

ВІТАЛІТЕТНА СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦІЙ *TRAPA NATANS* L. S. L. В НАЦІОНАЛЬНОМУ ПРИРОДНОМУ ПАРКУ «ДЕСНЯНСЬКО-СТАРОГУТСЬКИЙ»

Для національного природного парку «Деснянсько-Старогутський» здійснена оцінка віталітетної структури ценопопуляцій *Trapa natans*, представлених у складі п'яти асоціацій водної рослинності. Для особин цього виду проведено морфометричний аналіз, який супроводжувався обліком 46 морфопараметрів. Доведено, що серед них до числа показників, які об'єктивно свідчать про рівень життєвості (віталітету) особин *Trapa natans*, належать значення загальної площі листової поверхні, загальної кількості листків та загальної маси особин. Показано, що на теренах цієї природоохоронної установи ценопопуляції *Trapa natans* із різних асоціацій статистично достовірно відрізняються за віталітетною структурою. Виявлено всі три якісні типи ценопопуляцій: депресивні, врівноважені та процвітаючі. Встановлено, що з числа обстежених місцезростань найсприятливіші умови для *Trapa natans* склалися в асоціації *Trapa natans subrigida*, а провідне значення у диференціації особин *Trapa natans* за рівнем віталітету відіграє чинник товщі води. Для ценопопуляції *Trapa natans*, в межах досліджуваної території, визначено параметри еколого-ценотичного оптимуму. Йому відповідає наступний комплекс ознак: товща води – 100 – 150 см, течія – відсутня, мулисті донні відклади, загальне проективне покриття водної рослинності не перевищує 70%, а популяційна щільність особин *Trapa natans* – 4 – 5 шт./м².

Ключові слова: *Trapa natans*, віталітетна структура, ценопопуляція, життєвість ценопопуляцій, водні фітоценози.

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Водяний горіх плаваючий (*Trapa natans*) – типовий представник прикріплених птолофітів, ареал якого охоплює значну територію центральну, східну та південну частини Європи, Середземномор'я, південні регіони Азії, і Африку [6, 7]. Зростає в різних регіонах та природних зонах України, але переважно на півночі та на півдні у нижніх течіях великих річок [1]. Незважаючи на значне географічне поширення, *T. natans* має диз'юнктивний ареал і є досить рідкісним видом. Враховуючи статус реліктового виду, екологічну, фітоценотичну значущість, декоративність, *T. natans* потребує охорони і занесений до третього видання «Червоної книги України» [8].

Сумська область належить до регіонів із добре розвинутою гідрографічною мережею. Найбільші водні артерії Сумщини – річки Десна, Сейм, Псел, Ворскла, Сула. Однак популяції *T. natans* на даний час виявлені лише у водоймах заплави Десни. Представлені вони і в тій частині заплави, яка входить до складу національного природного парку «Деснянсько-Старогутський». Завдяки посиленню охорони водойм, що увійшли до складу національного парку в останні роки кількість угруповань за участі *T. natans* та їхні площі поступово збільшуються. Однак зважаючи на постійне посилення антропогенного тиску на водойми, що знаходяться на територіях, які не мають природоохоронного статусу, існує реальна небезпека втрати ценопопуляцій вразливих видів макрофітів чи суттєвого погіршення їхнього стану.

Розробка ефективних заходів щодо охорони того чи іншого виду на будь-якій території можлива лише за наявності повної інформації про стан його популяцій. Важливе місце системі популяційних досліджень посідає віталітетний аналіз, використання якого дає можливість визначити співвідношення в складі популяції рослин різного рівня життєвості. Беззаперечними перевагами віталітетного аналізу 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 [3]. З урахуванням актуальності розробки наукових засад охорони *T. natans* як на території національного природного парку «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 *T. natans*. Дослідження, результати яких представлені у цій публікації, проводилися на прикладі рослинних угруповань з участю *T. natans*, які є репрезентативними для басейну Десни на Північному Сході України.

Мета статті – встановити віталітетну структуру ценопопуляцій *T. natans* в різних асоціаціях водної рослинності, характерних для національного природного парку «Деснянсько-Старогутський», визначити ознаки еколого-ценотичного оптимуму щодо формування та стійкого існування ценопопуляцій цього виду.

Методика

Дослідженням було охоплено п'ять рослинних угруповань – *Nuphareta luteae subpurum*, *Nuphareta (luteae) nymphaeosum (candidate)* варіант з *Trapa natans*, *Nuphareta (luteae) traposum (natantis)*, *Nymphaeeta (candidate) traposum (natantis)*, *Trapeta natantis subpurum*. Їхні місцезростання відрізняються за показниками товщі та прозорості води, складом донних відкладів, загальним проективним покриттям та покриттям домінанта і співдомінантів (табл. 1).

Таблиця 1

Еколого-ценотична характеристика місцезростань ценопопуляцій *Trapa natans*

Асоціація	Середня товща води, см	Наявність течії	Прозорість води, см	Характер донних відкладів	Проективне покриття, %		
					загальне	домінанта	співдомінанта
<i>Nuphareta luteae subpurum</i>	60	відсутня	до дна	мулисті	80	70	-
<i>Nuphareta (luteae) nymphaeosum (candidate)</i> варіант з <i>Trapa natans</i>	90	відсутня	80	мулисті	80	30	20
<i>Nuphareta (luteae) traposum (natantis)</i>	115	відсутня	70	мулисті	65	35	25
<i>Nymphaeeta (candidate) traposum (natantis)</i>	130	відсутня	80	мулисті	70	35	30
<i>Trapeta natantis subpurum</i>	145	відсутня	80	мулисті	55	50	-

З метою оцінки розмірних параметрів особин *T. natans* кожного з цих п'яти угруповань був застосований морфометричний аналіз, який супроводжувався обліком 31 статичного та 15 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 та кількість генеративних органів, кількість бутонів, квіток, плодів, кількість та діаметр розеток, фотосинтетичне зусилля, площа листків на

одиницю фітомаси, відносний приріст стебла, два показники репродуктивного зусилля і т. ін. З-поміж динамічних морфопараметрів ми визначали абсолютну швидкість: накопичення фітомаси, формування загальної маси листків, формування поверхні листків, приросту у висоту, накопичення маси генеративних органів. Встановлювали також відносну швидкість: приросту загальної фітомаси, приросту маси листків, формування листової поверхні, утворення листків, два показники нетто-асиміляції, три показники продуктивності формування листової поверхні [2, 4]. Як фітопопуляційні рахункові одиниці використовували генети генеративного вікового стану.

На основі морфометричного аналізу особин проведено віталітетний аналіз. Він виконувався за загально прийнятою схемою: а) за допомогою кореляційного аналізу, оцінено ступінь та характер взаємозв'язку між усіма вивченими морфо параметрами, на основі чого побудовано дендрит та виділені кореляційні плеяди; б) проведена оцінка значення дисперсії та стандартного відхилення всіх врахованих показників та виявлені морфопараметри з найвищим рівнем мінливості, для яких був застосований факторний аналіз; в) виходячи зі складу кореляційних плеяд та розміру факторних навантажень, для кожного виду виявлені по три об'єктивні кількісні критерії (ключові морфопараметри) для оцінки віталітету особин; г) зважаючи на величини виявлених ключових морфометричних параметрів для кожної особини встановлювався певний рівень віталітету: найвищий – а, проміжний – б та найнижчий – с; д) за кількісним співвідношенням у популяціях особин різного рівня віталітету визначався індекс якості популяцій Q:

$$Q = 1/2 (a+b),$$

де Q – індекс якості популяції,

a – частка особин найвищого віталітету (в частках одиниці),

b – частка особин проміжного віталітету (в частках одиниці).

На основі віталітетного аналізу виділялися якісні категорії ценопопуляцій: а) депресивні ($Q < 0,16667$), б) врівноважені (Q від $0,16667$ до $0,3333$), с) процвітаючі ($Q > 0,3333$) [2].

Для оцінки впливу на віталітетну структуру ценопопуляцій *T. natans* екологічних чинників використано дисперсійний та регресійний аналізи [5].

Результати та їх обговорення

За значеннями стандартного відхилення та дисперсії найвищий рівень мінливості проявили сім морфопараметрів: довжина стебла, маса центральної розетки, загальна маса особин, загальна кількість листків, площа листків центральної розетки, площа листків бічних розеток, загальна площа листків. Для цих морфопараметрів проведений факторний аналіз (табл. 2).

Результати факторного аналізу свідчать, що найбільший внесок в перший фактор роблять два морфопараметри: загальна площа листової поверхні та загальна кількість листків. В другий фактор найсильніший внесок здійснюють також два морфопараметри: маса центральної розетки та загальна маса рослини. Кожен з них може виступати в ролі ключового морфопараметра.

Кореляційний аналіз показав, що особини *T. natans* характеризуються високим рівнем морфологічної цілісності. В більшості випадків між морфопараметрами підтримується кореляційна залежність в межах $0,8000 - 0,9999$. На рівні кореляційного зв'язку $0,95$ і вище, виділено дев'ять кореляційних плеяд. В кореляційній плеяді № 1 об'єднано морфопараметри: нетто-асиміляція, загальна маса особин, маса центральної розетки та абсолютна швидкість накопичення фітомаси. До складу плеяди № 2 входять: площа листків на одиницю фітомаси та два показники продуктивності формування листової поверхні (LAR2, LAR3). Кореляційна плеяда № 3 є найбільшою за кількістю

об'єднаних в її складі морфопараметрів – сім. Її структура вказує на наявність тісних взаємозв'язків між групою морфопараметрів, що несуть узагальнюючу інформацію про стан бічних розеток (їх кількість, масу, а також кількість, масу та площу листків) та загальну кількість листків на генеті, й абсолютну швидкість їх формування. В кореляційну плеяду № 4 увійшли п'ять морфопараметрів, які узагальнюють інформацію про стан та розвиток асиміляційного апарату: загальна площа та маса листків, абсолютна швидкість формування їх загальної маси та площі, продуктивність формування листової поверхні. Кореляційна плеяда № 5 об'єднує показники відносної швидкості формування листової поверхні та їхньої маси. До складу кореляційної плеяди № 6 входить група морфопараметрів, що несе інформацію про стан та розвиток генеративних органів – їх загальну кількість та масу, їх кількість та масу на бічних розетках, абсолютну швидкість приросту фітомаси генеративних органів. Кореляційна плеяда № 7 об'єднує показники маси та площі одного листка на бічних розетках, а плеяда № 8 – довжину стебла та абсолютну швидкість його приросту. До складу кореляційної плеяди № 9 входить чотири морфопараметри, що несуть інформацію про асиміляційний апарат центральної розетки: загальну площу та масу її листків, площу та масу її одного листка.

Таблиця 2

Факторна матриця морфопараметрів особин *Trapa natans*

Морфопараметри	Факторні навантаження	
	1	2
Довжина стебла	0,597971	0,138407
Маса центральної розетки	- 0,007614	0,946265
Загальна маса особини	0,313703	0,998506
Загальна кількість листків	0,915497	0,216115
Площа листків центральної розетки	0,833238	0,131467
Площа листків бічних розеток	0,860823	0,102313
Загальна площа листків	0,979248	0,132089
Внесок фактора	3,688400	2,003493
Відсоток вихідної спільності, %	64,8	35,2

Виходячи з результатів кореляційного та факторного аналізів, в якості ключових морфопараметрів, що детермінують віталітет в особин *T. natans*, вибрані показники загальної площі листової поверхні, загальної кількості листків та загальної маси особин. З опорою на ці параметри був проведений віталітетний аналіз досліджуваних ценопопуляцій (табл. 3).

Ценопопуляції *T. natans* у межах досліджуваної території характеризуються досить значним різноманіттям віталітетної структури. В національному парку зареєстровані всі якісні типи ценопопуляцій – від депресивних до процвітаючих.

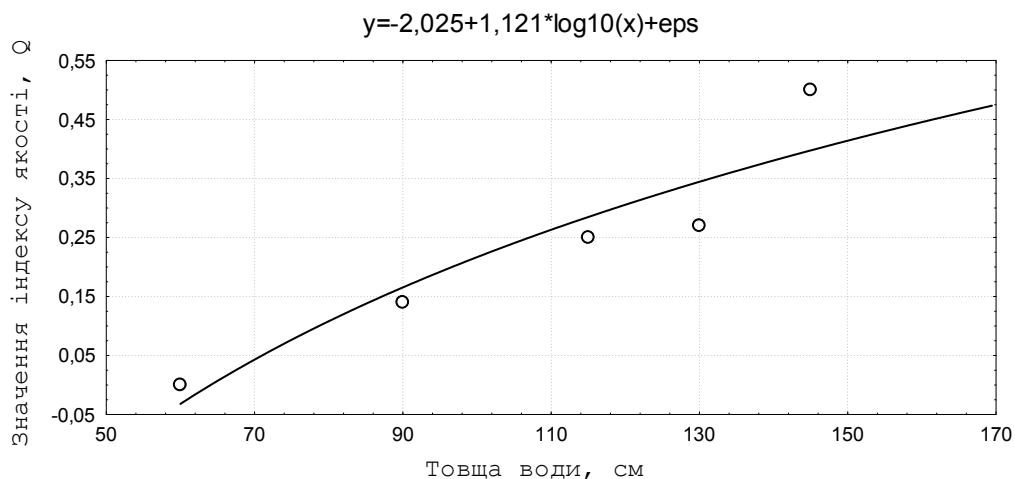
Ценопопуляції угруповань *Nupharetta (luteae) nymphaeosum (candidate)* варіант з *Trapa natans* та *Nupharetta luteae subpurum* відносяться до категорії депресивних. В їхньому складі переважають особини найнижчого класу віталітету, частка яких становить від 73% до 100%. Ценопопуляції з угруповань *Nymphaeeta (candidate) traposum (natantis)* та *Nupharetta (luteae) traposum (natantis)* відносяться до категорії врівноважених. Вони на 53% та 50%, відповідно, сформовані з особин найвищого та проміжного класів віталітету. Найвищим рівнем якості ($Q=0,50$) характеризується ценопопуляція з угруповання *Trapeta natantis subpurum*. Вона на 100% сформована з особин найвищої та проміжної життєвості.

Таблиця 3

Віталітетна структура ценопопуляцій *Trapa natans*

Асоціація	Частка особин			Індекс якості, Q	Тип популяції
	клас "а"	клас "b"	клас "с"		
<i>Trapeta natantis subpurum</i>	0,89	0,11	0,00	0,50	процвітаюча
<i>Nymphaeeta (candidate) traposum (natantis)</i>	0,35	0,18	0,47	0,27	врівноважена
<i>Nuphareta (luteae) traposum (natantis)</i>	0,31	0,19	0,50	0,25	врівноважена
<i>Nuphareta (luteae) nymphaeosum (candidate)</i> варіант з <i>Trapa natans</i>	0,18	0,09	0,73	0,14	депресивна
<i>Nuphareta luteae subpurum</i>	0,00	0,00	1,00	0,00	депресивна

Провідне значення у диференціації особин *T. natans* за рівнем віталітету відіграє чинник товщі води. На рис. 1 представлений графік та математична модель, які відображають залежність індексу якості ценопопуляцій *T. natans* від товщі води. Ценопопуляції депресивного типу (де Q коливається від 0,00 до 0,14) з переважанням особин низької життєвості, формуються на глибині 30 – 100 см. При зростанні товщі води понад 1 м, в ценопопуляціях значно збільшується (до 50 – 100%) частка особин вищого та проміжного класів життєвості, відповідно зростає й індекс якості ценопопуляцій.

Рис. 1. Залежність значень індексу якості ценопопуляцій *Trapa natans* від величини товщі води

Висновки

1. В складі комплексу морфопараметрів, до числа показників, які об'єктивно свідчать про рівень життєвості (віталітету) особин *T. natans*, належать значення загальної площі листової поверхні, загальної кількості листків та загальної маси особин.

2. На теренах національного природного парку «Деснянсько-Старогутський» ценопопуляції *T. natans* із різних асоціацій водної рослинності статистично достовірно

відрізняються за віталітетною структурою. Тут виявлено всі три якісні типи ценопопуляцій: депресивні, врівноважені та процвітаючі.

3. З числа обстежених місцезростань найсприятливіші умови для *T. natans* склалися в асоціації *Trapeta natantis subpurum*.

4. Провідне значення у диференціації особин *T. natans* за рівнем віталітету відіграє чинник товщі води.

5. Умовам еколого-ценотичного оптимуму щодо формування та стійкого існування ценопопуляцій *T. natans* відповідає такий комплекс ознак: товща води – 100 – 150 см, течія – відсутня, мулисті донні відклади, загальне проєктивне покриття водної рослинності не перевищує 70%, а популяційна щільність особин *T. natans* – 4 – 5 шт./м².

Література

1. Дубына Д. В. Распространение, экология и ценология *Trapa natans* (Trapaceae) на Украине / Д. В. Дубына // Ботан. журн. – 1982. – Т. 67, № 5. – С. 659–667.
2. Злобин Ю. А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений / Ю. А. Злобин – Казань : Изд-во Казан. ун-та, 1989. – 146 с.
3. Злобин Ю. А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста / Ю. А. Злобин – Сумы : Университет. книга, 2009. – 263 с.
4. Карманова И. В. Математические методы изучения роста и продуктивности растений / И. В. Карманова – М.: Наука, 1976. – 222 с.
5. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології / [Царенко О. М., Злобін Ю. А., Скляр В. Г., Панченко С. М.]. – Суми: Университет. книга, 2000. – 203 с.
6. Макрофиты – индикаторы изменений природной среды / Отв. редакторы С. Гейны, К. М. Сытник. – К. : Наук. думка, 1993. – 436 с.
7. Михайлова Л. Н. К экологии и биологии чилима (*Trapa L.*) в дельте Волги / Л. Н. Михайлова // Тр. Астрахан. гос. заповедника. – М., 1940. – Вып. 3. – С. 85–115.
8. Червона книга України. Рослинний світ / За ред. Я. П. Дідуха – К. : Глобалконсалтинг, 2009. – 900 с.

Аннотация. Скляр Ю.Л. **Виталитетная структура ценопопуляций *Trapa natans* L. s. l. в национальном природном парке «Деснянско-Старогутский».** Для национального природного парка «Деснянско-Старогутский» осуществлена оценка виталитетной структуры ценопопуляций *Trapa natans*, представленных в составе пяти ассоциаций водной растительности. Для особей этого вида проведен морфометрический анализ, сопровождавшийся учетом 46 морфопараметров. Доказано, что среди них к числу показателей, которые объективно свидетельствуют об уровне жизнестойкости (виталитета) особей *Trapa natans*, принадлежат значения общей площади листовой поверхности, общего количества листьев и общей массы особей. Показано, что на территории этого природоохранного учреждения ценопопуляции *Trapa natans* из разных ассоциаций статистически достоверно отличаются виталитетной структурой. Выявлены все три качественные типы ценопопуляций: депрессивные, уравновешенные и процветающие. Установлено, что из числа обследованных местообитаний благоприятные условия для *Trapa natans* сложились в ассоциации *Trapeta natantis subpurum*, а ведущую роль в дифференциации особей *Trapa natans* по уровню виталитета играет фактор толщи воды. Для ценопопуляций *Trapa natans*, в пределах исследуемой территории, определены параметры эколого-ценотического оптимума. Ему соответствует следующий комплекс признаков: толщина воды – 100 – 150 см, течение – отсутствует, илистые донные отложения, общее проєктивное покрытие водной растительности не превышает 70%, а популяционная плотность особей *Trapa natans* – 4 – 5 шт. / м².

Ключевые слова: *Trapa natans*, виталитетная структура, ценопопуляция, жизнестойкость ценопопуляций, водные фитоценозы

Summary. Skliar Iu.L. **Vitality structure of cenopopulations *Trapa natans* L. s. l. in national natural park «Desnyansky-Starogutsky».** For national natural park «Desnyansky-Starogutsky» the estimation of vital structure of cenopopulations *Trapa natans*, represented in the five associations of

*aquatic vegetation. For this species conducted morphometric analysis, accompanied by taking into account the 46 morphoparameters. It is proved that among them a number of indicators that objectively indicate the level of vitality plants *Trapa natans*, belong to the values of the total leaf area, total number of leaves and the total mass of individuals. It is shown that in the territory of the environmental institution coenopopulations *Trapa natans* from different associations differ significantly vitality structure. Identified three types of quality cenopopulations: depressive, balanced and prosperous. It was found that among the surveyed habitats favorable conditions for *Trapa natans* formed under the association *Trapeta natantis subpurum*, and a leading role in the differentiation of plants *Trapa natans* in the level of vitality plays a factor in the water column. For the study area for cenopopulations *Trapa natans* defined parameters eco-coenotic optimum. It corresponds to the following set of criteria: the water column – 100 – 150 cm, the water stream – no, silty sediments, the total projective cover of aquatic vegetation does not exceed 70%, and the population density of individuals *Trapa natans* – 4 – 5 pcs./m².*

Key words: *Trapa natans*, vitality structure, cenopopulation, cenopopulations vitality, water plant communities

Сумський національний аграрний університет

Одержано редакцією

19.01.2015

Прийнято до публікації

05.02.2015