

- П.П. Надточій, Л.О. Герасимчук [та ін.]; за ред. Т.М. Мисливої. – Житомир, 2011. – 50 с.
10. Соколов О.А. Экологическая безопасность и устойчивое развитие. Кн. 1. Атлас распределения тяжелых металлов в объектах окружающей среды / О.А. Соколов, В.А. Черников. – Пущино : ОНТИ ПНЦ РАН, 1999. – 164 с.
  11. Атлас сорных, лекарственных и медоносных растений / Л.Н. Верещагин. – [2-е издан. исправл. и допол.]. – К.: Юнивест-маркетинг, 2002. – 384 с.
  12. Мінарченко В.М., Тимченко І.А. Атлас лікарських рослин України. – К.: Фітосоціоцентр, 2002. – 172 с.

УДК 615.322:582.734.4

## БИОЛОГИЧНО АКТИВНІ РЕЧОВИНИ ЛИСТКІВ ХУРМИ ВІРГІНСЬКОЇ (*DIOSPYROS VIRGINIANA L.*) В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

*ДЖАН Т.В.* - к. фарм. н., ДУ «Інститут фармакології та токсикології НАМН України»  
*КЛИМЕНКО С.В.* - д.б.н., професор,  
*ГРИГОР'ЄВА О.В.* - к.б.н., Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України

**Постановка проблеми.** Хурма віргінська (*Diospyros virginiana L.*) – представник роду *Diospyros L.* родини Ebenaceae Guerke, який нараховує більше 500 видів переважно із тропічних і субтропічних областей Азії. Природний ареал виду охоплює східну частину Північної Америки від Коннектикуту (США) до Айови і від Канзасу до Флориди [10]. В Україні в культурі з 1879 р., вирощується в ботанічних садах Києва, Львова, Ужгорода, Ялти, Одеси. Найбільшу в Україні колекцію сортів та форм хурми віргінської зібрано в Державному підприємстві – дослідному господарстві “Новокаховське” Державного Нікітського ботанічного саду – Національного Наукового центру УААН (Південний степ України) [4]. Хурма віргінська становить великий практичний інтерес для плідництва. Крім того, вона є цінною декоративною і лікарською рослиною. За останні роки виведені сорти хурми віргінської, в плодах яких відсутня терпкість, а за смаковими якостями, вмістом цукрів, вітаміну С, каротину, калію, заліза, та йоду деякі з них перевершують кращі сорти хурми східної (*D. kaki L.*). Плоди хурми віргінської є чудовим дієтичним продуктом, вони вживаються у свіжому вигляді, з них готують пастилу, варення, джеми, сиропи, маринади. Комплекс біологічно активних речовин хурми стимулює діяльність ендокринної системи, сприяє поліпшенню кровотворення [8].

**Стан вивчення проблеми.** У відділі акліматизації плодівих рослин Національного ботанічного саду (НБС) ім. М.М. Гришка НАН України зібрано генофонд *Diospyros virginiana* з 15 сортів і форм американської селекції [2].

Рід *Diospyros* є одним із найважливіших джерел 1,4-нафтохінонів. Близько 80% нафтохінонів є мономерами і димерами, що мають скелет 1,4-нафтохінону. Основним скелетними структурами хурми є плюмбагін і діоспірин. В деревині та коренях хурми віргінської ідентифіковані 7-метилюглон, діоспірин, ізодіоспірин, шінанолон [9]. 7-метилюглон та ізодіоспірин проявили високу протигрибкову активність проти *P. obscurans*, пригнічуючи ріст на 97,0% та 81,4%, відпові-

дно [7]. На сьогоднішній день зростає кількість досліджень цієї групи БАР в області протипухлинної і антибактеріальної активності.

Екстракт листя хурми (*D. kaki* L.) у Східній медицині (Китай, Корея, Японія) застосовують при серцевосудинних захворюваннях: гіпертензії, атеросклерозі, серцевій недостатності. Біохімічний склад листя хурми віргінської досліджено менше. У порівнянні з іншими видами хурми листя хурми віргінської містить найбільшу кількість вітаміну С і мінеральних речовин. С.В. Караханов (1972), досліджуючи динаміку вмісту аскорбінової кислоти в листі хурми, встановив, що максимальна кількість цього вітаміну накопичується у фазу інтенсивного росту пагонів і цвітіння. Нами встановлена динаміка нагромадження проціанідинів, флавоноїдів і хлорофілів в листі хурми віргінської маточкових (сорт Медова1 та Медова 2) та однієї форми тичинкової рослини селекції Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України, максимальний вміст цих БАР спостерігається в кінці вегетації, найвищий вміст каротиноїдів виявився на початку вегетації. Вміст танінів залежить форми дерева – в листі маточкових рослин найбільше танінів нагромаджується в кінці вегетації, в листі тичинкової форми – на початку [6]. Дослідження гематологічних показників венозної крові щурів виявило перспективні сорти хурми віргінської селекції Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України [5].

**Завдання і методика дослідження.** Метою дослідження є визначити якісний склад та кількісний вміст летких сполук та у ліпофільних екстрактах у листі хурми віргінської.

Об'єктами вивчення було листя хурми віргінської маточкових (сорт Медова1 та Медова 2) та однієї форми тичинкової рослини селекції Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України (НБС), зібране у серпні 2011 р. Визначення вмісту летких сполук у листі та ліпофільних екстрактах листків проводили хромато-мас-спектрометричним методом. Хроматограф Agilent Technologies 6890 з мас-спектрометричним детектором 5973. Для ідентифікації компонентів використовується бібліотека мас-спектрів NIST05 і WILEY 2007 з загальною кількістю спектрів більш 470000 в поєднанні з програмами для ідентифікації AMDIS і NIST. Для кількісних розрахунків використовується метод внутрішнього стандарту.

**Результати досліджень.** Вперше хурму віргінську до Лісостепу України було інтродуковано у 1922 році академіком М.Ф. Кащенко. В акліматизаційному саду його імені тичинкові екземпляри успішно цвіли і виявилися достатньо зимостійкими. На жаль, жіночих екземплярів не було чи, може, вони випали в одну із суворих зим.

У ботанічному саду ім. О.В. Фоміна хурму віргінську вирощують вже протягом 50 років. У 2000 році у НБС було висаджено порослеві екземпляри маточкових і тичинкових рослин з ботанічного саду ім. О.В. Фоміна. Рослини досягли зрілого віку і протягом 12 років успішно зимують і плодоносять.

У даній публікації йдеться про біохімічний склад листя відібраних нами маточкових та тичинкових форм хурми віргінської.

В результаті проведеного дослідження у листі хурми ідентифіковано 83 леткі сполуки і визначений їх кількісний вміст.

Із 83 ідентифікованих сполук лише 17 виявилися спільними для листя хурми всіх досліджуваних зразків. Серед них наонакозан, фурфурол, метилфурилке-

тон, жирні кислоти та їх ефіри і терпеноїди – ліналоол, транс-епоксиліналоол,  $\alpha$ -терпінеол, 5,6-епокси-5,6-дигідро- $\beta$ -іонон, евгенол і сквален (табл. 1).

**Таблиця 1 - Вміст летких сполук у листі хурми віргінської**

Назва речовини	Вміст у сировині листя хурми сорту, мг/кг		
	Жіноча форма		Чоловіча форма
	Медова 1	Медова 2	
<b>Вуглеводні</b>			
Нонакозан	29.9	6,9	2,4
<b>Альдегіди і кетони</b>			
Фурфурол	7.3	1,9	1,5
Метилфурилкетон	25.7	8,6	6,8
<b>Карбонові кислоти та їх ефіри</b>			
Нонанова кислота	24.3	21,2	4,9
Міристинова кислота	19.9	42,0	17,3
Пальмітинова кислота	241.8	110,8	66,1
Стеаринова кислота	22.3	6,1	1,1
Ліноленова кислота	23.4	3,6	1,8
Етилпальмітат	18.0	8,7	7,2
Етиліноленат	3.8	4,2	1,3
<b>Терпеноїди</b>			
<b>Монотерпеноїди ациклічні</b>			
Ліналоол	8.9	11,2	14,2
Транс-епоксиліналоол	7.2	0,6	3,3
<b>Монотерпеноїди моноциклічні</b>			
$\alpha$ -Терпінеол	10.1	2,2	3,0
<b>Нортерпеноїди</b>			
5,6-Епокси-5,6-дигідро- $\beta$ -іонон	8.4	18,2	7,1
<b>Ароматичні сполуки</b>			
Евгенол	166.8	77,6	37,5
<b>Тритерпени</b>			
Сквален	55.4	37,7	14,4

Серед летких сполук листя хурми домінують жирні кислоти, найвищий вміст в складі летких сполук визначений для пальмітинової кислоти. Варто відзначити у складі летких сполук високий вміст евгенолу і сквалену.

Вміст летких сполук, спільних для жіночої і чоловічої форми хурми, у листі жіночої форми виявився вищим, ніж у листі чоловічої форми, за винятком ліналоолу, що може бути діагностичною ознакою форм хурми. Як біохімічні маркери форм хурми можна використати і інші речовини (табл. 2). Як видно із таблиці 2, для листя жіночої форми виявився вищим вміст вуглеводнів і жирних кислот, у листі чоловічої форми – спиртів і карбонільних сполук. Серед них транс-2-гексеналь – основний леткий компонент листя хурми чоловічої форми.

Порівнюючи між собою листя жіночих форм, можна відзначити, що спільними для них є 25 летких речовин, при цьому у листі хурми сорту «Медова 1» виявився вищий вміст вуглеводнів, а у листі хурми сорту «Медова 2» - вищий вміст спиртів та карбонільних сполук. Для листя хурми сорту «Медова 1» виявився вищим також вміст жирних кислот, крім міристинової кислоти.

У листі жіночої форми сорту «Медова 1» ідентифіковані йодорганічні спо-

луки, їх вміст становить 38,3 мг/кг. Таким чином, листя хурми жіночої форми сорту «Медова 1» може використовуватись як джерело органічно зв'язаного йоду для профілактики і лікування йодної недостатності.

**Таблиця 2 - Вміст летких сполук у листі хурми віргінської**

Назва речовини	Вміст у сировині сорту, мг/кг		
	Жіноча форма		Чоловіча форма
	Медова 1	Медова 2	
1	2	3	4
<b>Вуглеводні</b>			
Тетрадекан			2,8
Гексадекан	3,5		
Октадекан	23,8		
Пентакозан	2,9		
Гептакозан	7,4		1,6
Унтриаконтан	12,9		
6-Фенілдодекан	6,7		
4-Фенілдодекан	11,9		
6-Фенілтридекан	24,0	4,8	
5-Фенілтридекан	38,4		
4-Фенілтридекан	14,7		
3-Фенілтридекан	16,5		
2-Фенілтридекан	10,5		
<b>Спирти та феноли</b>			
Гексанол		3,8	13,0
Октанол		2,6	2,0
Додеканол		5,4	
1-Октен-3-ол			2,3
1-Нонен-4-ол			6,4
Метил-2-циклопентен-1-ол			32,9
2,6-Диметилциклогексанол			6,8
1,2-Гептандіол		15,5	
Бензиловий спирт	6,9		
$\beta$ -Фенілетиловий спирт		3,0	
2-Метокси-4-вінілфенол	10,5	8,6	
<b>Альдегіди і кетони</b>			
Гексаналь			11,4
2-Метил-4-пентаналь			9,0
Нонаналь			3,3
Деканаль			1,8
Тетрадеканаль			1,2
Гексадеканаль		14,5	4,8
Транс-2-гексеналь		32,5	134,0
Транс-2-гептеналь			2,6
Цис-4-гептеналь			1,1
Транс-2-октеналь			1,3
Транс-2-деценаль			4,5
Цис-2,4-гептадіеналь		1,3	7,0
Транс-2,4-гептадіеналь		4,6	14,7
Транс-2,4-нонадіеналь		1,7	2,7
2,4,6-Нонатріеналь		3,7	6,5
Бензальдегід		1,2	3,2

Продовження табл. 2.

1	2	3	4
Фенілацетальдегід			4,3
6-Метил-5-гептен-2-он			3,3
6-Метил-3,5-гептадієн-2-он			1,7
2-Окси-3-пропіл-2-циклопентенон-1	3,4	2,4	
2,3-Октандіон		8,6	
<b>Карбонові кислоти та їх ефіри</b>			
Капронова кислота	4,7	3,5	
Каприлова кислота	10,2	3,5	
Капринова кислота	21,4	12,6	
Лауринова кислота	19,7		3,1
Пентадеканова кислота	29,4		
Олеїнова кислота	5,7		1,4
Лінолева кислота	8,7		1,6
Ізопропілбутират			4,0
Ізобутил-3-оксибутират	22,9	9,5	
γ-Декалактон	5,5		
<b>Терпеноїди</b>			
<b>Монотерпеноїди ациклічні</b>			
Гераніол	8,0		
Геранілацетон		10,5	12,1
Хо-трієнол			3,2
<b>Монотерпеноїди моноциклічні</b>			
Цис-жасмон	4,6		
<b>Нортерпеноїди</b>			
β-Іонон		7,3	5,9
Кетоізофорон	3,0	2,0	
<b>Сесквітерпени ациклічні</b>			
Гексагідрофарнезилацетон		41,9	12,0
Неролідол			2,2
<b>Сесквітерпени біциклічні</b>			
β-Каріофілен			3,3
Каріофіленоксид			3,3
<b>Ароматичні сполуки</b>			
Пара-цимен-8-ол	3,7		
Транс-ізоєвгенол	53,0		
Цис-ізоєвгенол	5,4		
<b>Дитерпени</b>			
Фітол	9,2	4,8	

В таблиці 3 наведений склад біологічно активних речовин ліпофільних екстрактів листя хурми. Як видно із одержаних результатів, найвищий вміст в складі ліпофільних екстрактів листя хурми сорту «Медова 1» визначений для сквалєну, неофітадієну, пальмітинової кислоти і нонакозану, при цьому в листі жіночої форми домінує сквалєн – більше 0,8% в екстракті, в листі чоловічої форми – пальмітинова кислота (0,35%). Як маркери листя чоловічої форми можна використовувати, наприклад геранілацетон чи β-ситостеролацетат, які ідентифіковані лише в цьому зразку листя.

Таблиця 3 - Біологічно активні речовини ліпофільних екстрактів листя хурми

Назва речовини	Вміст у екстракті сорту, мг/кг		
	Жіноча форма		Чоловіча форма
	Медова 1	Медова 2	
<b>Вуглеводні</b>			
Трикозан		51,1	44,4
Пентакозан		56,3	88,5
Гептакозан	473,9	243,5	705
Нонакозан	2868,2	1568,8	1555,9
Унтріаконтан	1664,7	878,8	801,5
<b>Карбонові кислоти та їх ефіри</b>			
Міристинова кислота	852,7		72,9
Пальмітолеїнова кислота	920,9		
Пальмітинова кислота	4417,2	1991,3	3461,6
Ліноленова кислота	1883,1	638,9	736,2
Метилтетракозаноат			39,6
Метилгексакозаноат	1313,8	185,1	768,5
Метилоктакозаноат		262,7	897,8
<b>Терпеноїди</b>			
<b>Монотерпени ациклічні</b>			
Геранілацетон			24,8
<b>Нортерпеноїди</b>			
β-Іонон			17,7
β-Іонон-5,6-епоксид			6,3
<b>Сесквітерпеноїди</b>			
Гексагідрофарнезиллацетон	343,1	115,2	142,3
<b>Дитерпени</b>			
Транс-неофітадієн	4475,7	968,3	2014,5
<b>Тритерпени</b>			
Сквален	8259,3	252,9	1072,9
<b>Лактони</b>			
Дигідроактинідіолід	203,3	93,3	154,9
4,8,12,16-Тетраметил-гептадекан-4-олід		44,9	106,0
<b>Стероїди</b>			
β-Ситостеролацетат			57,6

Пальмітинова кислота – основний компонент ліпофільного екстракту листя хурми жіночої форми сорту «Медова 2». На відміну від листя сорту «Медова 1», вміст сквалену у листі сорту «Медова 2» менший у 33 рази, меншим виявився також вміст жирних кислот і терпеноїдів. Маркером сорту «Медова 1» може бути, наприклад міристинова кислота.

Високий вміст сквалену в ліпофільному екстракті жіночої форми листя хурми сорту «Медова 1» визначає перспективи використання екстракту для одержання дерматологічних лікарських засобів. Сквален має унікальні ранозагоювальні властивості, ефективний в лікуванні екзем, псоріазу, трофічних виразок. Високий вмісту неофітадієну надає цьому екстракту також антибактеріальних властивостей.

#### Висновки

1. Визначений якісний склад і кількісний вміст летких сполук листя хурми віргінської та ліпофільних екстрактів листя хурми сортів «Медова 1» і «Медова 2».

2. У листі хурми ідентифіковано 83 леткі сполуки і визначений їх кількісний вміст.
3. Серед летких сполук листя хурми домінують жирні кислоти, найвищий вміст в складі летких сполук визначений для пальмітинової кислоти.
4. Найвищий вміст в складі ліпофільних екстрактів листя хурми визначений для сквалену, неофітадієну, пальмітинової кислоти і наонакозану.
5. Визначені речовини-маркери для листя досліджуваних сортів хурми.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вергун О.М., Рахметов Д.Б., Клименко С.В., Григор'єва О.В. Біохімічний склад плодів деяких нетрадиційних плодкових культур. Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій: матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. – Полтава, 2012. – С. 13–19.
2. Григор'єва О.В. Морфологічні та біоекологічні особливості і репродукція хурми віргінської (*Diospyros virginiana* L.) в умовах Лісостепу України // Наукові доповіді НУБіП. – 2011–2(24).
3. Григор'єва О.В., Бриндза Я., Клименко С.В. Амінокислотний склад генеративних і вегетативних органів видів хурми (*Diospyros* L.). Біогеохімічні аспекти збереження здоров'я людини / Матеріали міжн. науково-практичної конференції // Під редакцією проф. О.М. Ганич. – Ужгород: вид-во УжНУ "Говерла", 2010. – С. 291–294.
4. Дерев'яно В.М. Перспективи культури хурми східної (*Diospyros kaki*) та її гібридів із хурмою віргінською (*D. virginiana*) на півдні України // Досягнення та проблем інтродукції рослин в степовій зоні України: зб. тез доп. Міжнар. наук.-практ. конф. – Херсон: Айлант, 2007. – С. 37–38.
5. Джан Т.В., Коновалова Е.Ю., Клименко С.В., Григор'єва О.В. Нові сорти хурми віргінської (*Diospyros virginiana* L.) та їх вплив на гематологічні показники венозної крові шурів // Фітоапітерапія: здобутки і перспективи / Матер. міжнар. наук.-практ. конф. // Під ред. проф. О.М. Ганич. – Ужгород, 2012. – С. 273–275.
6. Исследование накопления биологически активных веществ в листьях хурмы виргинской (*Diospyros virginiana* L.) / Т.В. Джан, Е.Ю. Коновалова, С.В. Клименко, О.В. Григорьева // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья: мат. V Всерос. конф. 24-26 апреля 2012 г. / под ред. Н.Г. Базарновой, В.И. Маркина. – Барнаул, 2012. – С. 295-296.
7. Antifungal metabolites from the Roots of *Diospyros virginiana* by overpressure layer chromatography / X. Wang, E. Habib, F. Leon et al. // Chemistry & Biodiversity. – 2011. – Vol. 8. – P. 2331-21340.
8. Mallavadhari U.V. Pharmacology and chemotaxonomy of *Diospyros* / U.V. Mallavadhari, A.K. Panda, Y.R. Rao // Photochemistry. – 1998. – Vol. 49, N 4. – P. 901-951.
9. Nematollahi A. Reviews on 1,4-naphthoquinones from *Diospyros* L. / A. Nematollahi, N. Amininoghdamfaroui, C. Wiart // J. Asian Nat. Pro. Res. – 2012. – Vol. 14, N 1. – P. 80-88.
10. Morton J. Fruits of warm climates / J. Morton. – Miami: Florida Flair Books, 1987. – 505 p.