

**ОЦІНКА СТАНУ ТА СТРУКТУРИ ПОПУЛЯЦІЇ РІДКІСНОГО ВИДУ  
DACTYLORHIZA INCARNATA (L.) SOB. В УРБАНІЗОВНОМУ СЕРЕДОВИЩІ (М. СУМИ)**

**Клименко Ганна Олександрівна**

кандидат біологічних наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0003-1859-4997  
annaklimenko2014@gmail.com

**Кирильчук Катерина Сергіївна**

кандидат біологічних наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0001-9968-4833  
ekaterinakir2017@gmail.com

**Шерстюк Марина Юріївна**

кандидат біологічних наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0002-4983-6453  
maryna\_skljar@ukr.net

**Зубцова Інна Володимирівна**

кандидат біологічних наук  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0001-6339-931X

**Клименко Ігор Михайлович**

студент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0002-3726-681X  
akadem.publik.info@gmail.com

**Демиденко Юлія Вікторівна**

студентка  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ulia34824@gmail.com

Проблема втрати біорізноманіття з кінця ХХ століття є однією з основних проблем глобального рівня, оскільки саме воно виступає головною умовою стійкого існування біосфери. В умовах антропогенної трансформації рослинного покриву Землі рідкісні види рослин являються критичною складовою біорізноманіття, у першу чергу потребуючи всебічних, комплексних і довгострокових спостережень для забезпечення ефективної охорони. Тому метою дослідження було проведення довгострокового моніторингу популяції *Dactylorhiza incarnata* (L.) Sob., що зростає в урбанізованому середовищі у межах м. Суми, з інтервалом у п'ять років (2017 та 2021 роки). На основі даних про зміни загальної чисельності, онтогенетичної структури, онтогенетичних спектрів та онтогенетичних індексів, а також за даними повного морфометричного аналізу зроблено висновки і дано оцінку щодо стійкого існування популяції *D. incarnata*. В результаті встановлено, що загальна чисельність популяції *D. incarnata* збільшилась приблизно на 25% за п'ять років, з 2017 по 2021 роки. За онтогенетичною структурою та онтогенетичними індексами популяція *D. incarnata* характеризувалась як молода з високими індексами відновлення та стабільним індексом генеративності на рівні 21–22 %. Морфометричний аналіз рослин *D. incarnata* показав статистично достовірне ( $p = 0,000–0,009$ ) збільшення показників рослин за усіма обчислюваними морфопараметрами, окрім висоти рослини, у 2021 році, порівняно з 2017 роком. В цілому, вимірним морфопараметрам рослин *D. incarnata* у 2021 році був притаманний високий рівень варіювання. Найвищі показники коефіцієнтів варіації характерні для висоти суцвіття (24,5–32,8%) та кількості квіток (30–40%), а найнижчі – для кількості листя (10,7–21,7%), а також для висоти рослин у 2017 році (16,1%) та довжини листка у 2021 році (16,5%). Щодо морфоструктурної цілісності рослин *D. incarnata*, як реакції рослин на чинники середовища існування, було зафіксоване збільшення індексу морфологічної інтеграції особин даного виду в часі, в інтервалі в п'ять років – з 2017 по 2021 роки. Умови зростання популяції *D. incarnata*, у цілому, оцінюються як оптимальні й такі, що сприяють її стійкому існуванню. Усі елементи проведеного комплексного популяційного аналізу виявили поліпшення стану популяції, яке підтверджується і через збільшення кількості особин. З огляду на це, варто відмітити необхідність

продовження спостережень за популяцією даного рідкісного виду, оскільки він має статус «неоцінений» за Червоною книгою України і потребує накопичення фактичних даних за результатами довгострокового моніторингу.

**Ключові слова:** рідкісні види рослин, *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó, комплексні популяційні дослідження, довгостроковий моніторинг.

DOI <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.3.3>

**Вступ.** Втрата біорізноманіття з кінця XX століття є однією з основних проблем глобального рівня (Heller, 2009; Rands et al., 2010; Raven et al., 2011), оскільки біологічне різноманіття виступає головною умовою стійкого існування біосфери (Primak, 2002; Sytnyk, 2011; Polevoi et al., 2019; Malhi, 2020). В умовах антропогенної трансформації рослинного покриву Землі (Bondarieva et al., 2019; Skliar, 2020; Kovalenko et al., 2022), що активно відбувалася протягом XX століття і продовжує свій вплив у XXI столітті, рідкісні види рослин виступають критичною складовою біорізноманіття (Matias et al., 2012; Mouillot, 2013; Sarbu et al., 2014; Klymenko, 2022), у першу чергу потребуючи всебічного, комплексного і довгострокового дослідження для забезпечення ефективної охорони (Klymenko et al., 2016; Klymenko & Sherstiuk, 2019; Borovuk, 2020). Нині активно проводиться робота по визначенню і збереженню рідкісних видів рослин (Stoiko, 2004a; Hillebrand & Matthiessen, 2009; Rands et al., 2010; et al.; Sheliah-Sosonko, 2010; Andriienko, 2010, 2011), по інвентаризації рідкісних видів рослин (Andrienko & Shelyag-Sosonko, 1983; Stoiko, 2004b; Chervona knyha Ukrainy, 2009). Однак особливої уваги потребують дослідження рідкісних видів рослин на популяційному рівні (Onyshchenko et al., 2007; Panchenko & Chornous, 2009; Rasevych, 2010; Chui & Shumska, 2014; Maslennikov et al., 2016; Bessonova & Zaitseva, 2016), які нині теж активно проводяться, але досить часто мають спорадичний характер із висвітленням однорічних разових результатів (Shapovalova, 2017), тоді як для визначення стратегії і тактики охорони рідкісних видів рослин необхідні саме комплексні довгострокові популяційні дослідження (Ermolaev, 2007). К.М. Ситник (Sytnyk, 2011) підкреслював, що „реально існуючі у природі популяції є головними об'єктами біологічного різноманіття”. У зв'язку з цим, вивчення популяцій рідкісних видів у їх динаміці, у межах конкретних ценопопуляцій є актуальною науковою проблемою.

Мета дослідження – провести довгостроковий моніторинг за станом популяції *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó, що зростає в урбанізованому середовищі у межах м. Суми, з інтервалом в п'ять років (2017 та 2021 роки). На основі даних про зміни загальної чисельності, онтогенетичної структури, онтогенетичних спектрів та онтогенетичних індексів, а також за даними повного морфометричного аналізу зробити висновок і дати оцінку щодо стійкого існування популяції *D. incarnata* в умовах місцезростання.

**Матеріали і методи досліджень.** В процесі виконання роботи були застосовані різні методи щодо збору та аналізу даних, зокрема були використані екологічні та геоботанічні методи дослідження, методи неущкоджуючої морфометрії, статистичні методи аналізу даних.

Моніторинг стану популяції *D. incarnata* про-

дили у вегетаційний період 2017–2021 років. Оскільки досліджуваний вид є рідкісним, то використовувалися неруйнучі прийоми морфометрії. У результаті, розмір фітомаси особин не вимірювали, а враховували лише ті морфопараметри, які не призводять до знищення або пошкодження рослини. Використовували загальноприйнятну методику при роботі з рідкісними видами рослин (Zlobin et al., 2013).

Підсумкову оцінку морфологічної структури особин визначали за допомогою двох ключових показників: середнє значення ознаки та рівень її мінливості. Рівень мінливості ознак оцінювали величиною коефіцієнта варіації (у відсотках). Зазвичай, у морфології рослин використовуються такі оціночні шкали: коефіцієнт варіації менше 7% – мінливість ознаки дуже низька, 7–12% – низька, 13–20% – середня, 21–40% – висока і більше 40% дуже висока. Підвищена мінливість ознак у рослин спостерігається у випадках значної диференціації особин популяції за розміром і морфологічною структурою, яка зазвичай є наслідком мікромозаїчності середовищ існування та впливу деяких видів стресу. Вона трактується як прояв фенотипової пластичності та є відображенням здатності рослини адаптуватися до умов місцезростання (Kucher & Vahrusheva, 2004, Rostova, 2006).

Морфодіаграми дозволили візуально порівняти подібність і відмінність морфологічної структури особин за різними роками дослідження (як в даному випадку) або особин із різних локальних популяцій.

Скорельованість морфологічних структур визначали за індексом цілісності, який, на думку Ю.А. Злобіна (Zlobin, 2007), після проведеної перевірки кількох індексів, виявився найбільш ефективним, і вираховується за наступною формулою (Zlobin, 1989):

$$I = \frac{B}{(n^2 - n) / 2} \cdot 100\%,$$

де  $I$  – індекс морфологічної інтеграції, тобто цілісності особи,  $B$  – кількість статистично достовірних (на рівні ймовірності 0,95) коефіцієнтів кореляції в матриці,  $n$  – загальна кількість оцінених морфометричних параметрів.

Матриці коефіцієнтів кореляції симетричні, у зв'язку з цим підрахунок кількості статистично достовірних коефіцієнтів кореляції здійснювали лише в одній її половині (зазвичай нижче головної діагоналі, яка заповнена позначкою 1,000). Оскільки обчислення індексу морфологічної інтеграції засновані на коефіцієнтах кореляції, вибірки мають бути досить великими для забезпечення достовірності результатів (Murren, 2002), що і було дотримано у наших дослідженнях.

Онтогенетичний аналіз популяції проводили за загальновідомою методикою (Rabotnov, 1950)

з визначенням і характеристикою онтогенетичної структури, онтогенетичних спектрів та онтогенетичних індексів (Zlobin et al., 2022) популяції *D. incarnata* у 2017 та 2021 роках, із їхнім наступним порівнянням.

Залежно від співвідношення у популяції особин різних онтогенетичних станів, онтогенетичні спектри поділялися на кілька категорій (Zlobin, 2009): лівосторонній, центрований, правосторонній або бімодальний.

На основі співвідношення у популяції особин рослин різних онтогенетичних станів розрізняли популяції відповідних категорій (Rabotnov, 1950): *інвазійні* з переважанням передгенеративних рослин, *нормальні*, в яких частка особин різних онтогенетичних станів приблизно збалансована і переважають генеративні рослини, та *регресивні*, в яких переважають постгенеративні рослини.

Для інтегральної оцінки популяцій враховували онтогенетичні індекси, розроблені І.М. Коваленком (Kovalenko et al., 2019), які дозволили ефективно порівняти популяції дослідженого виду в часі: індекси відновлюваності, старіння, генеративності та віковості.

Статистичний обробіток даних проводили з використанням дисперсійного аналізу, кореляційного аналізу та описових статистик з використанням некомерційної програми SPSS Statistic та Excel (MSOffice 7). Значення  $P < 0,05$  вважали статистично вірогідними.

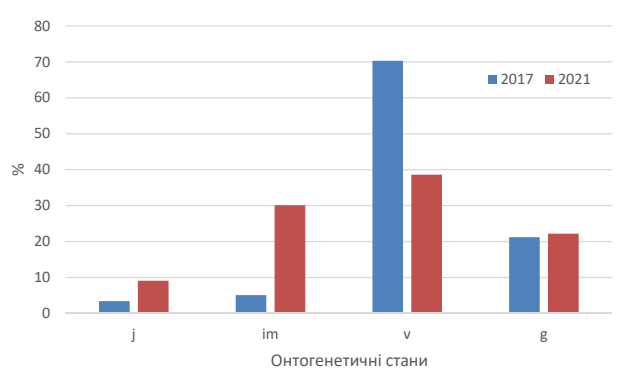
**Результати.** Біомоніторинг за популяцією виду *D. incarnata* триває з 2017 року (Клюменко et al., 2018), коли вперше було зафіксоване зростання даного виду в межах м. Суми, біля р. Стрілки в умовах лучного фітоценозу з сінокісним навантаженням, в якому домінують *Festuca rubra* L. і *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv., на більш вологих місцях рясно зростають *Carex vesicaria* L. і *Ranunculus repens* L., на заболочених ділянках домінує *Typha latifolia* L. Травостій досліджуваної території щорічно викошується, окрім ділянки, де зростає популяція рідкісного виду *D. incarnata*. Проводилися основні популяційні дослідження з врахуванням онтогенетичного стану особин та морфометричний аналіз неруйнуючими методами морфометрії.

Аналіз онтогенетичної структури популяції *D. incarnata* реалізовувався у два послідовні етапи: спочатку були виокремлені для даного виду певні онтогенетичні стани, які відомі за літературними даними, потім проводилось обстеження популяції з врахуванням особин даного виду і віднесенням їх до того чи іншого онтогенетичного стану, на наступному етапі проводили підрахунок особин кожного з онтогенетичних станів із встановленням їх співвідношення. Обстеження проводили на ділянках 50 x 50 см. Для даного виду, який є рідкісним, розподіл рослин на онтогенетичні стани проводили лише на основі структури надземних

частин рослини, що дозволило працювати з видом, не ушкоджуючи його.

Онтогенетичні дослідження стану популяції з інтервалом у п'ять років представлені у таблиці 1. У 2017 р. на пробних ділянках було враховано 118 рослин, тоді як у 2021 – 153 рослини. Також у 2021 р. спостерігається збільшення кількості особин за усіма онтогенетичними станами. Якщо аналізувати відсоткове співвідношення, то значні зміни характерні у частках таких груп, як ювенільні, імагурні та віргінільні. При цьому, ювенільних та імагурних у 2021 році зафіксовано у 3–5 разів більше, ніж у 2017 р., а от віргінільних – майже у 2 рази менше, ніж у 2017 р. Кількість генеративних рослин також зросла у 2021 р., порівняно з 2017 р., приблизно на третину. Таким чином, загальна чисельність популяції *D. incarnata* збільшилась приблизно на 25 % за п'ять років з 2017 по 2021 рр.

Як свідчить рис. 1, за роками досліджень популяція відрізнялася за відсотком особин догенеративного онтогенетичного стану, але якщо оцінювати у цілому, враховуючи і генеративні особини, то виявляється, що співвідношення цих когорт залишалось сталим як у 2017, так і у 2021 роках.



**Рис. 1.** Онтогенетичні спектри популяції *D. incarnata* у різні роки

Для інтегральної характеристики онтогенетичної структури популяції *D. incarnata* були розраховані онтогенетичні індекси за методикою І.М. Коваленка (Kovalenko et al., 2019) як такі, що найбільш вдало характеризують онтогенетичний стан популяції. Результати представлені у таблиці 2.

За результатами розрахунків онтогенетичних індексів для популяції *D. incarnata* видно, що популяція характеризувалась як молода з високими індексами відновлення. Індекс старіння та загальної віковості були рівними нулю, оскільки в популяції не були зафіксовані старіючі субсенільні або сенільні особини. Індекс генеративності попу-

Таблиця 1

**Онтогенетична структура популяції *D. incarnata* у різні роки**

Роки спостереження	Кількість особин різних онтогенетичних станів, шт.								Усього	
	j		im		v		g		шт.	%
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%		
2017	4	3,4	6	5,1	83	70,3	25	21,2	118	100
2021	14	9,1	46	30,1	59	38,6	34	22,2	153	100

ляції майже не змінювався і був на рівні 21–22 %, що також свідчить про досить стабільний стан популяції.

Таблиця 2

**Онтогенетичні індекси популяції *D. incarnata* (за І.М. Коваленком)**

Онтогенетичні індекси	Роки дослідження	
	2017 р.	2021 р.
$I_{\text{відн}}$	78,3	77,8
$I_{\text{генер}}$	21,2	22,2
$I_{\text{стар}}$	0	0
$I_{\text{віковості}}$	0	0

Розмір та форма рослинних організмів – це дуже важлива характеристика, що визначає безліч їх властивостей. При роботі з рідкісними видами рослин, яким є і *D. incarnata*, морфометричні методи є одним із способів отримання значної кількості даних відносно особин рослин у межах популяції. Такі масиви даних дуже важливі при проведенні довгострокового моніторингу, особливо рідкісних видів рослин.

Проводячи морфометричний аналіз популяції *D. incarnata*, використовувалися неруйнуючі методи морфометрії та у підсумку було отримано набір із шести морфопараметрів: висота рослини (см), кількість листя (шт.), довжина суцвіття (см), довжина листка (см), ширина листка (см), кількість квіток (шт.). За результатами проведення статистичного аналізу були встановлені такі важливі статистичні параметри, як: середнє арифметичне та його похибка, а також рівень мінливості ознаки, який ми визначали за допомогою розрахунку коефіцієнта варіації. Результати проведених обчислень представлені у табл. 3.

Проведений дисперсійний аналіз для групи урахованих морфопараметрів для особин *D. incarnata* пока-

зав, що значення за усіма параметрами були більшими у 2021 році, порівняно з 2017 роком (табл. 4). За висотою рослин розбіжність по роках була незначною і складала лише 2 см. Проведений дисперсійний аналіз підтверджує відсутність різниці у висоті рослин, за результатами якого рівень достовірності ( $p$ ) дорівнює 0,102. За кількістю листя рослини *D. incarnata* статистично достовірно ( $p = 0,000$ ) відрізнялися по роках і у 2021 р. показники були вищими на третину. Приблизно аналогічне співвідношення спостерігалось і за двома іншими показниками вегетативної сфери – довжина листка і ширина листка – статистично достовірно, з  $p = 0,000$  для обох параметрів, у 2021 році рослини мали більше листя за довжиною та шириною, і, відповідно, за площею листкової пластинки. Таке збільшення вегетативної частини рослини мало наслідком те, що у 2021 році зросли й включили показників, які характеризують генеративну сферу. На статистично достовірному рівні ( $p = 0,000$  – для довжини суцвіття і  $p = 0,009$  – для кількості квіток у суцвітті) рослини *D. incarnata* утворювали довші суцвіття і формували більшу кількість квіток у них.

За розрахованими коефіцієнтами варіації встановили, що, у цілому, морфометричним параметрам у 2021 р. був притаманний високий рівень варіювання. Найвищі показники коефіцієнтів варіації відмітили для висоти суцвіття (24,5–32,8 %) та кількості квіток (30–40 %), а найнижчі – для кількості листя (10,7–21,7 %), а також для висоти рослин у 2017 р. (16,1 %) та довжини листка у 2021 р. (16,5 %).

На основі отриманих середніх значень була створена радіальна діаграма – морфограма (рис. 2). Морфограма дозволила візуально співставити, побачити та оцінити подібність та відмінність морфологічної структури особин *D. incarnata* за два роки дослідження і показали збільшення параметрів у 2021 р., порівняно з 2017 р.

Таблиця 3

**Зміни морфометричних параметрів *D. incarnata* за два роки дослідження (2017 та 2021 рр.), проведені з інтервалом у 5 років**

Параметр	2017 рік		2021 рік	
	Середнє арифметичне та його похибка	Коефіцієнт варіації, %	Середнє арифметичне та його похибка	Коефіцієнт варіації, %
Висота рослини, см	42,9 ± 1,11	16,1	44,9 ± 1,97	24,0
Кількість листя, шт	3,9 ± 0,06	10,7	6,2 ± 0,24	21,7
Довжина листка, см	15,1 ± 0,54	22,5	19,2 ± 0,58	16,5
Ширина листка, см	2,5 ± 0,08	20,2	3,2 ± 0,14	24,0
Довжина суцвіття, см	7,7 ± 0,03	24,5	10,4 ± 0,62	32,8
Кількість квіток, шт	23,5 ± 1,16	30,8	37,7 ± 2,77	40,2

Таблиця 4

**Результати дисперсійного аналізу морфопараметрів *D. incarnata* за два роки дослідження (2017 та 2021 рр.), проведених з інтервалом у 5 років**

Параметр	Ступінь свободи, df	Критерій Фішера, F	Рівень достовірності, p
Висота рослини, см	1	2,76	0,102
Кількість листя, шт	1	97,0	0,000
Довжина листка, см	1	25,0	0,000
Ширина листка, см	1	23,2	0,000
Довжина суцвіття, см	1	131,0	0,000
Кількість квіток, шт	1	7,4	0,009



Рис. 2. Морфограма структури особин *D. incarnata* за 2017 та 2021 роки

Для оцінки скорельованості морфологічних структур рослин був проведений кореляційний аналіз для усіх морфометричних параметрів *D. incarnata* окремо за 2017 та 2021 роки. Результати представлені в таблицях 5 та 6.

Умовні позначення морфопараметрів, представлених у таблицях, наступні: h – висота рослини (см), NI – кількість листя (шт.), LI – довжина листка (см), SI – ширина листка (см), Hfl – довжина суцвіття (см), Nfl – кількість квіток (шт).

Усі статистично достовірні коефіцієнти кореляції ( $p \leq 0,05$ ) позначені червоним кольором і виділені напівжирним шрифтом. В результаті підрахунків з'ясували, що у 2017 р. було відмічено сім статистично достовірних кореляцій між ознаками рідкісного виду *D. incarnata*, а у 2021 році – 10 таких кореляцій. Усього було виміряно шість ознак рослини.

Проведені розрахунки індексу морфологічної інтеграції рослин *D. incarnata* показали (рис. 3), що у 2021 р.

він був вищим і дорівнював 66,7 %, тоді як у 2017 р. цей індекс був рівним 46,7 %. Різниця складала 20 %.

Обговорення. Типові рослини *D. incarnata*, зазвичай, мають висоту 20–60 см. За нашими результатами видно, що екологічні умови сінокісної луки для рослин цього виду досить сприятливі. На луках, де відбувається випасання, за даними С. С. Белан (Bielan, 2011) середня висота рослин у таких випадках становить 32–36 см. Однак рослини, які зазнають впливу випасу, мають вищі значення показників, що характеризують генеративні органи: середня довжина суцвіття становить 11–12 см, а кількість квіток в суцвітті 34,7–34,8 шт. Рівень варіювання ознак можна оцінити діапазоном від невеликого варіювання (10%) до середнього варіювання (40%).

Насіння у *D. incarnata* проростає тільки за наявності грибів. Перший лускоподібний лист з'являється на другий рік, а перша бульба – на четвертий рік після проростання насіння. Онтогенез *D. incarnata* поділено на наступні онтогенетичні стани: проростки, ювенільні,

Таблиця 5

Кореляційна матриця для групи морфопараметрів *D. incarnata* у 2017 р.

Морфопараметри	Значення коефіцієнтів кореляції					
	h	NI	LI	SI	Hfl	Nfl
h	1,000000	<b>0,410986</b>	<b>0,737037</b>	<b>0,732655</b>	<b>0,779134</b>	0,368879
NI	<b>0,410986</b>	1,000000	0,107603	<b>0,514101</b>	0,296804	0,025266
LI	<b>0,737037</b>	0,107603	1,000000	0,309997	<b>0,487610</b>	0,334002
SI	<b>0,732655</b>	<b>0,514101</b>	0,309997	1,000000	<b>0,770604</b>	0,380181
Hfl	<b>0,779134</b>	0,296804	<b>0,487610</b>	<b>0,770604</b>	1,000000	<b>0,500727</b>
Nfl	0,368879	0,025266	0,334002	0,380181	<b>0,500727</b>	1,000000

Таблиця 6

Кореляційна матриця для групи морфопараметрів *D. incarnata* у 2021 р.

Морфопараметри	Значення коефіцієнтів кореляції					
	h	NI	LI	SI	Hfl	Nfl
h	1,000000	0,282338	<b>0,370008</b>	<b>0,411182</b>	<b>0,474364</b>	<b>0,690311</b>
NI	0,282338	1,000000	-0,036954	<b>0,651411</b>	<b>0,429713</b>	<b>0,614432</b>
LI	<b>0,370008</b>	-0,036954	1,000000	0,026756	-0,068046	0,177055
SI	<b>0,411182</b>	<b>0,651411</b>	0,026756	1,000000	<b>0,617446</b>	<b>0,771122</b>
Hfl	<b>0,474364</b>	<b>0,429713</b>	-0,068046	<b>0,617446</b>	1,000000	<b>0,767137</b>
Nfl	<b>0,690311</b>	<b>0,614432</b>	0,177055	<b>0,771122</b>	<b>0,767137</b>	1,000000

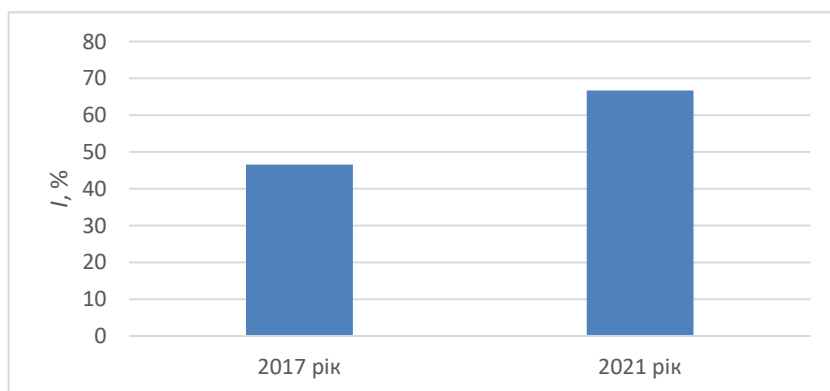


Рис. 3. Індеси морфологічної інтеграції рослин *D. incarnata*

віргінільні, генеративні і субсенільні особини. Тривалість перебування особин в цих станах не однакова. Для проростків вона складає 2–3, ювенільних рослин – 2–4, віргінільних – 2–3, генеративних до 8–14 років (іноді навіть до 25 років) і субсенільних – 1–2 роки (Nagar & Nagar, 2009). У генеративному стані у рослин іноді спостерігаються перерви у цвітінні від одного до декількох років. Запилюється від комахами, тому для сталого існування необхідна підтримка різноманітності й достатньої чисельності ентомофауни (Klymenko & Sherstiuk, 2019). В умовах сінокісної луки р. Стрілка в онтогенетичному спектрі, як показав наш аналіз, переважають віргінільні особини. Переважання в популяціях віргінільних рослин зазначалося і в інших регіонах поширення *D. incarnata* (Lukash & Andrienko, 2011). Онтогенетичні спектри *D. incarnata* на луках з випасом лівосторонні або центровані, інвазійні або нормальні. Співвідношення особин певних онтогенетичних станів наступне: ювенільних 5–9%, іматурних – 18–30%, віргінільних – 30–35%, генеративних – 25–51% (Bielan, 2011). Це зіставлення свідчить про високу лабільність онтогенетичних спектрів залежно від характеру антропогенного впливу на лучне угруповання. Така лабільність – показник можливості адаптуватись популяції рідкісного виду *D. incarnata* до зміни стану фітоценозів (Vlinova, 2009).

За результатами наших досліджень, на генеративні рослини припадало 21,2–22,2 % рослин, а відсоток ювенільних, іматурних та віргінільних дуже різнився за роками досліджень. При цьому, співвідношення між кількістю у популяції вегетативних та генеративних зберігалось сталим, на генеративні припадало трохи більше однієї п'ятої популяції. Можливо, саме таке співвідношення є гарантією стабільного існування популяції і навіть запорукою збільшення її чисельності за умов відсутності випасу та сінокосіння.

Особливо варто відмітити, що цінність цих висновків тим вища, що дослідження проводились не у два поточні періоди, а з інтервалом у п'ять років, отже результати такого довгострокового моніторингу за станом популяції дійсно демонструють сприятливість місцезростання для даної популяції, у тому числі й відсутність сінокосіння, яке жодного разу не відбувалось протягом усього п'ятирічного періоду.

Важливим показником стану особин рослин *D. incarnata* також є рівень їх морфоструктурної та фізіологічної інтегрованості – цілісності, який був оцінений шляхом дослідження мінливості ознак й кореляції між ними. Співвідношення між ознаками оцінювали за допомогою коефіцієнтів парної кореляції шляхом проведення кореляційного аналізу, який дозволяє визначити взаємозв'язок між групами ознак (Zlobin, 2007). Отримана сукупність коефіцієнтів кореляції між ознаками особин рослин оформлена у вигляді матриці, структура якої відображає силу та рівень взаємопов'язаності ознак одна з іншою. Відомо, що морфометричні ознаки скорельовані між собою по-різному. При цьому деякі мають між собою досить високі позитивні або негативні значення коефіцієнтів кореляції, тоді як для інших пар ознак рослини характерні невеликі значення коефіцієнтів кореляції, що свідчить про низький рівень взаємозалежності структурних частин рослини, що підлягали співставленню. В більшості випадків між морфоструктурними ознаками переважають позитивні й досить високі значення коефіцієнтів кореляції. Однак, на їх зміну будуть впливати умови зростання рослин – оптимальні або навпаки, далекі від оптимума. Було відзначено, що найменш скорельовані ознаки часто виявляють більш пряму залежність від факторів середовища існування, саме тому вони найбільш придатні для визначення реакції рослин на умови існування. Таким чином, оцінка системи скорельованості основних ознак є індикатором стану рослин (Zlobin, 1989; Schlichting, 1989). Оскільки кореляції між тими або іншими ознаками не є постійними у часі та просторі, то їх встановлення та порівняння є актуальним і важливим завданням, зокрема для рідкісного виду *D. incarnata*. Під впливом стресових факторів ступінь скорельованості структур рослин змінюється, при чому у деяких випадках у рослин під впливом стресових факторів ступінь зв'язаності кореляційної матриці підвищується, а в інших – знижується.

Щодо морфоструктурної цілісності рослин *D. incarnata*, було зафіксоване збільшення індексу морфологічної інтеграції особин даного виду у часі, в інтервалі у п'ять років – з 2017 по 2021 рр. В інших дослідженнях, проведених науковцями (Ishmuratova & Ishbirdin, 2002; Pushkareva, 2011), досить часто відмічалось поступове

зниження індексу морфологічної інтеграції протягом років дослідження, а потім його поступове зростання. Це не що інше, як реакція рослин на погіршення і, відповідно, поліпшення умов зростання. Таким чином, можна говорити, що цей напрямок досліджень є актуальним для рідкісних видів рослин і потребує проведення подальших спостережень з накопиченням фактичних даних у процесі проведення довгострокового моніторингу.

Висновки. Довгострокові спостереження, розпочаті у 2017 році за популяцією *D. incarnata*, рідкісного виду, занесеного до Червоної книги України (статус – вразливий), що зростає у межах м. Суми, дозволили встановити збільшення загальної чисельності особин у популяції приблизно на 25%. За роки дослідження популяція характеризується як моноmodalна, центрована, з максимумом на віргінільних рослинах. За онтогенетичною структурою відмічено стале співвідношення між вегетативними та генеративними особинами у 2017 та 2021 рр. на рівні 78–79 % та 21–22 % відповідно. Морфометричний аналіз рослин *D. incarnata*

показав, що рослини у 2021 році мали більші значення практично за усіма морфометричними параметрами вегетативної сфери, окрім висоти рослин. Це, у свою чергу, сприяло збільшенню морфопараметрів генеративної сфери (довжина суцвіття та кількість квіток у ньому) на статистично достовірному рівні ( $P=0,000-0,009$ ). За рівнем морфоструктурної цілісності рослин відмічено збільшення морфологічної інтеграції у 2021 році до 2017 року на 20%.

У цілому, можна оцінити умови зростання популяції *D. incarnata* як оптимальні та такі, що сприяють стійкому існуванню цієї популяції. Усі елементи проведеного комплексного популяційного аналізу виявили поліпшення стану популяції, свідченням чого є збільшення її чисельності. З врахуванням виявлених фактів, вважаємо за необхідне продовжити спостереження за популяцією даного рідкісного виду, оскільки він має статус «неоцінений» за Червоною книгою України і потребує накопичення фактичних даних за результатами довгострокового моніторингу.

#### Бібліографічні посилання:

1. Andrienko, T. L., & Shelyag-Sosonko, Yu. R. (1983). Rastitelnyiy mir Ukrainського Polesya v aspekte ego ohrany [Flora of Ukrainian Polissya in the aspect of its protection]. Kyiv, Naukova dumka, 216 (in Russian).
2. Andriienko, T. L. (2010). Ridkisi vydy Polissia v suchasnykh Chervonykh knykh Ukrainy ta Bilorusi [Rare species of Polissia in the modern Red Books of Ukraine and Belarus]. Fitoriznomanittia prykordonnykh terytorii Ukrainy, Rosii ta Bilorusi u postchornobylyskyi period: mizhnar. Nauk. konf., zbirnyk statei, 6–11 (in Ukrainian).
3. Andriienko, T. L. (2011). Tsentralnoievropeiski vydy flory Ukrainського Polissia ta pytannia yikh okhorony [Central European species of flora of the Ukrainian Polissia and the issue of their protection]. Zizd Ukrainського botan. tovarystva: materialy dopov., 186 (in Ukrainian).
4. Bessonova, V. P., & Zaitseva, I. A. (2016). Ontohenetychna ta vitalitetna struktura bairachno-lisovykh tsenopopuliatcii Acer campestre L. i A. Tataricum L. v umovakh rekreatsiinoho navantazhennia [Ontogenetic and vital structure of ravine-forest cenopopulations of Acer campestre L. and A. Tataricum L. in the minds of recreational pursuit]. Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy, 26(8), 185–193 (in Ukrainian).
5. Bielan, S. S. (2011). Stan populiatcii vydu Dactylorhiza incarnata (L.) Soo na zaplavnykh lukakh r. Psel [The state of populations of the species Dactylorhiza incarnata (L.) Soo in the floodplains of the Psel River]. Botanika ta mikolohiia: problemy i perspektivy na 2011–2020 roky, Vseukr. nauk. konf., 40–42 (in Ukrainian).
6. Blinova, I. V. (2009). Chislennost populiatcii orhidnyih i ih dinamika na severnom predele rasprostraneniya v Evrope [Number of orchid populations and their dynamics at the northern limit of distribution in Europe]. Bot. zhurn., 94(2), 212–240 (in Russian).
7. Bondarieva, L.M., Kyrylchuk, K.S., Skliar, V.H., Tykhonova, O.M., Zhatova, H.O. & Bashtovyi, M.G. (2019). Population dynamics of the typical meadow species in the conditions of pasture digression in flooded meadows. Ukrainian Journal of Ecology, 9 (2), 204–211.
8. Borovyk, L. P. (2020). Orhanizatsiia fitotsenotychnoho monitorynhu u Striltsivskomu stepu (Luhanskyi pryrodnyy zapovidnyk) [Organization of phytocenotic monitoring in the Striltsiv steppe (Luhansk natural reserve)]. Monitorynh ta okhorona bioriznomanittia v Ukraini, 16(2), 18–24 (in Ukrainian).
9. Chervona knyha Ukrainy. Roslynniyi svit [Red Book of Ukraine. The plant world]. (2009). Kyiv, Hlobalkonsaltnyh, 900 (in Ukrainian).
10. Chui, O. V., & Shumska, N. V. (2014). Biometrychni parametry heneratyvnykh osobyn Pulsatilla patens (L.) Mill. u tsenopopuliatciiakh Zakhidnoho Podillia [Biometric parameters of generative individuals Pulsatilla patens (L.) Mill. in coenopopulations of the Western Podill]. Visnyk Cherkaskoho universytetu. Seria: Biolohichni nauky, 36, 124–128 (in Ukrainian).
11. Ermolaev, E. (2007). Astragalus dasyanthus Pall. as a model for wild plant species conservation: current status. Studia Universitatis. Seria Stiinte ale naturii (Republic of Moldova), 80–83.
12. Harrap, A., & Harrap, S. (2009). Orchids of Britain and Ireland. London, 480.
13. Heller, N. E., & Zavaleta, E. S. (2009). Biodiversity management in the face of climate change: A review of 22 years of recommendations. Biological Conservation, 142, 14– 32. doi: 10.1016/j.biocon. 2008.10.006
14. Hillebrand, H., & Matthiessen, B. (2009). Biodiversity in a complex world: consolidation and progress in functional biodiversity research. Ecology letters, 12, 1405–1419.
15. Ishmuratova, M. M., & Ishbirdin, A. R. (2002). Ob ontogeneticheskikh taktikah Rhodiola iremelica [On the ontogenetic tactics of Rhodiola iremelica]. Fundamentalnyie i prikladnyie problemy populiatcionnoy biologii, 79–81 (in Russian).
16. Klymenko, G., Kovalenko, I., Lykholat, Yu., Khromykh, N., Didur, O., & Alekseeva, A. (2017). The integral assessment of the rare plant populations. Ukrainian Journal of Ecology, 7(2), 201-209. doi: 10.15421/2017\_37

17. Klymenko, H. O. (2022). Pro zahrozy stiikomu isnuvanniu populiatsii ridskinykh vydiv roslyn Sumskoi oblasti [About threats to the sustainable existence of populations of rare species of plants in the Sumy region] *Materialy Druhoho Mizhnarodnogo Sympoziumu "Populiatsiina Ekolohiia Roslyn: Suchasnyi Stan, Tochky Rostu"*, 69–72 (in Ukrainian).
18. Klymenko, H. O., Skliar, Yu. L., & Honcharova, N. V. (2018). Populiatsii *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó v antropohennomu seredovyshchi [Populations of *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó in the anthropogenic environment]. *Osnovni shliakhy zberezhenia luchno-stepovykh ekosystem Ukrainy: Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, prysviachenoï 90-richchiu «Mykhailivskoi tsilyny»*, 2018, 40–47 (In Ukrainian).
19. Klymenko, H., & Sherstiuk, M. (2019). Ridskisi roslyny pryrodnoho zapovidnyka «Mykhailivska tsilyna» [Rare Plants of the Mykhailivs'ka Tsilyna Nature Reserve]. *Lesia Ukrainka Eastern European National University Scientific Bulletin Series: Biological Sciences*, 4(388), 30-39 (in Ukrainian). doi: 10.29038/2617-4723-2019-388-4-47-56
20. Kovalenko, I., Butenko, S., Zhezhkun, A., Porokhniach, I., Abduraimov, O., & Klymenko, H. (2022). Trends in the transformation of plant ontogenesis under global climate warming. *Agraarteadus: Journal of Agricultural Science*, 2(XXXIII), 1–8. doi: 10.15159/jas.22
21. Kovalenko, I., Skliar Iu., Klymenko, H., & Kovalenko, N. (2019). Vitality Structure of the Populations of Vegetative Motile Plants of Forest Ecosystems of the North-East of Ukraine. *The Open Agriculture Journal*, 13, 125–132. doi: 10.2174/1874331501913010125
22. Kucher, E. N., & Vahrusheva, L. P. (2004). Autekologicheskie osobennosti variabelnosti morfometricheskikh parametrov osobi *Dactylorhiza romana* (Seb.) Soo [Autecological features of the variability of morphometric parameters of an individual *Dactylorhiza romana* (Seb.) Soo]. *Ekosistemyi Kryima, ih optimizatsiya i ohrana*, 90–96 (in Russian).
23. Lukash, A. V., & Andrienko, T. L. (2011). Redkie i ohranyaemye rasteniya Polesya [Rare and protected plants of Polissya]. *Kyiv, Fitosotsiotsentr*, 167 (in Ukrainian).
24. Malhi, Y., Franklin, J., Seddon, N., Solan, M., Turner, M. G., Field, C. B., & Knowlton, N. (2020). Climate change and ecosystems: threats, opportunities and solutions. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 375:1–8. doi: 10.1098/rstb.2019.0104
25. Maslennikov, A. V., Maslennikova, L. A., & Pashina A. A. (2016). Sovremennoe sostoyanie tsenopopulyatsiy irisa borovogo (*Iris pineticula* Klok.) v tsentralnoy chasti Privolzhskoy vozvyshennosti [Current state of cenopopulations of pine iris (*Iris pineticula* Klok.) in the central part of the Volga Upland]. *Sovremennyye problemyi evolyutsii i ekologii*, 393 (in Russian).
26. Matias, M.G., Chapman, M.G., Underwood, A.J., O'Connor, N.E. (2012). Increasing density of rare species of intertidal gastropods: tests of competitive ability compared with common species. *Marine Ecology Progress Series*, 453, 107–116. doi: 10.3354/meps09639
27. Mouillot, D., Bellwood, D.R., Baraloto, C., Chave, J., Galzin, R., Harmelin-Vivien, M., Kulbicki, M., Lavergne, S., Lavorel, S., Mouquet, N., Paine, C.E.T., Renaud, J., Thuiller, W. (2013). Rare Species Support Vulnerable Functions in High-Diversity Ecosystems. *PLOS Biology*, 11(5), e1001569. DOI: 10.1371/journal.pbio.1001569
28. Murren, C. J. (2002). Phenotypic integration in plants. *Plant Species Biol.* 17: 89–99.
29. Onyshchenko, V. A., Diakova, O. V., & Karpenko, Yu. O. (2007). Lisova roslynnist urochyschcha Teplynska Dacha i Maiatska Dacha (natsionalnyi pryrodnyi park «Sviati Hory») [Forest vegetation of the Teplynska Dacha and Mayatska Dacha tracts (Svyati Hory National Nature Park)]. *Chornomorskyi bot. zhurn.*, 3(2), 88–99 (in Ukrainian).
30. Panchenko, S., & Chornous O. (2009). Struktura populiatsii roslyn na uzlissiax sosnovykh lisiv zelenomokhovyykh v umovakh Novhorod-Siverskoho Polissia [The structure of plant populations on the edges of pine forests with green mosses in the conditions of Novgorod-Siversky Polissia]. *Zbirnyk naukovykh prats. Ekolohiia. Biolohichni nauky.*, 1, 21–25 (in Ukrainian).
31. Polevoi, A., Bozhko, L., & Barsukova, O. (2019). Vplyv zminy klimatu na produktyvnist' luchno-stepovoyi roslynnosti lisostepovoyi zony Ukrayiny [Influence of changes of climate on the productivity of pratal and steppe vegetation in the Forest-steppe area of Ukraine] *Bulletin of KhNAU. Series "Vegetation, selection and production, fruit growing and harvesting"*, 1, 18–29 (in Ukrainian).
32. Primak, R. B. (2002). *Osnovy sohraneniya bioraznoobraziya* [Fundamentals of Biodiversity Conservation]. M. NUMTs, 256 (in Russian).
33. Pushkareva, O. V. (2011). Strategiya zhizni *Epipactis helleborine* (L.) Crantz. [Life strategy of *Epipactis helleborine* (L.) Crantz.]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*, 13(5 (2)), 103–105 (in Russian).
34. Rabotnov, T. A. (1950). Zhiznennyiy tsikl mnogoletnih travyanistyih rasteniy v lugovyih tsenozah [Life cycle of perennial herbaceous plants in meadow cenoses]. *Tr. BIN AN SSSR. Geobotanika*, 3(6), 7–204 (in Russian).
35. Rands, M. R., Adams, W. M., Bennun, L., Butchart, S. H. M., Clements, A., Coomes, D., Entwistle, A., Hodge, I., Kapos, V., Scharlemann, J. P. W., Sutherland, W. J., & Vira, B. (2010). Biodiversity conservation: challenges beyond. *Science*. 329(10), 1298–1424. doi: 10.1126/science.1189138.
36. Rasevych, V. V. (2010). Fitoindykatsiina ta syntaksonomichna otsinka uhrupovan z uchastiu *Daphne cneorum* L. [Phytoindicative and syntaxonomic assessment of groups with the participation of *Daphne cneorum* L.]. *Nauk. zapysky Lvivskoho hos. univ. Serii biolohiia ta ekolohiia*, 106, 52–53 (in Ukrainian).
37. Raven, P. H., Chase, J. M., & Pires, J. C. (2011). Introductions special issue on biodiversity. *Amer. J. Bot.* 98(3), 333–335.
38. Rostova, N. S. (2006). Perspektivy issledovaniya obschey i soglasovannoy izmenchivosti [Research Perspectives on General and Consistent Variability]. *Voprosy obschey botaniki: traditsii i perspektivy*, 1–2 (in Russian).
39. Sârbu, A., Smarandache, D., & Pascale, G. (2014) Protected areas and climate change. *Contributii Botanice*, 49, 209–222.
40. Schlichting, C. D. (1989). Phenotypic plasticity in *Phlox*. II. Plasticity or character correlation. *Oecologia*, 78, 496–501.



41. Shapovalova, A. A. (2017). Vozrastnoy spektr tsenopopulyatsiy ryabchika russkogo (*Fritillaria ruthenica* Wikwstr.) v Balashovskom rayone v 2016 g. [Age spectrum of cenopopulations of the Russian hazel grouse (*Fritillaria ruthenica* Wikwstr.) in the Balashovsky district in 2016]. *Sovremennaya nauka, aktualnyie problemyi teorii i praktiki*, 11, 31–35 (in Russian).
42. Sheliah-Sosonko, Yu. R. (2010). Rol bioriznomanitnosti na suchasnomu etapi tsyvilizatsii [The role of biodiversity at the modern stage of civilization]. *Ukr. botan. zhurn.*, 67(1), 3–15 (in Ukrainian).
43. Skliar, V., Kyrylchuk, K., Tykhonova, O., Bondarieva, L., Zhatova, H., Klymenko, A., Bashtovyi, M. & Zubitsova, I. (2020). Ontogenetic structure of populations of forest-forming species of the Left-Bank Polissia of Ukraine. *Baltic Forestry* 26(1). doi: 10.46490/BF441
44. Stoiko, S. M. (2004a). Kryterii otsinky rarytetnosti vydiv [Criteria for assessing the rarity of species]. *Rarytetnyi fitohenofond zakhidnykh rehioniv Ukrainy (sozolahichna otsinka y naukovi zakhody okhorony)*, 57–64 (in Ukrainian).
45. Stoiko, S. M. (2004b). Metodolohichni zakhody okhorony rarytetnoho fitohenofondu [Methodological measures for the protection of the rare plant gene pool]. *Rarytetnyi fitohenofond zakhidnykh rehioniv Ukrainy (sozolahichna otsinka y naukovi zakhody okhorony)*, 11–15 (in Ukrainian).
46. Sytnyk, K. M. (2011). Biotychna riznomanitnist: stan i perspektyvy vyvchennia, zberezhenntia i zbahachennia [Biotic diversity: state and prospects of study, preservation and enrichment]. *Botan. i mikol., probl. i perspekt. na 2011-2020 rr*, 28–29 (In Ukrainian).
47. Zlobin, Yu. A. (1989). Printsipy i metody izucheniya tsenoticheskikh populyariy rastenyi [Principles and methods of studying coenotic plant populations]. Kazan, KGU, 146 (in Russian).
48. Zlobin, Yu. A. (2007). Strukturnaya integratsiya osobey rastenyi [Structural integration of plant individuals]. *Nauka, teoria i praktika*, 4, 37–41 (in Russian).
49. Zlobin, Yu. A. (2009). Populyatsionnaya ekologiya rastenyi: sovremennoe sostoyanie, tochki rosta [Population ecology of plants: current state, points of growth] Sumy, Universytetska knyha, 236 (in Russian).
50. Zlobin, Yu. A., Sklyar, V. G., & Klimentko, A. A. (2013). Populyatsii redkih vidov rastenyi: teoreticheskie osnovy i metodika izucheniya [Populations of rare plant species: theoretical foundations and methods of study]. Sumy, Universytetska knyha, 439 (in Russian).
51. Zlobin, Yu. A., Skliar, V. H., & Klymenko, H. O. (2022). Biolohiia ta ekolohiia fitopopulatsii [Biology and ecology of phytopopulations]. Sumy, Universytetska knyha, 512 (in Ukrainian).

**Klymenko H.O.**, PhD (Biological Sciences), Associates Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Kyrylchuk K.S.**, PhD (Biological Sciences), Associates Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Sherstiuk M.Yu.**, PhD (Biological Sciences), Associates Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Zubitsova I. V.**, PhD (Biological Sciences), Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Klymenko I.M.**, Student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Dimidenko Yu.V.**, Student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Assessment of the status and population structure of the rare species *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó. In the urban environment (Sumy)**

The problem of biodiversity loss since the end of the 20th century is one of the main problems at the global level, since it is the main condition for the sustainable existence of the biosphere. In the conditions of anthropogenic transformation of the Earth's vegetation cover, rare plant species are a critical component of biodiversity, primarily requiring comprehensive, comprehensive and long-term observations to ensure effective protection. Therefore, the purpose of the study was to conduct long-term monitoring of the *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó population growing in an urbanized environment within the city of Sumy, with an interval of five years (2017 and 2021). On the basis of data on changes in the total number, ontogenetic structure, ontogenetic spectra and ontogenetic indices, as well as on the basis of the data of a complete morphometric analysis, conclusions were made and an assessment was made regarding the stable existence of the population of *D. incarnata*. As a result, it was found that the total population size of *D. incarnata* increased by approximately 25% over five years, from 2017 to 2021. According to the ontogenetic structure and ontogenetic indices, the *D. incarnata* population was characterized as young with high recovery indices and a stable generativity index at the level of 21–22%. Morphometric analysis of *D. incarnata* plants showed a statistically significant ( $p = 0.000–0.009$ ) increase for all calculated morphoparameters, except plant height, in 2021 compared to 2017. In general, the measured morphoparameters of *D. incarnata* plants in 2021 were characterized by a high level of variation. The highest indicators of the coefficients of variation are characteristic for the height of the inflorescence (24.5–32.8%) and the number of flowers (30–40%), and the lowest – for the number of leaves (10.7–21.7%), as well as for the height of plants in 2017 (16.1%) and leaf length in 2021 (16.5%). Regarding the morphological integrity of *D. incarnata* plants, as a reaction of plants to environmental factors, an increase in the index of morphological integration of individuals of this species was recorded over time, in an interval of five years – from 2017 to 2021. The conditions for the growth of the population of *D. incarnata*, in general, are assessed as optimal and contribute to its sustainable existence. All elements of the comprehensive population analysis revealed an improvement in the state of the population, which is also confirmed by the increase in the number of individuals. That is why, it is important to continue population monitoring of this rare species, since it has the status of «unassessed» according to the Red Book of Ukraine and requires the accumulation of factual data based on the results of long-term monitoring.

**Key words:** rare plant species, *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó, complex population analysis, long-term monitoring.