

**БІОРІЗНОМАНІТТЯ – ОСНОВА ПРИСТОСУВАЛЬНИХ ПЕРЕБУДОВ
У РОСЛИННОМУ ОРГАНІЗМІ***Мелітопольський державний педагогічний університет*

На основі власних результатів та аналізу літературних матеріалів представлено адаптаційні структурно-функціональні варіації складових фотосинтетичного процесу, які забезпечують горизонтальну й вертикальну еволюцію і мають наукове й практичне значення в умовах збереження різноманіття рослинного світу.

Ключові слова: біорізноманіття, пристосувальні перебудови, рослинний організм, фотосинтез.

O. E. Pjuurko

*Melitopol State Pedagogical University***BIODIVERSITY AS A BASIS OF AN ADAPTIVE REORGANIZATION IN THE PLANT ORGANISM**

On basis of own results and analysis of literature materials it is introduced the adaptive structural and functional components' variations of photosynthesis process, which provide the horizontal and vertical evolution and have scientific and practical meaning under conditions of plant world variety preservation.

Key words: biodiversity, adaptive reorganization, plant organism, photosynthesis.

Біорізноманіття – сукупність типів відмінностей об'єктів світу (універсуму) будь-якого простору (території, акваторії, планети), які виявляються на основі вибраної міри (Мусієнко, 2002). Воно надзвичайно важливе для еволюції і збереження систем життєзабезпечення біосфери і має надзвичайну цінність з екологічних, генетичних, соціальних, економічних, наукових, освітніх, рекреаційних та естетичних причин (Емельянов, 1994; Ситник, 1992). У зв'язку з цим розроблені загальносвітові, континентальні стратегії, програми та плани збереження й раціонального використання біорізноманіття, зокрема: *Global Biodiversity Strategy* (Global Biodiversity Strategy, 1992), *Global Biodiversity Assessment* (Global Biodiversity Assessment, 1995; Heywood, 1995), *The Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy* (The Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy, 1996) та національні (більше ніж у 30 країнах світу), які для свого вирішення інтегрують певні знання всіх дисциплін біологічного циклу (Руководящие принципы ..., 1994).

На сьогодні, коли темпи деградації середовища значно випереджають рух еволюції, а антропогенний тиск на живу природу має глобальний характер і проявляється в значному потеплінні клімату, хімічному забрудненні, зменшенні площі лісів, важко переоцінити значення біорізноманіття рослинного світу для виживання людства як основи продукційного процесу, у тому числі й продуктів харчування (Моргун, 2003) та джерела зберігання адаптаційних складових до дії різних чинників, сукупність яких у вигляді структурних та функціональних перебудов формує узагальнений адаптаційний синдром (Казаков, 2002). При цьому на фоні загальної, неспецифічної стійкості та аналогічних механізмів адаптації проявляються і специфічні реакції та перебудови, характерні для екологічного фактора. Реалізація адаптивного потенціалу в найбільшій мірі відбувається в аридних та екстремальних умовах: засоленні, водному дефіциті, підвищенні температури тощо і проявляється на різних рівнях організації, починаючи з молекулярного і закінчуючи фітоценотичним. Яскравим прикладом мультिवаріабельності складових адаптивного синдрому виступають галофіти – рослини засоленних ґрунтів, вегетація яких відбувається при дії кількох несприятливих факторів: засолення, високої температури повітря, дефіциту вологи (Пюрко, 2003). Тому всебічне вивчення фототрофії – важливої й унікальної особливості живлення і життєдіяльності рослин, а в кінцевому результаті і процесів формування розмірів та якості врожаю на сьогодні є дуже актуальним. При цьому сам фотосинтез виступає не пасивним джерелом пластичних речовин, а потужною системою активної регуляції використання асимілятів, завдяки інтенсивності та спрямованості засвоєння CO₂, впливу на різноманітні сторони життєдіяльності, у тому числі і на адаптаційні процеси (Большаков, 1996; Казаков, 2000). Останнім часом із цього приводу увагу вчених привертають хімічні компоненти мембран тілакоїдів і їх роль у структурній організації та функціонуванні хлоропластів, адаптаційне значення яких є загальноновизнаним (Ковалев, 2000). Це стосується особливостей змін одного з представників класу гліцероліпідів – сульфохінової діацилгліцеролу (СХДГ), який відіграє специфічну роль у структурній організації та функціональній діяльності біомемб-

ран. Вважається, що ліпіди, зокрема СХДГ, визначають орієнтацію молекул хлорофілу в мембрані. Показно кореляційну залежність між утворенням хлорофілу та наявністю і концентрацією сульфоліпідів. Виявлені кореляційні залежності між вмістом зв'язної форми хлорофілу та сульфоліпідами в фотосинтезуючих тканинах рослин за умов дії посухи (Пюрко, 2000), між високим рівнем сульфату кальцію в коренях та високим (більш ніж удвічі) рівнем вмісту СХДГ переконливо вказують на участь СХДГ в адаптаційних процесах.

Установлене нами збільшення вмісту СХДГ у 2–2,5 рази в евгалофітів та криногалофітів на фоні незначних різниць по цьому параметру між відповідними видами контролю свідчить про ініціацію несприятливими умовами синтезу цієї речовини. Враховуючи властивості та функції СХДГ (наявність негативного заряду, який зберігається в широкому діапазоні фізіологічних значень рН, здатність понижувати поверхневий натяг речовин, участь у формуванні та функціонуванні фотосинтетичного апарату взагалі і реакційних центрів зокрема, асоціація з АТФ-азою $CF_0 - CF_1$ комплексу хлоропластів, здатність змінювати аніонні форми фосфоліпідів, здатність зв'язувати певну кількість позитивних іонів та можливість утримувати додаткову кількість води в міжшаровому просторі біомембран), збільшення його вмісту в фотосинтезуючих органах рослин при дії несприятливих факторів середовища переконливо свідчить про активну участь сульфоліпиду у формуванні складових адаптаційного синдрому на молекулярному рівні, незалежно від виду рослин та специфічності життєдіяльності.

Наявність різних типів фіксації CO_2 (C_3 -, C_4 - та САМ типи), кожен з яких має певні переваги та недоліки, не тільки вказує на альтернативність фотосинтетичного засвоєння CO_2 , а й забезпечує вегетацію рослин у різних природно-кліматичних зонах на основі найефективнішого використання умов конкретного середовища. Так, C_3 -шлях фіксації CO_2 , який характерний для більшості культурних рослин, забезпечує їм інтенсивність фотосинтезу (до $60 \text{ мг } CO_2/\text{дм}^2 \cdot \text{годину}$), низький рівень світлового плато (до $0,4 \text{ ккал}/\text{см}^2 \cdot \text{сек}$), високе значення компенсаційного пункту, в основному вуглеводну спрямованість засвоєння вуглекислого газу, і тому ці рослини вегетують у помірних умовах (північ України), а в південній зоні мають перевагу тільки навесні та восени.

C_4 -шлях вважається еволюційно значно «молодшим», формувався в аридних умовах і характеризується високою інтенсивністю фотосинтезу (до $120 \text{ мг } CO_2/\text{дм}^2 \cdot \text{годину}$), низьким фотодиханням та компенсаційним пунктом, ефективним використанням води і досить високою продуктивністю. C_4 -тип фотосинтезу, у свою чергу, включає НАДФ – МДГ, НАД – МДГ та ФЕП-КК рослини, у яких первинна фіксація CO_2 відбувається як у клітинах мезофілу при участі акцептора ФЕП та ферменту ФЕП-карбоксилази, так і в клітинах обкладки при участі рибулозо-1,5-дифосфату (РУБІСКО).

САМ-тип фотосинтезу характерний для сукулентів. Його специфічність – розділення світлової і темної стадій у часі та просторі, низький рівень інтенсивності фотосинтезу (до $8 \text{ мг } CO_2/\text{дм}^2 \cdot \text{годину}$), найвища продуктивність використання води та низька біопроductивність. Як різноманіття, так і переключення шляхів асиміляції CO_2 є адаптивною складовою адаптаційного синдрому, завдяки чому рослина виживає в екстремальних умовах, всебічне вивчення яких можливе за умов зберігання рослинного різноманіття.

Функціональні особливості рослин – складові горизонтальної еволюції, які, змінюючись кількісно в певних межах, дозволяють рослинам реалізовувати свої адаптаційні можливості (Пюрко, 2000). При тривалій дії несприятливих факторів та в процесі еволюції функціональні зміни супроводжуються структурними, які більш консервативні в адаптаційному плані, а закріпившись генетично, виступають індикатором вертикальної еволюції. Тому структурно-функціональні особливості взаємозалежні, взаємообумовлені, характеризують шляхи формування пристосувань та еволюційних процесів певних екологічних груп до конкретних умов середовища. Тому цілком закономірно, що рослини з різним типом фотосинтезу значно відрізняються за анатомо-морфологічними особливостями клітин, тканин, органів.

Відомо, що C_3 та C_4 рослини відрізняються між собою за будовою продихових комплексів в епідермі. Первинна покривна тканина є поліфункціональною, а її характерні риси формуються під впливом певних факторів середовища: так, у C_3 -рослин продихові комплекси мають дві замикаючі клітини бобоподібної форми та колопродихові, за формою, розташуванням яких виділяють 16 різноманітних типів. Своєрідна будова продихів у C_4 -рослин, у яких замикаючі клітини мають гантелеподібну форму, колопродихові – трикутну.

Ці дві групи рослин мають своєрідну будову листка як основного органа асиміляції CO_2 . Для C_3 -рослин характерна наявність палисадної та губчастої паренхіми, за співвідношенням яких можна встановити екологічну групу по відношенню до води. C_4 -рослини мають кранц-анатомію, яка характеризується наявністю хлоренхімної обкладки навколо судинно-волоконистих пучків, а палисадна паренхіма орієнтована радіально до них. *Carolin* із співавторами (*Carolin et al.*, 1978) виділили в рослин родини *Chenopodiaceae* чотири коронарних типи: кохіодний (полукокоронарний), атриплекоїдний (коронарний), сальсазодний (коронарно-

центричний), сведоїдний (коронарно-сведоїдний) та три типи у представників родини *Poaceae*: панікоїдний, аристідоїдний, хлоридоїдний. Дослідження показали, що кранц-анатомія є загальною ознакою практично для всіх S_4 -рослин і залишається одним із кращих діагностичних параметрів для всіх груп. Ми вперше провели гістологічний аналіз листків галофітів (*Salicornia europaea* L., *Halimione pedunculata* L., *Artemisia santonica* L.) різних екологічних груп (ев-, крино- та глікогалофітів) північно-західного Приазов'я та показали, що адаптаційні перебудови відбуваються і на тканинному рівні за рахунок зміни співвідношення фотосинтетичної тканини, гідропаренхіми та хлоренхімної обкладки в бік збільшення частки водоносної паренхіми, яка виконує захисну функцію в несприятливих та екстремальних умовах. Вивчення комплексів провідних шляхів у цих рослин показало, що адаптаційні варіації проявляються в змінах співвідношення $S_{\text{флоєми}}/S_{\text{ксилеми}}$, що обумовлюється збільшенням площини водопровідної системи на 10–22 % за рахунок недиференційованих вузькопорожнинних трахей.

Нами та іншими дослідниками (Пюрко, 2002; Шеляг-Сосонко, 1997) у природних та вегетаційних дослідах показано, що на дію стресового фактора в різні періоди вегетації рослина відповідає цілою низкою структурно-функціональних перебудов, розмірність та співвідношення яких визначається, з одного боку, видом та онтогенетичним станом рослини, а з іншого – видом, глибиною та тривалістю дії несприятливого фактора. Установлено, що водний, температурний та сольовий стрес призводять до формування різних видів анатомо-морфологічних аномалій та специфічностей у вегетативних органах рослин. Стреси обумовлюють формування різних видів аномальних продихів та клітин епідерми, яка межує із зовнішнім середовищем і першою відповідає на коливання її факторів та виступає гістологічною складовою адаптаційного синдрому.

Таким чином, біорізноманіття рослин формувалося в ході еволюції на всіх рівнях організації: молекулярному (синтез СХДГ та пігментів), органідному (різні варіації будови хлоропластів), клітинному (різноманіття форм, будови та функціональних особливостей клітин), тканинному (особливості будови листків та вегетативних органів), організменному (специфічність будови та функціонування «донор-акцептор» у системі цілого рослинного організму), фітоценотичному (взаємодія окремих організмів у процесах конкуренції, адаптації, виживання в ценозі). Сукупність структурно-функціональних особливостей забезпечує формування мультіваріабельного адаптаційного синдрому в рослин і виживання в аридних та екстремальних умовах. Матеріальним носієм найбільш повного набору адаптаційних складових є рослинне біорізноманіття, збереження якого – одне з головних завдань сучасного суспільства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Большаков В. Н.** Проблемы восприятия современным обществом основных понятий экологической науки / В. Н. Большаков, С. В. Криницин, Ф. В. Кряжковский и др. // Экология. – 1996. – № 3. – С. 165-170.
- Емельянов И. Г.** Разнообразие и устойчивость биосистем // Успехи современной биологии. – 1994. – Т. 114, вып. 3. – С. 304-318.
- Казаков Є. О.** Методичні аспекти фізіологічного моніторингу рослин Приазов'я / Є. О. Казаков, О. Є. Пюрко, Т. Є. Христова // Питання біоіндикації та екології: Зб. наук. пр. – Запоріжжя: Б.в., 2002. – Вип. 7, № 2. – С. 141-152.
- Казаков Є. О.** Методологічні основи постановки експерименту з фізіології рослин. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – 272 с.
- Ковалев О. В.** Эволюция S_4 -синдрома фотосинтеза у цветковых растений // Ботан. журн. – 2000. – Т. 85, № 11. – С. 7-19.
- Моргун В. В.** Продовольствие XXI века: нерешенные проблемы, неотложные задачи / В. В. Моргун, Б. А. Курчий // Физиология и биохимия культурных растений. – 2003. – Т. 35, № 4. – С. 281-294.
- Мусієнко М. М.** Екологія. Охорона природи: Словник-довідник / М. М. Мусієнко, В. В. Серебряков, О. В. Браїон. – К.: Знання, 2002. – 550 с.
- Пюрко О. Є.** Вплив засолення на структуру епідерми галофітів Приазов'я / О. Є. Пюрко, М. М. Мусієнко, С. М. Казакова та ін. // Укр. ботан. журн. – 2002. – Т. 59, № 4. – С. 449-455.
- Пюрко О. Є.** Екологічна диференціація рослин в залежності від реалізації їх адаптивних потенціалів / О. Є. Пюрко, М. М. Мусієнко, Т. Є. Христова та ін. // Наук. вісник Уман. держ. пед. ун-ту ім. П. Тичини. Серія «Біологія». – Вип. 3. – К.: Наук. світ, 2000. – С. 87-92.
- Пюрко О. Є.** Структурно-функціональні особливості галофітів в умовах Приазов'я України: Автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.12. – К., 2003. – 20 с.
- Руководящие принципы** исследований по странам в области биологического разнообразия (Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде). Найроби: UNEP, 1994. – 152 с.
- Ситник К. М.** Актуальні проблеми збереження біологічної різноманітності та її вивченість / К. М. Ситник, С. П. Вассер // Укр. ботан. журн. – 1992. – Т. 79, № 6. – С. 5-13.
- Шеляг-Сосонко Ю. Р.** Экологические аспекты концепции биоразнообразия / Ю. Р. Шеляг-Сосонко, И. Г. Емельянов // Экология та ноосферология. – 1997. – Т. 3, № 1-2. – С. 131-140.

- Carolin R. C., Jacobs S. V., Vesk M.** Kranz cells and mesophyll in the Chenopodiales // J. Bot. – 1978. – Vol. 26, № 5. – P. 683-698.
- Global Biodiversity Assessment.** – Cambridge: Cambridge Univ. press, 1995. – 1140 p.
- Global Biodiversity Strategy.** – Washington, DC: UNEP, 1992. – 244 p.
- Heywood V. N., Baste I.** Introduction in Global Biodiversity Assessment. – Cambridge: Cambridge Univ. press, 1995. – P. 1-19.
- The Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy.** – Amsterdam: UNEP, 1996. – P. 1-6.

Надійшла до редколегії 12.03.08