

УДК 581.557:631.461.5

**СИМБІОТИЧНА ФІКСАЦІЯ  
АЗОТУ ТА РОЛЬ  
МІКРООРГАНІЗМІВ У  
ГРУНТОУТВОРЕННІ**

**М.В. ПЕРВАЧУК**, канд. с.-г. наук,  
доцент  
**О.І. ВРАДІЙ**, аспірантка  
Вінницький національний  
аграрний університет

*Показано роль симбіотичного азоту, проблеми та основні шляхи його надходження. Оцінюється важливість застосування мікробіологічних препаратів при посівах культур та роль азотфіксуючих мікроорганізмів для сільського господарства в цілому. Розглянуто питання можливості збільшення симбіотичного азоту в ґрунтах за допомогою бобових культур, які завдяки симбіотичній фіксації азоту формують порівняно високі врожаї, синтезують самий дешевий, біологічно повноцінний рослинний білок без азотних добрив. Викладено науковий огляд літератури за останні десятиріччя з питань симбіотичної азотфіксації. Висвітлюються питання ролі галузі кормовиробництва від якої залежить рівень продуктивності тваринництва та конкурентоспроможність продукції на ринку. Велика увага приділяється питанню широкомасштабного застосування екологічно доцільних технологій із використанням мікробних препаратів як важливої перспективи одержання високоякісної конкурентоспроможної сільськогосподарської продукції та збереження родючості ґрунту, а також навколишнього середовища.*

**Ключові слова:** азот, симбіотична азотфіксація, мікроорганізми, ґрунт, бактеріальні препарати, бобові рослини, симбіоз.

**Літ. 19.**

**Постановка проблеми.** Однією із актуальних проблем сучасності є інтенсифікація процесу симбіотичної азотфіксації. Один із перспективних шляхів її вирішення є збільшення частки симбіотичного азоту в ґрунтах при забезпеченні високоефективного симбіозу бобових культур із відповідними видами бульбочкових бактерій.

Мікроорганізми, які населяють ґрунт, дуже різноманітні за складом і за характером біологічної діяльності. Тому їх роль у формуванні ґрунтів надзвичайно складна і різноманітна. Проте основною функцією мікроорганізмів в ґрунтоутворенні є розкладання органічних решток рослинного і тваринного походження до гумусоутворення і повної мінералізації.

Основна маса мікроорганізмів зосереджена в горизонті поширення корневих систем на глибині 10–20 см десятки і сотні мільйонів штук. Загальна маса мікроорганізмів орного горизонту (25-30 см) становить близько 10 т/га. Високородючі окультурені ґрунти містять найбільше мікроорганізмів.

В ґрунтах живе два типи азотфіксуючих бактерій, а саме: вільноживучі (*Azotobacter Clostridium*) і бульбочкові (*Rhizobium*), які перебувають у симбіозі з бобовими рослинами. Серед рослин родини бобових виявлено 1300 видів, на коренях яких оселяються бульбочкові бактерії. Проникаючи у корінь, вони спричинюють розростання тканин, в результаті чого утворюються пухлини, які після відмирання кореневої системи збагачують ґрунт на азот.

Культурні бобові рослини значною мірою збагачують ґрунт на азот. Залежно від умов вирощування вони накопичують від 60 до 300 кг/га азоту на рік. Доведено, що 2/3 засвоєного азоту рослини беруть з повітря за рахунок його фіксації бульбочковими бактеріями і 1/3 – з мінеральних сполук ґрунту. Продуктивність вільноживучих азотфіксуючих бактерій значно нижча за продуктивність бульбочкових.

Фіксація азоту мікроорганізмами є планетарний процес. Він тісно взаємопов'язаний з процесами фотосинтезу і дорівнює йому за масштабом і значенням у природі. Загальна продуктивність азотфіксації мікроорганізмами становить 270-330 млн т/рік, в тому числі 160-170 млн т/рік дає суша і 70-160 млн т/рік – Світовий океан.

Отже, азотфіксуючі бактерії – надзвичайно важливий фактор ґрунтоутворення і підвищення родючості ґрунту. Використання біологічного азоту – один з основних шляхів вирішення продовольчої проблеми.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сьогодні зустрічається значна кількість літературних джерел, в яких стверджується, що біосферний азот має швидкий обіг, що в свою чергу вимагає постійного його оновлення. А оновлення азоту можливе в тому числі і за рахунок мікроорганізмів, що населяють ґрунт та вступають в симбіоз з бобовими рослинами. Це дає можливість збагатити збіднені ґрунти азотом та поповнити його запаси в атмосфері без зайвого навантаження на них. В Україні питаннями азотфіксації займалися такі відомі вчені як Толкачов М.З., Дідович С. В., Патица В. П., Коць С. Я. та ін. [1,6,11-13].

**Формулювання цілей статті.** полягає в тому, щоб оцінити роль ґрунтових мікроорганізмів, що вступають в симбіоз з бобовими рослинами в процесах ґрунтоутворення та збагачення ґрунтів азотом, як потужного фактора підвищення продуктивності агроценозів.

**Виклад основного матеріалу.** З переходом у III тисячоліття Україна, як і весь світ, вступила в нову якість розвитку, де визначальними величинами виживання є не розширення індустріальних технологій, інтенсивної хімізації в агропромисловому комплексі, а їх наближення до природних умов функціонування. Технологічний вибір суспільства в агропромисловому комплексі диктується необхідністю задоволення його потреб у продуктах харчування, адже населення планети неухильно зростає.

За оцінками ООН до 2020 р. населення Землі становитиме 8 млрд чол. Зростання кількості населення до кінця XIX ст. забезпечувалось за рахунок розширення площ орних земель, а в XX ст. – зеленої революції. Проте,

встановлена потенційна продуктивність на сучасному етапі розвитку суспільства реалізується на рівні 20-30% від можливого [19]. Інтенсивне або неякісне використання добрив поряд з позитивними результатами, породило серйозні екологічні проблеми. Внаслідок використання фізіологічно і хімічно кислих добрив відбувається інтенсивна дегуміфікація і декальцинація ґрунтів. Особливої уваги заслуговує цей процес деградації ґрунтового покриву на сучасному етапі агрохімічної політики в Україні. У складі мінеральних добрив азотні туки становлять 80%, а фосфорні і калійні – решту на фоні повної відсутності хімічної меліорації кислих ґрунтів. Особливо інтенсивно на ці процеси діють азотні промислові добрива [2,3].

За систематичного внесення підвищених доз хімічно і фізіологічно кислих форм мінеральних добрив відбувається зростання актуальної кислотності ґрунту до 40%, тоді як за використання лише підстилкового гною і низьких доз мінеральних туків у поєднанні з половинною дозою гною і вторинною продукцією рослинництва спостерігається її зниження в середньому на 25% порівняно з природним фоном.

При цьому лабільні форми органічної речовини на мінеральних і інтенсивних фонах удобрення підвищуються в 2,3 і 2,6 рази, а за умов, наближених до природного функціонування агроландшафту – в 1,4-1,8 рази, що є показником оптимізації, а не витратності засобів хімізації за врівноваженого їх використання.

Отже, нині ставляться нові питання, що об'єднуються єдиною метою – якомога тісніше наблизитись в агротехнологіях до протікання природних процесів в агроценозах, що забезпечить їм тривале і стабільне функціонування шляхом врівноважених енергетичних потоків за рахунок природних і привнесених біогенних речовин.

Одним із таких елементів живої природи є азот, асимільований білковою молекулою нижчих і вищих організмів з атмосферного інертного газу азоту. Відомо, що наша атмосфера майже на 80% складається з цього елемента, але безпосередньо для живлення рослин він недоступний. Встановлено, що над кожним квадратним метром поверхні Землі знаходиться майже 8 т азоту, а в 0-30 см шарі чорнозему зосереджено його до 18 т/га. Проте, доступними для рослин є нітратні і амонійні солі, вміст яких у ґрунті не перевищує 1%, тому азот завжди знаходиться у першому мінімумі порівняно з іншими біогенними елементами.

Проте, стає зрозумілим, що для подальшого нарощування потужностей азотно-тукової промисловості виникають бар'єри економічного й екологічного порядку. Для виробництва 1 т азотних добрив витрачається 4 т нафти або еквіваленту природного газу, що складає близько 30-50% енерговитрат в агропромисловому комплексі і до 1% всієї енергії, що витрачається розвиненими країнами світу. Крім того, надлишок у ґрунті мінеральних форм азоту створює прецедент нітратного забруднення навколишнього середовища.

Дефіцит азоту – типова проблема продуктивності ґрунтів для всіх культур, окрім бобових. Втрати азоту з ґрунту – це також значне і відоме джерело негативного впливу на якість повітря і води. Важливість азоту для забезпечення продуктивності сільського господарства відома вже давно.

За вмістом у рослинах азот займає перше місце серед елементів кореневого живлення, лише у корене- і бульбоплодів він може поступатися калію [18].

У практиці землеробства існує 4 загальновідомих способи отримання ґрунтами зв'язаного азоту – симбіотична фіксація, асоціативна азотфіксація, надходження з опадами і внесення добрив [3].

У сучасному землеробстві приділяється мало уваги біогенній фіксації атмосферного азоту в різних формах – як потужному фактору підтримання родючості ґрунтів, економії азотних добрив і екологічної безпеки. Ведуча роль у цьому належить бобовим культурам, які завдяки симбіотичній фіксації азоту формують порівняно високі врожаї, синтезують самий дешевий, біологічно повноцінний рослинний білок без азотних добрив.

Дослідженнями, проведеними в Україні та за кордоном, встановлено, що бобові культури у симбіозі із бульбочковими бактеріями здатні фіксувати велику кількість азоту: конюшина – 180-670 кг/га, люцерна – 200-460, боби – 100-550, соя – 90-240, горох – 70-160, люпин – 150-450, пасовища з бобовими – 100-260 кг/га [15].

Тому, за умов, коли немає можливості виконати один з основоположних законів землеробства – повернути в ґрунт винесені з урожаєм поживні речовини шляхом застосування мінеральних та органічних добрив, виникає потреба у пошуку інших джерел поповнення запасів поживних речовин ґрунту для охорони та відтворення його родючості. Найперспективнішим, враховуючи економічні аспекти, є біологічний азот. Азот біологічний завжди був і буде дешевше азоту технічного.

Досвід передових країн Західної Європи з розвинутим сільським господарством, де на душу населення припадає 0,12-0,15 га ріллі, показує, що азот технічний повинен доповнювати біологічний. Таким чином, за обмежених фінансових і енергетичних ресурсів, а також за наявності в країні великої кількості земель сільськогосподарського призначення, перевагу слід надавати біологічному азоту – потужному фактору охорони та відтворення родючості ґрунтів. Роль галузі кормовиробництва для нових агроформувань різних форм власності зростає: по-перше, забезпеченість кормами є лімітуючим фактором реалізації генетичного потенціалу продуктивності сільськогосподарських тварин і птиці, по-друге, з економічної точки зору корми є важливою статтею витрат у тваринництві. У 2011 році серед усіх матеріальних затрат, що увійшли в собівартість продукції сільськогосподарського виробництва в цілому, корми склали 3491,6 млн. грн., або 28,9%; в собівартості продукції тваринництва – 71,7%. Отже, від забезпечення кормами та їх якості залежить рівень продуктивності тваринництва та конкурентоспроможність продукції на ринку. Однак за даними Державного комітету статистики України, останніми роками

дефіцит кормового білка становить 25-30%, що потребує нового підходу та суттєвих змін у формуванні кормової бази.

За даними науково-дослідних установ України, вирішальну роль у збільшенні обсягів виробництва різних видів повноцінних кормів повинне відігравати польове кормовиробництво, одним із ресурсів інтенсифікації якого є оптимізація посівних площ кормових культур. Поліпшення структури посівних останніх повинне спрямовуватись на розширення площ бобових трав у кормовій групі до 50%. Належну увагу слід приділяти впровадженню бобових та бобово-злакових сумішок, адаптованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Рекомендується впроваджувати люцерну посівну як найменш енергозатратну високопродуктивну білкову культуру в усіх сівознах: кормових, ґрунтозахисних, польових і на запільних ділянках. На землях із близьким рівнем залягання ґрунтових вод та підвищеною кислотністю доцільно висівати конюшину та конюшино-злакові сумішки. На еродованих та схилових ґрунтах ефективними будуть посіви еспарцету, який за невибагливістю до родючості ґрунту та посухостійкістю значно переважає люцерну і конюшину [17].

Суттєвим недоліком у роботі галузі є використання старовікових посівів багаторічних трав, зменшення площ яких дозволить істотно поліпшити роботу галузі. Старовікові посіви багаторічних трав із строком використання 5 і більше років займають в Україні 18%, що є причиною зниження урожайності зеленої маси багаторічних трав майже вдвічі та заготівлі сіна в обсязі 25-48 % від потреби. Важливим резервом у цьому напрямі є розробка заходів щодо зменшення дефіциту насіння багаторічних трав, який негативно позначається на роботі як польового, так і лучного кормовиробництва. Наслідком цього стало скорочення обсягів проведення робіт із докорінного та поверхневого поліпшення, які, перш за все, залежать від кількісного і видового складу насіння багаторічних трав [7].

Незважаючи на те, що виробництво кормів на луках і пасовищах є найменш затратним, у господарствах України воно складає лише 5% усього валового надходження, тоді як у країнах Європи – 45-50%.

У зв'язку з цим в Україні прийнята урядова програма вилучення з інтенсивного обробітку 10 млн. га орних земель, 900 тис. га розораних і сильно еродованих схилів та переведення їх під заліснення й залуження. Тому найближчими роками слід спрямувати всі можливі заходи на здешевлення та збільшення обсягів виробництва кормів у достатньому асортименті та високої якості, що дозволить забезпечити 40-45 ц к. од. на 1 умовну голову на рік.

Органо-біологічне землеробство ведеться з метою зниження негативної дії хімізації землеробства, покращання ґрунтової родючості, збереження рівноваги в екологічній системі рослина-тварини-людина, тобто рівноваги між природними умовами і заходами, що проводяться людиною. Проте, основним завданням цієї системи землеробства є одержання високоякісної, біологічно чистої продукції рослинництва та тваринництва без якої неможливо говорити

про здоровий спосіб життя людини. Ця проблема в останні роки набуває першочергового значення. Важлива роль у цьому належить застосуванню добрив, пестицидів та інших засобів хімізації [4,5,8].

Поряд з підвищенням урожайності сільськогосподарських культур добрива створюють передумови вимивання азоту в глибокі шари, підґрунтові води, збільшення його вмісту у вирощуваних культурах. Відомо, що підвищення концентрації нітратів у продуктивних частинах токсично діє на людей і тварин, в організмах яких вони перетворюються в нітрити – речовини більш шкідливі токсичні, які спричиняють отруєння, онкологічні та інші захворювання. Особливо гостро проблема нагромадження нітратів у продукції рослинництва стоїть у зрошуваних зонах України, де вирощують понад 50% кормових і 90-95% овочевих культур від загальної кількості, що вирощується на зрошувальних землях. Відповідно тут і найбільше навантаження добрив і хімічних засобів захисту у перерахунку на гектар, тому що більше половини сільськогосподарських угідь зазнавало активної хімізації для штучної підтримки рівня врожайності, одержання певного тимчасового ефекту, що в більшості випадків призводить до порушення ґрунтової родючості – зміни процесів гумусоутворення, забруднення ґрунту і навколишнього середовища. Основними джерелами цих небажаних явищ є хімічні засоби захисту рослин, у тому числі гербіциди та мінеральні добрива. Якщо ці хімічні речовини застосовувати неправильно, у необґрунтованих нормах, з порушенням строків внесення, то вони негативно впливають на елементи гумусо-органічної речовини в ґрунті, не стимулюють поліпшення його структури і в цілому родючості [9,10].

Без застосування добрив високий урожай одержати неможливо. Згідно з узагальненими даними вітчизняних і зарубіжних дослідників, на частку добрив припадає від 45 до 75% приросту врожаїв. В Україні за рахунок добрив одержують близько 50% приросту. Серед основних факторів, що визначають урожай, наприклад, зернових культур, на добрива припадає 30 %, сорти – 20, погодні умови і захист рослин – по 15, ефективну родючість та обробіток ґрунту – по 10%. В умовах зрошення на добрива припадає значно більша частка. Однак застосовувані мінеральні добрива не завжди використовуються достатньо ефективно. Згідно з даними Інституту агроєкології і біотехнології УААН, польові культури, наприклад, використовують азот із мінеральних добрив 24-45, фосфору – 10-33 і калію – 25-77%. Решта добрив і домішок нагромаджується в ґрунті, забруднюючи повітря, водні джерела й урожай сільськогосподарських культур. Особливо велика небезпека забруднення оточуючого середовища при внесенні значної кількості добрив [14].

Численними дослідженнями встановлено, що чим родючіший ґрунт і більша доза добрив, тим нижчі коефіцієнти їх використання. Це призводить не тільки до низької віддачі добрив, а й до забруднення навколишнього середовища, передусім нітратами, до зниження якості рослинницької продукції. З іншої сторони, чим продуктивніше культура використовує добрива, тим

вищий приріст урожаю, тим менше нітратів буде нагромаджуватись і у продукції, тим менші будуть непродуктивні витрати добрив [16].

Надмір азоту в ґрунтах призводить не тільки до забруднення навколишнього середовища, нагромадження в рослинах нітратів, а й до погіршення смакових якостей картоплі, овочів, плодів, зниження вмісту найважливіших поживних речовин: цукрів, вітамінів, амінокислот та ін. Підвищена кількість нітратів, які згодом перетворюються в нітрити, негативно впливає на ферментативну систему людини і тварин [18].

У більшості випадків зменшенню кількості нітратів у рослинах сприяє застосування дуже поширених в останні роки азотфіксуючих препаратів. Використання біопрепаратів азотфіксуючих бактерій під бобові, злакові та овочеві культури замінює 20-50 кг/га мінеральних добрив [8].

Біологічна азотфіксація є найбільш яскравим і добре вивченим прикладом використання мікробно-рослинної взаємодії, її значення навряд чи можна переоцінити. Вивчаючи азотфіксуючі мікроорганізми, вдалось виділити цілий ряд господарсько цінних видів, позитивно діючих на врожай сільськогосподарських рослин. Причому баланс між симбіотрофним і автотрофним азотним живленням рослин явно на користь першого. Біопрепарати азотфіксуючих мікроорганізмів не тільки підвищують врожай рослин, але й підвищують у них вміст повноцінного білка на 0,5-3,0% і більше[3].

Застосування біопрепаратів сприятливо діє і на ґрунтову родючість. З кореневими і пожнивними залишками (особливо бобових) у ґрунті накопичується значна кількість азоту – від 7 до 100 кг/га, що сприяє позитивному впливу на врожай наступних культур сівозміни.

Мікробіологічні препарати на основі азотфіксуючих мікроорганізмів не забруднюють довкілля, проявляють високу селективну дію та післядію, зручні для виробництва [12].

Серед основних мікробіологічних препаратів найчастіше застосовуються такі: 1. Ризобофіт (Ризоторфін) – добриво під бобові культури.

Забезпечує рослини на 30 і більше відсотків дешевим, екологічно чистим азотом. Підвищує врожай бобових рослин на 10-30% і вміст білка на 1-3%. Норма витрати 100-300 г (мл) на гектарну норму насіння; форми препарату – гельна, торф'яна, рідка та вермикулітна. 2. Діазофіт (Ризоагрін), Ризоентерін, Діазобактерін – забезпечують рослини біологічним азотом, сприяють росту і якості врожаю зернових: озимої та ярої пшениці – на 3-7 ц/га, озимого та ярого ячменю – на 4-5 ц/га, підвищують врожай злакових трав, пригнічують розвиток фітопатогенних грибів. Норма твердої форми – 300 г, гельної та рідкої – 100 мл на гектарну норму насіння; форми препарату – гельна, торф'яна, рідка та вермикулітна. 3. Агрофіл – препарат знаходить широке використання при вирощуванні овочів у закритому і відкритому ґрунтах. Підвищує стійкість рослин до інфекційних захворювань і підвищує їх врожайність у відкритому ґрунті на 20-50 ц/га в залежності від культури, сорту, ґрунтово-кліматичних

умов і 2-4 кг/м<sup>2</sup> закритого ґрунту. Норма витрат препарату для відкритого ґрунту 400 г (мл) на гектарну норму насіння, картоплі – 2500 г (мл); форми препарату – торф'яна та рідка. 4. Флавобактерін, мизорін – широкий спектр дії біопрепаратів – ячмінь, жито, овес, сорго, кормові трави, картопля, овочеві культури. Підвищує врожай зерна на 3-5 ц/га, овочів – 30-80, цукрового буряка – 60-70 ц/га; вміст крохмалю у картоплі – на 1,5-2%, цукру в буряків – на 1-2%. Норма витрат препаратів: злакові трави – 400 г на гектарну норму насіння, зернові, соняшник, кукурудза, цукрові і кормові буряки – 600 г, для картоплі – 2500 г; форми препарату – торф'яна та рідка. 5. Екстрасол Псевдобактерин-2 – використовують для передпосівного обробітку насіння і бульб, особливо картоплі. Прибавка врожаю складає 40-60 ц/га або 20-30%. Норми витрат торф'яної форми – 3 кг, рідкої – 3 л на гектарну норму посадкового матеріалу картоплі; форми препарату – торф'яна та рідка.

Таким чином, ефективне використання діяльності бульбочкових бактерій, які фіксують азот повітря дає змогу підвищити родючість ґрунту, і у кінцевому результаті дає можливість зекономити значну кількість мінеральних азотних добрив і одержувати стабільні врожаї.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Азот має надзвичайно важливе значення для ґрунту, рослин та людини. Його запаси повинні збільшуватись для нормально перебігу процесів ґрунтоутворення, а також забезпечення рослин елементами живлення. Для збільшення частки симбіотичного азоту в ґрунтах можна запровадити такі підходи: удосконалити заходи з підвищення технологічності і ефективності застосування мікробних препаратів; збільшити площі посіву багаторічних бобових трав у галузі тваринництва; розробити економічні важелі щодо нагромадження і використання азоту в землеробстві України; запровадити оцінювання нових сортів зернобобових трав за рівнем їх симбіотичної фіксації атмосферного азоту.

### Список використаних джерел

1. Біологічний азот / [В.П. Патики, С.Я. Коць., В.В. Волкогон та ін.]. // К.: Світ. – 2003. – 424 с.
2. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві / [М.К. Шикун, С.С. Антоненко, В.О. Андрієнко та ін.]. // К.: Оранта. – 1998. – 680 с.
3. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроекології / [М. Я. Бомба, Г. Т. Періг, С. М. Рижук та ін.]. // К.: Урожай. – 2003. – С. 400.
4. Игнатов В.В. Молекулярные основы взаимоотношений ассоциативных микроорганизмов с растениями / В.В. Игнатов. // М.: Наука. – 2005. – 262 с.
5. Кожемяков А.П. Использование инокулянтов бобовых и биопрепаратов комплексного действия в сельском хозяйстве / А.П. Кожемяков, И.А. Тихонович // Докл. РАСХН. – 1998. – № 6. – С. 7.



6. Коць С. Я. Сучасний стан досліджень біологічної фіксації азоту / С. Я. Коць. // Физиология и биохимия культ. растений. – 2011. – Т. 43, № 3. – С. 212—225.
7. Кургак В.Г. Ефективність сумісного використання біологічного і мінерального азоту на луках Полісся України / В.Г. Кургак, В.П. Корчемний. // Корми і кормовиробництво. – К.: Урожай. – 1995. – Вип. 39. – С. 71-75.
8. Мельничук Д. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення / Д. Мельничук, Дж. Хофман, М. Городній. // К.: Арістей. – 2004. – С. 488.
9. Мікроорганізми і альтернативне землеробство / [В.П. Патика, І.А. Тихонович, І.Д. Філіп'єв та ін.]. // К.: Урожай. – 1993. – 176 с.
10. Моргун В. В. Біологічний азот і його роль в азотному живленні рослин / В. В. Моргун, С. Я. Коць, В. П. Патика. // Живлення рослин: теорія і практика. – К.: Логос. – 2005. – С. 161–201.
11. Моргун В.В. Симбіотична азотфіксація та її значення в азотному живленні рослин: стан і перспективи досліджень / В.В. Моргун, С.Я. Коць. // Физиология і біохімія рослин. – 2008. – Т. 40, № 3. – С. 187-205.
12. Патика В. П. Мікробна азотфіксація у сучасному кормовиробництві / В. П. Патика, В. Ф. Петриченко. // Корми і кормовиробництво. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – 2004. – №53. – С. 3–6.
13. Патыка В. Ф. Азотфиксация в ризосфере злаковых культур и ее влияние на урожай растений / В. Ф. Патыка. // Микроорганизмы в сельском хозяйстве. Респ. конф. – Кишинев. – 1981. – С. 107–108.
14. Петербургский А. В. Ведущая роль азота в повышении урожая / А. В. Петербургский. // Химизация сельского хозяйства. – 1988. – №12. – С. 45–46.
15. Проворов Н.А. Генетический полиморфизм бобовых культур по способности к симбиозу с клубеньковыми бактериями / Н.А. Проворов, Б.В. Симаров // Генетика. – 1992. – Т. 28, № 6. – С. 5-14.
16. Сайко В. Ф. Землеробство 21 століття – проблеми та шляхи вирішення / В. Ф. Сайко. // Зб. наук. пр. ІЗ УААН. – К.: Нора:Прінт. – 1999. – С. 3–17.
17. Ярмолюк М. Т. Культурні пасовища в системі кормовиробництва / М. Т. Ярмолюк, М. П. Зінчук, В. М. Польовий. // Рівне. Волинські обереги. – 2003. – С. 292.
18. Franche C. Nitrogen-fixing bacteria associated with leguminous and non-leguminous plants / C. Franche, K. Linolstrom and C. Elmerich. // Springer Science + Business Media B. V. – 2008. – №321(35). – 59 p. – P. 18.
19. Mylona P. Symbiotic nitrogen fixation / P. Mylona, K. Pawlowski and T. Bisseling. // The Plant Cell. – 2012. – №7. – P. 869-885.

### Список використаних джерел у транслітерації / References

1. Biologichnij azot / [V.P. Patika, S.Ya. Koc., V.V. Volkogon ta in.]. // K.: Svit. – 2003. – 424 s.
2. Vidtvorennya rodyuchosti gruntiv u rruntozaxisnomu zemlerobstvi / [M.K. Shikula, S.S. Antonec, V.O. Andrienko ta in.]. // K.: Oranta. – 1998. – 680 s.
3. Zemlerobstvo z osnovami rruntoznavstva, agroximii ta agroekologii / [M. Ya. Bomba, G. T. Perig, S. M. Rizhuk ta in.]. // K.: Urozhaj. – 2003. – S. 400.
4. Ignatov V.V. Molekulyarnye osnovy vzaimootnoshenij asociativnyx mikroorganizmov s rasteniyami / V.V. Ignatov. // M.: Nauka. – 2005. – 262 s.
5. Kozhemyakov A.P. Ispolzovanie inokulyantov bobovyx i biopreparatov kompleksnogo dejstviya v selskom xozyajstve / A.P. Kozhemyakov, I.A. Tixonovich // Dokl. RASXN. – 1998. – № 6. – S. 7.
6. Koc s. Ya. Suchasnij stan doslidzhen biologichnoi fiksacii azotu / S. Ya. Koc. // Fiziologiya i bioximiya kult. rastenij. – 2011. – T. 43, № 3. – S. 212—225.
7. Kurgak V.G. Efektivnist sumisnogo vikoristannya biologichnogo i mineralnogo azotu na lukax polissya ukraïni / V.G. Kurgak , V.P. Korchemnij. // Kormi i kormovirobnictvo. – K.: Urozhaj. – 1995. – Vip. 39. – S. 71-75.
8. Melnichuk D. Yakist rruntiv ta suchasni strategii udobrennya / D. Melnichuk, Dzh. Xofman, M. Gorodnij. // K.: Aristej. – 2004. – S. 488.
9. Mikroorganizmi i alternativne zemlerobstvo / [V.P. Patika, i.A. Tixonovich, i.D. Filip'ev ta in.]. // K.: Urozhaj. – 1993. – 176 s.
10. Morgun V. V. Biologichnij azot i jogo rol v azotnomu zhivlenni roslin / V. V. Morgun, S. Ya. Koc, V. P. Patika. // Zhivlennya roslin: teoriya i praktika. – K.: Logos. – 2005. – S. 161–201.
11. Morgun V.V. Simbiotichna azotfiksaciya ta її znachennya v azotnomu zhivlenni roslin: stan i perspektivi doslidzhen / V.V. Morgun, S.Ya. Koc. // Fiziologiya i bioximiya roslin. – 2008. – T. 40, № 3. – S. 187-205.
12. Patika V. P. Mikrbna azotfiksaciya u suchasnomu kormovirobnictvi / V. P. Patika, V. F. Petrichenko. // Kormi i kormovirobnictvo. Mizhvidomchij tematicnij naukovij zbirnik. – 2004. – №53. – S. 3–6.
13. Patyka V. F. Azotfiksaciya v rizosfere zlakovyx kultur i ee vliyanie na urozhaj rastenij / V. F. Patyka. // Mikroorganizmy v selskom xozyajstve. resp. konf. – Kishinev. – 1981. – S. 107–108.
14. Peterburgskij A. V. Vedushhaya rol azota v povyshenii urozhaev / A. V. Peterburgskij. // Ximizaciya selskogo xozyajstva. – 1988. – №12. – S. 45–46.
15. Provorov N.A. Geneticheskij polimorfizm bobovyx kultur po sposobnosti k simbiozu s klubenkovymi bakteriyami / N.A. Provorov, B.V. Simarov // Genetika. – 1992. – T. 28, № 6. – S. 5-14.
16. Sajko V. F. Zemlerobstvo 21 stolittya – problemi ta shlyaxi virishennya / V. F. Sajko. // Zb. nauk. pr. IZ UAAN. – K.: Nora:Print. – 1999. – S. 3–17.

17. Yarmolyuk M. T. Kulturni pasovishha v sistemi kormovirobnictva / M. T. Yarmolyuk, M. P. Zinchuk, V. M. Polovij. // Rivne. Volinski oberegi. – 2003. – S. 292.

18. Franche C. Nitrogen-fixing bacteria associated with leguminous and non-leguminous plants / C. Franche, K. Linolstrom and C. Elmerich. // Springer Science + Business Media B. V. – 2008. – №321(35). – 59 p. – P. 18.

19. Mylona P. Symbiotic nitrogen fixation / P. Mylona, K. Pawlowski and T. Bisseling. // The Plant Cell. – 2012. – №7. – P. 869-885.

**АННОТАЦИЯ**  
**СИМБИОТИЧЕСКАЯ ФИКСАЦИЯ АЗОТА И РОЛЬ**  
**МИКРООРГАНИЗМОВ У ПОЧВООБРАЗОВАНИИ / ПЕРВАЧУК Н.В.,**  
**ВРАДИЙ О.И.**

*Приводится роль симбиотического азота, проблемы и основные пути его поступления. Оценивается важность применения микробиологических препаратов при посевах культур и роль азотфиксирующих микроорганизмов для сельского хозяйства в целом. Рассмотрены вопросы возможности увеличения симбиотического азота в почвах с помощью бобовых культур, которые благодаря симбиотической фиксации азота формируют сравнительно высокие урожаи, синтезируют самый дешевый, биологически полноценный растительный белок без азотных удобрений. Изложены научный обзор литературы за последние десятилетия по симбиотической азотфиксации. Освещаются вопросы роли отрасли кормопроизводства от которой зависит уровень производительности животноводства и конкурентоспособность продукции на рынке. Большое внимание уделяется вопросу широкомасштабного применения экологически целесообразных технологий с использованием микробных препаратов как важной перспективной получения высококачественной конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции и сохранения плодородия почвы, а также окружающей среды.*

**Ключевые слова:** азот, симбиотическая азотфиксация, микроорганизмы, почва, бактериальные препараты, бобовые растения, симбиоз.

**ANNOTATION**  
**SYMBIOTIC NITROGEN FIXATION, THE ROLE OF MICROORGANISMS**  
**IN SOIL PROCESSES / PERVACHUK M.V., VRADIY O.I.**

The role of symbiotic nitrogen and the main problems of its receiving are shown. The importance of use of microbiological agents in crops and the role of nitrogen-fixing microorganisms for agriculture in general are estimated. The question of the possibility of symbiotic nitrogen increasing in soils using legumes, which form relatively high yields due to symbiotic nitrogen fixation, synthesize the cheapest biologically complete vegetable protein without nitrogen fertilizer, is regarded.

The scientific review of the literature on symbiotic nitrogen fixation over the past decade is given. The questions of the role of the fodder production which determines the level of performance of livestock and competitiveness at the market are analyzed. Much attention is given to the widespread use of environmentally sound technologies using microbial drugs as an important prospect of obtaining high quality and competitive agricultural production and soil fertility preservation and the environment.

**Keywords:** nitrogen, symbiotic nitrogen fixation, microorganisms, soil, bacterial preparations, legumes, symbiosis.