

Ю.Л. СКЛЯР

Сумський національний аграрний університет  
вул. Кірова, 160, м. Суми, 40021  
sul\_bio@ukr.net

**ВІТАЛІТЕТНА СТРУКТУРА  
ЦЕНОПОПУЛЯЦІЙ *NYMPHOIDES PELTATA*  
(S.G. GMEL.) KUNTZE (*MENYANTHACEAE*) У  
НАЦІОНАЛЬНОМУ ПРИРОДНОМУ ПАРКУ  
«ДЕСНЯНСЬКО-СТАРОГУТСЬКИЙ»**

---

*Ключові слова:* *Nymphoides peltata*, віталітетна структура, ценопопуляції

*Nymphoides peltata* (S.G. Gmel.) Kuntze (*Menyanthaceae*) — це типовий представник вищих водних рослин, ареал якого охоплює значну територію Євразії (Центральну, Атлантичну та Східну Європу, Середземномор'я, Кавказ, Західний і Східний Сибір, Далекий Схід (південь), Середню Азію (північ), Західну та Центральну Азію, Японські о-ви) і навіть сягає Північної Америки, де цей вид, проте, вважається адвентивним (Макрофіты-индикаторы..., 1993). Зростає в різних регіонах та природних зонах України — від Полісся до Степу (Дубина, Мороз, 1977). Незважаючи на значне географічне поширення, *N. peltata* є досить рідкісним видом. Враховуючи статус реліктового виду, екологічну, фітоценотичну значущість, декоративність, *N. peltata* потребує охорони, що підтверджено фактом його занесення до третього видання «Червоної книги України» (2009).

Сумська обл. належить до регіонів із добре розвинутою гідрографічною мережею. Найбільші водні артерії Сумщини — річки Десна, Сейм, Псел, Ворскла, Сула. Однак популяції *N. peltata* на даний час виявлені лише у водоймах заплави Десни. Представлені вони і в тій частині заплави, яка входить до складу Національного природного парку (НПП) «Деснянсько-Старогутський». Оскільки водойми басейну Десни постійно зазнають прямого або опосередкованого антропогенного тиску, існує реальна небезпека втрати ценопопуляцій *N. peltata* чи суттєвого погіршення їхнього стану. Безперечно, ця проблема особливо актуальна для територій, які не мають статусу заповідних.

Розробка ефективних заходів щодо охорони того чи іншого виду на будь-якій території можлива лише за наявності повної інформації про стан його популяцій. У свою чергу, в системі популяційних досліджень важливе місце посідає

© Ю.Л. СКЛЯР, 2012

віталітетний аналіз, застосування якого уможливило визначення співвідношення в складі популяції рослин різного рівня життєвості. Беззаперечними перевагами віталітетного аналізу (Злобин, 2009) є те, що він виявляє первинні зміни стану особин і популяцій, дає їхню оцінку на час дослідження, є найчутливішим для з'ясування особливостей еколого-ценотичних умов, придатний для аналізу як одновікових, так і різновікових популяцій. З урахуванням актуальності розробки наукових засад охорони *N. peltata* як на території НПП «Деснянсько-Старогутський», так і у водоймах басейну Десни Північного Сходу України загалом, а також у зв'язку з високою інформаційною цінністю віталітетного аналізу ми вивчили віталітетну структуру ценопопуляцій *N. peltata*. Дослідження, результати яких узагальнено в цій публікації, здебільшого здійснювалися на території національного парку. Однак проводилися вони на прикладі рослинних угруповань з участю *N. peltata*, які є репрезентативними для басейну Десни на Північному Сході України.

### Матеріали та методика досліджень

Дослідженнями було охоплено п'ять рослинних угруповань — *Nymphoidetum peltatae subpurum* (русло річки), *Nymphoidetum (peltatae) ceratophyllosum (demersi)* (затока річки), *Nymphoidetum (peltatae) ceratophyllosum (demersi)* (русло річки), *Nymphoidetum peltatae subpurum* (заплавне озеро), *Nymphoidetum (peltatae) ceratophyllosum (demersi)* (заплавне озеро). Їхні місцезростання відрізняються за показниками товщі та прозорості води, складом донних відкладів, загальним проективним покриттям та покриттям домінанта і співдомінантів (табл. 1).

З метою оцінки розмірних параметрів рослин *N. peltata* кожного з цих п'яти угруповань був застосований морфометричний аналіз, який супроводжувався обліком 17 статичних і 17 динамічних морфопараметрів. Серед статичних показників оцінювалися: загальна маса рослин, загальна фітомаса листків, фітомаса одного листка, загальна площа поверхні листків, площа одного листка, кількість листків, довжина стебла, загальна маса репродуктивних органів, загальна кількість генеративних органів, кількість бутонів, квіток, плодів, фотосинтетичне зусилля, площа листків на одиницю фітомаси, відносний приріст стебла, два показники репродуктивного зусилля. З-поміж динамічних морфопараметрів ми визначали абсолютну швидкість: накопичення фітомаси, формування загальної маси листків, формування поверхні листків, приросту у висоту, формування листків та маси генеративних органів. Встановлювали також відносну швидкість: приросту загальної фітомаси, приросту маси листків, формування листкової поверхні, приросту стебла у висоту, утворення листків, приросту фітомаси генеративних органів, два показники нетто-асиміляції, три показники продуктивності формування листкової поверхні (Карманова, 1976, Злобин, 1989). Як фітопопуляційні облікові одиниці використовували окремі рамети генеративного вікового стану. Вимірювали і зважували органи рослин одразу після вилучення їх із води.

Таблиця 1. Еколого-ценотична характеристика місцезростань ценопопуляцій *Nymphoides peltata*

| Асоціація   | Середня товща води, см | Швидкість течії, м/с | Прозорість води, см | Характер донних відкладів | Проективне покриття, % |           |               |
|---|------------------------|----------------------|---------------------|---------------------------|------------------------|-----------|---------------|
|   |                        |                      |                     |                           | загальне               | домінанта | співдомінанта |
| <i>Nymphoidetum peltatae subpurum</i> (заплавне озеро)                    | 40                     | відсутня             | 40                  | мулисті                   | 100                    | 95        | -             |
| <i>Nymphoidetum (peltatae) ceratophyllosum (demersi)</i> (заплавне озеро) | 75                     | відсутня             | 60                  | мулисті                   | > 100                  | 80        | 25            |
| <i>Nymphoidetum peltatae subpurum</i> (русло річки)                       | 135                    | 0,01                 | 120                 | піщані                    | 95                     | 90        | -             |
| <i>Nymphoidetum (peltatae) ceratophyllosum (demersi)</i> (затока річки)   | 155                    | відсутня             | 120                 | мулисті                   | 95                     | 70        | 15            |
| <i>Nymphoidetum (peltatae) ceratophyllosum (demersi)</i> (русло річки)    | 185                    | 0,02                 | 120                 | піщані                    | 85                     | 55        | 20            |

На наступному етапі досліджень за допомогою віталітетного аналізу, який, у свою чергу, ґрунтувався на результатах морфометричного аналізу, здійснено оцінку життєвості раметів *N. peltata* в розглядуваних угрупованнях та визначено віталітетну структуру ценопопуляцій.

Віталітетний аналіз проводився за такою послідовністю розрахунків:

1. Здійснено кореляційний аналіз, який оцінив ступінь і характер взаємозв'язку між усіма досліджуваними морфопараметрами. За отриманими даними виділені їхні кореляційні плеяди.

2. Проведено оцінку значення дисперсії та стандартного відхилення всіх врахованих показників, з'ясовані морфопараметри з найвищим рівнем мінливості, для яких застосовано факторний аналіз.

3. На основі аналізу складу кореляційних плеяд та величини факторних навантажень для *N. peltata* виявлені три об'єктивні кількісні критерії (ключові морфопараметри) для оцінки віталітету раметів.

4. Виходячи з величин ключових морфометричних параметрів, для кожної особини встановлено певний ранг віталітету: перший (найвищий) — *a*, другий (проміжний) — *b* і третій (найнижчий) — *c*.

5. За кількісним співвідношенням у ценопопуляціях особин різного рівня віталітету визначено індекс якості ценопопуляцій (*Q*) за методикою Ю.А. Злобіна (Злобин, 1989а, б, 2009).

Для з'ясування наявності статистично достовірного впливу провідних еколого-ценотичних чинників на стан рослин та ценопопуляцій *N. peltata* застосовано дисперсійний аналіз, який супроводжувався розрахунками сили впливу (Царенко та ін., 2000).

### Результати досліджень та їх обговорення

За значеннями стандартного відхилення, дисперсії та коефіцієнта варіації найвищий рівень мінливості виявлено у п'яти морфопараметрів: загальної маси рамет, загальної площі листової поверхні, загальної кількості генеративних органів, репродуктивного зусилля (RE2) та довжини стебла. Результати факторного аналізу свідчать, що найбільші факторні навантаження мають показники загальної маси, загальної площі листків та репродуктивного зусилля (табл. 2).

Таблиця 2. Факторна матриця морфопараметрів раметів *Nymphoides peltata*

| Морфопараметри                   | Факторні навантаження |            |
|----------------------------------|-----------------------|------------|
|                                  | 1                     | 2          |
| Загальна маса раметів            | - 0,917804            | - 0,157104 |
| Кількість генеративних органів   | - 0,218888            | - 0,683183 |
| Загальна площа листків           | - 0,907119            | 0,133154   |
| Репродуктивне зусилля (RE2)      | 0,833594              | - 0,129818 |
| Довжина черешка                  | - 0,130358            | 0,681243   |
| Внесок фактора                   | 2,425013              | 0,990095   |
| Відсоток загальної спільності, % | 71,0                  | 29,0       |

За результатами кореляційного аналізу виділено шість плеяд на рівні кореляційного зв'язку між параметрами 0,95 і більше. До плеяди № 1 входять морфопараметри загальної маси листків та їхньої площі. Плеяда № 2 об'єднує 11 морфопараметрів: загальну масу, кількість листків, один із показників продуктивності формування листової поверхні та показники абсолютної і відносної швидкості росту. В плеяді № 3 згруповано чотири морфопараметри: кількість і маса генеративних органів, абсолютна та відносна швидкість збільшення їхньої маси. Плеяди № 4—6 об'єднали по два морфопараметри. До плеяди № 4 входять два показники, що характеризують нетто-асиміляцію, плеяди № 5 — ті, які визначають площу листків на одиницю фітомаси та продуктивність

формування листкової поверхні, № 6 — масу і площу одного листка. Результати кореляційного аналізу чітко свідчать про необхідність віднесення до ключових морфопараметрів показника загальної маси рамет, який є ядром найбільшої кореляційної плеяди (№ 2).

На основі порівняння й узагальнення результатів факторного та кореляційного аналізів як ключові для оцінки віталітетної структури ценопопуляцій *N. peltata* було обрано три морфопараметри: загальна маса, загальна площа листків і репродуктивне зусилля. Встановлено, що на території НПП «Деснянсько-Старогутський» представлені всі віталітетні типи ценопопуляцій — від депресивних до процвітаючих (табл. 3).

**Таблиця 3. Віталітетна структура ценопопуляцій *Nymphoides peltata* у водоймах заплави р. Десни в межах НПП «Деснянсько-Старогутський»**

| Угруповання   | Класи віталітету, % |      |      | Індекс якості, Q | Тип популяції |
|---|---------------------|------|------|------------------|---------------|
|   | "a"                 | "b"  | "c"  |                  |               |
| <i>Nymphoidetum peltatae subpurum</i> (русло річки)                       | 20,0                | 0,0  | 80,0 | 0,1              | депресивна    |
| <i>Nymphoidetum (peltatae) ceratophyllosum (demersi)</i> (затока річки)   | 10,0                | 30,0 | 60,0 | 0,2              | врівноважена  |
| <i>Nymphoidetum (peltatae) ceratophyllosum (demersi)</i> (русло річки)    | 10,0                | 10,0 | 80,0 | 0,1              | депресивна    |
| <i>Nymphoidetum peltatae subpurum</i> (заплавне озеро)                    | 30,0                | 50,0 | 20,0 | 0,4              | процвітаюча   |
| <i>Nymphoidetum (peltatae) ceratophyllosum (demersi)</i> (заплавне озеро) | 40,0                | 40,0 | 20,0 | 0,4              | процвітаюча   |

Депресивні ценопопуляції характерні для угруповань *Nymphoidetum (peltatae) ceratophyllosum (demersi)* (русло річки) та *Nymphoidetum peltatae subpurum* (русло річки): частка раметів найнижчої життєвості (клас «с») в обох випадках становить 80 %. Врівноважена ценопопуляція сформувалася в угрупованні *Nymphoidetum (peltatae) ceratophyllosum (demersi)* (затока річки). Частка рослин найнижчої життєвості (клас «с») тут не перевищує 60 %. Ценопопуляції з угруповань *Nymphoidetum peltatae subpurum* (заплавне озеро) та *Nymphoidetum*

(*peltatae*) *ceratophyllosum* (*demersi*) (заплавне озеро) є процвітаючими. Вони на 80 % сформовані з раметів найвищої та проміжної життєвості, а значення їхнього індексу якості сягають 0,4.

За результатами дисперсійного аналізу встановлено, що провідне значення у диференціації раметів *N. peltata* за рівнем віталітету має чинник товщі води, який проявляє силу впливу на рівні 50,1—79,9 % при значенні довірчого рівня ( $p$ ) — 0,0000. Суттєвою (сила впливу 36,2—73,5 % і  $p = 0,00000$ ) є і роль проективного покриття *N. peltata*. Такі чинники, як донні відклади та прозорість води також, в основному, мають статистично достовірний характер ( $p = 0,0000$  — 0,0016), однак їхня дія незначна: 25,4—43,8 % і 0,7—29,0 % відповідно.

Для *N. peltata* як виду, занесеного до «Червоної книги України», актуальним є не тільки оцінка стану його популяцій у різних місцезростаннях і розробка та впровадження ефективних заходів щодо охорони, а й застосування в процесі популяційного аналізу неушкоджувальних методів. Оскільки оцінка віталітетної структури популяцій може успішно проводитися лише з опорою на один морфопараметр, а також з урахуванням отриманих результатів морфометричного, факторного, кореляційного та власне віталітетного аналізів, ми дійшли такого висновку: для визначення віталітету рамет *N. peltata* на основі неушкоджувальних методів можна використовувати показник загальної площі листової поверхні. Її розраховували як суму площ окремих листків рамети *N. peltata* або як добуток площі середнього листка та загальної кількості листків рослини.

Ця ситуація потребує розробки ефективного і зручного в польових умовах способу визначення площі листків *N. peltata*. Тому за результатами вимірювання довжини та найбільшої ширини листків *N. peltata* на основі побудови поверхні відгуку в тривимірному просторі ознак довжини, ширини та площі листка розроблено математичну модель, яка придатна для визначення площі окремих листків у *N. peltata*:

$$A = 1,281 + 0,061 \times L - 0,428 \times S + 1,033 \times L \times L - 1,644 \times L \times S + 1,388 \times S \times S,$$

де  $A$  — площа листка,  $L$  — довжина листка,  $S$  — найбільша ширина листка.

Порівняння фактичної площі листків і даних, отриманих за результатами розрахунків за цією моделлю, показало, що шанси на користь нульової гіпотези перевищують 97 % (при  $p = 0,97024$ ). Це підтверджує правильність моделі і свідчить про можливість її практичного використання.

За оцінкою ступеня відхилення площі листків *N. peltata* від прямокутника встановлено, що для визначення площі окремого листка у виду придатною є формула:

$$A = 0,730721 \times L \times S,$$

де  $A$  — площа листка,  $L$  — довжина листка,  $S$  — найбільша ширина листка.

Порівнявши показники фактичної площі листків та отримані за останньою формулою розрахунки, ми встановили, що вони є подібними, тому як шанси на

користь нульової гіпотези перевищують 99 % (при  $p = 0,990589$ ). Окрім того, використання другої формули дає точніший результат, та й розрахунки за нею є значно простішими.

Для перевірки правильності запропонованих математичних моделей і формул у п'яти досліджуваних ценопопуляціях *N. peltata* також здійснено повторну оцінку їх віталітетної структури з використанням неущкоджувальних методів. Отримані результати цілком узгоджуються з даними, одержаними за класичним варіантом віталітетного аналізу.

### Висновки

За результатами дослідження віталітетної структури ценопопуляцій та оцінки впливу провідних еколого-ценотичних чинників встановлено, що найсприятливішими для формування, росту та розвитку ценопопуляцій *N. peltata* є великі заплавні озера. Вони характеризуються таким комплексом показників: течія відсутня, товща води — 30—80 см, прозорість не менше 75—80 % від максимальної глибини, мулисті донні відклади, проективне покриття виду — 70—95 %. В умовах НПП «Деснянсько-Старогутський» параметрам еколого-ценотичного оптимуму найбільше відповідають місцезростання угруповань *Nymphoidetum peltatae subpurum* (заплавне озеро) та *Nymphoidetum (peltatae) ceratophyllosum (demersi)* (заплавне озеро). Підтвердження цього — формування тут ценопопуляцій *N. peltata* процвітаючого типу.

У зазначеному комплексі параметрів місцезростань особливо важливим є стале підтримання на оптимальному рівні показника товщі води. Тому задля збереження *N. peltata* як на території національного парку, так і басейну Десни загалом, пріоритетними мають бути заходи, орієнтовані на забезпечення стабільного гідрологічного режиму територій, збереження заток та великих заплавних озер, які, порівняно з руслами річок, є сприятливішими для даного виду. А це потребує зменшення обсягів вирубування лісів, оптимізації залісненості території та її неосушення.

Важливою складовою охорони будь-якого виду є моніторинг. У досліджуваному регіоні для *N. peltata* це важливо й тому, що значна частка (до 40 %) його ценопопуляцій за віталітетною структурою є депресивними. Використання запропонованих у публікації неущкоджувальних методів дає змогу досить швидко оцінювати віталітетні параметри популяцій та визначати тенденції їхньої динаміки. В разі виявлення стабільного погіршення віталітетної структури, зменшення індексу якості ценопопуляції (від 0,16 і нижче) та загрози її втрати в таких місцезростаннях можливий збір насіння *N. peltata* і висівання його в умовах, оптимальних для виду.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дубина Д.В., Мороз С.А. *Nymphoides peltata* (S. Gmel.) Kuntze на Україні // Укр. ботан. журн. — 1977. — 34, № 4. — С. 398—402.
2. Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценотических популяций растений. — Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1989. — 146 с.

3. Злобин Ю.А. Теория и практика оценки виталитетного состава ценопопуляций растений // Ботан. журн. — 1989. — 74, № 6. — С. 769—780.
4. Злобин Ю.А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста. — Сумы: Университет. книга, 2009. — 263 с.
5. Карманова И.В. Математические методы изучения роста и продуктивности растений. — М.: Наука, 1976. — 222 с.
6. Макрофиты — индикаторы изменений природной среды / Отв. ред. С. Гейны, К.М. Сытник. — Киев: Наук. думка, 1993. — 436 с.
7. Червона книга України. Рослинний світ / За ред. Я.П. Дідуха. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — 900 с.
8. Царенко О.М., Злобин Ю.А., Скляр В.Г., Панченко С.М. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології. — Суми: Університет. книга, 2000. — 203 с.

Рекомендує до друку  
Д.В. Дубина

Надійшла 11.08.2011 р.

Ю.Л. Скляр

Сумской национальный аграрный университет

ВИТАЛИТЕТНАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *NYMPHOIDES PELTATA* (S.G. GMEL.) KUNTZE (*MENYANTHACEAE*) В НАЦИОНАЛЬНОМ ПРИРОДНОМ ПАРКЕ «ДЕСНЯНСКО-СТАРОГУТСКИЙ»

Проведен морфометрический анализ по 34 морфопараметрам раметов *N. peltata* с пяти ценопопуляций, которые произрастают в разных эколого-ценотических условиях. Определена группа морфопараметров, детерминирующих виталитет. На основании морфометрического анализа осуществлен виталитетный анализ исследуемых ценопопуляций. Установлено, что среди них две процветающие, одна — равновесная и две депрессивные. Найдены эколого-ценотические оптимумы для *N. peltata* в регионе исследований. Предложен неразрушающий метод определения виталитетной структуры ценопопуляций *N. peltata*.

*Ключевые слова:* *Nymphoides peltata*, виталитетная структура, ценопопуляции.

Yu.L. Skliar

Sumy National Agrarian University, Sumy

VITALITY STRUCTURE OF COENOTIC POPULATIONS OF *NYMPHOIDES PELTATA* (S.G. GMEL.) KUNTZE (*MENYANTHACEAE*) IN DESNIANSKO-STAROGUTSKYI NATIONAL NATURE PARK

A morphometric analysis of 34 parameters for *N. peltata* ramets from five coenopopulations growing under different ecological conditions was conducted. A group of morphoparameters determining vitality was established. Based on morphometry data, coenopopulation vitality was analysed. Among the surveyed coenopopulations, two were found prosperous, one balanced, and two depressive. The ecological coenotic optimum for *N. peltata* in the studied region was defined. A non-destructive method for investigation of the coenopopulation vitality for *N. peltata* was developed.

*Key words:* *Nymphoides peltata*, vitality structure, coenopopulations.