

КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ОГЕНКА
НАЦІОНАЛЬНИЙ ПРИРОДНИЙ ПАРК «ПОДІЛЬСЬКІ ТОВТРИ»

НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ І ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

**МАТЕРІАЛИ МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**м. Кам'янець-Подільський,
18-20 листопада 2008 р.**



Кам'янець-Подільський
2008

УДК 504(063)
ББК 20.1 я431
Н15

Друкується згідно з рішенням вченої ради Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка, протокол № 10 від 27 листопада 2008 року.

Рецензенти:

Т. М. Супрович, кандидат біологічних наук, доцент, Подільський державний аграрно-технічний університет;
О. П. Бодян, кандидат біологічних наук, доцент, Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка.

Відповідальні редактори:

М. Д. Матвеев, канд. біол. наук;
П. Д. Плахтій, канд. біол. наук;
І. Д. Гуменюк, канд. біол. наук.

Редакційна колегія:

Л. Г. Любінська, канд. біол. наук; *І. В. Федорчук*, канд. біол. наук;
О. М. Оптасюк, канд. біол. наук; *І. В. Сущева*, канд. пед. наук.

Н15 Навколишнє середовище і здоров'я людини : матеріали Міжнародної наукової конференції, м. Кам'янець-Подільський, 18-20 листопада 2008 р. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2008. – 276 с.

У матеріалах Міжнародної наукової конференції «Навколишнє середовище і здоров'я людини» представлені доповіді та повідомлення, виголошені на конференції за такими напрямками досліджень: медико-біологічні аспекти валеології; проблеми екології Східної Європи; охорона, збереження та відтворення біорізноманіття; екологічна освіта та виховання.

Адресується науковцям, учителям, студентам.

УДК 504(063)
ББК 20.1 я431

За оформлення та зміст публікацій, а також за адекватність цитування літературних джерел несуть відповідальність автори

© К-ПНУ ім. Івана Огієнка, 2008

9. Равкин Ю. С., Покровская И. В., Вартапетов Л. Г. и др. Лесная и лесостепная зоны Западно-Сибирской равнины // Пространственно-временная динамика животного населения. – Новосибирск: Наука, 1985. – С. 79-87.
10. Bibby C. J., Burgess N., Nill D. Bird Census Techniques. – London, 1992. – 257 p.
11. Birkhead T. R. The Magpies. – London: T & AD Poyser, 1991. – 270 p.
12. Glutz von Blotzheim R. N., Bauer K. M. (red.). Handbuch der Vogel Mitteleuropas. – Wiesbaden: Aula-Verlag, 1993. – В. 13/III. – S. 1180-1487.
13. Hagemeijer W. J. M., Blair M. J. (eds.) The EBCC Atlas of European Breeding Birds. – London: T & AD Poyser, 1997. – P. 669-687.
14. Jerzak L. Synurbization of the magpie *Pica pica* in the Palaearctic // Avian ecology and conservation in an urbanizing world. – Kluwer: Acad. Publishers, 2001. – P. 403-425.

Отримано: 15.10.2008 р.

УДК 581:796:616

С. М. Казакова¹, Є. О. Казаков¹, Т. Є. Христова¹, О. Є. Пюрко²

¹Таврійський національний університет ім. В. І. Вернадського

²Мелітопольський державний педагогічний
університет ім. Б. Хмельницького

БІОХІМІЧНЕ РІЗНОМАНІТТЯ ТА АЛЬТЕРНАТИВНІСТЬ – ОСНОВНІ СКЛАДОВІ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА АДАПТАЦІЇ ЖИВИХ ОРГАНІЗМІВ

Живі організми постійно контактують безпосередньо та опосередковано як із зовнішнім середовищем, пристосовуючись і ефективно змінюючи його, так і між собою. При цьому відбувається постійний обмін енергією, речовинами та інформацією й в результаті адекватних припасувань формується певна ніша життя, яка завдяки горизонтальній та вертикальній еволюціям, постійно прогресує і вдосконалюється на основі різноманіття й альтернативності адаптаційних процесів на всіх рівнях організації [1, 6, 9-11].

Мета даної роботи – на основі власних дослідів та аналізу літературних джерел показати біохімічне різноманіття та альтернативність як основу в адаптаційних процесах у живих організмів.

Відомо, що енергообмін є однією з важливіших складових загального обміну, по відношенню до якого живі організми поділяються на автотрофів і гетеротрофів. Перші здатні здійснювати первинний синтез органічних речовин за рахунок певних джерел енергії (Сонця – фотосинтетики й фототрофи, окислення – хемосинтетики), другі – використовують готові органічні сполуки, синтезовані першими [5, 12].

Основною функцією фототрофів є синтез органічних речовин із неорганічних (фотосинтез), різноманіття та специфічність якого визначається систематичним положенням та умовами їх середовища [11].

C₃-шлях фотосинтезу притаманний більшості с/г культур і характеризується досить низькою карбоксилюючою активністю рибулозо-1,5-дифосфаткарбоксилази і, як наслідок, відносно низькою інтенсивністю фотосинтезу (максимально до 60 мг CO₂/дм² · год.), наявністю фотодихання (до 40%

первинно синтезованих речовин використовується для окислення за рахунок оксидазної властивості карбоксидизмутази), високими водовитратами (транспіраційний коефіцієнт досягає 300-350 г H_2O / г синтезованої речовини), низьким рівнем світлового насичення (вихід на плато дорівнює освітленню 0,4-0,45 кал/см² · хв.); відносно низькою продуктивністю (максимально до 60 т речовини/га за рік) і поширені в досить м'яких умовах західних та північних районах України [4, 11].

C_4 -шлях фотосинтезу, відкритий біля чверті століття тому й характерний рослинам південного походження. Йому притаманна ціла низка особливостей: первинним акцептором CO_2 виступає 2-фосфоенолпірвіноградна кислота, яка при участі ФЕП-карбоксилази акцептує молекули вуглекислого газу на порядок інтенсивніше, ніж карбоксидизмутаза у C_3 -рослин; відсутністю фотодихання, високою продуктивністю використання води (ТК=200-220); відсутністю світлового насичення та високою інтенсивністю фотосинтезу (до 120 мг CO_2 /дм² · год.), значною потенціальною біопродуктивністю (до 120 т речовини/га за рік).

У залежності від проміжних продуктів, синтезованих внаслідок первинного карбоксилювання у рослин з C_4 -типом фотосинтезу виділяють 2 форми: 1 – малатну, в яких утворюється яблучна кислота (кукурудза, цукрова тростина); 2 – аспартагту (просо, амарант, атріплекс та майже всі дводольні). В залежності від способу декарбоксилювання в клітинах обкладки первинно синтезованих органічних кислот, C_4 -рослини поділяють на 3 типи: 1 – НАДФ-малік-ензимний тип, коли в клітинах обкладки локалізується фермент НАДФ-МЕ, який декарбоксилює яблучну кислоту з утворенням CO_2 та відновника НАДФ- H_2 , які в подальшому використовуються в циклі Кальвіна; 2 – ФЕПК-кіназний тип характеризується декарбоксилюванням C_4 кислот за участі ФЕПК-кінази, локалізованої в клітинах обкладки; 3 – НАД-«малік»-ензимний тип, коли декарбоксилювання здійснюється НАД-МЕ у мітохондріях клітин обкладки з утворенням CO_2 , який використовується в циклі Кальвіна.

Кислотний метаболізм товстянкових (КМТ) шлях фіксації CO_2 притаманний сукулентам і характеризується розділенням світлової (біофізичної) й темної (біохімічної) стадій фотосинтезу як в просторі (різні паренхімні клітини), так і в часі, завдяки чому найбільш ефективно використовується вода (ТК=100-120), відсутнє світлове насичення, низька інтенсивність фотосинтезу (до 5 мг CO_2 /дм² · год.), а тому і мала біопродуктивність (до 5 т речовини/га за рік) [4, 5, 6].

Наведене фізіолого-біохімічне різноманіття асиміляційного процесу дозволяє фототрофам функціонувати в різноманітних умовах, найефективніше використовувати природні ресурси ($h\nu$, тепло, воду), що показано нами на цукрових буряках (C_3), кукурудзі (C_4) та галофітах (різні типи фотосинтезу) за умов півдня України – зони ризикованого землеробства. Синтезовані автотрофами органічні сполуки в подальшому використовуються на різноманітні потреби, але значна їх частина – для гетеротрофного живлення, в тому числі і людини, в процесах неповного (бродиння) або повного (дихання) окислення [5, 8-11].

Бродіння характерне для мікроорганізмів і при окисленні 1 молекули глюкози дає всього 2 молекули АТФ (за рахунок субстратного фосфорилю-

вання) та проміжні коротко-вуглецеві продукти, по яким й називається тип бродіння: спирт – спиртове, оцтова кислота – оцтовокисле і т.д. Незначний енергетичний вихід (2 молекули АТФ/молекула цукру) не забезпечує процвітання мікроорганізмів, зокрема їх розмноження, але обумовлює виживання їх вегетативних форм в екстремальних умовах [3].

Вищим гетеротрофам, в тому числі і людині, притаманний більш ефективний спосіб окислення – дихання, при якому утворюються кінцеві продукти – CO_2 , H_2O та (36-38 молекул АТФ на кожен окислену молекулу глюкози). Біологічне значення дихання полягає в: 1 – утворенні проміжних вуглецевмісних сполук (з меншою кількістю С), які в подальшому використовуються для окислення або синтезу нових речовин; 2 – біосинтезі біологічних відновників (НАДФ- H_2 та НАД-Н), з яких перший використовується в анаболічних реакціях, другий – в катоболічних; 3 – біосинтезі високоенергетичних еквівалентів, головним з яких є АТФ; 4 – утворенні ендогенної води, яка відіграє значну роль при водному дефіциті. При цьому аеробне дихання здійснюється 2 шляхами: дихотомічним, складовими якого є безкиснева фаза – гліколіз (2 молекули АТФ), яка енергетично аналогічна спиртовому бродінню та аеробна фаза – цикл Кребса й електрон-транспортний ланцюг дихання ($18 \cdot 2 = 36$ молекул АТФ); апотомічним (пентозофосфатним), всі окисні реакції якого відбуваються в розчиненій фазі цитоплазми клітини, а його основне призначення – генерування в цитоплазмі клітини АТФ (36 молекул/молекулу глюкози) і відновника НАДФ- H_2 (12 молекул/молекулу глюкози), подальше окислення якого супроводжується утворенням АТФ. В цілому енергетичний заряд (ЕЗ), який характеризує ступінь вповненості клітин організму високоенергетичними сполуками при будь-якому співвідношенні АТФ, АДФ та АМФ, визначається за допомогою рівняння: $\text{ЕЗ} = 1/2 [\text{АДФ}] + [\text{АТФ}] / [\text{АМФ}] + [\text{АДФ}] + [\text{АТФ}]$. Зазвичай, концентрація АТФ у клітинах значно перевищує рівень концентрації АДФ + АМФ і тому ЕЗ системи дорівнює 0,7-0,8, що є фізіологічною нормою і підтримується процесами метаболізму на постійному рівні. Якщо ЕЗ клітини понижується, то прискорюються процеси синтезу АТФ і гальмуються – при його підвищенні [2, 8].

Біосинтез АТФ у живих організмів здійснюється кількома механізмами: 1 – фотосинтетичним фосфорилуванням (ФФ, фототрофи), 2 – субстратним фосфорилуванням (СФ), 3 – окисним (ОФ, гететрофи). ФФ відбувається при циклічному транспорті електронів в першій фотосистемі (I ФС, 2 ділянки спряжиння) та нециклічному (II ФС, 1 ділянка спряжиння). СФ характерне для гліколізу з попереднім утворенням макроергу (2-фосфоенолпіровиноградна кислота), який в подальшому переноситься при участі ферменту піруват-кінази на АДФ з утворенням АТФ та виділенням піровиноградної кислоти (ПВК). ОФ – синтез АТФ за рахунок енергії електронів, які переносяться по електрон-транспортним ланцюгам дихання від відновлених субстратів живлення до кисню. ОФ є основним механізмом синтезу АТФ у аеробних умовах. Алактатний аеробний механізм швидкого ресинтезу АТФ відбувається за рахунок високоенергетичного креатинфосфату (Кр), концентрація якого в м'язах у 3-4 рази вища в порівнянні з концентрацією АТФ. Він локалізований безпосередньо на міофібрилах і здатний швидко вступати в реакції перефосфорилування згідно рівняння: $\text{КрФ} + \text{АДФ} \rightarrow \text{АТФ} + \text{Кр}$ [2, 7-9].

Анаеробний гліколітичний механізм ресинтезу АТФ включається в роботу тоді, коли перший перестає забезпечувати необхідну швидкість відновлення АТФ в м'язах. При цьому в основному використовуються внутрішньом'язові запаси глікогену й глюкоза, яка поступає з крові. Узагальнено процес гліколізу й глікогенолізу може бути представлений у вигляді наступних рівнянь: $C_6H_{12}O_6 + 2 \text{ АТФ} + 2 \text{ H}_3\text{PO}_4 > 2 \text{ C}_3\text{H}_6\text{O}_3 + 2 \text{ АТФ} + 2 \text{ H}_2\text{O}$; $(C_6H_{10}O_5)_n + 3 \text{ АДФ} + 3 \text{ H}_3\text{PO}_4 > 2 \text{ C}_3\text{H}_6\text{O}_3 + (C_6H_{10}O_5)_{n-1} + 3 \text{ АТФ} + 2 \text{ H}_2\text{O}$.

Енергетичний баланс гліколізу при використанні глюкози складає 2 моля АТФ на 1 моль розщеплюємих вуглеводів, а глікогенолізу (глікогеноз) – 3 моля АТФ. Це пояснюється відщепленням від глікогену вже фосфорильованого (глюкозо-6-Ф) цукру [2, 7, 8].

Максимальна потужність гліколізу у добре тренованих спортсменів може досягати 3,1, а у нетренованих – всього 2,5 кДж · кг⁻¹ · хв⁻¹. На максимальну потужність цей механізм виходить уже на 25-30 секунду після початку навантаження. До кінця 1-ої хвилини роботи гліколіз стає основним механізмом ресинтезу АТФ. Він характеризується невисокою ефективністю, тому що в процесі анаеробного розкладу 1 молю глюкози синтезується всього 240 кДж, а в доступну для використання форму (АТФ) перетворюється всього 80-120 кДж й тому КПД складає 0,35-0,52. Решта енергії перетворюється в тепло й тому температура функціонуючих м'язів підвищується до 40-41°C. Гліколіз відіграє важливу роль при напруженій м'язовій діяльності в умовах нестачі кисню й супроводжується накопиченням молочної кислоти (СН₃-СНОН-СООН), концентрація якої прямо пропорційна потужності й тривалості роботи. Остання дисоціює й здвигає рН в кислотну сторону, активуючи роботу ферментів дихального циклу в мітохондріях й зміцнюючи аеробне енергозабезпечення. При рН 6,4 в м'язах припиняється розщеплення глікогену, що супроводжується різким зниженням рівня АТФ й розвитком стомлення. Рівень навантаження при виконанні вправ перевищує 50% максимальної аеробної потужності називається порогом анаеробного обміну й використовується як діагностичний показник. Міокіназний механізм ресинтезу функціонує в м'язах при значній концентрації АДФ в саркоплазмі згідно рівняння: $\text{АДФ} + \text{АДФ} > \text{АТФ} + \text{АМФ}$. Наявність різних шляхів дихання, різноманітність механізмів біосинтезу АТФ, проміжних та кінцевих продуктів дозволяє живим організмам своєчасно альтернативно переключатися з одного шляху на інший, забезпечуючи повну реалізацію адаптивних потенціалів і максимальну пристосованість до умов середовища та виконання різних видів робіт. Компенсаційні енерговитрати (фонд високоенергетичних еквівалентів) в залежності від адаптаційних пристосувань, видів роботи, їх тривалості, обсягу та потужності здійснюється за рахунок креатин-фосфаткіназного, міокіназного, гліколітичного й аеробного механізмів ресинтезу АТФ, при цьому останньому належить головна роль [2, 7, 8].

Наведені матеріали переконують, що різним організмам характерні з одного боку специфічність та біохімічне різноманіття (фотосинтез, фотодихання – рослинам; хемосинтез і бродіння – мікроорганізмам; темнове дихання – всім живим організмам), а з іншого – альтернативність та можливість біохімічного переключення (з С₃-типу фотосинтезу на КМТ – у ро-

слин, з дихання на бродіння й навпаки – у мікроорганізмів, різні механізми синтезу та ресинтезу АТФ у вищих гетеротрофів), які при збалансованому функціонуванні за короткий термін забезпечують максимальне динамічне припасування живих організмів до змін умов та різних видів робіт, забезпечуючи найефективніше використання в процесі життєдіяльності як природних ресурсів, так і функціональних особливостей кожного організму, оптимізуючи його життєдіяльність.

Список використаних джерел:

1. Бровдій В. М., Гаца О. О. Системоутворюючі закони екології. – К.: Б.в., 2002. – 173 с.
2. Волков Н. И., Нясен Э. Н., Осипенко А. А., Корсун С. Н. Биохимия мышечной деятельности. – К.: Олимпийская литература, 2000. – Ч. 1. – 283 с.
3. Вороніна О. Ю., Казаков Є. О. Спиртове бродіння і його значення // Студентський меридіан. – Мелітополь: Б.в., 2006. – Вип. 4. – С. 15-17.
4. Гуляев Б. И. Фотосинтез и продуктивность агроэкосистем // Физиология и биохимия культ. растений. – 2003. – Т. 28, № 5. – С. 371-381.
5. Казаков Е. А. Методологические основы постановки эксперимента по физиологии растений. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – 272 с.
6. Казаков Є. О. Функціональне фіторізноманіття Приазов'я й методи його вивчення // Вісник Запорізького державного університету. – 2004. – Серія «Біологічні науки». – № 1. – С. 62-68.
7. Казаков Е. А. Энергетический обмен – основа диагностики и прогнозирования деятельности человека // Матеріали II регіональної науково-практичної конференції «Проблеми розвитку українського суспільства: прогнози, реалії». – Мелітополь: Б.в., 2007. – С. 129-130.
8. Казакова С. М., Пюрко О. Е., Казаков Е. А. Мультивариабельность энергообеспечения организма и его диагностические возможности // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Научное пространство Европы – 2007». – Днепропетровск: Наука и образование, 2007. – Т. 11. – С. 60-64.
9. Пюрко О. Є., Мусієнко М. М., Оканенко О. О. та ін. Мультивариабельність і багаторівневість складових адаптаційного синдрому у рослин до засолення // Физиология и биохимия культ. растений. – 2004. – Т. 36. – № 1. – С. 15-26.
10. Христова Т. Е., Казакова С. М., Пюрко О. Е. Фотосинтез – одна из ключевых проблем человечества // Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Ключевые аспекты научной деятельности – 2007». – Днепропетровск: Наука и образование, 2007. – Серія «Медицина и биология». – Т. 4. – С. 8-10.
11. Христова Т. Е., Пюрко О. Є. Рослини – основні продуценти органічних речовин і регулятори газового складу оточуючого середовища // Запорожский медицинский журнал. – 2008. – Т. 2. – № 2. – С. 119-120.
12. Шадчина Т. М., Гуляев Б. И., Кірізій Д. А. та ін. Регуляція фотосинтезу і продуктивність рослин: фізіологічні та екологічні аспекти. – К.: Фітосоціоцентр, 2006. – 327 с.

Отримано: 26.08.2008 р.