УДК 631.46.631.445.41:631.84

І. М. Малиновська, доктор сільськогосподарських наук
М. А. Ткаченко, доктор сільськогосподарських наук
ННЦ «ІНСТИТУТ ЗЕМЛЕРОБСТВА НААН»

СИСТЕМА ДІАГНОСТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОЇ РОДЮЧОСТІ СІРОГО ЛІСОВОГО ҐРУНТУ

Проведений аналіз значимості кореляційних зв'язків між врожайністю пшениці озимої (2012р.), сої (2013 р.), пшениці ярої (2014 р.), гречки (2015 р.) і показниками чисельності мікроорганізмів окремих еколого-трофічних, функціональних та систематичних груп, їх фізіолого-біохімічною активністю, показниками інтенсивності мінералізаційних процесів, фіто токсичністю ґрунту, стабільністю мікробних угруповань за 4 вегетаційні періоди. Встановлено, що ефективна родючість сірого лісового ґрунту суттєво (r = 0,666-0,999) позитивно корелює із чисельністю амоніфікаторів, іммобілізаторів мінерального азоту, олігонітрофілів, целюлозоруйнівних, автохтонних мікроорганізмів, загальною чисельністю мікроорганізмів (r = 0,684), сумарною біологічною активністю (r = 0,764); вірогідністю формування колоній (ВФК) денітрифікаторів, сольовим pH, водним pH, вмістом у ґрунті азоту, калію, фосфору, гумусу. Врожайність сільськогосподарських культур від'ємно суттєво корелює із чисельністю меланінсинтезувальних мікроміцетів (r = - 0,665) та їх питомим вмістом у загальній кількості мікроміцетів (r = - 0,673), показниками фітотоксичності (r = - 0,648), гідролітичною кислотністю, загальною обмінною кислотністю та вмістом рухомого алюмінію. Прямий кореляційний зв'язок середнього рівня значущості (r = 0,333-0,665) спостерігається між ефективною родючістю сірого лісового ґрунту і чисельністю денітрифікаторів, педотрофів, полісахаридсинтезувальних мікроорганізмів, актиноміцетів, мікроміцетів, мобілізаторів мінеральних фосфатів, кислотоутворювальних мікроорганізмів, ВФК нітрифікаторів, автохтонних, целюлозоруйнівних бактерій, активністю мінералізації гумусу (r = 0,564), вмістом нітратного і амонійного азоту, ступенем рухомості фосфору. Обернений зв'язок середнього рівня значущості спостерігається між урожайністю і ВФК олігонітрофілів, індексом педотрофності. Зв'язок між урожайністю та коефіцієнтом мінералізації сполук азоту за середніми багаторічними даними виявився незначимим (r = 0,090).

Вперше показано, що ефективна родючість сірого лісового ґрунту корелює зі стабільністю мікробних угрупувань, яка описується кількістю значимих кореляційних зв'язків між їх складовими.

***Ключові слова**: ефективна родючість, сірий лісовий ґрунт, чисельність мікроорганізмів, індекс педотрофності, активність мінералізації гумусу, сумарна біологічна активність, коефіцієнт мінералізації азоту, оліготрофності.*

Вступ. Створення системи біоіндикаційних показників рівня ефективної та потенційної родючості ґрунтів є актуальним завданням сільськогосподарської науки. До цього часу опубліковані розрізнені наукові дослідження, в яких показано наявність кореляційних зв'язків родючості грунту з загальною кількістю мікроорганізмів, активністю окремих ферментів або активністю окремих мікробіологічних процесів: респірації, азотфіксації, розкладання клітковини та ін. [1-5]. Аристовська Т.В. розглядає ефективну родючість ґрунту як потік доступних рослинам елементів, який виникає у процесі деструкції мікроорганізмами органічних залишків і мінералів породи, а потенційну родючість пов'язує із фізико-хімічними властивостями органічних і мінеральних колоїдів ґрунту [1]. На основі аналізу існуючих методів біоіндикації ґрунту автор робить висновок про неможливість використання однакових методичних підходів для оцінювання ефективної і потенційної родючості ґрунтів. Мишустин Е.Н. та Рунов Е.В. для мікробіологічного діагностування стану ґрунтів запропонували використовувати інтенсивність процесів перетворень азотовмісних сполук, зокрема, чисельність нітрифікувальних мікроорганізмів та інтенсивність накопичення нітратів у ґрунті, чисельність іммобілізаторів мінерального азоту і целюлозоруйнівних мікроорганізмів, співвідношення чисельності мікроорганізмів, що ростуть на середовищах із органічною формою азоту до чисельності мікроорганізмів, що утилізують мінеральні форми азоту [2]. Встановлений взаємозв'язок між показниками родючості ґрунту і активністю ґрунтових ферментів: целюлази, інвертази, β-глюкозидази і уреази [3]. Гельцером Ю.Г. описані переваги і недоліки методу визначення інтегральної біологічної активності ґрунту (БАГ), яка характеризує напруженість ґрунтових біохімічних процесів: ферментативну (протеазну і целюлазну) активність і сумарну кількість вільних амінокислот і білків (нінгідринпозитивних речовин) [4].

На думку інших вчених, важливими показниками є коефіцієнт оліготрофності, мінералізації сполук азоту, коефіцієнт гуміфікації, вміст лабільної органічної речовини, токсичність ґрунту тощо [5,6]. Запропоновані

© *Малиновська І. М., Ткаченко М. А., 2017*

також біоіндикаційні показники екологічного стану різних рівнів екосистем: доклітинному, клітинному, популяційному та ценотичному. Однак, інтегрованої системи біоіндикаційних показників, яка б описувала взаємозв'язок родючості ґрунту з інтенсивністю та спрямованістю агрономічно значимих мікробіологічних процесів у ґрунті, на сьогоднішній день не існує.

Методика досліджень. Дослідження проводили у системі полігонного моніторингу, який було створено на базі стаціонарного досліду відділу агроґрунтознавства ННЦ «Інститут землеробства НААН» „Вивчення технологічних заходів розширеного відтворення родючості сірого лісового ґрунту», що занесений до реєстру стаціонарних польових дослідів України. Предметом досліджень були варіанти стаціонарного досліду: 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 фону 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 вирощували гречку сорту Синтетик, попередник – пшениця яра. Площа посівної ділянки 60 м^2, облікової – 24 м^2, повторність досліду чотириразова.

Чисельність і вірогідність формування колоній (ВФК) мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп, показники та індекси, що описують спрямованість мінералізаційних процесів, визначали методами, які описані раніше [7]. Статистичну обробку результатів проводили з використанням програми *Microsoft Excel.*

Результати досліджень. З метою встановлення взаємозв'язку параметрів ефективної родючості зі спрямованістю та напруженістю агрономічно значимих мікробіологічних процесів, стабільністю мікробних угруповань сірого лісового ґрунту проводили кореляційний аналіз між врожайністю гречки і показниками чисельності мікроорганізмів окремих еколого-трофічних, функціональних та систематичних груп (табл.1), їх фізіолого-біохімічною активністю безпосередньо у ґрунті (табл.2), показниками інтенсивності мінералізаційних процесів, фітотоксичністю сірого лісового ґрунту (табл.3), стабільністю мікробних угруповань (табл.4). Загальна кількість показників, яку враховували у аналізі складала 59 од.

Проведений аналіз показав, що ефективна родючість сірого лісового ґрунту суттєво (r = 0,666-0,999) позитивно корелює із чисельністю амоніфікаторів (r = 0,628), іммобілізаторів мінерального азоту (r = 0,692), автохтонних мікроорганізмів (r = 0,752), мікроміцетів (r = 0,708), загальною чисельністю мікроорганізмів (r = 0,668), фізіолого-біохімічною активністю нітрифікаторів (r = 0,718), активністю мінералізації гумусу (r = 0,727), сумарною біологічною активністю (r = 0,695); сольовим pH (r = 0,803), водним pH (r = 0,654), вмістом у ґрунті азоту (r = - 0,852), калію (r = 0,764), фосфору (r = 0,804), гумусу (r = 0,859) та ступенем рухомості фосфору (r = 0,729). Врожайність гречки від'ємно суттєво корелює із чисельністю меланінсинтезувальних мікроміцетів (r = - 0,615) та їх питомим вмістом у загальній кількості мікроміцетів (r = - 0,723), фізіолого-біохімічною активністю актиноміцетів (r = - 0,929), показниками фітотоксичності (r = - 0,712 (надземна частина), r = - 0,831 (коріння), r = - 0, 0,793 (загальна біомаса тест-рослин), гідролітичною кислотністю (r = - 0,764), загальною обмінною кислотністю (r = - 0,714) та вмістом рухомого алюмінію (r = - 0,703). Прямий кореляційний зв'язок середнього рівня значущості (r = 0,333-0,665) спостерігається між ефективною родючістю сірого лісового ґрунту і чисельністю олігонітрофілів

(r = 0,597), денітрифікаторів (r = 0,445), нітрифікаторів (r = 0,497), целюлозоруйнівних (r = 0,458), полісахаридсинтезувальних мікроорганізмів (r = 0,542), мобілізаторів мінеральних фосфатів (r = 0,436), кислотоутворювальних (r = 0,505), ВФК денітрифікаторів (r = 0,571), автохтонних, кислотоутворювальних мікроорганізмів, мікроміцетів, мобілізаторів мінеральних фосфатів і азотобактера. Обернений зв'язок середнього рівня значущості спостерігається між урожайністю і ВФК олігонітрофілів (r = - 0,375), індексом педотрофності (r = - 0,548), коефіцієнтом мінералізації азоту (r = - 0,354).

Проведений аналіз взаємозв'язків між родючістю сірого лісового ґрунту та стабільністю мікробних ценозів показав, що стабільність мікробних угруповань достатньо повно описується кількістю високозначимих кореляційних зв'язків між окремими групами мікроорганізмів, які є складовими частинами угруповань (табл.4). Встановлено, що ефективна родючість має значимий кореляційний зв'язок із загальною кількістю середньозначимих зв'язків (r = 0,349), кількістю прямих високозначимих кореляційних зв'язків (r = - 0,552), загальною кількістю значимих зв'язків у варіанті (як середньо- так і високозначимих) (r = 0,623).

Проведено також аналіз значимості кореляційних зв'язків між врожайністю пшениці озимої (2012р.), сої (2013 р.), пшениці ярої (2014 р.), гречки (2015 р.) і показниками чисельності мікроорганізмів окремих еколого-трофічних, функціональних та систематичних груп, їх фізіолого-біохімічною активністю, показниками інтенсивності мінералізаційних процесів, фітотоксичністю, стабільністю мікробних угруповань у середньому за 4 вегетаційні періоди. Встановлено, що ефективна родючість сірого лісового ґрунту суттєво (r = 0,666-0,999) позитивно корелює із чисельністю амоніфікаторів (r = 0,655), іммобілізаторів мінерального азоту (r = 0,669), олігонітрофілів (r = 0,708),

Таблиця 1.

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

Варіант		Амоніфікатори	Іммобілізатори мінерального азоту	Олігонітрофіли	Азотобактер, % обростання грудочок ґрунту	Денітрифікатори	Нітрифікатори	Педотрофи	Целюлозоруйнівні бактерії	Полісахаридсинтезувальні	Автохтонні	Актиноміцети	Мікроміцети	Меланінсинтезувальні мікроміцети	Мобілізатори мінеральних фосфатів	Кислотоутворювальні	Мобілізатори органофосфатів	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
$N_{60}P_{30}K_{60}$	Сидерат + побічна продукція	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
$N_{90}P_{45}K_{90}$+ $CaCO_3$ (1,0Нг)		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	

Таблиця 2.

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

№	Варіант		Амоніфікатори	Іммобілізатори мінерального азоту	Олігонітрофіли	Нітрифікатори	Денітрифікатори	Педотрофи	Автохтонні	Целюлозоруйнівні	Мікроміцети	Мобілізатори мінеральних фосфатів	Актиноміцети	Полісахаридсинтезу-вальні	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
6	$N_{60}P_{30}K_{60}$	Сидерат + побічна продукція	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
7	$N_{60}P_{30}K_{60}$ + $CaCO_3$ (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
12	$N_{90}P_{45}K_{90}$+ $CaCO_3$ (1,0Нг)		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
13	$N_{120}P_{60}K_{120}$+ $CaCO_3$ (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

Таблиця 3.

Показники інтенсивності мінералізаційних процесів і фітотоксичні властивості сірого лісового ґрунту за різних агротехнічних заходів, 2015 р.

№	Варіант		Індекс педотроф-ності	Коефіцієнт оліготроф-ності	Коефіцієнт мінералізації азоту	Активність мінералізації гумусу, %	Сумарна біологічна активність	$К_г$	Урожай-ність, т/га	Маса 100 рослин тест-культури – озимої пшениці, г		
										стебло	коріння	загальна маса
1	Без добрив (контроль)		0,296	0,084	0,281	8,80	584,9	0,419	1,14	6,29	4,21	10,5
2	$CaCO_3$ (1,0 Нг)		0,127	0,049	0,204	11,5	697,6	0,803	1,22	6,35	4,75	11,1
3	$N_{60}P_{30}K_{60}$		0,107	0,062	0,152	14,8	758,3	0,954	1,31	6,83	4,57	11,4
4	$N_{60}P_{30}K_{60}$+ $CaCO_3$ (1,0 Нг)		0,148	0,093	0,176	10,3	1018,8	0,532	2,00	8,51	5,29	13,8
6	$N_{60}P_{30}K_{60}$	Сидерат + побічна продукція	0,069	0,046	0,144	16,3	0,342	0,342	2,21	7,54	4,96	12,5
7	$N_{60}P_{30}K_{60}$ + $CaCO_3$ (1,0 Нг)		0,145	0,060	0,212	15,8	0,460	0,460	2,49	6,64	4,86	11,5
12	$N_{90}P_{45}K_{90}$+ $CaCO_3$ (1,0Нг)		0,095	0,064	0,181	18,8	0,653	0,653	2,71	7,92	5,98	13,9
13	$N_{120}P_{60}K_{120}$+ $CaCO_3$ (1,0 Нг)		0,092	0,067	0,184	15,6	0,929	0,929	2,85	8,72	5,58	14,3
	$НІР_{05}$									0,18	0,10	

Таблиця 4.

Кількість кореляційних зв'язків між складовими мікробних угрупувань сірого лісового ґрунту під впливом вапнування, мінерального удобрення та заорювання екзогенної органічної речовини, 2015 р.

№	Варіант		Кількість кореляційних зв'язків						
			Середньозначимі зв'язки (r = 0,333-0,665)			Високозначимі зв'язки (r = 0,666-0,999)			Всього за варіантом
			прямий	обернений	всього	прямий	обернений	всього	
1	Без добрив (контроль)		17	15	32	21	9	30	62
2	$CaCO_3$ (1,0 Нг)		26	12	38	31	13	44	82
3	$N_{60}P_{30}K_{60}$		23	21	44	30	9	39	83
4	$N_{60}P_{30}K_{60}$+ $CaCO_3$ (1,0 Нг)		31	16	47	22	8	30	77
6	$N_{60}P_{30}K_{60}$		26	9	35	29	20	49	84
7	$N_{60}P_{30}K_{60}$ + $CaCO_3$ (1,0 Нг)	Сидерат + побічна продукція	22	18	40	16	14	30	70
12	$N_{90}P_{45}K_{90}$+ $CaCO_3$ (1,0Нг)		32	16	48	25	13	38	86
13	$N_{120}P_{60}K_{120}$+ $CaCO_3$ (1,0 Нг)		19	20	39	26	12	28	77

целюлозоруйнівних (r = 0,669), автохтонних мікроорганізмів (r = 0,667), загальною чисельністю мікроорганізмів (r = 0,684), сумарною біологічною активністю (r = 0,764); ВФК денітрифікаторів (r = 0,690), сольовим pH (r = 0,694), водним pH (r = 0,654), вмістом у ґрунті азоту (r = - 0,697), калію (r = 0,723), фосфору (r = 0,857), гумусу (r = 0,733). Врожайність сільськогосподарських культур від'ємно суттєво корелює із чисельністю меланінсинтезувальних мікроміцетів (r = - 0,665) та їх питомим вмістом у загальній кількості мікроміцетів (r = - 0,673), показниками фітотоксичності (r = - 0,844 (надземна частина), r = - 0,645 (коріння), r = - 0, 0,648 (загальна біомаса тест-рослин), гідролітичною кислотністю (r = - 0,683), загальною обмінною кислотністю (r = - 0,677) та вмістом рухомого алюмінію (r = - 0,673). Прямий кореляційний зв'язок середнього рівня значущості (r = 0,333-0,665) спостерігається між ефективною родючістю сірого лісового ґрунту і чисельністю денітрифікаторів (r = 0,479), педотрофів (r = 0,578), полісахаридсинтезувальних мікроорганізмів (r = 0,576), актиноміцетів (r = 0,456), мікроміцетів (r = 0,591), мобілізаторів мінеральних фосфатів (r = 0,519), кислотоутворювальних (r = 0,375), ВФК нітрифікаторів (r = 0,565), автохтонних (r = 0,408), целюлозоруйнівних (r = 0,350), активністю мінералізації гумусу (r = 0,564), вмістом нітратного (r = 0,398) і амонійного

(r = 0,549) азоту, ступенем рухомості фосфору (r = 0,540). Обернений зв'язок середнього рівня значущості спостерігається між урожайністю і ВФК олігонітрофілів (r = - 0,554), індексом педотрофності (r = - 0,561). Зв'язок між урожайністю та коефіцієнтом мінералізації азоту за середніми багаторічними даними виявився не значимим (r = 0,090).

Проведено аналіз взаємозв'язків між родючістю сірого лісового ґрунту та стабільністю мікробних ценозів у всіх варіантах досліду за два вегетаційних періоди. Встановлено, що ефективна родючість має значимий кореляційний зв'язок із кількістю прямих середньозначимих зв'язків (r = 0,437), загальною кількістю середньозначимих зв'язків (r = 0,465), кількістю прямих високозначимих кореляційних зв'язків (r = - 0,505), загальною кількістю значимих зв'язків у варіанті (як середньо- так і високозначимих) (r = 0,639). Отже, вперше показано, що ефективна родючість сірого лісового ґрунту корелює зі стабільністю мікробних угрупувань, яка описується кількістю значимих кореляційних зв'язків між їх складовими.

Література

1. *Аристовская Т.В. Микробиологические аспекты плодородия почв // Почвоведение. – 1988. - № 9. – С.53- 63.*
2. *Мишустин Е.Н., Рунов Е.В. Успехи разработки принципов микробиологического диагностирования состояния почв // Успехи современной биологии. – 1957. – Т. XLIV, Вып. 2(5). – С.256-268.*
3. *Хазиев Ф.Х., Гулько А.Е. Ферментная активность почв агроценозов и перспективы ее изучения // Почвоведение. – 1991. - № 8. – С.88-103.*
4. *Гельцер Ю.Г. Показатели биологической активности в почвенных исслдованиях // Почвоведение. – 1990. - № 9. – С.47-60.*
5. *Паринкина О.М., Клюева Н.В., Петрова Л.Г. Биологическая активность и эффективное плодородие почв // Почвоведение. – 1993. - № 9. – С. 76-81.*
6. *Биорегуляция микробно-растительных систем: Монография / Иутинская Г.А., Пономаренко С.П., Андреюк Е.И. и др.; Под общей ред. Иутинской Г.А., Пономаренко С.П. – Київ: Ничлава, 2010. – 464с.*
7. *Малиновська І.М., Ткаченко М.А., Черниш О.О., Сорока О.П. Спрямованість мінералізаційних процесів у сірому лісовому грунті за вапнування та мінерального удобрення // Збірник наукових праць Інституту землеробства. –2016. – № 3- 4. – С. 23-34.*

References

1. *Aristovskaya, T. (1988). Mikrobiologicheskie aspektyi plodorodiya pochv [The microbiological aspects of soil fertility]. T. Aristovskaya. Pochvovedenie. (9), 53–63. [in Russian].*
2. *Mishustin, N. (1957). Uspehi razrabotki printsipov mikrobiologicheskogo diagnostirovaniya sostoyaniya pochv [The success of the development of the principles of microbiological diagnosis of soil condition]. N. Mishustin, E. Runov. Uspehi sovremennoy biologii. T. XLIV, Vyip. 2(5), 256-268. [in Russian].*
3. *Haziev, F. (1991). Fermentnaya aktivnost pochv agrotsenozov i perspektivyi ee izucheniya [The enzyme activity of soils of agricultural lands and prospect of its study]. F. Haziev, A. Gulko. Pochvovedenie. (8), 88-103. [in Russian].*
4. *Geltser, Yu. (1990). Pokazateli biologicheskoy aktivnosti v pochvennyih issldovaniyah [The indicators of biological activity in soil research]. Yu. Geltser. Pochvovedenie. (9), 47-60. [in Russian].*
5. *Parinkina, O. (1993). Biologicheskaya aktivnost i effektivnoe plodorodie pochv [The biological activity and effective soil fertility]. O. Parinkina, N. Klyueva, L.Petrova. Pochvovedenie. (9), 76-81. [in Russian].*
6. *Iutinskaya, G. (2010). Bioregulyatsiya mikrobno-rastitelnyih sistem. [The Bioregulation of microbial-plant systems]. G. Iutinskaya, S. Ponomarenko, E. Andreyuk i dr. 464. [in Ukrainian].*
7. *Malynovs'ka, I. (2016). Spryamovanist' mineralizatsiynykh protsesiv u siromu lisovomu hrunti za vapnuvannya ta mineral'noho udobrennya [The directivity of processes of mineralization in gray forest soil for liming and mineral fertilizers]. I. Malynovs'ka, M. Tkachenko, O. Chernysh, O. Soroka. Zbirnyk naukovykh prats' Instytutu zemlerobstva. (3- 4), 23-34. [in Ukrainian].*

Малиновская И.М., Ткаченко Н.А.

Система диагностических показателей эффективного плодородия серой лесной почвы

Проведен анализ значимости корреляционных связей между урожайностью озимой пшеницы (2012 г.), сои (2013 г.), яровой пшеницы (2014 г.), гречки (2015 г.) и показателями численности микроорганизмов основных эколого-трофичных, функциональных и систематичных групп, их физиолого-биохимической активностью, показателями интенсивности минерализационных процессов, фитотоксичностью почвы, стабильностью микробных сообществ за 4 вегетационных периода. Установлено, что эффективное плодородие серой лесной почвы существенно (r = 0,666-0,999) позитивно коррилирует с численностью аммонификаторов, иммобилизаторов минерального азота, олигонитрофилов, целюлозо- и гуматразлагающих микроорганизмов, общей численностью микроорганизмов (r = 0,684), суммарной биодогической активностью (r = 0,764); вероятностью формирования колоний (ВФК) денитрификаторов, солевым pH, водным pH, сордержанием в почве азота, калия, фосфора, гумуса. Урожайность сельскохозяйственных культур отрицательно существенно коррелирует с численностью меланинсинтезирующих микромицетов, (r = - 0,665) и их удельным содержанием в общем количестве микромицетов (r = - 0,673), показателями фитотоксичности (r = - 0,648), гидролитической кислотностью, общей обменной кислотностью и содержанием подвижного алюминия. Прямая корреляционная связь среднего уровня значимости (r = 0,333-0,665)наблюдается между эффективным плодородием серой лесной почвы и численностью денитрификаторов, педотрофов, полисахаридобразующих микроорганизмов, актиномицетов, микромицетов, мобилизаторов минеральных фосфатов, кислотообразующих микроорганизмов, ВФК нитрификаторов, автохтонных, целюлозоразрушающих бактерий, активноостью минерализации гумуса (r = 0,564), содержанием нитратного и аммонийного азота, степенью подвижности фосфора. Обратная связь среднего уровня значимости наблюдается между урожайностью и ВФК олигонитрофилов, индексом педотрофности. Связь между урожайностью и коэффициентом минерализации соединений азота за средними многолетними данными выявилась незначимой (r = 0,090). Впервые показано, что эффективное плодородие серой лесной почвы коррелирует со стабильностью микробных сообществ, которая описывается количеством значимых корреляционных связей между их составляющими.

***Ключевые слова**: эффективное плодородие, серая лесная почва, численность микроорганизмов, индекс педотрофности, активность минерализации гумуса, суммарная биологическая активность, коэффициент минерализации азота, олиготрофности.*

Malinovskaya I.M., **Tkachenko N.A.**

The system of diagnostic indicators of effective fertility of gray forest soil

The analysis of the significance of correlations ties between the yield of winter wheat (2012), soybean (2013), spring wheat (2014), buckwheat (2015) and the under indicators of quantity of microorganisms of some of ecology-trophic, functional and taxonomic groups, their of physiological and biochemical activity, the indicators of intensity processes of mineralization, the phytotoxicity, the stability of microbial communities for the four of seasons of vegetations it was conducted. It is established that the effective fertility of grey forest soils significantly (r = 0,666-0,999) positively correlated with the quantity of ammonificators; with immobilization of mineral nitrogen, oligonitrophillouses, cellulose decompose; with of autochthonous microorganisms; with total number of microorganisms (r = 0,684); with total biological activity (r = 0,764); with probability of forming of colonies denitrification (PFC); with of pH of salt and pH of water; with capacity in soil of nitrogen, potassium, phosphorus, humus. The yield of agricultural crops negatively correlated significantly with the number melaninsyntezuvalnyh Micromycetes (r = - 0,665) and with their specific contents in the total number of micromycetes (r = - 0,673), with the indicators of phytotoxicity (r = - 0,648), with the hydrolytic acidity, with the total exchange acidity and content of mobile aluminium.Direct correlation of medium significance level (r = 0,333-0,665) is observed between the effective fertility of grey forest soils and a quantity denitrifications, pedotrofov, of polisaharidnay microorganisms, actinomycetes, micromycetes, mobilizers of mineral phosphates, acid-forming microorganisms, PFC nitrifiers, of autochthonous, of cellulose-decomposing bacteria, with humus mineralization activity (r = 0,564), the content of nitrate nitrogen and of ammonium nitrogen, the phosphorus degree of mobility. Feedback of medium level of significance observed between the yield and PFC olihotrofnosti, index of pedotrofnosti. The relationship between yield and coefficient of nitrogen mineralization by average multi-year data was insignificant (r = 0,090).

For the first time shown that an effective fertility of gray forest soils correlated with stability of microbial groupings, which is described of the quantity of significancy of correlation ties between their components.

***Keywords:** effective fertility, gray forest soil, the quantity of microorganisms, index of pedotrofnosti, activity of mineralization of humus, the total biological activity, coefficient of nitrogen mineralization, olihotrofnosti.*

Рецензенти:
Літвінов Д.В. – д.с.-г.н.
Балаєв А.Д. – д.с.-г.н.
Стаття надійшла до редакції – 22.06.2017 р.