно.

Вміст хлорогенової кислоти у коренеплодах моркви сорту Нантська харківська майже у 3 рази перевищував її вміст у коренеплодах моркви сорту Яскрава – 241,20 мг/100 г та 82,90 мг/100 г відповідно, а вміст кофейної кислоти у коренеплодах моркви сорту Нантська харківська більш ніж у 2 рази був вищий, ніж у коренеплодах моркви сорту Яскрава – 32,70 мг/100 г та 15,00 мг/100 г відповідно.

Встановлено, що вміст лютеоліну у сировині моркви посівної відрізнявся несуттєво та склав 29,14 мг/100 г та 22,69 мг/100 г у листі та коренеплодах сорту Яскрава, 31,08 мг/100 г та 26,55 мг/100 г у листі та коренеплодах сорту Нантська харківська.

У коренеплодах моркви посівної сорту Яскрава вміст розмаринової кислоти склав 55,60 мг/100 г.

Неохлорогенову кислоту було визначено у слідових кількостях.

3.6 Дослідження сировини методом спектрофотометрії та атомно-абсорбційної спектроскопії

Визначення вмісту поліфенольних сполук. Визначення вмісту суми поліфенольних сполук проводили у перерахунку на галову кислоту.

На рис. 3.14 представлено спектр поглинання на прикладі водно-спиртової витяжки моркви посівної листя сорту Нантська харківська.

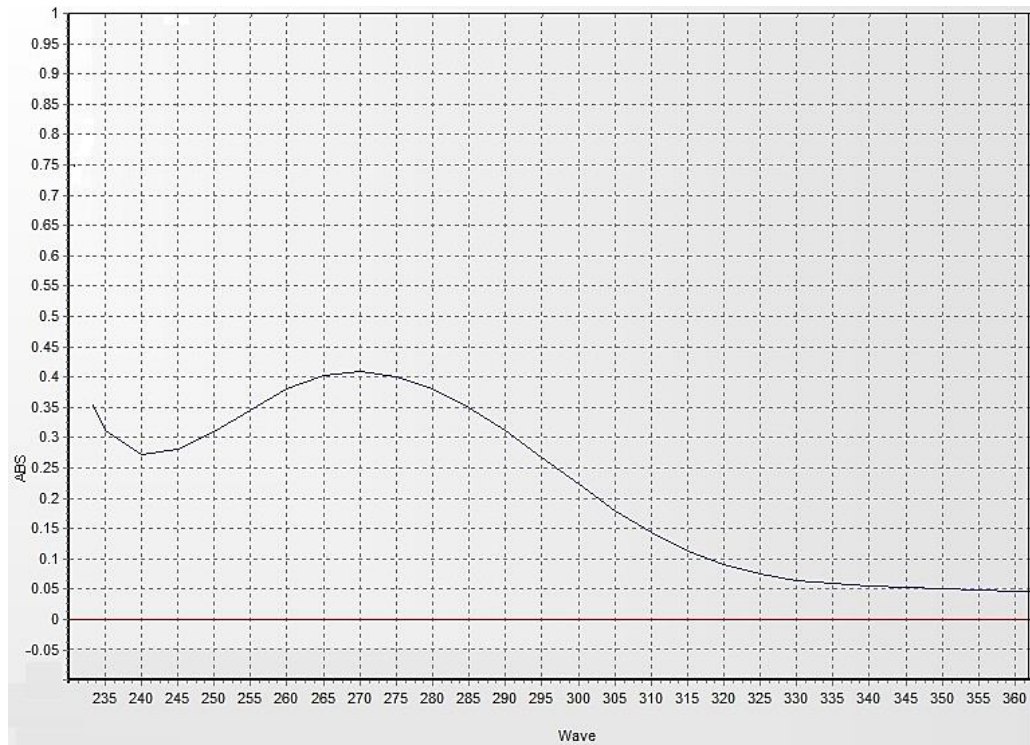


Рис. 3.14 Спектр поглинання 70 % етанольної витяжки моркви посівної листя сорту Нантська харківська за довжини хвилі 235-360 нм

Результати визначення кількісного вмісту поліфенольних сполук представлено в табл. 3.8.

Спираючись на одержані результати можна зробити висновок, що поліфенольні сполуки переважно накопичувалися у підземних органах моркви посівної (8,34 % та 8,54 %), тоді як їх вміст у листі склав 6,52 % та 6,78 % відповідно.

Вміст поліфенольних сполук у перерахунку на галову кислоту у сировині моркви посівної

Сорт моркви посівної	Вміст, % у перерахунку на суху сировину, n=5	
	листя	коренеплоди
Яскрава	6,52±0,26	8,34±0,33
Нантська харківська	6,78±0,31	8,54±0,34

Примітка. Вірогідність похибки $P < 0,05$.

Визначення вмісту гідроксикоричних сполук. Результати визначення вмісту суми гідроксикоричних кислот у листі та коренеплодах моркви посівної сортів Яскрава та Нантська харківська представлено у табл. 3.9 [57].

Таблиця 3.9

Вміст гідроксикоричних кислот у сировині моркви посівної

Сорт моркви посівної	Вміст, % у перерахунку на суху сировину, n=5	
	листя	коренеплоди
Яскрава	3,09±0,12	3,95±0,14
Нантська харківська	4,65±0,19	3,79±0,13

Примітка. Вірогідність похибки $P < 0,05$.

Найбільший вміст гідроксикоричних кислот було визначено у листі моркви сорту Нантська харківська (4,65 %), дещо менший – у коренеплодах досліджуваних сортів (3,95 % та 3,79 % у коренеплодах сорту Яскрава та Нантська харківська відповідно) та найменший – у листі моркви сорту Яскрава (3,09 %).

Визначення вмісту флавоноїдів. Метод диференційної спектрофотометрії при визначенні вмісту флавоноїдів у рослинній сировині дозволяє виключити внесок інших груп біологічно активних речовин в значення оптичної густини, для чого використовують реакцію комплексоутворення з розчином алюмінію хлориду. В умовах комплексоутворення спостерігався батохромний зсув, який виявлявся у вигляді максимуму поглинання в області 395-412 нм.

Максимум спектру поглинання комплексу 70 % етанольної витяжки з розчином алюмінію хлориду (рис. 3.15) був за довжини хвилі 395 нм, що за літературними та експериментальними даними характерно для лютеоліну [4, 44].

Спираючись на вищезазначене, розрахунок вмісту флавоноїдів у досліджуваній сировині вели у перерахунку на лютеолін. Спектр поглинання на прикладі комплексу 70 % етанольної витяжки моркви посівної листя сорту Нантська харківська з розчином алюмінію хлориду представлено на рис. 3.15.

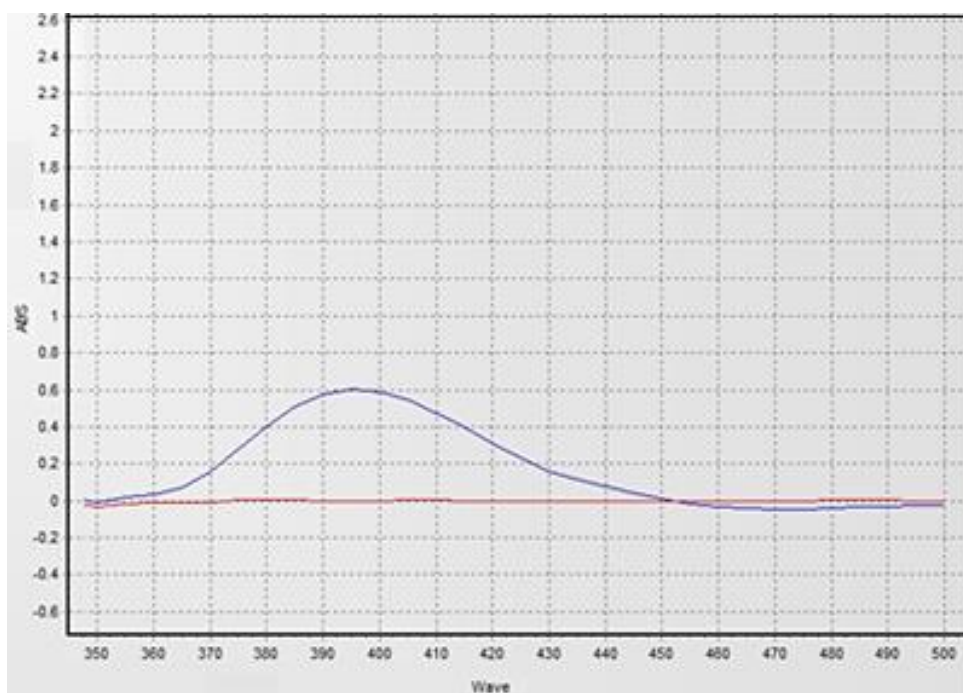


Рис. 3.15 Спектр поглинання 70 % етанольної витяжки моркви посівної листя сорту Нантська харківська з розчином алюмінію хлориду

Результати визначення вмісту флавоноїдів у сировині моркви посівної представлено у табл. 3.10.

Таблиця 3.10

Вміст флавоноїдів у сировині моркви посівної

Сорт моркви посівної	Вміст, % у перерахунку на суху сировину, n=5	
	листя	коренеплоди
Яскрава	1,10±0,04	0,74±0,03
Нантська харківська	1,10±0,05	0,69±0,02

Примітка. Вірогідність похибки $P < 0,05$.

В результаті проведеного експерименту встановлено, що флавоноїди переважно накопичувалися у надземній частині моркви посівної досліджуваних сортів їх вміст склав по 1,10 %. У коренеплодах сорту Яскрава кількісний вміст флавоноїдів склав 0,74 %, у коренеплодах сорту Нантська харківська – дещо менший – 0,69 %.

Визначення вмісту вільних амінокислот. Результати визначення кількісного вмісту суми вільних амінокислот спектрофотометричним методом у перерахунку на лейцин наведені в табл. 3.11.

Таблиця 3.11

Вміст вільних амінокислот у сировині моркви посівної

Сорт моркви посівної	Вміст, % у перерахунку на суху сировину, n=5	
	листя	коренеплоди
Яскрава	0,85±0,03	0,84±0,03
Нантська харківська	0,62±0,02	0,42±0,02

Примітка. Вірогідність похибки $P < 0,05$.

В результаті проведеного експерименту встановлено, що вміст вільних амінокислот домінував у сировині моркви посівної сорту Яскрава та склав 0,85 % та 0,84 % у листі та коренеплодах відповідно. Кількісний вміст даної групи біологічно активних речовин у надземній та підземній частині моркви сорту Нантська харківська був дещо меншим, у порівнянні з сортом Яскрава – 0,62 % у листі та 0,42 % – у коренеплодах.

Визначення вмісту пігментів. Кількісний вміст хлорофілів визначали у 96 % етанольних витяжках листя та коренеплодів моркви посівної, вміст каротиноїдів – у 96 % етанольних та гексанових витяжках з досліджуваної сировини.

Результати дослідження представлено у табл. 3.12.

Таблиця 3.12

Вміст пігментів у сировині моркви посівної

Група пігментів, екстрагент	Вміст, у перерахунку на суху сировину, n=5			
	Сорт Яскрава		Сорт Нантська харківська	
	листя	коренеплоди	листя	коренеплоди
Хлорофіли (96% етанол), мг/г	4,38±0,21	0,16±0,01	3,02±0,14	0,15±0,01
Каротиноїди (96% етанол), мг/г	0,30±0,01	0,04±0,01	0,28±0,02	0,06±0,01
Каротиноїди (гексан), мг%	6,33±0,25	1,29±0,05	5,08±0,22	1,32±0,06

Примітка. Вірогідність похибки $P < 0,05$.

Результати дослідження свідчать про те, що пігменти переважно накопичуються у надземних органах моркви посівної [58].

Визначення вмісту стероїдних сполук. Результати визначення кількісного вмісту суми стероїдних сполук у сировині моркви посівної наведено в табл. 3.13.

Вміст стероїдних сполук у сировині моркви посівної

Сорт моркви посівної	Вміст, % у перерахунку на суху сировину, n=5	
	листя	коренеплоди
Яскрава	0,11±0,01	0,26±0,01
Нантська харківська	0,14±0,01	0,29±0,01

Примітка. Вірогідність похибки $P < 0,05$.

Спираючись на одержані результати, можна зробити висновок, що речовини стероїдної природи переважно накопичувалися у підземних органах моркви посівної. Їх вміст у коренеплодах сорту Нантська харківська склав 0,29 %, а у коренеплодах сорту Яскрава – 0,26 %. У надземній частині моркви посівної вміст стероїдних сполук був майже у 2 рази меншим, ніж у підземній частині – 0,11 % та 0,14 % у листі сортів Яскрава та Нантська харківська відповідно.

Дослідження макро- та мікроелементів. Якісний склад мінеральних сполук та їх вміст у сировині моркви посівної представлено у табл. 3.14.

В результаті проведеного аналізу макро- та мікроелементів у сировині моркви посівної було встановлено, що вміст важких металів знаходився в межах гранично допустимих концентрацій для сировини та харчових продуктів [49].

У листі моркви посівної сорту Яскрава елементи розподілялися в залежності від кількісного вмісту у такій послідовності: $K > Na > Ca > Mg > Si > P > Al > Fe$; у листі моркви посівної сорту Нантська харківська – $K > Ca > Na > Mg > Si > P > Al > Zn$; у коренеплодах моркви посівної сорту Яскрава – $K > Na > Ca > P > Mg > Al > Si > Fe$; у коренеплодах моркви посівної сорту Нантська харківська – $K > Na > Ca > P > Mg > Si > Fe > Al$.

Вміст макро- та мікроелементів у сировині моркви посівної

№ з/п	Елемент	Вміст, мкг/100г			
		Сорт Яскрава		Сорт Нантська харківська	
		листя	коренеплоди	листя	коренеплоди
1	K	3775,00	1200,00	5630,00	2310,00
2	Ca	1510,00	610,00	1930,00	530,00
3	Si	300,00	43,00	145,00	120,00
4	Mg	605,00	245,00	240,00	230,00
5	P	150,00	305,00	40,20	330,00
6	Na	1800,00	730,00	800,00	790,00
7	Fe	60,40	15,20	9,70	39,60
8	Al	120,00	49,00	40,20	16,50
9	Mn	5,30	1,80	4,80	3,00
10	Sr	10,60	0,90	11,20	4,00
11	Zn	18,10	0,50	24,10	6,60
12	Cu	0,60	0,45	0,32	1,30
13	Ni	<0,03	0,05	<0,03	0,13
14	Co	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
15	Cd	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
16	As	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
17	Hg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
18	Pb	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
19	Mo	0,12	<0,03	0,08	0,06

Сировина моркви посівної обох сортів накопичувала калій в значній кількості. Особливо високий його вміст було визначено у надземній частині моркви: 5630,00 мкг/100 г у листі сорту Нантська харківська та

3775,00 мкг/100 г у листі сорту Яскрава. У коренеплодах моркви сорту Нантська харківська вміст калію майже у 2 рази перевищував його вміст у коренеплодах сорту Яскрава – 2310,00 мкг/100 г та 1200,00 мкг/100 г відповідно.

У листі моркви вміст кальцію був значно більшим (1510,00 мкг/100 г та 1930,00 мкг/100 г), аніж у коренеплодах моркви (530,00 мкг/100г та 610,00 мкг/100 г) відповідно у сировині сорті Яскрава та Нантська харківська.

Найбільший вміст силіцію виявлено у листі моркви посівної сорту Яскрава – 300,00 мкг/100 г. Слід відмітити, що у надземних та підземних органах моркви сорту Нантська харківська силіцій накопичувався майже в однаковій кількості, його вміст у листі склав 145,00 мкг/100 г та у коренеплодах – 120,00 мкг/100 г. Найменший вміст силіцію було визначено у коренеплодах моркви посівної сорту Яскрава.

Вміст магнію та натрію у надземній частині моркви сорту Яскрава був більш ніж у 2 рази більшим, аніж в іншій досліджуваній сировині.

Слід зазначити, що фосфор накопичувався у підземних органах моркви посівної та склав 330,00 мкг/100 г та 305,00 мкг/100 г у коренеплодах сорту Яскрава та Нантська харківська відповідно.

3.7 Дослідження сировини методом титриметрії та гравіметрії

Визначення вмісту вільних органічних кислот. Результати визначення вмісту вільних органічних кислот у досліджуваній сировині моркви посівної представлені у табл. 3.15 [55, 62].

Вміст вільних органічних кислот у надземних та підземних органах моркви посівної досліджуваних сортів був майже однаковим: у листі та коренеплодах сорту Яскрава визначено 5,48 % та 5,35 % органічних кислот відповідно, у листі моркви посівної сорту Нантська харківська – 5,41 % та у коренеплодах сорту Нантська харківська – 4,95 %.

Вміст вільних органічних кислот у сировині моркви посівної

Сорт моркви посівної	Вміст, % у перерахунку на суху сировину, n=5	
	листя	коренеплоди
Яскрава	5,48±0,39	5,35±0,38
Нантська харківська	5,41±0,41	4,95±0,36

Примітка. Вірогідність похибки $P < 0,05$.

Визначення вмісту полісахаридів. Результати визначення кількісного вмісту полісахаридів представлено в табл. 3.16.

Таблиця 3.16

Вміст полісахаридів у сировині моркви посівної

Сорт моркви посівної	Вміст, % у перерахунку на суху сировину, n=5	
	листя	коренеплоди
Яскрава	9,20±0,81	16,39±1,04
Нантська харківська	10,35±0,92	15,44±1,00

Примітка. Вірогідність похибки $P < 0,05$.

Експериментальним шляхом встановлено, що полісахариди у сировині моркви посівної переважно накопичувалися у підземних органах (16,39 % та 15,44 % у коренеплодах сорту Яскрава та Нантська харківська відповідно). У моркви посівної листі, навпаки, більший вміст полісахаридів було визначено у сорті Нантська харківська та склав 10,35 %, у листі сорту Яскрава – 9,20 %.

Фракціонування полісахаридів. Наступним етапом дослідження полісахаридних комплексів було їх фракціонування [28].

Кількісний вміст окремих фракцій полісахаридів сировини моркви посівної представлені в табл. 3.17 та на рис. 3.16.

Таблиця 3.17

Вміст полісахаридних фракцій у сировині моркви посівної

Полісахаридні фракції	Вміст, % у перерахунку на суху сировину, n=5			
	Сорт Яскрава		Сорт Нантська харківська	
	листя	коренеплоди	листя	коренеплоди
Водорозчинні полісахариди	6,25±0,51	10,31±0,93	7,20±0,62	8,79±0,76
Пектинові речовини	4,31±0,39	1,50±0,08	5,26±0,21	1,12±0,07
Геміцелюлоза А	3,96±0,29	0,18±0,01	2,01±0,08	0,16±0,01
Геміцелюлоза Б	3,10±0,24	0,94±0,09	4,38±0,41	0,88±0,06

Примітка. Вірогідність похибки $P < 0,05$.

За результатами проведеного фракціонування полісахаридів моркви посівної встановлено, що у всіх досліджуваних об'єктах превалювала фракція водорозчинних полісахаридів, дещо меншим був вміст пектинових речовин.

Порівнюючи вміст окремих фракцій полісахаридів підземних органів моркви посівної, значних відмінностей між сортами Яскрава та Нантська харківська не встановлено. У коренеплодах моркви посівної досліджуваних сортів фракції полісахаридів розподілялися в залежності від їх кількісного вмісту у такій послідовності: водорозчинні полісахариди (8,79-10,31 %) > пектинові речовини (1,12-1,50 %) > геміцелюлоза Б (0,88-0,94 %) > геміцелюлоза А (0,16-0,18 %).

На відміну від підземних органів моркви посівної, кількісний вміст окремих фракцій полісахаридів листя дещо відрізнявся у сортах Яскрава та Нантська харківська, зокрема вміст геміцелюлози А та Б. У листі моркви сорту Яскрава вміст геміцелюлози А та Б відрізнявся незначно та склав

3,96 % та 3,10 % відповідно. У листі сорту Нантська харківська навпаки, за вмістом домінувала геміцелюлоза Б (4,38 %), тоді як вміст геміцелюлози А склав 2,01 %.

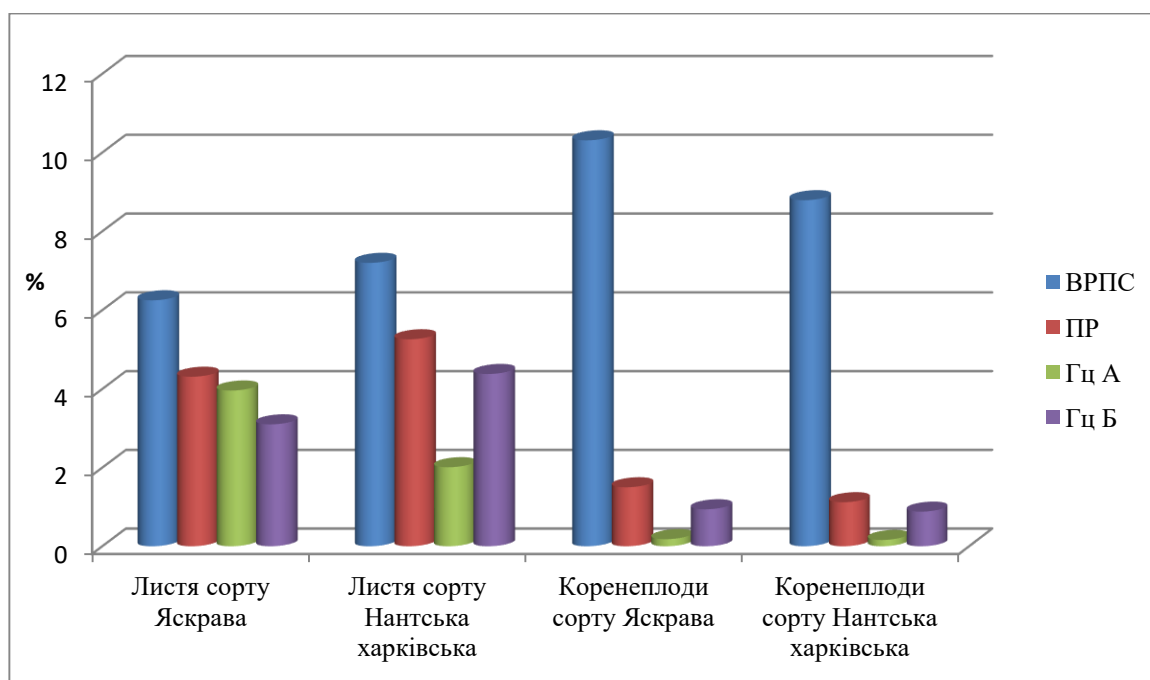


Рис. 3.16 Накопичення полісахаридних фракцій у сировині моркви посівної

Визначення вмісту екстрактивних речовин. Для визначення виходу екстрактивних речовин листя та коренеплоди моркви посівної екстрагували водою та етанолом різної концентрації. Результати представлено в табл. 3.18 та на рис. 3.17.

Найбільший вихід екстрактивних речовин з листя моркви посівної сортів Яскрава на Нантська харківська спостерігався при екстракції 60 % етанолом (38,01 % та 39,32 %), дещо менший – при екстракції сировини 40 % етанолом (34,29 % та 36,15 %) відповідно.

Максимальний вміст екстрактивних речовин коренеплодів моркви обох сортів був при використанні як екстрагенту 80 % етанолу (38,96 % та 39,50 % відповідно).

Вміст екстрактивних речовин у сировині моркви посівної

Екстрагент	Вміст, % у перерахунку на суху сировину, n=5			
	Сорт Яскрава		Сорт Нантська харківська	
	листя	коренеплоди	листя	коренеплоди
Вода	29,22±2,21	34,81±3,00	28,65±2,33	33,65±2,80
20% Етанол	33,09±2,93	31,59±2,72	32,54±2,86	30,74±2,71
40% Етанол	36,15±3,16	33,27±2,84	34,29±3,01	32,58±2,89
60% Етанол	39,32±3,18	36,08±3,20	38,01±3,58	35,11±2,96
80% Етанол	34,17±2,99	39,50±3,59	31,49±2,97	38,96±3,68
96% Етанол	19,20±1,74	17,36±1,59	17,38±1,65	18,13±1,71

Примітка. Вірогідність похибки $P < 0,05$.

При екстракції листя та коренеплодів моркви посівної сорту Яскрава 96 % етанолом вміст екстрактивних речовин був найменшим (17,36 % та 19,20 % відповідно).

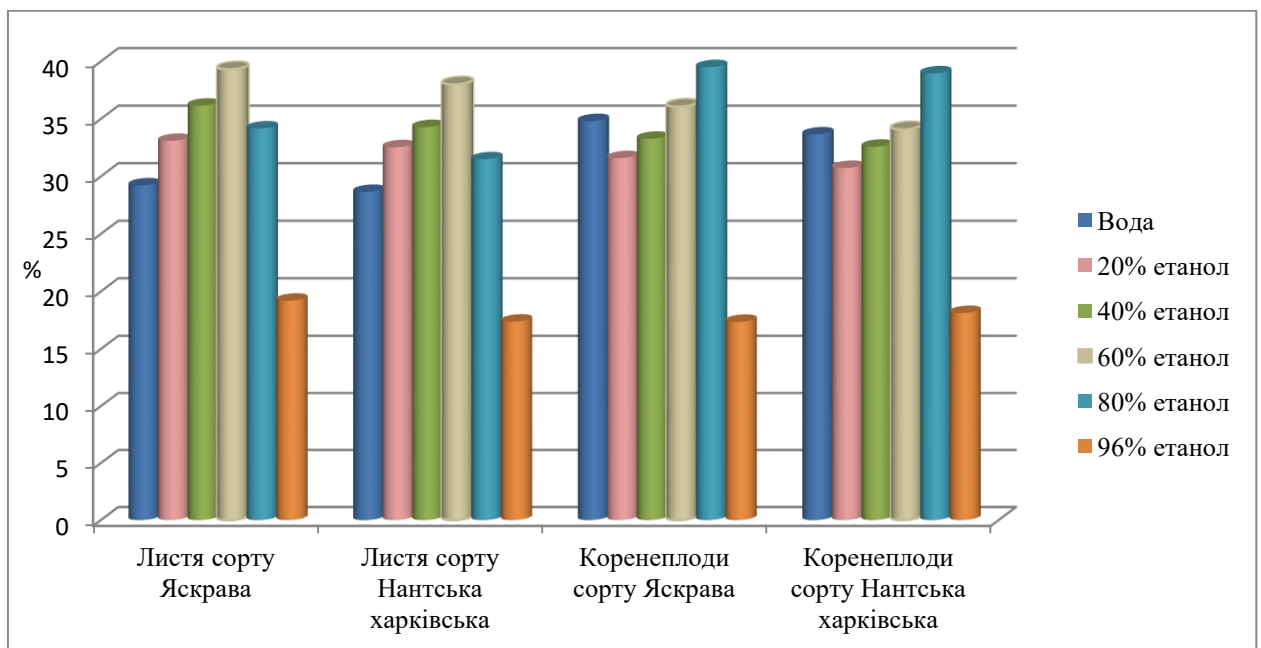


Рис. 3.17 Діаграма вмісту екстрактивних речовин сировини моркви посівної

Визначення втрати в масі при висушуванні. Показник втрати в масі при висушуванні сировини є обов'язковим випробуванням для рослинної сировини за вимогами ДФУ. Результати визначення цього показника для сировини моркви посівної представлено в табл. 3.19.

Таблиця 3.19

Втрата в масі при висушуванні сировини моркви посівної

Сорт моркви посівної	Вміст, % у перерахунку на суху сировину, n=5	
	листя	коренеплоди
Яскрава	7,56±0,53	6,44±0,59
Нантська харківська	7,50±0,51	6,38±0,58

Примітка. Вірогідність похибки $P < 0,05$.

Втрата в масі при висушуванні була більшою у листі моркви та склала 7,56 % та 7,50 % у сорті Яскрава та Нантська харківська відповідно. У підземних органах моркви посівної сорту Яскрава цей показник склав 6,44 %, у підземних органах сорту Нантська харківська – 6,38 %.

Визначення вмісту золи. Результати визначення вмісту золи у надземних та підземних органах моркви посівної представлено у табл. 3.20.

Таблиця 3.20

Вміст золи у сировині моркви посівної

Сорт моркви посівної	Вміст, % у перерахунку на суху сировину, n=5	
	листя	коренеплоди
Яскрава	7,29±0,50	6,13±0,49
Нантська харківська	7,87±0,59	6,95±0,54

Примітка. Вірогідність похибки $P < 0,05$.

Як видно з табл. 3.20 вміст золи був вищим у листі моркви посівної (7,29 % та 7,87 % сортів Яскрава та Нантська харківська відповідно), аніж у коренеплодах (6,13 % та 6,95 % сортів Яскрава та Нантська харківська відповідно).

Висновки до розділу 3

1. Хімічними реакціями у листі та коренеплодах моркви посівної підтверджено наявність речовин глікозидної природи, полісахаридів, у тому числі пектинових речовин, стероїдних сполук, амінокислот, фенольних речовин, зокрема танінів і флавоноїдів.

2. Методами ПХ та ТШХ у сировині моркви посівної досліджено склад вуглеводів, амінокислот, гідроксикоричних кислот, флавоноїдів, каротиноїдів, хлорофілів, органічних кислот та стероїдних сполук. У результаті у досліджуваній сировині ідентифіковано глюкозу, фруктозу, ксилозу, арабінозу, рамнозу, аспарагін, серин, треонін, глютамінову кислоту, тирозин, валін, метіонін, триптофан, фенілаланін, лейцин, хлорогенову, кофейну та ферулову, винну, лимонну, яблучну, бурштинову, щавлеву кислоти, гіперозид, лютеолін, кверцетин, рутин, цинарозид, β -каротин, лютеїн, хлорофіл а та хлорофіл b.

3. Методом ГХ досліджено компонентний склад леткої фракції та ідентифіковано у листі моркви сорту Яскрава 27 сполук, у коренеплодах сорту Яскрава – 31 сполуку, у листі сорту Нантська харківська – 21 сполуку та у коренеплодах сорту Нантська харківська – 40 сполук. У всіх досліджуваних об'єктах за вмістом домінували каріофілен оксид (420,50 мг/кг у листі моркви сорту Яскрава, 346,60 мг/кг у коренеплодах моркви сорту Яскрава, 1523,20 мг/кг у листі моркви сорту Нантська харківська, 967,00 мг/кг у коренеплодах моркви сорту Нантська харківська) та каріофілен (297,50 мг/кг у листі моркви сорту Яскрава, 234,10 мг/кг у коренеплодах моркви сорту Яскрава, 373,30 мг/кг у листі моркви сорту

Нантська харківська, 83,30 мг/кг у коренеплодах моркви сорту Нантська харківська).

4. В результаті вивчення карбонових кислот методом ГХ у листі моркви сорту Яскрава ідентифіковано 20 кислот, у листі сорту Нантська харківська – 18 кислот, у коренеплодах сорту Яскрава – 12 кислот та у коренеплодах сорту Нантська харківська – 11 кислот. У всіх досліджуваних об'єктах лимонна, малонова, яблучна та фумарова кислоти домінували за вмістом.

5. Речовини стероїдної природи досліджували методом ГХ та встановили, що у листі та коренеплодах моркви посівної сортів Яскрава та Нантська харківська у найбільшій кількості містилися β -ситостерол (720,00 мг/кг та 12429,00 мг/кг), стигмастерол (512,00 мг/кг та 7726,00 мг/кг) та кампестерол (98,00 мг/кг та 1537,00 мг/кг) відповідно.

6. Методом ГХ встановлено, що у ліпофільних фракціях з листя та коренеплодів моркви посівної за вмістом домінували ненасичені жирні кислоти, при чому їх вміст у підземних органах моркви був вищим, аніж у надземних органах. Вміст лінолевої кислоти у ліпофільній фракції листя моркви сорту Яскрава склав 35,63 %, у листі сорту Нантська харківська – 34,50 %, у коренеплодах сорту Яскрава – 64,90 % та у коренеплодах сорту Нантська харківська – 61,24 %. У листі моркви досліджуваних сортів в значній кількості містилася ліноленова кислота, вміст якої склав 23,55 % та 24,83 % у листі сорту Яскрава та Нантська харківська відповідно.

7. Методом ВЕРХ досліджено вуглеводи та фенольні сполуки сировини моркви посівної сортів Яскрава та Нантська харківська. Встановлено, що у коренеплодах моркви обох сортів та у листі сорту Яскрава за вмістом переважала фруктоза, у листі сорту Нантська харківська – глюкоза. Серед фенольних сполук у досліджуваних об'єктах ідентифіковано та визначено вміст гідроксикоричних кислот та флавоноїдів. У надземних та підземних частинах моркви посівної сортів Яскрава та Нантська харківська за вмістом домінувала хлорогенова кислота.

8. За результатами вивчення мінеральних сполук сировини моркви посівної встановлено, що вміст важких металів знаходився в межах гранично допустимих концентрацій для сировини та харчових продуктів. У всіх досліджуваних об'єктах калій, натрій, кальцій, магній та фосфор переважали за вмістом.

9. Методом спектрофотометрії у листі та коренеплодах моркви посівної визначено кількісний вміст поліфенольних сполук, гідроксикоричних кислот, флавоноїдів, суми вільних амінокислот, каротиноїдів та хлорофілів, речовин стероїдної природи, титриметрії – суми вільних органічних кислот, гравіметрії – полісахаридів та їх фракцій. Спираючись на одержані результати, а також враховуючи фітомасу сировини, коренеплоди моркви посівної обох сортів вибрано як перспективний вид сировини для подальшого одержання лікарських рослинних засобів.

10. Визначено втрату в масі при висушуванні, вміст золи та екстрактивних речовин для сировини моркви посівної. Встановлено, що 80% етанол вилучає найбільшу кількість екстрактивних речовин з коренеплодів моркви.

Результати експериментальних досліджень даного розділу наведено в таких публікаціях:

1. Вивчення елементного складу сировини моркви посівної сортів «Яскрава» та «Нантська харківська» / Д.-М. В. Пазюк, І. О. Журавель, О. А. Кисличенко, Н. Є. Бурда. *Збірник наукових праць співробітників НМАПО імені П. Л. Шупика*. 2017. Вип. 28. С. 93-98 (Особистий внесок – брала участь у пробопідготовці зразків сировини, в узагальненні одержаних результатів, написанні статті).

2. Вивчення жирнокислотного складу сировини моркви посівної «Яскрава» та «Нантська харківська» / Д.-М. В. Пазюк, І. О. Журавель, О. А. Кисличенко, Н. Є. Бурда. *Фітотерапія. Часопис*. 2016. №4. С. 21-23

(Особистий внесок – брала участь у пробопідготовці зразків сировини, в обробці результатів, написанні статті).

3. Вивчення летких фракцій сировини моркви посівної сортів «Яскрава» та «Нантська харківська» / Д.-М. В. Пазюк, І. О. Журавель, О. А. Кисличенко, Н. Є. Бурда. *ScienceRise: Pharmaceutical Science*. 2017. №3 (7). Р. 29-33 (Особистий внесок – брала участь у пробопідготовці зразків сировини, здійснювала обробку та узагальнення одержаних результатів, підготовку статті).

4. Вивчення стероїдних сполук у сировині моркви посівної сортів «Яскрава» та «Нантська харківська» / Д.-М. В. Пазюк, І. О. Журавель, О. А. Кисличенко, Н. Є. Бурда. *Фітотерапія. Часопис*. 2017. №1. С. 31-33 (Особистий внесок – брала участь в постановці задач дослідження, узагальненні одержаних результатів, написанні статті).

5. HPLC determination of phenolic acids in the underground part of carrots of «Nantska Kharkivska» and «Yaskrava varieties» / D.-M. V. Pazyuk, M. F. Dababneh, I. A. Zhuravel, A. A. Kyslychenko, N. Ye. Burda, S. I. Korniyenko, E. N. Mogilnaya. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2017. Vol. 8 (2). Р. 1833-1836 (Особистий внесок – брала участь в постановці задач дослідження, узагальненні одержаних результатів, написанні статті).

6. Вивчення ліпофільних фракцій з коренеплодів моркви посівної сортів «Яскрава» та «Нантська харківська» / Д.-М. В. Пазюк, І. О. Журавель, О. А. Кисличенко, Н. Є. Бурда. *Ліки – людині. Сучасні проблеми фармакотерапії і призначення лікарських засобів: матеріали I міжнар. наук.-практ. конф. м. Харків, 30-31 березня 2017 р. Том 2. Х., 2017. С. 253.*

7. Дослідження полісахаридних фракцій коренеплодів моркви посівної сорту «Яскрава» / Д.-М. В. Пазюк, О. А. Кисличенко, Л. М. Горяча, І. О. Журавель. *Технологічні та біофармацевтичні аспекти створення лікарських препаратів різної направленості дії: матеріали III міжнар. наук.-*

практ. інтернет-конф. м. Харків, 14-15 листопада 2017 р. Х. : Вид-во НФаУ, 2017. С. 142.

8. Пазюк Д.-М. В., Кисличенко О. А., Журавель І. О. Дослідження кількісного вмісту гідроксикоричних кислот в траві та коренеплодах моркви посівної сорту «Яскрава» та сорту «Нантська харківська». *Медичні науки: напрямки та тенденції розвитку в Україні та світі*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Одеса, 16-17 червня 2017 р. Одеса, 2017. С. 18-19.

9. Пазюк Д.-М. В. Идентификация фенольных соединений в надземной части моркови посевной сорта «Яскравая» методом ВЭЖХ. *Актуальные вопросы современной медицины и фармации*: материалы 69-й итоговой научн.-практич. конф. студ. и мол. ученых г. Витебск, 19-20 апреля 2017 г. Витебк, 2017. С. 657-658.

10. Пазюк Д.-М. В. Изучение фенольных соединений в надземной части моркови посевной сорта «Нантская харьковская». *Актуальные проблемы современной медицины и фармации*: материалы LXXI междунар. научн.-практич. конф. студ. и мол. ученых, г. Минск 17-19 апреля 2017 г. Минск, 2017. С. 1550.

11. Пазюк Д.-М. В., Вельма В. В., Журавель І. О. Фітохімічне вивчення підземних органів моркви посівної. *Фармація XXI століття: тенденції та перспективи*: матеріали VIII Національного з'їзду фармацевтів України, м. Харків, 13-16 вересня 2016 р. Том 1. Х., 2016. С. 126.

12. Пазюк Д.-М. В., Бурда Н. Є. Визначення кількісного вмісту суми органічних кислот у сировині моркви посівної сортів «Яскрава» та «Нантська харківська». *Перший крок в науку – 2017*: матеріали XIV міжнар. наук. конф. студ. та мол. вчених, м. Вінниця, 26-28 квітня 2017 р. Вінниця, 2017. С. 527.

13. Пазюк Д.-М. В. Идентификация фенольных кислот в надземной части моркови посевной сорта «Яскравая». *Наука и медицина: современный взгляд молодежи*: материалы IV междунар. научн.-практ. конф. студ. и мол. ученых, г. Алматы, 20-21 апреля 2017 г. Алматы, 2017. С. 266-267.

РОЗДІЛ 4

СТАНДАРТИЗАЦІЯ СИРОВИНИ МОРКВИ ПОСІВНОЇ ТА ЛІКАРСЬКОГО РОСЛИННОГО ЗАСОБУ НА ЇЇ ОСНОВІ

4.1 Скринінг протимікробних властивостей моркви посівної настойок

Для визначення перспективного виду сировини моркви посівної для розробки лікарських рослинних засобів нами було проведено скринінг протимікробної активності настойок листя та коренеплодів моркви сортів Яскрава та Нантська харківська.

Протимікробну активність одержаних лікарських рослинних засобів вивчали у лабораторії біохімії мікроорганізмів та поживних середовищ ДУ «Інститут мікробіології та імунології ім. І. І. Мечникова НАМНУ» під керівництвом к. біол. н., ст. н. с. Т. П. Осолодченко.

У відповідності до рекомендацій ВООЗ для оцінки активності препаратів використовували тест-штами *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Proteus vulgaris* ATCC 4626, *Candida albicans* ATCC 653/885. Мікробне навантаження складало 10^7 мікробних клітин на 1 мл середовища і встановлювалося за стандартом McFarland. До роботи використовували 18-24-годинну культуру мікроорганізмів. Для досліджень використовували агар Мюллера-Хінтона [13, 70].

Одержані результати представлено у табл. 4.1.

Проведений скринінг показав, що найвищу антибактеріальну та протигрибкову активність проявили настойки коренеплодів моркви обох сортів, одержані екстракцією 80 % етанолом.

Результати дослідження протимікробної активності настойок

№ з/п	Лікарські засоби	Діаметри зон затримки росту в мм (n=3)					
		<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Proteus vulgaris</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Candida albicans</i>
1	МПЛСЯ (40 % етанол)	14,00±0,33	14,00±0,34	ріст	ріст	15,00±0,34	14,00±0,35
2	МПЛСЯ (60 % етанол)	16,00±0,35	15,00±0,34	13,00±0,33	13,00±0,34	16,00±0,33	14,00±0,36
3	МПЛСЯ (80 % етанол)	16,00±0,33	17,00±0,35	16,00±0,35	18,00±0,36	17,00±0,35	15,00±0,34
4	МПКСЯ (40 % етанол)	14,00±0,34	14,00±0,35	12,00±0,33	13,00±0,33	16,00±0,34	13,00±0,33
5	МПКСЯ (60 % етанол)	15,00±0,35	15,00±0,35	13,00±0,33	14,00±0,34	17,00±0,34	14,00±0,35
6	МПКСЯ (80 % етанол)	20,00±0,36	19,00±0,36	17,00±0,34	20,00±0,34	20,00±0,35	16,00±0,33
7	МПЛСНХ (40 % етанол)	15,00±0,34	14,00±0,35	ріст	ріст	16,00±0,35	13,00±0,34
8	МПЛСНХ (60 % етанол)	15,00±0,33	15,00±0,33	13,00±0,33	14,00±0,33	16,00±0,34	13,00±0,33
9	МПЛСНХ(80 % етанол)	17,00±0,35	17,00±0,33	16,00±0,36	18,00±0,34	17,00±0,34	15,00±0,35
10	МПКСНХ(40 % етанол)	16,00±0,34	15,00±0,36	ріст	ріст	16,00±0,33	13,00±0,34
11	МПКСНХ (60 % етанол)	15,00±0,33	16,00±0,34	13,00±0,34	13,00±0,34	16,00±0,36	13,00±0,35
12	МПКСНХ (80 % етанол)	21,00±0,36	20,00±0,35	17,00±0,36	19,00±0,35	21,00±0,35	15,00±0,34

Примітка. МПЛСЯ – моркви посівної листя сорту Яскрава; МПКСЯ – моркви посівної коренеплоди сорту Яскрава; МПЛСНХ – моркви посівної листя сорту Нантська харківська; МПКСНХ – моркви посівної коренеплоди сорту Нантська харківська.

4.2 Стандартизація моркви посівної коренеплодів

МОРКВИ ПОСІВНОЇ КОРЕНЕПЛОДИ

Dauci carotae radices

Різані, висушені підземні частини моркви посівної (*Daucus carota* L.).

Вміст:

- *поліфенольні сполуки*: не менше 7,0 %, у перерахунку на галову кислоту;
- *гідроксикоричні кислоти*: не менше 3,0 %, у перерахунку на хлорогенову кислоту;
- *стероїдні сполуки*: не менше 0,2 %.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ

А. Коренеплоди щільні, циліндричної форми, довжиною 3-30 см, оранжевого кольору. Поверхня коренеплодів з поперечними вузькими, щілиноподібними жолобинками, з яких можуть виходити тонкі, ниткоподібні бокові корені.

В. Поперечний переріз коренеплоду моркви посівної має округлий контур та вторинну будову (рис. 4.1) [1, 25].

Поверхня коренеплоду покрита тонкостінної пробкою (перидермою) золотисто-коричневого кольору. Під пробкою вистилається шар табличкоподібних клітин паренхіми вторинної кори (рис. 4.2).

На поперечному перерізі коренеплоду помітні 2 зони: зовнішня – широка (вторинна флоема) та внутрішня – вузька (вторинна ксилема). Флоема та ксилема розділені камбієм, представленим дрібними клітинами (рис. 4.3).

Паренхіма однорідна, складається з великих кутових клітини, які містять хромопласти з каротиноїдами (рис. 4.2. 4.3).

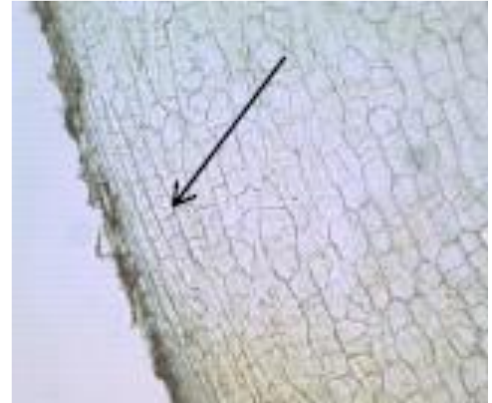
Флоема складається з паренхімних клітин, зустрічаються схізогенні ефіроолійні канали (рис. 4.4). Помітні промені, які утворюються великими

клітинами (рис. 4.5). Від ксилеми до периферії перерізу відходять великоклітинні серцевинні промені (рис. 4.5, 4.6).

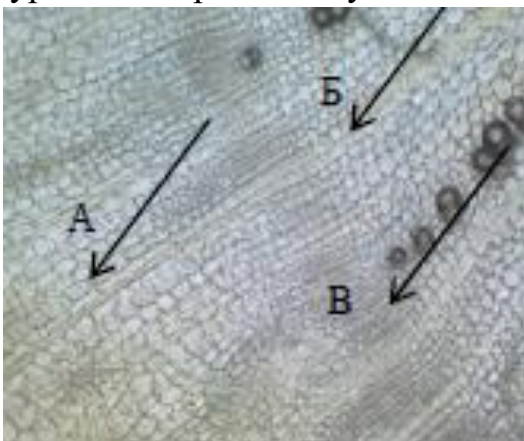
Судини нечисельні, мають потовщені здерв'янілі стінки, поодинокі або зібрані у по 3-7 у групи (рис. 4.6).



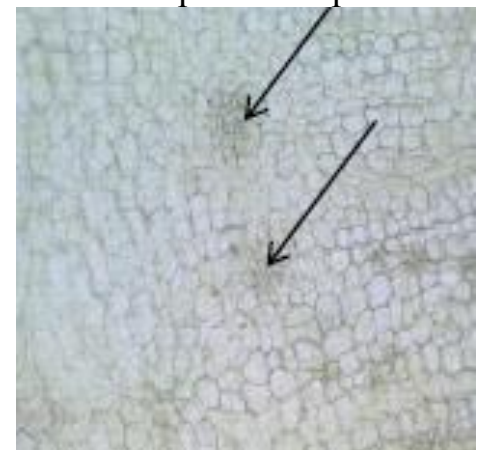
4.1 Поперечний переріз з округлим контуром та вторинною будовою



4.2 Табличкоподібні клітини паренхіми вторинної кори



4.3 Флоема (А), ксилема (Б), камбій (В)



4.4 Схізогенні ефіроолійні канали



4.5 Великоклітинні серцевинні промені



4.6 Судини з потовщеними здерв'янілими стінками

С. Тонкошарова хроматографія

Поліфенольні сполуки

Випробовуваний розчин. До 0,5 г здрібноної на порошок сировини (355) (2.9.12) додають 5 мл суміші рівних об'ємів метанолу Р і води Р і нагрівають зі зворотним холодильником протягом 10 хв. Одержаний гарячий розчин фільтрують, колбу та фільтр обполіскують сумішшю рівних об'ємів метанолу Р і води і доводять тією самою сумішшю розчинників до об'єму 5 мл.

Розчин порівняння. 5 мг галової кислоти Р розчиняють у метанолі Р і доводять об'єм розчину тим самим розчинником до 20,0 мл.

Пластинка: ТШХ пластинка «Sorbfil» із шаром силікагелю Р.

Рухома фаза: мурашина кислота безводна Р – вода Р – етилацетат Р (6:6:88).

Об'єм проб: 10 мкл, смугами.

Відстань, що має пройти рухома фаза: близько 12 см від лінії старту.

Висушування: на повітрі.

Виявлення: обприскують розчином 10 г/л заліза(III) хлориду Р в етанолі Р, нагрівають при температурі (105-110)°С протягом 15 хв. Переглядають у денному світлі.

Результати: на хроматограмі розчину порівняння та випробовуваного розчину має виявлятися зона коричневого кольору (галова кислота). На хроматограмі випробовуваного розчину можуть виявлятися також інші зони.

Гідроксикоричні кислоти

Випробовуваний розчин. До 1,5 г здрібноної на порошок сировини (355) додають 10 мл етанолу (70 %, об/об) Р, нагрівають на водяній бані при температурі 65°С протягом 5 хв, перемішуючи, охолоджують і фільтрують.

Розчин порівняння. 1,0 мг кофейної кислоти *P* та 1,0 мг хлорогенової кислоти *P* розчиняють у метанолі *P* і доводять об'єм розчину тим самим розчинником до 10 мл.

Пластинка: ТШХ пластинка «Sorbfil» із шаром *силікагелю P*.

Рухома фаза: етилацетат *P* – мурашина кислота безводна *P* – оцтова кислота *P* – вода *P* (100:11:11:27).

Об'єм проб: 10 мкл, смугами.

Відстань, що має пройти рухома фаза: 12 см від лінії старту.

Висушування: при температурі (100-105)°С.

Виявлення: обприскують розчином 10 г/л дифенілборної кислоти аміноетилового ефіру *P* у метанолі *P*, потім обприскують розчином 50 г/л макроголу 400 *P* у метанолі, пластинку висушують на повітрі протягом 30 хв та переглядають в УФ-світлі за довжини хвилі 365 нм.

Результати: на хроматограмі розчину порівняння мають виявлятися 2 зони: у порядку зростання R_f зони блакитної флуоресценції (хлорогенова кислота та кофейна кислота). На хроматограмі випробовуваного розчину на рівні зон, відповідних хлорогеновій та кофейній кислотам на хроматограмі розчину порівняння, мають виявлятися зони, відповідні їм за флуоресценцією. На хроматограмі випробовуваного розчину можуть також виявлятися інші зони з блакитною флуоресценцією [107].

Стероїдні сполуки

Випробовуваний розчин. До 2,0 г здрібненої на порошок сировини (355) додають 10 мл етанолу (80 %, об/об) *P*, нагрівають на водяній бані при температурі 65°С протягом 5 хв, перемішуючи, охолоджують і фільтрують.

Пластинка: ТШХ пластинка «Sorbfil» із шаром *силікагелю P*.

Рухома фаза: хлороформ – етанол *P* – вода (65:35:8).

Об'єм проб: 10 мкл, смугами.

Відстань, що має пройти рухома фаза: 12 см від лінії старту.

Висушування: при температурі (100-105)°С.

Виявлення: обприскують розчином *n*-диметиламінобензальдегіду *P*, нагрівають при температурі 120°C та переглядають у денному світлі.

Результати: на хроматограмі випробуваного розчину мають виявлятися не менше 3 зон рожево-фіолетового забарвлення.

ВИПРОБУВАННЯ

Втрата в масі при висушуванні (2.2.32). Не більше 9,0 %. 1,000 г здрібноної на порошок сировини (355) (2.9.12) сушать при температурі 105°C протягом 2 год.

Зола загальна (2.4.16). Не більше 5,0 %.

КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ

Поліфенольні сполуки

Вихідний розчин. 1,5 г (точна наважка) подрібноної сировини (355) вміщують у колбу місткістю 100 мл, додають 90 мл *етанолу* (70 %, об/об) *P* та нагрівають зі зворотним холодильником на водяній бані протягом 30 хв. Одержаний розчин фільтрують у мірну колбу місткістю 100 мл через паперовий фільтр, доводять *етанолом* (70 %, об/об) *P* до позначки.

Випробовуваний розчин. 1 мл вихідного розчину поміщають в мірну колбу місткістю 25 мл і доводять *етанолом* (96 %, об/об) *P* до позначки.

Компенсаційний розчин. Використовують *етанол* (96 %, об/об) *P*.

Вимірюють оптичну густину випробуваного розчину за довжини хвилі 270 нм у кюветі із товщиною шару 10 мм, використовуючи як розчин порівняння компенсаційний розчин.

Вміст суми фенольних сполук, у перерахунку на галову кислоту, у відсотках, обчислюють за формулою:

$$X = \frac{A \cdot 100 \cdot 25}{527 \cdot m \cdot 1}, \quad (4.1)$$

де A – оптична густина випробуваного розчину;

527 – питомий показник поглинання галової кислоти за довжини хвилі 270 нм;

m – маса наважки сировини, г.

Кількісний вміст фенольних сполук має бути не менше 7,0 %.

Гідроксикоричні кислоти

Вихідний розчин. 1,0 г (точна наважка) подрібненої сировини (355) поміщають у колбу місткістю 200 мл, додають 90 мл *етанолу (70 %, об/об) Р*, нагрівають на водяній бані зі зворотним холодильником протягом 30 хв, охолоджують та фільтрують крізь тампон із вати у мірну колбу місткістю 100 мл. Тампон промивають 10 мл *етанолу (70 %, об/об) Р* і фільтрують у ту саму мірну колбу. Доводять об'єм розчину *етанолом (70 %, об/об) Р* до позначки і перемішують. Одержаний розчин фільтрують крізь паперовий фільтр, відкинувши перші 15 мл фільтрату.

Випробовуваний розчин. 1,0 мл вихідного розчину поміщають у мірну колбу місткістю 10 мл, додають 2 мл 0,5 *М розчину хлористоводневої кислоти*, 2 мл свіжоприготованого розчину 10 г *натрію нітриту Р* і 10 г *натрію молибдату Р* у 100 мл *води Р*, 2 мл *натрію гідроксиду розчину розведеного Р*, доводять об'єм розчину *водою Р* до позначки та перемішують.

Компенсаційний розчин. 1,0 мл вихідного розчину поміщають у мірну колбу місткістю 10 мл, додають 2 мл 0,5 *М розчину хлористоводневої кислоти* і 2 мл *натрію гідроксиду розчину розведеного Р*, доводять об'єм розчину *водою Р* до позначки та перемішують.

Оптичну густина випробуваного розчину вимірюють за довжини хвилі 525 нм у кюветі із товщиною шару 10 мм, використовуючи як розчин порівняння компенсаційний розчин.

Вміст суми гідроксикоричних кислот, у перерахунку на хлорогенову кислоту, у відсотках, обчислюють за формулою:

$$X = \frac{A \times 1000}{188 \times m}, \quad (4.2)$$

де A – оптична густина випробовуваного розчину за довжини хвилі 525 нм;

188 – питомий показник поглинання хлорогенової кислоти за довжини хвилі 525 нм;

m – маса наважки сировини, г.

Вміст гідроксикоричних кислот у перерахунку на хлорогенову кислоту і суху сировину має бути не менше 3,0 %.

Стероїдні сполуки

Вихідний розчин. 2,0 г (точна наважка) подрібненої сировини (355) поміщають у колбу місткістю 100 мл, додають 50 мл *етанолу* (96 %, об/об) P , нагрівають на водяній бані зі зворотним холодильником протягом 1 год. Витяжку охолоджують до кімнатної температури, перемішують та фільтрують крізь паперовий фільтр у мірну колбу місткістю 50 мл, доводять об'єм розчину *етанолом* (96 %, об/об) P до позначки і перемішують.

Випробовуваний розчин. 5,0 мл вихідного розчину переносять у скляну пробірку зі шліфом та додають 5 мл 1 % розчину *n*-диметиламінобензальдегіду в 4 н етанольному розчині хлористоводневої кислоти. Пробірку закривають скляною кришкою, струшують та нагрівають протягом 2 год у термостаті при температурі 58-60°C. Розчин охолоджують до кімнатної температури.

Компенсаційний розчин. 5,0 мл вихідного розчину переносять у скляну пробірку зі шліфом та додають 5 мл 4 н етанольного розчину хлористоводневої кислоти. Пробірку закривають скляною кришкою,

струшують та нагрівають протягом 2 год у термостаті при температурі 58-60°C. Розчин охолоджують до кімнатної температури.

Оптичну густину випробовуваного розчину вимірюють за довжини хвилі 518 нм у кюветі із товщиною шару 10 мм, використовуючи як розчин порівняння компенсаційний розчин.

Вміст суми стероїдних сполук, у відсотках, обчислюють за формулою:

$$X = \frac{a \cdot 0,0101 \cdot 50 \cdot F \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot (100 - W)}, \quad (4.3)$$

де a – кількісний вміст кобальту хлориду, знайдений по градууювальному графіку;

0,0101 – коефіцієнт перерахунку концентрації кобальту хлориду;

50 – початковий об'єм витяжки, мл;

F – коефіцієнт розведення;

m – наважка сировини, г;

W – втрата в масі при висушуванні сировини, %.

Вміст суми стероїдних сполук має бути не менше 0,2 %.

Стандартизацію моркви посівної коренеплодів проводили на 5 серіях сировини. Досліджувані зразки відповідали поставленим вимогам за морфологічними та мікроскопічними ознаками, якісним складом та кількісним вмістом діючих речовин.

Результати визначення показників якості моркви посівної коренеплодів наведені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Показники якості моркви посівної коренеплодів

№ серії	Макроскопічні ознаки	Мікроскопічні ознаки	Ідентифікація	Втрата в масі при висушуванні	Вміст золи загальної	Поліфенольні сполуки	Гідроксикоричні кислоти	Стероїдні сполуки
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Коренеплоди щільні, циліндричної форми, довжиною 3-30 см, оранжевого кольору. Поверхня коренеплодів з поперечними вузькими, щілиноподібними жолобинками, з яких можуть виходити тонкі, ниткоподібні бокові корені.	Поперечний переріз коренеплоду моркви посівної має округлий контур та вторинну будову. Поверхня коренеплоду покрита тонкостінної пробкою (перидермою) золотисто-коричневого кольору. Під пробкою шар вистилається шар табличкоподібних клітин паренхіми вторинної кори. На поперечному перерізі коренеплоду помітні 2 зони: зовнішня – широка (вторинна флоема) та внутрішня – вузька (вторинна ксилема).	Поліфенольні сполуки. Метод ТШХ. Рухома фаза – мурашина кислота безводна Р – вода Р – етилацетат Р (6:6:88). Об'єм проб: 10 мкл, смугами. Відстань, що має пройти рухома фаза: 12 см від лінії старту. Висушування: на повітрі. Виявлення: обприскують розчином 10 г/л заліза (III) хлориду Р в етанолі Р, нагрівають при температурі (105-110)°С протягом 15 хв. Переглядають у денному світлі. На хроматограмі розчину порівняння та випробовуваного розчину має виявлятися зона коричневого кольору (галова кислота). На хроматограмі випробовуваного розчину	Не більше 9,0 %	Не більше 5,0 %	Не менше 7,0 %	Не менше 3,0 %	Не менше 0,2 %

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		<p>Флоема та ксилема розділені камбієм, представленим дрібними клітинами. Паренхіма однорідна, складається з великих кутових клітин, які містять хромопласти з каротиноїдами. Флоема складається з паренхімних клітин, зустрічаються схізогенні ефіроолійні канали. Помітні промені, які утворюються великими клітинами. Від ксилеми до периферії перерізу відходять великоклітинні первинні промені.</p> <p>Судини нечисельні, мають потовщені здерев'янілі стінки, поодинокі або зібрані у по 3-7 у групи.</p>	<p>можуть виявлятися також інші зони.</p> <p>Гідроксикоричні кислоти.</p> <p>Метод ТШХ. Рухома фаза – <i>етилацетат R</i> – <i>мурашина кислота безводна R</i> – <i>оцтова кислота R</i> – <i>вода R</i> (100:11:11:27). Об'єм проб: 10 мкл, смугами. Відстань, що має пройти рухома фаза: 12 см від лінії старту.</p> <p>Висушування: при температурі (100-105)°С.</p> <p>Виявлення: обприскують розчином 10 г/л <i>дифенілборної кислоти аміноетилового ефіру R</i> у <i>метанолі R</i>, потім обприскують розчином 50 г/л <i>макрогону 400 R</i> у <i>метанолі</i>, пластинку висушують на повітрі протягом 30 хв та переглядають в УФ-світлі за довжини хвилі 365 нм. На хроматограмі розчину порівняння має виявлятися 2 зони: у порядку зростання R_f зони блакитної флуоресценції (хлорогенова та кофейна кислоти).</p>					

1	2	3	4	5	6	7	8	9
			<p>На хроматограмі випробуваного розчину на рівні зон, відповідних хлорогеновій та кофейній кислотам на хроматограмі розчину порівняння, мають виявлятися зони, відповідні їм за флуоресценцією. На хроматограмі випробуваного розчину також можуть виявлятися інші зони з блакитною флуоресценцією.</p> <p>Стероїдні сполуки. Метод ТШХ. Рухома фаза – <i>хлороформ-етанол Р-вода (65:35:8)</i>. Об'єм проб: 10 мкл, смугами. Відстань, що має пройти рухома фаза: 12 см від лінії старту. Висушування: при температурі (100-105)°С. Виявлення: обприскують розчином <i>n</i>-диметиламінобензальдегіду Р нагрівають при температурі 120°С та переглядають у денному світлі. На хроматограмі випробуваного розчину мають виявлятися не менше 3 зон рожево-фіолетового забарвлення.</p>					
2	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає
3	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає
4	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає
5	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає

4.3 Одержання моркви посівної коренеплодів екстракту густого

Для вибору оптимальних параметрів одержання екстракту коренеплодів моркви посівної було досліджено вплив концентрації екстрагенту, ступеню подрібнення сировини, співвідношення сировини до екстрагента, температури екстракції, кратності екстракції на вміст в екстракті поліфенольних та стероїдних сполук.

Спираючись на результати визначення виходу екстрактивних речовин, для визначення оптимальної концентрації етанолу повітряно-сухі подрібнені до розміру часток 1-2 мм коренеплоди моркви екстрагували 40 %, 60 % та 80 % етанолом та визначали вихід діючих речовин з сировини. Вплив концентрації етанолу на вихід діючих речовин з коренеплодів моркви посівної представлено в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Вплив концентрації етанолу на вихід діючих речовин з коренеплодів моркви посівної

Екстрагент	Вихід суми поліфенольних сполук, %	Вихід суми стероїдних сполук, %
40 % етанол	7,19±0,28	0,17±0,01
60 % етанол	8,22±0,30	0,26±0,01
80 % етанол	8,96±0,31	0,54±0,02

Примітка. Вірогідність похибки $P < 0,05$.

Як екстрагент було обрано 80 % етанол, який вилучав найбільшу кількість речовин фенольної та стероїдної природи з моркви посівної коренеплодів [53].

Розмір сировини є важливим фактором процесу екстрагування, тому для вибору оптимальних параметрів одержання екстракту було досліджено

залежність виходу діючих речовин від впливу ступіню подрібнення коренеплодів моркви. Результати представлено в табл. 4.4.

Таблиця 4.4

**Залежність виходу діючих речовин від ступіню подрібнення
коренеплодів моркви посівної**

Ступінь подрібнення, мм	Вихід суми поліфенольних сполук, %	Вихід суми стероїдних сполук, %
0,5-1,0	8,59±0,35	0,54±0,02
2,0-3,0	9,01±0,33	0,59±0,03
4,0-5,0	7,96±0,30	0,41±0,02

Примітка. Вірогідність похибки $P < 0,05$.

В результаті експерименту встановлено, що при подрібненні сировини до розміру часток 2,0-3,0 мм з коренеплодів моркви посівної вилучалася максимальна кількість суми фенольних та стероїдних сполук.

Результати вибору оптимального співвідношення сировина-екстрагент представлено у табл. 4.5.

Таблиця 4.5

**Вплив співвідношення сировина-екстрагент на вихід діючих
речовин з коренеплодів моркви посівної**

Співвідношення сировина-екстрагент	Вихід суми поліфенольних сполук, %	Вихід суми стероїдних сполук, %
1:2	7,24±0,31	0,30±0,01
1:5	8,98±0,36	0,58±0,02
1:10	8,59±0,35	0,53±0,02
1:15	7,65±0,34	0,42±0,02

Примітка. Вірогідність похибки $P < 0,05$.

Як видно з табл. 4.5, максимальна кількість діючих речовин екстрагувалася з коренеплодів моркви при співвідношенні 1:5. Подальше збільшення об'єму екстрагенту не призводило до збільшення виходу екстрагованих речовин фенольної та стероїдної природи з підземних органів моркви посівної.

Залежність виходу діючих речовин з коренеплодів моркви від кратності екстракції представлено у табл. 4.6.

Встановлено, що при трикратній екстракції вилучалася максимальна кількість поліфенольних та стероїдних сполук з коренеплодів моркви посівної.

Таблиця 4.6

Вплив кратності екстракції на вихід діючих речовин з коренеплодів моркви посівної

Кратність екстракції	Вихід суми поліфенольних сполук, %	Вихід суми стероїдних сполук, %
1	7,39±0,30	0,31±0,01
2	7,99±0,33	0,39±0,01
3	8,96±0,31	0,55±0,02
4	8,31±0,32	0,43±0,01

Примітка. Вірогідність похибки $P < 0,05$.

Варіюючи температуру екстрагування у діапазоні від 20°C до 80°C, встановлено, що раціонально проводити екстракцію при температурі 60-65°C.

Спираючись на результати проведених досліджень, як екстрагент обрано 80 % етанол, ступінь подрібнення сировини – 2-3 мм, співвідношення сировини до екстрагенту – 1:5. Екстракт одержували методом дробної мацерації. Подрібнену сировину заливали 1/3 частиною розрахованого

об'єму екстрагенту та настоювали на водяній бані при температурі 60-65°C протягом 2 годин, витяжку зливали та повторювали екстракцію ще двічі. Після об'єднання одержаних витяжок їх фільтрували та концентрували у роторно-випарному апараті. Технологічна блок-схема одержання екстракту представлена на рис. 4.7.

Моркви посівної коренеплодів екстракт густий представляв собою в'язку масу буро-оранжевого кольору з ароматним запахом.

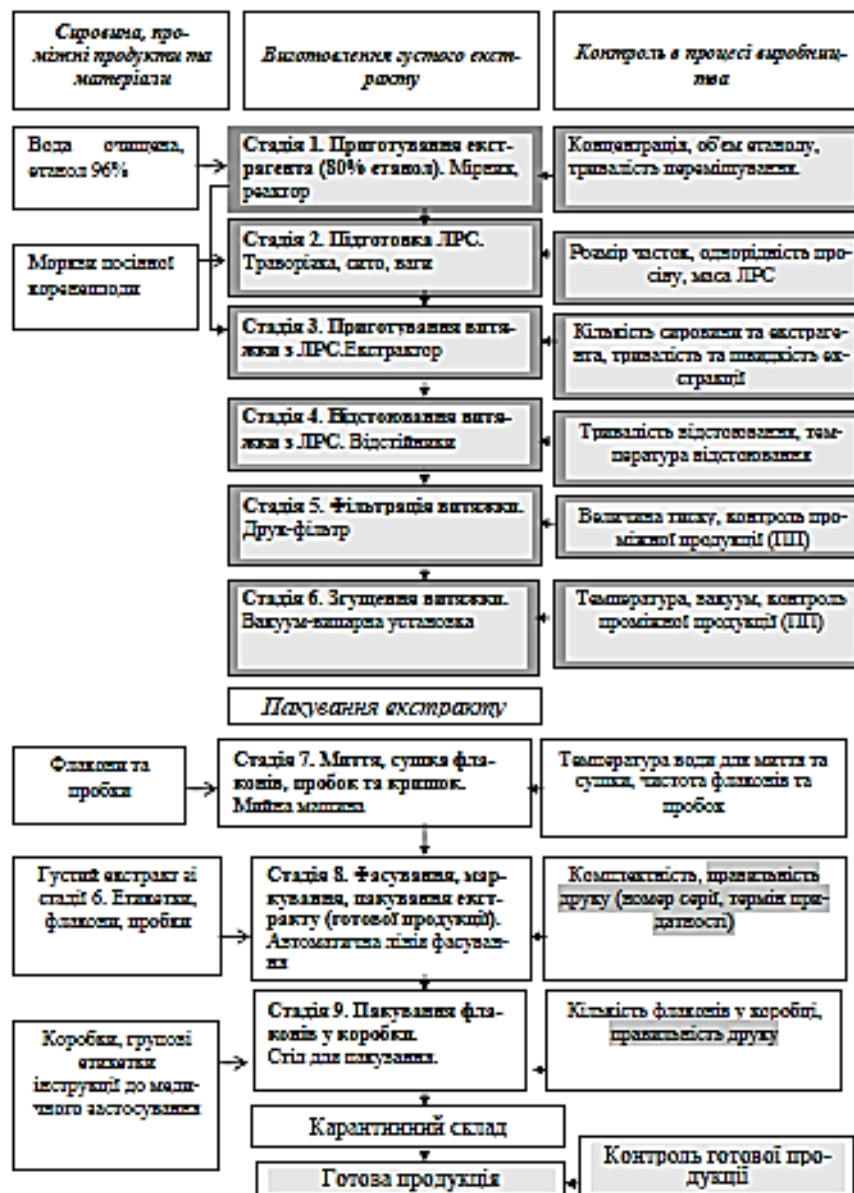


Рис. 4.7 Технологічна блок-схема одержання екстракту

4.4 Дослідження хімічного складу моркви посівної коренеплодів екстракту густого

4.4.1 Дослідження екстракту методом тонкошарової хроматографії

Дослідження флавоноїдів. Ідентифікацію флавоноїдів проводили у рухомих фазах № 2 та № 8, проявляли хроматограму реактивом Г. У порівнянні зі стандартними зразками флавоноїдів у моркви посівної коренеплодів екстракті густому було ідентифіковано гіперозид ($R_f=0,68\pm 0,02$), лютеолін ($R_f=0,78\pm 0,02$), кверцетин ($R_f=0,79\pm 0,01$), цинарозид ($R_f=0,42\pm 0,01$) та рутин ($R_f=0,85\pm 0,01$) [37].

Дослідження гідроксикоричних кислот. Методом ТШХ у рухомій фазі № 11 у порівнянні зі стандартними зразками гідроксикоричних кислот встановлено наявність у моркви посівної коренеплодів екстракті густому хлорогенової ($R_f=0,37\pm 0,02$), кофейної ($R_f=0,53\pm 0,01$) та ферулової ($R_f=0,65\pm 0,02$) кислот [37].

Дослідження стероїдних сполук. Речовини стероїдної природи виявляли у рухомій фазі № 16, для проявлення хроматограму обробляли реактивом З. У моркві посівної коренеплодах екстракті густому виявлено не менше 4 зон, які мали рожево-фіолетове забарвлення після обробки хромогенним реактивом, та які віднесено до стероїдних сполук.

4.4.2 Дослідження екстракту методом газової хроматографії

Дослідження карбонових кислот. Хроматограма карбонових кислот одержаного екстракту представлена на рис. 4.8, їх час утримування та вміст – у табл. 4.7.

У моркви посівної коренеплодів екстракті методом газової хроматографії ідентифіковано та визначено вміст 29 карбонових кислот аліфатичного та ароматичного ряду.

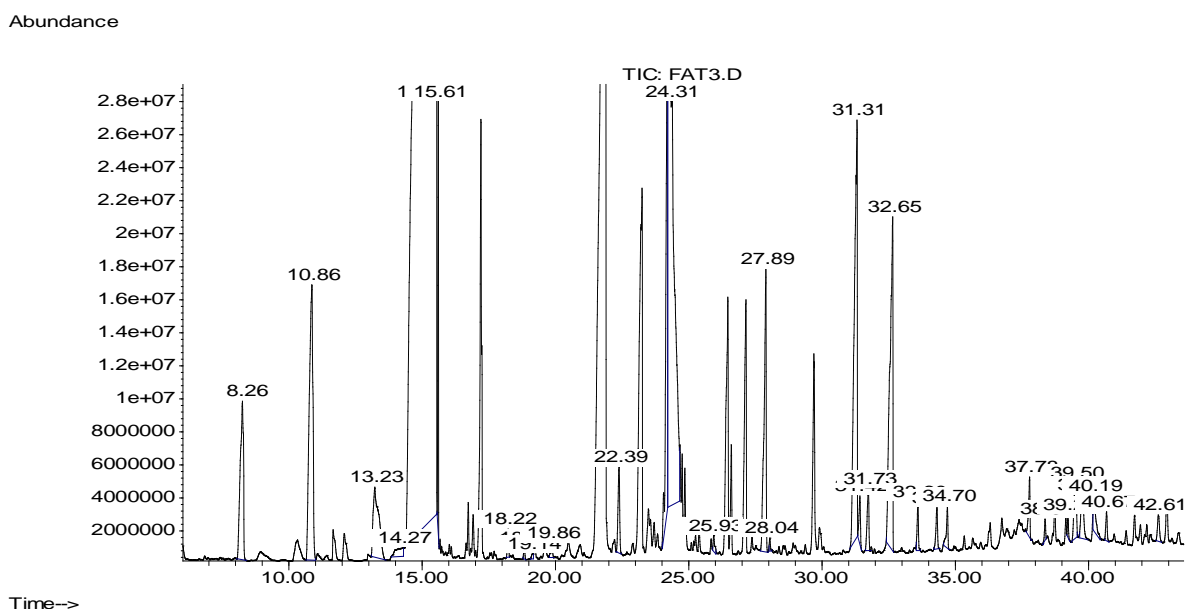


Рис. 4.8 Хроматограма карбонових кислот моркви посівної коренеплодів екстракту густого

Таблиця 4.7

Час утримування та вміст карбонових кислот моркви посівної коренеплодів екстракту густого

№ з/п	Час утр, хв	Кислота	Вміст, мг/кг
1	2	3	4
1	10,86	Щавлева	2422,58
2	13,23	Малонова	960,61
3	14,27	Фумарова	161,20
4	15,61	Бурштинова	767,85
5	18,22	Бензойна	84,26
6	18,83	Фенілоцтова	32,08
7	19,14	Саліцилова	22,87
8	19,86	Лауринова	59,97

1	2	3	4
9	22,39	2-Окси-3-метилглутарова	354,05
10	24,21	Міристинова	2075,79
11	24,31	Яблучна	8615,08
12	25,93	Азелаїнова	63,00
13	27,89	Пальмітинова	1424,48
14	28,04	Пальмітолеїнова	32,72
15	31,31	Лимонна	2925,96
16	31,42	Стеаринова	169,14
17	31,73	Олеїнова	262,99
18	32,65	Лінолева	2370,84
19	33,59	Ліноленова	151,87
20	34,31	Ванілінова	162,12
21	34,70	Арахінова	155,88
22	37,78	Бегенова	207,41
23	38,37	Гексадикарбонова	58,21
24	39,23	Трикозанова	56,85
25	39,50	<i>n</i> -Оксибензойна	341,53
26	39,76	<i>n</i> -Кумарова	303,14
27	40,19	Гентизинова	100,72
28	40,67	Тетракозанова	100,48
29	42,61	Ферулова	128,88

Загальний вміст карбонових кислот у моркви посівної коренеплодів екстракті густому склав 24572,56 мг/кг. Встановлено, що кількісний вміст яблучної кислоти (8615,08 мг/кг) в одержаному екстракті значно перевищував вміст інших карбонових кислот.

Лимонна (2925,96 мг/кг), щавлева (2422,58 мг/кг), лінолева (2370,84 мг/кг), міристинова (2075,79 мг/кг), пальмітинова (1424,48 мг/кг), малонова

(960,61 мг/кг) та бурштинова (767,84 мг/кг) кислоти містилися у моркви посівної коренеплодів екстракті в значній кількості.

Дослідження летких сполук. Хроматограма летких сполук моркви посівної коренеплодів екстракту густого представлена на рис. 4.9, час утримування та вміст летких компонентів наведений у табл. 4.8.

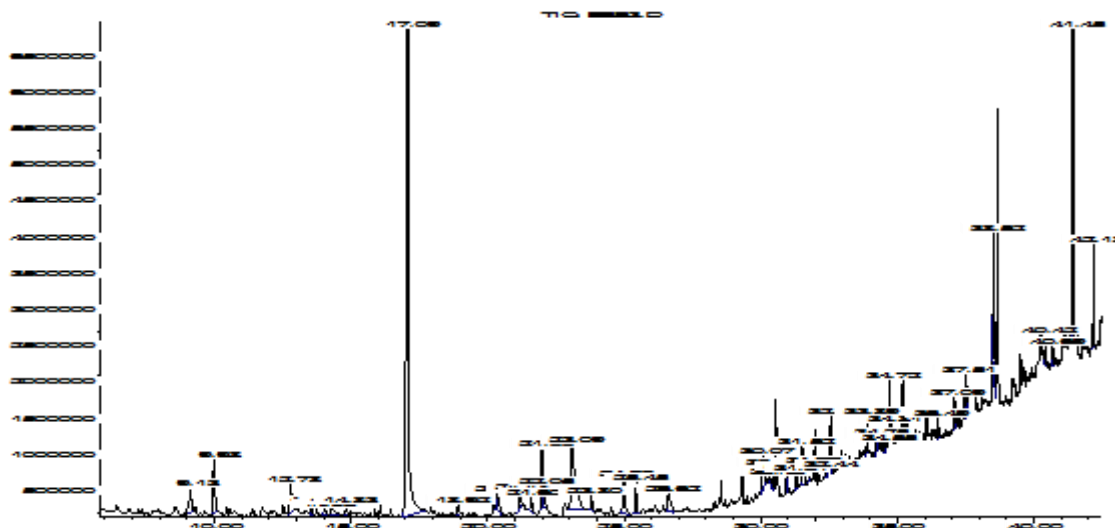


Рис. 4.9 Хроматограма летких сполук моркви посівної коренеплодів екстракту густого

Таблиця 4.8

Час утримування та вміст летких сполук моркви посівної коренеплодів екстракту густого

№ з/п	Час утр, хв	Сполука	Вміст, мг/г
1	2	3	4
1	9,13	2,7-Диметилгептанол	2,16
2	9,98	2,4-Диметилциклогексанол	3,22
3	12,78	<i>n</i> -Цимен-8-ол	2,58
4	13,56	Циклоцитраль	0,54

1	2	3	4
5	14,03	2,2,6-Триметил-біцикло-[3.1.1]гепт-2-ен-4-ол ацетат	0,47
6	14,31	Карвон	1,07
7	14,83	2,6,6-Триметилциклогекс-1-ен-1-ацетальдегід	0,58
8	18,92	β -Дамаскенон	0,60
9	20,33	α -Іонон	0,71
10	20,41	<i>транс</i> -Каріофілен	0,93
11	21,18	Геранілацетон	1,19
12	21,59	Дрименол	0,73
13	21,99	β -Іонон	3,68
14	23,09	Міристицин	11,53
15	23,80	Бісаболен	0,76
16	24,98	Каріофіленоксид	2,55
17	25,45	Ізобутиловий етер 2,2,4-триметил-3- карбоксиізопропілпентанової кислоти	1,81
18	30,07	3,4-Дигідро-8-окси-6-метокси-3-метил-1Н- бензопіран-1-он	3,23
19	30,32	(1-Гексилгептил)-бензол	0,61
20	30,43	6,10,14-Пентадек-2-он	0,51
21	30,98	Пентадеканова кислота	0,80
22	31,31	7,9-Ди- <i>трет</i> -бутил-1-оксаспіро-(4,5) дека-6,9- дієн-2,8-діон	0,62
23	31,51	Фарнезил ацетон С	2,42
24	31,77	Метилпальмітат	0,53
25	32,44	Пальмітолеїнова кислота	0,17
26	32,56	Пальмітинова кислота	1,56

1	2	3	4
27	33,89	Метиллінолеат	1,18
28	34,23	Лінолева кислота	0,39
29	34,25	Ліноленова кислота	0,41
30	34,55	Олеїновая кислота	0,68
31	34,72	Октадекан	1,81
32	34,81	Стеаринова кислота	0,47
33	36,49	Трикозан	0,66
34	37,09	Тетракозан	1,14
35	37,51	Пентакозан	1,99
36	38,52	Гексакозан	5,53
37	40,42	Гептакозан	0,89
38	41,45	Сквален	93,94
39	42,18	Нонакозан	3,07

Компонентний склад леткої фракції моркви посівної коренеплодів екстракту густого представлений 39 сполуками, загальний вміст яких склав 157,72 мг/г.

Домінуючими за вмістом леткими сполуками екстракту коренеплодів моркви були сквален (93,94 мг/г), міристицин (11,53 мг/г), гексакозан (5,53 мг/г), β -іонон (3,68 мг/г), 2,4-диметилциклогексанол (3,22 мг/г), нонакозан (3,07 мг/г), п-цимен-8-ол (2,58 мг/г), каріофіленоксид (2,55 мг/г), фарнезил ацетон С (2,42 мг/г) та 2,7-диметилгептанол (2,16 мг/г).

Дослідження стероїдних сполук та токоферолів. Хроматограма стероїдних сполук та токоферолів екстракту коренеплодів моркви посівної представлена на рис. 4.10.

Час утримування та вміст стероїдних сполук та токоферолів моркви посівної коренеплодів екстракту густого наведено у табл. 4.9.

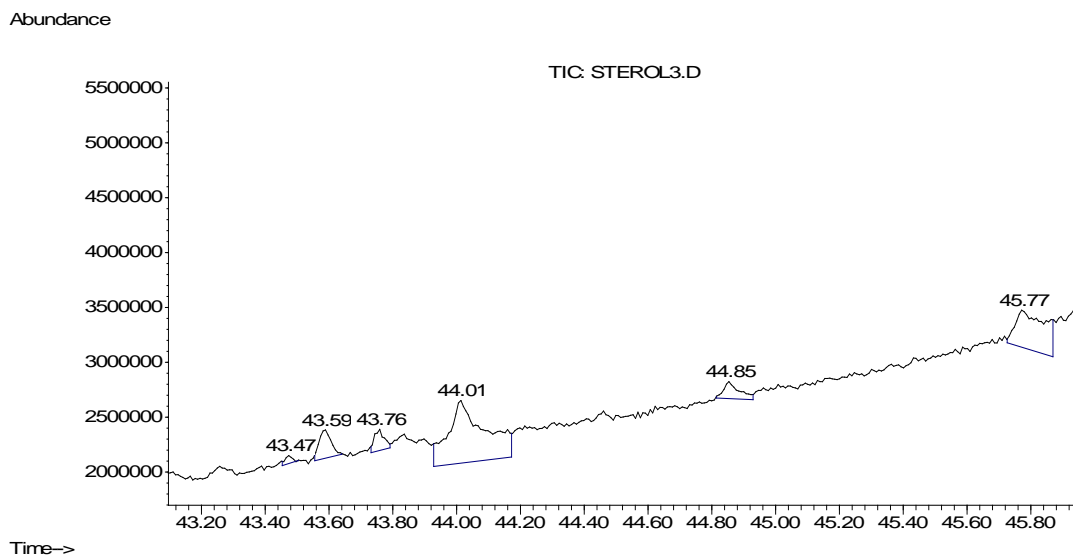


Рис. 4.10 Хроматограма стероїдних сполук та токоферолів моркви посівної коренеплодів екстракту густого

Таблиця 4.9

Час утримування та вміст стероїдних сполук та токоферолів моркви посівної коренеплодів екстракту густого

№ з/п	Час утр, хв	Сполука	Вміст, мг/г
1	43,47	γ-Токоферол	1,09
2	43,59	Стигмаста-3,5-дієн (ізомер)	6,63
3	43,76	Стигмаста-3,5-дієн	4,11
4	44,01	α-Токоферол	43,63
5	44,85	Стигмастерол	4,97
6	45,77	γ-Ситостерол	21,21

Як свідчать одержані експериментальні дані, представлені в табл. 4.9, в екстракті у найбільшій кількості серед досліджуваних речовин містилися α-токоферол (43,63 мг/г) та γ-ситостерол (21,21 мг/г). Вміст в моркви посівної коренеплодів екстракті густому γ-токоферолу склав 1,09 мг/г, стигмаста-3,5-

дієну та його ізомеру – 4,11 мг/г та 6,63 мг/г відповідно, стигмастеролу – 4,97 мг/г.

4.4.3 Дослідження екстракту методом вискоєфективної рідинної хроматографії

Хроматограма фенольних сполук наведена на рис. 4.11.

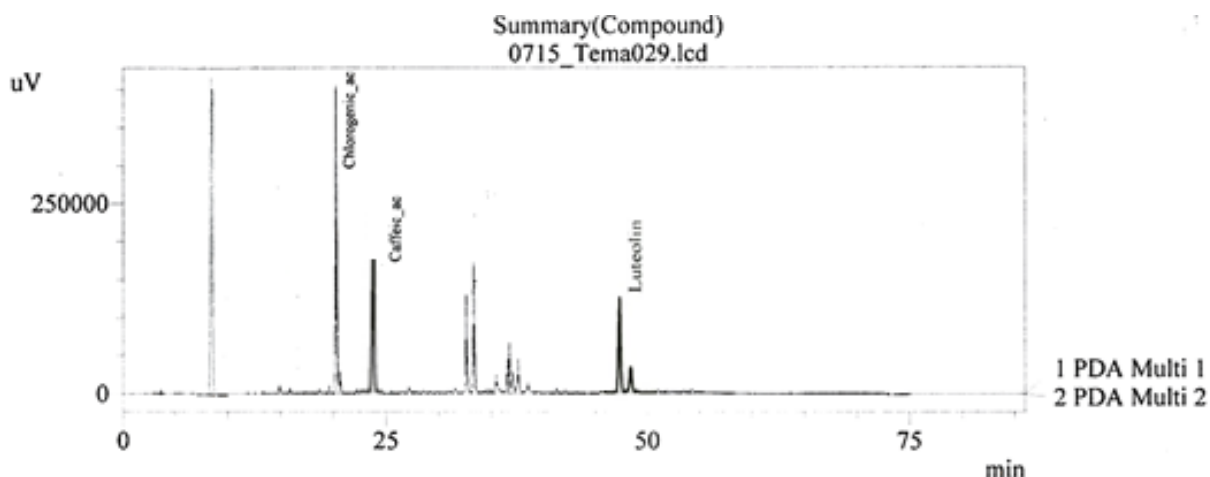


Рис. 4.11 Хроматограма фенольних сполук моркви посівної коренеплодів екстракту густого

В одержаному екстракті ідентифіковано хлорогенову (час утр. 20,33 хв) та кофейну (час утр. 22,19 хв) кислоти, вміст яких склав 371,40 мг/100 г та 49,30 мг/100 г відповідно, а також лютеолін (час утр. 47,31 хв) у кількості 41,09 мг/100 г.

4.4.4 Дослідження сировини методом атомно-абсорбційної спектроскопії

Дослідження макро- та мікроелементів. Вміст важких металів знаходився в межах гранично допустимих концентрацій для екстрактів відповідно до вимог ДФУ [22].

Встановлено, що в досліджуваному екстракті вміст калію склав 2500,00 мкг/100 г, кальцію – 620,00 мкг/100 г, натрію – 390,00 мкг/100 г, магнію – 280,00 мкг/100 г, фосфору – 180,00 мкг/100 г.

4.4.5 Дослідження екстракту спектрофотометричним методом

Спектрофотометричним методом в екстракті було визначено кількісний вміст поліфенольних сполук у перерахунку на кислоту галову ($15,28 \pm 0,61$ %), гідроксикоричних кислот у перерахунку на кислоту хлорогенову ($7,30 \pm 0,29$ %), флавоноїдів у перерахунку на лютеолін ($1,93 \pm 0,09$ %), речовин стероїдної природи ($0,57 \pm 0,03$ %).

4.5 Обговорення результатів вивчення фармакологічної активності

Фармакологічні дослідження моркви посівної коренеплодів екстракту густого проводили на базі ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України» під керівництвом к.фарм.н., доц. В.П. Пиди.

4.5.1 Результати визначення гострої токсичності екстракту

Гостру токсичність вивчали відповідно до методичних рекомендацій ДФЦ МОЗ України на білих нелінійних щурах обох статей масою $180-200 \pm 20$ г, яких утримували на стандартному раціоні віварію ТДМУ імені І. Я. Горбачевського [71]. Експерименти проводили згідно із загальними принципами експериментів на тваринах, схваленими на Національному конгресі з біоетики [106].

Для вивчення гострої токсичності була обрана доза екстракту 5000 мг/кг, яку вводили одноразово внутрішньошлунково щурам самцям та самкам. Після введення досліджуваної лікарської форми за тваринами

спостерігали протягом 14 днів та оцінювали їх загальний стан, летальність, динаміку маси тіла, а після виведення тварин з експерименту проводили макроскопічну оцінку стану внутрішніх органів і систем та розраховували їх масові коефіцієнти [31].

Після внутрішньошлункового введення моркви посівної коренеплодів екстракту в дозі 5000 мг/кг ознак інтоксикації у щурів обох статей не виявлено: тварини були охайними, активними, реагували на звукові і світлові подразники, процеси сечовиділення і дефекації були в нормі, порушення дихання та судом не спостерігали. Рефлекторна збудливість у всіх тварин була збережена. Споживання води та їжі у всіх дослідних щурів не відрізнялось від такого у групах інтактних.

Загибелі тварин обох статей при введенні шурам досліджуваного екстракту в дозі 5000 мг/кг не спостерігалось, що свідчить про нешкідливість даної лікарської форми.

Дослідження динаміки маси тіла тварин показало, що у щурів після внутрішньошлункового введення екстракту моркви посівної коренеплодів та у групах інтактних тварин протягом терміну спостереження відбувалося збільшення маси тіла відносно вихідних даних.

У щурів як самців, так і самок всіх дослідних груп маса внутрішніх органів за період спостереження практично не змінилась.

При аналізі масових коефіцієнтів внутрішніх органів достовірних відхилень між ними у різних групах тварин не виявлено, що підтверджує нетоксичність екстракту моркви посівної коренеплодів і можливість його подальшого застосування.

Проведені дослідження вказують, що LD_{50} для екстракту моркви посівної коренеплодів знаходиться за межами 5000 мг/кг. Згідно з токсикологічною класифікацією речовин К. К. Сидорова густий екстракт моркви посівної коренеплодів при внутрішньошлунковому введенні належить до V класу токсичності – практично нешкідливих речовин [66].

4.5.2 Результати вивчення протизапальної активності екстракту

Вивчення протизапальної активності моркви посівної коренеплодів екстракту густого проводили на моделі набряку лапи щура, викликаного субплантарним введенням флогогенного агенту. Антиексудативну активність екстракту коренеплодів моркви було досліджено на моделі карагенінового набряку, що характеризує циклооксигеназний шлях запалення [71].

Як препарат порівняння використовували розчин натрію диклофенаку.

Водний розчин екстракту коренеплодів моркви посівної вводили у дозі 200 мг/кг маси тіла, таблетки диклофенаку натрію – у дозі 8 мг/кг. Препарати вводили перорально за 1 годину до ін'єкції карагеніну.

Одна з груп тварин замість досліджуваних чинників отримувала еквівалентну кількість води. За розвитком набряку спостерігали через 1, 3, 6 і 24 години. В кожний термін спостереження вимірювали об'єм лап за допомогою механічного онкометра.

Вплив екстракту оцінювали за здатністю пригнічувати набряк лапки щурів. У контрольній групі, яка отримувала воду, розвиток запальної реакції спостерігався уже на 1-й годині від початку введення карагеніну і досягав максимуму на 3-й годині. До 24-ї години експерименту набряк зменшувався.

У перший термін дослідження недостатньо ефективним виявився екстракт моркви посівної коренеплодів. Усі наступні терміни застосування екстракт моркви посівної коренеплодів викликав практично однаковий ефект (прогресуюче зростав) у розвитку запалення. Максимальне зниження набряку лапи щурів відмічено на 24 год після введення карагеніну (27,30 %) при застосуванні даного екстракту.

Ефективний вплив проявив диклофенак натрію, ефект від його застосування проявився уже на 1-й годині від початку експерименту (10,70 %) і тривав протягом усього дослідження. Максимум зменшення набряку лапи було зареєстровано на 3-ю год після введення флогогенного агента (29,50 %) при застосуванні препарату порівняння.

Таким чином, результати проведених досліджень свідчать про помірну протизапальну дію екстракту моркви посівної коренеплодів, яка може бути обумовлена пригніченням синтезу простагландинів у вогнищі запалення. Антиексудативну активність екстракт, ймовірно, проявляє за рахунок стабілізації клітинних мембран, пригнічення продукції фактора некрозу (TNF-alpha) та прозапального цитокіну (інтерлейкіну ІЛ-6), зниження рівня оксиду азоту (NO), а також часткового інгібування циклооксигенази.

4.5.3 Результати вивчення антиоксидантної та гепатопротекторної активності екстракту

Підбір мінімально діючої дози моркви посівної коренеплодів екстракту густого. Для підбору умовно терапевтичної дози моркви посівної коренеплодів екстракту густого використали модель ураження щурів тетрахлорметаном. Для дослідження обрали дози екстракту 250 мг/кг, 200 мг/кг, 150 мг/кг та 100 мг/кг маси тіла тварин, що становить 1/20, 1/25 та 1/33 та 1/50 від встановленого ЛД₅₀ (>5000 мг/кг) [40, 47, 69, 137].

У даній серії експерименту вивчали розвиток процесів ліпопероксидації в уражених тварин та стан ензимної ланки антиоксидантного захисту на 4-у добу від початку потрапляння до організму тетрахлорметану.

Для проведення експерименту тварини були розділені на 4 групи: 1-а – контрольні тварини; 2-а – тварини, уражені тетрахлорметаном у вигляді 50 % олійного розчину в дозі 1,0 мл/кг маси тіла, введеного внутрішньочеревинно дворазово – через день; 3-я – уражені тварини тетрахлорметаном та ліковані моркви посівної коренеплодів екстрактом густим в дозі 200 мг/кг маси тіла, введеного інтрагастрально; 4-а – уражені тварини тетрахлорметаном та ліковані силібором (виробництва ТОВ «Фармацевтична компанія «Здоров'я», м. Харків) в дозі 50 мг/кг маси.

На четвертий та сьомий день від останнього введення тетрахлорметану тварин піддавали евтаназії з використанням тіопенталу натрію.

Для досліджень обрали сироватку крові та печінку щурів, у яких вивчали інтенсивність процесів вільнорадикального окиснення та стан захисних систем організму, а також проникність клітинних мембран після ураження та лікування коригуючими чинниками [127].

В результаті проведенного дослідження встановлено, що застосування моркви посівної коренеплодів екстракт густий у досліджуваних дозах позитивно впливало на процеси ліпопероксидації та активність органоспецифічних ферментів печінки. Моркви посівної коренеплодів екстракт густий у дозі 150 мг/кг вибірково впливав на досліджувані показники з урахуванням вірогідних їх змін. Моркви посівної коренеплодів екстракту густого у дозах 200 мг/кг та 250 мг/кг призводив до нормалізації усіх досліджуваних показників після ураження щурів тетрахлорметаном.

Враховуючи отримані результати, як мінімально діючу дозу для подальших досліджень можна рекомендувати дозу 200 мг/кг маси тіла тварин.

Результати вивчення антиоксидантної та гепатопротекторної активності моркви посівної коренеплодів екстракту густого. Ураження тварин тетрахлорметаном викликало активацію процесів пероксидного окиснення ліпідів та окиснювальної модифікації білків як в сироватці крові, так і в печінці дослідних щурів. Для пригнічення активованих процесів вільнорадикального окиснення ми використали моркви посівної коренеплодів екстракт густий і порівняли його ефективність із відомим гепатопротектором та антиоксидантом силібором.

Після ураження щурів тетрахлорметаном вміст ТБК-АП у сироватці крові підвищився в 2,1 раза на 4-ту добу дослідження і в 2,2 раза на 7-ий день експерименту. Застосування моркви посівної коренеплодів екстракту густого призвело до зниження даного показника в уражених тварин, хоча на 4-ту добу дослідження вірогідних змін не відмічено. У кінці експерименту вміст

ТБК-АП під впливом екстракту знизився на 52 % ($p \leq 0,05$). Силібор проявив ефективний вплив на даний показник у обидва терміни дослідження.

У печінці щурів після ураження спостерігалось аналогічне підвищення вмісту продукту ліпопероксидації у всі терміни дослідження. До кінця експерименту його вміст у 2,4 рази перевищував рівень інтактних тварин. Обидва коригуючих чинники проявили позитивний вплив на даний показник, вірогідно знижуючи його. Застосування силібору було більш ефективним.

Останнім часом у літературі з'явилися повідомлення, в яких вказується, що процесам переокиснення піддаються не тільки ліпіди, а й білкові компоненти мембран. Це призводить до змін активності ферментів, порушення синтезу нуклеїнових кислот та накопичення токсичних продуктів метаболізму [128].

Дослідження показників ОМБ показало, що в сироватці крові щурів після ураження їх тетрахлорметаном проходить збільшення вмісту 2,4-динітрофенілгідразонів нейтрального (370 нм) та основного характеру (430 нм) [29].

У сироватці крові щурів, уражених тетрахлорметаном, вміст 2,4-ДНФГ₍₃₇₀₎ до кінця експерименту зріс у 2, 2 рази, вміст 2,4-ДНФГ₍₄₃₀₎ – у 1,75 рази.

Відмічено, що на 4-ту добу експерименту жоден із застосованих чинників не викликав вірогідного зниження вмісту 2,4-ДНФГ (370) і призвів до вірогідного зниження ($p \leq 0,05$) вмісту 2,4-ДНФГ (430). На 7-му добу розвитку токсичного гепатиту як моркви посівної коренеплодів екстракт густий, так і силібор вірогідно знижували вміст продуктів ОМБ. Після застосування силібору вміст 2,4-ДНФГ (430) у сироватці крові був на рівні норми, після моркви посівної коренеплодів екстракту густого – незначно перевищував рівень інтактних тварин.

Досліджено вміст продуктів ОМБ у печінці щурів після ураження тетрахлорметаном та при застосуванні коригуючих чинників.

Ураження печінки щурів тетрахлорметаном викликало підвищення в даному органі вмісту ОМБ як нейтрального, так і основного характеру ($p \leq 0,05$). Після введення в організм уражених тварин моркви посівної коренеплодів екстракту густого на 4 день експерименту відмічалась тенденція до зниження обох показників, але вірогідних змін не відмічено. На 7 добу дослідження екстракт викликав зниження ОМБ₍₃₇₀₎ та ОМБ₍₄₃₀₎ у 1,2 рази. Ефективність силібору перевищувала досліджуваний екстракт (він вірогідно знижував вміст продуктів ОМБ у обидва терміни дослідження).

Враховуючи отримані результати, доцільним було вивчити стан антиоксидантної системи у щурів, уражених тетрахлорметаном та вплив на її показники моркви посівної коренеплодів екстракту густого.

Отримані нами дані показали, що введення до організму тетрахлорметану викликає пригнічення активності ферментативної ланки антиоксидантної системи. Це підтверджується зниженням активності каталази та СОД в сироватці крові уражених тварин [42, 74].

На 7-ий день розвитку тетрахлорметанового гепатиту активність ферментів антиоксидантного захисту (КТ та СОД) знизилась у 1,4 рази. Після застосування моркви посівної коренеплодів екстракту густого активність каталази у уражених щурів підвищилася на 18 %, після застосування силібору – на 22 %. Аналогічні результати отримані при дослідженні активності СОД – у кінці експерименту моркви посівної коренеплодів екстракт густий призвів до збільшення даного показника на 23 %, після застосування силібору активність СОД досягла рівня норми, відрізняючись лише на 2 %.

Застосування як моркви посівної коренеплодів екстракту густого, так і силібору проявило ефективний вплив на даний показник. До кінця експерименту активність ферменту перевищила 90 % у порівнянні з ураженими (79 %) при застосуванні обох коригуючих чинників, хоча ефективність застосування силібору на 4 % перевищила ефективність досліджуваного моркви посівної коренеплодів екстракту густого.

Встановлено, що ураження щурів тетрахлорметаном викликає активацію процесів перекисного окиснення ліпідів та окиснювальної модифікації білків, в результаті чого утворюється значна кількість ендогенних токсинів. Всі ці продукти чинять токсичний вплив на клітини різних органів, зокрема змінюється проникність плазматичних мембран гепатоцитів. Це підтверджувалося підвищенням у сироватці крові активності амінотрансфераз та лужної фосфатази.

Ураження печінки тетрахлорметаном призвело до цитолізу плазматичних мембран гепатоцитів, на що вказувало підвищення активності АлАТ у сироватці крові на 46 % та 93 % відповідно на 4-у та 7-у доби дослідження.

Введення в організм моркви посівної коренеплодів екстракту густого викликало нормалізацію даного показника і до кінця експерименту активність АлАТ становила 126 % порівняно зі 193 % в уражених тварин. Аналогічно ефективний вплив на активність ензиму проявив силібор, який виявився ще більш ефективним – на 7-у добу гепатиту активність АлАТ лише на 15% перевищувала норму.

При дослідженні активності АсАТ встановлено її підвищення у 1,4 рази на 4-ий день експерименту та у 1,6 рази на 7-ий день розвитку гепатиту ($p < 0,05$).

Застосування обох досліджуваних середників викликало зниження активності АсАТ в сироватці крові уражених тварин, зміни були вірогідними.

Аналогічна тенденція до підвищення спостерігалась після ураження тетрахлорметаном і для лужної фосфатази: її активність як на 4-у, так і на 7-у доби перевищувала таку у контрольних тварин (у 1,3 та 1,4 рази відповідно).

Моркви посівної коренеплодів екстракт густий зменшував активність ЛФ у сироватці крові після ураження тетрахлорметаном в усі терміни дослідження (на 4-у добу на 7 %, на 7-у добу – на 27 %).

Тенденція до зниження активності ензимів спостерігалась після введення ураженим тваринам силібору. До кінця експерименту ефективність

застосування моркви посівної коренеплодів екстракту густого та силібору виявились на одному рівні.

Виявлене підвищення активності мембранозалежних ферментів у крові показало доцільність дослідження даних ферментів у печінці уражених тварин, так як саме в гепатоцитах проходить їх синтез, і основна маса ензимів локалізується саме в них.

Встановлено, що після ураження тетрахлорметаном у печінці тварин значно зменшується активність органоспецифічного ферменту АлАТ і становить 71 % відносно рівня інтактного контролю. Введення моркви посівної коренеплодів екстракту густого підвищувало активність АлАТ в печінці до кінця експерименту до 92 % в порівнянні з нормою. Ефективність застосування силібору виявилась на одному рівні з досліджуваним екстрактом стосовно даного показника.

Аналогічну тенденцію до підвищення активності АсАТ у печінці проявили обидва досліджувані середники. Ефективність застосування силібору дещо перевищувала екстракт моркви, хоча і незначно.

Застосування моркви посівної коренеплодів екстракту густого викликало підвищення зниженої після ураження активності ЛФ в печінці, яка на 5 % відрізнялася від рівня контрольних тварин на 7-у добу дослідження. Силібор проявив аналогічну тенденцію до нормалізації даного показника і практично до кінця терміну дослідження цей показник становив 98 % від контролю.

Можна констатувати, що обидва лікарські засоби виявляють однонаправленість дії стосовно показників, які є маркерами цитолізу гепатоцитів в ураженому організмі.

Отже, за умов тетрахлорметанового ураження печінки щурів доведена антиоксидантна активність моркви посівної коренеплодів екстракту густого, що проявляється зниженням процесів ліпопероксидації та окиснювальної модифікації білків, відновленням активності антиоксидантної системи організму та зниженням проникності мембран гепатоцитів. Останнє може

бути свідченням мембранопротекторних властивостей досліджуваного екстракту.

4.5.4 Результати вивчення протимікробної активності

Методика вивчення протимікробної активності одержаного густого екстракту наведена у п. 4.1 даної дисертаційної роботи.

До екстракту з коренеплодів моркви посівної були високочутливі *Staphylococcus aureus* ($27,00 \pm 0,34$ мм) та *Bacillus subtilis* ($27,00 \pm 0,34$ мм), чутливі – *Escherichia coli* ($23,00 \pm 0,35$ мм), *Pseudomonas aeruginosa* ($23,00 \pm 0,33$ мм), *Proteus vulgaris* ($22,00 \pm 0,33$ мм) та *Candida albicans* ($15,00 \pm 0,33$ мм).

4.6 Стандартизація моркви посівної коренеплодів екстракту густого

МОРКВИ ПОСІВНОЇ КОРЕНЕПЛОДІВ ЕКСТРАКТ ГУСТИЙ

Dauci carotae radices extractum spissum

Екстракт одержано із сировини моркви посівної коренеплодів.

Вміст:

- *поліфенольні сполуки*: не менше 12,0 %, у перерахунку на галову кислоту;
- *гідроксикоричні кислоти*: не менше 6,5 %, у перерахунку на хлорогенову кислоту;
- *стероїдні сполуки*: не менше 0,4 %.

ВИРОБНИЦТВО

Екстракт виготовляють із 1 частини сировини із використанням етанолу (80 %, об/об) до одержання 5 частин готового продукту підходящим методом із подальшим концентруванням під вакуумом.

ВЛАСТИВОСТІ

Опис. В'язка маса буро-оранжевого кольору з ароматним запахом.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ

А. Тонкошарова хроматографія

Поліфенольні сполуки

Випробовуваний розчин. 0,1 г екстракту розчиняють у 5 мл суміші рівних об'ємів метанолу *P* і води *P*, і нагрівають, перемішуючи, на водяній бані протягом 10 хв. Одержаний розчин охолоджують та фільтрують крізь паперовий фільтр.

Розчин порівняння. 5 мг галової кислоти *P* розчиняють у метанолі *P* і доводять об'єм розчину тим самим розчинником до 20,0 мл.

Пластинка: ТШХ пластинка «Sorbfil» із шаром силікагелю *P*.

Рухома фаза: мурашина кислота безводна *P* – вода *P* – етилацетат *P* (6:6:88).

Об'єм проб: 10 мкл, смугами.

Відстань, що має пройти рухома фаза: близько 12 см від лінії старту.

Висушування: на повітрі.

Виявлення: обприскують розчином 10 г/л заліза(III) хлориду *P* в етанолі *P*, нагрівають при температурі (105-110)°С протягом 15 хв. Переглядають у денному світлі.

Результати: на хроматограмі розчину порівняння та випробовуваного розчину має виявлятися зона коричневого кольору (галова кислота). На хроматограмі випробовуваного розчину можуть виявлятися також інші зони.

Гідроксикоричні кислоти

Випробовуваний розчин. 0,1 г екстракту розчиняють у 10 мл *етанолу* (70 %, об/об) *P* нагрівають на водяній бані при температурі 65°C протягом 5 хв, перемішуючи, охолоджують і фільтрують.

Розчин порівняння. 1,0 мг *кофейної кислоти P* та 1,0 мг *хлорогенової кислоти P* розчиняють у *метанолі P* і доводять об'єм розчину тим самим розчинником до 10 мл.

Пластинка: ТШХ пластинка «Sorbfil» із шаром *силікагелю P*.

Рухома фаза: *етилацетат P* – *мурашина кислота безводна P* – *оцтова кислота P* – *вода P* (100:11:11:27).

Об'єм проб: 10 мкл, смугами.

Відстань, що має пройти рухома фаза: 12 см від лінії старту.

Висушування: при температурі (100-105)°C.

Виявлення: обприскують розчином 10 г/л *дифенілборної кислоти аміноетилового ефіру P* у *метанолі P*, потім обприскують розчином 50 г/л *макроголу 400 P* у *метанолі*, пластинку висушують на повітрі протягом 30 хв та переглядають в УФ-світлі за довжини хвилі 365 нм.

Результати: на хроматограмі розчину порівняння має виявлятися 2 зони: у порядку зростання R_f зони блакитної флуоресценції (хлорогенова кислота та кофейна кислота). На хроматограмі випробовуваного розчину на рівні зон, відповідних хлорогеновій та кофейній кислотам на хроматограмі розчину порівняння, мають виявлятися зони, відповідні їм за флуоресценцією. На хроматограмі випробовуваного розчину також можуть виявлятися інші зони з блакитною флуоресценцією.

Стероїдні сполуки

Випробовуваний розчин. 0,2 г екстракту розчиняють у 10 мл *етанолу* (80 %, об/об) *P*, нагрівають на водяній бані при температурі 65°C протягом 5 хв, перемішуючи, охолоджують і фільтрують.

Пластинка: ТШХ пластинка «Sorbfil» із шаром *силікагелю P*.

Рухома фаза: хлороформ – етанол Р – вода (65:35:8).

Об'єм проб: 10 мкл, смугами.

Відстань, що має пройти рухома фаза: 12 см від лінії старту.

Висушування: при температурі (100-105)°С.

*Виявлення: обприскують розчином *n*-диметиламінобензальдегіду Р, нагрівають при температурі 120°С та переглядають у денному світлі.*

Результати: на хроматограмі випробуваного розчину має виявлятися не менше 3 зон рожево-фіолетового забарвлення.

ВИПРОБУВАННЯ

Сухий залишок. Не менше 70,0 % [25].

Важкі метали. Вміст важких металів не повинен перевищувати 0,01 % [23].

*Мікробіологічна чистота. В 1 г препарату може бути виявлено не більше 500 бактерій і 40 дріжджових та пліснявих грибів (у сумі). Не допускається наявність бактерій *Esherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* і *Staphylococcus aureus*, бактерій роду *Salmonella* [25].*

КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ

Поліфенольні сполуки

Вихідний розчин. 0,5 г (точна наважка) екстракту поміщають у колбу місткістю 100 мл, додають 90 мл етанолу (70 %, об/об) Р та нагрівають на водяній бані протягом 5 хв. Одержаний розчин фільтрують у мірну колбу місткістю 100 мл через паперовий фільтр, доводять етанолом (70 %, об/об) Р до позначки.

Випробовуваний розчин. 1 мл вихідного розчину поміщають в мірну колбу місткістю 25 мл і доводять етанолом (96 %, об/об) Р до позначки.

Компенсаційний розчин. Використовують етанол (96 %, об/об) Р.

Вимірюють оптичну густина випробуваного розчину за довжини хвилі 270 нм у кюветі із товщиною шару 10 мм, використовуючи як розчин порівняння компенсаційний розчин.

Вміст суми фенольних сполук, у перерахунку на галову кислоту, у відсотках, обчислюють за формулою:

$$X = \frac{A \cdot 100 \cdot 25}{527 \cdot m \cdot 1}, \quad (4.4)$$

де A – оптична густина випробуваного розчину;

527 – питомий показник поглинання галової кислоти за довжини хвилі 270 нм;

m – маса наважки сировини, г.

Кількісний вміст фенольних сполук має бути не менше 12,0 %.

Гідроксикоричні кислоти

Вихідний розчин. 0,5 г (точна наважка) екстракту поміщають у колбу місткістю 100 мл, додають 90 мл *етанолу (70 %, об/об) Р*, нагрівають на водяній бані протягом 5 хв, фільтрують крізь тампон із вати у мірну колбу місткістю 100 мл, доводять *етанолом (70 %, об/об) Р* до позначки.

Випробовуваний розчин. 1,0 мл вихідного розчину поміщають у мірну колбу місткістю 10 мл, додають 2 мл 0,5 *М розчину хлористоводневої кислоти*, 2 мл свіжоприготованого розчину 10 г *натрію нітриту Р* і 10 г *натрію молибдату Р* у 100 мл води *Р*, 2 мл *натрію гідроксиду розчину розведеного Р*, доводять об'єм розчину *водою Р* до позначки та перемішують.

Компенсаційний розчин. 1,0 мл вихідного розчину поміщають у мірну колбу місткістю 10 мл, додають 2 мл 0,5 *М розчину хлористоводневої кислоти* і 2 мл *натрію гідроксиду розчину розведеного Р*, доводять об'єм розчину *водою Р* до позначки та перемішують.

Оптичну густина випробуваного розчину вимірюють за довжини хвилі 525 нм у кюветі із товщиною шару 10 мм, використовуючи як розчин порівняння компенсаційний розчин.

Вміст суми гідроксикоричних кислот, у перерахунку на хлорогенову кислоту, у відсотках, обчислюють за формулою:

$$X = \frac{A \times 1000}{188 \times m}, \quad (4.5)$$

де A – оптична густина випробовуваного розчину за довжини хвилі 525 нм;

188 – питомий показник поглинання хлорогенової кислоти за довжини хвилі 525 нм;

m – маса наважки сировини, г.

Вміст гідроксикоричних кислот, у перерахунку на хлорогенову кислоту і суху сировину, має бути не менше 6,5 %.

Стероїдні сполуки

Вихідний розчин. 0,5 г (точна наважка) екстракту поміщають у колбу місткістю 100 мл, додають 50 мл *етанолу* (96 %, об/об) *P*, нагрівають на водяній бані протягом 5 хв та фільтрують крізь тампон із вати у мірну колбу місткістю 50 мл, доводять *етанолом* (96 %, об/об) *P* до позначки.

Випробовуваний розчин. 5,0 мл вихідного розчину переносять до скляної пробірки зі шліфом та додають 5 мл 1 % розчину *n*-диметиламінобензальдегіду в 4 н етанольному розчині хлористоводневої кислоти. Пробірку закривають скляною кришкою, струшують та нагрівають протягом 2 год у термостаті при температурі 58-60°C. Розчин охолоджують до кімнатної температури.

Компенсаційний розчин. 5,0 мл вихідного розчину переносять до скляної пробірки зі шліфом та додають 5 мл 4 н етанольного розчину хлористоводневої кислоти. Пробірку закривають скляною кришкою, струшують та нагрівають протягом 2 год у термостаті при температурі 58-60°C. Розчин охолоджують до кімнатної температури.

Оптичну густину випробовуваного розчину вимірюють за довжини хвилі 518 нм у кюветі із товщиною шару 10 мм, використовуючи як розчин порівняння компенсаційний розчин.

Вміст суми стероїдних сполук, у відсотках, обчислюють за формулою:

$$X = \frac{a \cdot 0,0101 \cdot 50 \cdot F \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot (100 - W)}, \quad (4.6)$$

де a – кількісний вміст кобальту хлориду, знайдений по градууювальному графіку;

0,0101 – коефіцієнт перерахунку концентрації кобальту хлориду;

50 – початковий об'єм витяжки, мл;

F – коефіцієнт розведення;

m – наважка сировини, г;

W – втрата в масі при висушуванні сировини, %.

Вміст суми стероїдних сполук має бути не менше 0,4 %.

Результати визначення показників якості густого екстракту наведені в табл. 4.10.

Показники якості моркви посівної коренеплодів екстракту густого

№ серії	Опис	Ідентифікація	Вміст важких металів	Сухий залишок	Мікробіологічна чистота	Поліфенольні сполуки	Гідроксикоричні кислоти	Стероїдні сполуки
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	В'язка маса бурого-оранжевого кольору з ароматним запахом.	Поліфенольні сполуки. Метод ТШХ. Рухома фаза: <i>мурашина кислота безводна P – вода P – етилацетат P (6:6:88)</i> . Об'єм проб: 10 мкл, смугами. Відстань, що має пройти рухома фаза: 12 см від лінії старту. Висушування: на повітрі. Виявлення: обприскують розчином 10 г/л заліза (III) хлориду <i>P в етанолі P</i> , нагрівають при температурі (105-110)°C протягом 15 хв. Переглядають у денному світлі. На хроматограмі розчину порівняння та випробовуваного розчину має виявлятися зона коричневого кольору (галова кислота). На хроматограмі випробовуваного розчину можуть виявлятися також інші зони. Гідроксикоричні кислоти. Метод ТШХ. Рухома фаза – <i>етилацетат P – мурашина кислота безводна P – оцтова кислота P – вода P (100:11:11:27)</i> . Об'єм проб: 10 мкл, смугами.	Не більше 0,01 %	Не менше 70 %	В 1 г препарату мають виявлятися не більше 500 бактерій і 40 дріжджових та пліснявих грибів (у сумі). Бактерії роду <i>Esherichia coli</i> і <i>Salmonella</i> не мають виявлятися. В 10 г препарату повинні бути відсутні бактерії роду <i>Pseudomonas aeruginosa</i> і <i>Staphylococcus aureus</i> .	Не менше 12,0 %	Не менше 6,5 %	Не менше 0,4 %

Продовж. табл. 4.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		<p>Відстань, що має пройти рухома фаза: 12 см від лінії старту. Висушування: при температурі (100-105)°С. Виявлення: обприскують розчином 10 г/л дифенілборної кислоти аміноетилового ефіру Р у метанолі Р, потім обприскують розчином 50 г/л макроголу 400 Р у метанолі, пластинку висушують на повітрі протягом 30 хв та переглядають в УФ-світлі за довжини хвилі 365 нм. На хроматограмі розчину порівняння має виявлятися 2 зони: у порядку зростання R_f зони блакитної флуоресценції (хлорогенова кислота та кофейна кислота). На хроматограмі випробовуваного розчину на рівні зон, відповідних хлорогеновій та кофейній кислотам на хроматограмі розчину порівняння, мають виявлятися зони, відповідні їм за флуоресценцією. На хроматограмі випробовуваного розчину також можуть виявлятися інші зони з блакитною флуоресценцією. Стероїдні сполуки. Метод ТШХ.</p>						

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Рухома фаза: хлороформ – етанол Р – вода (65:35:8). Об'єм проб: 10 мкл, смугами. Відстань, що має пройти рухома фаза: 12 см від лінії старту. Висушування: при температурі (100-105)°С. Виявлення: обприскують розчином <i>n</i> -диметиламінобензальдегіду Р нагрівають при температурі 120°С та переглядають у денному світлі. На хроматограмі випробуваного розчину мають виявлятися не менше 3 зон рожево-фіолетового забарвлення.						
2	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає
3	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає
4	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає
5	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає	Відповідає

Висновки до розділу 4

1. Для визначення перспективного виду сировини моркви посівної проведено скринінг протимікробних властивостей листя та коренеплодів моркви посівної настоек. За результатами дослідження коренеплоди моркви посівної обрано для подальшої стандартизації та одержання лікарських рослинних засобів.

2. Запропоновано методи контролю якості моркви посівної коренеплодів відповідно вимогам ДФУ за такими параметрами: ідентифікація поліфенольних сполук, гідроксикоричних кислот, речовин стероїдної природи та їх кількісний вміст, втрата в масі при висушуванні та вміст золи загальної.

3. Проведено вибір оптимальних параметрів екстракції та одержано моркви посівної коренеплодів екстракт густий.

4. Методом ТШХ в екстракті ідентифіковано гіперозид, лютеолін, кверцетин, цинарозид, рутин, хлорогенову, кофейну та ферулову кислоти, а також стероїдні сполуки.

5. Карбонові кислоти, леткі сполуки, речовини стероїдної природи та токофероли у моркви коренеплодів екстракті досліджено методом ГХ. В екстракті ідентифіковано та визначено вміст 29 карбонових кислот, за вмістом з яких домінувала яблучна кислота (8615,08 мг/кг). Летка фракція моркви коренеплодів екстракту представлена 39 компонентами, вміст яких склав 157,72 мг/г. Сквален був визначений в найбільшій кількості (93,94 мг/г). Методом ВЕРХ ідентифіковано хлорогенову та кофейну кислоти, лютеолін, вміст яких склав 371,40 мг/100 г, 49,30 мг/100 г та 41,09 мг/100 г відповідно.

6. Встановлено, що вміст важких металів у моркви посівної екстракті густому знаходився в межах гранично допустимих концентрацій для екстрактів відповідно до вимог ДФУ. Калій було визначено в найбільшій кількості в екстракті, його вміст склав 2500,00 мкг/100 г.

7. Визначено вміст поліфенольних сполук, гідроксикоричних кислот, флавоноїдів та стероїдних сполук в одержаному екстракті, який склав 15,28 %, 7,30 %, 1,93 % та 0,57 % відповідно.

8. Вивчено гостру токсичність моркви посівної коренеплодів екстракту густого та віднесено його до V класу токсичності – практично нешкідливих речовин згідно з токсикологічною класифікацією речовин К. К. Сидорова. Виявлено помірну протизапальну, антиексудативну, мембранопротекторну та антиоксидантну активність екстракту.

9. В результаті дослідження протимікробних властивостей моркви посівної коренеплодів екстракту густого встановлено, що до нього чутливі такі мікроорганізми як *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus vulgaris* та *Candida albicans*.

10. Визначено параметри стандартизації моркви посівної коренеплодів екстракту густого за вимогами ДФУ.

Результати експериментальних досліджень даного розділу наведено в таких публікаціях:

1. Анатомічні ознаки коренеплодів моркви посівної / Д.-М. В. Пазюк, У. В. Гриненко, О. А. Кисличенко, І. О. Журавель. Інформаційний лист № 160-2017, Вип. № 14. Укрмедпатентінформ «Фармація», 2017. 3 с. (Особистий внесок – брала участь в проведенні експериментальних досліджень, узагальненні результатів та підготовці інформаційного листа).

2. Пазюк Д.-М. В., Журавель І. О., Кисличенко О. А., Горяча Л. М. Засіб з антибактеріальною та протигрибковою активністю з моркви посівної: пат: 120675 Україна. № u 2017 05682; заявл. 09.06.2017; опубл. 10.11.2017, Бюл. № 21 (Особистий внесок – приймала участь в патентному пошуку, одержанні засобу та в оформленні патенту).

3. Standardization parameters of the plant material of some food crops / I. G. Gurieva, A. I. Fedosov, D.-M. V. Paziuk, I. O. Zhuravel. *International*

conference on science and society: Biopiracy and phytomedicine, Mainz, 24-28 July, 2017. Mainz, 2017. P. 86.

4. Ідентифікація фенольних сполук моркви посівної коренеплодів екстракту густого / О. А. Кисличенко, Д.-М. В. Пазюк, Л. М. Горяча, І. О. Журавель. *Relevant issues of modern medicine: the experience of Poland and Ukraine: International research and practice conference*, Lublin, 20-21 October 2017. Lublin, 2017. С. 111-112.

5. Обґрунтування вибору екстрагенту для одержання моркви посівної коренеплодів екстракту / Д.-М. В. Пазюк, І. О. Журавель, Л. М. Горяча, О. А. Кисличенко *Промислова фармація: етапи становлення та майбутнє: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 29-30 вересня 2017 р. Харків, 2017. С. 97-98.*

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено вирішення наукової задачі, яка полягає у системному порівняльному фітохімічному дослідженні моркви посівної листя та коренеплодів сортів Яскрава та Нантська харківська, розробці лікарських рослинних засобів антимікробної, протизапальної, мембранопротекторної дії, стандартизації сировини та лікарських рослинних засобів за вимогами ДФУ.

1. У листі та коренеплодах моркви посівної за допомогою хімічних реакцій, ПХ та ТШХ встановлено наявність речовин глікозидної природи, полісахаридів, органічних кислот, стероїдних сполук, амінокислот, танінів, флавоноїдів, гідроксикоричних кислот, хлорофілів та каротиноїдів.

2. Компонентний склад легкої фракції досліджуваної сировини визначено методом ГХ. Каріофілен оксид та каріофілен превалювали за вмістом у всіх об'єктах, їх вміст склав у листі моркви сорту Яскрава 420,50 мг/кг та 297,50 мг/кг, у листі моркви сорту Нантська харківська – 1523,20 мг/кг та 373,30 мг/кг, у коренеплодах моркви сорту Яскрава – 346,60 мг/кг та 234,10 мг/кг, у коренеплодах моркви сорту Нантська харківська – 967,00 мг/кг та 83,30 мг/кг відповідно. Вміст β -ситостеролу, стигмастеролу та кампестеролу був найбільшим у надземних та підземних частинах моркви сортів Яскрава та Нантська харківська за результатами дослідження стероїдних сполук методом ГХ. Карбонові кислоти вивчали за допомогою ГХ та ідентифікували у листі моркви сорту Яскрава 20 кислот, у коренеплодах сорту Яскрава – 12 кислот, у листі сорту Нантська харківська – 18 кислот та у коренеплодах сорту Нантська харківська – 11 кислот. У результаті вивчення ліпофільних фракцій листя та коренеплодів моркви досліджуваних сортів методом ГХ встановлено, що за вмістом переважали ненасичені жирні кислоти.

3. Методом ВЕРХ досліджено фенольні сполуки та вуглеводи у сировині моркви посівної. У листі та коренеплодах моркви посівної обох

сортів ідентифіковано сахарозу, глюкозу, фруктозу, хлорогенову та кофейну кислоти, лютеолін. Хлорогенова кислота домінувала за вмістом серед ідентифікованих фенольних сполук у надземних та підземних частинах моркви посівної. Її вміст у листі та коренеплодах моркви посівної сорту Яскрава склав 359,50 мг/кг та 82,90 мг/кг, у листі та коренеплодах моркви посівної сорту Нантська харківська – 476,90 мг/кг та 241,20 мг/кг відповідно. Методом атомно-абсорбційної спектроскопії встановлено вміст важких металів у досліджуваній сировині моркви посівної, який знаходився в межах гранично допустимих концентрацій для сировини та харчових продуктів.

4. Визначено кількісний вміст суми вільних органічних ((5,48±0,39) % та (5,35±0,38) % у листі та коренеплодах сорту Яскрава, (5,41±0,41) % та (4,95±0,36) % у листі та коренеплодах сорту Нантська харківська відповідно) та амінокислот ((0,85±0,03) % та (0,84±0,033) % у листі та коренеплодах сорту Яскрава, (0,62±0,02) % та (0,42±0,02) % у листі та коренеплодах сорту Нантська харківська відповідно), поліфенольних сполук ((6,52±0,26) % та (8,34±0,33) % у листі та коренеплодах сорту Яскрава, (6,78±0,31) % та (8,54±0,34) % у листі та коренеплодах сорту Нантська харківська відповідно), флавоноїдів ((1,10±0,04) % та (0,74±0,03) % у листі та коренеплодах сорту Яскрава, (1,10±0,05) % та (0,69±0,02) % у листі та коренеплодах сорту Нантська харківська відповідно), гідроксикоричних кислот ((3,09±0,12) % та (3,95±0,14) % у листі та коренеплодах сорту Яскрава, (4,65±0,19) % та (3,79±0,13) % у листі та коренеплодах сорту Нантська харківська відповідно), стероїдних сполук ((0,11±0,01) % та (0,26±0,01) % у листі та коренеплодах сорту Яскрава, (0,14±0,01) % та (0,29±0,01) % у листі та коренеплодах сорту Нантська харківська відповідно), полісахаридів ((9,20±0,81) % та (16,39±1,04) % у листі та коренеплодах сорту Яскрава, (10,35±0,92) % та (15,44±1,00) % у листі та коренеплодах сорту Нантська харківська відповідно) та їх окремих фракцій, а також хлорофілів та каротиноїдів з використанням спектрофотометричного, гравіметричного та

титриметричного методів. Для досліджуваної сировини встановлено втрату в масі при висушуванні, вміст золи загальної та екстрактивних речовин.

5. Проведено скринінг антимікробної дії моркви посівної листя та коренеплодів настоек. За результатами проведеного скринінгу та враховуючи одержані дані кількісного вмісту БАР моркви посівної коренеплоди вибрано сировиною для одержання лікарських рослинних засобів. Встановлено параметри стандартизації сировини відповідно вимогам ДФУ.

6. Проведено вибір оптимальних параметрів екстракції та одержано моркви посівної коренеплодів екстракт густий. Спектрофотометричним методом визначено вміст поліфенольних сполук ((15,28±0,61) %), гідроксикоричних кислот ((7,30±0,29) %), флавоноїдів ((1,93±0,09) %), стероїдних сполук ((0,57±0,03) %), методом газової хроматографії – стероїдних сполук (36,92 мг/г) та токоферолів (44,72 мг/г), карбонових кислот (24572,56 мг/кг) та летких сполук (157,72 мг/г). Досліджено мінеральний склад екстракту та встановлено, що вміст важких металів знаходився в межах вимог гранично допустимих концентрацій для екстрактів до вимог ДФУ.

7. Фармакологічними дослідженнями для моркви посівної коренеплодів екстракту густого виявлено протизапальну, антиексудативну, мембранопротекторну та антиоксидантну активність. Встановлено антимікробну активність одержаного екстракту відносно *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa* та *Candida albicans*.

8. За результатами досліджень розроблено проекти МКЯ «Моркви посівної коренеплоди» та «Моркви посівної коренеплодів екстракт густий».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Анатомічні ознаки коренеплодів моркви посівної / Д.-М. В. Пазюк, У. В. Гриненко, О. А. Кисличенко, І. О. Журавель. Інформаційний лист № 160-2017, Вип. № 14. Укрмедпатентінформ «Фармація», 2017. 3 с.
2. Афанасьєва П. В., Куркин В. А., Куркина А. В. Оптимизация подходов к стандартизации фитопрепаратов на основе календулы лекарственной. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2015. Т.17, №5(3). С. 930-934.
3. Биологически активные вещества антиязвенного растительного средства «Вентрофит» / П. Б. Лубсандоржиева, Т. А. Ажунова, Л. Н. Шантанова и др. *Химия растительного сырья*. 2006. №1. С. 59-64.
4. Бубенчикова В. И., Старчак Ю. А. Валидация методики количественного определения суммы флавоноидов в траве чабреца. *Научные ведомости. Серия Медицина. Фармация*. 2012. № 22 (141), Вып. 20/1. С. 157-160.
5. Бурда Н. Є. Вивчення жирнокислотного складу плодів базидіальних грибів. *Український журнал клінічної та лабораторної медицини*. 2013. Т. 8, № 1. С. 256-258.
6. Бурда Н. Є. Вивчення стероїдних сполук у сировині півонії лікарської сортів «Alba plena» та «Rosea plena». *Фітотерапія. Часопис*. 2014. № 1. С. 67-70.
7. Бурда Н. Є. Визначення органічних кислот в грибах шиїтаке, рейши та кордіцепс. *Український медичний альманах*. 2013. Т. 16, № 3. С. 29-31.
8. Бурлака І. С., Кисличенко В. С. Пігменти трави щучника дернистого і трави кунічника звичайного. *Український журнал клінічної та лабораторної медицини*. 2012. Т. 7, №2. С. 14-16.

9. Вивчення елементного складу сировини моркви посівної сортів «Яскрава» та «Нантська харківська» / Д.-М. В. Пазюк, І. О. Журавель, О. А. Кисличенко, Н. Є. Бурда. *Збірник наукових праць співробітників НМАПО імені П. Л. Шупика*. 2017. Вип. 28. С. 93-98.

10. Вивчення жирнокислотного складу сировини моркви посівної «Яскрава» та «Нантська харківська» / Д.-М. В. Пазюк, І. О. Журавель, О. А. Кисличенко, Н. Є. Бурда. *Фітотерапія. Часопис*. 2016. №4. С. 21-23.

11. Вивчення летких фракцій сировини моркви посівної сортів «Яскрава» та «Нантська харківська» / Д.-М. В. Пазюк, І. О. Журавель, О. А. Кисличенко, Н. Є. Бурда. *ScienceRise: Pharmaceutical Science*. 2017. №3 (7). Р. 29-33.

12. Вивчення ліпофільних фракцій з коренеплодів моркви посівної сортів «Яскрава» та «Нантська харківська» / Д.-М. В. Пазюк, І. О. Журавель, О. А. Кисличенко, Н. Є. Бурда. *Ліки – людині. Сучасні проблеми фармакотерапії і призначення лікарських засобів: матеріали I міжнар. наук.-практ. конф. м. Харків, 30-31 березня 2017 р. Том 2. Х., 2017. С. 253.*

13. Вивчення специфічної активності протимікробних лікарських засобів: метод. рек. Київ, 2004. 38 с.

14. Визначення кількісного вмісту фенольних сполук у сировині дивини звичайної / А. А. Волошина, В. С. Кисличенко, І. О. Журавель, Н. Є. Бурда. *Український журнал клінічної та лабораторної медицини*. 2012. Т. 7, № 4. С. 202-203.

15. Влияние сопутствующих соединений корнеплодов красной моркови на растворимость каротиноидов / Е. В. Комарова, Л. И. Перикова, В. М. Болотов, Е. А. Флюрик. *Труды БГТУ*. 2014. № 4. С. 183-186.

16. Гарна С. В., Савченко Л. П., Георгіянц В. А. Валідація спектрофотометричної методики кількісного визначення суми амінокислот у розчині для пиття «Седавіт». *Український медичний альманах*. 2011. Т. 14, № 5. С. 37-39.

17. Гончаров Н. Ф. Гидроксикоричные кислоты нефармакопейных видов рода Боярышник. *Научные ведомости. Серия Медицина. Фармация*. 2014. № 11 (182), вып. 26/1. С. 187-190.
18. Гродзинский М. Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник / За ред. академіка АН УССР М. Гродзінського. К.: Голов. ред. укр. рад. енциклопедії ім. М. П. Бажана, 1991. 344 с.
19. Гур'єва І. Г. Кількісне визначення суми стероїдних сполук у сировині тифону. *Збірник наукових праць співробітників НМАПО імені П.Л. Шупика*. 2014. Т. 23 (4). С. 267-270.
20. Гуцол В. В., Журавель І. О. Мінеральні елементи салату посівного сорту «Лолло Россо». *Збірник наукових праць співробітників НМАПО імені П.Л. Шупика*. 2015. Вип. 24, Кн. 5. С. 97-100.
21. Дворникова Л. Г., Турецкова В. Ф. Изучение состава фенольных соединений столбиков с рыльцами кукурузы, заготовленных на Алтае. *Химия растительного сырья*. 2013. № 2. С. 127-134.
22. Державна Фармакопея України / Держ. П-во «Науково-експертний фармакопейний центр». 1-е вид. Х. : РІРЕГ, 2001. 556с.
23. Державна Фармакопея України / ДП «Науково-експертний фармакопейний центр». 1-е вид., 1 допов. Х.: РІРЕГ, 2004. 494 с.
24. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Науково-експертний фармакопейний центр». 2-е вид., Т. 3. Х.: Держ. п-во «Науково-експертний фармакопейний центр», 2014. 732 с.
25. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2-е вид., Т. 1. Х.: Держ. п-во «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. 1128 с.
26. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2-е вид., 1 допов. Х.: Держ. п-во «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2016. 360 с.

27. Дослідження компонентного складу летких фракцій трави та квіток дивини звичайної / А. А. Волошина, В. С. Кисличенко, І. О. Журавель, Н. Є. Бурда. *Український медичний альманах*. 2013. Т. 16, № 2. С. 19-21.

28. Дослідження полісахаридних фракцій коренеплодів моркви посівної сорту «Яскрава» / Д.-М. В. Пазюк, О. А. Кисличенко, Л. М. Горяча, І. О. Журавель. *Технологічні та біофармацевтичні аспекти створення лікарських препаратів різної направленості дії*: матеріали III міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. м. Харків, 14-15 листопада 2017 р. Х. : Вид-во НФаУ, 2017. С. 142.

29. Дубініна О. Ю. Окислювальний стрес і окислювальна модифікація білків. *Медична хімія*. 2001. Т. 3, № 2. С. 5-12.

30. Евдокимова О. В. Валидація методики кільцевого визначення сумми флавоноїдів в столбиках с рыльцями кукурузи. *Фармація*. 2008. № 7. С. 14-17.

31. Експериментальне вивчення токсичної дії потенційних лікарських засобів / В. М. Коваленко и др.; за ред. член.-кор. АМН України О. В. Стефанова; У кн. : Доклінічні дослідження лікарських засобів (методичні рекомендації). К. : Авіцена, 2001. С. 74-97.

32. Завадська О. В., Бобось І. М., Дяденко Т. В. Придатність коренеплодів моркви (*Daucus carota* L.) різних сортів для переробки. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2013. №1. С. 51-54.

33. Засіб з антибактеріальною та протигрибковою активністю з моркви посівної: пат. 120675 Україна. № u 2017 05682; заявл. 09.06.2017; опубл. 10.11.2017, Бюл. № 21.

34. Зотікова О. А., Кисличенко В. С., Вельма В. В. Порівняльне дослідження вуглеводів в листях *Petroselinum* spp. *Український медичний альманах*. 2013. Т.16, № 5. С. 34-35.

35. Идентификация органических кислот методом ТСХ в извлечениях из растительных объектов / О. В. Тринеева, И. И. Сафонова,

Е. Ф. Сафонова, А. И. Сливкин. *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2013. Т. 13, Вып. 6. С. 896-901.

36. Ідентифікація та визначення кількісного вмісту стероїдних сполук у сировині рогозу вузьколистого / Є. О. Довгаль, І. Г. Гур'єва, В. С. Кисличенко, І. О. Журавель. *Scientific Journal «ScienceRise: Pharmaceutical Science»*. 2016. №3(3). С. 4-7.

37. Ідентифікація фенольних сполук моркви посівної коренеплодів екстракту густого / О. А. Кисличенко, Д.-М. В. Пазюк, Л. М. Горяча, І. О. Журавель. *Relevant issues of modern medicine: the experience of Poland and Ukraine: International research and practice conference, Lublin, 20-21 October 2017*. Lublin, 2017. С. 111-112.

38. Кароматов И. Д., Тогбоев К. Т. Морковь дикая, посевная. *Биология и интегративная медицина*. 2017. №5. С. 204-215.

39. Кацуба І. К., Новосел О. М., Кисличенко В. С. Дослідження полісахаридів мати-й-мачухи. *Український медичний альманах*. 2013. Т. 16, № 4. С. 25-27.

40. Ким Л. Б., Филатова Т. Г., Калмыкова Е. Ю. Активность церулоплазмينا у больных ишемической болезнью сердца. *Бюллетень СО РАМН*. 2001. № 4. С. 30-35.

41. Кисличенко В. С., Ярошенко І. В., Кузнєцова В. Ю. Вивчення полісахаридного та елементного складу клубенів салепу. *Вісник фармації*. 2008. № 1. С. 8-11.

42. Королюк М. А., Иванова Л. И., Майорова И. Г. Метод определения активности каталазы. *Лабораторное дело*. 1988. № 1. С. 16-19.

43. Курегян А. Г., Печинский С. В., Карандеева Е. А. Сравнительный анализ каротиноидов облепихового масла методом тонкослойной хроматографии. *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 2 (ч. 2). С. 1-7.

44. Куркина А. В. Методика количественного определения суммы флавоноидов в траве репешка аптечного. *Химико-фармацевтический журнал*. 2011. Т. 45, № 1. С. 31-34.
45. Лозовицкий Д. А. Изучение липофильных веществ травы *Taraxacum officinalis wigg.* *Научный результат. Медицина и фармация*. 2017. Т. 3, № 1. С. 56-61.
46. Лубсандоржнева П. Б. Количественное определение каротиноидов в экстрактах сухих и многокомпонентных сборах. *Бюллетень ВСНЦ СО РАМН*. 2009. № 3 (67). С. 197-199.
47. Луцак В. І., Багнюкова Т. В., Луцак О. В. Показники оксидативного стресу. Тіобарбітурактивні продукти і карбонільні групи білків. *Український біохімічний журнал*. 2004. Т. 26. С. 136-141.
48. Макаренко С. П., Коненкина Т. А., Хотимченко С. В. Жирнокислотный состав липидов вакуолярных мембран корнеплодов. *Физиология растений*. 2007. Т. 54, № 2, С. 223-228.
49. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов. М., 1990. 155 с.
50. Мжельская Т. И. Биологические функции церулоплазмينا и их дефицит при мутации генов, регулирующих обмен меди и железа. *Бюллетень экспериментальной биологии*. 2000. Т. 130, № 8. С. 124-133.
51. Никитин А. А., Папкина И. А. Анатомический атлас полезных и некоторых ядовитых растений. Л.: Наука. 1982. 768 с.
52. Никольская В. А., Данильченко Ю. Д., Меметова З. Н. Биохимический аспект рассмотрения роли молекул средней массы в организме в организме. *Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского Сер.: Биология, химия*. 2013. № 65(1). С. 139-145.
53. Обґрунтування вибору екстрагенту для одержання моркви посівної коренеплодів екстракту / Д.-М. В. Пазюк, І. О. Журавель, Л. М. Горяча, О. А. Кисличенко. *Промислова фармація: етапи становлення*

та майбутнє: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 29-30 вересня 2017 р. Харків, 2017. С. 97-98.

54. Пазюк Д.-М. В. Идентификация фенольных кислот в надземной части моркови посевной сорта «Яскравая». *Наука и медицина: современный взгляд молодежи: материалы IV междунар. научн.-практ. конф. студ. и мол. ученых*, г. Алматы, 20-21 апреля 2017 г. Алматы, 2017. С. 266-267.

55. Пазюк Д.-М. В., Бурда Н. Є. Визначення кількісного вмісту суми органічних кислот у сировині моркви посівної сортів «Яскрава» та «Нантська харківська». *Перший крок в науку – 2017*: матеріали XIV міжнар. наук. конф. студ. та мол. вчених, м. Вінниця, 26-28 квітня 2017 р. Вінниця, 2017. С. 527.

56. Пазюк Д.-М. В., Журавель І. О., Кисличенко О. А., Бурда Н. Є. Вивчення стероїдних сполук у сировині моркви посівної сортів «Яскрава» та «Нантська харківська». *Фітотерапія. Часопис*. 2017. №1. С. 31-33.

57. Пазюк Д.-М. В., Кисличенко О. А., Журавель І. О. Дослідження кількісного вмісту гідроксикоричних кислот в траві та коренеплодах моркви посівної сорту «Яскрава» та сорту «Нантська харківська». *Медичні науки: напрямки та тенденції розвитку в Україні та світі*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Одеса, 16-17 червня 2017 р. Одеса, 2017. С. 18-19.

58. Пазюк Д.-М. В., Кисличенко О. А., Журавель І. О. Порівняльний аналіз вмісту пігментів у траві моркви посівної сортів «Яскрава» та «Нантська харківська». *Фітотерапія. Часопис*. 2017. №3. С. 49-52.

59. Пазюк Д.-М. В. Идентификация фенольных соединений в надземной части моркови посевной сорта «Яскравая» методом ВЭЖХ. *Актуальные вопросы современной медицины и фармации: материалы 69-й итоговой научн.-практич. конф. студ. и мол. ученых* г. Витебск, 19-20 апреля 2017 г. Витебск, 2017. С. 657-658.

60. Пазюк Д.-М. В. Изучение фенольных соединений в надземной части моркови посевной сорта «Нантская харьковская». *Актуальные проблемы современной медицины и фармации: материалы LXXI междунар.*

научн.-практич. конф. студ. и мол. ученых, г. Минск 17-19 апреля 2017 г. Минск, 2017. С. 1550.

61. Пазюк Д.-М. В., Вельма В. В., Журавель І. О. Фітохімічне вивчення підземних органів моркви посівної. *Фармація ХХІ століття: тенденції та перспективи*: матеріали VIII Національного з'їзду фармацевтів України, м. Харків, 13-16 вересня 2016 р. Том 1. Х., 2016. С. 126.

62. Пазюк Д.-М. В., Кисличенко А. А. Количественное определение аскорбиновой кислоты в сырье моркови посевной сортов «Яскравая» и «Нантская харьковская». *Роль молодежи в развитии медицинской науки*: материалы XII научн.-практ. конф. мол. ученых и студ. ТГМУ им. Абуали ибни Сино с междунар. участием, посвященной «Году молодежи», г. Душанбе, 28 апреля 2017 г. Душанбе, 2017. С. 313-314.

63. Практикум по фармакогнозии : учеб. пособие для студ. вузов / В. Н. Ковалев и др. Х.: Изд-во НФаУ, 2003. 640 с.

64. Рыжов В. М., Бельченко А. С. Исследование перспективы комплексной переработки надземной части татарника колючего *Oporordum asanthium* L. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2014. Т. 16, №1(3). С. 812-816.

65. Сигарева С. С., Василенко Ю. К. Сравнительное изучение влияния извлечений из плодов моркови дикой и моркови посевной на функциональное состояние почек. *Фундаментальные исследования*. 2013. № 6 (ч. 3) С. 661-664.

66. Сидоров К. К. О классификации токсичности ядов при парентеральных способах введения. *Токсикология новых промышленных химических веществ: сборник*. 1973. Вып. 13. С. 47-57.

67. Смалюх О. Г., Сур С. В. Стандартизація плодів моркви дикої за складом і вмістом флавоноїдів. *Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики*. 2013. №1. С. 88-93.

68. Спектрофотометричне визначення флавоноїдів у плодах моркви дикої / М. Б. Чубка, Л. В. Вронська, С. В. Сур та ін. *Медична хімія*. 2011. Т.13, № 1. С. 88-94.
69. Средние молекулы – образование и способы определения / В. В. Николайчик, В. В. Кирковский, В. М. Маин и др. *Лабораторное дело*. 1989. № 8. С. 31-33.
70. Стандартизація приготування мікробних суспензій: інформац. лист про нововведення в системі охорони здоров'я № 163-2006 / Волянський Ю. Л. та ін. Київ, 2006.
71. Стефанов О. В. Доклінічні дослідження лікарських засобів: методичні рекомендації. К. : Авіцена, 2001. 528 с.
72. Тринеева О. В., Воропаева С. В., Сливкин А. И. Выбор оптимальной системы для определения пигментов листьев крапивы двудомной методом ТСХ. *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2013. Т. 13, вып. 2. С. 213-219.
73. Фармакогностическая характеристика листьев какалии копьевидной (*Cacalia hastate* L.) / Д. Н. Оленников, О. Г. Потанина, Л. М. Танхаева, Г. Г. Николаева. *Химия растительного сырья*. 2004. № 3. С. 43-52.
74. Чевари С., Чаба И., Секей И. Роль супероксиддисмутазы в окислительных процессах клетки и метод определения ее в биологических материалах. *Лабораторное дело*. 1985. № 11. С. 678-681.
75. Чечета О. В., Сафонова Е. Ф., Сливкин А. И. Методика определения каротиноидов методом хроматографии в тонком слое сорбента. *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2008. Т. 8, вып. 2. С. 320-326.
76. Швец С. А., Кинтя П. К. Изучение содержания стероидных соединений в баклажанах (*Solanum melongena* L.) в процессе онтогенеза растений. *Бюллетень Никитского ботанического сада*. 2006. Вып. 92. С 34-38.

77. A new sesquiterpene from the fruits of *Daucus carota* L. / H.-W. Fu, L. Zhang, T. Yi, J.-K. Tian. *Molecules*. 2009. Vol. 14. P. 2862-2867.
78. A review on anti-inflammatory activity of phenylpropanoids found in essential oils / R. de Cássia da Silveira e Sá, L. N. Andrade, R. dos Reis Barreto de Oliveira, D. P. de Sousa. *Molecules*. 2014. Vol. 19. P. 1459-1480.
79. A study of the chemical composition and biological activity of extracts from wild carrot (*Daucus carota* L.) seeds waste / I. Pavlyuk, N. Stadnytska, I. Jasicka-Misiak et al. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2015. Vol. 6 (2). P. 603-611.
80. Al-Snafi A. E. Nutritional and therapeutic importance of *Daucus carota* – A review. *IOSR Journal Of Pharmacy*. 2017. Vol. 7, Is. 2. P. 72-88.
81. Arscott S. A., Tanumihardjo S. A. Carrots of many colors provide basic nutrition and bioavailable phytochemicals acting as a functional food. *Comprehensive reviews in food science and food safety*. 2010. Vol. 9. P. 223-239.
82. Assous M. T. M., Abdel-Hady M. M., Medany G. M. Evaluation of red pigment extracted from purple carrots and its utilization as antioxidant and natural food colorants. *Annals of Agricultural Science*. 2014. Vol. 59(1). P. 1-7.
83. Bishayee A., Sarkar A., Chatterjee M. Hepatoprotective activity of carrot (*Daucus carota* L.) against carbon tetrachloride intoxication in mouse liver. *Journal of Ethnopharmacology*. 1995. Vol. 47. P. 69-74.
84. Carrot (*Daucus carota* L. ssp. *sativus* (Hoffm.) Arcang.) as source of antioxidants / J. Bystrická, P. Kavalcová, J. Musilová et al. *Acta agriculturae Slovenica*. 2015. Vol. 105 (2). P. 303-311.
85. Carrot (*Daucus carota* L.): nephroprotective against gentamicin-induced nephrotoxicity in rats / V. Sodimbaku, L. Pujari, R. Mullangi, S. Marri. *Indian J Pharmacol*. 2016. Vol. 48. P. 122-127.
86. Carrot plant – a potential source of high value compounds and biological activities: a review / D. Kataria, K. K. Chahal, P. Kaur, R. Kaur. *Proc Indian Natn Sci Acad*. 2016. Vol. 82, №. 4. P. 1237-1248.

87. Chandra P., Kishore K., Ghosh A. K. Assessment of antisecretory, gastroprotective, and in-vitro antacid potential of *Daucus carota* in experimental rats. *Osong Public Health Res Perspect.* 2015. Vol. 6(6). P. 329-335.
88. Chemical characterization and biological activity of essential oils from *Daucus carota* L. subsp. *carota* growing wild on the Mediterranean coast and on the Atlantic coast / A. Maxia, B. Marongiu, A. Piras et al. *Fitoterapia.* 2009. Vol. 80. P.57-61.
89. Chemical characterization of essential oil from seeds of wild and cultivated carrots from Serbia / M. Aćimović, J. Stanković, M. Cvetković et al. *Botanica Serbica.* 2016. Vol. 40 (1). P. 55-60.
90. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil from *Daucus carota sativa* seeds / X. Imamu, A. Yili, H. A. Aisa et al. *Chemistry of Natural Compounds.* 2007. Vol. 43, № 4. P. 495-496.
91. Chemical composition and antioxidant activity of the essential oil and the methanol extract of Algerian wild carrot *Daucus carota* L. ssp. *carota*. (L.) Thell. / A. Ksouri, T. Dob, A. Belkebir et al. *J. Mater. Environ. Sci.* 2015. Vol. 6 (3). P. 784-791.
92. Chemical composition and biological activity of the essential oils obtained from yellow and red carrot fruits cultivated in Egypt / N. Khalil, M. Ashour, A. N. Singab, O. Salama. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences.* 2015. Vol. 10, Is. 2, Ver. 1. P. 13-19.
93. Chemical composition of carrot umbel oils from *Daucus carota* L. ssp. *sativus* cultivated in Poland / J. Kula, K. Izydorczyk, A. Czajkowska, R. Bonikowski. *Flavour Fragr. J.* 2006. Vol. 21. P. 667-669.
94. Chemical composition, functional properties and processing of carrot – a review / K. D. Sharma, S. Karki, N. S. Thakur, S. Attri. *J Food Sci Technol.* 2012. Vol. 49(1). P. 22-32.
95. Christensen L. P., Kreutzmann S. Determination of polyacetylenes in carrot roots (*Daucus carota* L.) by high-performance liquid chromatography coupled with diode array detection. *J. Sep. Sci.* 2007. Vol. 30. P. 483-490.

96. Composition and antimicrobial activity of essential oils from *Daucus carota* L. subsp. *carota*, growing in Uzbekistan / D. T. Asilbekova, Kh. M. Bobakulov, S. A. Sasmakov et al. *American Journal of Essential Oils and Natural Products*. 2017. Vol. 5(4). P. 9-13.

97. Cytotoxicity, antimicrobial and antioxidant activity of *Daucus carota* L., *Lycopersicon esculentum* Mill. and *Capsicum annum* L. / J. Mladenović, A. Radovanović, R. Pavlović et al. *Bulgarian Chemical Communications*. 2015. Vol. 47, № 4. P. 38-44.

98. Dranik L. I., Dolganenko L. G. Flavonoids of the fruit of *Daucus carota*. *Chemistry of Natural Compounds*. 1973. Vol. 9(5). P. 635.

99. Effects of bioactive compounds from carrots (*Daucus carota* L.), polyacetylenes, beta-carotene and lutein on human lymphoid leukaemia cells / R. G. Zaini, K. Brandt, M. R. Clench, C. L. Le Maitre. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry*. 2012. Vol. 12. P. 640-652.

100. El Zawawy N. A. Antioxidant, antitumor, antimicrobial studies and quantitative phytochemical estimation of ethanolic extracts of selected fruit peels. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2015. Vol. 4(5). P. 298-309.

101. Essential oil of *Daucus carota* subsp. *halophilus*: composition, antifungal activity and cytotoxicity / A. C. Tavares, M. J. Goncalves, C. Cavaleiro et al. *Journal of Ethnopharmacology*. 2008. Vol. 119. P. 129-134.

102. Evaluation of anti-inflammatory activity of various extracts of carrot (*Daucus carota* subsp. *sativus*) / D. Bhowmik, A. Bhaumik, M. Krishnaveni et al. *International Journal of Current Research In Health And Biological Sciences*. 2016. Vol. 1(1). P. 11-19.

103. Evaluation of carrot pomace (*Daucus carota* L.) as hypocholesterolemic and hypolipidemic agent on albino rats / A. E.-M. M. R. Afify, R. R. M. Romeilah, M. M. H. Osfor, A. S. M. Elbahnasawy. *Not Sci Biol*. 2013. Vol. 5(1). P. 7-14.

104. Gastroprotective activity of the aqueous extract from the roots of *Daucus carota* l in rats / N. Khatib, G. Angel, H. Nayna, J. R. Kumar. *IJRAP*. 2010. Vol. 1 (1). P. 112-119.
105. Gregor H.-D. Lipid composition of *Daucus carota* roots. *Phytochemistry*. 1977. Vol. 16. P. 953-955.
106. Gross D., Tolba R. Ethics in animal-based research. *Eur. Surg. Res.* 2015. Vol. 55, Is. 1-2. C. 43-57.
107. Gurieva I. G., Fedosov A. I., Paziuk D.-M. V., Zhuravel I. O. Standardization parameters of the plant material of some food crops. *International conference on science and society: Biopiracy and phytomedicine*, Mainz. 24-28 july, 2017. Mainz, 2017. P. 86.
108. Hepatoprotective effect of carrot (*Daucus carota* L.) on paracetamol intoxicated rats / P. K. Jain, N. Khurana, Y. Pounikar et al. *International Journal of Pharmacology and Pharmaceutical Technology*. 2012. Vol. 1, Is. 2. P. 17-22.
109. HPLC determination of phenolic acids in the underground part of carrots of «Nantska Kharkivska» and «Yaskrava varieties» / D.-M. V. Pazyuk, M. F. Dababneh, I. A. Zhuravel et al. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2017. Vol. 8 (2). P. 1833-1836.
110. Hrudová E., Kocourková B., Zelená V. Insecticidal effect of carrot (*Daucus carota carota*) and lovage (*Levisticum officinale*) (Apiaceae) extracts against *Tribolium confusum* Jacquelin Du Duval uval, 1868 (Coleoptera, Tenebrionidae). *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.* 2006. LIV, № 1. P. 165-168.
111. Hypotensive action of coumarin glycosides from *Daucus carota* / A. H. Gilani, F. Shaheeri, S. A. Saeed et al. *Phytomedicine*. 2000. Vol. 7(5). P. 423-426.
112. In vitro evaluation of antioxidant and antimicrobial activity of carrot peel / S. John, S. Priyadarshini, S. J. Monica et al. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*. 2017. Vol. 9(7). P. 970-974.

113. Isolation and structure characterisation of anthocyanin pigments in black carrot (*Daucus carota* L.) / G. Elham, H. Reza, K. Jabbar et al. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2006. Vol. 9 (15). P. 2905-2908.
114. Isolation of a yellow carotenoprotein from carrot / J. C. G. Milicua, J. L. Juarros, J. De Las Rivas et al. *Phytochemistry*. 1991. Vol. 30, № 5. P. 1535-1537.
115. Jiin W. H., Hidayat E. M., Lukman K. Gastroprotective effect of carrot (*Daucus carota* L.) juice in rat models. *Althea Medical Journal*. 2014. Vol. 1(1). P. 35-39.
116. Kammerer D., Carle R., Schieber A. Characterization of phenolic acids in black carrots (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) by high-performance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry. *Rapid Commun. Mass Spectrom.* 2004. Vol. 18. P. 1331-1340.
117. Kammerer D., Carle R., Schieber A. Detection of peonidin and pelargonidin glycosides in black carrots (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *Atrorubens* Alef.) by high-performance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry. *Rapid Commun. Mass Spectrom.* 2003. Vol. 17. P. 2407-2412.
118. Kavitha V., Gunavathy N. Comparative study on phytochemical screening and HPLC analysis of *Daucus carota* pulp and aerial parts. *International Journal for Scientific Research & Development*. 2014. Vol. 2, Is. 07. P. 566-569.
119. Kjeldsen F., Christensen L. P., Edelenbos M. Quantitative analysis of aroma compounds in carrot (*Daucus carota* L.) cultivars by capillary gas chromatography using large-volume injection technique. *J. Agric. Food Chem.* 2001. Vol. 49. P. 4342-4348.
120. Kulkarni C. P. Phytochemical analysis and total phenol content in *Daucus carota* Linn. *International Journal of Advanced Science and Research*. 2017. Vol. 2, Is. 6. P. 74-76.
121. Mazzoni V., Tomi F., Casanova J. A daucane-type sesquiterpene from *Daucus carota* seed oil. *Flavour Fragr. J.* 1999. Vol. 14. P. 268-272.

122. Metzger B. T., Barnes D. M., Reed J. D. Purple carrot (*Daucus carota* L.) polyacetylenes decrease lipopolysaccharide-induced expression of inflammatory proteins in macrophage and endothelial cells. *J. Agric. Food Chem.* 2008. Vol. 56. P. 3554-3560.

123. Miean K. H., Mohamed S. Flavonoid (myricetin, quercetin, kaempferol, luteolin, and apigenin) content of edible tropical plants. *J. Agric. Food Chem.* 2001. Vol. 49. P.3106-3112.

124. Muralidharan P., Balamurugan G., Kumar P. Inotropic and cardioprotective effects of *Daucus carota* Linn. on isoproterenol-induced myocardial infarction. *Bangladesh J Pharmacol.* 2008. Vol. 3. P. 74-79.

125. Nahak G., Suar M., Saku R. K. Antioxidant potential and nutrition values of vegetables: a review. *Research Journal of Medicinal Plant.* 2014. Vol. 8 (2). P. 50-81.

126. Non pharmacological use of *Daucus carota* juice (carrot juice) as dietary intervention in reducing hypertension / S. Sarfaraz, N. Farooq, N. Ashraf et al. *Enzyme Engineering.* 2016. Vol. 5 (2). P. 1-5.

127. Oxidative stress adaptation with acute, chronic, and repeated stress / A. M. Pickering, L. Vojtovich, J. A. Tower, K. J. Davies. *Free Radic Biol Med.* 2013. Vol. 55. P. 109-118.

128. Oxidative stress and antioxidant defense. E. Birben, U. Sahiner, C. Sackesen et al. *World Allergy Organ J.* 2012. Vol. 5(1). P. 9-19.

129. Özcan M. M., Chalchat J. C. Chemical composition of carrot seeds (*Daucus carota* L.) cultivated in Turkey: characterization of the seed oil and essential oil. *Grasas y Aceites.* 2007. Vol. 58 (4). P. 359-365.

130. Patil M. V. K., Kandhare A. D., Bhise S. D. Anti-inflammatory effect of *Daucus carota* root on experimental colitis in rats. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences.* 2012. Vol. 4, Is. 1. P. 337-343.

131. Patil M. V. K., Kandhare A. D., Bhise S. D. Pharmacological evaluation of ethanolic extract of *Daucus carota* Linn root formulated cream on

wound healing using excision and incision wound model. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 2012. P. 646-655.

132. Pharmacognostic evaluation of *Daucus carota* Linn. leaf (Apiaceae) / E. A. Ayeni, A. Abubakar, G. Ibrahim, A. Vallada. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2017. Vol. 6(5). P. 2400-2405.

133. Phytochemical profile and thin layer chromatographic studies of *Daucus Carota* peel extracts / S. John, S. Priyadarshini, S. J. Monica, P. Arumugam. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 2017. Vol. 2, Is. 1. P. 23-26.

134. Phytochemical, nutraceutical and antioxidant studies of the aerial parts of *Daucus carota* L. (Apiaceae) / E. A. Ayeni, A. Abubakar, G. Ibrahim et al. *J Herbmed Pharmacol*. 2018. Vol. 7(2). P. 68-73.

135. Pouraboli I., Ranjbar B. The effect of *Daucus carota* seeds extract on lipid profile, LFT and kidney function indicators in streptozocin-induced diabetic rats. *International Journal of Plant Science and Ecology*. 2015. Vol. 1, № 3. P. 84-87.

136. Radical scavenging and anti-inflammatory activities of representative anthocyanin groupings from pigment-rich fruits and vegetables / F. Blando, N. Calabriso, H. Berland et al. *Int. J. Mol. Sci*. 2018. Vol. 19. P. 169-183.

137. Reitman S., Frankel S. Definition of biochemical indicators of the toxicity of liver. *Amer. J. Clin. Path*. 1957. Vol. 28(1). P. 56-60.

138. Shafik N. H., Shafek R. E., Michael H. N. Antimicrobial activity of different extracts of *Daucus carota* canopy. *Int J Pharm*. 2015. Vol. 5(2). P. 352-356.

139. Shyamala B. N., Jamuna P. Nutritional content and antioxidant properties of pulp waste from *Daucus carota* and *Beta vulgaris*. *Mal J Nutr*. 2010. Vol. 16 (3). P. 397-408.

140. Soria A. C., Sanz M. L., Villamiel M. Determination of minor carbohydrates in carrot (*Daucus carota* L.) by GC-MS. *Food Chemistry*. 2009. Vol. 114. P. 758-762.

141. Sun T., Simon P. W., Tanumihardjo S. A. Antioxidant phytochemicals and antioxidant capacity of biofortified carrots (*Daucus carota* L.) of various colors. *J. Agric. Food Chem.* 2009. Vol. 57. P. 4142-4147.

142. Therapeutic uses of *Daucus carota*: a review / M. Shakheel, T. Saliyan, S. Satish, K. Hedge. *International Journal of Pharma And Chemical Research.* 2017. Vol. 3, Is. 2. P. 138-143.

143. Vasudevan M., Gunnam K. K., Parle M. Antinociceptive and anti-inflammatory properties of *Daucus carota* seeds extract. *Journal of Health Science.* 2006. Vol. 52(5). P. 598-606.

144. Yang R.-L., Yan Z.-H., Lu Y. Cytotoxic phenylpropanoids from carrot. *J. Agric. Food Chem.* 2008. Vol. 56, №9. P. 3024-3027.

145. Zaini R., Clench M. R., Le Maitre C. L. Bioactive chemicals from carrot (*Daucus carota*) juice extracts for the treatment of leukemia. *J Med Food.* 2011. Vol. 14 (11). P. 1303-1312.

ДОДАТКИ

Додаток А

Список публікацій здобувача

1. Вивчення елементного складу сировини моркви посівної сортів «Яскрава» та «Нантська харківська» / Д.-М. В. Пазюк, І. О. Журавель, О. А. Кисличенко, Н. Є. Бурда. *Збірник наукових праць співробітників НМАПО імені П. Л. Шупика*. 2017. Вип. 28. С. 93-98 (Особистий внесок – брала участь у пробопідготовці зразків сировини, в узагальненні одержаних результатів, написанні статті).
2. Вивчення жирнокислотного складу сировини моркви посівної «Яскрава» та «Нантська харківська» / Д.-М. В. Пазюк, І. О. Журавель, О. А. Кисличенко, Н. Є. Бурда. *Фітотерапія. Часопис*. 2016. №4. С. 21-23 (Особистий внесок – брала участь у пробопідготовці зразків сировини, в обробці результатів, написанні статті).
3. Вивчення летких фракцій сировини моркви посівної сортів «Яскрава» та «Нантська харківська» / Д.-М. В. Пазюк, І. О. Журавель, О. А. Кисличенко, Н. Є. Бурда. *ScienceRise: Pharmaceutical Science*. 2017. №3 (7). Р. 29-33 (Особистий внесок – брала участь у пробопідготовці зразків сировини, здійснювала обробку та узагальнення одержаних результатів, підготовку статті).
4. Вивчення стероїдних сполук у сировині моркви посівної сортів «Яскрава» та «Нантська харківська» / Д.-М. В. Пазюк, І. О. Журавель, О. А. Кисличенко, Н. Є. Бурда. *Фітотерапія. Часопис*. 2017. №1. С. 31-33 (Особистий внесок – брала участь у пробопідготовці зразків сировини та написанні статті).
5. HPLC determination of phenolic acids in the underground part of carrots of «Nantska Kharkivska» and «Yaskrava» varieties / D.-M. V. Pazyuk, M. F. Dababneh, I. A. Zhuravel, A. A. Kyslychenko, N. Ye. Burda, S. I. Korniyenko, E. N. Mogilnaya. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2017. Vol. 8 (2). Р. 1833-1836 (Особистий внесок – брала участь у пробопідготовці зразків сировини до аналізу та написанні статті).

Продовж. дод. А

6. Пазюк Д.-М. В., Журавель І. О., Кисличенко О. А., Горяча Л. М. Засіб з антибактеріальною та протигрибковою активністю з моркви посівної: пат: 120675 Україна. № и 2017 05682; заявл. 09.06.2017; опубл. 10.11.2017, Бюл. № 21 (Особистий внесок – приймала участь в патентному пошуку, одержанні засобу та в оформленні патенту).
7. Вивчення ліпофільних фракцій з коренеплодів моркви посівної сортів «Яскрава» та «Нантська харківська» / Д.-М. В. Пазюк, І. О. Журавель, О. А. Кисличенко, Н. Є. Бурда. Ліки – людині. *Сучасні проблеми фармакотерапії і призначення лікарських засобів*: матеріали I міжнар. наук.-практ. конф. м. Харків, 30-31 березня 2017 р. Том 2. X., 2017. С. 253.
8. Дослідження полісахаридних фракцій коренеплодів моркви посівної сорту «Яскрава» / Д.-М. В. Пазюк, О. А. Кисличенко, Л. М. Горяча, І. О. Журавель. *Технологічні та біофармацевтичні аспекти створення лікарських препаратів різної направленості дії*: матеріали III міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. м. Харків, 14-15 листопада 2017 р. X. : Вид-во НФаУ, 2017. С. 142.
9. Пазюк Д.-М. В., Кисличенко О. А., Журавель І. О. Дослідження кількісного вмісту гідроксикоричних кислот в траві та коренеплодах моркви посівної сорту «Яскрава» та сорту «Нантська харківська». *Медичні науки: напрямки та тенденції розвитку в Україні та світі*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Одеса, 16-17 червня 2017 р. Одеса, 2017. С. 18-19.
10. Пазюк Д.-М. В. Идентификация фенольных соединений в надземной части моркови посевной сорта «Яскрава» методом ВЭЖХ. *Актуальные вопросы современной медицины и фармации*: материалы 69-й итоговой научн.-практич. конф. студ. и мол. ученых г. Витебск, 19-20 апреля 2017 г. Витебск, 2017. С. 657-658.
11. Пазюк Д.-М. В. Изучение фенольных соединений в надземной части моркови посевной сорта «Нантская харьковская». *Актуальные проблемы современной медицины и фармации*: материалы LXXI междунар. научн.-практич. конф. студ. и мол. ученых, г. Минск 17-19 апреля 2017 г. Минск, 2017. С. 1550.

Продовж. дод. А

12. Пазюк Д.-М. В., Вельма В. В., Журавель І. О. Фітохімічне вивчення підземних органів моркви посівної. *Фармація XXI століття: тенденції та перспективи*: матеріали VIII Національного з'їзду фармацевтів України, м. Харків, 13-16 вересня 2016 р. Том 1. Х., 2016. С. 126.
13. Пазюк Д.-М. В., Бурда Н. Є. Визначення кількісного вмісту суми органічних кислот у сировині моркви посівної сортів «Яскрава» та «Нантська харківська». *Перший крок в науку – 2017*: матеріали XIV міжнар. наук. конф. студ. та мол. вчених, м. Вінниця, 26-28 квітня 2017 р. Вінниця, 2017. С. 527.
14. Пазюк Д.-М. В. Идентификация фенольных кислот в надземной части моркови посевной сорта «Яскрава». *Наука и медицина: современный взгляд молодежи*: материалы IV междунар. научн.-практ. конф. студ. и мол. ученых, г. Алматы, 20-21 апреля 2017 г. Алматы, 2017. С. 266-267.
15. Standardization parameters of the plant material of some food crops / I. G. Gurieva, A. I. Fedosov, D.-M. V. Paziuk, I. O. Zhuravel. *International conference on science and society: Biopiracy and phytomedicine*, Mainz. 24-28 july, 2017. Mainz, 2017. P. 86.
16. Ідентифікація фенольних сполук моркви посівної коренеплодів екстракту густого / О. А. Кисличенко, Д.-М. В. Пазюк, Л. М. Горяча, І. О. Журавель. *Relevant issues of modern medicine: the experience of Poland and Ukraine*: International research and practice conference, Lublin, 20-21 October 2017. Lublin, 2017. С. 111-112.
17. Обґрунтування вибору екстрагенту для одержання моркви посівної коренеплодів екстракту / Д.-М. В. Пазюк, І. О. Журавель, Л. М. Горяча, О. А. Кисличенко *Промислова фармація: етапи становлення та майбутнє*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 29-30 вересня 2017 р. Харків, 2017. С. 97-98.
18. Анатомічні ознаки коренеплодів моркви посівної / Д.-М. В. Пазюк, У. В. Гриненко, О. А. Кисличенко, І. О. Журавель. Інформаційний лист № 160-2017, Вип. № 14. Укрмедпатентінформ «Фармація», 2017. 3 с.

Продовж. дод. А

Апробація результатів дисертації

Основні положення роботи викладено та обговорено на науково-практичних конференціях різного рівня:

1. VIII Національний з'їзд фармацевтів України «Фармація ХХІ століття: тенденції та перспективи» (Харків, 13-16 вересня 2016 р., форма участі – публікація тез);

2. I Міжнародна науково-практична конференція «Ліки – людині. Сучасні проблеми фармакотерапії і призначення лікарських засобів» (Харків, 30-31 березня 2017 р., форма участі – публікація тез);

3. LXXI Международная научно-практическая конференция студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы современной медицины и фармации» (Минск 17-19 апреля 2017 г., форма участі – публікація тез);

4. 69-й Итоговая научно-практическая конференция студентов и молодых ученых «Актуальные вопросы современной медицины и фармации» (Витебск, 19-20 апреля 2017 г., форма участі – публікація тез);

5. IV Международная научно-практическая конференция студентов и молодых ученых «Наука и медицина: современный взгляд молодежи» (Алматы, 20-21 апреля 2017 г., форма участі – публікація тез);

6. XIV Міжнародна наукова конференція студентів та молодих вчених «Перший крок в науку – 2017» (Вінниця, 26-28 квітня 2017 р., форма участі – публікація тез);

7. Міжнародна науково-практична конференція «Медичні науки: напрямки та тенденції розвитку в Україні та світі» (Одеса, 16-17 червня 2017 р., форма участі – публікація тез);

8. International conference on science and society «Biopiracy and phytomedicine» (Mainz, 24-28 july, 2017, форма участі – публікація тез);

Продовж. дод. А

9. Міжнародна науково-практична конференція «Промислова фармація: етапи становлення та майбутнє» (Харків, 29-30 вересня 2017 р., форма участі – публікація тез);

10. International research and practice conference «Relevant issues of modern medicine: the experience of Poland and Ukraine» (Lublin, 20-21 October 2017, форма участі – публікація тез);

11. III Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Технологічні та біофармацевтичні аспекти створення лікарських препаратів різної направленості дії» (Харків, 14-15 листопада 2017 р., форма участі – публікація тез).

Додаток Б

ПРОЕКТ

Проректор з науково-педагогічної
роботи, інноваційної та науково-
дослідної ЦНФаУ,



проф. А.Л. Загайко

2018 р.

Заявник, країна: Національний фармацевтичний університет, Україна

Виробник, країна: Україна

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ**Dauci carotae radices****Моркви посівної коренеплоди**

Лікарська сировина у мішках з тканини або льно-джуто-кенафних

Продовж. дод. Б

ТЕРМІН ПРИДАТНОСТІ

2 роки.

Протизапальний, антиоксидантний, антимікробний засіб

Доктор фармацевтичних наук,
професор кафедри ХПС НФаУ



І. О. Журавель

« 7 » вересня 2018 р.

Аспірант кафедри ХПС НФаУ



Д.-М. В. Рокуль

« 7 » вересня 2018 р.