

Галина Миколаївна Клепач,

кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та хімії  
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, Україна  
orcid.org/0000-0003-0784-8373, Scopus Author ID: 6508046859, Scopus Author ID:  
35490960800, ResearcherID: JGC-9834-2023, e-mail: h.klepach@ddpu.edu.ua

Іванна Володимирівна Новіченко,

магістр спеціальності 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)  
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, Україна  
e-mail: ivanna.novichenko@ddpu.edu.ua

Світлана Ярославівна Волошанська,

кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та хімії  
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, Україна  
orcid.org/0000-0003-4589-6376, e-mail: s.voloshanska@ddpu.edu.ua

## ОЦІНКА ВМІСТУ ДЕЯКИХ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН У ШИШКОЯГОДАХ РОСЛИН *JUNIPERUS COMMUNIS* ІЗ ПРИРОДНИХ ПОПУЛЯЦІЙ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

**Анотація.** Шишкоягоди *Juniperus communis* є важливою лікарською рослинною сировиною завдяки високому вмісту біологічно важливих речовин, які зумовлюють її терапевтичний ефект, а також фармакологічну активність препаратів, екстрактів, біологічно активних добавок (БАДів), фіточаїв, виготовлених на її основі. Якісний і кількісний склад лікарської сировини може змінюватись залежно від генетичної структури популяції та ґрунтово-кліматичних умов зростання рослин, через що вміст біологічно важливих речовин у кожному зборі потрібно постійно контролювати.

Оцінено вміст деяких біологічно-активних речовин у шишкоягодах рослин *J. communis*, які зростають на території Львівської області у п'яти різних локаціях нижнього гірського поясу Українських Карпат. Здійснено порівняльний аналіз загального вмісту поліфенолів, аскорбінової кислоти та каротину в шишкоягодах *J. communis* 2019–2023 років збору. Виявлено, що сумарний вміст поліфенолів і аскорбінової кислоти в шишкоягодах *J. communis* має сезонну варіативність. Визначено, що сумарний вміст поліфенолів (метод Фоліна – Чокальтеу, у перерахунку на галову кислоту (GA)), екстрагованих 70% етанолом із подрібнених шишкоягід, варіює в широкому діапазоні – від  $200 \pm 10$  до  $340 \pm 20$  мг GA/г абсолютно сухої маси (АСМ). Вміст аскорбінової кислоти в шишкоягодах ялівцю варіює у вужчому діапазоні значень – від  $1,11 \pm 0,05$  до  $1,48 \pm 0,07$  мг/г АСМ. Вміст каротину у зборах шишкоягід *J. communis* 2019–2023 років є незначним, у середньому становить  $2,36 \pm 0,11$  мкг/г АСМ, сезонна та популяційна мінливість не спостерігається. З'ясовано, що шишкоягоди рослин *J. communis*, які зростають на території Львівської області в різних локаціях Українських Карпат, різняться вмістом поліфенолів в 1,25–1,7 рази й аскорбіновою кислотою – в 1,33 рази, але не каротином.

**Ключові слова:** *Juniperus communis*, шишкоягоди, екстракти, біологічно активні речовини, сезонна варіативність, популяційна мінливість.

## ВСТУП

Серед відомих лікарських рослин, які використовуються не тільки у фармакології та лікувальній практиці, є ялівець звичайний (*Juniperus communis* L.) – представник родини кипарисових (*Cupressaceae*) класу Хвойні (*Pinopsida*) [1]. *J. communis* є ефіроолійною, фітонцидною та смолоносною рослиною з високим терапевтичним потенціалом, завдяки чому знаходить застосування в косметології, фізіотерапії й ароматерапії. Шишкоягоди (fruits) цієї рослини є компонентами деяких оздоровчих фіточаїв, біологічно активних добавок (далі – БАД), у кулінарії використовуються як пряність, у фармакології – джерело біоактивних сполук, ефірної олії [2; 3].

Ареал поширення *J. communis* є значним та простягається від 70° північної широти на південь приблизно до 28–30° північної широти. Вид трапляється у Скандинавії, Сибіру, північних регіонах Азії, Європи, Північної Америки, а також у деяких природних популяціях південної півкулі. В Азії *J. communis* зростає у природних умовах Гімалаїв на висоті 3 000–4 000 м від Афганістану до Південно-Західного Китаю [4; 5]. В Україні *J. communis* L. поширений у нижньому гірському поясі Українських Карпат, Прикарпатті на території Івано-Франківської та Львівської областей, а також на Поліссі (Волинська область) [3; 6].

*J. communis*, будучи поширеним у великому ареалі з різноманітними екологічними умовами, є досить мінливим. Для нього описано кілька підвидів, різновидів і форм. Серед представників *J. communis* L. трапляються як деревні, так і чагарникові форми, як однодомні, так і дводомні рослини [4].

*J. communis* є видом, стійким до бідних ґрунтів, посухи, низьких температур, але потребує доброго освітлення, тому трапляється на відкритих ділянках, скелях, або у змішаних насадженнях із широколистяними чи хвойними деревами. Зростають представники *J. communis* на різних типах ґрунту, частіше за все – сухих, бідних піщаних і підзолистих, які за помірної вологості є найбільш сприятливими; трапляються також на надлишково проточно-вологих, незначно заболочених ґрунтах [7].

У природних популяціях України *J. communis* L. зростає у вигляді вічнозеленого куща заввишки 1–3 м, або невеликого дерева із прямим стовбуром заввишки 4–6 м, що має яйце- чи конусоподібну крону [3]. Шишкоягоди *J. communis* L. дозрівають упродовж 2 років. На пагонах рослин одночасно є зрілі, синьо-чорного забарвлення, та сформовані, але незрілі зелені (діаметром 7–9 мм), а також маленькі шишкоягоди [4].

Завдяки добре відомому терапевтичному ефекту плодів, хвої та кори *J. communis* їхній хімічний склад і біологічні властивості отриманих екстрактів досліджуються з метою оптимального використання їх у лікувальній практиці, фармакології, ветеринарній медицині, парфумерно-косметичній і харчовій промисловості [5; 8–13]. У складі шишкоягід, хвої, кори та коріння представників роду *Juniperus* описано чимало різних біоактивних речовин, які чинять седативну, протизапальну, антифунгальну, антимікробну, розслабляючу й імуномодулюючу дії [2; 4; 10; 11; 14; 15].

Основною діючою речовиною шишкоягід *J. communis* є ефірна олія (0,5–2%), у складі якої  $\alpha$ -терпінеол,  $\alpha$ -пінен, камфен, дитерпен, кадинен, борнеол, ізоборнеол, дубильні речовини, флавоноїди, смоли (9%), органічні кислоти (яблучна, гліколева, мурашина, оцтова), інвертований цукор (30–40%), інозит, пектини, солі калію [4; 10]. Окрім того, шишкоягоди *J. communis* містять речовину юніперин із фарбувальними властивостями, а також пектинові, гіркі, смолисті (до 9,5%) та інші речовини. Ефірні олії, що містяться в шишкоягодах ялівцю, є здебільшого сумішшю аліфатичних і циклічних терпеноїдів

(переважно моно- і сесквітерпенів), їх спиртів і кетонів зі супутніми похідними бензойної кислоти та фенілпропану [10]. Проте найбільш цінною складовою частиною ефірних олій *J. communis* є оксигенвмісні сполуки, особливо спирти й ефіри, які мають приємний запах і потужну терапевтичну дію [2; 10].

Екстракти шишкоягід, хвої та кори рослин *J. communis* використовують у деяких фармацевтичних і технічних препаратах, косметичних засобах, а також як харчові добавки [2; 5; 8]. Шишкоягоди *J. communis* у традиційній медицині використовуються для лікування захворювань шкіри завдяки терапевтичному ефекту флавоноїду (гіполаєтин 7-О-β-D-ксилопіранозиду), який здатний інгібувати клітинну тирозиназу, що веде до уповільнення синтезу меланіну [16]. У дослідженнях N. Miceli et al. (2009 р.) показано, що підвиди *J. communis* L. var. *communis* (Jcc) і *J. communis* L. var. *saxatilis*. (Jcs) із Туреччини різняться загальним вмістом поліфенолів, флавоноїдів і біфлавоноїдів, антиоксидантною активністю, хелатною здатністю Fe (2+), а також антимікробним потенціалом стосовно грампозитивних бактерій [11].

Відомо, що антиоксидантні властивості лікарської рослинної сировини (далі – ЛРС) визначаються значною мірою вмістом поліфенольних сполук і аскорбіновою кислотою, синтез і накопичення яких залежать від низки чинників. Зокрема, хімічний і якісний склад ЛРС залежить від ґрунтово-кліматичних умов зростання та генетичного потенціалу сорту чи популяції рослин, змінюється він також із віком рослини [8]. Тому вивчення якісного та кількісного складу ЛРС, визначення найбільш продуктивної популяції чи сорту в обраних умовах їх зростання є завжди важливим і актуальним питанням.

**Метою дослідження** є оцінка вмісту деяких біологічно активних речовин (далі – БАР) і їхньої сезонної мінливості в шишкоягодах рослин *J. communis*, які зростають на території Львівської області у природних популяціях нижнього гірського поясу Українських Карпат.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

**Об'єкт дослідження.** Матеріалом для дослідження слугували шишкоягоди рослин *J. communis*, які зростають на території Львівської області в різних локаціях нижнього гірського поясу Українських Карпат: 1) околиці с. Сторона (Дрогобицький район); 2) околиці с. Лопушанка (Самбірський район); 3) околиці с. Верхня Стинава (Стрийський район); 4) околиці с. Довге-Гірське (Дрогобицький район); 5) околиці с. Бориня (Самбірський район).

Природні популяції рослин *J. communis* у зазначених локаціях характеризувались різною віковою структурою та представлені здебільшого деревами з конусоподібною кроною заввишки 4–6 м.

Локації популяцій рослин *J. communis* розташовані в північно-східному регіоні країни. Територія, на якій зростають рослини *J. communis*, розташована на висоті 300–400 м над рівнем моря та характеризується помірно континентальним кліматом. На територіях місць зростання рослин *J. communis* переважають буро-підзолисті поверхнево-оглеєні ґрунти, які є сприятливими для їхнього росту та розвитку [3].

Збір шишкоягід проводився щорічно наприкінці вересня (за сприятливих умов погоди) у 2019–2023 рр., у період їх повної зрілості. Шишкоягоди *J. communis* округлої форми (7–10 мм у діаметрі), чорні з легким восковим нальотом. Насінини довгасті та мають тверду оболонку.

Плоди *J. communis* висушували повітряно-темновим способом за  $25 \pm 3^\circ\text{C}$  у приміщенні з доброю вентиляцією до стабільної маси (повітряно-суха). Частина плодів висушувалась до абсолютно-сухої маси в сухожаровій шафі за  $105^\circ\text{C}$ .

**Приготування 70% (m/v) етанольних екстрактів шишкоягід *J. communis*.** Наважку повітряно-сухих шишкоягід масою 10 г подрібнювали на лабораторному млині до лінійних розмірів 0,5–2 мм. До подрібненого матеріалу вносили 70% етанол і витримували 10 діб за температури  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  у темному місці, застосовували щоденне триразове перемішування. Екстракт шишкоягід отримували фільтруванням через стерильну марлю, вологий залишок матеріалу відтискали, промивали невеликою кількістю екстрагенту, знову відтискали та доводили отриману витяжку екстрагентом до необхідного об'єму (до 100 мл). Профільтровану витяжку очищали від дрібних залишок сировини центрифугуванням.

Отримані спиртові екстракти використовували для визначення загального вмісту фенольних сполук у шишкоягодах *J. communis* у перерахунку на їх абсолютно-суху масу (далі – АСМ).

**Визначення загального вмісту фенольних сполук у спиртових екстрактах шишкоягід здійснювали із застосуванням реактиву Фоліна – Чокальтеу.** Колориметричний метод визначення загального вмісту фенольних речовин заснований на їхній здатності відновлювати фосфорно-вольфрамову та фосфорно-молібденову кислоти (складники реактиву Фоліна – Чокальтеу) до суміші оксидів. Останні набувають блакитного забарвлення, інтенсивність яких пропорційна кількості відновлених фенольних речовин, що детектуються спектрофотометрично за 765 нм [17].

**Хід аналізу.** У дослідні проби вносили по 0,2 мл розведеного ( $n = 10, 50$  і  $100$ ) спиртового екстракту шишкоягід *J. communis*, 0,4 мл реактиву Фоліна – Чокальтеу, через кілька хвилин – 2,4 мл 5% натрію гідрокарбонату. Далі проби перемішували, доводили їхній об'єм дистильованою водою до 5 мл та інкубували 40 хвилин за кімнатної температури.

Визначали оптичну густину проб на спектрофотометрі UNICO 2150E (United Products & Instruments, США) за довжини хвилі 765 нм стосовно до контролю, який містив дистильовану воду замість досліджуваного екстракту.

Для обчислення вмісту поліфенолів у досліджуваних зразках будували калібрувальний графік. Стандартом порівняння слугував розчин галової кислоти (GA) з концентрацією 0,2 г/л. Вміст суми поліфенольних сполук (у перерахунку на галову кислоту, мг GA-одиниць) у шишкоягодах *J. communis* обчислювали за формулою (1):

$$X = \frac{c \cdot V_p \cdot n \cdot k}{V_p \cdot m}, \quad (1)$$

де  $X$  – вміст суми поліфенольних сполук в АСМ сировини, мг GA/г АСМ;  $c$  – масова концентрація галової кислоти, знайденої за калібрувальним графіком, мг GA/л;  $V_E$  – об'єм спиртового екстракту, мл;  $n$  – розведення екстракту;  $V_p$  – об'єм фотометрованої проби, мл;  $m$  – маса сухої наважки сировини, г;  $k$  – коефіцієнт перерахунку на АСМ сировини.

**Визначення вмісту аскорбінової кислоти (далі – АК) у шишкоягодах спектрофотометричним методом за Муррі.** Метод заснований на редуруючих властивостях аскорбінової кислоти, під дією якої 2,6-дихлорфеноліндофенол (розчин Тільманса) синього забарвлення відновлюється до безбарвної сполуки [18].

**Приготування екстракту.** Наважку рослинного матеріалу (свіжі шишкоягоди *J. communis*) масою 5 г гомогенізували розтиранням у фарфоровій чашці за присутності 2% метафосфорної кислоти та доводили об'єм до 100 мл цією ж кислотою. Гомогенат охолоджували та центрифугували до повного осадження залишків матеріалу. Супернатант (далі – екстракт) використовували для визначення вмісту АК в сировині.

**Хід аналізу.** У дослідні проби вносили по 5 мл розведеного (у 100, 500 і 1 000 разів) екстракту й у точно фіксований час додавали 0,5 мл 0,025% розчину 2,6-дихлорфеноліндофенолу. Через 35 секунд дослідну пробу фотометрували за 530 нм у кварцовій 10 мм кюветі проти 2% кислоти (контрольна проба). Контролем слугувала проба, що містила 5 мл 2% кислоти та 0,5 мл барвника. Зміна інтенсивності забарвлення дослідного розчину пропорційна кількості АК.

Для обчислення вмісту АК в досліджуваних зразках будували калібрувальний графік. Стандартом порівняння слугував розчин аскорбінової кислоти з концентрацією 0,3 мг/л. Вміст АК в шишкоягодах *J. communis* обчислювали за формулою (2):

$$X = \frac{A \cdot V_p \cdot n \cdot k}{V_p \cdot m}, \quad (2)$$

де  $X$  – масова концентрація АК, мг/г АСМ;  $A$  – вміст АК, мг/мл екстракту, знайденої за калібрувальним графіком;  $V_E$  – об'єм екстракту, мл;  $n$  – розведення екстракту;  $V_p$  – об'єм фотометрованої проби, мл;  $m$  – маса повітряно-сухої наважки сировини, г;  $k$  – коефіцієнт перерахунку на АСМ сировини.

**Визначення вмісту каротину в шишкоягодах спектрофотометричним методом за Попандопуло [19].** Наважку свіжих шишкоягід масою 5 г гомогенізували у ступці з додаванням петролейного ефіру. Перенесли отриманий гомогенат у конічну колбу (на 200 мл), на дно якої поміщали 1,5 см шар натрій сульфату та заливали петролейним ефіром до повного покриття рослинного матеріалу. Настоявали матеріал за кімнатної температури в темряві упродовж доби. Отримували екстракт шляхом поступового фільтрування настою за допомогою скляного фільтра Шота № 3, з'єданого з колбою Бунзена. Осад матеріалу ретельно промивали петролейним ефіром. Вимірювали загальний об'єм отриманого екстракту та визначали його оптичну густину за  $\lambda = 440$  нм. Обчислювали вміст каротину в шишкоягодах (мкг/г АСМ) за формулою (3):

$$X = \frac{D_{440} \cdot V \cdot k}{V_p \cdot m}, \quad (3)$$

де  $X$  – масова концентрація каротину, мкг/г АСМ;  $D_{440}$  – значення оптичної густини екстракту за 440 нм;  $V$  – загальний об'єм екстракту, мл;  $m$  – маса наважки, г;  $k$  – коефіцієнт перерахунку на АСМ рослинного матеріалу.

**Статистичний аналіз експериментальних даних.** Досліди проводили в п'яти аналітичних повторях. Отримані результати опрацьовували статистично з використанням програми *Microsoft Office Excel*. Для кожної вибірки показників визначали середнє арифметичне ( $M$ ), стандартну похибку середнього ( $m$ ), коефіцієнт Стюдента ( $t$ ) і достовірність ( $p$ ). Статистичний і математичний аналіз отриманих даних здійснювали шляхом застосування дисперсійного та кореляційного аналізів. Дані вважали достовірними за рівня значущості  $p \leq 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТИ

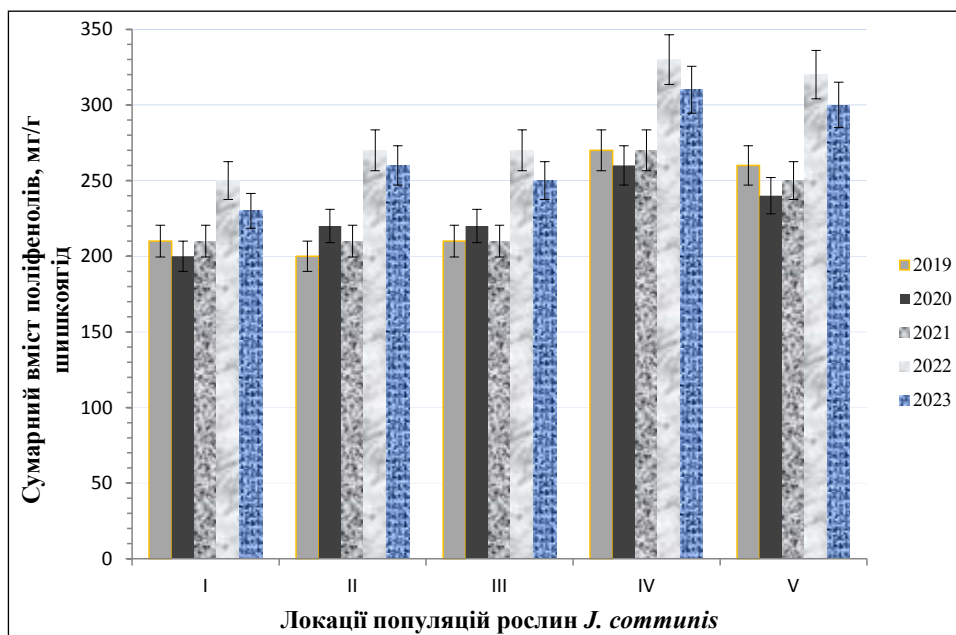
Шишкоягоди *J. communis* є важливою лікарською сировиною, яку використовують як окремо, так і у складі фітокомполітів лікувального призначення завдяки наявності в їхньому складі значних кількостей БАР [8]. Кількісний і якісний склад діючих речовин є важливим показником якості ЛРС, тому їхній вміст контролюють у кожному зборі. У низці досліджень показано, що вміст деяких БАР у складі шишкоягід може змінюватись залежно від ґрунтово-кліматичних умов зростання та генетичної структури популяцій, виявляючи сезонну мінливість [20]. Тому ми здійснили аналіз вмісту деяких БАР у складі шишкоягід *J. communis*, які зібрані на території Львівської області в різних локаціях нижнього гірського поясу Українських Карпат у 2019–2023 рр.

Для визначення вмісту БАР шишкоягоди *J. communis* піддавали механічному подрібненню до лінійних розмірів 0,5–2 мм. У попередніх дослідженнях ми встановили, що настоювання подрібнених плодів *J. communis* у 70% (m/V) етанолі є ефективним і оптимальним способом отримання біологічно активних екстрактів. Для їх отримання досить семидобового настоювання подрібненої сировини *J. communis* за умов кімнатної температури в поєднанні зі щоденним (3–5 разів) перемішуванням. Отримані таким способом спиртові екстракти шишкоягід мають найвищий вміст поліфенолів і аскорбінової кислоти, а також володіють високою бактерицидною дією стосовно тест-культур *Escherichia coli* та *Streptococcus epidermidis* [12]. У подальших дослідженнях ми застосували зазначений спосіб подрібнення сировини *J. communis* для екстрагування поліфенолів і визначення їх вмісту у зборах шишкоягід.

**Оцінка загального вмісту поліфенолів у шишкоягодах *J. communis*.** Сумарний вміст поліфенолів (за галовою кислотою) у плодах *J. communis* (у перерахунку на абсолютно суху біомасу) визначали за їх кількістю, екстрагованих 70% етанолом. Як бачимо (рис. 1), вміст поліфенолів у шишкоягодах *J. communis*, зібраних у різних локаціях Українських Карпат, характеризується сезонною варіативністю та популяційною мінливістю. Варто зауважити, що найвищий вміст поліфенолів притаманний для шишкоягід рослин із локації IV (околиці с. Довге-Гірське, Дрогогобицький район). До того ж їхній вміст у зборах шишкоягід демонструє сезонну варіативність у діапазоні 260–330 мг ГА/г АСМ. Сезонна варіативність за вмістом поліфенолів у зборах шишкоягід притаманна всім дослідженим популяціям *J. communis*. Зокрема, у шишкоягодах рослин локації I вміст ПФ варіює в діапазоні 200–250 і становить у середньому  $220 \pm 10$  мг ГА/г АСМ; з локації II – у діапазоні 200–270 і в середньому становить  $230 \pm 10$  мг ГА/г АСМ; з локації III – у діапазоні 210–270 і становить  $230 \pm 10$  мг ГА/г АСМ; з локації V – у діапазоні 260–320, становить  $270 \pm 10$  мг ГА/г АСМ.

Отже, вміст ПФ у зборах шишкоягід *J. communis* є досить високим, демонструє сезонну варіативність і популяційну мінливість, що узгоджується з даними літератури. Зокрема, у дослідженнях J. Fejér et al. (2022 р.) показано, що вміст поліфенолів та інших БАР в екстрактах шишкоягід *J. communis*, зібраних у різних локаціях Північно-Східної Словаччини, також має сезонну варіативність [20].

**Оцінка аскорбінової кислоти в шишкоягодах *J. communis*.** Згідно з даними літератури, шишкоягоди *J. communis* містять значну кількість аскорбінової кислоти (АК) – біологічно активної речовини, важливої для рослин і здоров'я людини [2; 3; 10]. АК, відома як вітамін С, належить до похідних поліокси-γ-лактонів ненасичених карбонових (α-гулонової) кислот і володіє антиоксидантними властивостями. Завдяки



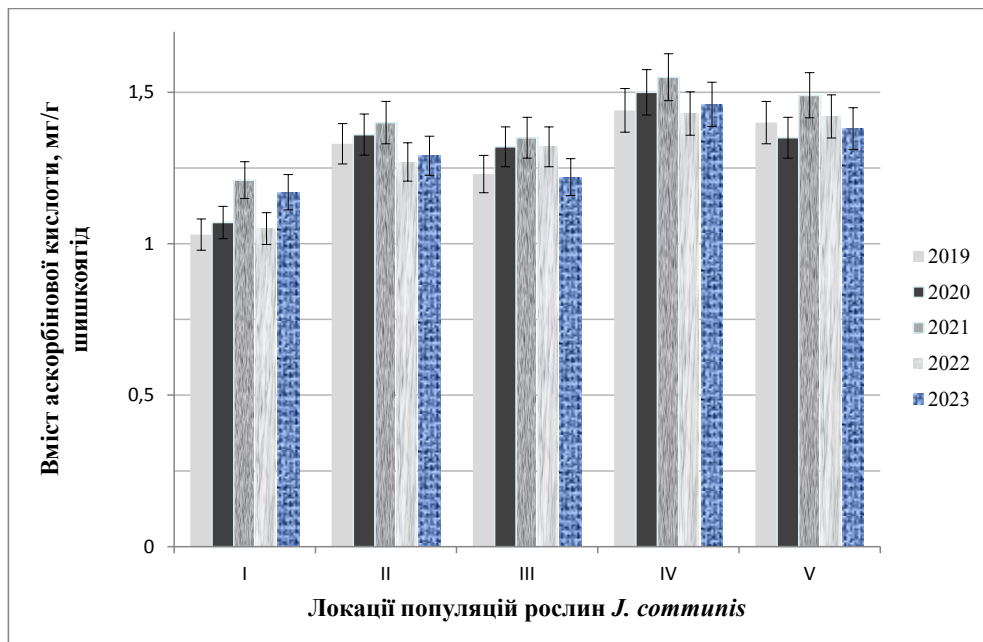
**Рис. 1.** Сезонна варіативність сумарного вмісту поліфенолів у шишкоягодах рослин *J. communis*, які зростають на території Львівської області в різних локаціях (I–V) нижнього гірського поясу Українських Карпат: I) околиці с. Сторона (Дрогобицький район); II) околиці с. Лопушанка (Самбірський район); III) околиці с. Верхня Стинава (Стрийський район); IV) околиці с. Довге-Гірське (Дрогобицький район); V) околиці с. Бориня (Самбірський район)

останнім АК бере участь у захисті клітин від руйнівного впливу вільних радикалів, які можуть призвести до окислювального стресу й ушкоджень клітинних структур [21]. Біологічна роль АК є багатогранною: вона посилює стресостійкість, репаративні процеси, збільшує стійкість до інфекцій, покращує засвоєваність йонів кальцію та феруму. Тому багато видів рослин синтезують і накопичують АК у вегетативних і генеративних органах [8].

Ми оцінили вміст АК у шишкоягодах *J. communis*, зібраних у досліджуваних локаціях нижнього гірського поясу Українських Карпат. Як бачимо (рис. 2), її вміст є високим і узгоджується з даними літератури [21]. Необхідно зауважити, що вміст АК у зборах шишкоягід рослин *J. communis* з усіх досліджених локацій виявляє деяку сезонну варіативність. Зокрема, у зборах шишкоягід з локації I вміст АК варіює в діапазоні 1,03–1,21 і становить у середньому  $1,11 \pm 0,05$  мг/г АСМ; з локації II – варіює в діапазоні 1,27–1,40 і в середньому становить  $1,33 \pm 0,06$  мг/г АСМ; з локації III – варіює в діапазоні 1,22–1,35 і становить  $1,29 \pm 0,06$  мг/г АСМ; з локації IV – варіює в діапазоні 1,43–1,55 і становить  $1,48 \pm 0,07$  мг/г АСМ; з локації V – варіює в діапазоні 1,35–1,49 і становить  $1,41 \pm 0,07$  мг/г АСМ.

Отже, вміст АК у плодах *J. communis* 2019–2023 рр. збору має деяку сезонну мінливість і варіює в діапазоні значень від 1,03 до 1,55 мг/г, що в середньому становить  $1,32 \pm 0,06$  мг/г АСМ. Зокрема, вміст АК у шишкоягодах *J. communis* 2021 р. збору з усіх досліджених локацій був дещо вищим і становив  $1,40 \pm 0,06$  мг/г АСМ, на противагу

вмісту АК у шишкоягодах інших років збору (у 2019 р. –  $1,29 \pm 0,06$ ; 2020 р. –  $1,32 \pm 0,07$ ; 2022 р. –  $1,30 \pm 0,07$ ; 2023 р. –  $1,30 \pm 0,07$  мг/г АСМ). Зауважено, що вміст АК в шишкоягодах рослин з різних локацій виявляє й популяційну мінливість. Зокрема, найвищий вміст АК (у середньому по сезонах) мають шишкоягоди ялівцю рослин з локації IV ( $1,48 \pm 0,07$  мг/г АСМ), найменший – з локації I ( $1,11 \pm 0,05$  мг/г АСМ), що в 1,33 раз менше. Отже, у шишкоягодах *J. communis* 2019–2023 рр. збору вміст АК виявляє сезонну варіативність і популяційну мінливість.



**Рис. 2.** Сезонна варіативність вмісту аскорбінової кислоти в шишкоягодах рослин *J. communis*, які зростають на території Львівської області в різних локаціях нижнього гірського поясу Українських Карпат: I) околиці с. Сторона (Дрогобицький район); II) околиці с. Лопушанка (Самбірський район); III) околиці с. Верхня Стинава (Стрийський район); IV) околиці с. Довге-Гірське (Дрогобицький район); V) околиці с. Бориня (Самбірський район)

**Оцінка вмісту каротину в шишкоягодах *J. communis*.** З даних літератури відомо, що шишкоягоди *J. communis* містять також незначну кількість каротину [21]. Останній є оранжевим пігментом, представником природних каротиноїдів, які часто трапляються в лікарських рослинах, овочевих і плодово-ягідних культурах. Цей пігмент є важливим для здоров'я людей, оскільки є попередником вітаміну А, має антиоксидантні та генопротекторні властивості. Антиоксидантні властивості каротиноїдів зумовлюють їхню фотозахисну, антимуtagenну та канцерогенну дію [21]. Ми оцінили вміст каротину у зборах шишкоягід *J. communis* за методом Попандопуло [19].

Як свідчать результати досліджень (табл. 1), вміст каротину в шишкоягодах *J. communis* різних років збору є незначним і в середньому становить  $2,36 \pm 0,11$  мкг/г АСМ, сезонна варіативність не спостерігається. Зокрема, вміст каротину у зборах



**Сезонна варіативність вмісту каротину в шишкоягодах *J. communis*,  
зібраних на території Львівської області в різних локаціях нижнього гірського  
поясу Українських Карпат**

Локації	Вміст каротину, мкг/г шишкоягід (АСМ)					
	2019 р.	2020 р.	2021 р.	2022 р.	2023 р.	M ± m
I	2,34 ± 0,11	2,31 ± 0,11	2,36 ± 0,12	2,35 ± 0,12	2,33 ± 0,11	2,34 ± 0,11
II	2,32 ± 0,11	2,35 ± 0,11	2,37 ± 0,12	2,34 ± 0,11	2,33 ± 0,11	2,34 ± 0,11
III	2,35 ± 0,11	2,34 ± 0,11	2,38 ± 0,12	2,35 ± 0,11	2,34 ± 0,11	2,35 ± 0,11
IV	2,37 ± 0,12	2,38 ± 0,12	2,42 ± 0,12	2,40 ± 0,12	2,39 ± 0,12	2,39 ± 0,12
V	2,36 ± 0,12	2,39 ± 0,12	2,40 ± 0,12	2,39 ± 0,12	2,37 ± 0,12	2,38 ± 0,12
M ± m	2,35 ± 0,11	2,35 ± 0,11	2,39 ± 0,12	2,37 ± 0,12	2,35 ± 0,11	2,36 ± 0,11

шишкоягід із локації I (у середньому по сезонах) становить  $2,34 \pm 0,11$  мкг/г АСМ; з локації II –  $2,34 \pm 0,11$  мкг/г АСМ; з локації III –  $2,35 \pm 0,11$  мкг/г АСМ; з локації IV –  $2,39 \pm 0,12$  мкг/г АСМ; з локації V –  $2,38 \pm 0,12$  мкг/г АСМ. Порівняльний аналіз вмісту каротину не виявив достовірної різниці ( $p \approx 0$ ) у зборах шишкоягід *J. communis* із досліджуваних популяцій. Отже, його вміст у плодах *J. communis*, зібраних на території Львівської області в нижньому гірському поясі Українських Карпат, у середньому по сезонах становить  $2,36 \pm 0,11$  мкг/г АСМ.

## ВИСНОВКИ

Виявлено, що сумарний вміст поліфенолів і аскорбінової кислоти у зборах шишкоягід рослин *J. communis*, які зростають на території Львівської області в різних локаціях нижнього гірського поясу Українських Карпат, має сезонну мінливість. Установлено, що сумарний вміст поліфенолів (метод Фоліна – Чокальтеу, у перерахунку на галову кислоту), екстрагованих 70% етанолом із подрібнених шишкоягід, характеризується широким діапазоном мінливості та становить  $200 \pm 10\text{--}340 \pm 20$  мг GA/г АСМ сировини. Вміст аскорбінової кислоти у зборах шишкоягід різних років (2019–2023 рр.) варіює у вужчому діапазоні значень і становить  $1,11 \pm 0,05\text{--}1,48 \pm 0,07$  мг/г АСМ шишкоягід. Вміст каротину у зборах шишкоягід *J. communis* 2019–2023 рр. є незначним, у середньому становить  $2,36 \pm 0,11$  мкг/г АСМ, сезонна мінливість не спостерігається. Дисперсійним аналізом виявлено, що шишкоягоди рослин *J. communis*, які зростають на досліджуваних територіях Українських Карпат, різняться вмістом поліфенолів в 1,25–1,7 рази, аскорбіновою кислотою – в 1,33 раз, але не каротином. Порівняльним аналізом встановлено, що у зборах шишкоягід рослин *J. communis*, які зростають в одній із досліджених популяцій, вміст поліфенолів і аскорбінової кислоти є достовірно найвищим.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Лікарські рослини : енциклопедичний довідник / за ред. А.М. Гродзінського. Київ : Українська енциклопедія ім. М.П. Бажана, Український виробничо-комерційний центр «Олімп», 1992. С. 490–491.
2. Біологічно активні речовини і лікувальні препарати з Ялівцю звичайного / О.Г. Малик та ін. *Біологія тварин*. 2010. Т. 12 (1). С. 37–43.
3. Фармакологічні властивості Ялівцю звичайного (*Juniperus communis*) та екологічні особливості його поширення на Дрогобиччині / С.Я. Волошанська та ін. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. 2014. Вип. 24.4. С. 179–184. URL: [https://nv.ntu.edu.ua/Archive/2014/24\\_4/179\\_Vol.pdf](https://nv.ntu.edu.ua/Archive/2014/24_4/179_Vol.pdf).
4. Adams R.P. *Junipers of the World: The Genus Juniperus*. 4<sup>th</sup> ed. Bloomington, IN, USA : Trafford Publishing Company, 2014. 436 p. URL: <http://surl.li/mlami>.
5. Potential of *Juniperus communis* L as a nutraceutical in human and veterinary medicine / R. Raina et al. *Heliyon*. 2019. Vol. 5 (8) : e02376. DOI: 10.1016/j.heliyon.2019.e02376.
6. Біологічна дія та застосування фітопрепаратів на основі ялівцю звичайного. Biological effects and application on the basis of herbal *Juniper* usual. / М. Козар та ін. *Acta Carpathica*. 2013. № 10. С. 97–102. URL: <http://surl.li/mkoue>.
7. Euforgen. *Juniperus communis*. URL: <https://www.euforgen.org/species/juniperus-communis>.
8. Preparation and study of Juniper berry and seed extracts / М. Torosyan et al. *Proceedings of the YSU B: Chemical and Biological Sciences*. 2023. Vol. 57. P. 177–181. DOI: 10.46991/PYSU:B/2023.57.2.177.
9. Antioxidant and antimicrobial activities of branches extracts of five *Juniperus* species from Turkey. *Pharm Biol* / M.F. Taviano et al. 2011. Vol. 49 (10). P. 1014–1022. DOI: 10.3109/13880209.2011.
10. Chemical composition and antioxidant properties of *Juniper* berry (*Juniperus communis* L.) essential oil. Action of the essential oil on the antioxidant protection of *Saccharomyces cerevisiae* model organism / М. Höferl et al. *Antioxidants*. 2014. Vol. 3 (1). P. 81–98. <https://doi.org/10.3390/antiox3010081>.
11. Comparative analysis of flavonoid profile, antioxidant and antimicrobial activity of the berries of *Juniperus communis* L. var. *communis* and *Juniperus communis* L. var. *saxatilis* Pall. from Turkey / N. Miceli et al. *J Agric Food Chem*. 2009. Vol. 57 (15). P. 6570–6577. DOI: 10.1021/jf9012295. PMID: 19580284.
12. Assessment of the methods for obtaining alcoholic extracts from *Juniper berry* (*Juniperus communis* L.) / H.M. Klepach et al. *Acta Carpathica*. 2017. 28. P. 63–72. URL: <http://journals.dspu.in.ua/index.php/actacarpatica/issue/view/27>.
13. Biologically active properties of the ethanol and aqueous extracts from the needles / H. Klepach et al. *Juniperus communis* / *PNAP (Scientific Journal of Polonia University)*. 2019. Vol. 34 (3). P. 104–112. DOI: <http://dx.doi.org/10.23856/3413>.
14. Modulatory effect of standardised amentoflavone isolated from *Juniperus communis* L. against Freund's adjuvant induced arthritis in rats (histopathological and X Ray analysis) / S. Bais et al. *Biomed Pharmacother*. 2017. Vol. 86. P. 381–392. DOI: 10.1016/j.biopha.2016.12.027.
15. Antioxidant and Hepatoprotective Potential of Phenol-Rich Fraction of *Juniperus communis* Linn. Leaves / A. Ved et al. *Pharmacogn Mag*. 2017. Vol. 13 (49). P. 108–113. DOI: 10.4103/0973-1296.197648.
16. Tyrosinase inhibitory flavonoid from *Juniperus communis* fruits / J. Jegal et al. *Biosci Biotechnol Biochem*. 2016. Vol. 80 (12). P. 2311–2317. doi.org/10.1080/09168451.2016.1217146.

17. Analysis of total phenols and other oxidations substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent / V.L. Singleton et al. *Methods in enzymology*. 1999. Vol. 299. P. 152–178. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1).
18. Davies S.H.R., Masten S.J. Spectrophotometric method for ascorbic acid using dichlorophenolindophenol: elimination of the interference due to iron. *Anal. Chim. Acta*. 1991. Vol. 248 (1). P. 225. URL: <https://zlibrary.to/dl/analytica-chimica-acta-1991-vol-248-index>.
19. Сучасні методи біохімічного аналізу рослин : навчальний посібник / Л.В. Шупранова та ін. Дніпро : Вид-во ДНУ, 2011. 80 с.
20. Seasonal variability of *Juniperus communis* L. berry ethanol extracts : 2. *In vitro* ferric reducing ability of plasma (FRAP) assay / J. Fejér et al. *Molecules*. 2022. Vol. 27 (24). P. 9027. DOI: 10.3390/molecules27249027. PMID: 36558161; PMCID: PMC9787287.
21. Антиоксидантна дія екстрактів окремих лікарських рослин / С.С. Монастирська та ін. *Вісник Львівського університету*. Серія «Біологічна». 2016. Вип. 73. С. 409–412. URL: <http://surl.li/mlvij>.

## REFERENCES

1. Likarski roslyny: entsyklopedychnyi dovidnyk (1992) / Grodzinsky A.M. (ed.). Kyiv : Ukrainska entsyklopediia im. M.P. Bazhana, Ukrainskyi vyrobnycho-komertsiinyi tsentr “Olimp” [Kyiv : Ukrainian encyclopedia named after M.P. Bazhan, Ukrainian Production and Commercial Center “Olympus”], 490–491. [in Ukrainian].
2. Malyk, O.G., Voloshans’ka, S.Y. & Kravtsiv, M.M. (2010). Biologichno aktyvni rehovyny i likuvalni preparaty z Yalivtsiu zvychainoho [Biologically active substances and medicinal products made from juniper ordinary]. *Biologhiia tvaryn – Biology of animals*, 12 (1), 37–43. [in Ukrainian].
3. Voloshans’ka, S.Y., Kossak, G.M., Skrobach, T.B. & Harachko, T.I. (2014). Farmakologichni vlastyvyosti Yalivtsiu zvychainoho (*Juniperus communis*) ta ekolohichni osoblyvosti yoho poshyrennia na Drohobychchyni [Pharmacological properties of *Juniperus communis* L. and peculiarities of its extension within Drohobych region]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy – Scientific bulletin of UNFU*, 24.4, 179–184. URL: [https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2014/24\\_4/179\\_Vol.pdf](https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2014/24_4/179_Vol.pdf). [in Ukrainian].
4. Adams, R.P. (2014). *Junipers of the World: The Genus Juniperus*, 4<sup>th</sup> ed.; Trafford Publishing Company: Bloomington, IN, USA, 436. URL: <http://surl.li/mlami>.
5. Raina, R., Verma, P.K., Peshin, R. & Kour, H. (2019). Potential of *Juniperus communis* L as a nutraceutical in human and veterinary medicine. *Heliyon*, 5 (8): e02376. DOI: 10.1016/j.heliyon.2019.e02376.
6. Kozar, M., Klyuchkovich, V. & Voloshans’ka, S. (2013). Biologichna diia ta zastosuvannya fitopreparativ na osnovi yalivtsiu zvychainoho [Biological effects and application on the basis of herbal *Juniper* usual]. *Acta Carpathica*, 10, 97–102. URL: <http://surl.li/mkoue> [in Ukrainian].
7. Euforgen. *Juniperus communis*. URL: <https://www.euforgen.org/species/juniperus-communis>.
8. Torosyan, M., Vardapetyan, V., Shahinyan, G. & Martiryan A. (2023). Preparation and study of Juniper berry and seed extracts. *Proceedings of the YSU B: Chemical and Biological Sciences*, 57, 177–181. DOI: 10.46991/PYSU:B/2023.57.2.177.
9. Taviano, M.F., Marino, A., Trovato, A., Bellinghieri, V., La Barbera, T.M., Güvenç A., Hürkul, M.M., Pasquale, R.D. & Miceli, N. (2011). Antioxidant and antimicrobial activities of branches extracts of five *Juniperus* species from Turkey. *Pharm Biol.*, 49 (10), 1014–1022. DOI: 10.3109/13880209.2011.
10. Höferl, M., Stoilova, I., Schmidt, E., Wanner, J., Jirovetz, L., Trifonova, D., Krastev, L. & Krastanov, A. (2014). Chemical composition and antioxidant properties of *Juniper* berry

- (*Juniperus communis* L.) essential oil. Action of the essential oil on the antioxidant protection of *Saccharomyces cerevisiae* model organism. *Antioxidants*, 3 (1), 81–98. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox3010081>.
11. Miceli, N., Trovato, A., Dugo, P., Cacciola, F., Donato, P., Marino, A., Bellinghieri, V. La, Barbera, T.M, Güvenç, A. & Taviano, M.F. (2009). Comparative analysis of flavonoid profile, antioxidant and antimicrobial activity of the berries of *Juniperus communis* L. var. *communis* and *Juniperus communis* L. var. *saxatilis* Pall. from Turkey. *J Agric Food Chem*, 57 (15), 6570–6577. DOI: 10.1021/jf9012295. PMID: 19580284.
  12. Klepach, H.M., Voitkiv, O. & Voloshanska, S. (2017). Assessment of the methods for obtaining alcoholic extracts from *Juniper berry* (*Juniperus communis* L.). *Acta Carpathica*, 28, 63–72. URL: <http://journals.dspu.in.ua/index.php/actacarpatica/issue/view/27>.
  13. Klepach, H., Voloshanska, S., Kovalchuk, H. & Stopa, A. (2019). Biologically active properties of the ethanol and aqueous extracts from the needles of *Juniperus communis*. *PNAP (Scientific Journal of Polonia University)*, 34 (3), 104–112. DOI: <http://dx.doi.org/10.23856/3413>.
  14. Bais, S., Abrol, N., Prashar, Y., & Kumari, R. (2017). Modulatory effect of standardised amentoflavone isolated from *Juniperus communis* L. against Freund's adjuvant induced arthritis in rats (histopathological and X Ray anaysis). *Biomed Pharmacother*, 86, 381–392. DOI: 10.1016/j.biopha.2016.12.027.
  15. Ved, A., Gupta, A. & Rawat A.K. (2017). Antioxidant and Hepatoprotective Potential of Phenol-Rich Fraction of *Juniperus communis* Linn. Leaves. *Pharmacogn Mag.*, 13 (49), 108–113. DOI: 10.4103/0973-1296.197648.
  16. Jegal, J., Park, S.A, Chung, K., Chung, H.Y., Lee, J., Jeong, E.J., Kim, K.H., & Yang, M.H. (2016). Tyrosinase inhibitory flavonoid from *Juniperus communis* fruits. *Biosci Biotechnol Biochem*, 80 (12), 2311–2317. doi.org/10.1080/09168451.2016.1217146.
  17. Singleton, V.L., Orthofer, R. & Lamuela-Raventos, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidations substractes and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in enzymology*, 299, 152–178. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1).
  18. Davies, S.H.R. & Masten, S.J. (1991). Spectrophotometric method for ascorbic acid using dichlorophenolindophenol: elimination of the interference due to iron. *Anal. Chim. Acta*. 1991, 248 (1), 225–226. URL: <https://zlibrary.to/dl/analytica-chimica-acta-1991-vol-248-index>.
  19. Shupranova, L.V., Bilchuk, V.S., Bohuslavska, L.V. et al. (2011). Suchasni metody biokhimichnoho analizu roslyn: navch. posibn. [Modern methods of biochemical analysis of plants : tutorial]. D.: Vydavnytstvo DNU [D.: DNU pub], 80 p. [in Ukrainian].
  20. Fejér, J., Gruľová, D., Eliašová, A., Kron, I. (2022). Seasonal variability of *Juniperus communis* L. berry ethanol extracts: 2. *In vitro* ferric reducing ability of plasma (FRAP) assay. *Molecules*, 27 (24): 9027. DOI: 10.3390/molecules27249027. PMID: 36558161; PMCID: PMC9787287.
  21. Monastyrska S., Voloshanska, S. & Stetsyk R. (2016). Antyoksydantna diia ekstraktiv okremykh likarskykh roslyn [Antioxidant action of extracts of some medical plants]. *Visnyk of the Lviv University. Series Biology*, 73, 409–412. URL: <http://surl.li/mlvij> [in Ukrainian].

## ABSTRACT

### EVALUATION OF THE CONTENT OF SOME BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES IN BERRIES OF *JUNIPERUS COMMUNIS* PLANTS FROM NATURAL POPULATIONS OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS

*Juniperus communis* berries are an important medicinal plant raw material due to the high content of biologically important compounds that determine its therapeutic effect, as well as the pharmacological activity of preparations, extracts, biologically active supplements (BASs), phytoteas made on its basis. The qualitative and quantitative composition of medicinal raw materials can change depending on the genetic structure of the population and the soil and climatic conditions of plant growth, that's why the content of pharmacologically important substances in each collection must be constantly monitored.

The content of some biologically active substances in the berries of *J. communis* plants, which grow in the territory of the Lviv region in five different locations of the lower mountain belt of the Ukrainian Carpathians, was evaluated. A comparative analysis of the total content of polyphenols, ascorbic acid, and carotene in the fruits of *J. communis* harvested in 2019–2023 was carried out. It was found that the total content of polyphenols and ascorbic acid in the berries of *J. communis* has seasonal variability. It was found that the total content of polyphenols (Folin – Chocalteu method, calculated on gallic acid (GA)), extracted with 70% ethanol from crushed berries, vary in limits from  $200 \pm 10$  to  $340 \pm 20$  mg GA/g absolutely dry mass (ADM). The content of ascorbic acid in juniper berries varies in a narrower range of values from  $1,11 \pm 0,05$  to  $1,48 \pm 0,07$  mg/g ADM. The carotene content in the 2019–2023 collections of *J. communis* berries is insignificant, on average it is  $2,36 \pm 0,11$  mg/g ADM, seasonal and population variability is not observed. It was found that the berries of *J. communis* plants, which grow in the territory of the Lviv region in different locations of the Ukrainian Carpathians, differ in the content of polyphenols by 1,25–1,7 times and ascorbic acid by 1,33 times, but not in carotene.

**Key words:** *Juniperus communis*, berries, extracts, biologically active substances, seasonal variability, population variability.