

Поліфенольні сполуки та аскорбінова кислота рослин видів роду *Arctium* L., інтродукованих у Національному ботанічному саду імені М. М. Гришка

О. В. Сокол*, Д. Б. Рахметов, Н. І. Джуренко, О. П. Паламарчук

Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України, вул. Садово-ботанічна, 1, м. Київ, 01014, Україна,
*e-mail: sokoloksana23@ukr.net

Мета. Дослідити накопичення катехінів, антоціанів, лейкоантоціанів та аскорбінової кислоти в рослинах видів роду *Arctium*, інтродукованих у Національному ботанічному саду імені М. М. Гришка. **Методи.** Об'єктом досліджень слугували інтродуковані рослини роду *Arctium*, а саме: *A. lappa* L. (лопух справжній), *A. tomentosum* Mill. (лопух повстистий), *A. nemorosum* Lej. (лопух дібровний) та *A. minus* Bernh (лопух малий). Фітохімічні аналізи дослідних зразків органів рослин проводили у різних фазах онтогенезу. Вільні катехіни, антоціани та лейкоантоціани визначали фотоколориметричним методом. **Результати.** Встановлено, що рослини другого року вегетації накопичують більше катехінів ніж однорічні. Максимальна їх кількість – у листових пластинках *A. lappa* та *A. minus* у фазі бутонізації ($180,0 \pm 0,3$ та $144,0 \pm 0,1$ мг% відповідно). Вміст лейкоантоціанів у листових пластинках однорічних рослин варіював від $72,0 \pm 0,4$ (*A. lappa*) до $660,0 \pm 0,6$ мг% (*A. minus*); дворічних – від $18,0 \pm 0,6$ (*A. nemorosum*) до $165,0 \pm 0,5$ мг% (*A. lappa*). Найбільше цих сполук виявлено в листовій пластинці *A. minus* першого року вегетації. Кількість антоціанів у листових пластинках однорічних рослин змінювалася від $9,0 \pm 0,1$ (*A. nemorosum*) до $42,0 \pm 0,4$ мг% (*A. minus*), у черешках – від $9,8 \pm 0,06$ (*A. tomentosum*) до $117,0 \pm 0,6$ мг% (*A. minus*). На другий рік вегетації їх накопичення становило від $12,0 \pm 0,3$ (*A. minus*) до $42,0 \pm 0,6$ мг% (*A. tomentosum*) у листових пластинках та від $9,6 \pm 0,1$ (*A. tomentosum*) до $48,0 \pm 0,1$ мг% (*A. nemorosum*) у черешках. Найбільше антоціанів виявлено в черешках *A. minus* першого року вегетації. **Висновки.** За результатами фітохімічних досліджень встановлено, що рослини видів роду *Arctium*, інтродуковані в Національному ботанічному саду імені М. М. Гришка, протягом вегетації накопичують різну кількість фенольних сполук. Виявлено залежність між часткою флавоноїдів у листках та температурою повітря. Збільшення вмісту антоціанів відбувається за зниження температури, а катехінів, навпаки, – за її підвищення. Максимальна кількість аскорбінової кислоти накопичується в листових пластинках однорічних рослин видів роду *Arctium*.

Ключові слова: види роду *Arctium*; лікарська рослинна сировина; катехіни; антоціани; лейкоантоціани; аскорбінова кислота.

Вступ

Попри швидкий розвиток фармацевтичної промисловості та розширення асортименту синтетичних препаратів рослини все ще залишаються одним з основних джерел біологічно активних сполук для виробництва як лікарських, так і фітозасобів ліку-

вально-профілактичного спрямування. Інтродукційні дослідження та процес введення рослин у культуру передбачають виявлення закономірностей між метаболізмом і накопиченням цінних речовин вторинного обміну. Важливе значення має вивчення динаміки накопичення в рослинах біологічно активних сполук з максимальним вмістом у фітосировині.

На особливу увагу заслуговують розповсюджені в усьому світі представники роду *Arctium* L. Загалом їх існує 19 видів, чотири – поширені в Україні [1], де їх використовують у медичній практиці, для лікування шлунково-кишкового тракту та стимулювання протипухлинної активності [2–4]. Результати фітохімічного скринінгу свідчать, що росли-

Oksana Sokol

<https://orcid.org/0000-0002-6297-7912>

Dzhamal Rakhmetov

<https://orcid.org/0000-0001-7260-3263>

Nadiia Dzhurenko

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

Olena Palamarchuk

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

ни видів роду *Arctium* здатні впродовж вегетаційного періоду синтезувати та акумулювати у високих концентраціях збалансований комплекс важливих біологічно активних сполук із широким спектром фізіологічної дії, що зумовлює поліфункціональність лікарських властивостей.

Натепер існують нечисленні дослідження з накопичення в сировині рослин видів роду *Arctium* таких фенольних сполук, як катехіни, лейкоантоціани та антоціани. Окремі публікації стосуються виявлення в сировині *A. minus* та *A. lappa* флавонолів, флавононів та їхніх глікозидів [5–9]. Різні органи рослин *A. lappa* синтезують різні флавоноїдні сполуки та накопичують неоднакову їх кількість. Зокрема, в коренях виявлено лютеолін і рамнозид кверцетина, в листках – рутин, кверцетин, кверцитрин і лютеолін, у сім'янках не знайдено жодного флавоноїда [10, 11].

У Харківському національному фармацевтичному університеті визначили кількісний вміст суми окиснюваних фенолів, гідроксикоричних кислот, флавоноїдів і дубильних речовин у коренях осінньої та весняної заготовлі, прикореневому та стебловому листі, стеблі, суцвітті та його осі, плодах, густих екстрактах коренів і листя *A. lappa*. Так, найвища сума окиснюваних фенолів ($7,53 \pm 0,51\%$) притаманна сім'янкам; гідроксикоричних кислот ($1,85 \pm 0,06\%$) і флавоноїдів ($1,66 \pm 0,06\%$) – прикореневому листю; дубильних речовин ($1,29 \pm 0,08\%$) – стеблу. В густому екстракті коренів також спостерігали значний вміст суми окиснюваних фенолів ($13,78 \pm 0,95\%$); у густому екстракті листя – гідроксикоричних кислот ($4,24 \pm 0,16\%$), флавоноїдів ($4,00 \pm 0,14\%$) і дубильних речовин ($1,04 \pm 0,07\%$) [12].

У процесі дослідження сировини рослин *A. lappa* (коренів, листків і сім'янок), що культивується в Єгипті, виявлено та вивчено якісно й кількісно 13 фенольних сполук, основними з яких були лігнани. Найбільшу антиоксидантну, гепатопротекторну, протизапальну та цитотоксичну активність встановлено для екстрактів насіння, що, ймовірно, можна пояснити високим вмістом фенольних сполук, зокрема флавоноїдів, лігнанів і фенольних кислот [13].

Італійськими вченими доведено антиоксидантну активність фенольних сполук у сім'янках, листках і коренях рослин *A. lappa* [11]. Дослідники найчастіше відзначають максимальне накопичення флавоноїдів під час бутонізації [14, 15], втім деякі вказують на найбільше їх скупчення у фазі квітуван-

ня [16, 17]. На відміну від фенольних речовин аскорбінова кислота накопичується в листках першого року вегетації, тоді як на другий рік її вміст зменшується майже вдвічівтричі [5, 11].

З огляду на те, що велику вегетативну масу рослин роду *Arctium* раціонально не використовують, доцільно визначати рівень і характер накопичення фенольних сполук та аскорбінової кислоти протягом вегетації. Це дасть змогу виявляти перспективний генетичний потенціал особливо цінних рослин з метою подальшого використання в селекції та медичній практиці для створення ефективних лікувально-профілактичних засобів.

Мета досліджень – встановити особливості накопичення катехінів, антоціанів, лейкоантоціанів та аскорбінової кислоти в рослинах видів роду *Arctium* впродовж їхньої вегетації.

Матеріали та методика досліджень

Об'єктом досліджень слугували рослини чотирьох видів роду *Arctium* L. з колекції «Лікарські рослини» Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України (НБС). А саме: *A. lappa* L. (лопух справжній), *A. tomentosum* Mill. (лопух повстистий), *A. nemorosum* Lej. (лопух дібровний) та *A. minus* Bernh (лопух малий). Біохімічні аналізи дослідних зразків різних частин рослин (коренів, черешків і листової пластинки) здійснювали у фазах вегетації, відростання, бутонізації та квітування впродовж 2015–2018 рр. Фенольні сполуки та аскорбінову кислоту визначали в біохімічній лабораторії медичної ботаніки НБС. Вільні катехіни, антоціани та лейкоантоціани встановлювали фотоколориметричним методом [19], а вміст аскорбінової кислоти – методом титрування [20]. Біохімічні дослідження проводили у трикратній повторності. Результати обробляли статистично за допомогою комп'ютерної програми «Microsoft Excel 98».

Результати досліджень

Вміст поліфенольних сполук у листових пластинках і черешках рослин *A. lappa*, *A. tomentosum*, *A. nemorosum* та *A. minus* першого та другого років вегетації протягом неї змінюється та пов'язаний з видовими особливостями і впливом температури повітря.

У листових пластинках рослин *A. lappa* першого року вегетації вміст катехінів варіював від $42,7 \pm 0,1$ до $50,4 \pm 0,1$ мг%, в *A. tomentosum* – від $36,0 \pm 0,1$ до $84,60 \pm 0,06$ мг%, в *A. minus* – від $9,0 \pm 0,1$ до $70,5 \pm 0,3$ мг%, в

A. nemorosum – від $9,0 \pm 0,08$ до $99,0 \pm 0,01$ мг%. У черешках накопичувалося значно менше цих сполук – від $4,8 \pm 0,1$ (*A. lappa*) до $34,2 \pm 0,1$ мг% (*A. tomentosum*). Зменшення показників, яке спостерігали наприкінці вегетації, пов'язане зі зниженням температури повітря. Другий рік вегетації характеризувався збільшенням кількості катехинів у листових пластинках, особливо в *A. lappa* ($180,0 \pm 0,3$ мг%) та *A. minus* ($144,0 \pm 0,1$ мг%) у фазі бутонізації, коли фіксували високі температури повітря (рис. 1).

Вміст лейкоантоціанів у листових пластинках рослин першого року вегетації варіював від $72,0 \pm 0,4$ (*A. lappa*) до $660,0 \pm 0,6$ мг% (*A. minus*), а в черешках – від $9,0 \pm 0,2$ (*A. lappa*) до $34,2 \pm 0,1$ мг% (*A. tomentosum*). Їхня кількість на другий рік становила від $18,0 \pm 0,6$ (*A. nemorosum*) до $165,0 \pm 0,5$ мг% (*A. lappa*) у листових пластинках і від $16,5 \pm 0,3$ (*A. tomentosum*) до $27,5 \pm 0,4$ мг% (*A. lappa*) у черешках. Найбільше цих сполук встановлено в рослинах *A. minus* першого року вегетації (рис. 2).

За результатами статистичного аналізу даних встановлено позитивний кореляційний зв'язок між рівнем накопичення катехинів і лейкоантоціанів.

Для рослин видів *A. lappa* та *A. minus* у перший рік вегетації кореляція становила $r = 0,43$ та $0,67$ відповідно, а для *A. minus* та *A. nemorosum* у другий рік – $r = 0,64$ та $0,61$ (табл. 1).

Таблиця 1

Дані кореляційного зв'язку між накопиченням катехинів і лейкоантоціанів у рослинах видів роду *Arctium* першого та другого років вегетації

	<i>A. lappa</i>	<i>A. minus</i>	<i>A. tomentosum</i>	<i>A. nemorosum</i>
Перший рік вегетації				
катехіни	43,2	54	36	22,5
	42,7	9	84,6	49,5
	42,3	40,5	42,3	99
	50,4	70,5	43,2	9
лейкоантоціани	81	56,1	99	495
	72	82,5	165	280
	106,2	122,1	181,5	113,5
	102,6	660	445,5	125,4
<i>r</i>	0,43	0,67	-0,14	-0,38
Другий рік вегетації				
катехіни	40,5	76,5	40,5	36
	180	144	90	27
	63	40,5	45	22,5
лейкоантоціани	165	108,9	148,5	82,5
	75,9	122,1	99	99
	66	115,5	33	18
<i>r</i>	-0,55	0,64	0	0,61

Вміст антоціанів у листових пластинках першого року вегетації змінювався від $9,0 \pm 0,1$ (*A. nemorosum*) до $42,0 \pm 0,4$ мг% (*A. minus*), у черешках – від $9,8 \pm 0,06$ (*A. tomentosum*) до $117,0 \pm 0,6$ мг% (*A. minus*). Їхня кількість на другий рік була меншою – від $12,0 \pm 0,3$ (*A. minus*) до $42,0 \pm 0,6$ мг% (*A. tomentosum*) у листових пластинках і від $9,6 \pm 0,1$ (*A. tomentosum*) до $48,0 \pm 0,1$ мг% (*A. nemorosum*) у черешках. Максимальне накопичення цих сполук виявлено в черешках *A. minus* наприкінці першого року вегетації, коли знижувалася температура повітря (рис. 3).

Отже, на основі аналізу отриманих даних і літературних джерел щодо інших груп рослин [21] можна зробити висновок, що на кількість флавоноїдних сполук впливає температура повітря, зокрема її зниження збільшує вміст антоціанів, а підвищення – частку катехинів.

Іншим показником біологічної цінності рослинної сировини, що визначає антиоксидантну активність, є вміст аскорбінової кислоти. Про явище синергізму останньої з флавоноїдами в регуляції окисно-відновних процесів відомо з літературних джерел [22]. Найбільше аскорбінової кислоти містилося в листових пластинках і черешках рослин роду *Arctium* першого року вегетації. А саме: в листовій пластинці *A. lappa* – $90,0 \pm 0,2$ (серпень, вересень, 2015), а також *A. minus* – $94,5 \pm 0,3$ мг% (вересень, 2015) (рис. 4).

Висновки

За результатами досліджень визначено, що рослини залежно від виду накопичують різну кількість флавоноїдних сполук. Так, найбільше катехинів синтезується в листових пластинках рослин *A. lappa* та *A. tomentosum* ($180,0$ і $144,0$ мг%) у фазі бутонізації; максимальний вміст лейкоантоціанів – у листових пластинках *A. minus* та *A. nemorosum* ($660,0$ і $495,0$ мг%) у другій декаді жовтня. В черешках *A. minus* у другій декаді жовтня встановлено значну кількість антоціанів ($117,0$ мг%).

На вміст флавоноїдних сполук впливає температура повітря, зокрема її зниження збільшує кількість антоціанів, а підвищення – частку катехинів. Найбільше аскорбінової кислоти містять листові пластинки однорічних рослин *A. minus* ($94,5 \pm 0,3$ мг%, вересень) та *A. lappa* ($90,0 \pm 0,2$ мг%, серпень, вересень), що дає змогу ефективно використовувати рослинну сировину видів роду *Arctium*.

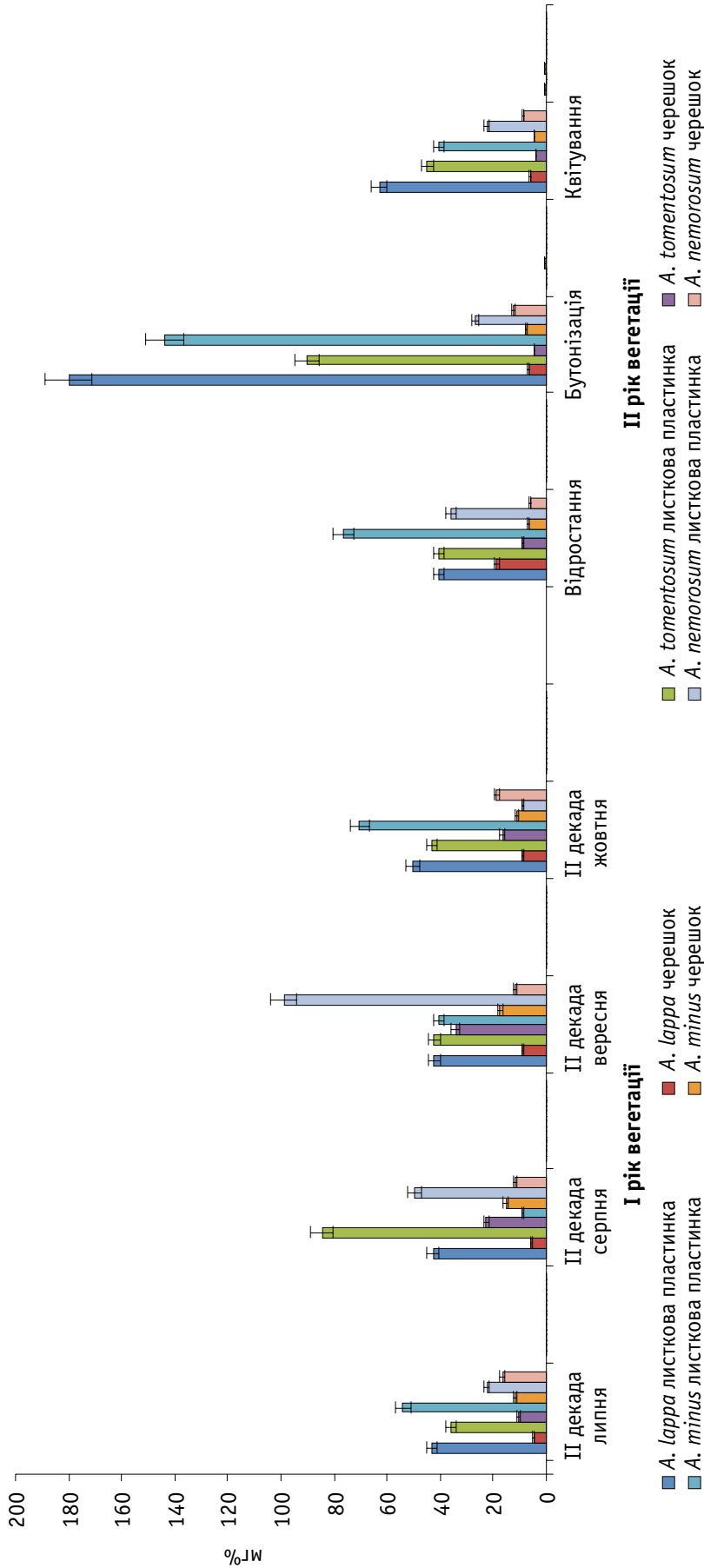


Рис. 1. Накопичення катехинів у рослинах видів роду *Arctium* протягом першого та другого років вегетації

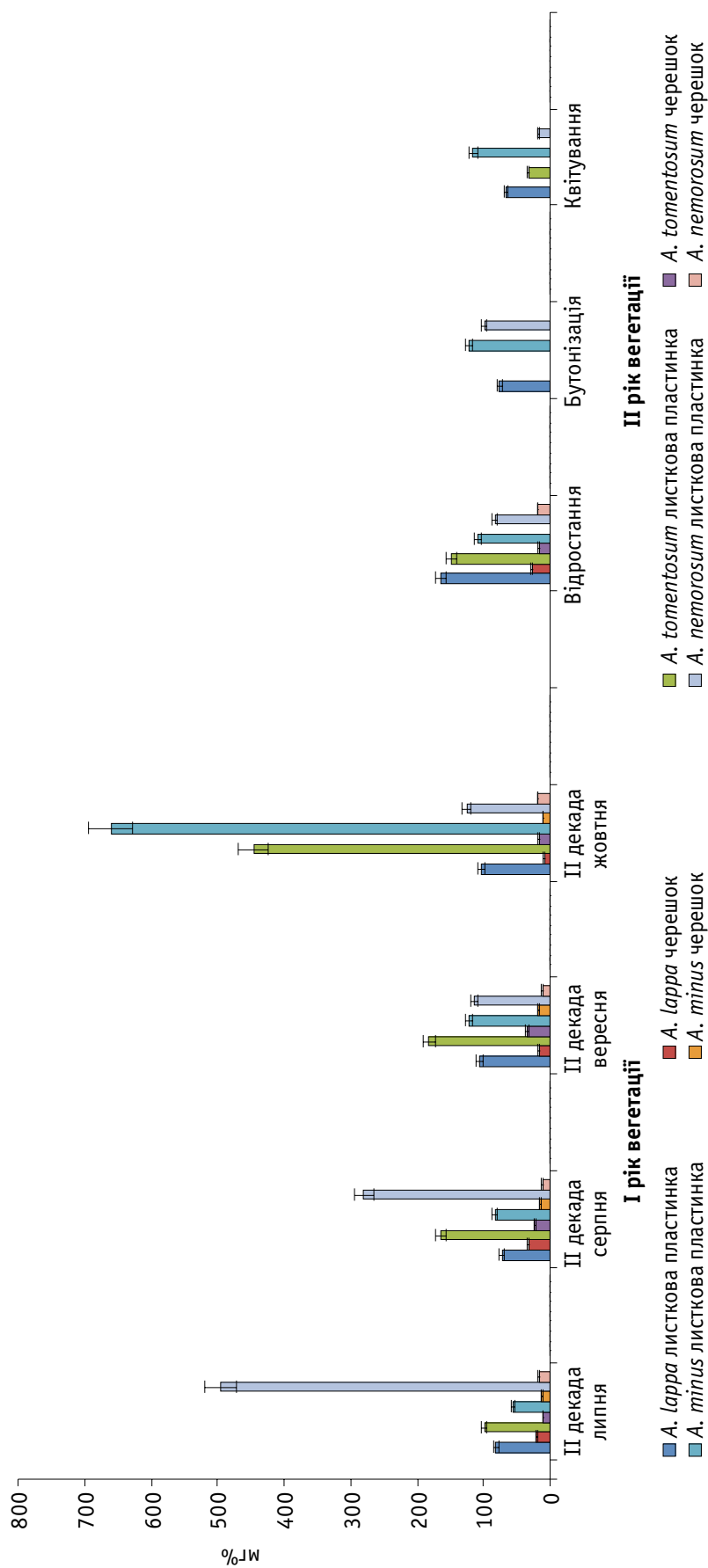


Рис. 2. Накопичення лейкоантоціанів у рослинах видів роду *Argemone* протягом першого і другого років вегетації

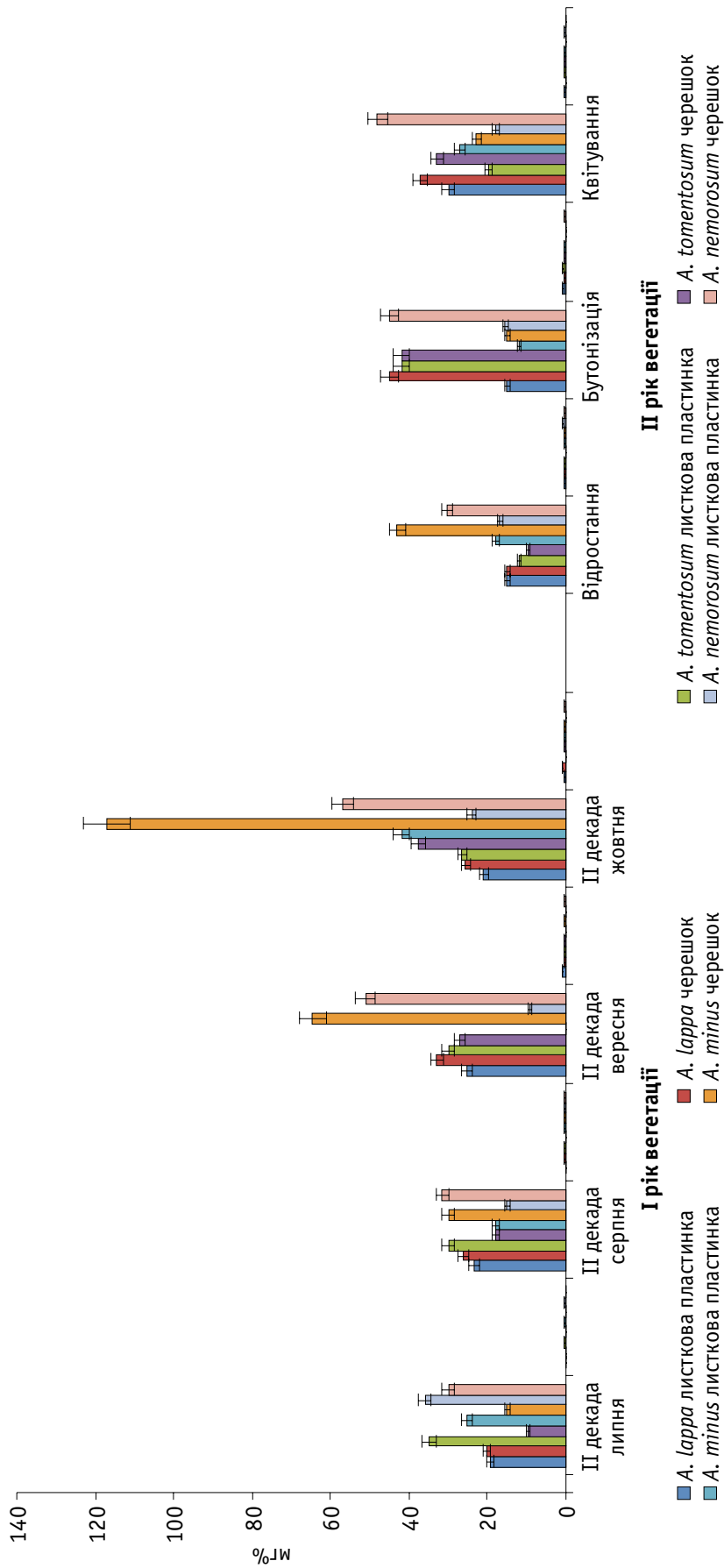


Рис. 3. Накопичення антоціанів у рослинах видів роду *Arctium* протягом першого і другого років вегетації

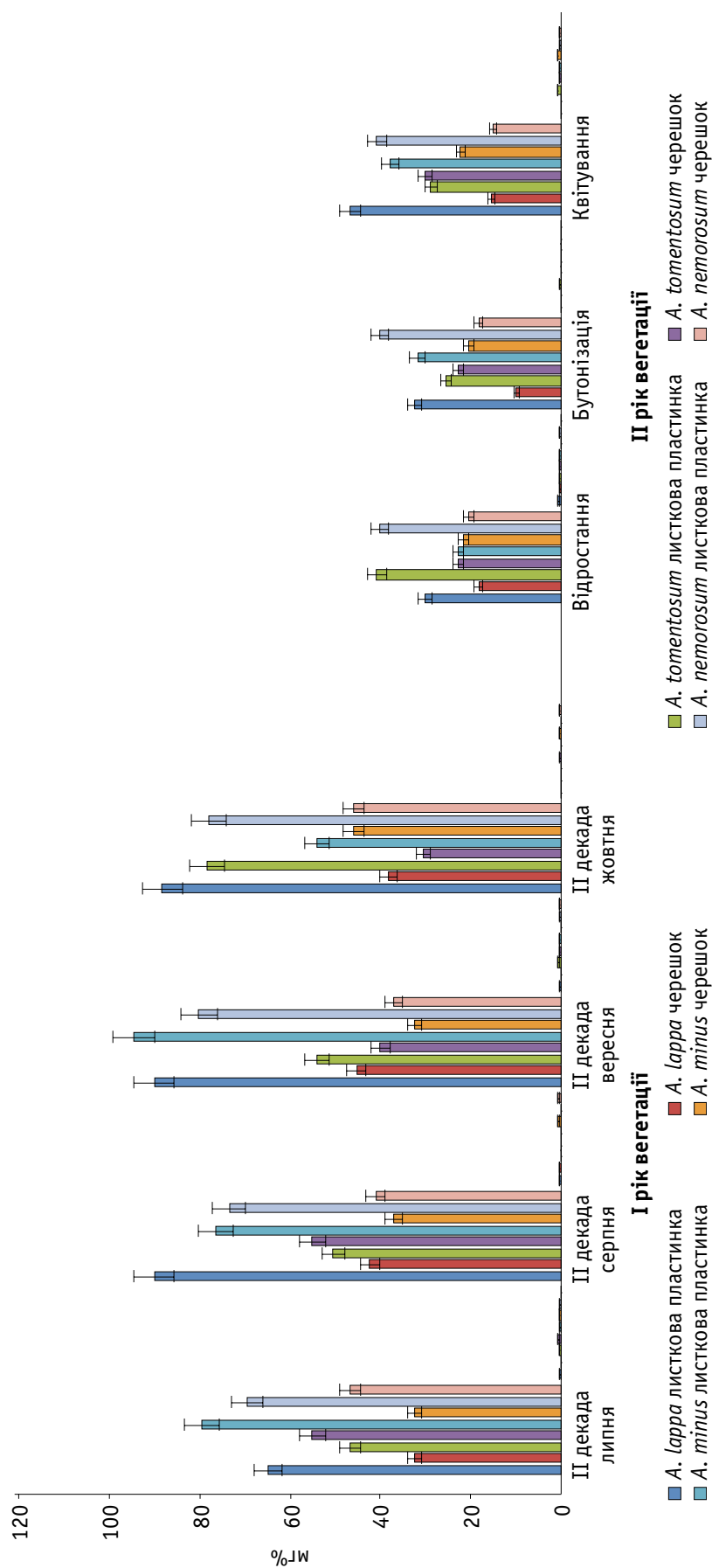


Рис. 4. Накопичення аскорбінової кислоти в рослинах видів роду *Argemone* протягом першого і другого років вегетації

Використана література

- Mosyakin S. L., Fedoronchuk M. M. Vascular plants of Ukraine a nomenclatural checklist. Kyiv : M. G. Kholodny Institute of Botany, 1999. 345 p.
- Pereira J. V., Bergamo D. C., Pereira J. O. et al. Antimicrobial activity of *Arctium lappa* constituents against microorganisms commonly found in endodontic infections. *Brazilian Dental Journal*. 2005. Vol. 16, Iss. 3. P. 192–196. doi: 10.1590/s0103-64402005000300004
- Guo J. F., Zhou J. M., Zhang Y. et al. Rhabdastrellic acid-A inhibited PI3K/Akt pathway and induced apoptosis in human leukemia HL-60 cells. *Cell Biology International*. 2008. Vol. 32, Iss. 1. P. 48–54. doi: 10.1016/j.cellbi.2007.08.009
- Dias M. M., Zuza O., Riani L. R. et al. *In vitro* schistosomicidal and antiviral activities of *Arctium lappa* L. (Asteraceae) against *Schistosoma mansoni* and *Herpes simplex virus-1*. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2017. Vol. 94. P. 489–498. doi: 10.1016/j.biopha.2017.07.116
- Saleh N. A. M., Bohm B. A. Flavonoids of *Arctium minus* (Compositae). *Experientia*. 1971. Vol. 27, Iss. 12. Article 1494. doi: 10.1007/Bf02154314
- Tamayo C., Richardson M. A., Diamond S., Skoda I. The chemistry and biological activity of herbs used in Flor-Essence (TM) herbal tonic and Essiac (TM). *Phytotherapy Research*. 2000. Vol. 14, Iss. 1. P. 1–14. doi: 10.1002/(sici)1099-1573(200002)14:1<1::aid-ptr580>3.0.co;2-o
- Yu B. S., Yan X. P., Xiong J. Y., Xin Q. Simultaneous determination of chlorogenic acid, forsythidin and arctiin in Chinese traditional medicines preparation by reversed phase-HPLC. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*. 2003. Vol. 51, Iss. 4. P. 421–424. doi: 10.1248/cpb.51.421
- Predes F. S., Ruiz A. L. T. G., Carvalho J. E. et al. Antioxidative and in vitro antiproliferative activity of *Arctium lappa* root extracts. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 2011. Vol. 11, Iss. 1. Article 25. doi: 10.1186/1472-6882-11-25
- Tang Y. X., Lou Z. X., Rahman M. R. T. et al. Chemical composition and anti-biofilm activity of burdock (*Arctium lappa* L. Asteraceae) leaf fractions against *Staphylococcus aureus*. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. 2014. Vol. 13, Iss. 11. P. 1933–1939. doi: 10.4314/tjpr.v13i11.23
- Rajasekharan S. K., Ramesh S., Bakkiyaraj D. et al. Burdock root extracts limit quorum-sensing-controlled phenotypes and biofilm architecture in major urinary tract pathogens. *Urolithiasis*. 2015. Vol. 43, Iss. 1. P. 29–40. doi: 10.1007/s00240-014-0720-x
- Ferracane R., Graziani G., Gallo M. et al. Metabolic profile of the bioactive compounds of burdock (*Arctium lappa*) seeds, roots and leaves. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 2010. Vol. 51, Iss. 2. P. 399–404. doi: 10.1016/j.jpba.2009.03.018
- Опрошанська Т. В., Хворост О. П. Кількісне визначення сполук фенольної природи в сировині та субстанціях лопуха великого. *Фітотерапія*. 2011. № 4. С. 69–71.
- Aboutabl E. A., Mahdy M. H., Sokkar N. M. et al. Bioactive lignans and other phenolics from the roots, leaves and seeds of *Arctium lappa* L. grown in Egypt. *Egyptian Pharmaceutical Journal*. 2012. Vol. 11, Iss. 1. P. 59–65. doi: 10.7123/01.EPJ.0000415466.17860.6a
- Тернинко І. І., Онищенко У. Е., Кисличенко В. С. Визначення кількісного вмісту флавоноїдів у надземних частинах окремих представників родини селерових. *Фармацевтичний часопис*. 2014. № 4. С. 11–15. doi: 10.11603/2312-0967.2009.4.3012
- Лукіна І., Гнітько І., Клочкова Я. Накопичення флавоноїдів у траві гірчака живородного флори України. *Фітотерапія*. 2022. № 1. С. 65–68. doi: 10.33617/2522-9680-2022-1-65
- Степанова С. І., Бойнік В. В., Гонтова Т. М. та ін. Вивчення динаміки накопичення флавоноїдів у пагонах карагани дерев'янистої. *Український біофармацевтичний журнал*. 2020. № 1. С. 68–70. doi: 10.24959/ubphj.20.250
- Баланчук Т. І., Мазулін О. В., Мазулін Г. В., Опрошанська Т. В. Дослідження накопичення поліфенольних сполук у флорній сировині будяка пониклого (*Carduus nutans* L.) рослин України. *Фармацевтичний журнал*. 2016. № 5. С. 86–91.
- Малюгіна О. О., Мазулін О. В., Смойловська Г. П. Визначення оптимальних термінів заготівлі чорнобривців прямостоячих (*Tagetes erecta* L.). *Фітотерапія*. 2018. № 1. С. 28–31.
- Фрукти, овочі та продукти їх переробки. Методи визначення вмісту поліфенолів: ДСТУ 4373:2005. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 6 с.
- Кучеренко М. Є., Бабенюк Ю. Д., Войціцький В. М. Сучасні методи біохімічних досліджень. Київ, 2001. 424 с.
- Кисличенко В. С., Журавель І. О., Марчишин С. М. Фармакогнозія / за ред. В. С. Кисличенко. Харків : Золоті сторінки, 2015. 736 с.
- Мельничук М. Д., Ліханов А. Ф., Коваленко Т. М., Ключаваденко А. А. Вторинні метаболіти та їх роль у системах адаптації і захисту рослин. Вінниця : Друк, 2022. 192 с.

References

- Mosyakin, S. L., & Fedoronchuk, M. M. (1999). *Vascular plants of Ukraine a nomenclatural checklist*. Kyiv: M. G. Kholodny Institute of Botany.
- Pereira, J. V., Bergamo, D. C. B., Pereira, J. O., Fran a, S. de C., Pietro, R. C. L. R., & Silva-Sousa, Y. T. C. (2005). Antimicrobial activity of *Arctium lappa* constituents against microorganisms commonly found in endodontic infections. *Brazilian Dental Journal*, 16(3), 192–196. doi: 10.1590/s0103-64402005000300004
- Guo, J., Zhou, J., Zhang, Y., Deng, R., Liu, J., Feng, G., ... Zhu, X. (2008). Rhabdastrellic acid-A inhibited PI3K/Akt pathway and induced apoptosis in human leukemia HL-60 cells. *Cell Biology International*, 32(1), 48–54. doi: 10.1016/j.cellbi.2007.08.009
- Dias, M. M., Zuza, O., Riani, L. R., de Faria Pinto, P., Pinto, P. L. S., Silva, M. P., ... Da Silva Filho, A. A. (2017). *In vitro* schistosomicidal and antiviral activities of *Arctium lappa* L. (Asteraceae) against *Schistosoma mansoni* and *Herpes simplex virus-1*. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 94, 489–498. doi: 10.1016/j.biopha.2017.07.116
- Saleh, N. A. M., & Bohm, B. A. (1971). Flavonoids of *Arctium minus* (Compositae). *Experientia*, 27, Article 1494. doi: 10.1007/Bf02154314
- Tamayo, C., Richardson, M. A., Diamond, S., & Skoda, I. (2000). The chemistry and biological activity of herbs used in Flor-Essence (TM) herbal tonic and Essiac (TM). *Phytotherapy Research*, 14(1), 1–14. doi: 10.1002/(sici)1099-1573(200002)14:1<1::aid-ptr580>3.0.co;2-o
- Yu, B. S., Yan, X. P., Xiong, J. Y., & Xin, Q. (2003). Simultaneous determination of chlorogenic acid, forsythidin and arctiin in Chinese traditional medicines preparation by reversed phase-HPLC. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 51(4), 421–424. doi: 10.1248/cpb.51.421
- Predes, F. S., Ruiz, A. L. T. G., Carvalho, J. E., Foglio, M. A., & Dolder, H. (2011). Antioxidative and in vitro antiproliferative activity of *Arctium lappa* root extracts. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 11(1), Article 25. doi: 10.1186/1472-6882-11-25
- Tang, Y. X., Lou, Z. X., Rahman, M. R. T., Al-Hajj, N. Q., & Wang, H. X. (2014). Chemical composition and anti-biofilm activity of burdock (*Arctium lappa* L. Asteraceae) leaf fractions against *Staphylococcus aureus*. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 13(11), 1933–1939. doi: 10.4314/tjpr.v13i11.23
- Rajasekharan, S. K., Ramesh, S., Bakkiyaraj, D., Elangomathavan, R., & Kamalanathan, C. (2015). Burdock root extracts limit quorum-sensing-controlled phenotypes and biofilm architecture in major urinary tract pathogens. *Urolithiasis*, 43(1), 29–40. doi: 10.1007/s00240-014-0720-x
- Ferracane, R., Graziani, G., Gallo, M., Fogliano, V., & Ritieni, A. (2010). Metabolic profile of the bioactive compounds of burdock (*Ar-*

- tium lappa*) seeds, roots and leaves. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 51(2), 399–404. doi: 10.1016/j.jpba.2009.03.018
12. Oproshanskaia, T. V., & Khvorost, O. P. (2011). Quantitative determination of phenolic compounds in raw materials and substances of large burdock. *Phytotherapy. Journal*, 4, 69–71. [In Ukrainian]
 13. Aboutabl, E. A., Mahdy, M. H., Sokkar, N. M., Sleem, A. A., & Shams, M. M. (2012). Bioactive lignans and other phenolics from the roots, leaves and seeds of *Arctium lappa* L. grown in Egypt. *Egyptian Pharmaceutical Journal*, 11(1), 59–65. doi: 10.7123/01.EPJ.0000415466.17860.6a
 14. Terninko, I. I., Onishchenko, U. E., & Kyslychenko, V. S. (2014). Determination of the quantitative content of flavonoids in the aerial parts of certain representatives of family *Apiaceae*. *Pharmaceutical Review*, 4, 11–15. doi: 10.11603/2312-0967.2009.4.3012 [In Ukrainian]
 15. Lukina, I., Hnitko, I., & Klochkova, Ya. (2022). Accumulation of flavonoids in mustard grass of the viviparous flora of Ukraine. *Phytotherapy*, 1, 65–68. doi: 10.33617/2522-9680-2022-1-65 [In Ukrainian]
 16. Stepanova, S., Boynik, V., Gontovaya, T., & Filatova, O. (2020). Study of flavonoids dynamic accumulation in the Siberian pea tree shoots. *Ukrainian Biopharmaceutical Journal*, 1, 68–70. doi: 10.24959/ubphj.20.250 [In Ukrainian]
 17. Balanchuk, T. I., Mazulin, O. V., Mazulin, H. V., & Oproshanska, T. V. (2016). The investigation accumulation of polyphenolic compounds in herbs of *Carduus nutans* L. of Ukraine flora. *Pharmaceutical Journal*, 5, 86–91. [In Ukrainian]
 18. Maliuhina, O. O., Mazulin, O. V., & Smoilovska, H. P. (2018). Determining the optimal harvesting time of marigolds (*Tagetes erecta* L.). *Phytotherapy*, 1, 28–31. [In Ukrainian]
 19. *Fruits, vegetables and derived products. Determination of polyphenols content: State standard of Ukraine 4373:2005*. (2006). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. [In Ukrainian]
 20. Kucherenko, M. Ye., Babeniuk, Yu. D., & Voitsitskyi, V. M. (2001). *Suchasni metody biokhimichnykh doslidzhen* [Modern methods of biochemical research]. Kyiv: N.p. [In Ukrainian]
 21. Kyslychenko, V. S., Zhuravel, I. O., & Marchyshyn, S. M. (2015). *Farmakohnoziia* [Pharmacognosy]. V. S. Kyslychenko (Ed.). Kharkiv: Zoloti storinky. [In Ukrainian]
 22. Melnychuk, M. D., Likhanov, A. F., Kovalenko, T. M., & Kliuvadenko, A. A. (2022). *Vtorynni metabolity ta yikh rol u systemakh adaptatsii i zakhystu roslyn* [Secondary metabolites and their role in adaptation and protection systems of plants]. Vinnytsia: Druk. [In Ukrainian]

UDC 582.573.46:633.88

Sokol, O. V.*, Rakhmetov, D. B., Dzhurenko, N. I., & Palamarchuk, O. P. (2023). Polyphenolic compounds and ascorbic acid of plants of the genus *Arctium* L. introduced in the M. M. Hryshko National Botanical Garden. *Plant Varieties Studying and Protection*, 19(4), 270–278. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.19.4.2023.291224>

M. M. Hryshko National Botanical Garden, NAS of Ukraine, 1 Sadovo-Botanicna St., Kyiv, 01014, Ukraine, *e-mail: sokoloksana23@ukr.net

Purpose. To study the accumulation of catechins, anthocyanins, leucoanthocyanins and ascorbic acid in plants of the genus *Arctium*, introduced to the M. M. Hryshko National Botanical Garden. **Methods.** Introduced plants of the genus *Arctium* were used for the study, namely *A. lappa* L. (greater burdock), *A. tomentosum* Mill. (woolly burdock), *A. nemorosum* Lej. (wood burdock) and *A. minus* Bernh. (lesser burdock). Phytochemical analyses of plant organ samples were carried out at different stages of ontogeny. Free catechins, anthocyanins and leucoanthocyanins were determined by the photocolometric method. **Results.** It was found that second year plants accumulate more catechins than first year plants. Their maximum amount is found in the leaf plates of *A. lappa* and *A. minus* in the budding phase (180.0 ± 0.3 and 144.0 ± 0.1 mg%, respectively). The content of leucoanthocyanins in the leaf plates of one-year-old plants varied from 72.0 ± 0.4 (*A. lappa*) to 660.0 ± 0.6 mg% (*A. minus*); two-year-old plants – from 18.0 ± 0.6 (*A. nemorosum*) to 165.0 ± 0.5 mg% (*A. lappa*). Most of these compounds were found in the leaf blade of *A. minus* in the first year of vegetation. The amount of anthocyanins in leaf plates of

one-year-old plants varied from 9.0 ± 0.1 (*A. nemorosum*) to 42.0 ± 0.4 mg% (*A. minus*), in petioles from 9.8 ± 0.06 (*A. tomentosum*) to 117.0 ± 0.6 mg% (*A. minus*). In the second year of vegetation, their accumulation ranged from 12.0 ± 0.3 (*A. minus*) to 42.0 ± 0.6 mg% (*A. tomentosum*) in leaf plates and from 9.6 ± 0.1 (*A. tomentosum*) to 48.0 ± 0.1 mg% (*A. nemorosum*) in petioles. Most anthocyanins were found in the petioles of *A. minus* from the first year of vegetation. **Conclusions.** The phytochemical studies established that plants of the *Arctium* genus, introduced to the M. M. Hryshko National Botanical Garden, accumulate varying amounts of phenolic compounds during the growing season. The proportion of flavonoids in leaves was found to be related to air temperature. An increase in temperature leads to a decrease in the content of anthocyanins, while an increase in catechins occurs due to a decrease in temperature. The leaf plates of annual plants belonging to the *Arctium* genus accumulate the highest levels of ascorbic acid.

Keywords: species of the genus *Arctium*; medicinal plant raw materials; catechins; anthocyanins; leucoanthocyanins; ascorbic acid.

Надійшла / Received 15.10.2023
Погоджено до друку / Accepted 25.11.2023