

## ДО ПИТАННЯ РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЙ МІКРОБІОЛОГІЧНОЇ МЕЛІОРАЦІЇ ОСУШУВАНИХ ЗЕМЕЛЬ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ

Н.В. Бойко, М.І. Зінчук

43010, Волинська область, м. Луцьк, в. Грушець, 49, Державна Установа Волинський обласний державний проектно-технологічний центр охорони родючості ґрунтів і якості продукції, *ZMIg@yandex.ru*

*Обґрунтовано важливість активізації процесів біологічної азотфіксації у комплексі меліоративних заходів на осушуваних землях Західного Полісся. У зерно-кормовій сівозміні встановлено оптимальні для життєдіяльності азотфіксуючої мікробіоти норми мінеральних добрив і варіанти системи удобрення.*

*Ключові слова: аеробні азотфіксатори, біологічна азотфіксація, кореляційний аналіз, мікробіологічна меліорація, система удобрення*

**Вступ.** Азот є одним з основних елементів формування врожаю, а також важливим фактором відтворення родючості ґрунтів. Тому проблема його балансу та перетворень в агроєкосистемах є важливою складовою розробки сучасних енергозберігаючих екологічних технологій у сільському господарстві. Надходження азотних сполук у ґрунт, в основному, відбувається за рахунок органіки, симбіотичної та несимбіотичної (асоціативної) азотфіксації та у вигляді мінеральних добрив (синтетичного продукту промислового зв'язування молекулярного азоту). У традиційних технологіях превалююча увага надавалась кількісним показникам забезпечення ґрунту азотомісними речовинами, а тому в агрономічних системах живлення сільськогосподарських рослин виключна роль належала органічним та мінеральним добривам. Такий підхід був і залишається визначальним, оскільки дозволяє оперативно та масштабно впливати на рівень врожайності. При цьому, азотфіксація мікроорганізмами є планетарним процесом, який тісно взаємопов'язаний із процесами фотосинтезу, дорівнює йому за масштабом і значенням у природі. Загальна продуктивність біологічної азотфіксації становить 270-330 млн. т/рік, у тому числі 160-170 млн. т/рік належить суходолу. У глобальному вимірі лише 5% зв'язуваного азоту належить промисловості у перерахунку на аміак.

Ґрунтова азотфіксація (зв'язування атмосферного азоту) забезпечується широким спектром мікроорганізмів із родів *Rhizobium*, *Clostridium*, *Azotobacter*, *Derxia*, *Azotomonas*, *Spirillaceae*, *Rhizobiaceae*, *Achromobacteriaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Vacillaceae* та ін. Завдяки розвитку сучасної сільськогосподарської мікробіології розроблені методи кількісного обліку, що дають можливість більш детального їх вивчення та врахування в регламентах агрономічних технологій. Тому важливим напрямком у землеробстві

сьогодення є використання біопрепаратів у якості меліоративного заходу з метою коригування мікробіологічних процесів у ґрунтах.

Особливої актуальності в останні роки набуло вивчення проблеми біологічного азоту, який надходить у ґрунт із сидератами, побічною продукцією [5, 6, 8] і може бути залучений за рахунок інокуляції або внесення у ґрунт мікробіологічних препаратів. У землеробстві України питома вага біологічного азоту в загальному балансі цього елемента не перевищує 10% і становить лише 6-8 кг/га орних земель (у США – 44,8%). Навіть поверхнєве вивчення пропозицій щодо специфічних мікробіологічних препаратів дозволяє судити про їх масштабність. На сьогодні розроблений достатньо об'ємний ряд продуктів, які забезпечують біологічну азотфіксацію. Зокрема, слід відзначити групу М-технології, Біомаг (азотфіксатор ґрунтовий), Азотер, Ризоторфін, Ризоагрін, Ризоентерін, Флавобактерин, Агрофіл, Азотобактерин, Діазобактерин [8], а також продукцію Інституту сільськогосподарської мікробіології УААН (Діазобактерин, Ризогумін, Діазофіт, Ризобразин, Азотобактерин-БТ) та ін. Разом із тим, достовірний господарчий ефект вони забезпечують лише на 60-70% [9]. Ефективність бактеріальних препаратів може лімітувати вологість і температура ґрунту, внутрішньогрунтові режими, інші природні та антропогенні чинники. Проте, це не заперечує їх позитивних екологічних властивостей, як фактора мікробіологічного покращення ґрунтів, що впливає на якість отримуваної сільськогосподарської продукції.

Відомо, що найбільш збалансованим екологічним напрямком є біологічне землеробство, яке сприяє активізації окремих ґрунтових процесів та покращенню родючості ґрунту (в тому числі за рахунок фіксації атмосферного азоту ґрунтовими мікроорганізмами). Встановлено, що

доза мінерального азоту, які не перевищують фізіологічного оптимуму для рослин, сприяють підвищенню активності азотфіксації. За даними Волкогона В.В. [2], застосування мінеральних азотних добрив (на фоні фосфорно-калійного удобрення) на дерново-підзолистих ґрунтах забезпечувало активізацію процесу азотфіксації у порівнянні з контролем (безазотним варіантом) наступним чином: при  $N_{10}$  – в 1,85;  $N_{20}$  – в 3,75;  $N_{40}$  – в 2,45;  $N_{80}$  – в 1,96;  $N_{120}$  – в 1,14 рази. Подальше підвищення дози мінерального азоту (вище  $N_{160}$ ) зумовлювало різке зниження активності азотфіксації. Для даного агроценозу автор вважає екологічно пороговою дозу  $N_{160}$ , економічно доцільною –  $N_{120}$ , а з точки зору фізіологічної ефективності залучення біологічного азоту –  $N_{20}$ .

Тому, виходячи з вищевикладеного, актуальними залишаються питання розробки науково обґрунтованих підходів до технологій біологічного землеробства, досліджень екологічних аспектів застосування мінеральних та органічних добрив (в т.ч. сидератів) з урахуванням особливостей трансформації біогенних елементів у системі ґрунт – мікроорганізми – рослина, обґрунтування фізіологічно (отже, й екологічно) доцільних доз добрив та заходів, спрямованих на підвищення коефіцієнтів використання добрив, виключення можливості забруднення сільськогосподарської продукції та довкілля, а також відтворення біологічних властивостей ґрунтів. У даному сенсі важливими є не лише кількісні та якісні еквіваленти, а і просторові закономірності.

Саме виявленню особливостей взаємозв'язків між факторами впливу на ґрунтову мікрофлору та наслідками її відгуку в системах землеробства присвячена дана робота. Здійснено спробу чіткої дефрагментації накопичених даних мікробіологічних досліджень стосовно просторової та технологічної складових, які в силу високої варіабельності важко піддаються аналізу. Дослідження спрямовані на вивчення особливостей дерново-підзолистих ґрунтів осушувальних систем Волинського Полісся з метою розробки технологічних підходів до їх мікробіологічної меліорації.

**Об'єкт і методи.** Стационарний дослід розташований на осушуваних землях дослідного господарства «Перше травня» Рожищенського району Волинської області (Волинського інституту АПВ). В геоморфологічному відношенні він знаходиться в Турійсько-Оваднівському денудаційному районі Волинської акумулятивної рівнини. Ділянка, на якій закладено дослід, відноситься до Копачівської осушувальної системи, введеної в експлуатацію в 1976-1978 рр. Рельєф дослідної ділянки хвилястий зі слабо вираженим мікрорельєфом. Система забезпечена мережею

відкритих каналів та гончарного дренажу. Загальна площа складає 1266 га. Клімат зони – помірно вологий.

Польові дослідження виконували за «Методикою польового дослідження» Б.А. Доспехова. Схема дослідження передбачала п'ятипольну зерно-кормову сівозміну, розгорнута у 4-ох полях із наступним чергуванням культур: 1- конюшина лучна, 2 - пшениця озима, 3 - однорічні трави (редька олійна), 4 - кукурудза на силос, 5 - ячмінь із підсівом конюшини. Площа поля – 0,23 га, площа стаціонарного дослідження – 0,92 га. Повторність – триразова. Посівна площа ділянки 96 м<sup>2</sup>, облікова 50 м<sup>2</sup>.

Відбір зразків ґрунту для агрохімічних досліджень проводився згідно ГОСТ 28168-89, для мікробіологічних – згідно ДСТУ ISO 10381-6-2001. Вміст лужногідролізованого азоту визначався за методом Корнфілда, гумусу – за ГОСТ-Том 26213-91. Мікроорганізми визначали методом посіву ґрунтової суспензії на відповідні тверді поживні середовища (КАА, МПА, Ешбі).

**Результати та їх обговорення.** З метою встановлення закономірностей впливу систем удобрення (у досліджуваній сівозміні) на активність мікробіологічних процесів та, зокрема, азотфіксації (табл. 1), проведено аналіз отриманих даних, який дозволив виявити збільшення кількості азотфіксаторів при сумісному використанні помірних доз мінеральних добрив і сидератів, а також на фоні помірних норм мінеральних добрив і гною (110-160 кг/га сівозмінної площі NPK, при  $N_{30-50}$ ). Пригнічення життєдіяльності азотфіксуючої мікрофлори у дерново-підзолистих глейових осушуваних ґрунтах зумовлене застосуванням навіть 190 кг NPK ( $N_{60}$ ), незважаючи на внесення у даному варіанті гною і сидеральних мас. Органічна система удобрення на фоні лише „зелених” добрив теж призвела до інгібіції активності аеробних азотфіксаторів.

Наші попередні дослідження [1] показали широке варіювання значень коефіцієнта мінералізації залежно від систем удобрення. Його відхилення у бік збільшення супроводжується надмірною нітрифікацією та значним вивільненням нітратів. Оскільки ґрунтова агроєкосистема взаємопов'язана загальним балансом трансформації азоту, з метою встановлення залежності між мінералізаційними та азотфіксуючими мікробіологічними процесами за різних систем удобрення проведено кореляційний аналіз цих показників. Виявлено тенденцію до зниження кількості азотфіксаторів у випадку збільшення коефіцієнта мінералізації (контроль та, особливо, органо-сидеральна система), що свідчить про зменшення мікробного пулу азотфіксаторів при відсутності внесення мінеральних добрив. Коефіцієнт

кореляції між цими показниками становить мінус 0,45 та свідчить про помірну зворотну залежність. Кореляційний аналіз між кількістю колонієутворюючих одиниць (КУО) азотфіксато-

рів, вмістом лужногідролізованого азоту та гумусу виявив незалежність середніх значень у генералізованих вибірках досліду.

Таблиця 1

**Динаміка середнього значення кількості КУО азотфіксаторів та коефіцієнти варіації у варіантах досліду за період досліджень (2008-2010 роки)**

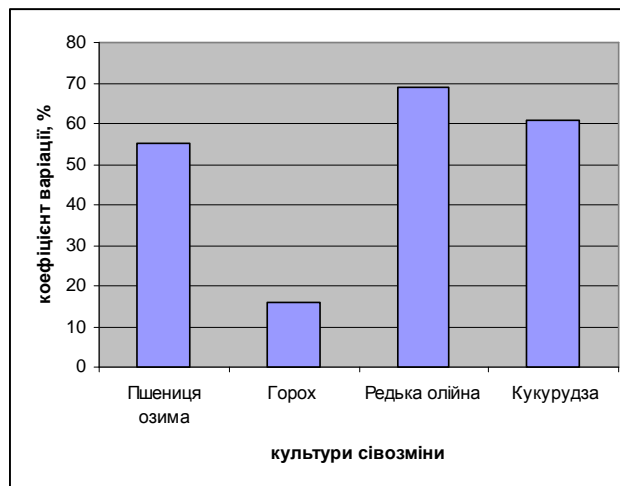
Варіанти досліду у сівозміні	Генеральна сукупність		У весняний період	
	середнє	коэф.варіації	середнє	коэф.варіації
Без добрив	95	58	115	46
Мінеральний фон 120кг NPK+сидерат	106	63	133	49
Мінеральний фон 130кг NPK+10т гною+сидерат	97	54	119	14
Мінеральний фон 155кг NPK+10т гною +сидерат	98	67	119	16
Мінеральний фон 110кг NPK++10т гною	100	61	121	23
Мінеральний фон 160кг NPK+сидерат	101	60	133	12
Мінеральний фон 190кг NPK+10т гною +сидерат	87	78	99	52
10т гною +сидерат	89	73	92	46

Отже, існують реальні підстави вважати можливою розробку системи мікробіологічної меліорації осушуваних ґрунтів Західного Полісся за допомогою коригування органо-мінеральних систем удобрення в зерно-кормових сівозмінах із застосуванням сидеральних культур та бактеріальних препаратів (з вмістом азотфіксаторів). Проте, у ході досліджень було виявлено високу варіабельність усіх мікробіологічних показників (у тому числі кількості КУО азотфіксаторів), що потребує проведення багаторазових (у просторі і часі) відборів зразків, їх аналізування з метою отримання значних вибірок та отримання об'єктивної оцінки процесів.

Як видно з табл. 1, в генеральній сукупності (144 змішаних зразки, 432 визначення, період 2008-2010 роки) за варіантами досліду спостерігалось значне коливання значень у часі по роках та періодах відбору „весна – літо —осінь” (коефіцієнти варіації 54-78%), а також під культурами (16-69%) (рис.1). При цьому, слід відзначити, що відбір зразків в однакову пору року (весна) давав більш стабільні значення кількості азотфіксуєючих бактерій (12-52%).

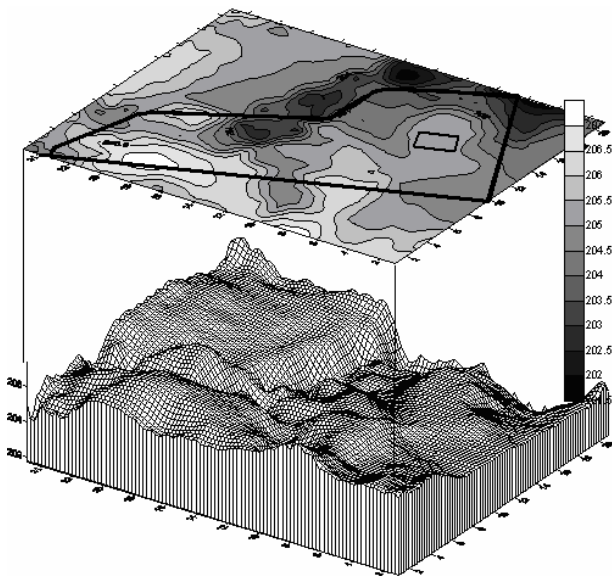
Враховуючи дану обставину, з метою подальшого закладання виробничого досліду та можливості коригування розроблюваної технології в просторі (поля виробничої перевірки), зібрано та опрацьовано дані вказаної території стосовно коливання висот (рис. 2: великий контур – виробничо-дослідне поле). Виявлено мікрокліматичні фації, зони депонування та концентрації площинних потоків (рис. 3: заштрихований контур – стаціонарний дослід, пунктирна лінія – меліоративні канали та напрям потоку), з врахуванням яких у 2009-2011 рр. відібрано зразки для ви-

вчення вертикальної динаміки мікробіологічних показників із прив'язкою до ґрунтових відмін (дерново-підзолистих глеюватих і глейових, лучно-болотних). Агрохімічне обстеження проведене у 2008 році за сітковою схемою.

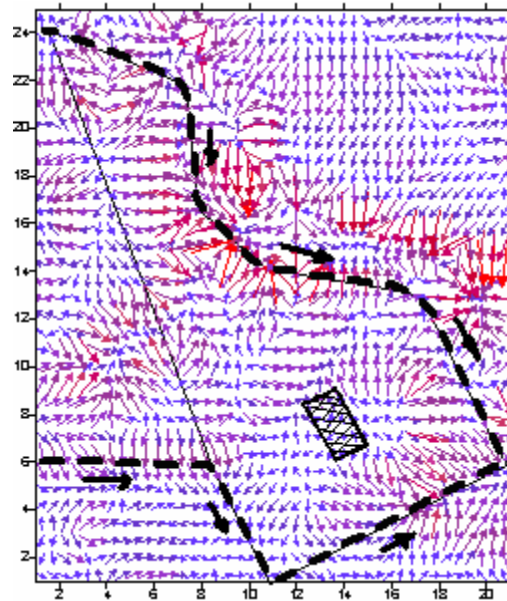


**Рис.1. Динаміка неоднорідності кількості КУО азотфіксаторів (коефіцієнтів варіації) у вибірках за культурами сівозміні досліду**

Усереднені результати статистичної обробки даної частини досліджень представлені у табл. 2. Для збільшення об'ємів вибірки мікробіологічних показників додатково використані результати наших вишукувань на Шацькому, Романівському та Колківському стаціонарах (Державної установи Волинський центр Облдержродючість) [3, 4], які просторово та технічно споріднені за ґрунтово-меліоративними особливостями з досліджуваною осушувальною системою.



**Рис.2.** Площинна та горизонтальна динаміка висот виробничо-дослідного поля (позначення в тексті)



**Рис.3.** Напрями депонування та концентрації площинних потоків (позначення в тексті)

*Таблиця 2*

*Вертикальна динаміка середніх значень кількості КУО азотфіксаторів та ґрунтово-агрохімічних характеристик виробничо-дослідного поля Копачівської осушувальної системи*

Діапазон висот, м над рівнем моря	Переважаюча ґрунтова відміна	Орієнтовний % площі виробничо-дослідного поля	Аеробні азот-фіксатори, тис. КУО/1 г абс. сухого ґрунту	Лужногідролізований азот, мг/100 г	Гумус, %
206-207	дерново-підзолисті глеюваті	23	64	7,0	1,87
205-206	дерново-підзолисті глейові	45	97	7,6	1,77
204-205	дерново-підзолисті глейові	19	38	8,11	2,36
203-204	лучно-болотні	13	44	12,3	3,32

Слід відмітити, що в генеральній сукупності (144 визначення) коефіцієнт варіації для азотфіксаторів становив 62%, а з врахуванням відносної вертикальної неоднорідності коливався в межах 17-47%.

За розрахованими середніми значеннями (табл. 2) встановлена достатньо чітка закономірність динаміки досліджуваних показників залежності від зміни відносних висот (коефіцієнти кореляції для азотфіксаторів – 0,58, лужногідролізованого азоту – мінус 0,88, гумусу – мінус 0,90). При цьому, у виробничих умовах присутній вертикальний взаємозв'язок кількості КУО азотфіксаторів з агрохімічними показниками азоту ( $r=-0,48$ ) та гумусу ( $r=-0,69$ ).

Загалом, слід відмітити, що у ґрунтах виробничо-дослідного поля кількість КУО азотфіксаторів на 37% нижча, ніж на дослідній ділянці стаціонару. Це дає підстави зробити висновок про ймовірну ефективність досліджуваних варіантів систем удобрення у сівозміні стосовно мікробіологічної меліорації дерново-підзолистих глейових ґрунтів, навіть без застосування коригуючих доз мікробіологічних препаратів.

Отже, встановлені закономірності є важливим етапом у розробці підходів до мікробіологічної меліорації осушуваних ґрунтів Західного Полісся України та будуть враховані у подальших дослідженнях.

## Висновки.

1. На підставі проведених досліджень та літературних даних обґрунтовано можливість покращення мікробіологічного стану (мікробіологічної меліорації) дерново-підзолистих осушуваних ґрунтів шляхом застосування органіко-мінеральних систем удобрення в зерно-кормовій сівозміні з сидеральними культурами.

2. Використання помірних доз мінеральних добрив (110-160 кг/га NPK сівозмінної площі, при N<sub>30-50</sub>), а також на цьому фоні гною і сидератів дозволяє підвищити кількість азотфіксуючих мікроорганізмів на 2-10% по відношенню до контролю. Застосування 190 кг/га NPK (N<sub>60</sub>), навіть на фоні гною і сидератів призводить до зменшення кількості КУО азотфіксаторів на 8%. Органічна система удобрення на фоні лише „зелених” добрив теж призвела до зменшення даної групи мікроорганізмів на 6%.

3. У ґрунтах прилеглої виробничо-господарської частини осушувальної системи, загальна щільність азотфіксаторів нижча на 37% у порівнянні з дослідною ділянкою, що свідчить про ефективність запропонованих заходів. При цьому встановлено помітну кореляційну залежність між кількістю азотфіксаторів та формами мікрорель'єфу.

## Список літератури.

1. Бойко Н.В. Вплив систем удобрення на інтенсивність мінералізаційних процесів в осушуваному дер-

ново-підзолисту ґрунті// Агроекологічний журнал. – 2010. – №3. – С. 91-93.

2. Волкогон В.В. Влияние минерального азота на активность ассоциативной азотфиксации // Почвоведение. – 1997. – №5. – С. 73-78.

3. Зінчук М.І., Бойко Н.В. Закономірності динаміки мікробіологічних показників в залежності від умов ґрунтоутворення на фоновому ґрунтовому стаціонарі Шацького національного природного парку// Науковий вісник Волинського державного університету імені Лесі Українки. – Луцьк: Вежа. – 2007. – №11 (Ч.1). – С. 138 -141.

4. Зінчук М.І., Медведєв В.В., Мерленко І.М., Бойко Н.В., Білокурєць Н.П. Методика верифікації мінімальної вибірки мікробіологічних показників за допомогою ПІС// Науковий вісник Чернівецького університету: Зб. наук. праць. – Вип. 360: Біологія. – Чернівці: "Рута", 2007. – С.22-27.

5. Патица М.В., Карпенко Ю.О., Лукаш О.В. Біоорганічне землеробство як фактор розвитку агроєкосистем Полісся // Екологічний вісник. – 2006. – №1,2. – С.13-15.

6. Русакова И.В., Кулинский Н.А., Мосалева А.А. Солома – важный фактор биологизации земледелия// Земледелие. – 2003. – №1. – С. 9-10.

7. Сучасні технології відтворення родючості ґрунтів та підвищення продуктивності агроєкосистем/ за ред. Ю.О. Тарарико. – К.: Аграрна наука, 2004. – 126 с.

8. Тарарико Ю.А. Формирование устойчивых агро-экоцистем. – К.: ДИА, 2007. – С.246-247.

9. Хотянович А.В. Методы культивирования азотфиксирующих бактерий, способы получения и применения препаратов на их основе. – Ленинград, 1991. – 43 с..

## TO THE QUESTION OF DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES OF MICROBIOLOGICAL AMELIORATION ON THE DRAINED LANDS OF WESTERN POLISSYA

N.V. Boiko, M.I. Zinchuck

*Grounded importance of activation of processes of biological nitrogen fixation in the complex of amelioration measures on the drained lands of Western Polissya. The optimum are set for the vital functions of azotfixing microorganisms of norm of mineral fertilizers and variants of the system of fertilizers in a grain-feed crop rotation.*

*Key words: aerobic azotfixing microorganisms, biological nitrogen fixation, cross-correlation analysis, microbiological amelioration, system of fertilizers.*

Одержано редколлегією 21.01.2012