

Біологічно активні сполуки рослин видів, гібридів і сортів півонії, інтродукованих у Національному ботанічному саду імені М. М. Гришка НАН України

Н. І. Джуренко¹, О. П. Паламарчук¹, Т. О. Щербакова^{1*}, В. Ф. Горобець¹, В. І. Тодорова²

¹Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України, вул. Тимірязєвська, 1, м. Київ, 01014, Україна, *e-mail: shcherbacova@ukr.net

²Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, вул. Дорогожицька, 9, м. Київ, 04112, Україна

Мета. Розкрити сировинний потенціал інтродукованих у Національному ботанічному саду імені М. М. Гришка НАН України (НБС) представників роду *Paeonia* L. за вмістом біологічно активних сполук. **Методи.** Об'єктом досліджень слугували інтродуковані рослини роду *Paeonia*: півонія молочноквіткова (*P. lactiflora* Pall.), півонія лікарська (*P. officinalis* L.) та її гібридні форми: *P. officinalis* 'Rubra Plena', F_1 (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina* Mill.), сорт селекції НБС 'Квазімодо' [*P. lactiflora* 'Mlle Jeanne Riviere' × F_1 (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*)], півонія незвичайна (*P. anomala* L.). Методами спектрофотометрії, титриметрії і колориметрії визначали вміст поліфенольних сполук, гомополісахаридів, аскорбінової кислоти та інших речовин. Аналіз біологічно активних сполук проводили методом високоефективної рідинної хроматографії ВЕРХ (HPLC). **Результати.** Зафіксовано видові й сортові відмінності в кількості поліфенолів у рослинах різних видів та форм. Установлено, що корені досліджуваних рослин F_1 (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*), сорту селекції НБС 'Квазімодо', *P. lactiflora* містять набагато більшу кількість полісахаридів порівняно з коренями *P. anomala*. У рослинах півонії середня частка вітаміну С становить 37,65% та варіює між представниками роду в межах від 22,10 ± 2,18 [F_1 (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*)] до 47,60 ± 3,69 (*P. anomala*) і 49,30 ± 5,50% (*P. lactiflora*). Максимальний уміст каротиноїдів зафіксовано у коренях *P. officinalis* 'Rubra Plena' (2,10 ± 0,21 мг%) і F_1 (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*) (2,20 ± 0,13 мг%). Значна кількість вільної галоїчної кислоти спостерігається в коренях *P. anomala*, галотанінів – у *P. lactiflora*. **Висновки.** Результати фітохімічних досліджень рослин видів, гібридів та сортів роду *Paeonia*, інтродукованих у Національному ботанічному саду ім. М. М. Гришка НАН України, показали, що вони накопичують значний уміст основних біологічно активних сполук: флавоноїдів, дубильних речовин, моно- та полісахаридів, пігментів. Перспективними за комплексом діючих речовин є корені *P. lactiflora* та *P. officinalis*, яких у них набагато більше, ніж у *P. anomala*. Створені на основі цих видів гібридні форми *P. officinalis* 'Rubra Plena', F_1 (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*) і сорт 'Квазімодо', не поступаються видам за вмістом фенольних сполук, цукрів, пігментів та аскорбінової кислоти. Частка пеоніфлорину в коренях становить для *P. lactiflora* (1,95%), *P. anomala* (1,09%), *P. officinalis* 'Rubra Plena' (0,95%), *P. officinalis* (0,78%). Досліджені види, гібриди та сорти пропонуються для вирощування в культурі з метою заготівлі лікарської сировини як джерела біологічно активних сполук з можливістю доповнення, а то й заміни офіційного виду півонії незвичайної (*P. anomala*).

Ключові слова: трав'янисті види роду *Paeonia* L.; лікарська рослинна сировина; біологічно активні сполуки.

Вступ

Серед ботанічних установ України найбагатшим колекційним фондом рослин відзначається Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України (НБС), де зібрано колекції з різних ботаніко-географічних регіонів, що налічують приблизно 16 тисяч

таксонів, зокрема гібридного походження, великої кількості гібридів, форм і сортів світової селекції. Завдяки інтродукційній роботі, у ботанічному саду сформовано колекційний фонд квітково-декоративних культур [1].

Вагоме місце належить колекції півоній, серед яких значна кількість видів є трав'янистими ендеміками, рідкісними багаторічними кореневищними полікарпіками [1]. У колекційному фонді півоній нині налічується 10 видів, понад 650 сортів світової селекції та 60 власних сортів, включно із цінними історичними культиварами (стародавні сорти) і ендемічними видами [1, 2]. Маючи статус національного надбання, колекція містить групи сортів, зокрема й на рівні сучасних досягнень світової селекції, які за комплексом показників відповідають міжнародним стандартам, є еталоном для онов-

Nadiia Dzhurenko

<http://orcid.org/0000-0001-8210-445X>

Olena Palamarchuk

<http://orcid.org/0000-0002-8649-6806>

Tetiana Shcherbakova

<http://orcid.org/0000-0003-1763-6841>

Vasyl Gorobets

<http://orcid.org/0000-0001-6315-9033>

Violeta Todorova

<https://orcid.org/0000-0001-8240-6781>

лення та розширення асортименту вітчизняної селекції півоній і потенційною базою для проведення спрямованих наукових досліджень [1, 3].

Paeonia L. – єдиний рід однотипової родини Paeoniaceae Raf., виділений на основі цитологічних, ембріологічних, біохімічних, мікро- й макроскопічних досліджень [1]. Він нараховує від 40 до 60 видів, підвидів і різновидів із природними ареалами у Північній і Східній Азії, Європі та на Заході Північної Америки [4, 5]. Півонії – еволюційно древні рослини, батьківщиною яких вважається Азія, де квітка трав'янистої півонії цінується як національна. Вони й досі користуються пошаною та залишаються однією з провідних декоративних і лікарських культур помірної зони Заходу та Сходу [1]. У флорі України поширено два види півоній: півонія вузьколиста (*P. tenuifolia* L.) (Лісостеп, Степ, Крим) і півонія кримська (*P. daurica* Andrews) (Крим), які занесені до Червоної книги України з природоохоронним статусом – уразливий вид [6]. Близькоспоріднені види: півонія незвичайна (*P. anomala* L.), півонія лікарська (*P. officinalis* L.) і півонія гібридна, або степова (*P. hybrida* Pall.), поєднують у собі значні потенційні можливості цінних декоративних і лікарських рослин [7, 8].

Усі види роду є реальними й потенційними джерелами цінної лікарської сировини завдяки наявності біологічно активних сполук (БАС) [9, 10], які здатні впливати на життєво важливі системи і функції людського організму, про що свідчить широкий спектр фармакологічної дії півоній [9, 11–14]. БАС, виділені із сировини півоній, виявляють антиоксидантні, антикоагулянтні, протизапальні, седативні, знеболювальні, гіпоглікемічні, протиалергічні, протибактеріальні та противірусні властивості [9].

За останні 100 років біохімічних та фармакологічних досліджень у 13 з відомих сьогодні видів півоній виявлено понад 180 біологічно активних сполук різної хімічної природи: триперпеноїди, флавоноїди, стильбени, ацетофенони, зокрема пеонол, та їхні похідні, бензофурані (лактинолід), глікозиди піранових монотерпеноїдів, які є маркерними, видоспецифічними для видів півоній, також галотаніни та інші галати [7–8, 12, 15].

Однак, у науковій офіційній медицині знайшла застосування лише *P. anomala*, сировину якої використовують передусім як безпечний, протизапальний та седативний засіб. Лікувальні ефекти офіційної сировини *P. anomala* пов'язані з наявністю

1,2–1,6% ефірної олії, яка містить більш ніж 30 компонентів, зокрема пеонон, метилсалицилат; вільних бензойної і саліцилової кислот, глікоїридоїдів [пеоніфлорину (1,0–6,0%), альбіфлорину]. Суха сировина коренів та кореневищ *P. anomala* також містить іридоїди (до 2,3–3,5%), ароматичні сполуки, фенолкарбонові кислоти та їхні похідні, дубильні речовини (до 10%); сапоніни, смоли, флавоноїди (0,15–1,5%), глікозид саліцину, до 30% вуглеводів, амінокислоти (глутамін, аргінін), мікроелементи, аскорбінову кислоту, незначну кількість кумаринів, алкалоїдів тощо [11, 12, 16, 17].

Траву (суміш стебел, листя, квіток і бутонів) *P. anomala* «*Herba Paeonia anomala*», її підземні (кореневища й коріння) частини «*Rhizoma et radix Paeonia anomala*», або «мар'їн корінь», настоянку «*Tinctura Paeoniae anomalae*» визнано в медицині як офіційні лікарські засоби [14, 18].

Проте лікарська сировина інших видів півоній також може бути перспективним джерелом БАС. Зокрема, рослини *Paeonia anomala* subsp. *veitchii* (Lynch) D.Y.Hong & K.Y.Pan, *P. suffruticosa* Andrews, *P. peregrina* Mill., *P. lactiflora* Pall., *P. obovata* subsp. *japonica* (Makino) Halda, *P. delavayi* Franch., *P. rockii* (S.G.Haw & Lauener), T.Hong & J.J.Li ex D.Y.Hong, *P. emodi* Royle відзначаються високим вмістом терпенів. У їхніх коренях ідентифіковано монотерпени, монотерпенові глікозиди, тритерпени [8, 13, 19]. Установлено, що в повітряно-сухій сировині коренів *P. peregrina* Mill. та *P. lactiflora* Pall. частка каротиноїдів становить 16,68 та 19,29%, аскорбінової кислоти – 0,084 та 0,056%, дубильних речовин – 6,32 та 6,55% відповідно. У повітряно-сухій сировині коренів *P. officinalis* частка каротиноїдів становить 21,02%, аскорбінової кислоти – 0,086%, дубильних речовин – 9,08% [11].

Ураховуючи, що півонії належать до рослин з низьким відсотком природного відновлення, знаходяться під охороною і мають обмежену сировинну базу (у флорі України *P. anomala*, *P. peregrina*, *P. lactiflora* та *P. officinalis* не представлені, а *P. tenuifolia* L. та *P. daurica* занесені до Червоної книги України) [6, 20, 21], використання півоній, які вирощуються в культурі, може розв'язати проблему недостатніх обсягів заготівлі лікарської рослинної сировини. А всебічне оцінювання видів і сортів півоній за вмістом БАС у конкретних едафо-кліматичних умовах надасть перспективи виявлення генетичного потенціалу особливо цінних рослин як для подальшого використання в селекції, так і в медичній

практиці як цільові ефективні лікувально-профілактичні фітозасоби.

Мета досліджень – розкрити сировинний потенціал інтродукованих у Національному ботанічному саду імені М. М. Гришка НАН України представників роду *Paeonia* за вмістом біологічно активних сполук.

Матеріали та методика досліджень

Об'єктом досліджень слугували інтродуковані представники роду *Paeonia* колекції НБС: півонія молочноквіткова (*P. lactiflora*), півонія лікарська (*P. officinalis*) і її садові гібридні форми: *P. officinalis* 'Rubra Plena', F_1 (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina* Mill.), сорт селекції НБС 'Квазімодо' [*P. lactiflora* 'Mlle Jeanne Riviere' × F_1 (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*)] та півонія незвичайна (*P. anomala*) як порівняльний вид.

Зразки для досліджень відбирали у п'ятирічних середньовікових генеративних рослин у першій декаді вересня. Корені викопували в ранкові години, очищували та промивали у проточній, а потім у дистильованій воді. Уміст БАС (поліфеноли, вуглеводи, вітаміни) визначали у трьох повторностях за загальноприйнятими методиками [22–26]. Методами спектрофотометрії, титриметрії, колориметрії визначали вміст поліфенольних сполук, гомополісахаридів, аскорбінової кислоти [23, 24, 26]. Сполуки деяких досліджених об'єктів аналізували методом високоефективної рідинної хроматографії ВЕРХ (HPLC) на системі Agilent 1100 [27, 28]. Статистично результати обробляли з використанням програм Excel і Statistica 10.0; відмітності вважали достовірними за 95%-го рівня значущості ($p < 0,05$) [25].

Результати досліджень

У дослідженнях виявлено видові й сортові особливості накопичення поліфенолів у рослинах, що належать до роду *Paeonia*.

Зокрема, частка поліфенольних сполук у повітряно-сухій сировині коренів *P. lactiflora*, *P. officinalis*, F_1 (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*) становить $7,05 \pm 0,21$; $6,12 \pm 0,23$ та $5,21 \pm 0,16\%$ відповідно.

У результаті порівняльного вмісту сполук флавоноїдної природи у коренях досліджених об'єктів встановлено значну варіабельність їх накопичення (рис. 1). Зокрема, максимальний рівень катехінів (мг%) відзначено для підземної сировини *P. lactiflora* ($1193,40 \pm 122$). Частка катехінів у коренях F_1 (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*) становила $900,0 \pm 76,01$. Значно нижчим умістом катехінів ($162,00 \pm 14,66$) характеризувалися корені сорту 'Квазімодо'.

Подібна тенденція характерна й для розподілу лейкоантоціанів, уміст (мг%) яких у коренях зберігається на високому рівні в *P. lactiflora*, F_1 (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*) та *P. officinalis* 'Rubra Plena'. Високий уміст лейкоантоціанів показано й для коренів рослин сорту 'Квазімодо' і виду *P. officinalis* – $226,00 \pm 20,34$ і $125,80 \pm 15,25$ мг% відповідно. Водночас у сировині *P. anomala* не виявлено значного акумулювання як катехінів ($27,00 \pm 3,03$ мг%), так і лейкоантоціанів ($39,60 \pm 6,03$ мг%).

Серед флавоноїдних сполук високу Р-вітамінну активність і антиоксидантну дію виявляють також дубильні речовини з характерними бактерицидними, протівірусними, в'язучими, антимікробними властивостями щодо збудників патогенних захворювань [10, 29–31].

Слід відзначити невисокий рівень накопичення дубильних речовин у коренях рослин *Paeoniae*, що варіює від $1,74 \pm 0,05\%$ в F_1 (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*) до $2,51 \pm 0,13\%$ для *P. officinalis* 'Rubra Plena' і *P. anomala* (рис. 2).

Установлено, що корені досліджуваних рослин півоній F_1 (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*) містять $28,72 \pm 0,23\%$ полісахаридів, сорт селекції НБС 'Квазімодо' – $23,4 \pm 0,26\%$, *P. lactiflora* – $22,51 \pm 0,31\%$. Водночас у *P. anomala* відзначено мінімальний уміст полісахаридів – $9,23 \pm 0,18$ (рис. 3).

Практично всі представники *Paeoniae* відзначаються високим умістом цукрів – від $3,37 \pm 0,13$ до $4,88 \pm 0,25\%$ від сухої маси. Високий рівень цукрів виявлено в *P. anomala* ($4,88 \pm 0,25\%$), *P. lactiflora* ($3,74 \pm 0,20\%$) і *P. officinalis* ($3,71 \pm 0,15\%$) та сорту 'Квазімодо' ($4,43 \pm 0,15\%$). Сировина гібридної форми *P. officinalis* 'Rubra Plena' характеризувалася дещо меншою часткою цукрів ($3,37 \pm 0,13\%$).

Високий уміст фруктози ($2,61 \pm 0,15\%$) зафіксовано в сировині F_1 (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*), *P. officinalis* – $2,24 \pm 0,14\%$ та сорту 'Квазімодо' – $1,57 \pm 0,12\%$. Занижені показники вмісту фруктози в коренях відзначено у *P. anomala* ($0,95 \pm 0,05\%$), *P. lactiflora* ($0,84 \pm 0,02\%$) та *P. officinalis* 'Rubra Plena' ($0,66 \pm 0,02\%$). Виявлено значну кількість глюкози – від $0,48 \pm 0,01$ до $2,90 \pm 0,06\%$. Особливо відрізняється за вмістом глюкози сировина *P. anomala* ($2,90 \pm 0,06\%$), F_1 (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*) ($2,08 \pm 0,02\%$) та *P. lactiflora* ($1,96 \pm 0,06\%$). На відміну від фруктози, сировина коренів F_1 (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*), *P. officinalis* і сорту 'Квазімодо' містить менше глюкози (від $0,48 \pm 0,01$ до $0,54 \pm 0,03\%$).

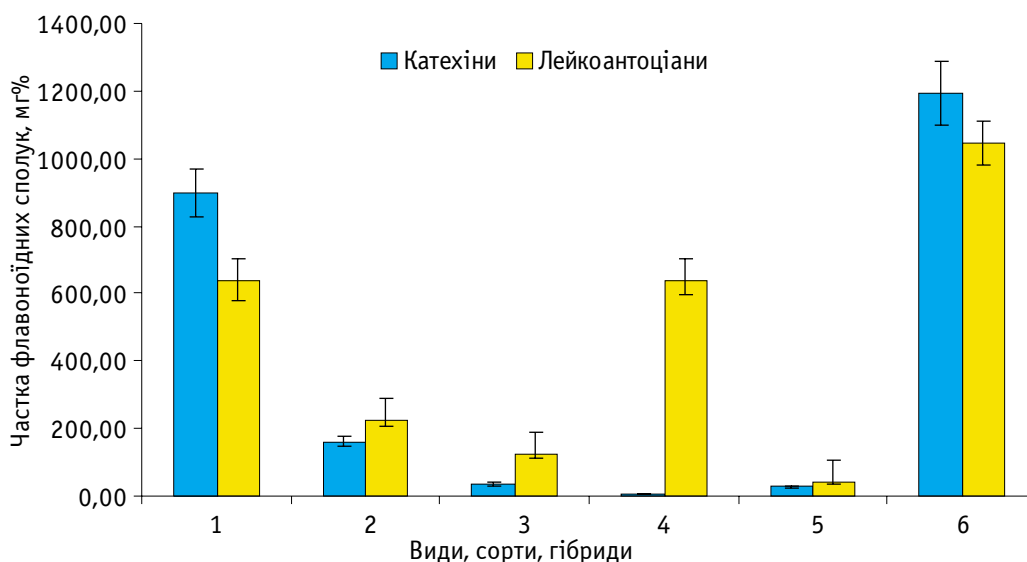


Рис. 1. Частка флавоноїдних сполук у коренях півоній:

1. F_1 (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*); 2. Сорт селекції НБС 'Квазімодо';
3. *P. officinalis*; 4. *P. officinalis* 'Rubra Plena'; 5. *P. anomala*; 6. *P. lactiflora*

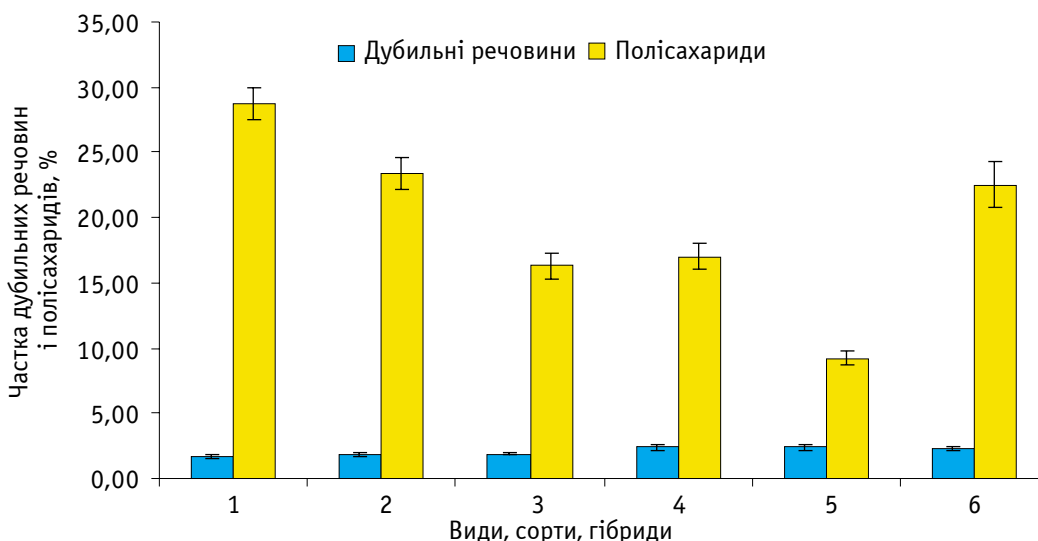


Рис. 2. Частка дубильних речовин і полісахаридів у коренях півоній:

1. F_1 (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*); 2. Сорт селекції НБС 'Квазімодо';
3. *P. officinalis*; 4. *P. officinalis* 'Rubra Plena'; 5. *P. anomala*; 6. *P. lactiflora*

Сировина коренів досліджуваних рослин не поступається і за вмістом сахарози, кількість якої варіює в межах від $0,59 \pm 0,01$ до $2,20 \pm 0,05\%$. Особливо слід відзначити в цьому плані сорт селекції НБС 'Квазімодо', у коренях якого частка сахарози становить $2,20 \pm 0,05\%$ від сухої маси.

Вітаміну С в рослинах півонії міститься в середньому $37,65\%$ з варіюванням між представниками роду від $22,10 \pm 2,18$ [F_1 (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*)] до $47,60 \pm 3,69$ (*P. anomala*) і $49,30 \pm 5,50\%$ (*P. lactiflora*). У рослинах виду *P. officinalis* і сорту 'Квазімодо' вміст вітаміну С становить $34,00 \pm 5,30$ і $42,20 \pm 3,88\%$ відповідно (рис. 4).

Жиророзчинні пігменти, каротиноїди і хлорофіл в рослинних клітинах – ще одні з показників в системі антиоксидантного захисту, здатні активізувати обмінні процеси, стимулювати процеси регенерації тощо [29].

Уміст (мг%) каротиноїдів у рослинах *Paeoniae* змінюється в межах від $1,50 \pm 0,15$ (*P. officinalis*) до $1,80 \pm 0,13$ (*P. anomala*). Максимальну кількість каротиноїдів відзначено в коренях *P. officinalis* 'Rubra Plena' ($2,10 \pm 0,21$) і F_1 (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*) ($2,20 \pm 0,13$), тоді як у *P. officinalis* їх міститься лише $1,20 \pm 0,22$ (рис. 5).

Аналізуючи показники вмісту (мг%) суми хлорофілів у досліджених сировинних зраз-

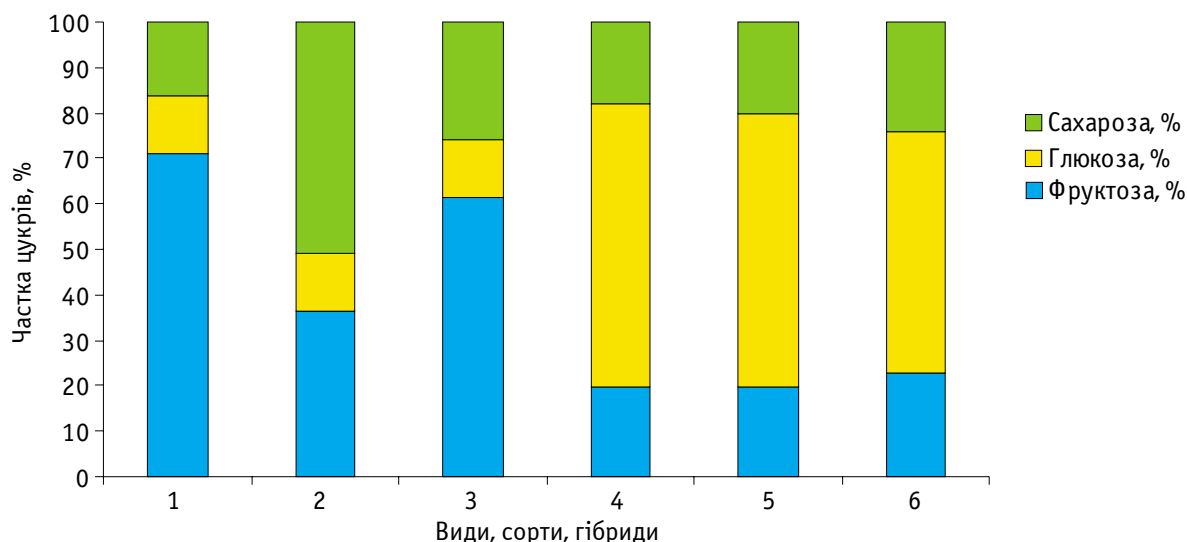


Рис. 3. Частка цукрів у коренях півоній:

1. F_1 (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*); 2. Сорт селекції НБС 'Квазімодо';
3. *P. officinalis*; 4. *P. officinalis* 'Rubra Plena'; 5. *P. anomala*; 6. *P. lactiflora*

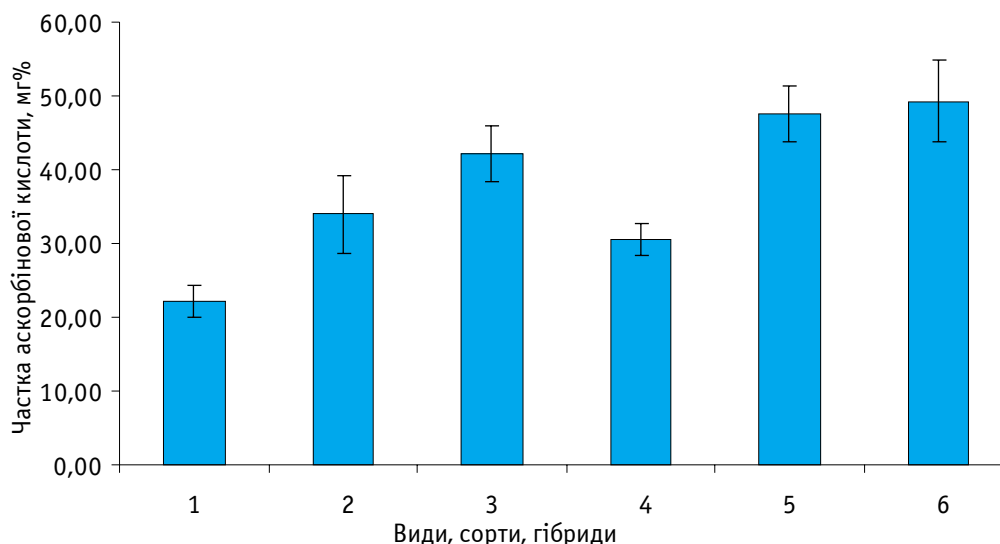


Рис. 4. Частка аскорбінової кислоти в коренях півоній:

1. F_1 (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*); 2. Сорт селекції НБС 'Квазімодо';
3. *P. officinalis*; 4. *P. officinalis* 'Rubra Plena'; 5. *P. anomala*; 6. *P. lactiflora*

ках, слід відзначити перевагу хлорофілу *a*. Значну концентрацію хлорофілу *a* ($3,4 \pm 0,16$), як і сумарного вмісту хлорофілів, виявлено в коренях сорту 'Квазімодо' ($2,20 \pm 0,12$) і *P. officinalis* ($1,1 \pm 0,1$). Щодо хлорофілу *b*, то показники були дещо знижені: у коренях його вміст змінювався за видами від $0,5 \pm 0,01$ (*P. anomala*) до $1,1 \pm 0,03$ (*P. lactiflora*). Вищий уміст хлорофілу *b* ($1,9 \pm 0,08$) був характерним лише для F_1 (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*).

Відомо, що провідну роль у фармакологічній активності рослин відіграє монотерпеновий глікозид пеоніфлорин, уміст якого варіює від 0,05 до 6,01% [17]. У нашому випадку, методом ВЕРХ аналізували екстрак-

ти коренів видів *P. anomala*, *P. lactiflora*, *P. officinalis* та *P. officinalis* 'Rubra Plena' для оцінювання вмісту маркерних компонентів півоній, зокрема монотерпенового глікозиду пеоніфлорину (ПФ), як основного біологічно активного інгредієнта рослин *Paeoniae*. Частка пеоніфлорину (%) у коренях вищезазначених видів становила для *P. lactiflora* 1,95%; *P. anomala* – 1,09; *P. officinalis* 'Rubra Plena' – 0,95; *P. officinalis* – 0,78%.

Щодо ацетофенонів, то істотний уміст пеонолу (2'-окси-4'-метокси-ацетофенон) виявлено тільки в коренях деревоподібних півоній, у трав'янистих представників *Paeoniae* цей компонент відсутній. Глікозиди пеонолу, кон'юговані з галовою кислотою (суфрутикозиди А-Е),

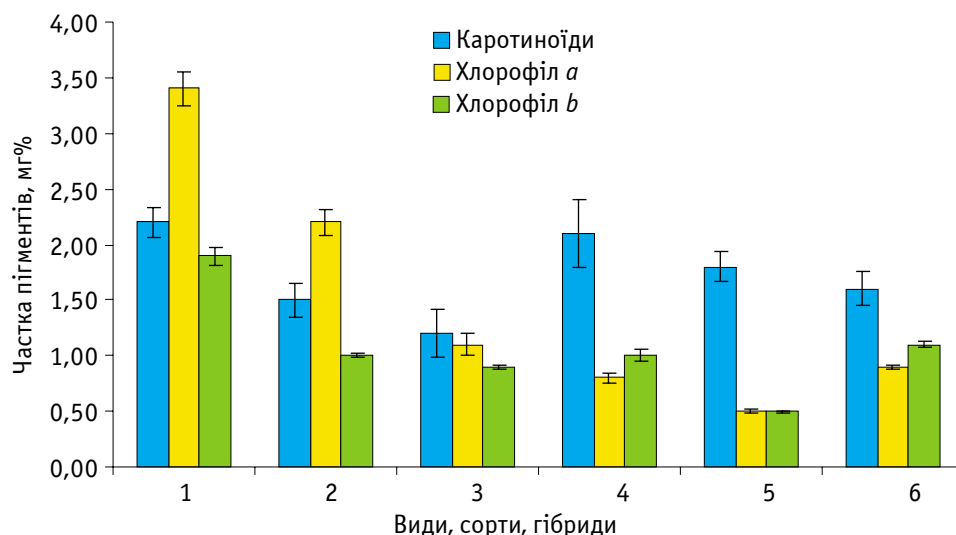


Рис. 5. Частка пігментів у коренях піонів:

1. F_1 (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*); 2. Сорт селекції НБС 'Квазімодо'; 3. *P. officinalis*; 4. *P. officinalis* 'Rubra Plena'; 5. *P. anomala*; 6. *P. lactiflora*

та стильбенові сполуки (імовірні токсичні компоненти) трапляються в усіх досліджених піонів, а їхній максимальний уміст зафіксовано в сировині *P. anomala*. Значну кількість вільної галоївої кислоти відзначено в коренях *P. anomala*, галотанінів – у *P. lactiflora*.

Висновки

Результати фітохімічних досліджень рослин видів, гібридів та сортів роду *Paeonia*, інтродукованих у Національному ботанічному саду імені М. М. Гришка НАН України, показали, що вони накопичують значний уміст основних біологічно активних сполук: флавоноїдів, дубильних речовин, моно- та полісахаридів, пігментів. Перспективними за комплексом діючих речовин є корені *P. lactiflora* та *P. officinalis*, яких у них набагато більше порівняно з *P. anomala*. Створені на основі цих видів гібридні форми *P. officinalis* 'Rubra Plena', F_1 (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*) та сорт 'Квазімодо' не поступаються видам за вмістом фенольних сполук, цукрів, пігментів та аскорбінової кислоти. Частка пеоніфлорину (%) у коренях становила для *P. lactiflora* 1,95%; *P. anomala* – 1,09; *P. officinalis* 'Rubra Plena' – 0,95; *P. officinalis* – 0,78%.

Досліджені види, гібриди та сорти пропонуються для вирощування в культурі з метою заготівлі лікарської сировини як джерела біологічно активних сполук з можливістю доповнення, а то й заміни офіційного виду піонії незвичайної (*P. anomala*).

Використана література

1. Горобец В. Ф. Пионы (биология, селекция, сорта). Киев : Веселес, 2015. 160 с.

2. Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні у 2021 році. URL: <https://www.sops.gov.ua/uploads/page/5aa63108e441e.pdf>
3. Рахметов Д. Б., Заїменко Н. В., Джуренко Н. І. та ін. Наукові об'єкти Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України, що становлять національне надбання. Колекція лікарських рослин. Київ : Паливода А. В., 2019. 224 с.
4. *Paeonia* L. Plants of The World online. Kew Science. URL: <http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:329475-2>
5. Flora of North America. URL: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=10646
6. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я. П. Дідуха. Київ : Глобалконсалтинг, 2009. 912 с.
7. Джуренко Н. І., Паламарчук О. П., Коваль І. В., Косенко В. М. Особливості накопичення біологічно активних сполук у рослинах роду *Paeonia* в умовах НБС ім. М. М. Гришка. *Охорона біорізноманіття та історико-культурної спадщини у ботанічних садах та дендропарках* : матер. Міжнар. наук. конф., присвяч. 60-річчю Нац. дендрол. парку «Софіївка» як наук. установи НАН України (Умань, 6–8 жовтня 2015 р.). Умань : Сочинський, 2015. С. 55–56.
8. Wu S.-H., Wu D.-G., Chen Y.-W. Chemical constituents and bioactivities of plants from the genus *Paeonia*. *Chem. Biodivers.* 2010. Vol. 7, Iss. 1. P. 90–104. doi: 10.1002/cbdv.200800148
9. Головкин Б. Н., Руденская Р. Н., Трофимов И. А., Штерер А. И. Биологически активные вещества растительного происхождения. Москва : Наука, 2002. Т. 3. 216 с.
10. Dillard C. J., German J. B. Phytochemicals: nutraceuticals and human health. *J. Sci. Food Agric.* 2000. Vol. 80, Iss. 12. P. 1744–1756. doi: 10.1002/1097-0010(20000915)80:12<1744::AID-JSFA725>3.0.CO;2-W
11. Реут А. А., Денисова С. Г., Пупыкина К. А. Накопление и распределение биологически активных веществ в сырье некоторых таксонов рода *Paeonia* L. *Химия растительного сырья*. 2019. № 4. С. 269–278. doi: 10.14258/jcprm.2019044792
12. Накарякова Н. И. Разработка лекарственных препаратов на основе пиона садовых сортов : автореф. дис. ... канд. фарм. наук : спец. 14.04.01 «Технология получения лекарств» / Пермская гос. фармацевт. акад. Пермь, 2019. 24 с.
13. Zhao D. D., Jiang L. L., Li H. Y. et al. Chemical imponents and pharmacological activities of terpene natural products from the genus *Paeonia*. *Molecules*. 2016. Vol. 21, Iss. 10. P. 1362. doi: 10.3390/molecules21101362

14. Takechi M., Tanaka Y. Antiviral substances from the root of *Paeonia* species. *Planta Med.* 1982. Vol. 45, Iss. 4. P. 252–253. doi: 10.1055/s-2007-971387.
15. Nishizawa M., Yamagishi T., Nonaka G., Nishioka I. Structure of Gallotannins in *Paeoniae Radix*. *Chem. Pharm. Bull.* 1980. Vol. 28, Iss. 9. P. 2850–2852. doi: 10.1248/cpb.28.2850
16. Hu S., Shen G., Zhao W. et al. Paeonol, the main active principles of *Paeonia moutan*, ameliorates, alcoholic steatohepatitis in mice. *J. Ethnopharmacol.* 2010. Vol. 128, Iss. 1. P. 100–106. doi: 10.1016/j.jep.2009.12.034
17. Yoo J. S., Song M. C., Ahn E. M. et al. Quantitative analysis of paeoniflorin from *P. lactiflora* using 1H-NMR. *Nat. Prod. Sci.* 2006. Vol. 12, Iss. 4. P. 237–240.
18. ФС 42-531-98. Корневища і корні пиона уклоняючогося *Rhizomata et radices Paeoniae anomalaе*. Взамен ФС 42-531-72; введ 09.12.1998. Москва : МЗ РФ Фармакопейный государственный комитет, 2000. 16 с.
19. Parker S., May B., Zhang C. et al. A Pharmacological Review of Bioactive Constituents of *Paeonia lactiflora* Pallas and *Paeonia veitchii* Lynch. *Phytother. Res.* 2016. Vol. 30, Iss. 9. P. 1445–1473. doi: 10.1002/ptr.5653
20. Журавель Н. М. Рід *Paeonia* L. природної флори України (біологія, кількісно-популяційний аналіз, охорона) : автореф. дис. ... канд. біол. наук : спец. 03.00.05 «Ботаніка» / Нац. бот. сад ім. М. М. Гришка НАН України. Київ, 2005. 18 с.
21. Гнатюк А. М., Грищенко В. В. Особливості росту та розвитку *Paeonia tenuifolia* L. на північній межі Лісостепу України. *Інтродукція рослин*. 2019. № 1. С. 31–43. doi: 10.5281/zenodo.2650442
22. Смирнова М. М., Яборова О. В., Накарякова Н. И. и др. Определение суммы флавоноидов в траве пиона. *Фундаментальные исследования*. 2014. № 12. С. 164–168.
23. Краснов Е. А., Березовская Т. П., Алексеюк Н. В. и др. Выделение и анализ природных биологически активных веществ / под ред. Е. Е. Сироткиной. Томск : Изд-во Томск ун-та, 1987. 184 с.
24. Ермаков А. И., Арасимович В. В., Ярош Н. П. и др. Методы биохимического исследования растений / под ред. А. И. Ермакова. Ленинград : Агропромиздат, 1987. 430 с.
25. Зайцев Г. Н. Математический анализ биологических данных. Москва : Наука, 1991. 184 с.
26. Мусієнко М. М., Паршикова Т. В., Славний П. С. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин. Київ : Фітосоціоцентр, 2001. 200 с.
27. Дайнека В. И., Григорьев А. М., Староверов В. М. ВЭЖХ в исследовании флавоноидов. *Химико-фармацевтический журнал*. 2004. Т. 38, № 9. С. 23–25.
28. Jian Z. Y., Yu J. B., Wang W. Q. RP-HPLC determination of main chemical components in different parts and different harvest periods of *Paeonia lactiflora*. *Acta Pharmacol. Sin.* 2010. Vol. 45, Iss. 4. P. 489–493.
29. Willcox J. A., Ash S. L., Catignani G. L. Antioxidants and prevention of chronic disease. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2004. Vol. 44, No 4. P. 275–295. doi: 10.1080/10408690490468489
30. Меньшикова Е. Б., Ланкин В. З, Кандалинцева Н. В. Фенольные антиоксиданты в биологии и медицине. Строение, свойства, механизмы действия. Saarbrücken : Lambert Academic Publishing, 2012. 496 с.
31. Тараховский Ю. С., Ким Ю. А., Абдралилов Б. С., Музафаров Е. Н. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина. Пушчино : Synchrobook, 2013. 310 с.
3. Rakhmetov, D. B., Zaimenko, N. V., Dzhurenko, N. I., Palamar-chuk, O. P., & Chetvernia, S. O. (2019). *Naukovi obiekty Natsionalnoho botanichnoho sadu imeni M. M. Gryshka NAN Ukrainy, shcho stanovliat natsionalne nadbannia. Kolektsiia likarskykh roslyn* [Scientific objects of the M. M. Gryshko National Botanical Garden National Academy of Sciences of Ukraine, which are national property. Collection of medicinal plants]. Kyiv: Palyvoda A. V. [in Ukrainian]
4. *Paeonia* L. Plants of The World online. Kew Science. Retrieved from <http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:329475-2>
5. *Flora of North America*. Retrieved from http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=10646
6. Didukh, Ya. P. (Ed.). (2009). *Chervona knyha Ukrainy. Roslynnyi svit* [Red Book of Ukraine. Flora]. Kyiv: Hlobalkonsal'tynh. [in Ukrainian]
7. Dzhurenko, N. I., Palamar-chuk, O. P., Koval, I. V., & Kosenko, V. M. (October 2015). Peculiarities of accumulation of biologically active compounds in plants of the genus *Paeonia* in the conditions of M. M. Gryshko NBS. In *Okhorona bioriznomanittia ta istoriko-kulturnoi spadshchyny u botanichnykh sadakh ta dendroparkakh: mater. Mizhnar. nauk. konf., prysviach. 60-richchiu Nats. dendrol. parku «Sofiiivka» yak nauk. ustanovy NAN Ukrainy* [Protection of biodiversity and historical and cultural heritage in botanical gardens and arboretums: Proc. Int. Scientific Conf., devoted to the 60th Sofiyivka Park] (pp. 55–56). Uman: Sochinskyi. [in Ukrainian]
8. Wu, S.-H., Wu, D.-G., & Chen, Y.-W. (2010). Chemical constituents and bioactivities of plants from the genus *Paeonia*. *Chem. Biodivers.*, 7(1), 90–104. doi: 10.1002/cbdv.200800148
9. Golovkin, B. N., Rudenskaya, R. N., Trofimova, I. A., & Shreter, A. I. (2002). *Biologicheskii aktivnye veshchestva rastitel'nogo proiskhozhdeniya* [Biologically active substances of plant origin] (Vol. 3). Moscow: Nauka. [in Russian]
10. Dillard, C. J., & German, J. B. (2000). Phytochemicals: nutraceuticals and human health. *J. Sci. Food Agric.*, 80(12), 1744–1756. doi: 10.1002/1097-0010(20000915)80:12<1744::AID-JSFA725>3.0.CO;2-W
11. Reut, A. A., Denisova, S. G., & Pupykina, K. A. (2019). Accumulation and distribution of biologically active substances in raw material of some taxa of the genus *Paeonia* L. *Khimija Rastitel'nogo Syr'ja* [Chemistry of Plant Raw Material], 4, 269–278. doi: 10.14258/jcprm.2019044792 [in Russian]
12. Narkayakova, N. I. (2019). *Razrabotka lekarstvennykh preparatov na osnove pionov sadovykh sortov* [Development of medicinal products based on garden peony varieties] (Extended Abstract of Cand. Pharm. Sci. Diss.). Perm State Pharmaceutical Academy, Perm, Russia. [in Russian]
13. Zhao, D. D., Jiang, L. L., Li, H. Y., Yan, P. F., & Zhang, Y. L. (2016). Chemical components and pharmacological activities of terpene natural products from the genus *Paeonia*. *Molecules*, 21(10), 1362. doi: 10.3390/molecules21101362
14. Takechi, M., & Tanaka, Y. (1982). Antiviral substances from the root of *Paeonia* species. *Planta Med.*, 45(4), 252–253. doi: 10.1055/s-2007-971387
15. Nishizawa, M., Yamagishi, T., Nonaka, G., & Nishioka, I. (1980). Structure of Gallotannins in *Paeoniae Radix*. *Chem. Pharm. Bull.*, 28(9), 2850–2852. doi: 10.1248/cpb.28.2850
16. Hu, S., Shen, G., Zhao, W., Wang, F., Jiang, X., & Huang, D. (2009). Paeonol, the main active principles of *Paeonia moutan*, ameliorates, alcoholic steatohepatitis in mice. *J. Ethnopharmacol.*, 128(1), 100–106. doi: 10.1016/j.jep.2009.12.034
17. Yoo, J. S., Song, M. C., Ahn, E. M., Lee, Y. H., Rho, Y. D., & Baek, N. I. (2006). Quantitative analysis of paeoniflorin from *Paeonia lactiflora* using 1H-NMR. *Nat. Prod. Sci.*, 12(4), 237–240.
18. *FS 42-531-98 Kornevishcha i korni pionov uklonyayushchegosya Rhizomata et radices Paeoniae anomalaе*. [FS 42-531-98 Rhizomes and roots of the *Paeonia anomala*. *Rhizomata et radices Paeoniae anomalaе*]. (2000). Moscow: MH RF Pharmacopoeial State Committee. [in Russian]

References

1. Gorobets, V. F. (2015). *Piony (biologiya, selektsiya, sorta)* [Peonies (biology, breeding, varieties)]. Kyiv: Veles. [in Russian]
2. *Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh do poshyrennia v Ukraini u 2021 rotsi* [State register of plant varieties suitable for dissemination in Ukraine in 2021]. (2021). Retrieved from <https://www.sops.gov.ua/uploads/page/5aa63108e441e.pdf>

19. Parker, S., May, B., Zhang, C., Zhang, A. L., Lu, C., & Xue, C. (2016). A Pharmacological Review of Bioactive Constituents of *Paeonia lactiflora* Pallas and *Paeonia veitchii* Lynch. *Phytother. Res.*, 30(9), 1445–1473. doi: 10.1002/ptr.5653
20. Zhuravel, N. M. (2005). *Rid Paeonia L. pryrodnoi flory Ukrainy (biolohiia, kilkisno-populiatsiyni analiz, okhorona)* [Genus *Paeonia* L. natural flora of Ukraine (biology, quantitative and population analysis, protection)] (Extended Abstract of Cand. Biol. Sci. Diss.). M. M. Gryshko National Botanical Garden, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine. [in Ukrainian]
21. Gnatiuk, A. M., & Gritsenko, V. V. (2019). Peculiarities of the growth and development of *Paeonia tenuifolia* L. on the northern border of the Forest-Steppe of Ukraine. *Introdukciia roslin* [Plant Introduction], 1, 31–43. doi: 10.5281/zenodo.2650442 [in Ukrainian]
22. Smirnova, M. M., Yaborova, O. V., Nakaryakova, N. I., Lyust, E. N., & Oleshko, O. A. (2014). Determination of the amount of flavonoids in peony herb. *Fundamental'nye issledovaniâ* [Basic research], 12, 164–168. [in Russian]
23. Krasnov, E. A., Berezovskaya, T. P., Alekseyuk, N. V., Belousova, N. I., Demidenko, L. A., Dudko, V. V., ... Romanova, G. A. (1987). *Vydele-nie i analiz prirodnykh biologicheskii aktivnykh veshchestv* [Isolation and analysis of natural biologically active substances]. E. E. Sirotkina (Ed.). Tomsk: Izdatelstvo Tomskogo universiteta. [in Russian]
24. Ermakov, A. I., Arasimovich, V. V., Yarosh, N. P. & Peruanskiy, Yu. V. (1987). *Metody biokhimicheskogo issledovaniya rasteniy* [Biochemical research methods of plants]. A. I. Ermakov (Ed.). Leningrad: Agropromizdat. [in Russian]
25. Zaytsev, G. N. (1991). *Matematicheskii analiz biologicheskikh dannykh* [Mathematical analysis of biological data]. Moscow: Nauka. [in Russian]
26. Musiienko, M. M., Parshykova, T. V., & Slavnyi, P. S. (2001). *Spektrofotometrychni metody v praktytsi fiziologii, biokhimiï ta ekolohii roslyn* [Spectrophotometric methods in the practice of physiology, biochemistry and ecology of plants]. Kyiv: Fitosotsiotsentr. [in Ukrainian]
27. Dayneka, V. I., Grigor'ev, A. M. & Staroverov, V. M. (2004). High performance liquid chromatography. *Khimiko-Farmatsevticheskii Zhurnal* [Pharmaceutical Chemistry Journal], 38(9), 23–25. [in Russian]
28. Jian, Z. Y., Yu, J. B., & Wang, W. Q. (2010). RP-HPLC determination of main chemical components in different parts and different harvest periods of *Paeonia lactiflora*. *Acta Pharmacol. Sin.*, 45(4), 489–493.
29. Willcox, J. A., Ash, S. L., & Catignani, G. L. (2004). Antioxidants and prevention of chronic disease. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 44(4), 275–295. doi: 10.1080/10408690490468489
30. Men'shikova, E. B., Lankin, V. Z., & Kandalintseva, N. V. (2012). *Fenol'nye antioksidanty v biologii i meditsine. Stroenie, svoystva, mekhanizmy deystviya* [Phenolic antioxidants in biology and medicine. Structure, properties, mechanisms of action]. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing. [in Russian]
31. Tarakhovskiy, Yu. S., Kim, Yu. A., Abdrasilov, B. S., & Muza-farov, E. N. (2013). *Flavonoidy: biokhimiya, biofizika, meditsina* [Flavonoids: biochemistry, biophysics, medicine]. Pushchino: Sunchrobook. [in Russian]

UDC 582.675.1:615.322

Dzhurenko, N. I.¹, Palamarchuk, O. P.¹, Shcherbakova, T. O.^{1*}, Gorobets, V. F.¹, & Todorova, V. I.² (2021). Biologically active compounds of species, hybrids, and cultivars of peony introduced in the M. M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 17(3), 210–217. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.17.3.2021.242973>

¹M. M. Gryshko National Botanical Garden, NAS of Ukraine, 1 Tymiriazievska St., Kyiv, 03004, Ukraine, *e-mail: shcherbacova@ukr.net

²Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education, 9 Dorohozhytska St., Kyiv, 04112, Ukraine

Purpose. To reveal the raw material potential of the representatives of the genus *Paeonia* L. introduced in the M. M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine (NBG) in terms of the content of biologically active compounds. **Methods.** Introduced plants of the genus *Paeonia*: *P. lactiflora* Pall., *P. officinalis* L. and its hybrid forms: *P. officinalis* 'Rubra Plena', F₁ (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina* Mill.), cultivar NBG 'Kvazimodo' (*P. lactiflora* 'M-lle Jeanne Riviere' × F₁ [*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*]), *P. anomala* L. were the object of the research. The content of polyphenolic compounds, homopolysaccharides, ascorbic acid and other substances was determined by spectrophotometry, titrimetry and colorimetry. The analysis of biologically active compounds was carried out by the method of high performance liquid chromatography (HPLC). **Results.** Species and varietal differences in the amount of polyphenols in plants of various species and forms were determined. It was found that the roots of the studied F₁ plants (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*), cultivar NBG 'Kvazimodo', *P. lactiflora* contain a much higher amount of polysaccharides compared to the roots of *P. anomala*. In peony plants, the average share of vitamin C is 37.65% and varies among representatives of the genus in the range from 22.10 ± 2.18 [F₁ (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*)] to 47.60 ± 3.69 (*P. anomala*) and 49.30 ± 5.50% (*P. lactiflora*). The maximum content of carotenoids was found in the roots of

P. officinalis 'Rubra Plena' (2.10 ± 0.21 mg%) and F₁ (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*) (2.20 ± 0.13 mg%). A significant amount of free gallic acid was observed in the roots of *P. anomala*, and halotannins in *P. lactiflora*. **Conclusions.** The results of phytochemical studies of plants of species, hybrids and cultivars of the genus *Paeonia* introduced in the M. M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine showed that they accumulate a significant level of basic biologically active compounds: flavonoids, tannins, mono- and polysaccharides, pigments roots of *P. lactiflora* and *P. officinalis* are promising in terms of the complex of active ingredients, since they contain them in greater quantities than those of *P. anomala*. Hybrid forms of *P. officinalis* 'Rubra Plena', F₁ (*P. officinalis* 'Rubra Plena' × *P. peregrina*), cultivar 'Kvazimodo', created on the basis of these species, are not inferior to the parent species in terms of the content of phenolic compounds, sugars, pigments and ascorbic acid. In the roots, the share of peoniflorin is for *P. lactiflora* (1.95%), *P. anomala* (1.09%), *P. officinalis* 'Rubra Plena' (0.95%), *P. officinalis* (0.78%). The studied species, hybrids and cultivars are offered for cultivation in the purpose of harvesting medicinal raw materials as a source of biologically active compounds with the possibility of supplementing or even replacing the official species of anomalous peony (*P. anomala*).

Keywords: herbaceous species of the genus *Paeonia* L.; medicinal plant raw materials; biologically active compounds.

Надійшла / Received 08.08.2021

Погоджено до друку / Accepted 12.09.2021