

Б. І. Гуляєв, Ю. П. Зайцев

## Біологічна продуктивність

**БІОЛОГІЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ** – маса органічної речовини, яку за одиницю часу утворюють авто- й гетеротрофні організми, популяції організмів даного виду, родини або класу, природні екосистеми й агроценози та біосфера Земної кулі в цілому. За типом живлення екосистеми складаються з кількох трофіч. рівнів. На 1-му трофіч. рівні знаходяться продуценти – вищі та нижчі фотосинтезувал. рослини (автотрофи). Нижчі трофічні рівні (їхня кількість досягає 4–5) складаються з консументів, до яких відносяться первинні – виключно рослиноїдні організми і вторинні – м'ясоїдні і рослиноїдні, та суто м'ясоїдні тварини. Функціонування біосфери в цілому, а також екол. стан довкілля підтримують редуценти (сапрофіти, сапрофаги, мікроорганізми тощо), які розкладають і мінералізують мертву орган. масу й продукти життєдіяльності консументів, забезпечуючи кругообіг CO<sub>2</sub> і елементів мінерал. живлення в біосфері. В основі первинної Б. п. лежить фотосинтез рослин – процес утворення з участю соняч. енергії орган. сполук із неорган. речовин (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, мінерал. елементів), відіграє унікал. роль у підтриманні постійної концентрації кисню в атмосфері. Енергія хім. зв'язків молекул орган. маси рослин є єдиним джерелом енергозабезпечення біосфери Землі. На відміну від неорган. молекул та мінерал. елементів, які безперервно надходять у живі організми й витрачаються ними, нагромаджена при фотосинтезі енергія використовується на різних трофіч. рівнях тільки один раз. Тому потік (кількість) енергії в ряді послідовних трофіч. рівнів знижується, оскільки в кожній ланці трофіч. ланцюга засвоюється тільки частина їжі, яка в основному витрачається на енергообмін і лише незначною частиною йде на приріст біомаси. Як наслідок, продукція кожного наступного трофіч. рівня в 5–10 разів нижча від продукції попереднього.

Б. п. рослин. покриву (фітоценозу), яку часто виражають у масі сухої речовини або вуглецю (маса вуглецю становить у сухій біомасі рослин прибіл. 45 %), нагромаджених на одиниці площі за рік, спрощено описується формулою:  $БП = (Фчп \times ІЛП - ТД) \times Т$ , де Фчп – чиста продуктивність фотосинтезу в гС/м<sup>2</sup> за рік, ІЛП – індекс площі листків, ТД – витрати на темнове дихання рослин, які сягають 40–50 % від добової суми фотосинтезу рослин, Т – тривалість вегетатив. періоду рослин. Від ІЛП залежить ефективність поглинання соняч. радіації рослинністю. Б. п. знижується з погіршенням освітленості, вологозабезпеченості,

температур. режиму, стану ґрунту і вмісту в ньому елементів живлення тощо, передусім – через зниження величин Фчп і ЛП. Показником ефективності функціонування рослин. екосистем є коефіцієнт засвоєння ними соняч. енергії, насамперед фотосинтетично актив. її частини – фотосинтетично актив. радіації (ФАР).

Чиста первинна Б. п. рослинності Земної кулі в цілому дорівнює прибл. 170 млрд т сухої рослин. маси, яка містить  $66 \times 10^{16}$  ккал ( $277 \times 10^{16}$  кДж) енергії, з них 115 млрд т сухої рослин. маси дає суша, а 55 млрд т – Світовий океан. ФАР усієї рослинності Землі за рік дорівнює всього 0,5 %, цей показник у найпродуктивнішої екосистеми – дощових тропіч. лісів – досягає 4–5 %, у ін. екосистем суші він нижчий у 2–10 разів. Величина ККД відкритого океану – всього 0,14 %.

Із заг. площі суші Земної кулі, рівної  $149 \times 10^6$  км<sup>2</sup>, на площу територій із несприятливими ґрунт.-клімат. умовами (регіони Арктики, пустелі, болота, солончаки тощо) припадає  $116 \times 10^6$  км<sup>2</sup>, тобто 78 %. Серед природ. екосистем найбільшу первинну продуктивність мають вічнозелені тропічні ліси, менш продуктивні ліси помірних і пн. широт, іще нижча вона в савані та степах. Продуктивність морів і океанів незначна у порівнянні з продуктивністю екосистем суші. Серед водних екосистем найбільшу Б. п. мають континентал. шельфи. Підсумковим показником Б. п. природ. екосистем є запаси маси сухої орган. речовини на одиниці площі (БМ). Цей показник залежить, крім Б. п., від втрат біомаси наземних і підзем. частин рослин на відмирання та розпад (ці втрати найменші в лісових екосистемах), поїдання консументами й шкідниками. При цьому 92 % орган. речовини рослин на суші зберігається в лісах, а в морях та океанах – всього бл. 0,2 % від заг. маси запасів органіки на Земній кулі. Важливим показником стану екосистем є також запаси мертвої орган. речовини в ґрунтах і на поверхні землі. Кількість цих запасів залежить від маси відмерлих частин рослин або маси відмерлих одноріч. рослин і ефективності їх мінералізації редуцентами. Вони найзначніші на дні океанів (понад 90 т/га) і в тундрі (50 т/га) саме через повільну мінералізацію мертвої орган. маси.

У ході еволюції відбулося пристосування рослин. організмів природ. екосистем до умов зовн. середовища та до їх змін шляхом виникнення розмаїття життєвих форм (С-3 та С-4 рослини, сукуленти, тіньовитривалі та солестійкі форми), заповнення екологічних ніш тощо. Якщо цільовою функцією всіх істот (зокрема рослин) є забезпечення репродукції потомства, то для рослинництва окремих екосистем і біосфери в цілому (за відсутності втручання людей) – збільшення ККД ФАР. Одним із проявів пристосування природ. генотипів рослин до умов обмежених природ. ресурсів є виникнення симбіозу бобових рослин з бактеріями, які засвоюють з атмосфери молекуляр. азот, симбіозу багатьох видів рослин з грибами мікоризи, які сприяють засвоєнню рослинами з ґрунту зв'язаного фосфору.

Останнім часом виникла актуал. проблема, пов'язана з підвищенням в атмосфері Землі концентрації вуглекислого газу внаслідок діяльності людства, що призводить до зміни клімату Землі (перш за все, до підвищення середньоріч. температури на планеті). У зв'язку з тим, що в більшості видів вищих рослин (С-3 видів) інтенсивність фотосинтезу зростає з підвищенням концентрації CO<sub>2</sub> у повітрі, очікуються підвищення Б. п. рослинності біосфери Землі в цілому й деякі зміни її видового складу. Важливе значення для існування людства має ефективність використання природ. ресурсів, передусім с.-г. земель: ріллі, пасовищ, сіножатей. Штучні екосистеми (агрофітоценози), які складаються зі створених шляхом селекції генотипів рослин із гіпертрофованими на користь формування господарсько цінної частини біомаси функціями, у більшості випадків не досить досконалі з погляду ефективності засвоєння ФАР через те, що функціонують тільки протягом частини термічно сприятливого періоду року; тому ККД ФАР за сезон у найбільш розповсюджених агрокультур не перевищує 1–2 % і за цим показником вони поступаються ценозам багаторіч. трав, які за умов задовільного мінерал. живлення й вологозабезпечення мають ККД ФАР до 5 %. Крім того, агрокультури менш стійкі до стресових умов, ніж природні види, і потребують захисту від бур'янів, шкідників і хвороб. Роботи генетиків зі створення генетично модифікованих рослин спрямовані на усунення деяких із цих недоліків. На поч. 80-х рр. 20 ст. заг. площа ріллі в світі становила 1460 млн га, пасовищ – 3172 млн га, лісів – 4090 млн га, всього 8731 млн га при заг. площі суші 14 900 млн га. Зусиллями селекціонерів, починаючи від 1950-х рр., досягнуто суттєве підвищення потенціал. продуктивності найважливіших агрокультур (с. госп-во озимої пшениці – до 10 т/га, кукурудзи – більш як 10 т/га). Однак через невисокий рівень агротехніки в більшості країн світу, нестачу матеріал. ресурсів і фінанс. можливостей потенціал продуктивності багатьох агрокультур реалізується тільки на 20–30 %. Так, у 1980-і рр. в усіх країнах світу мінерал. добрива вносили тільки на 25 % площ ріллі і 2 % пасовищ. Поряд із цим досягнуто майже повної реалізації потенціалу продуктивності сучас. сортів та гібридів найважливіших агрокультур у розвинутих країнах – озимої пшениці (Велика Британія й Нідерланди), цукр. буряків (Нідерланди), кукурудзи (США), рису (Японія) – переважно за рахунок застосування високих доз мінерал. добрив і ефектив. засобів захисту рослин. Втім, ці результати були пов'язані з підвищенням енерговитрат у с. госп-ві в 10–15 разів, тому виявилися практично неможливими без держ. фінанс. підтримки фермерів: заг. сума субсидій у с. госп-во в цих країнах становить 150 млрд дол. на рік. Для порівняння: в наш час на с. госп-во витрачається бл. 5 % електроенергії, а при переході на модель аграрного виробництва розвинутих країн ці витрати зросли б до 80 %. Не може не викликати тривогу за майбутнє людства постійне зростання народонаселення Землі при скороченні площ с.-г. земель: якщо в 1980-і рр. на одну людину припадало бл. 0,8 га, то в 21 ст. очікується зменшення цього показника до 0,3 га.

Україна належить до держав світу зі сприятливими для Б. п. ґрунтово-клімат. умовами. Земельний фонд України становить 60,4 млн га, лісистість складає бл. 15 %, площа водойм – 2,5 млн га, с.-г. угідь – 69,3 %. Пл. орних земель становить 33 286 тис. га, тобто 58 % площі суші та 79,5 % площі с.-г. угідь. Бл. 60 % ріллі – це чорноземи. За клімат. умовами, від яких залежить потенціал Б. п. фітоценозів, в Україні вирізняють зони Полісся, Лісостепу і Степу. З Пн. Зх. на Пд. Сх. зростає тривалість періоду з т-рою вище 5 °С (від 90 до 150 днів) і різко знижується такий показник вологозабезпеченості, як гідротерміч. коефіцієнт (відношення суми опадів до витрат води на випаровування з поверхні землі за вегетац. період) – від 2,6 до 0,5. Наприкінці 20 ст. негатив. вплив на Б. п. с.-г. угідь України спричинило різке зменшення обсягів застосування мінерал. добрив: за 1991–98 середня доза азоту скоротилася від 60 до 5–15 кг/га, фосфору – від 40 до 3–4 кг/га, калію – від 35 до 1–2 кг/га, тоді як з урожаєм з ґрунту щороку виноситься 100–200 кг на 1 га мінерал. елементів, що призводить до швидкого зниження родючості ґрунтів і зменшення вмісту в них гумусу, а практичне припинення робіт з вапнування і гіпсування ґрунтів – до погіршення їхньої якості. Негатив. вплив на рівень Б. п. агрокультур чинить також зменшення обсягів застосування засобів захисту рослин: гербіцидів, інсектицидів, фунгіцидів. Екол. небезпеку викликає ерозія ґрунтів. В Україні швидко зростають площі еродов. ґрунтів і, якщо не буде кардинально змінена стратегія землекористування, то 2010 їх заг. площа становитиме 12 млн га, а втрати рослинниц. продукції – 12–15 млн т у зерн. обчисленні. Для цього потрібні рішучі зміни в структурі с.-г. угідь: зменшення площ ріллі до 24–25 млн га за одночас. збільшення посів. площ багаторіч. трав, особливо бобових культур, лукопасовищ, багаторіч. насаджень (лісів).

Б. І. Гуляєв

**Біологічна продуктивність водойм** (Б. п. в.). Живі організми здатні відтворювати й нагромаджувати орган. речовину у водоймах. Ці процеси характеризуються швидкістю утворення біол. продукції за одиницю часу (місяць, сезон, рік та ін.) на одиницю площі дна або об'єму води. Розрізняють Б. п. в. первинну (утворення біомаси у процесі фотосинтезу рослинами й окремими бактеріями) і вторинну (перетворення тваринами й більшістю бактерій частини орган. речовини первин. продукції на біомасу свого тіла, а також на дихання). Первинна продукція значно перевищує вторинну. За своїми кількісними показниками Б. п. в. змінюється у широких межах залежно від конкрет. життєвих умов водних тварин та рослин, кількості видів і ступеня їхнього розвитку й поширення, а також під впливом антропоген. факторів, напр., унаслідок зарегулювання стоку річок змінюється видовий склад прохідних й напівпрохідних риб, негатив. вплив на донні ценози справляють великотоннажні судна, використання донних тралів для вилову риби тощо. Найменша Б. п. в. у глибоковод. р-нах Світового океану, найбільша – побли. материкового схилу, над підняттями ложа океану та в шельфовій зоні внаслідок переміщення у верхні

шари насичених пожив. речовинами глибин.вод або притоку річк. вод (аутвелінг). Зокрема, висока біол. продуктивність, зумовлена аутвелінгом, властива Азовському м. та пн.-зх. частині Чорного м., що омиває тер. України. Широкого розвитку набуло евтрофування водойм унаслідок надмір. надходження до них орган. і біоген. речовин, що зумовлює зростання чисельності та біомаси фітопланктону й окремих видів зоопланктону. Влітку у придонних водах шельфу відбувається розкладання надлишку орган. речовини і утворення зони з нестачею кисню, що призводить до загибелі донних організмів. Напр., під впливом стоку р. Дунай ці явища спостерігаються у пн.-зх. та зх. частинах Чорного м. Розроблено технології зменшення негатив. наслідків евтрофікації шляхом пром. вирощування молюсків-фільтраторів та спорудження штуч. рифів. Інтенсивне добування окремих видів водних організмів і забруднення вод речовинами, що затримують розвиток біопродуктив. процесів, зумовлює зниження Б. п. в. Тому для її регулювання розробляють певні біотех. методи. В Україні, зокрема, стосовно дніпров. водосховищ, Чорного й Азов. морів робота у цьому напрямі проводиться в Інститутах гідробіології та біології пд. морів НАНУ.

Ю. П. Зайцев

## Рекомендована література

1. P. Buringh. The land resource for agriculture // Phil. Trans. R. Soc. Land. 1985. Book 310;
2. Одум Ю. Экология. Москва, 1986;
3. Гуляев Б. И. и др. Фотосинтез, продукционный процесс и продуктивность растений. К., 1989;
4. Жученко А. А. Стратегия адаптивной интенсификации растениеводства // С.-х. биология. 1989. № 1;
5. Довідник по захисту польових культур. К., 1993;
6. Зубець М. В. та ін. Державна служба охорони ґрунтів: актуальність, прогноз, пропозиції // ВАН. 1998. № 2;
7. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 1998 році. К., 1998;
8. Ситник В. П., Тараріко О. Г. Оптимізація структури землекористування і охорона ґрунтів // ВАН. 1999. № 3.
9. Зенкевич Л. А. Биология морей СССР. Москва, 1963;
10. Биологические ресурсы Мирового океана. Москва, 1979;
11. Основы биологической продуктивности Черного моря. К., 1979.

## **Бібліографічний опис:**

Біологічна продуктивність / Б. І. Гуляєв, Ю. П. Зайцев // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2004. – Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-35309>

2001-2025 © Ця енциклопедична стаття захищена авторським правом згідно з чинним законодавством України ([докладніше](#)).