

BOOK REVIEWS

РЕЦЕНЗИЯ НА МОНОГРАФИЮ «БИОЛОГИЧЕСКАЯ ФИКСАЦИЯ АЗОТА»

колективу авторів: Коць С. Я., Моргун В. В., Патика В. П., Даценко В. К.,
Кругова О. Д., Кириченко О. В., Мельникова Н. М., Михалків Л. М.,
Маліченко С. М., Маменко П. М., Кірізій Д. А., Береговенко С. К.,
Тихонович І. А., Прворов М. О., Петриченко В. Ф., Надкернична О. В.



Монографія «Биологическая фиксация азота» у чотирьох томах є результатом співпраці колективу авторів, які працюють у галузі симбіотичної й асоціативної азотфіксації упродовж багатьох десятиліть. Одні з них стояли біля витоків розвитку цього напрямку досліджень у колишньому СРСР і в незалежній Україні, другі — активно працюють і сьогодні. Це спеціалісти в галузі мікробіології, фізіології рослин, біофізики, біохімії, генетики, агрохімії, біотехнології, екології. У монографії наведено як історичні факти, що стосуються розвитку цього напрямку в XIX–XX ст., так і узагальнено новітні досягнення в дослідженні питань біологічного перетворення молекулярного азоту фітобактеріальними симбіозами й асоціаціями у першому 10-літті XXI ст.

Азот є одним із основних біогенних елементів планети Земля, головним компонентом живої матерії. Біологічна продуктивність біосфери суттєво залежить від джерел зв'язаного азоту, який постачають мікроорганізми, що здатні асимілювати атмосферний азот; органічні (рештки живої матерії) та мінеральні добрива. Останнє з них — високоенерговитратне й екологічно небезпечне, хоча достатньо ефективно для досягнення швидких результатів в одержанні високих врожаїв сільськогосподарських культур, однак украй негативне як антропогенний фактор забруднення навколишнього середовища і продуктів споживання людей, а також як мутаген і канцероген у вигляді нітрозосполук.

Актуальність виходу монографії «Биологическая фиксация азота» пов'язана з вирішенням нагальних питань сьогодення — відновлення й збереження родючості ґрунтів, яка втрачається внаслідок надмірного використання хімічних засобів захисту і живлення рослин, а також отримання екологічно чистої продукції, що є безпечною для здоров'я людей. Це зумовлює потребу в розробленні нових біотехнологічних підходів у сучасному агровиробництві, прикладом чого можуть бути мікробні біотехнології, які застосовують у рослинництві. На сьогодні дедалі більше дослідників різних галузей біології залучаються до розв'язання завдань біологічного перетворення молекулярного азоту, що здійснюється діазотрофними мікроорганізмами у симбіозах й асоціаціях з рослинами в природних екосистемах і агрофітоценозах, створених людиною. Комплексне застосування нових методів молекулярної біології, біотехнології та генетичної інженерії поряд із класичними методами мікробіології, фізіології рослин, агрохімії дають змогу вирішувати фундаментальні питання, що стосуються виявлення закономірностей та особливостей формування і функціонування фітобактеріальних систем різної ефективності, а також розкривають практичні шляхи корекції симбіотичних взаємовідносин із метою створення високоєфективних симбіозів, спрямованих на підвищення існуючого на сьогодні рівня біологічного перетворення азоту атмосфери на органічні азотовмісні сполуки.

Перший том — «Бобово-ризобіальний симбіоз» — складається із шести розділів і містить інформацію про історію відкриття явища азотфіксації; кругообіг азоту в природі та його форми, що є доступними для рослин; процес біологічної азотфіксації та живі організми, які здатні його здійснювати. Детально описано біологічні особливості бульбочкових бактерій як основних постачальників зв'язаного азоту (в симбіозі з різними видами бобових рослин вони здатні накопичувати в орному шарі ґрунту від 40 до 500 кг азоту на 1 га): систематика бактерій, морфолого-культуральні та симбіотичні властивості (специфічність до рослини-хазяїна, конкурентоспроможність, вірулентність, азотфіксувальна активність), що визначають ефективність симбіотичних систем. Подано характеристику ензимів, які беруть участь у процесі перетворення й підтримання біогеохімічного циклу азоту — нітрогенази і нітратредуктази, розглянуто особливості синтезу нітрогенази й процесу фіксації азоту бульбочковими бактеріями в умовах *ex planta*. Наведено основні етапи розвитку кореневих бульбочок у бобових рослин. Значну увагу приділено молекулярним факторам, що відповідають за встановлення симбіотичних взаємозв'язків на етапі доконтактної взаємодії симбіонтів (хемотаксис бактерій до речовин корневих екзометаболітів, вплив ексудатів пророслого насіння і коренів на фізіологічні параметри росту, розвитку й функціонування бактерій) і ранніх етапах симбіозу (флавоноїдів, лектинів, полісахаридів, гормонів тощо). Охарактеризовано молекулярні компоненти азотфіксувальних бактерій (екзополісахариди, ліпополісахариди, глюкани) і розкрито їхню роль у формуванні й функціонуванні фітобактеріальних симбіозів. Досить цікавими є результати досліджень фізіологічного стану рослин, що перебувають у симбіозі з бактеріями, зокрема окисно-відновних ензимів — пероксидази і каталази, які задіяні в ендогенній регуляції активних форм кисню як відповідь рослини на дію зовнішніх чинників, зокрема бактеризацію насіння. Особливу увагу приділено ролі генотипів макро- і мікросимбіонтів під час утворення бобово-ризобіальних систем, питанням селекції вискоелективних штамів бульбочкових бактерій, що їх використовують в агробіотехнології як мікробні добрива для інокуляції насіння бобових культур і впливу окремих екологічних факторів на розвиток і продуктивність симбіозів.

Другий том — «Бобово-ризобіальний симбіоз» — складається із семи розділів і містить інформацію щодо рослинних лектинів та їхньої ролі у процесах формування й функціонування бобово-ризобіальних систем. Наведено загальну характеристику і структурно-біологічні особливості фітолектинів, сучасні уявлення про можливі функції лектинів у рослинних організмах, застосування цих протеїнів у біотехнології та клінічній діагностиці. Розглянуто роль різних класів фітогормонів та особливості формування і функціонування симбіотичних азотфіксувальних систем під впливом регуляторів росту рослин гормоноподібної дії, що також може бути використано для розроблення біотехнологічних прийомів у рослинництві. Окремий розділ присвячено протеомному аналізу — інструментальному методу, який дає змогу виявити й охарактеризувати протеїни, що експресуються в коренях рослин у відповідь на інокуляцію мікроорганізмами. Розкрито значення мікробних угруповань ґрунту в процесі формування бобово-ризобіального симбіозу. Висвітлено фундаментальне питання взаємозв'язку двох планетарно-глобальних процесів — фотосинтезу й азотфіксації як основних складових продукційного процесу бобових рослин. Приділено також увагу питанням ефективності функціонування симбіотичних систем залежно від генотипів макро- і мікросимбіонтів, їхньої комплементарності та умов вирощування рослин. Описано препарати бульбочкових бактерій як перспективні біотехнологічні агенти, а також розглянуто ефективність їх застосування в агровиробництві.

У третьому томі — «Генетика азотфіксації, генетическая инженерия штаммов», — який складається із чотирьох розділів, узагальнено новітні досягнення в дослідженні генетики азотфіксації. Наведено характеристику генетичних методів, які застосовують для одержання нових штамів азотфіксувальних мікроорганізмів, — трансформації, трансдукції, кон'югації, злиття сферопластів, транспозонового мутагенезу, а також викладено експериментальні результати з отримання штамів бульбочкових бактерій генно-інженерними методами, зокрема методом кон'югації та транспозонового мутагенезу, і дослідження їхньої ефективності у симбіозі з бобовими рослинами. Розкрито особливості геному ризобій, одержаних методом транспозонового мутагенезу. Докладно розглянуто молекулярно-генетичні основи взаємодії азотфіксувальних мікроорганізмів з рослинами, зокрема бобово-ризобіальний симбіоз, симбіози рослин із ціанобактеріями, мікоризні симбіози, які є одним з основних джерел іммобілізації

важкодоступних для рослин сполук фосфору. Охарактеризовано генотипні внески рослин і мікроорганізмів у ефективність симбіозів, а також еколого-генетичні підходи до конструювання рослинно-мікробних систем.

У четвертому томі — «Асоціативная азотфіксація», — який містить шість розділів, узагальнено результати досліджень асоціативної азотфіксації. Проаналізовано питання щодо специфіки формування й функціонування симбіозів небобових рослин і азотфіксувальних мікроорганізмів, подано характеристику біологічних особливостей широкого кола діазотрофів. Детально описано утворення спонтанних бульбочок у небобових рослин, зокрема симбіоз квіткових рослин з актиноміцетами роду *Frankia* та папороті роду *Azolla* із ціанобактеріями *Anabaena azolla*. Розглянуто перспективи створення штучних симбіозів (паранодуляція) на рослинах шовковиці та моркви, а також окреслено практичні шляхи підвищення активності азотфіксації у цих системах, що відкриває можливість застосування результатів даних досліджень у розробленні біотехнологічних способів вирощування певних сільськогосподарських культур. Подано результати досліджень генетичної детермінації асоціативної азотфіксації, що свідчать про необхідність одночасного поліпшення генотипів макро- і мікросимбіонтів із наступним їх об'єднанням в оптимальних комбінаціях для створення ефективних асоціативних азотфіксувальних систем. Особливу увагу приділено ризосферним бактеріям *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*, які виявляють комплексну позитивну дію на рослини і ґрунт. Проаналізовано новітні дані з дослідження азотфіксувальних, фосформобілізуєчих бактерій, мікроорганізмів, які продукують біологічно активні й антибіотичні сполуки, здійснюють біоремедіацію ґрунтів. Висвітлено практичні аспекти застосування зазначених бактерій у агробіотехнології для інокуляції насіння сільськогосподарських культур. Всебічно розкрито роль біологічної азотфіксації в сучасному агропромисловому виробництві, охарактеризовано мікробіологічні препарати, створені українськими науковцями, а також деякі біотехнологічні прийоми виробництва цих препаратів. Показано вплив інтродукованих азотфіксувальних мікроорганізмів на ризосферну мікрофлору рослин. Окремий розділ присвячено методам дослідження ґрунтових мікроорганізмів: обліку чисельності діазотрофів у кореневій зоні рослин, скринінгу активних штамів із ґрунту і ризосферної зони, оцінці перспективності подальшого застосування бактерій як основи або компонентів мікробних інокулюмів. Детально розглянуто ізотопний і ацетиленовий (базовий у дослідженнях з азотфіксації) методи визначення нітрогеназної активності в ґрунті, на коренях рослин, у системі «рослина — мікроорганізми» *in situ*, а також на прикладі азотфіксувальних бактерій роду *Azospirillum* — імунохімічні методи, використововувані для ідентифікації діазотрофних мікроорганізмів.

Чотиритомне видання «Биологическая фиксация азота» є актуальним, доцільним і своєчасним. Монографія буде корисною для спеціалістів у галузі фізіології рослин, сільськогосподарської мікробіології, рослинництва, агробіотехнології, агрохімії, екології, генетики, а також для викладачів, аспірантів, студентів вищих і середніх навчальних закладів профільних напрямів.

Завідувач кафедри мікробіології та сучасної біотехнології
Відкритого міжнародного університету розвитку людини «Україна»,
доктор біологічних наук, професор
А. Ф. Антипчук