

УДК 631.46.631.445.41:631.84

І.М. Малиновська, доктор сільськогосподарських наук,

М.А. Ткаченко, доктор сільськогосподарських наук,

О.О. Черниш, О.П. Сорока, Н.М. Пипчук

ННЦ «ІНСТИТУТ ЗЕМЛЕРОБСТВА НААН»

УГРУПОВАННЯ МІКРООРГАНІЗМІВ СІРОГО ЛІСОВОГО ҐРУНТУ ЗА ВАПНУВАННЯ І МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ

Досліджували вплив агротехнічних заходів: мінерального удобрення, вапнування, заорювання біомаси сидеральної культури і побічної продукції попередника у сівозміні на чисельність та фізіолого-біохімічну активність мікроорганізмів кореневої зони гречки. Встановлено, що внесення мінеральних добрив приводить до збільшення чисельності мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп та зростання фізіолого-біохімічної активності окремих груп мікроорганізмів (амоніфікаторів, олігонітрофілів, денітрифікаторів), особливо за подвійної дози добрив (N120P60K120). Вапнування як на фоні мінерального удобрення, заорювання екзогенної органічної речовини, так і без них приводить до зменшення чисельності і фізіолого-біохімічної активності клітин фосформобілізівних мікроорганізмів через збільшення рухомості сполук багатьох елементів за рН близького до нейтрального. Оптимізація кислотно-лужної рівноваги ґрунтового розчину позитивно впливає на перебіг мікробіологічних процесів у ґрунті, про що свідчить, зокрема, зростання чисельності амоніфікаторів – на 94,4%, іммобілізаторів мінерального азоту – 40,9, нітрифікаторів – 82,5, автохтонних – 112,7, актиноміцетів – 93,4, мобілізаторів орґанофосфатів – 18,6, загальної чисельності мікроорганізмів – на 43,1 %.

Ключові слова: еколого-трофічні групи мікроорганізмів, амоніфікатори, денітрифікатори, азотобактер, полісахаридсинтезувальні, кислотоутворювальні мікроорганізми, вапнування, мінеральне удобрення.

Загальновідомим є те, що застосування мінеральних добрив і вапнування у стаціонарних польових дослідах позитивно впливає на поживний режим ґрунтів, урожайність та якість продукції сільськогосподарських культур, які вирощуються. Набагато більшу цінність мають результати досліджень у тривалих дослідах, що дозволяють виявити спрямованість змін родючості ґрунту під впливом систематичного застосування добрив і вапнування у сівозмінах, ступінь проявлення негативних наслідків на протікання ґрунтоутворних процесів, зокрема, їх мікробіологічну складову [1].

На сьогоднішній час встановлено, що внесення невисоких доз добрив, особливо на фоні вапнування, збільшує чисельність мікроорганізмів агрономічно важливих груп: амоніфікувальних, нітрифікувальних, денітрифікувальних і целюлозоруйнівних, підвищує ферментативну активність та інтенсивність продукування вуглекислого газу [2-4]. Відносно характеру дії високих доз добрив дані літератури досить суперечливі. Зокрема, М.Чуб [5] відмічає пригнічення розвитку мікрофлори ґрунту під пшеницею озимою вже при дозі $N_{90}P_{90}K_{90}$ за умов внесення органічних добрив. Проте є дані, що під культурами ячменю, жита, картоплі у разі застосування мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{180}K_{270}$ інтенсивність розвитку мікрофлори зростає, а за підвищення дози до $N_{120}P_{180}K_{270}$ пригнічуються процеси нітрифікації, розкладання целюлози і фіксації азоту [6].

У результаті тривалого застосування мінеральних добрив змінюються фізико-хімічні властивості ґрунтів: збільшується гідролітична кислотність ґрунтового розчину, зменшується сума поглинутих основ і ступінь насиченості вбирного комплексу ґрунту, знижується вміст обмінного кальцію і магнію, зростає кількість рухомого алюмінію та ін. Біологічні

властивості ґрунтів знаходяться у тісній взаємодії з фізико-хімічними та агрохімічними властивостями ґрунтів, однак, комплексні дослідження цих показників під впливом добрив та інших агрохімічних заходів проведені ще недостатньо.

Метою проведення експериментальних досліджень було встановлення змін чисельності мікроорганізмів агрономічно цінних груп у сірому лісовому ґрунті за впливу різних систем удобрення та вапнування.

Методика досліджень. Дослідження проводили у системі полігонного моніторингу, який було створено на базі стаціонарного досліді відділу агроґрунтознавства ННЦ «Інститут землеробства НААН» „Розробка й удосконалення інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур на основі розширеного відтворення родючості ґрунту”. У адміністративному відношенні територія досліді розміщена у Києво-Святошинському районі Київської області, на правобережжі р. Дніпра. Ґрунт досліді ділянки – сірий лісовий крупнопилувато-легкосуглинковий. Материнською породою ґрунту є карбонатний лесовидний суглинок, ґрунтові води знаходяться на глибині 8 м. До закладання досліді ґрунт характеризувався такими агрохімічними показниками: вміст гумусу – 1,44%; $pH_{\text{сол.}}$ – 4,6; гідролітична кислотність – 3,6 мг-екв/100 г ґрунту; обмінні основи: кальцій – 3,9; магній – 0,58 мг-екв/100 г ґрунту; ступінь насичення основами – 56%, вміст лужногідролізованого азоту – 7-9 мг; рухомих фосфатів – 13-25 мг, обмінного калію – 8-17 мг/100 г ґрунту. Вапно (вапнякове та доломітове борошно) вносили у 1992 – 1994 та повторно у 2005 – 2007 рр. 1,0 і 1,5 дози за гідролітичною кислотністю (повна доза 1,0 Нг становила 4,5-6,0 т/га $CaCO_3$).

Об'єктом досліджень були варіанти стаціонарного дослідження: 1 – контроль (без добрив); 2 – вапнування за показником гідролітичної кислотності повною дозою 1,0 Нг; 3 – $N_{60}P_{30}K_{60}$; 4 – $N_{60}P_{30}K_{60} + CaCO_3$ (1,0 Нг); варіанти удобрення по фоні заорювання побічної продукції рослинництва (солома сої і зернових культур 3-6 т/га) і біомаси сидеральної культури (зелена маса конюшини становила 18-22 т/га): 6 – $N_{60}P_{30}K_{60}$, 7 – $N_{60}P_{30}K_{60} + CaCO_3$ (1,0 Нг), 12 – $N_{90}P_{45}K_{90} + CaCO_3$ (1,0 Нг), 13 – $N_{120}P_{60}K_{120} + CaCO_3$ (1,0 Нг). Вапно (дефекат 50% $CaCO_3$) внесено у 2006 році за величиною гідролітичної кислотності повною дозою у кількості 4,4-5,4 т/га $CaCO_3$. У 2015 році у досліджуваних варіантах вирощували гречку сорту Синтетик, попередник – пшениця яра. Площа посівної ділянки 60 м², облікової – 24 м², повторність дослідження чотириразова.

Чисельність і вірогідність формування колоній (ВФК) мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп визначали методами, які описані раніше [7]. Статистичну обробку результатів проводили з використанням сучасних програм *Microsoft Excel*.

Результати досліджень. Результати досліджень, що проведені за вирощування гречки, підтверджують попередньо встановлені закономірності: внесення мінеральних добрив і вапнування приводить до зростання чисельності мікроорганізмів більшості досліджених груп: амоніфікаторів, іммобілізаторів мінерального азоту, олігонітрофілів, нітрифікаторів, целюлозоруйнівних і полісахаридсинтезувальних бактерій (табл. 1). Зокрема, застосування мінеральних добрив приводить до збільшення чисельності амоніфікаторів у варіанті без вапнування – на 80,0%, одночасно із вапнуванням – на 94,4%, з внесенням побічної продукції – у 2,7 рази. Збільшення дози добрив у 1,5 рази на фоні вапнування майже не приводить до підвищення (порівняно із одинарною дозою добрив) чисельності амоніфікаторів як і мікроорганізмів інших еколого-трофічних і функціональних груп, спостерігається навіть зменшення чисельності окремих груп мікроорганізмів, зокрема загальної чисельності на 1,11%. За подвійної дози добрив ($N_{120}P_{60}K_{120}$) чисельність мікроорганізмів суттєво зростає: амоніфікаторів – у 2,1 рази, іммобілізаторів мінерального азоту – 1,8, денітрифікаторів – 7,3, педотрофів – 1,3, целюлозоруйнівних – 1,9, полісахаридсинтезувальних – 1,5, мобілізаторів мінеральних фосфатів – 3,0 та кислотоутворювальних мікроорганізмів – у 2,4 рази. Загальна чисельність мікроорганізмів зростає за подвійної дози добрив порівняно з одинарною у 1,9 рази. Це підтверджує попередньо сформульований висновок щодо необхідності забезпечення в ґрунті оптимальних співвідношень між основними біофілітними елементами, у тому числі, між мінеральними елементами і вуглецем. З внесенням подвійної дози мінеральних добрив зростає не тільки чисельність амоніфікаторів, а й їхня фізіолого-біохімічна активність – у 2 рази, порівняно із одинарною дозою (табл. 2). Суттєво зростає фізіолого-біохімічна активність олігонітрофілів (у 141 рази) та денітрифікаторів (у 8,8 рази)

і, навпроти, зменшується ВФК іммобілізаторів мінерального азоту, нітрифікаторів та азотобактера (у 7,5 рази).

Перебігання денітрифікаційного процесу у 2015 році лімітується, насамперед, нестачею вологи, тому не прослідковується закономірностей, які встановлено у роки із субоптимальним і оптимальним зволоженням. Внесення мінеральних добрив у одинарній дозі як у варіанті із вапнуванням, так і без вапнування не приводить до істотного збільшення чисельності денітрифікаторів. Лише за внесення подвійної дози азотних добрив чисельність денітрифікаторів збільшується у 7,3 рази, їхня фізіолого-біохімічна активність – у 8,8 рази. В умовах лімітування процесу яким-небудь фактором чисельність мікроорганізмів не завжди є адекватним показником, оскільки мікроорганізми можуть зберігати життєздатність тривалий час, знаходячись на мінімумі біологічної активності. Більш інформативним у цьому випадку стає показник фізіолого-біохімічної активності. Так, чисельність денітрифікаторів не корелює із дозою азотних мінеральних добрив, а їхня ВФК – корелює. Внесення одинарної дози добрив приводить до збільшення ВФК денітрифікаторів порівняно з контролем (без добрив) у 6,7 рази, на фоні вапнування – 6,9, на фоні заорювання побічної продукції – 5,2, на фоні вапнування із заорюванням побічної продукції – у 187,7 рази. Внесення полуторної дози добрив приводить до збільшення активності денітрифікаторів порівняно із контролем у 80,7 рази, подвійної дози – у 1644,4 рази. Все це свідчить про незбалансованість мінерального живлення рослин у цих варіантах дослідження. Підтверджено попередньо сформульований висновок: внесення екзогенної органічної речовини на фоні вапнування не впливає на чисельність денітрифікаторів, зменшуючи при цьому фізіолого-біохімічну активність клітин (у 2015 р. – у 125 разів). Вапнування, навпаки, збільшує чисельність денітрифікаторів як без заорювання побічної продукції рослинництва (у 2,1 рази), так і на фоні заорювання побічної продукції рослинництва (у 10,1 рази), що співпадає із попередньо отриманими даними для таких культур як пшениця озима, соя та ін. Підвищення чисельності денітрифікаторів у результаті вапнування і внесення мінеральних добрив супроводжується підвищенням фізіолого-біохімічної активності цих мікроорганізмів, особливо за сумісного використання агрозаходів і підвищених доз мінеральних добрив (табл.2). Так, вапнування на фоні внесення екзогенної органічної речовини (ЕОР) і мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{30}K_{60}$ збільшує ВФК денітрифікаторів у 35,9 рази, заорювання побічної продукції рослинництва на фоні внесення мінеральних добрив – у 1,59 рази. Отже, вапнування і внесення азотних мінеральних добрив у неоптимальних дозах провокують інтенсифікацію денітрифікаційного процесу, який супроводжується втратами азотних сполук.

Кількість клітин азотобактера при культивуванні гречки тісно корелює із внесенням вапна: за внесення вапна без добрив чисельність азотобактера збільшується в 6 разів, на фоні внесення мінераль-

Таблиця 1.

Вплив агротехнічних заходів на чисельність мікроорганізмів у сірому лісовому ґрунті, млн КУО/ г абсолютно сухого ґрунту, 2015 р.

Варіант	Амоніфікатори	Імобілізатори мінерального азоту	Олігонітрофіли	Азотобактер, % обростання ґрунцю	Денітрифікатори	Нітрифікатори	Педрофи	Целлозоруйніві бактерії	Полісахаридсинтезувальні	Автохтонні	Актиноміцети	Мікроміцети	Меланінісинтезувальні мікроміцети	Мобілізатори мінеральних фосфатів	Кислототворювальні	Мобілізатори орґанофосфатів	Загальна чисельність
Без добрив (контроль)	233,2	65,6	19,6	2,00	25,4	0,057	69,0	55,4	0,68	6,07	8,79	0,38	0,037	9,13	3,38	38,2	568,6
CaCO ₃ (1,0 Нг)	453,3	92,4	22,1	12,0	15,6	0,104	57,8	50,5	0,69	6,55	17,0	0,45	0,045	3,81	3,46	45,3	813,5
N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	419,7	64,0	26,1	2,00	9,80	0,444	44,7	45,8	1,72	6,60	13,1	0,46	0,031	5,50	6,19	65,0	747,6
N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀ + CaCO ₃ (1,0 Нг)	441,6	77,8	41,1	54,0	20,4	0,309	65,2	55,4	4,08	6,69	9,17	0,47	0,028	8,15	11,21	116,5	941,0
N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	631,5	90,8	29,4	8,67	2,05	0,218	43,7	59,1	0,68	7,10	14,0	0,64	0,025	6,83	6,49	40,6	980,3
N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀ + CaCO ₃ (1,0 Нг)	416,4	88,2	23,8	41,3	20,7	0,469	60,3	39,6	2,76	9,55	13,8	0,50	0,026	4,83	5,51	69,9	838,9
N ₉₀ P ₄₅ K ₉₀ + CaCO ₃ (1,0 Нг)	428,6	77,6	27,4	1,33	6,85	0,569	40,8	60,1	3,41	7,66	11,6	0,51	0,034	6,32	4,22	45,7	753,7
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + CaCO ₃ (1,0 Нг)	867,6	159,4	58,4	8,00	151,4	0,207	80,2	75,0	4,15	12,6	15,6	0,85	0,061	17,3	13,1	90,5	1616,0
НІР ₀₅	14,9	9,55	2,01	1,40	1,87	0,04	1,85	1,33	0,08	0,92	1,01	0,05	0,003	0,23	0,05	0,03	

Сидерат + подбйна продукция

Таблиця 2.

Вірогідність формування колоній мікроорганізмів (λ , год $^{-1} \cdot 10^{-2}$) у сірому лісовому ґрунті за різних агротехнічних заходів, 2015 р.

№	Варіант	Сидрат + побічна продукція												
		Амоніфікатори	Імобілізатори міне-рального азоту	Оліготрофи	Нітрифікатори	Денітрифікатори	Пелотрофи	Автохтонні	Целлозоруйні	Мікрощисти	Мобілізатори мінеральних фосфатів	Акциноміцети	Полісахаридсинтезу-валъні	Азотобактер
1	Без добрив (контроль)	1,32	0,55	2,579	0,05	0,009	2,92	0,49	4,00	1,84	3,40	2,97	2,89	0,01
2	CaCO ₃ (1,0 Нг)	2,51	0,77	0,214	0,18	0,009	3,17	0,75	4,87	0,94	1,02	2,85	1,47	0,02
3	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	1,12	0,83	0,733	0,24	0,060	4,06	0,88	4,10	0,87	1,46	2,89	2,44	1,69
4	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀ + CaCO ₃ (1,0 Нг)	0,92	0,94	1,129	0,29	1,062	2,17	0,67	2,82	0,84	1,93	2,65	2,89	4,82
5	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	4,27	0,88	0,506	0,23	0,047	1,95	0,93	4,00	1,71	2,25	2,65	1,45	0,01
6	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀ + CaCO ₃ (1,0 Нг)	1,48	0,79	0,009	0,65	1,69	3,65	0,78	2,89	1,65	2,74	2,63	3,11	5,68
7	N ₉₀ P ₄₅ K ₉₀ + CaCO ₃ (1,0 Нг)	1,58	1,33	0,170	0,33	0,726	2,97	0,70	5,48	1,28	2,02	2,67	1,96	2,89
8	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀ ⁺ CaCO ₃ (1,0 Нг)	2,91	0,33	1,27	0,40	14,8	4,79	0,88	5,98	2,06	3,15	2,56	3,15	0,76

них добрив в одинарній дозі – у 18 разів, на фоні заорювання побічної продукції попередника і дози добрив $N_{60}P_{30}K_{60}$ – у 4,76 рази (табл.1). Полуторна і подвійна дози добрив пригнічують життєздатність цього мікроорганізму навіть за умов попереднього вапнування, що є підтвердженням загальновідомого факту інгібування розвитку азотфіксуювальних мікроорганізмів високими дозами азотних добрив. Аналогічним чином впливає внесення мінеральних добрив і вапнування на фізіолого-біохімічну активність клітин азотобактера: у варіанті вапнування без мінеральних добрив ВФК зростає у 2,0 рази, на фоні внесення мінеральних добрив – у 169,0 разів, на фоні внесення мінеральних добрив і ЕОР – у 568 рази. Разом із тим, збільшення дози мінеральних добрив у 1,5 рази призводить до зниження ВФК клітин азотобактера в 2 рази, збільшення дози добрив у 2 рази – у 3,8 рази. Таким чином, лімітуючими чинниками розвитку азотобактера в досліджених варіантах досліду є кислотно-лужна рівновага ґрунтового розчину і вміст сполук азоту у ґрунті.

Заорювання побічної продукції попередника позитивно впливає на кількість клітин азотобактера: на фоні одинарної дози добрив його чисельність збільшується в результаті внесення ЕОР у 4,34 рази, на фоні одинарної дози добрив і вапнування – на 14,7 %. Органічна речовина є субстратом для розвитку мікроорганізмів, тому впливає на їхню чисельність, у тому числі, і азотобактера.

Раніше, на прикладі таких сільськогосподарських культур як пшениця озима і яра, соя та ін., нами було встановлено, що ґрунт абсолютного контролю, в який протягом 23 років не вносилися мінеральні, органічні добрива і меліоранти, характеризується високою кількістю азотобактера (88-99% обростання ґрунтових грудочок) [8]. На основі цього був зроблений висновок про те, що азотобактер є індикатором не ефективної родючості ґрунту і забезпеченості його сполуками фосфору, а індикатором екологічного благополуччя, зниженого вмісту поллютантів, оскільки його максимальна чисельність спостерігається у ґрунтах багаторічних контролів, найменш забруднених поллютантами порівняно з інтенсивними агрофонами. Дані, які отримано за вирощування пшениці ярої у 2014 році та гречки у 2015 році, свідчать про те, що основним лімітуючим фактором розвитку азотобактера є величина показника рН, що ще раз підкреслює складність біологічних систем, в яких взаємодіють багато чинників із різною інтенсивністю впливу.

Позаклітинні бактеріальні полісахариди є важливішими вторинними метаболітами ґрунтових мікроорганізмів, оскільки виконують багато функцій, які дозволяють їх продуцентам вижити у конкурентній боротьбі: інтенсифікують розчинення мінеральних елементів з їх важкорозчинних форм, беруть участь у впізнаванні між мікроорганізмами і клітинами рослин, тобто у мікробно-рослинних взаємодіях, виконують протекторну функцію щодо інших вторинних метаболітів, захищаючи їх від споживання аборигенною мікрофлорою, слугують джерелом живлення в умовах голодування, підви-

щують загальну стійкість клітин, які синтезують позаклітинні полісахариди, до різноманітних стресорів та ін. [9]. Тому чисельність та фізіолого-біохімічна активність полісахаридсинтезуювальних мікроорганізмів є важливими індикаторними ознаками як нестачі мінеральних елементів у ґрунті, так і загальної екологічної ситуації у ґрунті даного агрофітоценозу. Результати 2015 р. підтверджують попередній висновок про те, що мінеральне удобрення та вапнування створюють оптимальні умови для розвитку рослин і, як наслідок, розвитку полісахаридсинтезуювальних мікроорганізмів. Так, внесення мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{30}K_{60}$ сприяє росту клітин полісахаридсинтезуювальних бактерій, порівняно із варіантом без добрив їхня чисельність збільшується у 2,5 рази, застосування обох агрозаходів: вапнування і мінерального удобрення дозволяє збільшити чисельність мікроорганізмів, які синтезують позаклітинні полісахариди у 6 разів. Вапнування на фоні одинарної дози мінеральних добрив і заорювання побічної продукції рослинництва збільшує чисельність цих мікроорганізмів у 4,1 рази. Збільшення дози добрив у 1,5 рази приводить до зростання кількості клітин на 23,6%, у 2 рази – на 50,4%. Результатами 2015 року не підтверджується висновок попередніх досліджень щодо позитивного впливу заорювання побічної продукції рослинництва, можливо через тривалу посуху мінералізація екзогенної органічної речовини уповільнюється і мікроорганізми не отримують субстратів для росту.

В умовах посухи чисельність кислотоутворювальних мікроорганізмів змінюється за тієї ж закономірності, як і багатьох інших: збільшується за внесення одинарної дози мінеральних добрив у 1,8 рази, за внесення одинарної дози мінеральних добрив разом із вапнуванням – у 3,3 рази, за внесення одинарної дози мінеральних добрив на фоні заорювання ЕОР – 1,9, за внесення подвійної дози мінеральних добрив на фоні заорювання ЕОР – у 3,9 рази. Отже, за умов посухи високий вміст кислотоутворювальних мікроорганізмів у ґрунті може свідчити, на наш погляд, як про недостатню забезпеченість ґрунту яким-небудь макро- або мікроелементом, так і про те, що основним лімітуючим фактором є волога і за вмістом вологи у ґрунті варіантів досліду певним чином формуються мікробні угруповання. Разом з тим, вміст мікроорганізмів, які розчиняють сполуки мінеральних фосфатів, є збільшеним саме у варіантах досліду, збіднених на вміст макроелементів, зокрема, у контролі. Кількість клітин мобілізаторів мінеральних фосфатів у ґрунті контрольного варіанту перевищує відповідний показник варіанту із вапнуванням у 2,4 рази, із мінеральним удобренням – 1,7, із мінеральним удобренням на фоні внесення ЕОР – у 1,3 рази. Вапнування як на фоні мінерального удобрення, заорювання ЕОР, так і без них призводить до зменшення чисельності і фізіолого-біохімічної активності клітин фосформобілізуювальних мікроорганізмів, можливо, через збільшення рухомості сполук багатьох елементів за рН близького до нейтрального.

Оптимізація кислотно-лужної рівноваги у ґрунті позитивно впливає на перебіг мікробіологічних про-

цесів ґрунту, про що свідчить, зокрема, зростання чисельності (без мінерального удобрення) амоніфікаторів – на 94,4%, іммобілізаторів мінерального азоту – 40,9, нітрифікаторів – 82,5, автохтонних – 112,7, актиноміцетів – 93,4, мобілізаторів орґанофосфатів – 18,6, загальної чисельності мікроорґанізмів – на 43,1 % (табл. 1). За одинарної дози добрив в результаті вапнування спостерігається зростання чисельності амоніфікаторів на 5,21%, іммобілізаторів мінерального азоту – 21,6, олігонітрофілів – 30,7, педотрофілів – 45,9, целюлозоруйнівних – 21,0, мобілізаторів мінеральних фосфатів – 48,2, кислотоутворювальних – 80,9, мобілізаторів орґанофосфатів – 79,2, загальної чисельності мікроорґанізмів – на 25,9%.

Вапнування істотно впливає на чисельність фосформобілізівних бактерій як тих, що мобілізують орґанофосфати: вона збільшується у варіанті із одинарною дозою добрив на 79,2%, так і тих, що розчиняють сполуки мінеральних фосфатів, їхня чисельність збільшується, відповідно, на 48,2%.

Вапнування також істотно впливає на чисельність кислотоутворювальних мікроорґанізмів, які беруть участь у розчиненні важкодоступних форм мінеральних елементів у ґрунтах. Ця закономірність спостерігалася і у попередні роки досліджень при вирощуванні таких культур як пшениця озима і яра, соя, багаторічні трави.

Висновки. Дослідження впливу мінерального удобрення і вапнування на чисельність мікроорґанізмів основних еколого-трофічних груп мікроорґанізмів за вирощування гречки дозволило підтвердити основні багаторічні закономірності, що стосуються кращого розвитку рослин за оптимізування мінерального живлення і, як наслідок, інтенсивнішого розвитку мікроорґанізмів ризосфери. Погодні умови вегетаційного періоду 2015 року дозволили внести уточнення у формування загальних закономірностей в умовах тривалої посухи.

Література

1. Ткаченко М.А. Продуктивність типових сівозмін Лісостепу залежно від інтенсивності агрономічного навантаження / М.А. Ткаченко, Д.В. Літвінов // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. – 2014. – Вип. 22. – С. 100-106.
2. Минеев В.Г. Агрехимия, биология и экология почвы / В.Г. Минеев, Е.Х. Ремпе // М.: Росагропромиздат, 1990. – 206 с.
3. Звягинцев Д.Г. Биология почв и их диагностика / Д.Г. Звягинцев // Биологическая диагностика почв. М., 1976. – С. 175-189.
4. Звягинцев Д.Г., Гузев В.С., Левин С.В. Изменения в комплексе почвенных микроорганизмов при антропогенных воздействиях / Успехи почвоведения: Сов. почвоведы к XIII Междунар. конгр. почвоведов, Гамбург, 1986. – М., 1986. С. 64- 68.
5. Чуб М.В. Повышение дозы удобрений и микрофлора / М.В. Чуб // тр. Харьковского с.-х. ин-та. – 1972. – Т.170. – С. 130-150.
6. Суховицкая Л.А. Влияние уровня минерального питания на развитие микроорганизмов азотного обмена и их деятельности в почве / Л.А. Суховицкая // Всесоюз. Совещ. «Формирование животного и микробного населения агроценозов», Пушино, 14-16 сент. 1982 г.: Тез. докл. – М.: Наука, 1982. – С. 133.
7. Малиновська І.М. Мікробіологічні процеси в ризосфері рослин у забрудненому нафтопродуктами ґрунті / І.М. Малиновська, Н.А. Зінов'єва // Мікробіологія і біотехнологія. – 2011. – №2. – С.83-91.
8. Малиновська І.М. Стан мікробіоценозу сірого лісового ґрунту за різноцільового використання / І.М. Малиновська, І.В. Домбровська // Вісник Київського національного університету. Сер. біолог. – 2011. – Вип.57. – С. 21-25.
9. Малиновська І.М. Агроекологічні основи мікробіологічної трансформації біогенних елементів ґрунту / І.М. Малиновська // Автореф. доктор. дис. – Київ, 2003. – 34 с.

References

1. Tkachenko, M.A. & Litvinov, D.V. (2014). Produktivnist tyповykh sivozmin Lisostepu zalezjno vid intensyvnosti ahronomichnoho navantazhennya. Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kul'tur i tsukrovykh buryakiv, 22, 100-106.
2. Mineev, V.G. & Rempе, E.H. (1990). Agrohimiya, biologiya i jekologiya pochvy. Moskva: Rosagropromizdat.
3. Zvyagintsev, D.G. (1976). Biologiya pochv i ih diagnostika / D.G. Zvyagintsev // Biologicheskaya diagnostika pochv. Moskva, 175-189.
4. Zvyagintsev, D.G. (1986). Izmeneniya v komplekse pochvennykh mikroorganizmov pri antropogennykh vozdeystviyah. Uspеhi pochvovedeniya: Sov. pochvovedy k XIII Mezhdunar. kongr. pochvovedov, Gamburg.
5. Chub, M.V. (1972). Povyishenie dozyi udobreniy i mikroflora. T.170.
6. Suhovitskaya, L.A. (1982). Vliyanie urovnya mineralnogo pitaniya na razvitie mikroorganizmov azotnogo obmena i ih deyatel'nosti v pochve. Vsesoyuz. Sovesch. «Formirovanie zhivotnogo i mикrobnogo naseleniya agrotsenozov», Puschino. Moskva : Nauka.
7. Malynovska, I.M. & Zinovyeva, N.A. (2011). Mikrobiolohichni protsesy v ryzosferi roslын u zabrudnenomu naftoproduktamy hruntі. Mikrobiolohiya i biotekhnolohiya, 2, 83-91.
8. Malynovska, I.M. & Dombrovska, I.V. (2011). Stan mikrobiotsenozu siroho lisovoho hruntu za riznotsil'ovoho vykorystannya. Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu, 57, 21-25.
9. Malynovska, I.M. (2003). Ahroekolohichni osnovy mikrobiolohichnoyi transformatsiyi bioghennykh elementiv gruntu. Extended abstract of doktor's thesis. Kyiv.

Малиновская И.М., Ткаченко Н.А.,
Черныш Е.О., Сорока А.П., Пипчук Н.Н.

Сообщества микроорганизмов серой лесной почвы при применении известкования и минеральных удобрений

Исследовали влияние агротехнических приемов: минерального удобрения, известкования, запахивания биомассы сидеральной культуры и побочной продукции предшественника в севообороте на численность и физиолого-биохимическую активность микроорганизмов корневой зоны гречки. Установлено, что внесение минеральных удобрений приводит к увеличению численности микроорганизмов основных эколого-трофических групп, а также возрастанию физиолого-биохимической активности отдельных групп микроорганизмов (аммонификаторов, олигонитрофилов, денитрификаторов), особенно, при двойной дозе удобрений ($N_{120}P_{60}K_{120}$). Известкование как на фоне минерального удобрения, запахивания экзогенного органического вещества, так и без них приводит к уменьшению численности и физиолого-биохимической активности клеток фосфатмобилизирующих микроорганизмов из-за увеличения подвижности соединений многих элементов при близком к нейтральному pH. Оптимизация кислотно-щелочного равновесия грунтового раствора позитивно влияет на протекание микробиологических процессов в почве, что подтверждается увеличением численности аммонификаторов на 94,4%, иммобилизаторов минерального азота - 40,9, нитрификаторов - 82,5, автохтонных - 112,7, актиномицетов - 93,4, мобилизаторов органодифосфатов - 18,6, общей численности микроорганизмов - на 43,1 %.

Ключевые слова: эколого-трофические группы, аммонификаторы, денитрификаторы, азотобактер, полисахарид- и кислотообразующие микроорганизмы, известкование, минеральные удобрения.

Malinovskaya I.M., Tkachenko M.A.,
Chernish A.A., Soroka A.P., Pypchuk N.M.

The community of microorganisms of grey forest soil at application of liming and mineral fertilizers

The influence of agricultural practices (fertilizers, liming, plowing of biomass of green manure crops and by-products predecessor in crop rotation) on quantity and physiological and biochemical activity of buckwheat's root zone microorganisms was investigated. It was found that application of mineral fertilizers led to the increase in a number of microorganisms of main ecological and trophic groups, as well as the physiological and biochemical activity of certain groups of microorganisms (ammonifiers, oligonitrophilic, denitrifying), particularly in case of double dose of fertilizers ($N_{120}P_{60}K_{120}$).

Liming on the background of mineral fertilizers and plowing of exogenous organic matter and without them, leads to a reduction of the quantity of physiological and biochemical activity of fosfatmobilising microorganisms cells because of the increased mobility of many elements at close to neutral pH. Optimization of the acid-alkaline balance of the soil solution had a positive effect on microbiological processes in the soil. Quantity of ammonification microorganisms is increased by 94.4%, mineral nitrogen immobilising microorganisms - by 40.9%, nitrifying microorganisms - by 82.5%, autochthonous microorganisms - by 112 %, actinomycetes - by 93.4%, the mobilizes of organophosphates - by 18.6%.

Total quantity of microorganisms is increased by 43.1%.

Keywords: ecologo-trophic groups, ammonifying, denitrifying microorganisms, Azotobacter, polysaccharide and acid-forming microorganisms, liming, mineral fertilization.

Рецензенти

Драч Ю.О. – к. біол. н.

Юришинець В.І. – д. біол. н.

Стаття надійшла до редакції – 14.04.2016 р.