



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК



НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР
ІНСТИТУТ ҐРУНТОЗНАВСТВА ТА АГРОХІМІЇ
імені О.Н. СОКОЛОВСЬКОГО

АГРОХІМІЯ і ҐРУНТОЗНАВСТВО

МІЖВІДОМЧИЙ
ТЕМАТИЧНИЙ
НАУКОВИЙ
ЗБІРНИК

80

ХАРКІВ – 2013

Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Випуск 80. – Харків: ННЦ «ІГА імені О. Н. Соколовського», 2013. – 151 с.

AGROCHEMISTRY AND SOIL SCIENCE. Collection of papers.
No. 80. Kharkiv: NSC ISSAR, 2013. 151 p.

Редакційна колегія: **С.А. Балюк д.с-г.н. (відповідальний редактор); Т.М. Лактіонова к.с-г.н. (відповідальний секрктар); Н.А. Білова д.б.н.; В.Ю. Гончаренко д.с-г.н.; М.О. Горін д.б.н.; Г.М. Господаренко д.с-г.н.; Л.В. Єстеревська д.с-г.н.; М.В. Лісовий д.с-г.н.; В.В. Медведєв д.б.н.; М.М. Мірошніченко д.б.н.; Б.С. Носко д.с-г.н.; М.І. Полупан д.с-г.н.; Д.Г. Тихоненко д.с-г.н.; А.П. Травлєєв д.б.н.; Р.С. Трускавецький д.с-г.н.; А.І. Фатєєв д.с-г.н.**

Склад редакційної колегії затверджено Вченою радою ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського», протокол № 5 від 19.02.2009 р.

**Адреса редакційної колегії:
Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»
вул. Чайковська, 4, м. Харків, 61024.
тел. (057) 704-16-69
E-mail: pochva@meta.ua**

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 758 від 29.06.94 р.

Рекомендовано до видання Вченою радою ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», протокол № 13 від 23.08.2013 р.

ЗМІСТ

ГРУНТОЗНАВСТВО

Медведев В.В., Словінська-Юркевіч А., Брик М., Бігун О.М. Критерії фізичної деградації ґрунтів	5
Биндич Т.Ю. Використання ГІС-технологій для аналізу неоднорідності локальних структур ґрунтового покриву у степовій зоні	17
Низовцев В.В., Шеин Е.В. Эпистемологические проблемы почвоведения	26
Новикова А.В. Особенности геохимических ландшафтов и плодородия почв в разных природных зонах Украины	33
Світовий В.М., Геркіял О.М., Жиляк І.Д., Рависанкар Р., Даниленко О.М. Дослідження хімічних та фізико-хімічних змін органо-мінеральних дисперсних систем чорнозему опідзоленого за тривалого впливу внесених добрив.....	37

АГРОХІМІЯ

Котвицький Б.Б. “Екстра-азот” і калій у дерново-підзолистих ґрунтах Західного Полісся України44	
Кочик Г.М., Лазаренко О.В. Зміни показників родючості дерново-підзолистого супіщаного ґрунту під впливом тривалого застосування різних способів основного обробітку і систем удобрення .49	
Лопушняк В.І. Вплив різних систем удобрення на азотний фонд темно-сірого опідзоленого ґрунту Західного Лісостепу України	58
Якименко Г.М. Вплив агрохімічних показників дерново-підзолистих ґрунтів на міграцію радіонуклідів ланкою «ґрунт-рослина».....	65
Корнієнко С.І., Куц О.В. Споживання елементів живлення буряком столовим залежно від способів удобрення і зрошення.....	70
Кутова А.М. Вміст мікроелементів у ґрунті і рослинах кукурудзи залежно від застосування макро- і мікродобрив.....	75
Найдонова О.Є., Цигічко Г.О., Шедєй Л.О., Акімова Р.В., Гвоздік В.Б. Вплив тривалого застосування органічної системи землеробства на стан мікробних угруповань чорнозему опідзоленого в зерно-кормових сівоzmінах ...	82

ОХОРОНА І ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТІВ

Куценко М.В., Тімченко Д.О., Круглов О.В., Назарок П.Г., Воскобойніков П.В. Калібрування моделі оцінки ерозійної небезпеки земель	93
Самохвалова В.Л., Фатєєв А.І., Зуза С.Г., Зуза В.О. Спосіб ремедіації ґрунту техногенно забрудненого важкими металами.....	101
Белоліпський В.А. Параметры противэрозионной устойчивости чернозема обыкновенного в полевом севообороте	110
Семенов Д.О. Вплив співвідношення гумусових кислот в органічній речовині ґрунтів України на вміст рухомих форм мікроелементів	116

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЛОДИХ УЧЕНИХ

Корчашикіна Л.А. Ферментативна активність і трансформація азотовмісних органічних речовин в осушеному лучно-болотному ґрунті.....	123
Зубковська В.В. Винос рухомих форм фосфатів промивними водами із ґрунтової маси орного шару дерново-підзолистих супіщаних ґрунтів	127
Думіх І.В. Особливості гумусового стану ґрунтів заплави р. Прут.....	131
Десятник К.О. Вплив кальцієвмісних меліорантів на поведінку рухомих форм важких металів та фізико-хімічні показники ясно-сірого лісового ґрунту.....	136
Сябрук О.П. Оцінка втрат вуглецю з чорнозему типового за різних способів обробітку та систем удобрення.....	140
Нешта А.П. Динаміка вмісту рухомих сполук фосфору в орних ґрунтах Харківської області.....	146

CONTENT

SOIL SCIENCE

Medvedev V.V., Słowińska-Jurkiewicz A., Bryk M., Bihun O.M.	
Criteria of soils physical degradation.....	5
Byndych T.Y.	
Using of GIS-technologies for analysis of heterogeneity of soil cover local structures in Steppe zone	17
Nizovtsev V.V., Shein E.V.	
Epistemological problems of soil science	26
Novikova A.V.	
Peculiarities of geochemical landscapes and soil fertility in different natural zones of Ukraine	33
Svitovyy V.M., Gerkiyal O.M., Zhylyak I.D., Ravisankar R., Danylenko O.M.	
Research of chemical and physicochemical changes of the organic and mineral dispersible systems of chernozem podzolized after long-term influence of fertilization.....	37

AGROCHEMISTRY

Kotvytskyi B.B.	
“Extra-nitrogen“ and potassium in the sod-podzolic soils in Western Polissya of Ukraine	44
Kochyk G.N., Lazarenko O.V.	
Changes of indexes of fertility of sod-podzolic loamy sand soil under the influence of the long-term application of different methods of primary soil tillage and fertilization systems	49
Lopushnyak V.I.	
Influence of different fertilization systems on nitrogen fund of dark-grey podzolized soil of the Western Forest-Steppe in Ukraine.....	58
Iakymenko A.N.	
Influence of agrochemical parameters of sod-podzolic soils on the radionuclides migration in link "soil-plant"	65
Kornienko S.I., Kutz O.V.	
Consumption of nutrition elements by red beet depending on the methods of fertilization and irrigation.....	70
Kutova A.M.	
Content of microelements in soil and maize plants depending on the application of macro- and microfertilizers	75
Naydyonova O.E., Tsyhichko A.A., Shedey L.A., Akimova R.V., Gvozdyck V.B.	
Influence of the long-term using of organic agricultural system on the condition of microbial cenosis of chernozem podzolized in grain-fodder crop rotation.....	82

SOIL PROTECTION and RECLAMATION

Kutsenko M.V., Timchenko D.O., Kruglov O.V., Nazarok P.G., Voskoboynikov P.V.	
Model calibration for estimation of land erosion danger	93
Samokhvalova V.L., Fateev A.I., Zuza S.G., Zuza V.O.	
Method of soils technogenic pollution by heavy metals remediation.....	101
Belolipsky V.A.	
Parameters of anti-erosion stability of chernozem ordinary in a field crop rotation.....	110
Semenov D.O.	
Influence of humus acids ratio in soil organic matter on the content of trace elements mobile forms in different soils of Ukraine.....	116

YOUNG SCIENTISTS RESEARCHES

Korchashkina L.A.	
Enzymatic activity and transformation of nitrogen-containing organic substances in drained Meadow swamp soil	123
Zubkovska V.V.	
Loss of the movable forms of phosphates by flushing water from the soil mass of the arable layer of sod-podzolic loamy sand soils	127
Dumikh I.V.	
Features of soil humus condition in floodplain of the Prut River	131
Desyatnik K. A.	
Influence of calcium-containing meliorants on the behavior of mobile forms of heavy metals and the physicochemical parameters of light-grey forest soil	136
Syabruk O. P.	
Estimation of carbon losses from chernozem typical under different soil tillage and fertilization systems	140
Neshta A.P.	
Dynamic of content of phosphorus mobile compounds in arable land in Kharkiv region	146

ҐРУНТОЗНАВСТВО

УДК 631.43

КРИТЕРІЇ ФІЗИЧНОЇ ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТІВ

В.В. Медведєв¹, А. Словінська-Юркевіч², М. Брик², О.М. Бігун¹¹ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»²Інститут ґрунтознавства та охорони довкілля, 20-950, Польща, м. Люблін,

вул. Академічна, 13

(vmedvedev@ukr.net)

Фізична деградація переважно є наслідком тривалого механічного обробітку ґрунту, в процесі якого формуються анізотропні і менш (порівняно з цілиною) агрономічно корисні структура і поровий простір, утворюються брили і кірка, посилюється неоднорідність ґрунту у горизонтальному і вертикальному напрямках. Характерними ознаками фізичної деградації є, крім того, домінування преференційних низхідних і висхідних потоків вологи, гальмування процесів агрегації, а також помітні зміни режимів ґрунту впродовж вегетації рослин через релаксаційні процеси в оброблюваному шарі.

Ключові слова: фізична деградація, структура, будова і поровий простір ґрунту

Вступ. Для багатьох країн, де землеробські технології характеризуються високим механічним навантаженням на ґрунт і домінуванням інтенсивного обробітку, ґрунтам властива фізична деградація, що, крім переущільнення підорного шару, проявляється у знеструктуренні, кіркоутворенні, погіршенні водно-повітряного режиму й в інших негативних процесах, які суттєво погіршують агрономічні властивості ґрунтів, і, більше того, призводять до екологічних й економічних несприятливих наслідків (забрудненню водоймищ, рік, сільськогосподарської продукції, зниженню врожаїв).

Мета роботи. У статті викладено результати досліджень двох наукових колективів, що тривалий час вивчали фізичні властивості ґрунтів в умовах сільськогосподарського використання, й ознаки деградації, яких набули ґрунти з цієї причини. У дослідженнях застосовували різноманітні методи, у тому числі мікроморфологічний. У результаті було випробувано багато критеріїв оцінки фізичного стану ґрунтів. Узагальненню отриманого матеріалу й виявленню оцінок фізичної деградації й присвячено статтю.

У статті використано раніше надруковані роботи українських [1 – 4] і польських [5 – 8] дослідників, а також роботи, що виконано разом [9, 10].

Об'єкти і методи досліджень. Об'єктами у дослідженні були чорноземні ґрунти України й опідзолені ґрунти Польщі переважно суглинкового гранулометричного складу. Як варіанти використано цілину, багаторічну ріллю, моделі з випробуванням тиску на ґрунт машинно-тракторних агрегатів різної маси, лізіметри для вивчення пересування вологи в профілі ґрунту, вегетаційні й мікропольові досліді з вивчення впливу щільності й структури ґрунту на розвиток рослин, транспірацію й випаровування вологи. Неоднорідність ґрунтів вивчали шляхом закладення на полі рівномірної мережі елементарних ділянок.

Супутніми показниками у дослідженнях були структурний склад, щільність будови, основні водно-фізичні константи, водопроникність. В орієнтованих шліфах вимірювали основні параметри структурних агрегатів і порового простору. Застосовували загальноприйняті в Україні й Польщі методи.

Результати досліджень. *Анізотропність структури й порового простору.* У процесі тривалого впливу на ґрунт ґрунтообробних робочих органів змінюється розмір, форма й поровий простір агрегатів. Якщо цілині найчастіше властива ізотропна (або близька до неї) будова, за якої властивості ґрунту майже не залежать від напрямку - вектора, то для ріллі характерна анізотропна будова, властивості якої розрізняються залежно від обраного напрямку. Ілюстрацією цього факту є результати вимірювання ґрунтових агрегатів і порового простору у шліфах, виготовлених у двох орієнтаціях – горизонтальній та вертикальній (табл. 1). Анізотропність будови, як це логічно припустити, обумовлена анізотропністю розмірів структурних грудочок.

1. Мікроморфометричні дослідження структури й видимої пористості ґрунтів цілини й ріллі в орієнтованих шліфах (середнє з 25 об'єктів, шар 0-20 см)

Ґрунт	Тип використання	Розмір грудочок, що переважають у ґрунті, мм	Сумарна видима пористість (більше 15 мкм), % від площі шліфа	
			у горизонтальній орієнтації	у вертикальній орієнтації
Чорнозем типовий	переліг	2,0 x 3,0 x 0,8	28	30
середньосуглинковий	рілля	1,0 x 1,5 x 0,7	33	20
Чорнозем звичайний	переліг	1,5 x 2,0 x 1,5	27	27
важкосуглинковий	рілля	1,2 x 1,0 x 0,9	21	15
Чорнозем південний	цілина	0,5 x 0,5 x 0,5	11	9
слабосолонцюватий легкоглинистий	рілля	0,4 x 0,4 x 0,3	40	16

В агрегатах ріллі, як правило, відсутня майже обов'язкова для агрегатів цілини облямівка гуматною (найвірогідніше гідрофобною, що додає йому додаткової стійкості) плівкою, різко зростає рельєфність, деформованість, а разом з цим знижується досконалість їхніх поверхонь. Коефіцієнт оформленості агрегатів (за типом коефіцієнта окатаності гальок Уейделла-Кухаренко за Атласом текстур і структур осадових порід [11]) для агрегатів оброблюваних шарів досягає 0,15-0,30, а в чорноземі південному – нижче 0,10 проти 0,40-0,50 на цілині, за максимального еталонного значення 0,90. Значно змінюються порядковість агрегатів і співвідношення агрегатів високого й низького порядків.

За обробітку порушується характерна для цілини стабільність порового простору, зменшується довжина пор однакового діаметра. Пори заповнюються мікроагрегатами й дрібнодисперсним неагрегованим матеріалом. В оброблюваному шарі формуються два типи скупчень агрегатів: індивідуальні відособлені й штучно зближені. За обробітку відбувається різке розпушення окремоностей, їх руйнування (у шліфі в цій фазі виявляється велика кількість пор і окремих макро- і мікроагрегатів), далі окремоності зближаються по вертикальній осі, щільність швидко наростає й формуються макроагрегати. Характерними є зміни будови агрегатів у процесі відновлення рівноважної щільності: зростає

їхня порядковість внаслідок агрегації неагрегованого матеріалу, поліпшується оформленість (очевидно, у результаті росту коріння травянистих рослин і діяльності ґрунтової фауни).

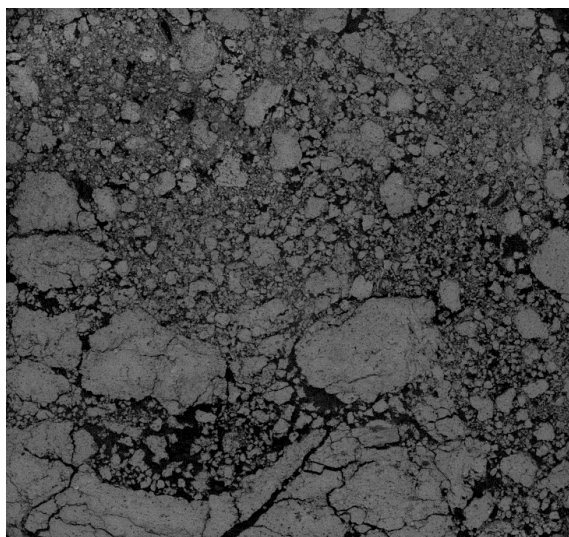
За обробітку різко зростає кількість міжагрегатних пор (звичайно пори розміром 15-20 мкм), які навіть за зволоження, яке дорівнює найменшій вологості (28-32 % від маси ґрунту) не можуть утримати капілярну вологу (розрахунок за формулою Жюрена). Пори такого розміру характеризуються високою вологопровідністю (саме тому усмоктування води на ріллі у перші години спостережень, істотно вище, ніж на цілині). Вода в них не затримується: вона або стікає у нижчі шари ґрунту, або випаровується. Цінність таких пор у забезпеченні рослин водою невелика. Їхня роль зводиться до сприйняття опадів і здійснення процесів газообміну з атмосферою. Якщо виходити з того, що оптимальне співвідношення між- і внутрішньоагрегатних пор повинно наближатися до одиниці [12], то отримані співвідношення вказують на надлишкову кількість міжагрегатних пор у всіх досліджених чорноземах навіть на цілині, при цьому обробіток ще більше погіршує їхнє співвідношення. Важливо підкреслити, що чим вище порядковість агрегатів, тим більше вони містять внутрішньоагрегатних обводнених пор, де відбувається водно-мінеральне живлення рослин.

У процесі релаксації (відновлення модалної щільності, характерної для цілини) анізотропність зберігається. Безпосередньо після обробітку різко зростає видима пористість у шліфах, причому її розмір у горизонтальному напрямку істотно перевищує розмір за вертикального напрямку. Надалі, в міру осідання піднятого плугом шару ґрунту, пористість падає, але розходження у видимій пористості у горизонтальному і вертикальному напрямках не зменшуються. Більше того, у давньоорному ґрунті часточки зруйнованих агрегатів накопичуються в горизонтальних порах, кольматуючи їх. У результаті в рівноважному стані орні ґрунти, що характеризуються підвищеною анізотропністю, порівняно із цілиною (перелогом), мають більш високу варіабельність водно-фізичних властивостей. У той же час вертикальні пори відносно чисті. Саме цими порами пересуваються преференційні (турбулентні, хаотичні) потоки води, які можуть проникнути в глиб ґрунту, не взаємодіючи з ним.

Анізотропність досить добре корелює з вологостійкістю ґрунтових агрегатів. Чим вона вища, тим вища рухомість дрібнодисперсної органічної й мінеральної частин ґрунту й нижча вологостійкість агрегатів.

Виразні зміни будови спостерігаються за проходів ґрунтом тракторів, причому зі збільшенням їхньої маси зростає щільність окремих агрегатів і в цілому щільність будови ґрунту (рис. 1, [5, 6]). За тривалої оранки, як показують численні виміри на різних ґрунтах України, твердість може перевищити 35-40 кгс/см² у плужній підшві й у більш глибоких шарах, що істотно обмежує глибину кореневмісної зони [13].

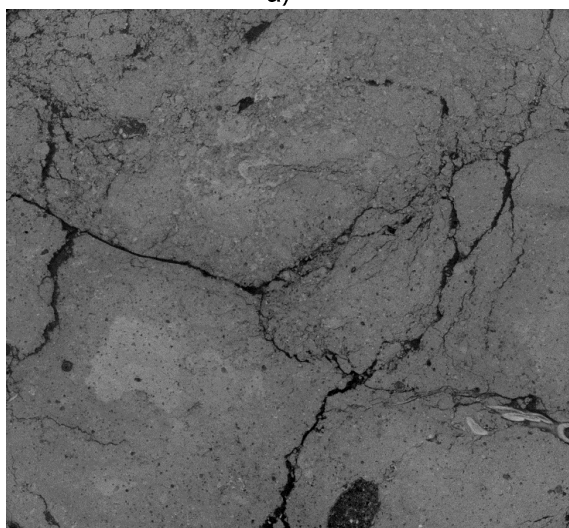
Горизонтальна і вертикальна неоднорідність. Важливою особливістю оброблюваного ґрунту порівняно із цілиною є зростання її неоднорідності (як це ми помітили за результатами мікроморфологічних спостережень) в горизонтальному напрямку. Для доказу цього наведемо результати вивчення просторової неоднорідності вмісту в ґрунті загального гумусу (приклад помірно варіабельного показника) і рухомого фосфору (показник підвищеної варіабельності) на цілинній і орній ділянках (табл. 2).



а)



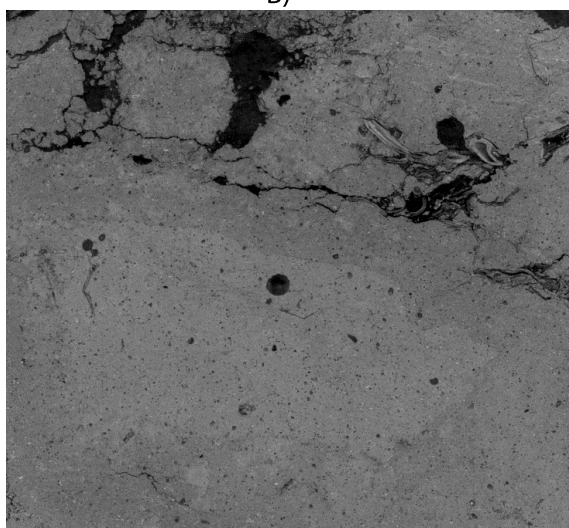
б)



в)



г)



д)

*а – контроль;
б – один прохід легкого трактора;
в – один прохід важкого трактора;
г – три проходи важкого трактора;
д – вісім проходів важкого трактора*

Рис. 1. *Зміна будови опідзоленого ґрунту Польщі після проходів тракторів (шліфи)*

2. Просторова варіабельність вмісту гумусу й рухомого фосфору на цілині й ріллі у чорноземі типовому, шар 0-20 см (Сумська область)

Показник	Коефіцієнт просторової варіабельності	
	Абсолютно заповідна цілина	Рілля понад 100 років використання
Вміст загального гумусу	0,08	0,12
Вміст рухомого фосфору	0,09	0,56

З наведених даних стає ясным, що помірна просторова неоднорідність, очевидно, характерна для чорноземного типу ґрунтоутворення у природних умовах, зростає за сільськогосподарського використання ґрунтів. Вона не тільки не усувається багаторічним обробітком і внесенням добрив, але навіть підсилюється. Останнє, зокрема, також доведено в роботі англійських дослідників, що використовували як об'єкт земельну ділянку, що піддавалась обробітку й внесенню добрив понад 150 років [14]. Причину, як здається, було встановлено шляхом поєднання карт рельєфу ділянки з картами вмісту рухомих поживних елементів. Ця операція, яка, як відомо, називається кокригінгом, показала майже повне співпадіння контурів [15].

Тривала оранка ґрунтів підсилює (порівняно із цілиною) часову й просторову неоднорідність ґрунтів. Вона проявляється у формуванні специфічних горизонтального і вертикального профілів. Для горизонтального профілю характерним є підвищення рівноважної щільності в знижених елементах рельєфу й на краях полів. Для вертикального профілю – акумулювання щільності в підорному шарі й поступове її просування у глиб кореневмісного шару (рис. 2, [16]). Релаксація не усуває неоднорідності будови. Процеси оглинення, лесиважу й опідзолення також підсилюють просторову неоднорідність. Зростання неоднорідності орного ґрунту є передумовою для розвитку точного землеробства.

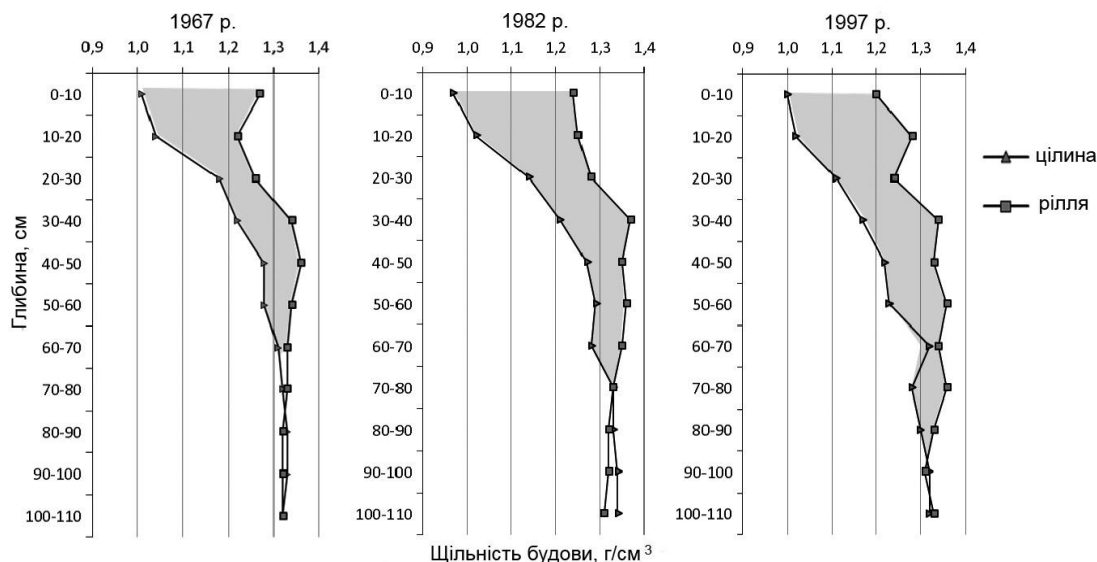


Рис. 2. Поступове просування переущільнення у глиб профілю чорнозему південного в умовах тривалої оранки (г/см^3)

Консолідація. Істотна особливість орного, особливо зрошуваного, ґрунту полягає у виразному прояві пластичної деформації, що є причиною підвищеної консолідації ґрунтової маси. Нагадаємо, що під консолідацією розуміють ущільнення ґрунту, за якого відбувається не тільки зменшення пористості (ця

стадія називається власне ущільненням), але й видавлювання вологи із внутрішньоагрегатних проміжків [17]. Так, щільність окремих структурних агрегатів чорнозему південного розміром 5-3 мм на цілині становить 1,50, на ріллі – 1,60, а за зрошення – 1,68 г/см³. Фактично мова тут уже йде про утворення надщільного ґрунту, у якому створюється дуже висока щільність упакування мікроагрегатів за рахунок їхньої взаємної орієнтації [18].

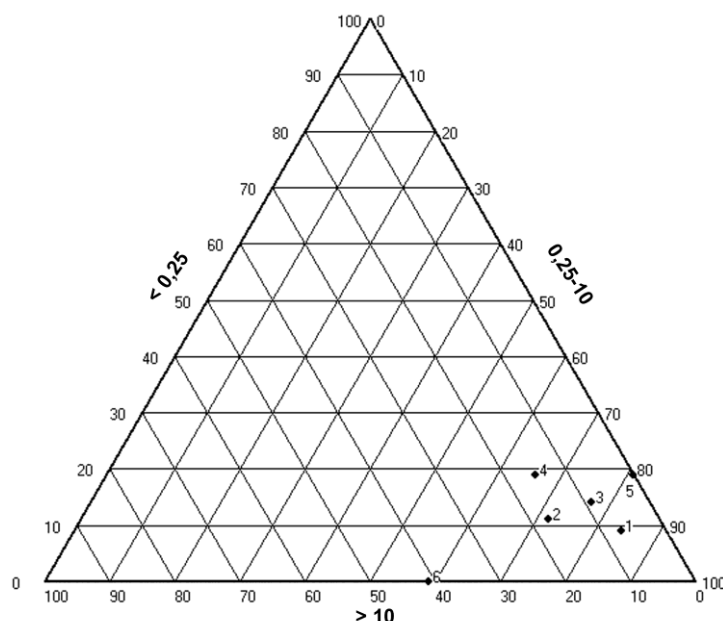
Гальмування процесів агрегації. За тривалої оранки структурний склад досліджених чорноземів значно змінюється (табл. 3). Достовірне зниження вмісту в орному шарі, порівняно з тією ж глибиною цілини, агрегатів агрономічно корисного розміру (10-0,25 мм) супроводжується одночасним збільшенням вмісту брил (>10 мм). Розпилення ґрунту при цьому менш виражено.

3. Структурно-агрегатний склад цілинних і орних чорноземів

Ґрунт, тип використання		Шар ґрунту, см	Кількість агрегатів за сухого просіювання (%), розміром (мм)			Коефіцієнт структур- ності	Кількість агрегатів за мокрого просіювання (%), розміром (мм)		Коефіцієнт водо- стійкості
			>10	10- 0,25	<0,25		>3	<0,25	
Чорнозем типовий	цілина	4-14	7	84	9	5,9	9	65	0,7
	рілля	0-25	17	72 ¹⁾	11	2,5	1	46 ²⁾	0,5
Чорнозем звичайний	переліг	4-14	9	77	14	3,3	4	41	0,5
	рілля	0-25	15	66 ¹⁾	19	2,0	0	23 ²⁾	0,2
Чорнозем південний	цілина	12-22	0	81	19	4,0	2	53	0,7
	рілля	0-25	41	59 ²⁾	0	1,4	0	24 ²⁾	0,3
¹⁾ Різниця достовірна за рівня ймовірності 0,90 ²⁾ Так само за рівня 0,95									

Коефіцієнт структурності, розрахований за відношенням вмісту суми агрегатів розміром від 10,00 до 0,25 мм до суми пиловатих і брилистих структур, знижується в 1,6-2,9 раза. Описані особливості структурного складу чорноземів на цілині й ріллі наочно відбиваються на трикутнику (рис. 3), де структурність оцінюється всього лише однією точкою замість громіздкої таблиці. Точки цілини концентруються в правому нижньому куті трикутника, тому що тут максимальний вміст корисної структури й мінімальна кількість брил. Зліва від них розташовуються точки ріллі внаслідок помітного зниження вмісту корисної структури й збільшення вмісту брил.

Зниження вмісту в орних ґрунтах гумусу й кальцію неминує гальмує процеси агрегації. Якщо розрахувати, скільки доводиться агрегатів агрономічно корисного розміру і яка їх водостійкість на 10 % фізичної глини на цілині й ріллі, тобто, своєрідний норматив агрегації для умов спрощеної лінійної моделі, то буде знайдено істотну різницю. Для чорноземів типових і звичайних суглинкового гранскладу відповідно 1,75 і 1,60 для структурних агрегатів



1,2 – відповідно цілина й рілля чорнозему типового,
3,4 – те ж чорнозему звичайного, 5,6 – те ж чорнозему південного

Рис. 3. Структурний склад (сухе просівання) верхнього шару чорноземних ґрунтів (вміст у %, розмір окремоностей у мм)

розміром від 10,0 до 0,25 мм і 1,60 і 1,00 – для водостійких агрегатів крупніше 0,25 мм. Відповідні матеріали ми одержали, скориставшись експериментами, узагальненими в роботі В.В.Медведева [2]. Із цих результатів виходить, що в результаті тривалого обробітку помітно гальмується утворення структури й ще істотніше знижується її якість.

Водостійкість агрегатів. Характерним є різке зниження водостійкості агрегатів ріллі, причому на цьому тлі практично зникають водостійкі агрегати крупніше 3 мм. Можна стверджувати, що це є наслідком втрати органічної речовини. Адже в чорноземі типовому вміст загального гумусу у верхньому шарі (0-10 см) знижується з 7,76 до 4,58, а в чорноземі південному – з 4,39 до 3,22 % [2].

Механічна міцність агрегатів. При дослідженні механічної міцності агрегатів був використаний розроблений нами метод струшування й просіювання певної наважки ґрунту протягом 1 год на електричному ситовому ротаторі. Швидкість руйнування агрегатів цілини й ріллі неоднакові. Перші руйнувалися відносно рівномірно, і до кінця першої години спостережень їхній розпад був дуже малий. Другі значно швидше руйнувалися спочатку, і їхній розпад нерідко тривав протягом усього періоду струшування.

Водопроникність і водоутримна здатність. Відразу після обробітку чорнозем у максимально розпушеному стані характеризується високою водопроникністю (середнє за 6 год спостережень 120-142 мм/год); у стані рівноважної щільності водопроникність знижується більш ніж у 2 рази (50-62 мм/год). На цілинних ділянках водопроникність відносно стабільна (65-93 мм/год). Таким чином, тривала оранка чорноземних ґрунтів змінює їх водоутримну здатність порівняно із цілиною. Розходження найбільш істотні в інтервалі низьких тисків ґрунтової вологи. Якщо оранка супроводжується нагромадженням дрібних агрегатів, потенційна водоутримна здатність ріллі, порівняно із цілиною, різко зростає, однак стійкість цього запасу доступної

вологи в ґрунті невисока, зі збільшенням тиску води її вміст швидко падає. Поровий простір давньої ріллі, очевидно, може поступово трансформуватися від бімодальної до модальної будови, що характеризується перевагою (за рівноважної щільності) малих пор.

Глибина кореневмісного шару і морфологічні ознаки коренів. Через стійке збільшення рівноважної щільності, появу плужної підшви, активізацію ерозійних процесів і інші причини глибина кореневмісного шару у довготривалій ріллі (порівняно з цілинним аналогом) зменшується, суттєво змінюються поглинальні морфологічно важливі характеристики коренів, погіршується коренепроникність структурних агрегатів і, в цілому, знижується біопродуктивність рослин [3, 19, 20].

Крім цього, тривала оранка чорнозему вірогідно знижує вміст і істотно збільшує мобільність органічної речовини. Це в більшій мірі відбивається на міцності макроагрегатів, чим мікроагрегатів, і є причиною зміни фізичних властивостей і режимів [2].

Отже, тривала оранка чорноземів призводить до глибоких змін у їхній структурі, будові, процесах мікро- і, особливо, макроагрегації, фізичних і водних властивостях. Найбільш важливим представляється майже відсутній на цілині своєрідний пульсаційний процес зміни основних компонентів будови, за якого в ґрунті відразу після обробітку різко збільшується повітроємність, зменшується частка твердої фази в одиниці об'єму, а згодом, за рахунок релаксаційних процесів, відбувається відновлення рівноважної щільності до більш високого рівня, ніж на цілині. Наслідком цього є, імовірно, такий самий пульсаційний хід усіх інших процесів, функціонально пов'язаних із щільністю будови ґрунту. У результаті орний чорнозем помітно відрізняється за фізичними параметрами від цілини.

Не менш важливими є зміни хімічних, фізико-хімічних і біологічних властивостей, з яких потрібно підкреслити вміст гумусу та його якість, реакцію ґрунтового розчину, ємність поглинання, співвідношення обмінних катіонів, мікробний пул і мікробіологічну активність. Про правомірність висловлених міркувань можна судити з великої кількості різноманітних публікацій, наприклад, з фундаментального узагальнення, виконаного за редакцією В.А.Ковди та О.М.Самойлової «Русский чернозем. 100 лет после В.В. Докучаева» [21].

Преференційні потоки води (або провальна фільтрація великими порами) формуються в давньооброблюваному ґрунті за рахунок присутності в ньому брилистих окремоностей. Добре відомо, що навіть невелике відхилення вологості в момент обробітку від вологості фізичної спільності призводить до утворення брил. Саме тому понад 82 % орних ґрунтів країни утворюють брили, причому близько 12 % ріллі схильні до цього в значній мірі [2]. Географічно – це солонцюваті ґрунти сухого Степу, Вінницький острів еродованих сірих опідзолених ґрунтів, оглеєні ґрунти Передкарпаття й Закарпаття, а також повсюдно багато регіонів Лісостепу й Степу. Це явище характерно майже для всіх ґрунтів, крім піщаних і супіщаних різновидів. У Степу України, де час перебування ґрунту в стані фізичної спільності дуже нетривалий, імовірність утворення брил за обробітку значно зростає.

Саме за рахунок брил вода атмосферних опадів великими порами провалюється вглиб профілю. Як показують порівняльні дослідження фільтраційної здатності різних структурних фракцій, для майже миттєвого спадного пересування води потрібні всього лише невелика кількість брил і, відповідно, – великих пор [22]. Причому, якщо в оброблюваному шарі

преференційні потоки формуються за рахунок брил, то в глибині профілю – за рахунок великих пор біологічного походження [4, 23]. У дослідженнях підтверджено експонентний зв'язок, тобто, багаторазове наростання фільтрації, як тільки в ґрунті з'являється лише невелика кількість брил [24].

Цілком обґрунтовано до преференційних можна віднести й висхідні потоки води, які призводять до непродуктивних втрат продуктивної води в результаті процесів фізичного випаровування. І знову-таки цьому сприяють брили в поверхневому шарі [2, 3]. Отже, під впливом тривалого механічного обробітку й майже неминучого знеструктурення ґрунту його водний режим погіршується – за рахунок спадних (за межі кореневмісного шару) і висхідних (у результаті посилення випаровування) водних потоків.

За допомогою проведеного польового моделювання процесів інфільтрації у чорноземі різного господарського використання із використанням лізіметрів чарункового типу виявлено високу просторову варіабельність у вертикальному (низхідному) перенесенні води в орному варіанті ґрунту; через послаблення здатності ґрунту до відновлення модальних параметрів агрофізичних властивостей помічено збільшення частки грубих преференційних потоків у давньоорному чорноземі (рис. 4, [4]).

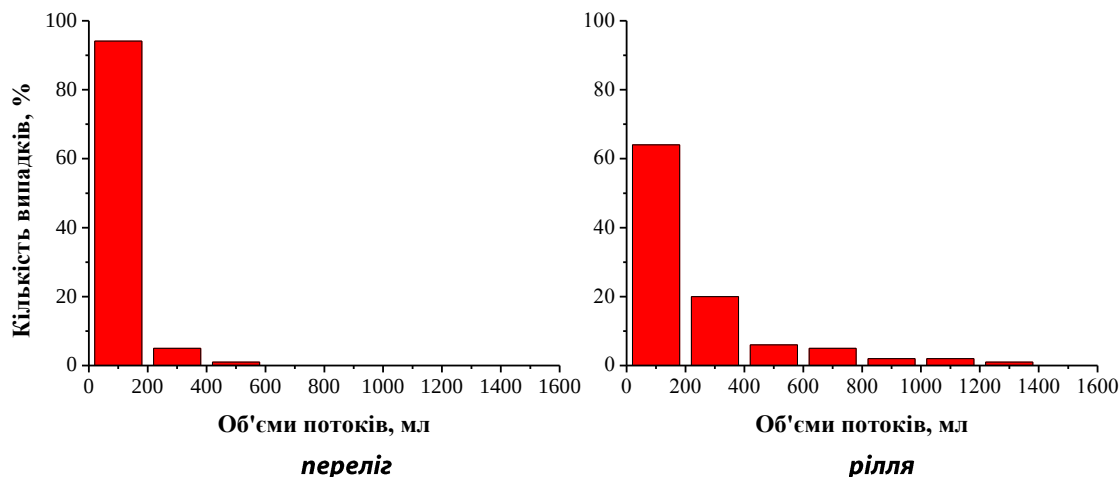


Рис. 4. Частка преференційних потоків різного об'єму у профілі чорнозему різного господарського використання, %

Є також чимало непрямих підходів для визначання необхідних параметрів, точніше, їхніх критичних величин, що свідчать про настання деградації ґрунтів. Наприклад, якщо в чорноземному ґрунті середнього й важкого гранулометричного складу фактор дисперсності Н.А. Качинського дорівнює 8-10 і більше, зі 100-процентною ймовірністю можна стверджувати про наявність фізично деградованого ґрунту, з дуже слабкою структурою і явною схильністю до ерозійних процесів. Про це ж свідчить високий коефіцієнт згасання водопроникності (співвідношення швидкості надходження води в ґрунт у першу та останню години спостережень).

Оборотність і необоротність властивостей ґрунтів. Оборотно́сть – важлива властивість ґрунту, що означає його здатність відновлювати характерні для певного ґрунту модальні (найбільш імовірні для даних місцевих умов) параметри після зняття механічного або хімічного навантаження. Є всі підстави думати, що ґрунт, що розорюється довгостроково, втратив свою оборотність, тому що нові параметри стали стійкими. Фактично такий ґрунт придбав інший

морфологічний профіль, інші властивості й режими. Правда, точніше, нові ознаки потрібно назвати квазістійкими, тому що, якщо орний ґрунт вивести з ріллі й ренатуралізувати на досить тривалий термін, його властивості відновлюються. Про це свідчать спостереження властивостей чорноземних ґрунтів, що перебували протягом 20-25 років в умовах перелогу [2]. На користь цієї ж можливості свідчать спостереження за ґрунтом, що побував протягом такого ж часу в умовах нульового обробітку [25]. У такому ґрунті практично відсутні активні ерозійні прояви й інші ознаки деградації. От чому так важливо давньоорні ґрунти, що набули явних ознак деградації й втратили господарську цінність, вивести з ріллі. Це буде надзвичайно важливий крок до оздоровлення ґрунтів і навколишнього природного середовища.

На завершення наведемо усереднені дані порівняльних спостережень за властивостями ґрунтів цілини і давньої ріллі з використанням методичних підходів, позначених у статті (табл. 4).

4. Усереднені фізичні параметри цілинного (природного) і давньоорного (деградованого) чорнозему типового середньосуглинкового (Сумська область) у шарі 0-30 см

Параметр, одиниця виміру	Природний ґрунт	Деградований ґрунт
Структура:		
брилистість (>10 мм), %	5-7	18-20
агрономічно корисні агрегати (10-0,25 мм), %	80-85	50-60
пил (<0,25 мм), %	8-10	14-16
коефіцієнт водостійкості	0,7-0,8	0,5
механічна міцність агрегатів, %	92	66
Щільність будови:		
під час сівби ярих культур, г/см ³	1,0-1,1	1,1-1,2
рівноважна, г/см ³	1,1-1,2	1,2-1,3
Уміст гумусу, %	6,3	4,6
Водопроникність за рівноважної щільності:		
за 6 годин, мм/год	65-70	50-52
коефіцієнт загасання	1,1-1,2	3,5-4,0
Фактор дисперсності, %	4,0	7,5
Ґрунтово-гідрологічні константи за рівноважної щільності, %:		
ВЗ	11,0-11,5	12,0-12,5
ВРК	16,0-17,0	18,0-19,0
НВ	25,0-26,0	24,0-25,0
ДАВ	9,0	6,0
Мікробудова агрегатів і пор:		
коефіцієнт оформленості	0,40-0,50	0,10-0,25
порядковість	5-6	2-3
співвідношення агрегатів високого й низького порядків	15:5	10:10
кількість неагрегованого матеріалу в порах, %	8	32

Таким чином, ми констатуємо: всі давньоорні ґрунти внаслідок невірноваженого балансу речовин і енергії, порівняно з їхніми природними аналогами, деградовані. Квазірівноважний стан, що настає в орному шарі через деякий час після оранки цілини [26], швидше за все, не відповідає дійсності. Точніше, як здається, швидкі темпи погіршення властивостей ґрунту

безпосередньо після оранки (наприклад, дегуміфікація) змінюються більш повільними. Рівноважного стану ґрунтів на тлі від'ємного балансу речовин і енергії досягти неможливо.

Деградовані ґрунти не здатні формувати якісний посівний шар, ефективно використовувати вологу атмосферних опадів, внесені туки, на них значно зростає ризик ерозії, посухи, інших небезпечних явищ. Деградовані ґрунти не можна використовувати як природні, вони потребують особливої уваги, більш ретельного контролю, виділення на картах, а також адекватних заходів щодо поліпшення.

Висновки. На підставі порівняльного вивчення цілинних (перелогових) і орних ґрунтів, запропоновано критерії, які можуть бути використані для діагностики їхньої фізичної деградації:

- поступова трансформація структурних одиниць і порового простору від ізотропної до анізотропної будови;
- гальмування процесів агрегації, що супроводжується нагромадженням брил, зменшенням вмісту агрономічно корисної структури, погіршенням її водостійкості й механічної міцності;
- ущільнення будови, стійке зростання рівноважної щільності й виникнення консолідованих агрегатів зі зменшеними розмірами усередині агрегатних пор;
- погіршення агрономічно важливих морфологічних ознак коренів, коренепроникності агрегатів, біопродуктивності рослин;
- посилення неоднорідності ґрунтового покриття, що проявляється у формуванні специфічних горизонтальних (з ущільненням на краях полів і в знижених елементах рельєфу) і вертикальних (з формуванням плужної підшви, що поступово заглиблюється) профілів;
- поява спадних і висхідних преференційних потоків води;
- виражені релаксаційні процеси, що супроводжуються пульсаційною зміною властивостей і режимів у період від обробки до формування квазірівноважного стану.

Список використаної літератури

1. Медведєв В.В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов / В.В. Медведев. – М. : ВО «Агропромиздат», 1988. – 160 с.
2. Медведєв В.В. Структура почвы (методы, генезис, классификация, эволюция, география, мониторинг, охрана) / В.В. Медведев. – Х. : Изд. «13 типография», 2008. – 406 с.
3. Медведєв В.В. Плотность сложения почв (генетический, экологический и агрономический аспекты) / В.В. Медведев, Т.Е. Лындина, Т.Н. Лактионова. – Х. : Изд. «13 типография», 2004. – 244 с.
4. Бігун О.М. Взаємодія ґрунту та його структурних компонентів з вологою як критерій фізичного стану чорнозему : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.03 / Бігун Оксана Миколаївна. – Х., 2013. – 156 с.
5. Domżał H. Wpływ korzeni lucerny (*Medicago varia* Martin) na strukturę gleby silnie zagęszczonej. Cz. I. Analiza morfologiczna / H. Domżał, A. Słowińska-Jurkiewicz, J. Pranagal // Fragmenta Agronomica. – 1997. – vol. 56, № 4. – P. 57 – 67.
6. Domżał H. Wpływ korzeni lucerny (*Medicago varia* Martin) na strukturę gleby silnie zagęszczonej. Cz. II. Analiza morfometryczna / H. Domżał, A. Słowińska-Jurkiewicz, J. Pranagal // Fragmenta Agronomica. – 1997. – vol. 56, № 4. – P. 68 – 76.
7. Słowińska-Jurkiewicz A. Wpływ zabiegów agrotechnicznych na strukturę gleby pylowej – ocena morfometryczna macroporow / A. Słowińska-Jurkiewicz, B. Kolodziej, M. Bryk // Annales UMCS. – 2004. – vol. 59, № 1, Sec. E. – P. 329-335.
8. Bryk M. Changes of pore orientation in soil lessive caused by tillage measure / M. Bryk, A. Słowińska-Jurkiewicz, B. Kolodziej // Annales UMCS. – 2005. – vol. 60, Sec. E. – P. 229 – 236.
9. Bryk M. Morphometrical structure evaluation on long-term manured Ukrainian chernozem / M. Bryk, A. Słowińska-Jurkiewicz, V.V. Medvedev // International Agrophysics. – 2012. – vol. 26. – P. 117 – 128.

10. *Медведев В.В.* Физическая деградация почв, ее диагностика, ареалы распространения и способы предотвращения / В.В. Медведев, А. Словинська-Юркевич, М. Брик // *Грунтознавство*. – 2012. – т. 13, № 1-2. – С. 5 – 22.
11. *Атлас текстур и структур осадочных горных пород*. Ч.1. Обломочные и глинистые породы / под ред. А.В. Хабакова. – М. : Гос. научн. - техн. изд-во литературы по геологии и охране недр, 1963. – 578 с.
12. *Дояренко А.Г.* Избранные сочинения / А.Г. Дояренко. – М. : Изд. с.-х. литературы, журналов и плакатов, 1963. – 495 с.
13. *Медведев В.В.* Твердость почвы / В.В. Медведев. – Х. : Изд. «13 типография», 2009. – 152 с.
14. *Godwin R. J.* Precision farming cereals. Practical guidelines and crop rotation / R. J. Godwin, R. Earl, C. Taylor et al. // *Project 267. Home-Grown Cereals Authority*. – London, 2002. – 43 p.
15. *Медведев В.В.* Неоднородность почв и точное земледелие. Часть 1. Введение в проблему / В.В. Медведев. – Х. : Изд. «13 типография», 2007. – 300 с.
16. *Медведев В.В.* Физическая деградация черноземов / В.В. Медведев. – Х. : Изд. «Городская типография», 2013. – 326 с.
17. *Horn R.* Prediction of the mechanical strength and ecological properties of subsoils for a sustainable landuse / R. Horn, H. Fleige // *Proceedings of the workshop «Experiences with the impact of subsoil compaction»*. – Uppsala. Sweden, 2000. – P. 109 – 121.
18. *Медведев В.В.* Влияние орошения на изменение физических и физико-механических свойств черноземных почв / В.В. Медведев, В.Г. Цибулько // *Мелиорация почв Русской равнины*. – М. : Наука, 1982. – С. 81 – 87.
19. *Булыгин С.Ю.* К методике определения степени эродированности почв на склонах / С.Ю. Булыгин, Н.М. Бреус, Т.А. Семиноженко // *Почвоведение*. – 1998. – № 6. – С. 714 – 718.
20. *Дегтярьов В.В.* Гумус чорноземів Лісостепу і Степу України / В.В. Дегтярьов. – Х. : Майдан, 2011. – 359 с.
21. *Русский чернозем – 100 лет после Докучаева* / под ред. В.А. Ковды, Е.М. Самойловой. – М. : Наука, 1983. – 302 с.
22. *Медведев В.В.* Вплив структури ґрунту на фільтраційну здатність / В.В. Медведев, Т.М. Лактіонова, Л.Г. Почепцова // *Вісник аграрної науки*. – 2003. – № 3. – С. 5 – 8.
23. *Медведев В.В.* Особенности формирования вертикальных водных потоков в черноземе типичном / В.В. Медведев, Т.Н. Лактионова, Л.Г. Почепцова та ін. // *Вісник ХНАУ*. – 2003. – №1. – С. 37 – 43.
24. *Основы агрофизики* / под ред. А.Ф. Иоффе и И.Б. Ревута. – М. : Физматгиз, 1959. – 904 с.
25. *Медведев В.В.* Нульовий обробіток ґрунту в європейських країнах / В.В. Медведев. – Х. : ТОВ «ЕДЕНА», 2010. – 202 с.
26. *Чесняк О.А.* Динамика питательных веществ и микробиологические процессы в мощном черноземе при длительном его сельскохозяйственном использовании / О.А. Чесняк, Г.Я. Чесняк, В.И. Захарова // *Труды Харьковского СХИ им. В.В.Докучаева*, 1966. – т. 49. – С. 17 – 24.

Стаття надійшла до редколегії 25.06.2013

CRITERIA OF SOILS PHYSICAL DEGRADATION

V.V. Medvedev¹, A. Słowińska-Jurkiewicz², M. Bryk², O.M. Bihun¹

¹**NSC «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky»**

²**Institute of Soil Science, Environment Engineering and Management, Lublin, Poland**

(vmedvedev@ukr.net)

Physical degradation mainly is consequence of long soil tillage during which anisotropic and less (compared with a virgin soil) agronomical useful structure and pore space are being formed, blocks and crust are being formed, heterogeneity of soil in horizontal and vertical directions is being amplified. The characteristic features of physical degradation are, besides domination of preferential descending and ascending streams of a moisture, braking of processes of aggregation, and also appreciable changes of soils modes during the plants vegetation through the relaxation processes in a plowing layer.

Key words: *physical degradation of soils, structure, bulk density, soil pore space*

УДК 631.445:631.47:631.471

ВИКОРИСТАННЯ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ АНАЛІЗУ НЕОДНОРІДНОСТІ ЛОКАЛЬНИХ СТРУКТУР ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ У СТЕПОВІЙ ЗОНІ

Т.Ю. Биндич

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

(tanyabyndych@mail.ru)

Опрацьовано методи аналізу результатів числової таксономії багатоспектрального космічного зображення для великомасштабного картографування ґрунтів та визначення елементарних структур ґрунтового покриття на прикладі полігону у Сухостеповій підзоні України. Застосування методу К-середніх під час класифікації космічного зображення та геоінформаційних методів аналізу даних польового обстеження ґрунтів полігону дозволило обґрунтувати визначення виділів у комплексі темно-каштанових та лучно-каштанових солонцюватих ґрунтів за латеральною неоднорідністю показників аніонного складу водного витягу з ґрунту.

Ключові слова: геоінформаційні технології, багатоспектральне космічне сканування, дешифрування, неоднорідність ґрунтового покриття, автокореляційна функція.

Вступ. Численними дослідженнями у генетичному ґрунтознавстві встановлено, що ґрунтовий покрив (ГП) будь-якої території має неоднорідну, мозаїчну будову, що обумовлено взаємодією всіх факторів ґрунтоутворення (кліматичних, геологічних і геоморфологічних, біогеографічних тощо), та формується за певними закономірностями планетарного масштабу, зонального та регіонального (провінційного) характеру. Необхідність детального вивчення локальних структур ГП підкреслювалась в роботах В.М.Фридланда [1], Ф.І. Козловського [2], та в узагальнювальних наукових працях І.П. Герасимова [3-4]. Однак, слід визнати, що спроби ґрунтознавців визначитись у складному сплетінні взаємодії факторів, які формують різноманітність саме місцевої строкатості або неоднорідності локальних структур ГП, на жаль, поки що не забезпечили закінчених результатів. Активний розвиток та використання під час ґрунтознавчих досліджень сучасних геоінформаційних технологій (ГТ), які передбачають спільне використання геоінформаційних систем (ГІС), даних дистанційного зондування (ДЗ), приладів системи глобального позиціонування під час польових досліджень, надають нового імпульсу в дослідженні локальних структур ГП та параметризації варіювання властивостей ґрунту в їхніх межах. Цей факт підтверджується появою значної кількості наукових праць закордонних фахівців, які використовують сучасні ГТ для вимірювання окремих показників ґрунту та аналізу закономірностей їх просторового розподілу для цілей агровиробництва та охорони навколишнього середовища [5-7].

Співробітники лабораторії ДЗ ґрунтового покриття ННЦ „ІГА імені О.Н.Соколовського” НААН також займаються розробкою питань використання сучасних ГТ для електронного картографування ГП, кількісної оцінки його неоднорідності та моніторингу ґрунтів. Результатом діяльності лабораторії є розробка алгоритмів оцінки складності структури ГП та латеральної неоднорідності ґрунтів на основі використання даних багатоспектрального космічного сканування (БСКС) [8]. Розроблені алгоритми базуються на тісному

зв'язку даних різних діапазонів сканування з оптичними властивостями ґрунтової поверхні, що визначаються генезисом ґрунтів (гумус, гранулометричний склад і т.д.). Аналіз наукових публікацій щодо багатоплановості проблеми визначення неоднорідності ґрунтів та врахування специфічності даних цифрового зображення, як носія інформації про ГП, дозволили визначити два основні напрями використання даних БСКС для встановлення та оцінювання латеральної неоднорідності ґрунтів. Перший напрям – визначення та кількісне оцінювання планової неоднорідності (або складності) ГП, тобто, просторово-структурного, абстрактного відображення розміщення ґрунтово-територіальних об'єктів з передачею їх взаємного розташування у просторі та просторової структури з заданим ступенем геометричної та топологічної подібності. Другий напрям - діагностування та кількісне оцінювання неоднорідності ГП за окремими властивостями ґрунту, зокрема, в межах, визначених під час дешифрування даних ДЗ виділів або класів ґрунтів за статистичними, геостатистичними та математичними методами.

Аналіз інформативності даних БСКС, проведений шляхом розгляду взаємозв'язків оптичних характеристик космічного зображення поверхневого шару ґрунту з параметрами його основних фізико-хімічних показників, дозволив встановити, що найбільш інформативними для безпосереднього діагностування та параметризації латеральної неоднорідності ґрунтів виявились дані БСКС для Полісся, а також для тих територій поширення темноколірних типів ґрунтів (чорноземні та темно-каштанові ґрунти Лісостепу та Степу), які зазнали дії деградаційних процесів (ерозія, засолення і т.п.) [9]. Космічні зображення ґрунтів у цих випадках відрізняються значною контрастністю, що дозволяє не тільки виділити ґрунтово-територіальні одиниці найнижчих рівнів, але й виміряти параметри показників варіювання окремих властивостей ґрунтів у їхніх межах. Експериментальну перевірку можливостей використання даних БСКС для великомасштабного картографування та оцінювання латеральної неоднорідності орних ґрунтів гумусово-акумулятивного типу ґрунтоутворення раніше проведено на полігоні в Лівобережному Лісостепу [10]. Ми встановили, що навіть в умовах низької контрастності та незначних параметрів оптичної яскравості відкритої поверхні чорноземів опідзолених та типових у всіх діапазонах сканування, дешифрування даних БСКС дозволяє виділити елементи локальної структури ГП, які є відмінними на родовому та видовому таксономічних рівнях.

Таким чином, одним з найактуальніших завдань є вдосконалення методичних підходів до використання сучасних ГТ для адекватного відображення ГП та визначення параметрів його неоднорідності, особливо у тих випадках, коли ГП складається з ґрунтів, які характеризуються незначними параметрами оптичної яскравості та є слабо контрастними на космічних знімках.

Об'єкти, матеріали та методи досліджень. Для виконання завдань опрацьовано співставлення результатів дискретизації космічного зображення ґрунтового покриття дослідного полігону з результатами геоінформаційної обробки даних про ГП, які отримано за традиційними методами польового дослідження.

Територіальним об'єктом досліджень обрано поле-полігон «Крим-Кам'янка», розташоване в Ленінському районі АР Крим, біля села Кам'янка, загальною площею 194 га. Згідно з відомою схемою ґрунтово-географічного районування полігон розташовується в Центральній Лісостеповій та Степовій

області, в Степовій зоні звичайних та південних чорноземів, на території Присивашської підпровінції Української степової провінції чорноземів звичайних глибоких та чорноземів південних середньоглибоких, яка витягнута вузькою смугою вздовж узбережжя Азовського та Чорного морів [11]. Ґрунтотворними породами в межах цієї підпровінції є четвертинні лесоподібні суглинисті, глинисті та молоді лиманно-морські відклади. Ця територія відрізняється в межах провінції найбільшим проявом посушливості клімату. У зв'язку з цим, основний фон ґрунтового покриву цієї підпровінції складають не чорноземи південні, а саме темно-каштанові ґрунти, частково осолонцьовані в зниженій частини території. Нагадаємо, що для каштанових ґрунтів цієї підпровінції є характерним невеликий вміст гумусу (3,0 %) та високий рівень сільськогосподарської освоєності [11]. Вибір цього об'єкту визначився не тільки своєрідністю ландшафтів та тектоорографічних особливостей, які в деякій мірі знівелювали відомі для Степу зональні ландшафтні форми, але й складністю космічного зображення.

Великомасштабне картографування ґрунтів полігону проводили на основі знімку космічного апарату Landsat, сканери якого проводять зйомку в оптичному та ближньому інфрачервоному діапазонах з роздільною здатністю 28 м [12]. Використано космічний знімок полігону, який відзнято за оптимального стану ґрунтової поверхні, тобто в умовах незначного розвитку сільськогосподарської рослинності та у період, коли поверхня ґрунту перебувала у повітряно-сухому стані.

Для вирішення поставлених завдань використовували статистичні методи і методи геоінформаційної обробки даних. Так, для географічної прив'язки, обліку яскравостей елементів зображення у різних діапазонах спектру, основної обробки, перетворень, загального аналізу та числової таксономії космічного зображення, а також для створення цифрової моделі рельєфу (ЦМР) полігону використовували ГІС TNT. В результаті тематичного дешифрування цифрових зображень полігону у трьох, найбільш інформативних, діапазонах спектру (K2 – 0,52-0,61 мкм, K3 – 0,63-0,69 мкм, K4 – 0,75-0,90 мкм), обрано найбільш просту картографічну модель (3 класи). Її порівнювали з даними польового обстеження полігону, яке проводили у відповідності до чинної методики великомасштабного картографування, а саме, з морфологічним описом ґрунтових розрізів та прикопок [13], а також аналітичним дослідженням проб ґрунту, місця відбирання яких зафіксовано з використанням приладів GPS. Загалом, на полігоні було закладено 8 ґрунтових розрізів та відібрано 82 проби з поверхневого шару ґрунту (0-10 см) за систематичною непрямокутною мережею [14]. У всіх пробах ґрунту визначали загальний вміст гумусу за методом І.В.Тюріна, рН та склад водного витягу, рН сольовий, склад увібраних основ, гранулометричний склад за Н.А. Качинським [15]. Результати аналітичного дослідження проб ґрунту уведено у базу даних та оброблено в пакеті програм Statistica.

Картосхему розміщення точок відбирання проб та виділів ґрунту, яку створено за даними БСКС, представлено на рисунку 1, виконаному на топографічній основі масштабу 1:10 000.

Результати та їх обговорення. Для тематичного дешифрування космічного зображення полігону проведено загальний статистичний аналіз його цифрової інформації з використанням відомих алгоритмів [16]. Нагадаємо, що метою цього етапу обробки зображення є точне, кількісне обґрунтування критеріїв та принципів для його дискретизації, що допускати змислову

інтерпретацію. Тому під час досліджень визначено основні загально-статистичні показники космічного зображення: мінімальне та максимальне значення яскравості, розмах варіювання, коефіцієнт контрастності, середню арифметичну "зважену", середнє квадратичне відхилення, коефіцієнт варіювання, а також середнє значення інтенсивності та гістограму відносних частот інтенсивності для кожного спектрального діапазону. На їх основі розглянуто декілька підходів до дискретизації зображення полігону (процесу розділення зображення на зв'язні підмножини, які характеризуються порівняно однорідними значеннями параметрів зображення згідно з обраними критеріями) та зроблено висновок, що оптимально достатня деталізація зображення досягається на рівні трьох класів. Ґрунтово-картографічну модель полігону створювали за методом К-середніх кластерного аналізу за допомогою ГІС TNT.

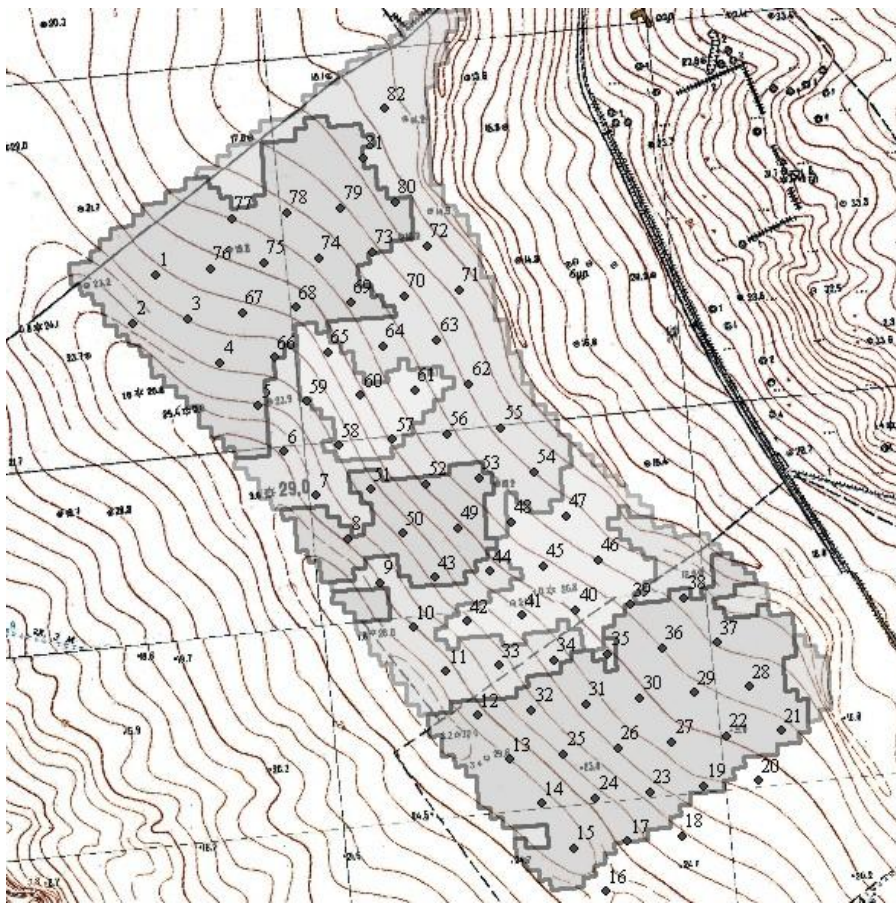


Рис. 1. Розміщення ґрунтових виділів та точок відбирання проб ґрунту на полігоні «Крим-Кам'янка» (топографічна основа масштабу 1:10 000)

Із застосуванням цієї картографічної моделі, здійснено польове обстеження полігону, що забезпечило процес діагностики та параметризації неоднорідності ГП кількісною інформацією про властивості ґрунтів.

Наступним етапом діагностування та опису латеральної неоднорідності ґрунтів є побудова карт розподілу окремих ґрунтових показників, які отримано на основі результатів геостатистичного моделювання даних аналітичних досліджень проб ґрунту, які відібрано за систематичною мережею відбирання проб. Створені карти розглянуто як одновимірні метризовані дані, які формалізовано у вигляді змінної з безперервною областю існування, тобто, у вигляді поля. Нагадаємо, що найефективнішим способом для визначення

неоднорідності скалярних полів є побудова поверхні статистичного розподілу [17]. Дослідження структури такого поля дозволяє встановити характер мінливості ознаки (однієї з властивостей ґрунту) залежно від відстані між точками спостережень (вимірювань) та від просторової орієнтації (від азимуту спостережень). Раніше ми опрацювали окремі підходи до поліелементного дослідження структури поля окремих властивостей ґрунту та здійснили кількісне оцінювання його анізотропності [18]. Але слід визнати, що найскладнішим до теперішнього часу залишається моделювання структури поля, яке фіксує одночасно залежність його неоднорідності в різних просторових напрямках. Саме для вирішення цього завдання, під час досліджень створено та проаналізовано моделі просторового розподілу властивостей ґрунту на основі даних польового обстеження полігону за методами інтерполяції, а саме, універсального кригінгу (УК) та емпіричного байесового кригінгу (ЕБК), які добре реалізовано у більшості відомих ГС [19]. Під час створення геостатистичних моделей для кожного з показників ґрунту проведено такі процедури:

1. Одновимірний статистичний аналіз даних точкового відбирання проб ґрунту (розподіл, тренди, спрямовані компоненти, сумарні статистики, значення, які випадають).

2. Розрахунок значень та аналіз емпіричної варіограми або коваріації.

3. Підбір моделі до емпіричних значень.

4. Створення матриць рівнянь кригінгу.

5. Аналіз результатів інтерполювання та похибок, які пов'язано з проінтерпольованим значенням для кожної точки отриманої поверхні (перевірка та перехресна перевірка, статистики помилок інтерполювання).

За експертною оцінкою результатів інтерполювання, для досліджень обрано моделі просторового розподілу властивостей, які створено за УК, в основному, через можливість аналізу варіограми або коваріації, а також проведення певних перетворень даних та врахування похибок інтерполювання, які моделюються як автокорельовані. В результаті, для більшості властивостей ґрунту створена модель просторового розподілу за УК характеризувалася більшим розмахом варіювання параметрів, що виявилось корисним саме для дослідницького пошуку більш ускладненої моделі диференціації території.

Особливої уваги під час досліджень надано аналізуванню просторового розподілу окремих аніонів, що входять до складу водного витягу та різноманітних їхніх співвідношень, оскільки ці показники найчастіше використовують для визначення виду ґрунту й типу засолення [20]. Для встановлення не випадкового характеру варіювання цих показників ґрунту проаналізовано їхні автокореляційні функції, які представлено за окремим трансектом АВ, що пролягає через всі класи ґрунтів, які визначено за даними БСКС (рис. 2). Співставлення профілів розподілу оптичних характеристик виділів ґрунту з профілем показників аніонного складу водного витягу дозволяє констатувати, що запропонована картографічна модель ГП полігону (рис. 2 д), в цілому, відображає закономірне варіювання не тільки оптичних характеристик ґрунтової поверхні (рис. 2 а - 2 г), але й аналітично визначеного складу водного витягу ґрунту (рис. 2 ж - 2 к). Так, автокореляційні функції оптичної яскравості поверхні ґрунту в діапазонах 0,52-0,61 нм (рис. 2 б) та 0,75-0,90 нм (рис. 2 г) мають вигляд наближений до синусоїдальної хвилі з довжиною приблизно 100 лагів (що складає 725 м на місцевості) та відображають закономірну відмінність найбільшого за площею темно-сірого виділу ґрунту (на рис. 2д) від ясно-сірого та

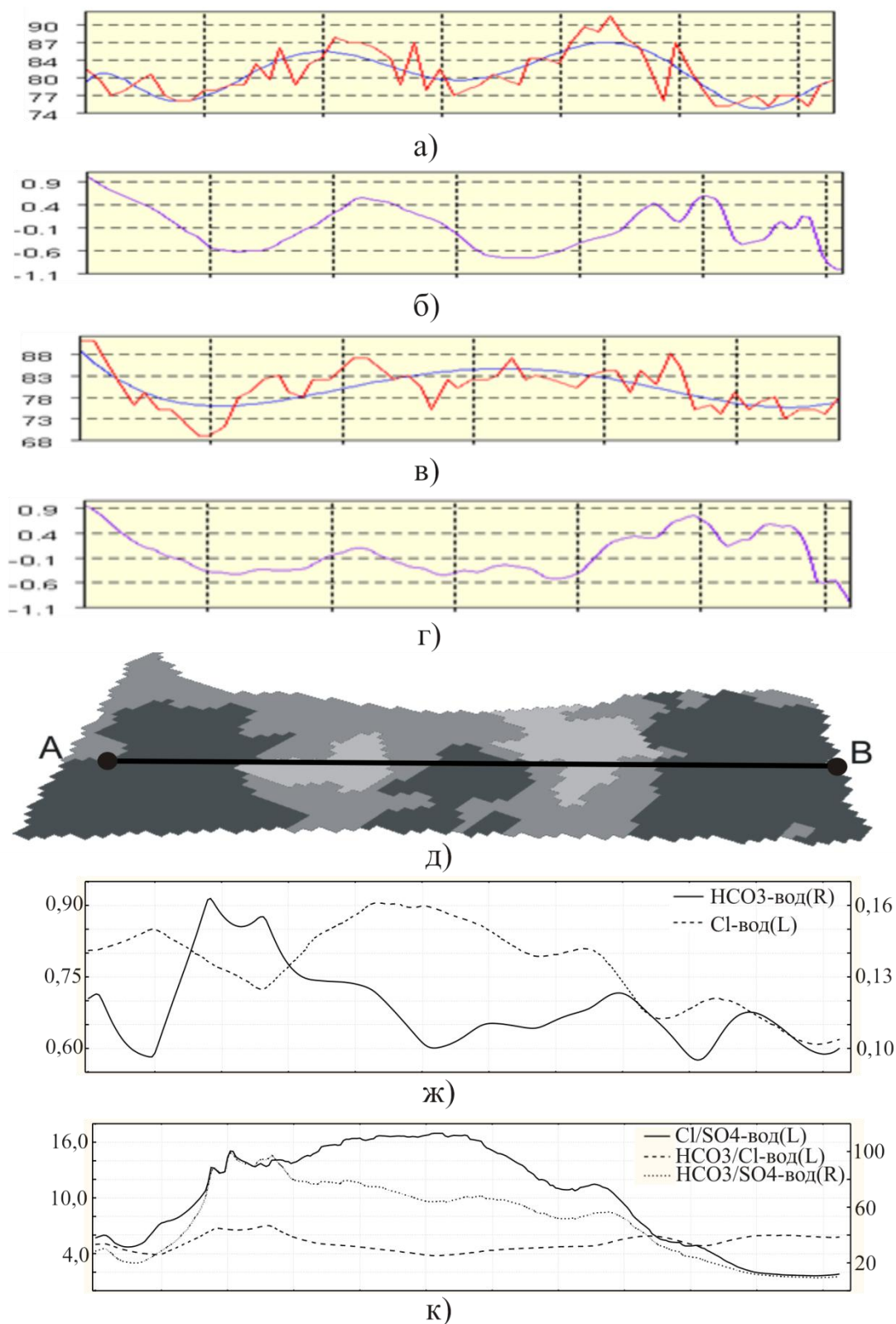


Рис. 2. Співставлення профілів розподілу оптичних характеристик ґрунтових виділів та показників складу водного витягу з ґрунту за трансектом АВ

сірого виділів. Цікаво відзначити, що збільшення оптичної яскравості у діапазоні 0,75-0,90 нм відповідає найдовшій ділянці найвищих значень вмісту аніону Cl^- та найнижчих значень вмісту SO_4^{2-} , що знайшло відображення на профілі співвідношення цих аніонів, що однозначно слід пов'язувати зі збільшенням ступеня хлоридного типу засолення для сірого та ясно-сірого виділів порівняно з темно-сірим. Границя між темно-сірим та сірим виділами ґрунту співпадає з ділянкою різкого зниження значень співвідношення аніонів Cl^- та SO_4^{2-} , а профіль демонструє порівнянну однорідність темно-сірого виділу за цим показником. Профіль співвідношення аніонів HCO_3^{2-} та SO_4^{2-} не можна вважати показовим для диференціації дослідного полігону за ступенем прояву гідрокарбонатного типу засолення, оскільки профіль розподілу співвідношення цих аніонів не мав достатньо відмінних та характерних ділянок. Але достатньо цікавою представляється ділянка профілів, яка відповідає граничній області між темно-сірим та ясно-сірим виділами, яка характеризується підвищенням до максимальних значень вмісту аніону HCO_3^{2-} у складі водного витягу, а також різким зменшенням вмісту Cl^- , що відповідає найнижчим значенням показників оптичної яскравості для обох представлених діапазонів спектру.

Розгляд автокореляційних функцій вмісту аніонів HCO_3^{2-} (рис.3 а) та SO_4^{2-} (рис.3 б) у складі водного витягу виявляє закономірне варіювання цих показників (відповідно на 50 та 63 лагах) та фактично констатує зміну ґрунто-територіальних одиниць ГП за цими ознаками. Використання автокореляційної функції таких відносних показників, як співвідношення аніонів HCO_3^{2-} та SO_4^{2-} (рис.4 а), також HCO_3^{2-} та Cl^- (рис.4 б), дозволяє зробити висновок про гомогенність ясно-сірого та сірого виділів за співвідношенням HCO_3^{2-} та SO_4^{2-} та їхню гетерогенність за співвідношенням HCO_3^{2-} та Cl^- . Проведене співставлення дозволяє зробити висновок про більшу ефективність використання автокореляційних функцій для визначення латеральної неоднорідності елементів структури ГП порівняно з використанням для цих цілей таких графічних методів представлення інформації як профілі розподілу ознак ґрунту. На основі співставлення результатів дешифрування БСКС, геостатистичного моделювання даних систематичного відбирання проб ґрунту та матеріалів польового опису розрізів встановлено, що темно-сірий виділ на картосхемі відповідає просторовому розподілу темно-каштанового середньо-солонцюватого легкоглинистого ґрунту, в якому визначено такі генетичні горизонти: Н(е), Нр(і), Phi(k), Рк. В зниженій частині полігону розподілено лучно-каштановий середньосолонцюватий ґрунт, який характеризується таким набором горизонтів у профілі: Не, Нр(і), Phk(і), Рк(gls) та визначено на картосхемі як виділ сірого кольору. Ясно-сірий виділ представляє темно-каштановий золистий ґрунт більш легкого гранулометричного складу ніж темно-сірий виділ, в якому золисті відклади залягають з глибини 55–60 см (аналітичні дослідження проб ґрунтів з генетичних горизонтів окремих розрізів тривають).

Висновки. В цілому ж, дослідження підтвердили можливість використання даних космічної зйомки високого просторового розрізнення для виявлення елементів локальних структур ґрунтового покриву в умовах Степової зони України, для якої характерно поширення ґрунтів, які мають низьку оптичну яскравість у більшості діапазонів світла.

Розроблено загальні принципи та алгоритм поєднання технологій дешифрування даних БСКС, польового обстеження ГП, геостатистичної обробки та моделювання даних про властивості ґрунту, які отримано за результатами

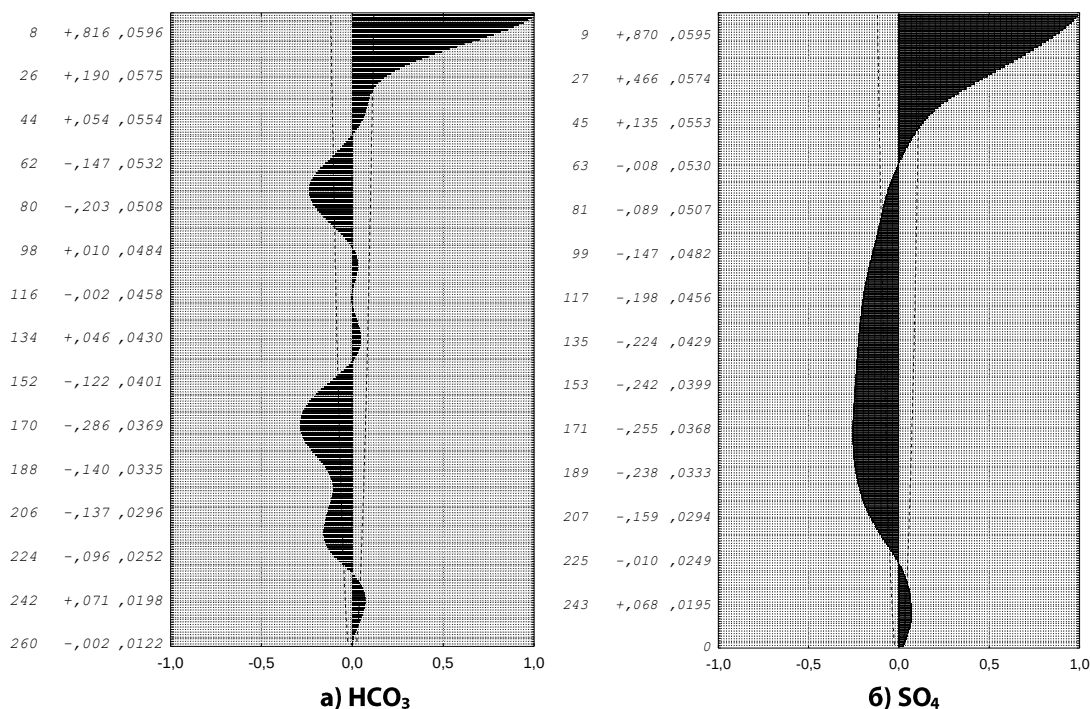


Рис. 3. Співставлення автокореляційних функцій розподілу аніонів HCO₃ та SO₄ у складі водного витягу за трансектом АВ

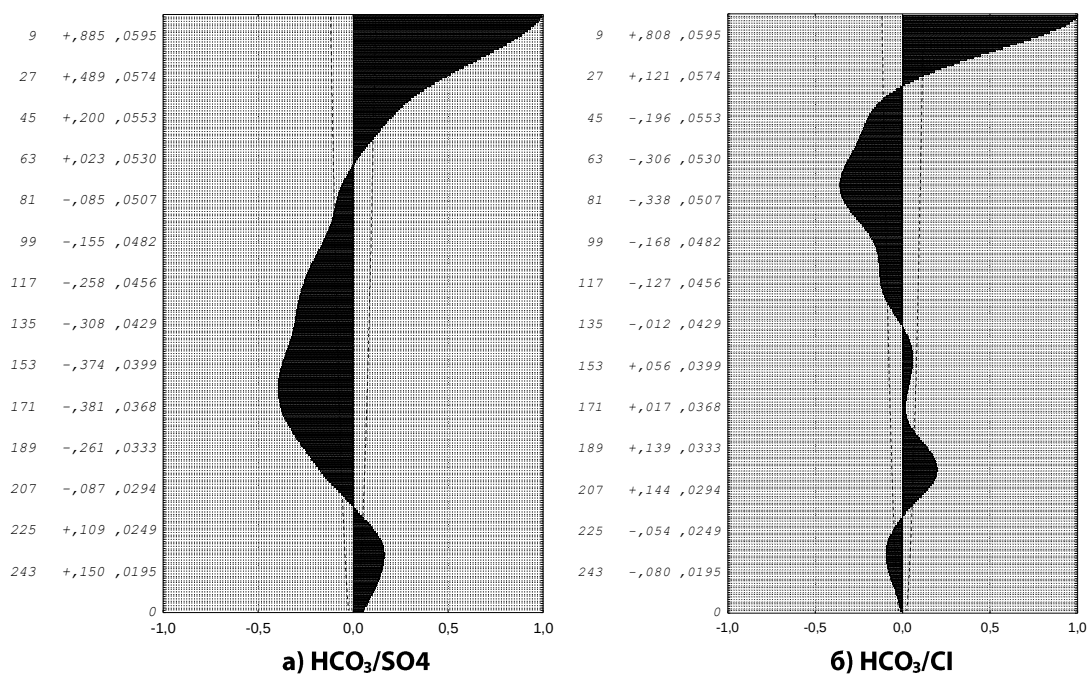


Рис. 4. Співставлення автокореляційних функцій просторового розподілу співвідношення аніонів у складі водного витягу за трансектом АВ

систематичного відбирання проб, для встановлення закономірностей просторового варіювання властивостей ґрунту.

Детальний розгляд автокореляційних функцій варіювання параметрів аніонного складу водного витягу з ґрунту та їх співставлення з автокореляційними функціями оптичної яскравості ґрунту у декількох діапазонах сканування дозволяє зробити висновок, що тип та ступінь засолення, в цілому, позначаються на формуванні оптичних властивостей поверхневого

шару ґрунтів, але цей вплив опосередковано дією багатьох ґрунтових процесів, які також залежать від сольового режиму ґрунту. Дослідження природи таких взаємозв'язків планується продовжити за методами аналізу багатовимірних даних на основі результатів аналітичних досліджень з бази даних цього полігону.

Співставлення автокореляційних функцій показників аніонного складу ґрунту та оптичних властивостей поверхні ґрунту виявилось ефективним методичним прийомом для обґрунтування коректності створеної ґрунтово-картографічної моделі території в умовах Степової зони України. В цілому ж, здобутий досвід дозволяє пропонувати побудову автокореляційних функцій показників ґрунту як один з методів диференціації зображень ГП будь якої території для впровадження в практику ґрунтознавчих досліджень.

Список використаної літератури

1. Фридланд, В.М. Элементарные почвенные ареалы как исходные единицы почвенно-географической таксономии и некоторые их производные [Текст] // Закономерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения. – М.: Наука, 1970. – С.5-14.
2. Козловский, Ф.И. Почвенный индивидуум и элементарный анализ структуры почвенного покрова [Текст] / Ф.И. Козловский, Н.П. Сорокина // Почвенные комбинации и их генезис. – М.: Наука, 1972. – С.50-57.
3. Герасимов, И.П. Учение В.В. Докучаева и современность. [Текст] – М.: Мысль, 1986. – 124 с.
4. Герасимов, И.П. Генетические, географические и исторические проблемы современного почвоведения. [Текст] – М.: Наука, 1976. – 300 с.
5. Lakhankar, T. Effect of Land Cover Heterogeneity on Soil Moisture Retrieval Using Active Microwave Remote Sensing Data. /Lakhankar, T.; Ghedira, H.; Temimi, M.; Azar, A.E.; Khanbilvardi, R. // *Remote Sensing*. – 2009. - №1. – P. 80 - 91.
6. Uuemaa, E. Spatial correlograms of soil cover as an indicator of landscape heterogeneity / Uuemaa, E., Roosaare, J., Kanal, A.; Mander, Ü. // *Ecological Indicators*. – Vol. 8, Is.6. - November 2008. – P. 783–794.
7. Gilliam, F.S. Spatial heterogeneity of soil nutrients and plant species in herb-dominated communities of contrasting land use / Gilliam, F.S., Dick D.A. // *Plant Ecology*. – 2010. – Vol. 209. – P.83-94.
8. Методика кількісної оцінки структури ґрунтового покриву за даними багатоспектральної космічної зйомки [Текст] / Т.Ю. Биндич, С.Р. Трускавецький, Т.П. Тененьова, О.А. Чичоткіна - Харків, ННЦ ІГА 2010. – 49 с.
9. Биндич, Т.Ю. Аналіз інформативності даних багатоспектрального сканування для ґрунтознавчих досліджень [Текст] // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного ун-ту. – 2007. – Вип. 15. – Т.1. – С.114-118.
10. Биндич, Т.Ю. Досвід аналізу результатів числової таксономії даних космічної зйомки для великомасштабного картографування ґрунтів [Текст] // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2011.- Вип. 76 – С.80-89.
11. Почвенно-географическое районирование СССР (в связи с сельскохозяйственным использованием земель) [Текст] / Под ред. Е.Н. Ивановой, П.А. Летунова, В.М. Фридланда, Д.И. Шашко, С.А. Шувалова. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 422 с. – с.213.
12. Кохан, С.С. Дистанційне зондування Землі: теоретичні основи. [Текст] / С.С. Кохан, А.Б. Востоков – К.: Вища школа, 2009.- 511 с.
13. Почвенная съемка. Руководство по полевым исследованиям и картированию почв. [Текст] – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 200с.
14. ДСТУ ISO 10381-1:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 1. Настанови щодо складання програм відбирання проб. [Текст] – К.: ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2004. - 47 с
15. Методи аналізів ґрунтів і рослин: методичний посібник [Текст] / За заг. ред. С.Ю. Булигіна, С.А. Балюка, А.Д. Міхновської, Р.А. Розумної. – Книга 1.- Харків, 1999.— 156с.
16. Усиков, Д.А. Гистограмма как основа статистической классификации изображений [Текст] / Д.А. Усиков, Т.В. Пятибрат // Исследование Земли из космоса. – 1980. – №1. – С.99-103.
17. Червяков, В.А. Концепция поля в современной картографии. [Текст] – Новосибирск: Наука, 1978. – 149 с.

18. Биндич, Т.Ю. Використання даних космічної зйомки для вивчення структури ґрунтового покриву та кількісної оцінки його неоднорідності [Текст] // Агрохімія і ґрунтознавство. - 2009. - Вип. 72. - С. 47-51.

19. Журкин И. Г. Геоинформационные системы. [Текст] / И. Г. Журкин, С. В. Шайтура - Москва: КУДИЦ-ПРЕСС, 2009. - 272 с.

20. ВНД 33-5.5-11-02 Інструкція з проведення ґрунтово-сольової зйомки на зрошуваних землях України: Видання офіційне – Державний комітет по водному господарству. – Київ, 2002. – 40 с.

Стаття надійшла до редколегії 28.05.2013

USING OF GIS -TECHNOLOGIES FOR ANALYSIS OF HETEROGENEITY OF SOIL COVER LOCAL STRUCTURES IN STEPPE ZONE

T.Yu. Byndych

NSC «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky»

(tanyabyndych@mail.ru)

Modern GIS technologies have been used to study the variation of soil properties within the local soil structures on the test site in Dry Steppe subzone of Ukraine. Soil mapping polygon model has been created during the thematic interpretation of Landsat digital images by using K-means method of cluster analysis. The comparison of the interpretation results with field survey data of the soil cover polygon has been conducted by geostatistical methods. In particular, the geostatistical modeling of data acquired from analytical studies has been carried out with methods of interpolation, namely, with universal and empirical Bayesian kriging. Soil samples used for analyses were received from systematic sampling network. To determine the nonrandom nature of soil properties variation, the autocorrelation functions of different anions contained in water extract and their various relations have been analyzed. It has been determined that created cartographic model reflects not just the regular variation of optical characteristics of soil cover, but also the variation in anions, which determine soil salinity types. Thus, it has been proved the efficiency of using satellite imagery data to determine soil aerals in the complex of dark chestnut and meadow-chestnut saline soils by heterogeneity indices of anionic compound of soil water extract.

Key words: GIS-technology, multispectral satellite scanning, satellite imagery interpretation, soil heterogeneity, autocorrelation function.

УДК 167.7

ЭПИСТЕМОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

В.В. Низовцев, Е.В. Шеин

МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения

Москва 119991 Ленинские Горы

(phys@soil.msu.ru)

Методологические трудности генетического почвоведения получили разрешение в новой – субстантивно-генетической – классификации почв. Сделанная в классификации уступка стратиграфическому подходу обусловлена нерешённостью вопроса с определением предмета нашей науки, которое должно вытекать из биосферной функции почвы. С другой стороны, как показывает опыт исторической геологии, для стратиграфии характерны неразрешимые трудности с расчленением разреза на слои и определением возраста горизонтов и стратотипа в целом. В почвоведении это находит своё выражение в противоречивости данных по времени почвообразования. В свете сказанного, методологические основания современного почвоведения нуждаются в обсуждении.

Нижче в дискусійному порядку пропонується альтернативні підходи в питаннях визначення предмета ґрунтознавства, часу ґрунтоутворення і віку ґрунту.

Ключові слова: предмет ґрунтознавства, час ґрунтоутворення, вік ґрунту

Введення. В новій класифікації ґрунтів на перший план виступають структурні ознаки ґрунту, однак, як і передшествуючі класифікації, її важко назвати типологічною. Сказується неможливість визначення ґрунту як незалежного в онтологічному відношенні природного тіла, володіючого визначеними таксономічними ознаками. І.А. Соколов [1] обґрунтовано підкреслював, що ґрунт є природним тілом, «фізичні і понятійні межі якого мають дуже розмитий характер». Не випадково *ґрунту* без всяких відмінностей зазвичай називають *землею*. Таким чином, зберігає гостроту проблема визначення предмета ґрунтознавства, з якою тісно пов'язані питання про онтогенез ґрунту, його вік і класифікацію. Від характеру рішення подібних, на перший погляд невинних, питань іноді залежить доля окремої науки.

1. Онтологія ґрунту. Визначення предмета ґрунтознавства повинно відображати той факт, що ґрунт є результатом організації зовнішнього середовища рослинними формаціями суші. Феномен ґрунту слугує ілюстрацією важливої закономірності морфогенетичних процесів, саме: нова форма – в нашому випадку рослинність – упорядковує зовнішні фактори, що складають основу її початкової організації. Вперше даний принцип був сформульований для живої клітини [2], однак він виявляється на всіх рівнях організації матерії.

Сучасні ботаніко-географічні зони сформувалися в девоні при меридіональному розселенні групи покритосемних рослин з екваторіальної фітохорії [3]. При цьому ґрунтовий покрив став формою організації зовнішнього середовища царством рослин. Завдяки буферним властивостям, ґрунти послаблюють просторові і сезонні контрасти умов існування рослин, забезпечуючи доступність компонентів харчування і води, протидіючи елювіальному процесу і згладжуючи термічні контрасти. Але перш за все ґрунт – це, звичайно, накопичувач елементів харчування в мінеральному субстраті. Так, формуючи підстилку, деревні рослини протиставляють елювіальним умовам близьке до автономного зольного і азотного харчування речовинами з власного опаду. Відповідно чорноземно-степний тип ґрунтоутворення став формою організації водно-мінерального харчування степними рослинами шляхом накопичення в мінеральній товщі відмираючої і перетвореної біомаси.

Будучи функціональною структурою рослинності, ґрунт онтологічно з нею пов'язаний, і це накладає визначені обмеження на варіанти розв'язання вказаних вище епістемологічних проблем ґрунтознавства. Враховуючи морфогенетичний аспект ґрунтогенезу, І.Б. Арчегова [4] пропонує визначати ґрунт як «біогенно-гумусово-накопичувальне утворення, нижня межа якого визначається по точці перелому гумінових речовин, мінеральних елементів харчування, скоплення основної маси харчуючих коріння рослин, біологічної активності». Прийнятність подібного спрощеного визначення залежить від варіанта відповіді на питання про те, чи є ґрунт природним тілом з характерним для нього онтогенезом.

С одной стороны, само наличие и известную устойчивость типичных почв можно истолковать в пользу того, что почва – это именно воспроизводящееся природное тело, и мы как будто бы вправе говорить о его независимом онтогенезе, о *самости* почвы. Но с другой, как отмечено в работе [4], «почва представляет собой природное образование с невыраженной индивидуальностью. Попытки установить почвенный индивид не принесли успеха». Любая траншея подтверждает справедливость данных слов, поэтому вопрос о том, что же классифицирует классификация почв, поставленный в своё время Е.А. Дмитриевым, не является риторическим [5]. Почвы удаётся классифицировать, но невозможно указать универсальные, обязательные количественные признаки того или иного таксона, например, латеральные размеры или пропорции в мощностях характерных горизонтов, так сказать, – индексы экстерьера. Для разрешения данного противоречия необходимо ещё раз обсудить онтологический статус почвы.

В функциональном отношении объекты живой и неживой природы можно разделить на два рода: вещи и предметы. Вещь самостоятельна, бытийственна, она безразлична к функции, тогда как предмет функционален. Всё живое – это, безусловно, вещи, возникшие как *субъекты* бытия, независимо от чьей-либо потребности и существующие испокон веков. В отличие от этого, почва – предмет, выполняющий совершенно определённую биосферную функцию. Будучи *продуктом* и субстратом растительности, почва онтологически с ней связана, и поэтому *не является* самостоятельным природным телом. Как отмечал А.А. Роде [6], даже зрелая почва после удаления естественной растительности переходит на новую траекторию эволюции. Быстрая деградация чернозёмов при орошении и химизации служит выразительной иллюстрацией данной закономерности.

В свете изложенного, имеются достаточные методологические основания для того, чтобы, как предлагает Годельман [7], называть *землями* почвы, лишённые естественной растительности (нарушенные, освоенные и т.п.). В таком случае наука сельскохозяйственного *землеведения*, займёт место *рядом* с почвоведением. Предметом же последнего останутся системы: почва – естественная растительность, где вторая составляющая играет определяющую роль, и, следовательно, почвоведение должно проходить по ведомству геоботаники с определёнными организационными выводами. Подтверждение данных соображений можно найти в истории нашей молодой науки.

2. О парадигмальной динамике в почвоведении. Современное почвоведение явилось результатом неявной борьбы двух методологических традиций. Первая из них – агрогеологическая – восходит к Ф. Фаллу и В.В. Докучаеву. В ней всякая почва – это лишь стадия развития почвенной свиты, по П.С. Косовичу и В.В. Геммерлингу. Трактовка почвообразования как экзогенного изменения геологической породы – естественная при вычленении почвоведения из геологии – определила почву в основном как геологическое тело – эволюционирующую породу. Традиция господствовала весь XX век и дала историко-генетические принципы классификации, сформулированные Б.Б. Полыновым и В.А. Ковдой. В ней почвой называют и земли, по Годельману, со всеми вытекающими отсюда трудностями их классификации.

Вторая традиция – ботаническая – идёт от Ф. Зенфта, который ещё в 1888 году, после 60-летних систематических наблюдений над новообразованной почвой, установил, что сукцессия изменяет почву, и далее к А.Н. Сабанину и

В.Р.Вильямсу с их растительными формациями, определяющими почвенный тип. В данной традиции получает объяснение отмеченное выше противоречие: при всей неопределённости структурных признаков и границ почвенного тела в почвенном покрове удаётся выделить типичные почвы. Собственно говоря, эта возможность и послужила основанием для формирования представлений о почве как самостоятельном природном теле со своим возрастом и однозначной историей, допускающей реконструкцию. Между тем, типичные почвы доказывают обратное. Кажущаяся видовая устойчивость и самостоятельность типичных почв обусловлена тем, что естественная растительность, как ведущий фактор почвообразования, демонстрирует пластичность и способна противостоять вариациям физико-географических условий в пределах климатической зоны. Остальные же факторы почвообразования сказываются на почвенном процессе опосредованно, что отмечал Л.О. Карпачевский [8].

Изменения растительных формаций, непрерывное омоложение поверхности и вариации гидрорежима приводят к полигенетическому почвенному покрову, начала которого теряются в плейстоцене. И.А.Соколов подчёркивал: «В настоящее время тезис о том, что почвенный покров суши образован, в основном, полигенетическими почвами, можно считать доказанным» [9]. При этом существенно, что «процессы стирания и непротиворечивого наложения признаков преимущественно приводят к формированию профилей, в которых реликтовые признаки не диагностируются» [10]. Почва – это скорее динамическая система [11], чем устойчивое природное образование, что несовместимо с типологическим генетическим подходом и делает актуальной альтернативу Арчеговой-Годельмана. В этих условиях приходится иначе, чем принято, подойти к вопросам о хронологической реконструкции и возрасте почвы или земли.

3. О возможностях реконструкции прошлого. При всей наивной ясности задачи восстановления прошлого её решение должно вызывать сомнения, так как всякое природное событие или процесс есть результат осуществления одной из альтернатив, и одни и те же условия не означают одинаковых последствий. Развитие природной системы или появление в ней нового (например, нового почвенного горизонта) является результатом сложных процессов с бифуркацией и пересечением траекторий эволюции. Второе означает, что один и тот же признак может явиться результатом различных процессов, – с этим связана ограниченность сравнительно-географического метода при реконструкциях, отмеченная Роде [12]. Интересные примеры пересечения траекторий эволюции можно видеть за дискуссиями о природе второго гумусового горизонта, древних пёстроцветных кор выветривания или текстурно-дифференцированных профилей подзолистых и серых лесных почв [9]. В зависимости от убеждений специалисты предлагают неопровержимые доказательства либо педогенной, либо литогенной природы указанных особенностей почвенного профиля.

Для почвогенеза, как и для других природных процессов, характерна *стохастичность*, обнаруживаемая в необратимости процесса. Последняя обусловлена не ростом фиктивной энтропии, но тем, что система «забывает» свой путь эволюции. Драматизм положения с реабилитацией упомянутых выше чернозёмов заключается в том, что в силу необратимости природных процессов восстановление исходной почвенной структуры невозможно; при любых

мелиоративных решениях на месте деградированных чернозёмов будут формироваться иные почвы.

Плейстоцен и голоцен – это периоды неравновесных процессов, где решающая роль принадлежит случайности, если под случайностью понимать не беспричинность, но явление из другого причинного ряда. Так, гидрологический режим обширных территорий зависит не только от климата, но и от геоморфологических процессов. Встаёт вопрос о возможности выделения синхронных переломных рубежей климата в голоцене. В контексте палеогеографических исследований его впервые заострил Ю.А. Ливеровский в статье, значительно опередившей своё время и обделённой вниманием почвоведов [13]. Уликовый метод реконструкции прошлого (так сказать, метод Шерлока Холмса), в рамках которого осуществляются все палеопочвенные исследования, даёт недостоверные результаты. Характеристикой палеогеографических условий не могут служить ни остатки животных и растений (для живого характерна экологическая пластичность), ни мощность погребённого гумусового горизонта (корреляция между свойствами почвы и факторами почвообразования неопределённа), ни состав глинистых минералов (зависит от исходных пород). В попытках реконструкции прошлого многомерная причинно-следственная сеть связей произвольно редуцируется к линейному процессу. В условиях полигенетической природы почвенного покрова бесцельно пытаться строить хронологическую шкалу становления почвы или педоморфоза – «определять время» процесса. Развитие сложных систем имеет принципиально стохастический характер и не поддаётся аналитическому описанию с применением переменной времени t . Необходимо подчеркнуть, что линейное время, которое мы некритически переносим из механики и физики в почвоведение, предполагает детерминизм, возможность однозначного аналитического описания процесса. Но если изменения системы имеют детерминированный характер, то, в сущности, в ней ничего не происходит. Обратимость «времени» в уравнениях динамики не случайна (в них t можно заменить на $-t$, и уравнение порой опишет обратное движение, тогда как почвообразование – это процесс необратимый). Ведь основу механики и физики составляют всем известные законы сохранения физических величин в изолированных системах, поэтому данные науки не способны описать появление нового, и все процессы, которые они изучают, происходят в пределах мгновения бытия. В этих науках времени, собственно, и нет (отсюда их неспособность объяснить появление живого). Они потому и являются *точными* в отличие от нашей науки, что имеют дело с временной *точкой*.

Бытие почвы настолько динамично, что линейный детерминизм, уравнения баланса, характерная скорость роста – всё это к ней не применимо. Инструмент линейного времени вообще несовместим с эволюцией открытых систем. Данный тезис подтверждается трудной историей попыток применения радиоуглеродного метода в почвоведении.

4. О времени почвообразования и возрасте почвы. В рамках аллоэволюционного подхода, начиная с В.Р. Вильямса, почву характеризуют абсолютным и относительным возрастами. В период становления радиоуглеродного метода полагали, что углерод реликтовых составляющих почвы недоступен для биоты и даёт абсолютный возраст, тогда как биологически активный углерод позволяет судить о продолжительности последней стадии процесса, сформировавшей современную почву [14].

Практика, однако, показала, что радиоуглеродный возраст гумина в верхней и нижней частях гумусового горизонта не удаётся трактовать как относительный и абсолютный возрасты почвы. Этому препятствуют омоложение гумусовых веществ даже внизу и частичная минерализация органических остатков до простых соединений, не связывающихся с гумусом. Как подчёркнуто в работе [15], «возраст» почв по изотопу ^{14}C отражает неконтролируемую скорость оборота углерода в подстилке; не случайно типичное время почвообразования у разных авторов варьирует от 100 лет до 10 тыс. лет [16]. В условиях открытости почвы по углероду радиоуглеродным данным невозможно дать объективную хронологическую интерпретацию. Как уже отмечалось, «радиоуглеродные даты и по гуминовым кислотам, и по древесному углю горизонта A1 дерново-подзолистых почв не дают ни времени начала образования, ни времени погребения почв, и не показывают продолжительность интервала, в течение которого эта почва образовалась, а соответствует какому-то моменту времени в пределах этого интервала» [17]. Неприменимость астрономического времени в натурном радиоизотопном методе должна служить поучительной иллюстрацией такой неприменимости времени t в природных системах вообще. В этой ситуации "эпоха бронзы" – это честнее и исторически определённое, чем фиктивные 5 тысяч лет по углероду. Впрочем, в почвоведении давно осознано, что предназначением радиоуглеродного метода является изучение динамики кругооборота углерода [18]. К аналогичному выводу в отношении радиоизотопного метода приходят и геологи [19].

Полигенетическая, синлитогенная природа почвенного покрова делает историю почвогенеза неопределённой, поэтому возраст почвы не имеет хронологического выражения. В подобных случаях при оценке возраста или фазы зрелости системы обращаются к габитуальным отношениям в её структуре. В биоморфологии возраст характеризуют безразмерным индексом экстерьера [20], определяемым как отношение габитусов животного [21], или растения [22], и было бы заманчивым использовать с этой целью в случае почвы отношение мощностей типичных горизонтов в разрезе. Однако стохастичность почвогенеза, выражающаяся в неопределённости стратиграфической структуры разреза, препятствует применению данного подхода. Так, Голеусов и Лисецкий [23] отмечали, что в новообразованных почвах полувекового «возраста» наблюдаются вариации мощности гумусового горизонта в диапазоне порядка величины.

С другой стороны, почва (земля) не является онтологически самостоятельным телом, в её случае необходимо рассматривать габитуальные отношения в системе почва-растение. Если онтологический возраст – это не «отметка в паспорте», но фаза развития, характеризующаяся некоторыми функциональными возможностями исследуемого объекта, то мерой возраста почвы или земли должен служить уровень урожайности естественной или культурной растительности, фактически, – её бонитет.

Заключение. Изложенные соображения продиктованы заботой о будущем нашей науки. Сложность положения, в котором она оказалась, в значительной мере обусловлена неопределённостью её предмета и связанной с этим невозможностью применения на практике получаемых нами знаний. Иллюзии об их фундаментальности вступают в противоречия с реальностью почвообразовательных процессов и тем местом, которое почвоведение должно занимать в корпусе наук о Земле. Ботанико-географическая природа земель и почв, их вторичная роль в биосфере диктуют необходимость приближения

наших работ к нуждам сельскохозяйственного производства и задачам сохранения естественной растительности, в широком смысле – к экологии. Можно надеяться, – в этом случае получаемые знания о почвах и землях окажутся востребованными человеческой практикой.

Список использованной литературы

1. Соколов И.А. Почвообразование и экзогенез / И.А.Соколов. — М.: Институт почвоведения им. В.В. Докучаева, 1997. — 244 с.
2. Лима-де-Фариа А. Эволюция без отбора. Автоэволюция формы и функции / А.Лима-де-Фариа. — М.: Мир, 1991. — 455 с.
3. Мейен С.В. Флорогенез и эволюция растений / С.В.Мейен // Природа. — 1986. — № 11 — С. 47–57.
4. Арчегова И.Б. Методологические аспекты изучения почв на современном этапе / И.Б.Арчегова, В.А. Федорович. — Екатеринбург: УрО РАН, 2003. — 89 с.
5. Дмитриев Е.А. Что классифицирует классификация почв? / Е.А.Дмитриев // Почвоведение. — 1991. — № 2 — С. 122–133.
6. Роде А.А. Факторы почвообразования и почвообразовательный процесс / А.А.Роде // Почвоведение. — 1958. — № 9. — С. 70–79.
7. Гodelьман Я.М. Сельскохозяйственное землеведение / Я.М. Гodelьман — Кишинёв: Штиинца, 1987. — 158 с.
8. Карпачевский Л.О. Динамика свойств почвы / Л.О.Карпачевский. — М.: ГЕОС, 1997. — 171 с.
9. Соколов И.А. Парадигма генетического почвоведения от Докучаева до наших дней / И.А.Соколов // Почвоведение. — 1996. — № 3 — С. 250–262.
10. Добровольский Г.В. Отражение природной среды в почве / Добровольский Г.В., Никитин Е.Д., Александровский А.Л. // Почвоведение. — 1996. — № 3. — С. 277–287.
11. Добровольский Г.В. Экологические функции почв / Г.В.Добровольский, Е.Д. Никитин // Успехи почвоведения: сб. научных трудов. — М.: Наука, 1986. — С. 96–101.
12. Роде А.А. Система методов исследования в почвоведении / А.А.Роде — Новосибирск: Наука, 1971. — 92 с.
13. Ливеровский Ю.А. Палеопочвоведение (некоторые проблемы, использованные в палеогеографических и стратиграфических аспектах) / Ю.А.Ливеровский // Вестник МГУ. Серия 5, География. — 1973. — № 4 — С. 28–34.
14. Герасимов И.П. Абсолютный и относительный возраст почв / И.П.Герасимов // Почвоведение. — 1969. — № 5 — С. 27–32.
15. Болин Б. Углеродный цикл и прогнозы / Б.Болин // Парниковый эффект, изменение климата и экосистемы: сб. научных трудов. — Л.: Гидрометеиздат, 1989. — С. 134–196.
16. Александровский А.Л. Эволюция почв и географическая среда / А.Л.Александровский, Е.И.Александровская — М.: Наука, 2005. — 223 с.
17. Александровский А.Л. Радиоуглеродная хронология голоценовых палеопочв / А.Л.Александровский, О.А.Чичагова // Геохронология четвертичного периода: сб. научных трудов. — М.: Наука, 1980. — С. 82–90.
18. Завельский Ф.С. Радиоуглеродное датирование и теоретические модели кругооборота углерода в почвах / Ф.С. Завельский // Изв. АН СССР. Серия географ. — 1975. — № 1 — С. 27–34.
19. Пушкарёв Ю.Д. Мегациклы в эволюции системы кора-мантия / Ю.Д.Пушкарёв. — Л.: Наука, 1990. — 217 с.
20. Бровар В.Я. Рост и онтогенез / В.Я.Бровар. — М.: Изд-во МСХА, 2002. — 280 с.
21. Прокопенко Е.В. Морфометрическая изменчивость популяций *trogulus nepaeformis* в Карпатском биосферном заповеднике / Е.В.Прокопенко, А.В.Жуков // Вестник Донецкого государственного университета, серия А. — 2008. — Вып. 2. — С. 368–373.
22. Шеин Е.В. Агрофизика / Е.В.Шеин, В.М.Гончаров — Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. — 400 с.
23. Голуусов П.В. Организация почвенных систем / П.В.Голуусов, Ф.Н.Лисецкий // Проблемы истории, методологии и философии почвоведения: труды II Национальной конференции 5-9 ноября 2007 г., Пущино: материалы конференции, том 1. — Пущино: ИФХБПП РАН, 2007. — С. 56–59.

Статья поступила в редколлегию 25.03.2013

EPISTEMOLOGICAL PROBLEMS of SOIL SCIENCE

V.V. Nizovtsev, E.V. Shein

Lomonosov Moscow State University, Department of Soil Science
Moscow 119991 Lenin Gory (phys@soil.msu.ru)

Methodological challenges of genetic soil science have been allowed in the new – substantively and genetic – soil classification. Made in the classification concession to stratigraphic approach is due to the unresolved issue of the definition of the object of our science, which should flow from the biosphere functions of soil. On the other hand, the experience of historical geology shows that it is typical for stratigraphy intractable difficulties with the dismemberment cut into layers and the determination of horizons age and stratotype in general. In soil science this is reflected in the contradictory of data on the time of soil formation. In light of this, the methodological foundations of modern soil science need to be discussed. Later in the discussion, alternative approaches in identifying the subject of Soil Science, time of soil formation and the age of the soil are proposed.

Key words: *the subject of soil science, soil formation time, the age of the soil*

УДК 631.4

ОСОБЕННОСТИ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ЛАНДШАФТОВ И ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ В РАЗНЫХ ПРИРОДНЫХ ЗОНАХ УКРАИНЫ

А.В. Новикова

ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского»

В статье выделены и кратко охарактеризованы геохимические ландшафты в природных зонах Украины – Полесье, Лесостепи и Степи. Дается оценка природных условий, в том числе, особенностей почвенного покрова и плодородия почв, а также рекомендации по сельскохозяйственным и мелиоративным приемам его повышения.

Ключевые слова: *ландшафт, мелиорация, плодородие, почва, природная зона.*

Введение. Учение о геохимических ландшафтах разработано почвоведом Б.Б.Полыновым [1] и дополнено его учениками – А.Я.Перельманом [2], М.А.Глазовской [3] и другими. В основе учения лежит определение миграции химических элементов в почво-грунтах.

Ландшафт геохимический – территориальная единица, в которой осуществляется определенный тип миграции химических элементов. Индивидуальность геохимического ландшафта определяется одним или несколькими элементами (типоморфными). По Б.Б.Полынову, геохимический ландшафт состоит из ряда элементарных ландшафтов, закономерно сменяющихся в пространстве от местного водораздела к местной депрессии и связанных между собой миграцией веществ (в твердом и жидком виде).

Выделены такие виды геохимических ландшафтов: автоморфный или элювиальный, подчиненный транзитный или супераквальный и подчиненный субаквальный (подводный). Каждому виду геохимического ландшафта соответствует определённый тип водно-солевого режима [4]. Например, в зоне Сухой Степи, в Крымском Присивашье в самой высокой части территории, которую можно отнести к автономному ландшафту, где грунтовые воды залегают глубоко (ниже 6-8 метров) и не участвуют в почвообразовании, устанавливается элювиальное увлажнение с сезонно-необратимым рассолением. На более низкой части территории, где грунтовые воды залегают ближе 6-8 метров, увлажнение почв пленочно-капиллярное с обратимым процессом засоления-рассоления. Это подчиненный транзитный геохимический

ландшафт. На самой низкій прибережній території, с глибиною ґрунтових вод 1-3 метра, увлажнение почв капиллярно-ґрунтового, с необратимым процессом засоления. Это тоже подчиненный транзитно-аккумулятивный ландшафт.

В каждой территории создается своеобразный почвенный покров и для окультуривания почв нужны особые меры повышения плодородия почв. Следовательно, выделение геохимических ландшафтов позволяет оценить почвы и предложить меры по повышению их плодородия.

Учитывая ограниченность объема данной статьи, приведем лишь самую краткую характеристику выделенных геохимических ландшафтов и рекомендаций по окультуриванию почв.

Зона Полесья охватывает самую северную часть территории Украины. Как отмечает Н.Б. Вернандер, территория этой зоны представляет моренно-зандровую и зандрово-элювиальную равнину [5]. Количество годовых атмосферных осадков составляет 550-650 мм. Температура воздуха в январе равна минус 4-7 градусов. Водный режим промывной. Абсолютные отметки территории в большинстве случаев составляют 100-200 м. В геоструктурном отношении территория приурочена на западе к Галицко-Волынской впадине, а на востоке – к Украинскому кристаллическому щиту. Растительность лесная и травянистая. Почвообразующими породами являются пески и супеси бескарбонатные и карбонатные. В почвенном покрове преобладают дерново-подзолистые почвы.

В Полесье возможно выделить такие геохимические ландшафты.

Автономные геохимические ландшафты характерны для наиболее высоких территорий с дерново-подзолистыми супесчаными и песчаными бескарбонатными и карбонатными почвами. Реакция почвенного раствора кислая, содержание гумуса небольшое, мощность гумусового горизонта часто равна 30 см и меньше. Поэтому плодородие почв низкое, особенно, когда они бескарбонатны (по В.П. Кузьмичеву, [6]) - их бонитет составляет 30-32 балла. Для их окультуривания требуется внесение извести и других веществ, содержащих кальций, а также внесение органических и минеральных удобрений.

Подчиненные геохимические ландшафты характерны для склоновых участков, пойменных террас и приболотных земель. Здесь развиваются дерново-глеевые, лугово-болотные, торфяно-болотные почвы и торфяники. Все эти почвы нуждаются в ослаблении глеевого процесса, осушении болот. Плодородие некоторых из этих почв может быть повышенным по сравнению с малоплодородными песчаными бескарбонатными почвами автономных ландшафтов, поскольку вниз по уклону местности с ґрунтовыми водами поступают вынесенные биофильные химические элементы.

Своеобразный подчиненный геохимический ландшафт выделяют в низменном Левобережном Полесье (черниговское Полесье). Здесь близко от поверхности земли залегают содово-засоленные ґрунтовые воды и образуются солонцы и солонцеватые почвы поверхностного вида, когда иллювиальный горизонт находится вблизи поверхности почвы [7]. Почвы нуждаются в сложных гидротехнических и мелиоративных приемах: устройство горизонтального дренажа, внесение гипса или гидролизной серной кислоты, минеральных и органических удобрений, посев многолетних трав.

Зона Лесостепи занимает почти третью часть площади страны. Как отмечает Г.С. Гринь, геологическая структура правобережья Днепра представлена Волыно-Подольской возвышенностью, в левобережье – Донецкой впадиной,

которая сменяется Средне-Русской возвышенностью [7]. Климат умеренно влажный. Растительность представлена лесами и травянистыми растениями. Основной почвообразующей породой является карбонатный лесс. В почвенном покрове преобладают черноземы типичные, оподзоленные, реже – серые лесные почвы и ограниченно – солонцовые почвы.

В зоне Лесостепи геохимические ландшафты имеют такие особенности. Автономные геохимические ландшафты охватывают наиболее высокие территории и преобладают в этой зоне. Здесь образовались серые лесные почвы и типичные черноземы, зачастую – оподзоленные и эродированные. Черноземы типичные имеют мощный гумусовый горизонт и являются высокоплодородными. Бонитет их составляет 55-60 баллов [6]. Однако на территории с пересеченным рельефом происходит смыв части гумусового горизонта, они становятся в разной степени эродированными. Поэтому на таких почвах необходимо применять меры против водной эрозии.

Подчиненные геохимические ландшафты охватывают поймы рек и прилегающие к ним склоны. Здесь встречаются сильноосмытые и мочаристые почвы, а в поймах – засоленные луговые почвы, которые нуждаются в применении инженерного дренажа. Особенно широко подчиненные ландшафты распространены на Левобережье в среднем Приднестровье. Здесь близко к поверхности залегают грунтовые воды с химизмом смешанного типа, в т.ч. содового, и образуются солонцы и солонцеватые почвы. По данным А.М.Можейко, здесь хорошее действие оказывает внесение гипса и минеральных, а также органических удобрений.

Зона Степи расположена к югу от Лесостепи и простирается до предгорьев Крымских гор. Эта зона подразделяется на 2 массивные зоны – Черноземную Степь и Сухую Степь. В свою очередь Черноземная Степь подразделяется на 2 части – черноземов обыкновенных и черноземов южных. Основные природные особенности сводятся к следующему. Среднегодовое количество атмосферных осадков составляет 450-500 мм (в Крыму – 350 мм). Среднегодовая температура воздуха равна 7,7°C. Основные почвообразующие породы представлены лессом. Грунтовые воды на водоразделах залегают глубоко. Естественная растительность состоит из ковыльно-типчаковых ассоциаций. Почвенный покров в средней части подзоны представлен черноземами обыкновенными, в южной – черноземами южными.

Автономные геохимические ландшафты приурочены к наиболее высоким территориям с глубокими грунтовыми водами. Черноземы обыкновенные содержат относительно много гумуса и обладают высоким плодородием (50-55 баллов по Кузьмичеву, [6]). В этих почвах эродированные виды обладают несколько пониженным плодородием и нуждаются в мерах, направленных на уменьшение смыва. В Крыму, на Керченском полуострове, почвообразующими породами являются морские засоленные третичные глины, поэтому на них образовались черноземы солонцеватые в комплексе с солонцами. Они нуждаются в мелиорации путем внесения гипса и известняков, а также во внесении минеральных и органических удобрений. Аналогичные почвы встречаются в Донбассе. Подчиненные геохимические ландшафты охватывают склоны балок, пойменные террасы, а также склоны, где неглубоко залегают грунтовые воды и развиваются мочаристые почвы. Здесь необходимо устройство дренажа, меры борьбы с солонцеватостью и засолением.

Зона Сухой Степи расположена в самой низкой части территории, соответствующей Причерноморской впадине. В континентальной части Причерноморья она начинается с абсолютных отметок 50 м над уровнем моря, а на Крымском полуострове охватывает крымское Присивашье. Почвообразующие породы – лессовидные карбонатные слабозасоленные суглинки. Грунтовые воды залегают на большей части территории глубже 6-8 метров и на остальной – в пределах 1-6 метров. Почвенный покров состоит из темно-каштановых слабосолонцеватых почв, каштановых солонцеватых почв в комплексе с солонцами, полугидроморфных и гидроморфных видов солонцеватых почв в комплексе с солонцами.

Автономные ландшафты охватывают высокую часть Причерноморья, где преобладают темно-каштановые слабосолонцеватые почвы. Они нуждаются в мелиоративных приемах, в том числе, в орошении пресной водой, которое в прежние годы способствовало получению высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур, в кальцийсодержащих мелиорантах и плантаже. Весьма перспективно капельное орошение [8]. К автономному геохимическому ландшафту относится северная часть Присивашья. Здесь развиваются каштановые солонцеватые почвы с солонцами. По данным А.В. Новиковой [4] и других авторов, здесь лучшим методом борьбы с солонцеватостью является мелиоративный плантаж.

Подчиненные ландшафты охватывают территории Причерноморья, где грунтовые минерализованные воды залегают ближе, в пределах 3-6 метров от поверхности. Такие ландшафты широко встречаются в крымском Присивашье, а также на низких полуостровах. Это лугово-каштановые солонцеватые почвы в комплексе с солонцами. Для их окультуривания необходимо проводить плантажную вспашку. На луговых солонцовых почвах следует проводить гипсование [4]. К подчиненным геохимическим ландшафтам относятся также самые низменные участки Причерноморья, где образуются солончаки. Эти участки непригодны для использования в пашне.

Выводы

1. Наиболее ценными высокоплодородными почвами в Украине являются почвы автономных ландшафтов, а именно, черноземы. Но они развиваются в Лесостепи, а также в Черноземной Степи. Их нет в зоне Полесья и в зоне Сухой Степи. Ниже по уровню плодородия являются темно-каштановые слабосолонцеватые почвы. В Лесостепи и Степи низкоплодородными почвами являются черноземы, образовавшиеся на третичных засоленных глинах (Керченский полуостров, некоторые районы Донбасса) и мочаристые черноземы.

2. Почвы подчиненных геохимических ландшафтов в преобладающем большинстве нуждаются в проведении мелиоративных мероприятий – осушение болот, химическая мелиорация кислых и солонцовых почв.

3. Непригодными для сельскохозяйственного использования (без специальных мелиораций) являются болота, приморские солончаки и сильноэродированные почвы.

Список использованной литературы

1. *Полынов Б.Б.* Избранные труды / [Под ред. И.В. Тюрина, А.А. Саукова] – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 751 с.
2. *Перельман А.И.* Геохимия ландшафта / А.И. Перельман, Н.С. Касимов. – М.: Астрель-2000, 1999. – 610 с.

3. Глазовская М.А. Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов / М.А. Глазовская. – М.: 1964. – 231 с.
4. Новикова А.В. Исследование засоленных и солонцовых почв: генезис, мелиорация, экология. Избранные труды / А.В. Новикова. – Х.: КП «Друкарня №13», 2009. – 720 с.
5. Вернандер Н.Б. Агроґрунтові райони Українського Полісся / Н.Б.Вернандер// Агрохімія і ґрунтознавство. – Вип. 12. – 1969. – С.27-61.
6. Кузьмичов В.П. Бонітети ґрунтів України / В.П. Кузьмичов // Агрохімія і ґрунтознавство. – Вип. 13. – 1970. – С. 125-148.
7. Гринь Г.С. Галогенез лёссовых почво-грунтов Украины / Г.С.Гринь. – К.: Урожай, 1969. – 218 с.
8. Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України / [За ред. В.А. Сташука, С.А. Балюка, М.І. Ромащенко] – К.: Аграрна наука, 2009. – 624 с.

Стаття поступила в редакцію 11.04.2013

PECULIARITIES OF GEOCHEMICAL LANDSCAPES AND SOIL FERTILITY IN DIFFERENT NATURAL ZONES OF UKRAINE

A.V. Novikova

NSC «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky»

The article highlights and summarizes the geochemical landscapes in natural zones of Ukraine Polissya, Forest-Steppe and Steppe. It is given an assessment of environmental conditions, including the peculiarities of soil cover and soil fertility, as well as recommendations on agriculture and land reclamation techniques of its promotion.

Key words: landscape, land reclamation, soil fertility, soil, natural zone.

УДК 543.2+543.06: 631.414

ДОСЛІДЖЕННЯ ХІМІЧНИХ ТА ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ЗМІН ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДИСПЕРСНИХ СИСТЕМ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО ЗА ТРИВАЛОГО ВПЛИВУ ВНЕСЕНИХ ДОБРІВ

В.М. СВІТОВИЙ¹, О.М. ГЕРКІЯЛ¹, І.Д. ЖИЛЯК¹,
Р. РАВИСАНКАР², О.М. ДАНИЛЕНКО³

¹Уманський національний університет садівництва; ²Державна колегія мистецтв, Тхантхонімаі, Індія; ³ТОВ "Брукер Оптікс Україна"
(svmum@ukr.net)

Методами інфрачервоної та рентгенофлуоресцентної спектроскопії та хімічними методами дослідження встановлено наявність змін валового вмісту хімічних елементів, мінералогічного складу та органічної компоненти органо-мінеральних колоїдів чорнозему опідзоленого важкосуглинкового, обумовлених тривалим внесенням добрив.

Ключові слова: глинисті мінерали, вміст елементів, адсорбційні властивості.

Вступ. Оцінюючи зміни в ґрунтових органо-мінеральних колоїдних системах, зазвичай користуються різноманітними методами дослідження. Інфрачервона (ІЧ) спектроскопія дає широку інформацію про набір важливих атомних груп і типи хімічного зв'язку. Значна перевага методу полягає в можливості досліджувати ґрунтові зразки без кропіткої пробопідготовки. Особливо це характерно для Фур'є ІЧ спектрометру "ALPHA" виробництва фірми "Bruker". Разом з тим, інтерпретація ІЧ

спектрів ґрунту залишається складним завданням, смуги часто складні і широкі, обумовлені накладанням коливань [1, 2].

Рентгенофлуоресцентна спектрометрія – один із сучасних спектроскопічних методів дослідження речовини з метою визначення її елементного складу. Діапазон визначуваних елементів і межі їх виявлення залежать від використовуваної апаратури. Під час аналізу ґрунту проводять напівкількісний аналіз [3]. Після широкомасштабних досліджень, проведених цим методом, у прибалтійських країнах побудовані локальні і регіональні карти валового вмісту елементів у ґрунтах [4].

Під час оцінки фізико-хімічних властивостей ґрунтових колоїдів зазвичай прийнято визначати обмінну кислотність, суму увібраних основ, гідролітичну кислотність та загальну ємність вбирання. Ці показники відображають адсорбційні властивості ґрунтових органо-мінеральних колоїдів та якісний склад адсорбованих катіонів. Під час дослідження фізико-хімічних властивостей залежно від хімічного впливу зазвичай відмічають істотні зміни, зокрема, під впливом тривалого внесення добрив [5, 6].

Органічна речовина ґрунту являє собою складний комплекс речовин, що по-різному зв'язані з мінеральною частиною ґрунту та в значній мірі впливають на адсорбційні процеси, структуру ґрунту, його вологостійкість, повітряно- і водопроникність, тепловий режим. Під час сільськогосподарського використання ґрунту здебільшого досить консервативно змінюються характеристики його органічної речовини. Тому достовірно оцінити, як змінюються вміст і якість органічної речовини від застосування добрив і без них, є можливим лише в тривалих стаціонарних дослідках.

Метою цієї роботи є визначення зміни хімічних та фізико-хімічних властивостей ґрунтових дисперсних систем на зразках ґрунту, відібраних з дослідних ділянок, на яких понад 40 років уносили досить значні норми мінеральних та органічних добрив і є контрольні ділянки, де добрива взагалі не вносили. Дослідження спрямовані на виявлення та прогнозування хімічних та фізико-хімічних змін органо-мінеральних колоїдних систем чорноземних ґрунтів за інтенсивного ведення сільськогосподарського виробництва.

Об'єкт та методика досліджень. Зразки ґрунту відбирали на ділянках багаторічного дослідження Уманського національного університету садівництва, де понад 40 років вносили мінеральні та органічні добрива в значних нормах. Для дослідження взято такі варіанти дослідження: "А" – внесення лише мінеральних добрив у нормі по 135 кг N, P₂O₅ та K₂O на гектар сівозмінної площі; "В" – добрива взагалі не вносили; "С" – внесення мінеральних добрив та гною в нормі по 13,5 т гною + N – 67 кг, P₂O₅ – 101 кг та K₂O – 54 кг на гектар сівозмінної площі.

З ґрунтових зразків методом відмучування відбирали мулисту фракцію [7], яку досліджували на ІЧ спектрометрі "ALPHA" виробництва фірми "Bruker" та рентгенофлуоресцентним методом на приладі "Expert" НВП "ІНАМ". Загальний вміст вуглецю органічної речовини ґрунту визначали за методом Тюріна [8]. Визначали органічний вуглець у витяжці 0.1н NaOH без декальцинування та у пірофосфатній витяжці (рН 12) із розподілом на C_{гк} і C_{фк} [9]. Гідролітичну кислотність ґрунту визначали за методом Каппена потенціометрично, рН_{KCl} – за методом ЦІНАО, насиченість ґрунту основами – за методом Каппена-Гільковиця [10]

Результати досліджень. Спектр досліджуваних зразків (рис. 1) за загальним виглядом близький до отриманих іншими дослідниками на ґрунтах, що містять

глинисті мінерали, зокрема, монтморилонітової групи [11]. При цьому зазначають, що у ґрунті переважають спектри неорганічних компонентів. Оскільки органічної речовини у ґрунті лише близько 3-5 відсотків, вона мало впливає на загальну спектральну криву. Широка інтенсивна смуга на відрізку $3300\text{--}3600\text{ см}^{-1}$ здебільшого зумовлена валентними коливаннями груп OH, пов'язаних переважно міжмолекулярними водневими зв'язками. Під час ідентифікації мінерального складу ґрунту подібна широка смуга $2800\text{--}3700\text{ см}^{-1}$ з максимумом при 3400 см^{-1} відмічається для монтморилонітових мінералів, при цьому присутній максимум при $1630\text{--}1635\text{ см}^{-1}$. При вивченні бензоїдно-монтморилонітових комплексів зазвичай органічний компонент спричиняє коливання $2400\text{--}2700\text{ см}^{-1}$. Коливання в межах $3300\text{--}3200\text{ см}^{-1}$ викликають групи NH, а 2920 і 2850 см^{-1} – симетричні та асиметричні групи метилу; 875 , 1425 см^{-1} – карбонати; $1720\text{--}1740\text{ см}^{-1}$ – C=O групи альдегідів, кетонів, карбонових кислот, ефірів; 1640 см^{-1} – C=O групи амідів, карбоксилатів, ароматичних кілець алкенів; 1384 см^{-1} – N-O нітратів; $1515\text{--}1505\text{ см}^{-1}$ ароматичний скелет лігніну; $900\text{--}1250\text{ см}^{-1}$ – полісахариди [1, 2, 11 – 13]. $1080\text{--}1000\text{ см}^{-1}$ – широка смуга мінеральної компоненти силікатів та неорганічних фосфатів, яку слід інтерпретувати як суперпозицію смуг поглинання аніонів. При цьому кварц зумовлює максимуми при 1080 та 510 см^{-1} . Деякі дослідники відносять дуплет з максимумами 775 і 795 см^{-1} та максимум 455 см^{-1} до кварцу, а 435 та 405 см^{-1} – до альбіту [12]; 449 см^{-1} – до фіннеманіту та лейтіту; 428 та 526 см^{-1} – до диксеніту [14, 15].

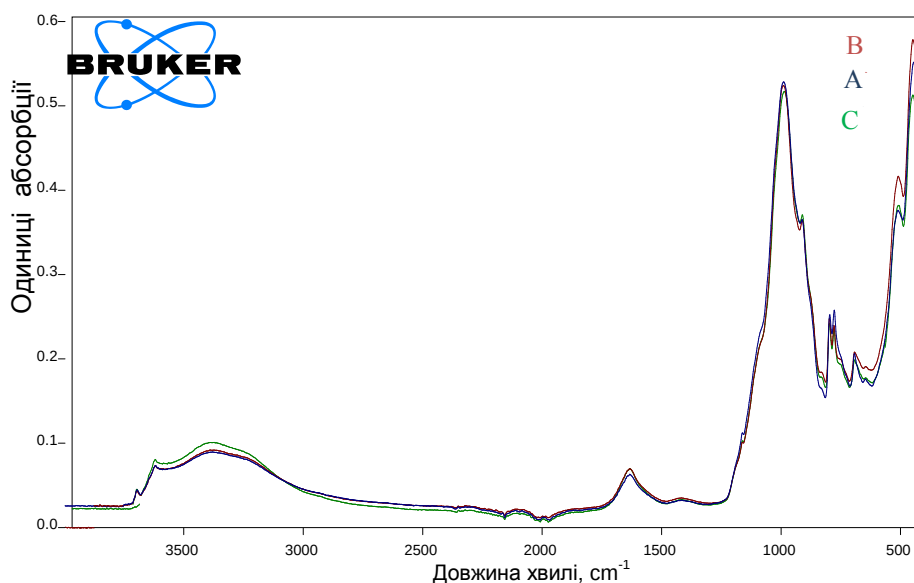


Рис. 1. ІЧ-спектри зразків ґрунту (А, В, С – варіанти дослідів)

Шляхом порівняння отриманих спектрів з літературними даними в досліджуваних зразках ґрунтів можна ідентифікувати наявність у ґрунті глинистих мінералів. Зокрема, монтморилонітів – широка смуга $2800\text{--}3700\text{ см}^{-1}$ з максимумом на 3400 см^{-1} та максимум 1635 см^{-1} (пов'язаних з OH-групами молекул води, присутніми в міжпластових областях монтморилоніту) [12, 16, 17]. Ідентифіковано каолінит за максимумами 3695 , 3620 та 908 см^{-1} [19]. Присутні карбонати – 1425 см^{-1} . Кварц визначено за триплетом 795 , 775 (Si-O симетричних валентних коливань) і 695 см^{-1} [12, 18]. До кварцу ще відносять частоту 455 см^{-1} (Si-O асиметричні коливання) [19].

Однозначно ідентифікувати максимуми при 505–514, 445–455 і 405–415 см^{-1} складно, хоча близькі за частотами колювання мають польові шпати – 410 і 646 см^{-1} та альбіт – 410 і 990 см^{-1} [18], а на спектрах чистого каолініту та гіпситу містяться максимуми частот близьких до 445–455 і 405–415 см^{-1} [20].

Органічний вуглець зазвичай ідентифікують за смугами поглинання 2850–2855 та 2925–2930 см^{-1} [18, 21], однак у нашому випадку нема різко виражених максимумів у цих межах. Це варто пов'язати з тим, що вміст органічного вуглецю досить незначний і не зумовлює істотного впливу на абсорбцію ґрунтом ІЧ променів.

Під час порівняння спектрів різних зразків відмічено загальну подібність графіків, за винятком деяких відмінностей за максимумами 445–455 і 405–417 см^{-1} . Можливо, це свідчить про трансформацію глинистих мінералів за тривалого хімічного впливу. Однак не варто виключати можливий вплив спрощеної пробопідготовки для даного приладу. Остаточного визначитись із ідентифікацією виявлених відмінностей можливо лише під час проведення подальших досліджень.

Рентгенофлуоресцентним методом було проаналізовано валовий вміст хімічних елементів у досліджуваних зразках. Встановлено наявність змін у валовому вмісті елементів, однак в основному ці відмінності неістотно перевищували інтервали достовірності (табл. 1). Різниця відмічена за вмістом

1. Результати визначення валового вмісту хімічних елементів у мулистій фракції чорнозему опідзоленого рентгенофлуоресцентним методом

Хімічний елемент		Вміст елементу, % до маси мулистої фракції ґрунту		
порядковий номер	символ	Варіант А	Варіант В	Інтервал достовірності +/-
13	Al	9,641	11,865	0,619
14	Si	31,374	28,014	1,362
16	S	0,048	0,057	0,008
19	K	3,010	3,142	0,152
20	Ca	0,924	1,235	0,060
22	Ti	0,552	0,568	0,031
23	V	0,026	0,018	0,007
24	Cr	0,013	0,014	0,003
25	Mn	0,064	0,073	0,073
26	Fe	5,908	7,539	0,366
28	Ni	0,005	0,007	0,001
29	Cu	0,004	0,006	0,001
30	Zn	0,014	0,021	0,001
31	Ga	0,003	0,003	0,001
37	Rb	0,019	0,024	0,001
38	Sr	0,011	0,012	0,001
39	Y	0,005	0,007	0,001
40	Zr	0,018	0,017	0,001
41	Nb	0,003	0,002	0,001

Al, Si, Ca, Fe. Ці елементи не вносяться з добривами, за винятком кальцію, тому ймовірною причиною таких змін є процеси вилуговування, пов'язані з підвищенням кислотності ґрунту за тривалого внесення добрив. Факт впливу внесення добрив під час сільськогосподарського виробництва на валовий вміст

елементів у ґрунті відмічають також інші науковці [22, 23]. Разом з тим, зміни валового вмісту Zn, Rb, Y в досліджуваних зразках важко пояснити, тому потрібні подальші дослідження в цьому напрямі.

За результатами досліджень встановлено, що тривалий хімічний вплив мінеральних добрив сприяє зменшенню ємності вбирання ґрунтових колоїдів, при цьому зростає обмінна та гідролітична кислотність і зменшується кількість увібраних основ (табл. 2).

2. Фізико-хімічні властивості ґрунтових колоїдів за тривалого внесення добрив

Показник	Варіант В	Варіант А	Варіант С	НІР ₀₅
Насиченість основами, %	90,5	81,0	88,5	–
Ємність вбирання, смоль/кг	34,7	30,0	32,2	–
Насиченість основами, смоль/кг	31,4	24,3	28,5	5,0
Гідролітична кислотність, смоль/кг	3,32	5,68	3,75	1,44
Обмінна кислотність, рН	5,3	4,5	5,3	0,3

При застосуванні гною разом з мінеральними добривами такі зміни менш виражені, однак тенденції змін зберігаються. Отримані нами дані збігаються з літературними [5, 6].

Також було екстраговано органічну речовину гумусових кислот та досліджено її властивості. Перед закладанням досліду валовий вміст вуглецю органічної речовини в шарі 0–20 см становив 1,90–1,92 % від маси ґрунту. Тривале вирощування культур польової сівозміни без застосування добрив зумовило зниження вмісту вуглецю органічної речовини у ґрунті до 1,86 (табл. 3). Це лише на 3 % менше від початкового рівня, і ця різниця є, практично, недостовірною.

3. Вміст гумусових речовин за тривалого хімічного впливу добрив у шарі ґрунту 0-20 см

Показник:		Вміст вуглецю у ґрунті варіантів досліду			
вміст органічного вуглецю, С, % до маси ґрунту		В	А	С	НІР ₀₅
загальний		1,86	2,07	2,09	0,07
що екстрагується 0,1н NaOH без декальцинування		0,23	0,35	0,29	0,05
що екстрагується пірофосфатним розчином:	С _{заг}	0,84	1,04	0,90	0,08
	С _{гк}	0,47	0,58	0,54	0,11
	С _{фк}	0,37	0,46	0,36	–
	С _{гк} /С _{фк}	1,27	1,25	1,51	–
залишку, що не екстрагується пірофосфатним розчином		0,97	0,95	1,11	–

Застосування добрив збільшує вказаний показник: більшим нормам як органічних, так і мінеральних добрив відповідає вищий вміст органічної речовини в ґрунті. Органічна речовина, що екстрагується 0,1н NaOH без декальцинування, за твердженням Д.С. Орлова і Л.Н. Гришиної, ймовірно зв'язана з рухомими півтораоксидами [9]. Існують також твердження, що на

кількісні показники зазначеної фракції органічної речовини значно впливає кислотність ґрунту [24]. Це підтверджується результатами наших досліджень: застосування добрив сприяє збільшенню вмісту в ґрунті цієї фракції органічної речовини, причому за внесення мінеральних добрив, де кислотність найбільша, формується найбільший її вміст. Подібні тенденції зберігаються і для органічної речовини, що екстрагується пірофосфатною витяжкою. При цьому кількість органічної речовини, що коагулює в кислому середовищі (гумінові кислоти), залишається практично однаковою незалежно від хімічного навантаження на ґрунт. Зате відмічено збільшення фракції органічних речовин, що розчинні як в лужному, так і в кислому середовищі (фульвокислоти), у зразках з ділянок, де застосовували лише мінеральні добрива. Кількість органічної речовини, що не екстрагується пірофосфатною витяжкою, за застосування лише мінеральних добрив дещо зменшується, порівняно з контролем, а за застосування разом органічних і мінеральних – збільшується. Таким чином, у зразках ґрунту, відібраних з ділянок, де вносили добрива, відмічено зміни вмісту органічних речовин – як загального гумусу, так і фракцій, які екстрагуються різними розчинниками. Вважаємо, що основним чинником, який так впливає, є зміна кислотності ґрунту внаслідок тривалого застосування добрив.

Висновки

1. Під впливом тривалого внесення високих норм мінеральних та органічних добрив відбуваються зміни загального валового вмісту хімічних елементів у чорноземі опідзоленому важкосуглинковому, змінюються адсорбційні властивості органо-мінеральних колоїдів та якісні характеристики власне гумусових речовин.

2. Одним з основних чинників таких змін, найвірогідніше, варто вважати підвищення кислотності ґрунту внаслідок тривалого внесення високих норм добрив.

Список використаної літератури

1. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации/ Д.С. Орлов. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 325 с.
2. Katharina Böhm. Compost quality determination using infrared spectroscopy and multivariate data analysis: dissertation Dipl.-Ing./ Katharina Böhm. – Wien, 2009. – 104 p.
3. Чернооруков Н.Г. Теория и практика рентгенофлуоресцентного анализа/ Н.Г. Чернооруков, О.В. Рипрук. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. – 57 с.
4. Baltic soil survey: total concentrations of major and selected trace elements in arable soils from 10 countries around the Baltic Sea / Reimann C. [and other] // Sci. Tot. Envir. – 2000. – № 257. – P. 155–170.
5. Хабирова А.И. Создание бездефицитного гумусового баланса в почве / А.И. Хабирова, Э.К. Благовещенская // Сельское хозяйство за рубежом. – 1981. – № 11. – С. 2–7.
6. Влияние удобрений на урожайность культур, баланс элементов питания и плодородия почв в Лесостепи Украины/ Л.А. Бранштейн и др. // Агрохимия. – 1997. – № 7. – С. 12–19.
7. Соколова Т. А. Глинистые минералы в почвах: Учебное пособие/ Т.А. Соколова, Т.Я. Дронова, И.И. Толлешта. – Тула: Гриф и К, 2005. – С. 107–112.
8. Никитин Б.А. Метод определения гумуса почвы // Агрохимия. – 1999. – № 5. – С. 91–93.
9. Орлов Д.С. Практикум по химии гумуса: Учеб. пособие./ Д.С. Орлов, Л.А. Гришина. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. – 272 с.
10. Александрова Л.Н. Лабораторно-практические занятия по почвоведению: 4-е изд. перераб. и доп./ Л.Н. Александрова, О.А. Найденова. – Л.: Агропромиздат, 1986. – 195 с.
11. The forensic analysis of soil organic by FTIR/RJ. Cox PhD [and other] // Forensic Science International. – 2000. – № 108. – P. 107–116.
12. Estimation of the firing temperature of archaeocigical pottery excavated from Thiruverkadu, Tamilnadu, India by FT-IR spectroscopy / R. Ravisankar [and other] // Scholars Research Library Archives of Physics Research. – 2011. – № 2 (4). – P. 108–114.
13. Near infrared spectroscopy of benzoicacids or bedonmontmorillonite/ Frost, Ray L. [and other] // Spectroscopy Letters. – 2010. – № 43(4). – P. 266–274.

14. *Ramanspectroscopic study of the mineral finnemanite* $Pb_5(As_3+O_3)_3Cl$ /Frost, Ray L. [and other] // *Journal of Raman Spectroscopy*. – 2010. – № 41(3). – P. 329–333.
15. *Ramanspectroscopic study of the arsenite minerals* leiteite $ZnAs_2O_4$, reinerite $Zn_3(AsO_3)_2$ and cafarsite $Ca_5(Ti,Fe,Mn)_7(AsO_3)_{12.4}H_2O$ / Frost, Ray L. [and other] // *Journal of Raman Spectroscopy*. – 2010. – № 41(3). – P. 325–328.
16. *Clarence Karr. Infrared and Ramanspectroscopy of lunar and terrestrial minerals* / Clarence Karr. – New York: Academic Press, 1975. – 375 p.
17. *Attenuated total reflection as an in situ infrared spectroscopic method for mineral identification* / T.D. Glotch [and other] // 38-th Lunar and Planetary Science Conference, (Lunar and Planetary Science XXXVIII), held March 12–16, 2007 in Texas. – League City: LPI Contribution, 2007. – № 1338. – P. 1731
18. *FTIR Spectroscopic Studies on Coastal Sediment Samples from Cuddalore District, Tamilnadu, India* / S. Sivakumar [and other] // *Indian Journal of Advances in Chemical Science*. – 2012. – № 1. – P. 40–46.
19. *Determination of firing temperature of some ancient potteries of Tamil Nadu, India by FT-IR Spectroscopic technique* / R. Ravisankar [and other] // *Indian Journal of Science and Technology*. – 2010. – № 9 (3). – P. 1016 – 1019.
20. *Bertaux J. Multicomponent analysis of FTIR spectra: quantification of amorphous and crystallized mineral phases in synthetic and natural sediments* / Jacques Bertaux [and other] // *Journal of sedimentary research*. – 1998. – № 3 (68). – P. 440–447.
21. *Badis A. Characterization and biodegradation of soil humic acids and preliminary identification of decolorizing actinomycetes at Mitidjaplain soils (Algeria)* / A. Badis [and other] // *African Journal of Microbiology Research*. – 2009. – № 3(13). – P. 997–1007.
22. *Айсуева Т.С. Недеструктивный рентгенофлуоресцентный анализ почв: автореф. дисс. канд. хим. наук* / Т.С. Айсуева. – Иркутск, 2002. – 19 с.
23. *Изучение поведения тяжелых металлов в почвах и взаимодействия с гумусовыми кислотами* / У.В. Ондар и др. // Матер. междуна. научн. конф. "Современные проблемы почвоведения в Сибири". – Томск, 2000. – С. 384–387.
24. *Шкаредний І.С. Зміна показників родючості чорнозему опідзоленого під впливом сівозміни та добрив* / І.С. Шкаредний та ін. // *Вісник аграрної науки*. – 1998. – № 12. – С. 15.

Стаття надійшла до редколегії 30.05.2013

RESEARCH OF CHEMICAL AND PHYSICOCHEMICAL CHANGES OF THE ORGANIC AND MINERAL DISPERSIBLE SYSTEMS OF CHERNOZEM PODZOLIZED AFTER LONG-TERM INFLUENCE OF FERTILIZATION

V.M. Svitovyy¹, O.M. Gerkiyal¹, I.D. Zhylyak¹, R. Ravisankar², O.M. Danylenko³

¹Uman national university of horticulture, ²Government Arts College, Tiruvannamalai, India,

³Bruker Optics Ukraine Ltd

(svmum@ukr.net)

It is determined by methods of infrared spectroscopy and X-ray fluorescence spectroscopy as well as of chemical methods the availability of changes of total content of chemical elements, mineral composition and organic components of organo-mineral colloids of the chernozem podzolized loamy clay for a long term fertilization.

Key words: clay minerals, content of elements, adsorption properties.

АГРОХІМІЯ

УДК 631.8. 631.416.14. 631.452

“ЕКСТРА-АЗОТ” І КАЛІЙ У ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТИХ ҐРУНТАХ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Б.Б. Котвицький

Волинська державна сільськогосподарська дослідна станція
(viarpv@mail.ru)

Багаторічними дослідженнями балансу азоту та калію в сівозмінах з використанням міченого (^{15}N) азоту встановлено закономірності та параметри утворення “екстра-азоту” та калію залежно від удобрення та попередників і накопичення обмінного калію в дерново-підзолистому супіщаному ґрунті.

Ключові слова: дерново-підзолистий ґрунт, системи удобрення, мічений азот, сівозміна, баланс, “екстра-азот” і калій.

Вступ. Явище виникнення “екстра-азоту” пояснюють двома причинами: додатковою мінералізацією органічної речовини ґрунту [1] та зростанням під впливом азотних добрив несимбіотичної фіксації азоту [2].

Появу додаткового рухомого калію у ґрунті (“екстра-калій”) пов’язують із вивільненням калію з ґрунтових мінералів під впливом гідролізу, біохімічного вивітрювання, обмінних реакцій, особливостей кореневої системи окремих видів рослин та ін. Дослідженнями С.М. Лукина із співавторами [3] встановлено, що за середньорічного внесення у сівозміні 60 кг/га K_2O та інтенсивності балансу калію 81 %, кількість обмінного калію під кінець ротації в дерново-підзолистому супіщаному ґрунті залишилась на вихідному рівні або дещо збільшилась, а за внесення 90 кг/га та бездефіцитного балансу – вміст рухомого калію збільшився з 9,4 до 12,2-13,5 мг/100 г.

В дослідженнях білоруських вчених, середньорічне внесення в сівозміні протягом семи років 50 кг/га K_2O призвело до суттєвого зменшення обмінних і потенційних запасів калію у дерново-підзолистому середньосуглинковому ґрунті. У зв’язку з цими та подібними їм результатами досліджень Т.Н. Кулаковська поставила під сумнів положення, висловлене у свій час Д.М. Прянишниковим щодо допустимості деякого дефіциту калію [4].

Розміри накопичення “екстра-азоту” та калію залежать від типу ґрунту, його гранулометричного та мінералогічного складу, ступеня окультуреності, виду, доз та форм добрив і кожного разу потребують уточнення [4,5].

Дослідження з цих питань у довготривалих стаціонарних дослідах на дерново-підзолистих різноокультурених супіщаних ґрунтах, в тому числі з використанням міченого (^{15}N) азоту та біологічного азоту бобових трав, виконані у західному Поліссі вперше.

Об’єкти та методи досліджень. Дослідження проведені в трьох польових дослідах на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах різного ступеня окультуреності: 1 –довготривалий стаціонар, закладений у 1966 р. з метою вивчення впливу основних видів добрив і їх співвідношень на продуктивність сівозміни і властивості ґрунту; 2 – стаціонарний дослід з вивчення впливу

тривалого застосування різних доз та співвідношень азотних, фосфорних і калійних добрив у сівозміні на продуктивність сільськогосподарських культур, якість урожаю та фізико-хімічні показники ґрунту (1986-1995 рр.) в зерно-льono-картопляних сівозмінах; 3 – напівстаціонарний дослід, проведений протягом 1989-1994 рр. з метою визначення впливу різних доз азотних і фосфорних добрив на накопичення біологічного азоту конюшиною та продуктивність зернових культур у зерново-трав'яній ланці сівозміни.

Баланс калію встановлювали з урахуванням результатів шестирічних лізіметричних досліджень низхідної міграції калію з ґрунту та добрив у стаціонарному досліді № 1. Вміст рухомого (обмінного) калію в ґрунті визначали за методом Кірсанова за ДСТУ 4405:2005.

Дослідження впливу добрив на накопичення біологічного азоту конюшиною, баланс азоту в ланці сівозміни та кількість "екстра-азоту" виконано в досліді № 3, в рамках якого було проведено мікропольовий дослід з використанням міченого (стабільного) ізотопу ^{15}N під озиме жито. При цьому, застосовували загальномічену аміачну селітру з розведенням 40 %. Ізотопний склад азоту (^{14}N : ^{15}N) у зразках визначали на масс-спектрометрі МІ – 1201 у лабораторії інституту землеробства НААН.

Зміст представлених у статті варіантів досліджень (види та дози добрив, попередники озимого жита) і вихідний (до закладання дослідів) вміст у ґрунтах обмінного калію наведені у таблицях з результатами досліджень.

Результати досліджень. Рослини озимого жита, особливо за вирощування після тимофіївки, спожили значну кількість додаткового, так званого, "екстра-азоту". За господарським виносом його кількість сягала, залежно від доз азотних добрив, 9,4-9,6 кг/га, а за біологічним – 10,2-12,9 кг/га азоту (табл 1).

1. Вплив попередників та доз азотних добрив (^{15}N), внесених під озиме жито на кількість "екстра-азоту". Зерново-трав'яна ланка сівозміни, дерново-підзолистий супіщаний ґрунт, 1992 – 1993 рр.

Попередник озимого жита	Кількість «екстра-азоту», кг			
	Варіант 7 – N_{30}		Варіант 9 – N_{60}	
	на 1 га	на 1 кг азоту добрив	на 1 га	на 1 кг азоту добрив
<i>Вміст у зерні і соломі (господарський винос)</i>				
Тимофіївка	9,4	0,31	9,6	0,16
Конюшина	0,9	0,03	6,5	0,11
<i>Вміст у зерні, соломі і корінні (біологічний винос)</i>				
Тимофіївка	10,2	0,34	12,9	0,21
Конюшина	2,2	0,07	3,1	0,05
Примітка: азотні добрива внесені по фоні $\text{P}_{90}\text{K}_{90}$				

У разі розміщення озимого жита після конюшини, кількість "екстра-азоту", порівняно з розміщенням після тимофіївки, зменшувалась від-повідно до 0,9-6,5 і 2,2-3,1 кг/га. Таке значне зменшення кількості "екстра-азоту" за розміщення озимого жита після конюшини пов'язане,

безумовно, з накопиченням останньою біологічного азоту, кількість якого (надходження у ґрунт з кореневими та поукісними рештками) на цих варіантах перевищила 62 кг/га [7].

Можна припустити, що мікроорганізми, які сприяють мінералізації органічної речовини ґрунту, в значній мірі задовольнили свою потребу в азоті за рахунок симбіотично фіксованого азоту, накопиченого конюшиною, з одночасним різким зменшенням кількості "екстра-азоту" ґрунту.

Таким чином, конюшина, як попередник озимого жита, мала беззаперечну перевагу порівняно зі злаковою травою – тимофіівкою, за позитивним впливом на небажаний процес – додаткову мінералізацію органічної речовини дерново-підзолистого ґрунту і накопичення “екстра-азоту” під впливом внесених азотних добрив.

“Екстра-азот” є причиною завищення коефіцієнтів використання азоту з добрив, розрахованих за методом різниці з контрольним (без азотних добрив) варіантом. Так, за встановлення коефіцієнтів використання озимим житом азоту добрив (аміачна селітра) цим методом, коефіцієнти знаходились в межах 44,7-52,9 %, а за встановлення ізотопним методом – виявились значно меншими і не перевищували 31,3 %.

Утворення в ґрунті “екстра-калію” значною мірою обумовлено мінералогічним складом ґрунту. Дослідженнями мінералогічного складу ґрунту в нашому стаціонарному польовому досліді № 1, встановлено, що у верхньому гумусово-елювіальному горизонті дерново-підзолистого супіщаного ґрунту переважають змішано-шаруваті мінерали типу гідроксидно-вермікулітових утворень – до 37,3 %, потім гідроксиди – 32,9 та каолінит – 10,4 %, тобто, мінерали, які містять значні потенційні запаси калію і які можуть бути резервом (джерелом поповнення) обмінного калію ґрунту [6].

Тривале застосування добрив у сівоzmінах суттєво вплинуло на утворення “екстра-калію” – збільшення вмісту обмінного калію за рахунок його важкодоступних форм. В стаціонарному досліді № 1, тільки у першій ротації сівоzmіни, за невисокої її продуктивності у наведених варіантах (35,3-38,3 ц/га зернових одиниць) досягався зрівноважений (або близький до нього) баланс калію (105,6-91,3 %). У другій та третій ротаціях сівоzmіни, незважаючи на збільшення в 1,4 раза надходження калію з добривами (до 86 кг/га K_2O щорічно) – інтенсивність балансу калію зменшувалась до 81,2-67,0 % з причини збільшення продуктивності сівоzmіни (і одночасно виносу калію) до 42,1-47,5 у другій та до 45,9-50,6 ц/га у третій її ротаціях (табл.2).

2. Інтенсивність балансу калію у зерно-льono-картопляній сівоzmіні та вміст обмінного калію в дерново-підзолистому супіщаному ґрунті. Стаціонарний дослід № 1, 1966-2001 рр.

№ варіанту	Внесено на 1 га сівозмінної площі ¹⁾				Інтенсивність балансу калію, %			Вміст обмінного калію у ґрунті, шар 0-20 см, K ₂ O мг/кг ²⁾			
	ґній, т		калійні добрива, K ₂ O, кг								
	ротація сівозміни							рік (ротація)			
	I	II і III	I	II і III	I	II	III	1973 (I)	1980 (II)	1987 (III)	2001 (V)
7	-	-	60	86	108,8	81,1	80,6	73	87	110	140
8	10	14	-	-	105,6	79,8	81,2	66	108	112	150
9	5	7	30	43	91,3	67,0	79,9	83	93	106	141

¹⁾ Фон: 1) CaCO₃ - норма за Г.К. один раз у кожену ротацію;
2) ротація I – вар. 7 - N₄₅P₂₆, вар. 9 – N₂₀P₁₃; ротації II і III – вар.7 –N₆₄P₃₆, вар. 9 – N₃₂P₁₈.

²⁾ Вміст обмінного калію до закладання досліді – 52 мг/кг ґрунту

Навіть за від’ємного балансу вміст обмінного калію в ґрунті з кожною наступною ротацією сівоzmіни збільшувався, досягаючи за 21 рік 106-112 мг/кг ґрунту. Ця закономірність зберігалась і протягом наступних ротацій сівоzmіни. За

35 років досліджень вміст обмінного калію в ґрунті збільшився з 52 до 140-150 мг/кг ґрунту.

Таким чином, незважаючи на від'ємний баланс калію у сівоzmіні (інтенсивність балансу в середньому за три ротації 79,4-88,9 %) під впливом тривалої дії різних систем удобрення вміст обмінного калію у ґрунті поступово (у середньому на 2,6-2,8 мг/кг ґрунту щороку) збільшується, що відбувається за рахунок вивільнення калію зі сполук, які є важкодоступними.

Подібні балансові дослідження були одночасно проведені в іншому стаціонарному польовому досліді, розміщеному на більше окультуреному дерново-підзолистому супіщаному ґрунті: неодноразово вапнованому та угноєному попередніми десятиріччями, з ліпшими фізико-хімічними та агрохімічними властивостями і вищою продуктивністю зерново-льono-картопляної сівоzmіні – 59,0-59,2 ц/га зернових одиниць (дослід 2).

За інтенсивності балансу калію в сівоzmіні 62,4 % вихідний вміст обмінного калію майже не змінювався, а за балансу 87,9 % – відбувалось збільшення вмісту обмінного калію за ротацію зі 165 до 200 мг/кг ґрунту (табл. 3).

**3. Інтенсивність балансу калію у зерново-льono-картопляній сівоzmіні та вміст обмінного калію в окультуреному дерново-підзолистому супіщаному ґрунті.
Стаціонарний дослід № 2, перша ротація сівоzmіни, 1986-1994 рр.**

№ варіанту	Внесено на 1 га сівоzmінної площі ¹⁾		Інтенсивність балансу калію, %	Вміст обмінного калію у ґрунті, шар 0-20 см, K ₂ O, мг/кг	
	ґній, т	калійні добрива, K ₂ O, кг		1986 р.	1992 р.
15	11,7	80	62,4	180	172
8	11,7	160	87,9	165	200

¹⁾ Фон удобрення: CaCO₃ – норма за Г.К.; вар.15 – N₅₃P₅₄; вар.8 – N₁₀₆P₁₀₈

Підсумовуючи результати тривалих балансових досліджень калію, проведених у двох стаціонарних польових дослідях і аналізуючи зміни, що відбувались із вмістом обмінного калію у ґрунті, можна зробити такий висновок: суттєве збільшення вмісту обмінного калію в дерново-підзолистому супіщаному ґрунті відбувається вже за від'ємного балансу калію в сівоzmінах західного Полісся з інтенсивністю в межах 80-89 %, що слід враховувати у побудові систем удобрення в цій зоні.

Висновки

1. Застосування азотних добрив (N_{30; 60}) під озиме жито на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах західного Полісся супроводжувалось утворенням у ґрунті додаткового азоту ("екстра-азоту"), частину якого (до 12,9 кг/га) спожили рослини озимого жита, що є причиною значного завищення реальних коефіцієнтів використання цього елемента з добрив (до 31,2 %) встановлених ізотопним (¹⁵N) методом.

2. Конюшина, як бобовий попередник озимого жита, сприяла суттєвому зменшенню кількості "екстра-азоту" – до 10 раз, порівняно зі злаковим попередником – тимофіївкою, що є позитивним явищем – сприяє збереженню органічної речовини ґрунту.

3. Тривале застосування органічних і мінеральних добрив у сівоzmінах Західного Полісся України сприяє процесу переходу калію дерново-підзолистих

супіщаних ґрунтів з важкодоступного в обмінний, з накопиченням останнього вже за від'ємного балансу калію з інтенсивністю 80 %. При цьому, середньорічне збільшення вмісту обмінного калію становить 2,6-2,8 мг/кг ґрунту.

4. У сівозмiнах Західного Полісся, розміщених на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах, можливим є від'ємний баланс калію (80 % і більше) без утрати продуктивності та з поступовим підвищенням вмісту обмінного калію в ґрунті, що слід враховувати в системах удобрення в цій природній зоні.

Список використаної літератури

1. Кореньков Д.А., Руделев Е.В. О распределении минерального азота почвы и удобрений в системе почва – растение // Почвоведение. – 1988. – № 3. – С. 107-113.
2. Умаров М.М. Несимбиотическая азотфиксация в фитоплане и ее роль в балансе азота в почве // Тез. Докл. совещ. по Международ. программе ЮНЕСКО. Человек и биосфера. Проект 9а "Экол. оценка последствий использ. удобр. в назем. и пресновод. экосистемах". – Пуццино, 1982. – С. 42-43.
3. Лукин С.М., Шилова Н.А., Ермакова Л.И. Калийные удобрения на дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах // Агрохимический вестник. – 1997. - № 4. – С. 34-35.
4. Кулаковская Т.Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев. – Минск: Ураджай, 1978. – С. 206-213.
5. Кореньков Д.А. Агрохимия азотных удобрений. – М.: Наука, 1976. – 208 с.
6. Білоненко Г.М., Івашина А.Д., Мірошніченко М.М. Зміна складу органо-мінеральних колоїдів супіщаних ґрунтів України при різних прийомах інтенсифікації сільськогосподарського виробництва // Агрохімія і ґрунтознавство. – 1993. – випуск 56. – С. 36-45.
7. Котвицький Б.Б. Вплив добрив на азотфіксацію конюшиною червоною та послідуєuche використання азоту зерновими культурами в західному Поліссі // Вісник аграрної науки південного регіону. – 2006. - № 7. – С. 35-41.

Стаття надійшла до редакції 20.03.2013

"EXTRA-NITROGEN" AND POTASSIUM IN THE SOD-PODZOLIC SOILS IN WESTERN POLISSYA OF UKRAINE

B.B. Kotvytskiy

Volyn state agricultural experimental station

(viapv@mail.ru)

With long-term research in the balance of nitrogen and potassium in crop rotations using labeled (^{15}N) nitrogen are determined regularities and parameters of "extra-nitrogen" and potassium formation depending on fertilization and advanced crop and accumulation of exchangeable potassium in sod-podzolic loamy sand soil.

Key words: sod-podzolic soil, fertilizer system, the labeled nitrogen, crop rotation, balance, "extra-nitrogen" and potassium.

УДК631.51.631.8:631.452 (477.42)

ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ РОДЮЧОСТІ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОГО СУПІЩАНОГО ҐРУНТУ ПІД ВПЛИВОМ ТРИВАЛОГО ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ СПОСОБІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ І СИСТЕМ УДОБРЕННЯ

Г.М. Кочик, О.В. Лазаренко

Інститут сільського господарства Полісся НААН

(isgpkor@rambler.ru)

Досліджено впродовж 27 років зміни гумусового стану, фосфорного і калійного режимів у дерново-підзолистому супіщаному ґрунті, а також продуктивність орної землі за три ротації 9-пільної сівозміни залежно від застосування різних способів основного обробітку ґрунту і систем удобрення. Тривале вирощування культур без застосування органічних і мінеральних добрив призводить до деградації орного шару дерново-підзолистого супіщаного ґрунту та невідновлюваних втрат його родючості. За систематичного внесення органічних добрив у дозі 7,8 т гною та мінеральних $N_{57}P_{63}K_{70}$ кг д. р. на 1 га сівозмінної площі продуктивність культур підвищується на 60-67 % порівняно з неудобреним фоном; забезпечується стабільність вмісту гумусу з тенденцією до його збільшення: темпи гуміфікації щорічно становлять за оранки 0,09 т/га, за безвідвальних способів обробітку – 0,24-0,26 т/га. За такої системи удобрення запаси гумусу в орному шарі ґрунту (0-20 см) збільшилися на 11,8-28,4 %, рухомого фосфору в 2,9-3,3 раза, обмінного калію в 1,4-2,1 раза порівняно з вихідними показниками. Використання в системі удобрення побічної продукції зернових та післязливних культур на зелене добриво на фоні зменшеної вдвічі дози органічних і мінеральних добрив сприяє накопиченню в орному шарі органічної речовини, рухомого фосфору та обмінного калію, може бути резервом підтримання і відтворення родючості дерново-підзолистого супіщаного ґрунту, забезпечує ощадливе використання добрив та підвищує урожайність культур сівозміни на 46-52 % порівняно з неудобреним фоном.

Ключові слова: дерново-підзолистий супіщаний ґрунт, сівозміна, основний обробіток ґрунту, системи удобрення, гумус, фосфор, калій, продуктивність.

Вступ. У зоні Полісся переважають дерново-підзолисті ґрунти, підзолистий процес яких зумовлює сильний винос органічних та мінеральних речовин з верхніх шарів ґрунту, слабкість процесу гуміфікації, інтенсивне розкладання рослинних решток і гною [1]. Поряд з цим в результаті неврахування основних законів землеробства, роздрібнення полів на паї, надмірної розораності угідь, порушення рекомендованих сівозмін, розширення посівів енергоємних культур та зменшення частки бобових культур у сівозмінах відбувається значна деградація ґрунтів зони Полісся – констатовано зменшення вмісту гумусу, зниження вмісту у ґрунтах рухомих сполук поживних речовин, та підвищення кислотності. Крім того, останнім часом у зоні різко знизився рівень застосування органічних і мінеральних добрив. Це вплинуло на те, що втрати поживних речовин з урожаєм, перевищують їх надходження з добривами в середньому на 100-120 кг/га [1, 3]. Проте, принциповою умовою високої продуктивності ріллі і підвищення родючості ґрунту, є створення в системі ґрунт – рослина бездефіцитного балансу гумусу та поживних речовин [4,5].

У зв'язку з цим постає питання контролю рівня родючості ґрунтів зони Полісся, з використанням параметрів вмісту та балансу основних елементів живлення у багаторічній динаміці та дотримання науково обґрунтованих рівнів повернення у ґрунт органічної речовини, з метою визначення шляхів зниження темпів деградації ґрунтів [6].

Методика досліджень. Спостереження за зміною гумусового стану, фосфорного і калійного режимів у ґрунті під впливом різних способів основного обробітку і систем удобрення проводили в стаціонарному довготривалому досліді, закладеному в експериментальному господарстві Інституту сільського господарства Полісся НААНУ в 1982 році на типовому для зони Полісся дерново-сереньопідзолистому супіщаному ґрунті, показники якого характеризувалися такими вихідними параметрами: уміст гумусу в орному (0-20 см) шарі становив 1,02 %, загального азоту – 0,066 %, рухомого фосфору – 7,30 і обмінного калію – 7,45 мг на 100 г ґрунту, рН сольовий 4,9.

Дослідження проводили в експериментальній 9-пільній сівозміні з таким чергуванням культур: у першій ротації (1982-1990 рр.) – жито озиме, картопля, овес з підсівом конюшини, конюшина лучна, пшениця озима, льон довгунець, кукурудза на силос, пшениця озима, люпин на зелену масу; у другій ротації (1990-1999 рр.) – жито озиме, картопля, овес з підсівом конюшини, конюшина лучна, пшениця озима, кукурудза на силос, ячмінь з підсівом конюшини, конюшина лучна, пшениця озима; у третій ротації (1999-2008 рр.) – жито озиме, картопля, пшениця яра з підсівом конюшини, конюшина лучна, пшениця озима, кукурудза на силос, ячмінь, пелюшко-вівсяна суміш, ріпак ярий.

Тривалий дослід закладено методом розщеплених ділянок: на ділянках першого порядку вивчали способи основного обробітку ґрунту з посівною площею 529 м², на ділянках другого порядку – системи удобрення з обліковою площею – 72 м². Повторність у досліді – триразова.

Варіанти основного обробітку ґрунту базувалися на проведенні (а) систематичної оранки: під просапні культури на глибину 20-22 см і 18-20 см – під інші культури сівозміни, (б) обробітку дисковими знаряддями на 8-10 см і (в) плоскорізними – на 18-20 см.

На варіантах зазначених способів основного обробітку ґрунту дослідженню підлягали три варіанти удобрення культур, які передбачали: *фон 0* – без добрив (контроль – на фоні природної родючості, ґрунт не удобрювали з 1982 року); *фон 1* – загальноприйнята для зони Полісся система удобрення із щорічним внесенням на 1 га сівозмінної площі 7,8 т гною і N₅₇P₆₃K₇₀ кг д. р. мінеральних добрив; *фон 2* – альтернативна система удобрення – в першій ротації вносили щорічно 11,7 т гною і N₇₅P₁₀₂K₁₁₅ мінеральних добрив на 1 га сівозмінної площі, у другій – 3,9 т гною + N₁₀P₁₀K₁₅ + 0,7 т соломи + 2,2 т сидерату, у третій – 3,9 т гною + N₂₈P₃₂K₃₇ + 0,7 т соломи + 2,2 т зеленої маси сидерату. Як сидеральне добриво використовували післяжнивний люпин.

Агрохімічні дослідження виконували згідно з загальноприйнятими методиками. Вміст у ґрунті загального гумусу визначали за методом І.В. Тюріна, вміст рухомих форм фосфору і калію – за Кірсановим.

Результати досліджень. Одним із найголовніших показників оцінки родючості ґрунту є уміст у ньому гумусу. Виявили, що вміст загального гумусу в орному шарі (0-20 см) дерново-підзолистого супіщаного ґрунту залежно від систем удобрення і способів основного обробітку ґрунту коливається в межах

0,91-1,37 %, а запаси гумусу в кореневмісному шарі – 28-37 т/га. Порівняно низькі запаси гумусу зумовлені природою ґрунту, гранулометричний склад якого на 90-95 % представлено фізичним піском. Мізерний вміст мулистої фракції на фоні промивного типу водного режиму не забезпечують належного синтезу і закріплення гумусу в дерново-підзолистому супіщаному ґрунті.

Формування гумусового стану ґрунту визначається рівновагою двох постійно діючих процесів – мінералізації гумусу і синтезу новоутворених гумусових речовин (гуміфікація).

Дані табл. 1 вказують на те, що за тривалого застосування поверхневого і плоскорізного обробітків в орному шарі ґрунту гумусу накопичується більше, ніж у ґрунті під оранкою. Крім того, за безвідвальних способів обробітку гумус концентрується у поверхневому (0-10 см) шарі ґрунту, де його вміст збільшується на 18 %, порівняно з оранкою. На орних ділянках спостерігається рівномірний розподіл гумусу в просторі орного шару. Уміст гумусу у підорному шарі не залежить від способів основного обробітку. Вважаємо, що нагромадженню гумусу у верхньому шарі ґрунту сприяє не власне ступінь розпушування ґрунту, а кількість і характер розкладання органічних добрив та рослинних решток, які є основним джерелом органічної речовини.

1. Зміни вмісту і запасів гумусу в орному шарі ґрунту за три ротації сівозміни

Рік, ротація	Показник	Система удобрення і варіант обробітку ґрунту								
		Фон 0			Фон 1			Фон 2		
		1	4	5	1	4	5	1	4	5
1982	Уміст, %	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
1990	Уміст, %	0,99	1,01	1,03	1,06	1,18	1,18	1,24	1,37	1,35
1982-1990 I ротація	Зміни (ЕД) умісту, %	-0,03	-0,01	0,01	0,04	0,17	0,16	0,22	0,35	0,33
	запасу, т/га	-0,80	-0,30	0,20	1,10	4,40	4,40	5,90	9,40	8,90
	за 1 рік, т/га	-0,09	-0,03	0,02	0,12	0,49	0,49	0,66	1,04	0,99
1999	Уміст, %	0,95	1,00	1,04	1,10	1,24	1,26	1,14	1,24	1,26
1991-1999 II ротація	Зміни (ЕД) умісту, %	-0,04	-0,01	0,01	0,04	0,06	0,08	-0,10	-0,13	-0,09
	запасу, т/га	-1,00	-0,60	0,10	0,30	0,90	0,70	-2,70	-4,50	-1,90
	за 1 рік, т/га	-0,11	-0,07	0,01	0,03	0,10	0,08	-0,30	-0,50	-0,21
1982-1999 за дві ротації	Зміни (ЕД) умісту, %	-0,07	-0,02	0,02	0,08	0,22	0,24	0,12	0,22	0,24
	запасу, т/га	-1,80	-0,90	0,30	1,40	5,30	5,10	3,20	4,90	7,00
	за 1 рік т/га	-0,10	-0,05	0,02	0,08	0,29	0,28	0,18	0,27	0,39
2008	Уміст, %	0,91	0,95	0,99	1,14	1,31	1,30	1,06	1,20	1,21
2000-2008 III ротація	Зміни (ЕД) умісту, %	-0,04	-0,05	-0,05	0,04	0,07	0,04	-0,08	-0,04	-0,05
	запасу, т/га	-1,20	-1,60	-1,40	0,90	1,80	1,30	-2,20	-0,70	-1,50
	за 1 рік, т/га	-0,13	-0,18	-0,16	0,10	0,20	0,14	-0,24	-0,08	-0,17
1982-2008 за три ротації	Зміни (ЕД) умісту, %	-0,11	-0,07	-0,03	0,12	0,29	0,28	0,04	0,18	0,19
	запасу, т/га	-3,00	-2,50	-1,10	2,30	7,10	6,40	1,00	4,20	5,50
	за 1 рік, т/га	-0,11	-0,09	-0,04	0,09	0,26	0,24	0,04	0,16	0,20
Примітка. Обробіток ґрунту: 1 – Оранка, під просапні культури на глибину 20-22 см і під інші культури – 18-20 см, 4 – Дискування на глибину 8-10 см, 5 – Плоскорізний обробіток на глибину 18-20 см										

Баланс гумусу в орному шарі ґрунту за період 1982-2008 рр. на неудобреному фоні був дефіцитним. В кінці третьої ротації сівозміни (2008 р.)

уміст загального гумусу в орному шарі ґрунту за всіх способів основного обробітку зменшився, порівняно з вихідним показником (1,02 %): за оранки – на 0,11 %, дискування – на 0,07 %, плоскорізного обробітку – на 0,03 %. У відносних показниках зменшення гумусу порівняно з вихідним умістом становило: за оранки – 10,8 %, дискування – 6,9 %, плоскорізного обробітку – 3,0 %. Поряд з цим встановлено, що застосування менш інтенсивних способів основного обробітку знижує процес мінералізації органічної речовини в ґрунті. Так, за оранки щорічні втрати гумусу в першій, другій і третій ротаціях сівозміни становили 0,09-0,13 т/га, тоді як за способів безвідвального обробітку зменшилися в 1,2-4,5 рази і становили 0,02-0,18 т/га. В цілому за період досліджень втрати гумусу за оранки в 1,2-2 рази більші порівняно з безвідвальним обробітком. Це вказує на те, що темпи мінералізації за беззмінної оранки вищі, що зумовлюється інтенсивнішим розпушуванням ґрунту, порівняно з безвідвальним обробітком.

Результати досліджень дали змогу заключити, що вирощування культур на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті без застосування органічних і мінеральних добрив (фон-0) не забезпечує повного відтворення гумусу, тобто веде до падіння рівня родючості. Такий ґрунт втрачає структуру, переущільнюється (1,45-1,49 г/см³), відрізняється підвищеною твердістю (більше 15 кг/см² протягом вегетації культур). Це вказує на те, що в регіоні Полісся в сівозміні з одним полем багаторічних бобових трав без унесення добрив неможливо підтримувати позитивний баланс гумусу в дерново-підзолистому супіщаному ґрунті тільки за рахунок системи основного обробітку.

Систематичне застосування впродовж трьох ротацій 9-пільної сівозміни загальноприйнятої системи удобрення, якою передбачалося внесення на 1 га сівозмінної площі 7,8 т гною і N₅₇P₆₃K₇₀ кг д. р. мінеральних добрив забезпечує стійкий позитивний баланс гумусу в шарі ґрунту 0-20 см за всіх способів обробітку. В кінці третьої ротації сівозміни (2008 р) на фоні такої системи удобрення уміст загального гумусу в орному шарі ґрунту збільшився порівняно з вихідним його умістом (1,02 %): у абсолютних відсотках: за оранки – на 0,12 %, за дискування – на 0,29 %, плоскорізного обробітку – на 0,29 %, у відносних збільшення становило 11,8-28,4 %. В кінці третьої ротації сівозміни уміст гумусу в ґрунті на фоні загальноприйнятої системи удобрення був на 25% вищим порівняно з неудобреним фоном. Тобто система удобрення, яка передбачає застосування в сівозміні органічних і мінеральних добрив у загальноприйнятих дозах забезпечує стабільність гумусового стану, з тенденцією до підвищення з 1,02 % до 1,14-1,31 %, забезпечуючи розширене відтворення його родючості.

Темпи гуміфікації (синтез органічної речовини) в першій ротації сівозміни знаходились в межах 0,12-0,49 т/га за рік, в другій - 0,03-0,10 т/га, в третій – 0,10-0,20 т/га. В цілому за період досліджень (1982-2008 рр.) за такої системи удобрення на фоні оранки накопичується 0,09 т/га гумусу щорічно, тоді як за безвідвальних способів обробітку – 0,24-0,26 т/га, тобто в 2,7-2,9 рази більше. Зазначене вказує, що при застосуванні безвідвального обробітку на фоні загальноприйнятих доз органічних і мінеральних добрив посилюється процес гуміфікації.

Своєрідно склався гумусовий баланс на фоні альтернативної системи удобрення (фон 2). Якщо у першій ротації сівозміни під впливом підвищених (у 1,5 рази) доз органічних і мінеральних добрив запаси гумусу зросли, то у другій і третій ротаціях, за умови включення елементів біологізації, формування врожаїв відбувалось за рахунок мінералізації запасів гумусу, нагромаджених у першій ротації, баланс його став дефіцитним. Тобто, альтернативна система

удобрення виявилася менш ефективною порівняно з загальноприйнятою. Проте в цілому за тривалого застосування такої системи удобрення спостерігається позитивний баланс гумусу, темпи гуміфікації за оранки становили 0,04 т/га, а за безвідвального обробітку вони збільшилися в 4-5 разів і становили 0,16-0,20 т/га. В кінці третьої ротації сівозміни загальноприйнята система удобрення за умістом гумусу у ґрунті переважала альтернативну на 7,1-7,6 %. Таким чином альтернативна система удобрення, що передбачає заорювання побічної продукції зернових культур в поєднанні з вирощуванням люпину на сидерат може бути резервом підтримання родючості дерново-підзолистого супіщаного ґрунту і забезпечує ощадливе використання мінеральних і органічних добрив.

Спостереження за фосфорним і калійним режимами ґрунту (табл. 2 і 3) показали, що баланс елементів живлення формувався, головним чином, під впливом системи удобрення і в незначній мірі залежно від способів обробітку ґрунту. На початку досліджень забезпеченість дерново-підзолистого супіщаного ґрунту рухомими формами фосфору була середньою (7,3 мг/100 г ґрунту), калію – низькою (7,5 мг/100 г ґрунту). В кінці третьої ротації сівозміни рівень забезпеченості рухомими фосфором і калієм на фоні без добрив був дуже низьким і, відповідно, становив 3,9-4,1 і 3,0-3,4 мг/100 г ґрунту (табл. 2, 3). Тобто, уміст фосфору на неудобреному фоні, порівняно з вихідним умістом, зменшився на 56-63 %, калію – на 40-46 %. Тобто, за вирощування культур без внесення добрив баланс поживних речовин був дефіцитним упродовж трьох ротацій сівозміни з високим щорічним дефіцитом.

2. Зміни вмісту і запасів фосфору в орному шарі ґрунту за три ротації сівозміни

Рік, ротація	Показник	Система удобрення і варіанти обробітку ґрунту								
		Фон 0			Фон 1			Фон 2		
		1	4	5	1	4	5	1	4	5
1982	Уміст, мг/100 г	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3
1990	Уміст, мг/100 г	6,55	6,75	6,20	13,50	12,85	12,35	16,10	15,85	19,00
1982-1990 I ротація	Зміни (ЕД _д) умісту, мг/100 г	-0,75	-0,55	-1,10	6,20	5,55	5,05	8,80	8,55	11,70
	запасу, кг/га	-21,0	-5,9	-30,4	162,7	148,1	144,4	237,4	230,3	303,8
	за 1 рік, кг/га	-2,3	-0,7	-3,4	18,1	16,5	16,0	26,4	25,6	33,8
1999	Уміст, мг/100 г	4,60	4,45	4,00	17,90	17,10	15,65	13,35	12,50	12,30
1991-1999 II ротація	Зміни (ЕД _д) умісту, мг/100 г	-1,95	-2,30	-2,20	4,40	4,25	3,30	-2,75	-3,35	-6,70
	запасу, кг/га	-51,9	-74,7	-60,9	122,1	110,8	66,2	-73,6	-93,0	-166,5
	за 1 рік, кг/га	-5,8	-8,3	-6,8	13,6	12,3	7,4	-8,2	-10,3	-18,5
1982-1999 за дві ротації	Зміни (ЕД _д) умісту, мг/100 г	-2,70	-2,85	-3,30	10,60	9,80	8,35	6,05	5,20	5,00
	запасу, кг/га	-72,9	-80,6	-91,3	284,8	258,9	210,6	163,8	137,3	137,3
	за 1 рік, кг/га	-4,1	-4,5	-5,1	15,8	14,4	11,7	9,1	7,6	7,6
2008	Уміст, мг/100 г	4,10	4,15	3,90	20,95	24,40	24,15	15,60	20,20	18,30
2000-2008 III ротація	Зміни (ЕД _д) умісту, мг/100 г	-0,50	-0,30	-0,10	3,05	7,30	8,50	2,25	7,70	6,00
	запасу, кг/га	-14,0	-6,9	-3,0	68,6	193,4	229,4	58,9	199,5	156,8
	за 1 рік, кг/га	-1,6	-0,8	-0,3	7,6	21,5	25,5	6,5	22,2	17,4
1982-2008 за три ротації	Зміни (ЕД _д) умісту, мг/100 г	-3,20	-3,15	-3,40	13,65	17,10	16,85	8,30	12,90	11,00
	запасу, кг/га	-86,9	-87,5	-94,3	353,4	452,3	440,0	222,7	336,8	294,1
	за 1 рік, кг/га	-3,2	-3,2	-3,5	13,1	16,8	16,3	8,2	12,5	10,9

Примітка. Обробіток ґрунту: 1 – Оранка, під просапні культури на глибину 20-22 см і під інші культури – 18-20 см, 4 – Дискування на глибину 8-10 см, 5 – Плоскорізний обробіток на глибину 18-20 см

Тривале застосування добрив позитивно позначилося на формуванні поживного режиму ґрунту й істотно вплинуло на його родючість. За загальноприйнятої системи удобрення впродовж трьох ротацій створився агрофон з високим умістом у ґрунті рухомого фосфору – 20,9-24,4 мг на 100 г ґрунту (оптимальний уміст 15-18 мг на 100 г ґрунту) і середнім умістом рухомого калію – 10,5-14,7 мг/100 г ґрунту. Отже, за розрахунками, фосфору надходило в ґрунт в 2,1-2,2 раза, а калію в 1,7-1,8 раза більше, ніж витрачалося. З літературних джерел відомо, що на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся, оптимальна інтенсивність балансу, за якої забезпечується підвищення родючості ґрунту і висока врожайність польових культур повинна становити для фосфору 200-250, калію 120-150 %. Проведені нами багаторічні дослідження вказують на те, що в загальноприйнятій системі удобрення з метою раціонального використання фосфорних добрив їх дози можна зменшити.

3. Зміни вмісту калію в орному шарі ґрунту за три ротації сівозміни

Рік	Показник	Система удобрення і варіант обробітку ґрунту								
		Фон 0			Фон 1			Фон 2		
		1	4	5	1	4	5	1	4	5
1982	Уміст, мг/100 г	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45
1990	Уміст, мг/100 г	4,20	4,05	4,40	7,55	8,30	7,55	11,70	11,35	9,65
1982-1990 I ротація	Зміни (ІА) умісту, мг/100 г	-3,25	-3,40	-3,05	0,10	0,85	0,10	4,25	3,90	2,20
	запасу, кг/га	-88,2	-93,4	-83,4	1,8	23,3	2,3	115,2	104,7	51,9
	за 1 рік, кг/га	-9,8	-10,4	-9,3	0,2	2,6	0,3	12,8	11,6	5,8
1999	Уміст, мг/100 г	3,90	3,65	4,20	7,60	8,90	8,60	6,80	5,55	5,15
1991-1999 II ротація	Зміни (ІА) умісту, мг/100 г	-0,30	-0,40	-0,20	0,05	0,60	1,05	-4,90	-5,80	-4,50
	запасу, кг/га	-7,8	-11,7	-6,3	0,4	10,1	19,2	-134,1	-160,7	-115,8
	за 1 рік, кг/га	-0,9	-1,3	-0,7	0,0	1,1	2,1	-14,9	-17,9	-12,9
1982-1999 за дві ротації	Зміни (ІА) умісту, мг/100 г	-3,55	-3,80	-3,25	0,15	1,45	1,15	-0,65	-1,90	-2,30
	запасу, кг/га	-96,0	-105,1	-89,7	2,2	33,4	21,5	-18,9	-56,0	-63,9
	за 1 рік, кг/га	-5,3	-5,8	-5,0	0,1	1,9	1,2	-1,1	-3,1	-3,6
2008	Уміст, мг/100 г	3,00	3,40	3,20	10,50	14,70	13,30	9,50	9,90	9,20
2000-2008 III ротація	Зміни (ІА) умісту, мг/100 г	-0,90	-0,25	-1,00	2,90	5,80	4,70	2,70	4,35	4,05
	запасу, кг/га	-24,7	-6,1	-26,9	71,7	185,6	127,8	71,5	116,4	107,0
	за 1 рік, кг/га	-2,7	-0,7	-3,0	8,0	20,6	14,2	7,9	12,9	11,9
1982-2008 за три ротації	Зміни (ІА) умісту, мг/100 г	-4,45	-4,05	-4,25	3,05	7,25	5,85	2,05	2,45	1,75
	запасу, кг/га	-120,7	-111,2	-116,6	73,9	219,0	149,3	52,6	60,4	43,1
	за 1 рік, кг/га	-4,5	-4,1	-4,3	2,7	8,1	5,5	1,9	2,2	1,6

Примітка. Обробіток ґрунту: 1 – Оранка, під просапні культури на глибину 20-22 см і під інші культури – 18-20 см, 4 – Дискування на глибину 8-10 см, 5 – Плоскорізний обробіток на глибину 18-20 см

На удобреному фоні 2 (альтернативна система удобрення) баланс поживних речовин мав свої особливості. За внесення у першій ротації підвищених доз органічних і мінеральних добрив спостерігали позитивний баланс фосфору і калію, який був навіть вищим, ніж на фоні 1. Однак, після зменшення у другій ротації доз гною баланс поживних речовин став дефіцитним. Використання у третій ротації сівозміни відновлювальних біологічних засобів, таких як заорювання соломи зернових у поєднанні з вирощуванням люпину на сидерат, і зменшеній удвічі дозі органічних і мінеральних добрив сприяло щорічному накопиченню в орному шарі ґрунту доступних форм фосфору в кількості 9,5-11,9 кг/га з інтенсивністю 128-139 %, обмінного калію – 2,4-8,0 кг/га і

близькою до зрівноваженої інтенсивністю 104-113 %, тобто, сприяло оптимізації фосфорного і калійного режимів.

В цілому за три ротації сівозміни за альтернативної системи удобрення уміст рухомих форм фосфору в ґрунті, порівняно з вихідним, збільшився в 2,1-2,8 раза, калію – в 1,2-1,3 раза. Це дає підстави стверджувати, що за умови використання на добриво побічної продукції і бобових сидератів, дози внесення гною і мінеральних добрив можна зменшити. За такої системи удобрення в кінці третьої ротації створюється фон з підвищеним умістом фосфору і середнім – калію. Проте, за альтернативної системи удобрення інтенсивність балансу знизилася порівняно з загальноприйнятою системою удобрення: для фосфору на 83-86 %, калію – на 65-69 %.

За тривалого безвідвального обробітку в кінці третьої ротації на фоні загальноприйнятої системи удобрення уміст рухомих форм фосфору в шарі ґрунту 0-20 см збільшився на 15-16 %, обмінного калію – на 27-49 % порівняно з оранкою. А на фоні альтернативної системи удобрення вміст фосфору збільшився на 17-29 %, обмінного калію – на 4 %.

На фосфорний і калійний режими ґрунту впливають і способи основного обробітку ґрунту. Встановлено, що систематичний безвідвальний обробіток сприяє поліпшенню фосфорного і калійного режимів ґрунту. Так, в кінці 3-ї ротації сівозміни за безвідвального обробітку на удобрених варіантах уміст рухомого фосфору в орному шарі ґрунту був на 15-29 %, калію на 27-40 % вищий порівняно з оранкою. Це означає, що за такого обробітку рослини краще забезпечуються фосфором і калієм, ніж за оранки. Пов'язано це з характером розміщення рослинних залишків та їх мінералізацією в анаеробних умовах, а також поверхневим внесенням органічних і мінеральних добрив.

За період проведення досліджень відбулася диференціація орного шару ґрунту за вмістом поживних речовин. Пошаровий розподіл в ґрунті рухомих форм фосфору і обмінного калію характеризується спільною закономірністю – переважною концентрацією поживних речовин у поверхневому (0-10 см) шарі за обробітку ґрунту без обертання скиби і рівномірним розподілом їх в орному шарі за оранки. Так, на варіантах безвідвального обробітку в шарі ґрунту 0-10 см уміст фосфору і калію був на 8-10 % вищим ніж, за звичайної оранки.

Результати тривалого польового дослідження засвідчили, що продуктивність агроценозів значно залежить від родючості дерново-підзолистого супіщаного ґрунту. Ефективна родючість такого ґрунту забезпечує агропотенціал культур, які вирощуються в поліському регіоні на таких рівнях: пшениці озимої 2,4-3,8 т/га, жита озимого – 2,1-4,0 т/га, ячменю ярого 1,4-2,8 т/га, картоплі 7,3-22,0 т/га кукурудзи на силос (суха речовина) 17,7-34,3 т/га, конюшини (сіно) 5,1-8,7 т/га, пелюшко-вівсяної сумішки 1,8-2,6 т/га, пшениці ярої 1,1-2,4 т/га, насіння ріпаку ярого - 0,8-1,5 т/га.

Продуктивність 9-пільної зерно-просапної сівозміни, залежно від способів основного обробітку ґрунту і внесення добрив, в середньому за три ротації варіювала в межах 2,85-4,89 т/га к. од. у розрахунку на гектар сівозмінної площі (табл. 4). Аналіз проведених розрахунків показав, що на продуктивність сівозміни більше впливали системи удобрення, ніж способи основного обробітку ґрунту. Тривала відсутність удобрення призвела, до зниження продуктивності сівозміни (в середньому за три ротації сівозміни на рівні 2,85-3,05 т/га к. од.). Систематичне внесення на 1 га сівозмінної площі 7,8 т гною + $N_{57}P_{63}K_{70}$ забезпечило порівняно високу, як для зони Полісся, продуктивність

сівозміни – на рівні 4,75-4,89 т/га к. од. і збільшення виходу кормових одиниць на 60-67 % порівняно з неудобреним фоном. Альтернативна система удобрення, яка передбачає використання побічної продукції та люпину на сидерат забезпечує в середньому за три ротації сівозміни продуктивність на рівні 4,3-4,4 т/га, однак, вихід кормових одиниць зменшується на 9 %. Тобто використання на добриво побічної продукції рослинництва і бобових сидератів дає змогу зменшити кількість органічних і мінеральних добрив без істотного зменшення продуктивності культур сівозміни. За даної структури посівних площ і системи удобрення переважного впливу будь-якого способу обробітку ґрунту на продуктивність сівозміни не виявлено. В середньому за три ротації сівозміни відхилення показників продуктивності від контрольного варіанту (оранки на 18-20 см) становили 0,9-2,0 ц/га або 2-7 %. Тобто продуктивність сівозміни, що базується на застосуванні способів безвідвального обробітку не поступається продуктивності сівозміни, що базується на оранці.

4. Продуктивність сівозміни за три ротації

Спосіб і глибина основного обробітку ґрунту	Фон удобрення	Продуктивність сівозміни за 1982-2008 рр.		
		збір кормових одиниць, ц/га	зміни, %	
			обробіток	удобрення
Оранка, 18-20 см	0	30,5	-	-
	1	48,9	-	60,3
	2	44,4	-	45,6
Дискування, 8-10 см	0	29,5	-3,3	-
	1	47,9	-2,1	-62,4
	2	43,5	-2,0	47,5
Плоскорізний обробіток, 18-20 см	0	28,5	-6,6	-
	1	47,5	-2,9	66,7
	2	43,2	-2,7	51,6

Висновки. У зоні Полісся тривале впродовж трьох ротацій вирощування культур у 9-пільній сівозміні без удобрення призводить до негативних змін вмісту гумусу і поживних речовин у межах орного шару дерново-підзолистого супіщаного ґрунту. Напруженість гумусового балансу особливо зростає на фоні оранки.

За систематичного внесення гною в дозі 7,8 т та мінеральних добрив $N_{57}P_{63}K_{70}$ кг д. р. на 1 га сівозмінної площі продуктивність культур сівозміни підвищується, забезпечується стабільність вмісту гумусу з тенденцією до його накопичення.

Використання в системі удобрення побічної продукції зернових та післяжнивних культур на зелене добриво на фоні зменшених удвічі доз органічних і мінеральних добрив, порівняно з загальноприйнятими, сприяє накопиченню в орному шарі органічної речовини, рухомого фосфору та обмінного калію, може бути резервом підтримання і відтворення родючості дерново-підзолистого супіщаного ґрунту, забезпечує ощадливе використання добрив та підвищує урожайність культур сівозміни на 46-52 % порівняно з неудобреним фоном.

Список використаної літератури

1. Гриник І.В. Родючість ґрунту і ефективність використання ріллі в сівозмінах Полісся залежно від способів застосування соломи на добриво / І.В. Гриник, О.І., Бакун, О.Ю. Бакун О.В. Єгоров // Вісник аграрної науки.- 2009.- С.16-20.
2. Сайко В.Ф. Системи обробітку ґрунту в Україні / В.Ф. Сайко, А.М. Малієнко // Монографія - К: ВД "ЕКМО", 2007.- 44 с.
3. Шакиров Р.С. Биологические факторы земледелия / Р.С. Шакиров, Х.Г. Асхадуллин // Земледелие.- 2006.- № 3.- С. 8-9.
4. Мазур Г.А. Відтворення і регулювання родючості легких ґрунтів: Монографія / Г. А. Мазур.- К: Аграрна наука, 2008.-300 с.
5. Мазур Г.А. Роль гумусу в родючості ґрунтів і відтворення його вмісту / Г.А. Мазур // Вісник аграрної науки.- 2000.- Спецвипуск.- С.16-18.
6. Мазур Г.А. Оптимізація розміщення сільськогосподарських культур залежно від рівня потенційної та ефективної родючості ґрунтів / Г.А. Мазур, М.М. Єрмолаєв, М.А. Ткаченко, П.Д. Гринчук, В.К. Міщук, М.М. Лаврук, О.М. Єрмолаєв // 36. наук праць Інституту землеробства УААН.- К.: ЕКМО, 2003.- Вип. 3.- С. 3-12

Стаття надійшла до редколегії 15.04.2013

CHANGES OF INDEXES OF FERTILITY OF SOD-PODZOLIC LOAMY SAND SOIL UNDER THE INFLUENCE OF THE LONG-TERM APPLICATION OF DIFFERENT METHODS OF PRIMARY SOIL TILLAGE AND FERTILIZATION SYSTEMS

G.N. Kochyk, O.V. Lazarenko

Institute of Agriculture of Polissya of NAAS

(isgpkor@rambler.ru)

It has been investigated for 27 years changes of the humus condition, phosphorus and potassium regimes in sod-podzolic loamy sand soil, as well as productivity of arable land in the three rotation of 9th saw crop rotation depending on the use of different methods of primary soil tillage and the fertilization systems. Prolonged growing of crops without the use of organic and mineral fertilizers degrades arable layer of sod-podzolic loamy sand soil and non-renewable losses its fertility. With regular application of organic fertilizer at a dose of 7.8 tons of manure and mineral N₅₇P₆₃K₇₀ kg (effective agent) per 1 ha of crop rotation area, crop productivity is increasing by 60-67% compared to unfertilized background, it has been ensured the stability of humus content with a tendency to its accumulation: the rate of humification annually for plowing is 0.09 t/ha, for boardless soil tillage – 0,24-0,26 t/ha. Under this system of fertilization reserves of humus in arable layer of soil (0-20 cm) were increased by 11,8-28,4%, mobile phosphorus in 2,9-3,3 times, exchangeable potassium in 1,4-2,1 times compared with initial values. Using in fertilization system by-products of grain and stubble crops for green manure on the background of halved doses of organic and mineral fertilizers contributes to the accumulation in the arable layer of organic matter, mobile phosphorus and exchangeable potassium, can be as a reserve of maintenance and reproduction of fertility of sod-podzolic loamy sand soil, provides economical use of fertilizers and increases crop rotation productivity to 46-52% compared with unfertilized background.

Key words: sod-podzolic loamy sand soil, crop rotation, basic soil tillage, fertilization system, humus, phosphorus, potassium, productivity.

УДК 631.84:631.442(447.83)

ВПЛИВ РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ НА АЗОТНИЙ ФОНД ТЕМНО-СІРОГО ОПІДЗОЛЕНОГО ҐРУНТУ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

В. І. Лопушняк

Львівський національний аграрний університет

80831, Львівська обл., м. Дубляни, вул. В. Великого, 1, (Vasyll@mail.ru)

Проаналізовано закономірності зміни вмісту фракцій азоту в ґрунті під впливом різних систем удобрення. Частки мінерального, легкогідролізованого, важкогідролізованого і негідролізованого азоту в загальному його фонді змінюються у незначному діапазоні. Це зумовлено генезою темно-сірого опідзоленого легкосуглинкового ґрунту та його агрохімічними властивостями.

Ключові слова: азот, фракції азоту, темно-сірий опідзолений ґрунт, система удобрення, зерно-просапна сівозміна.

Вступ. Вивчення динаміки вмісту азоту у ґрунті, а також визначення оптимальних шляхів його надходження та забезпечення рослин було і залишається важливим завданням сучасної агрохімічної науки [2]. Тривалі дослідження азотного циклу дають змогу визначити основні шляхи надходження і втрати цього елемента, прогнозувати спрямованість агрохімічних процесів у ґрунті, зміну його родючості, оцінити екологічні наслідки застосування добрив.

Незважаючи на значну кількість публікацій, що стосуються процесів трансформації азоту в агроценозах, досліджень, присвячених вивченню комплексної оцінки азотного фонду у темно-сірому опідзоленому ґрунті, є порівняно небагато.

Метою дослідження є встановити закономірності формування азотного фонду темно-сірого опідзоленого ґрунту під впливом різних систем удобрення культур у короткоротаційній зерно-просапній плодозмінній сівозміні Західного Лісостепу України.

Огляд публікацій за темою. Як важливий біогенний елемент, азот бере участь у формуванні біомаси та є компонентом біохімічного складу живих організмів, слугує елементом живлення автотрофних і гетеротрофних організмів, едафічним чинником регулювання складу, чисельності й активності мікробіоти ґрунту та агрофітоценозів, об'єктом міжвидової конкуренції взаємозв'язків, а також проявляє стехіометричну, синергічну й антагоністичну дію у біосистемах [5; 7].

У ґрунті азот перебуває під постійним впливом двох протилежно спрямованих процесів: розкладу (мінералізації) і міграції за профілем, або зв'язування колоїдними частинками ґрунту та зв'язування його в азотисті органічні сполуки, а також їх акумуляції. Вивченню процесів трансформації азоту у ґрунті приділяється значна увага з боку багатьох дослідників [2; 3; 6].

Об'єкти і методи досліджень. Динаміку азотистих сполук у ґрунті можливо вивчити за умови багаторічних досліджень. У стаціонарному досліді кафедри ґрунтознавства, землеробства та агрохімії Львівського національного аграрного університету проведено дослідження із вивчення впливу різних

систем удобрення на азотний фонд темно-сірого опідзоленого легкосуглинкового ґрунту (тривалість 2001-2012 роки).

Чергування культур у короткоротаційній зерно-просапній плодозмінній сівоzmіні: пшениця озима – буряки цукрові – ячмінь ярий – конюшина лучна.

Схема досліду передбачала варіанти контролю, мінеральної, органічної та органо-мінеральної системи удобрення з різним насиченням органічними добривами: 1. Контроль (без добрив); 2. Мінеральна система удобрення $N_{390}P_{210}K_{430}$ (сума NPK-1030); 3. Органо-мінеральна система удобрення $N_{390}P_{207}K_{430}$, з них $N_{270}P_{150}K_{263}$ внесено з мінеральними добривами (сума NPK-1030, насиченість сівоzmіни органічними добривами – 6,25 т/га сівоzmінної площі); 4. Органо-мінеральна система удобрення $N_{390}P_{210}K_{430}$ (сума NPK-1030), з них внесено з мінеральними добривами $N_{100}P_{170}K_{173}$, насиченість сівоzmіни органічними добривами – 12,5 т/га; 5. Органо-мінеральна система удобрення $N_{390}P_{210}K_{430}$ (сума NPK-1030), з них внесено з мінеральними добривами $N_{50}P_{85}K_{113}$, ступінь насичення органічними добривами – 15,0 т/га сівоzmінної площі; 6. Органічна система удобрення $N_{390}P_{210}K_{430}$ (сума NPK-1030), ступінь насичення органічними добривами – 17,5 т/га.

Як мінеральні добрива у досліді використовували суперфосфат простий гранульований і калійну сіль, які вносили в основне удобрення. Азотні (аміачну селітру) вносили під передпосівний обробіток і в підживлення. Як органічні добрива під буряки цукрові в основне удобрення використовували напівперепрілий соломистий гній великої рогатої худоби, редьку олійну на сидерат і солому пшениці озимої.

Загальна площа дослідних ділянок – 400 м², облікова – 374 м², повторність досліду – триразова, розміщення ділянок систематичне.

Лабораторні аналізи проводили за такими методиками: вміст валового азоту – після озолювання сірчаною кислотою в присутності каталізатора – металічного селену (за методом К'ельдаля); фракційний склад азоту – методом східчастого гідролізу за методом Шконде-Корольової (кип'ятіння ґрунту з 0,5 Н і 5,0 Н розчинами H₂SO₄ впродовж 3 год. Залишковий азот визначали колориметрично з реактивом Неслера [1; 4].

Аналіз результатів досліджень. Дослідженнями встановлено, що у полі буряків цукрових у верхньому шарі ґрунту системи удобрення суттєво впливали на вміст мінерального азоту (табл. 1).

Зокрема, у контрольному варіанті вміст нітратного азоту становив 1,7 мг/кг ґрунту. Мінеральна система удобрення забезпечила зростання цього показника більш, ніж в 1,5 раза – до 2,7 мг/кг ґрунту. Поступове насичення органічними добривами сприяло деякому зниженню вмісту нітратного азоту, порівняно з мінеральною системою, і у варіанті 6 параметр цього показника незначно (на 0,4 мг/кг ґрунту) був вищим, ніж у контрольному.

Вміст амонійного азоту змінювався інакше. Мінеральна система удобрення забезпечила певне, але незначне (на 1,4 мг/кг ґрунту), зростання вмісту амонійного азоту. Внесення органічних добрив сприяло підвищенню параметрів цього показника до 17,6-18,0 мг/кг ґрунту.

Найвищі параметри вмісту амонійного азоту зафіксовано у варіантах 4, 5 і 6 із найбільшим насиченням органічними добривами. Це вказує на позитивний вплив органіки щодо протікання процесів амоніфікації.

1. Вплив систем удобрення на вміст різних фракцій азоту у ґрунті під буряками цукровими (2012 р.)

Варіант досліджу	Вміст різних фракцій азоту у ґрунті ¹⁾ , мг/кг ґрунту					
	мінеральний		легкогідролізований	важкогідролізований	негідролізований	разом
	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺				
1	1,7	13,2	107,0	214,6	848,5	1185,0
	2,2	15,1	113,2	222,8	886,5	1239,8
2	2,7	14,6	111,3	221,0	881,4	1231,0
	2,9	17,4	122,0	240,0	936,1	1318,4
3	2,5	16,1	114,0	226,2	900,2	1259,0
	2,5	19,4	128,0	251,0	991,0	1391,9
4	2,4	17,6	118,7	230,0	902,7	1271,4
	2,4	18,8	136,8	262,0	1028,4	1448,4
5	2,2	18,0	122,0	246,0	950,4	1338,6
	2,3	21,6	139,0	276,2	1090,9	1530,0
6	2,1	17,6	120,8	250,0	956,0	1346,5
	2,2	17,4	137,5	268,1	1067,2	1492,6
НІР _{0,05}	0,07	0,6	5,1	7,5	32,3	
	0,1	0,8	2,4	6,8	22,3	

¹⁾ Верхній рядок – у шарі ґрунту 0-20 см; нижній рядок – 21-40 см

Незважаючи на зниження вмісту нітратного азоту під впливом органо-мінеральної системи удобрення, загальний вміст мінерального азоту зростає, переважно завдяки нагромадженню амонійного. У варіантах 4 і 5 цей показник становив 20,0-20,2 мг/кг ґрунту, що свідчить про кращу забезпеченість азотом.

Легкогідролізований азот є найближчим резервом мінерального азоту. У ґрунті під буряками цукровими його вміст коливався у порівняно невеликому діапазоні – від 107 до 122 мг/кг ґрунту. Найвищий вміст цієї фракції азоту було зафіксовано у варіанті 5, що свідчить про позитивний вплив одночасного застосування органічних і мінеральних добрив. Органічна система (варіант 6) не забезпечувала підвищення вмісту легкогідролізованого азоту порівняно з органо-мінеральною.

Вміст важкогідролізованого азоту коливався у значних межах – 214,6 - 250,0 мг/кг ґрунту, на що впливала кількість внесених органічних добрив. Із зростанням ступеня насиченості системи удобрення у сівозміні органічними добривами вміст важкогідролізованого азоту підвищувався на 14,9-16,8% (у межах 250,0 мг/кг ґрунту).

Вміст негідролізованого азоту коливався в межах 848-956 мг/кг ґрунту. Така велика різниця значною мірою впливала на загальні запаси азоту у ґрунті, які тісно корелювали з показниками негідролізованого азоту. Найнижчі показники цієї фракції азоту були у контрольному варіанті – 848,5 мг/кг ґрунту. Застосування мінеральної системи удобрення сприяло деякому сповільненню мінералізації азотистих сполук. Проте у цьому варіанті негідролізованого азоту було менше, ніж у варіанті з органо-мінеральною системою – на 18,8-69,0 мг/кг ґрунту. Вміст його залежав від насичення органічними добривами. Найвищі параметри в умовах дослідження забезпечила органічна система удобрення (варіант 6), яка незначно (на 5,6 мг/кг ґрунту) переважала органо-мінеральну систему удобрення (варіант 5).

Фонд азоту темно-сірого опідзоленого ґрунту істотно змінювався залежно від різних систем удобрення. Зокрема, у контролі вміст азоту становив

1185,0 мг/кг. Мінеральна система забезпечувала підвищення загального вмісту азоту до 1231,0 мг/кг ґрунту, або на 46 мг/кг ґрунту. Застосування органо-мінеральної системи удобрення сприяло зростанню показника загального вмісту азоту до 1338,6-1346,5 мг/кг ґрунту, що на 12,9-13,6% більше від контрольного варіанта.

Розглядаючи показники вмісту різних фракцій азоту у підорному (21-40 см) шарі у полі буряків цукрових, слід зазначити, що як у верхньому так і у нижньому шарах, тенденції до зміни азотного фонду були подібними. Проте були і деякі відмінності. Зокрема, підвищення абсолютних показників вмісту нітратного та амонійного азоту в підорному шарі сприяло зростанню вмісту мінерального азоту у підорному шарі та кращому забезпеченню цим елементом культури буряків цукрових із 17,3 мг/кг на контролі до 24 мг/кг у варіанті 5, де застосовували органо-мінеральну систему удобрення із найбільшим насиченням органічними добривами.

Загальний фонд азоту в підорному шарі ґрунту у полі буряків цукрових перевищував показники верхнього шару і також змінювався залежно від системи удобрення. Мінеральна система забезпечила підвищення загального вмісту азоту порівняно з контролем на 6,3%. Органо-мінеральна система удобрення сприяла ще більшій різниці вмісту загального азоту в підорному шарі досліджуваного ґрунту. Ця різниця зростала зі збільшенням норми органічних добрив і становила 120,4-123,4% порівняно з контролем.

У структурі азотного фонду ґрунту частка мінерального азоту становить 1,3-1,6%, легкогідролізованого – 9,0-9,4%, важкогідролізованого – 18,0-18,6%, негідролізованого – 71,0-71,6%.

Незважаючи на значні розбіжності в абсолютних показниках вмісту азоту різних фракцій, відносний їх вміст коливається у незначних межах, що, очевидно, зумовлено генетичними характеристиками ґрунту.

У полі пшениці озимої (табл. 2) спостерігали деякі відмінності у формуванні азотного фонду ґрунту, порівняно із полем буряків цукрових. Динаміка вмісту нітратного азоту в орному і підорному шарах майже не відрізнялася за варіантами досліду. Виняток становив варіант із мінеральною системою удобрення, де показник нітратного азоту у підорному шарі переважав аналогічний в орному шарі на 0,4 мг/кг ґрунту. Це вказує на позитивний вплив мінеральних добрив на рухомість нітратів за профілем ґрунту, що призводить до непродуктивних його втрат.

У верхньому шарі ґрунту вміст мінерального азоту був дещо вищим, ніж у нижньому. Це можна пояснити певною стабілізацією органічної речовини у ґрунті у полі пшениці озимої, чого не спостерігали у полі буряків цукрових, технологія вирощування яких обумовлює більш активну мінералізацію органічних сполук.

Проте у варіанті з мінеральною системою удобрення відзначалося підвищення вмісту мінерального азоту у нижньому шарі порівняно з верхнім. Це вказує на те, що у полі пшениці озимої збереглася негативна тенденція щодо впливу мінеральних добрив на органічну речовину ґрунту та закріплення мінерального азоту у верхньому шарі ґрунту.

Загалом показники азотного фонду у полі пшениці озимої суттєво відрізнялися від показників у полі буряків цукрових. Насамперед, вони були дещо вищими. Іншою істотною відмінністю було те, що у верхньому шарі вміст

азоту був вищим, ніж у нижньому. У контрольному варіанті показники вмісту азоту у верхньому і нижньому шарах ґрунту були однаковими.

2. Вплив систем удобрення на вміст різних фракцій азоту у ґрунті під пшеницею озимою (2012 р.)

Варіант досліджу	Вміст різних фракцій азоту у ґрунті ¹⁾ , мг/кг ґрунту					
	мінеральний		легкогідролізований	важкогідролізований	негідролізований	разом
	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺				
1	1,5	18,6	113,0	226,1	896,8	1256,0
	1,6	17,2	125,6	213,5	898,0	1256,0
2	2,7	19,4	120,7	229,7	925,5	1298,0
	3,1	22,3	124,3	214,3	904,1	1268,0
3	2,5	21,0	130,1	231,1	999,2	1384,0
	2,6	20,3	122,1	220,0	906,6	1271,5
4	2,4	23,9	137,5	235,5	1063,2	1462,5
	2,4	19,5	121,3	220,6	926,2	1290,0
5	2,2	24,6	156,2	239,9	1155,1	1578,0
	2,3	18,9	120,5	225,1	957,4	1324,2
6	2,3	25,5	163,2	240,0	1201,4	1632,4
	2,4	17,6	119,9	226,4	965,7	1332,0
НІР _{0,05}	0,08	0,7	3,5	4,5	24,8	-
	0,08	1,6	4,8	10,7	27,3	-

¹⁾ Верхній рядок – у шарі ґрунту 0-20 см; нижній рядок – 21-40 см

У полі ячменю ярого показники нітратного азоту були вищими, ніж у полі пшениці озимої і полі буряків цукрових незважаючи на те, що у цьому полі добрива проявляли свою післядію (табл. 3).

3. Вплив систем удобрення на вміст різних фракцій азоту у ґрунті під ячменем ярим (2012 р.)

Варіант досліджу	Вміст різних фракцій азоту у ґрунті ¹⁾ , мг/кг ґрунту					
	мінеральний		легкогідролізований	важкогідролізований	негідролізований	разом
	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺				
1	2,1	17,9	113,6	224,7	890,2	1248,5
	2,1	19,8	123,1	243,5	979,5	1368,0
2	3,0	18,5	115,1	229,0	899,6	1265,2
	2,9	23,5	126,4	245,9	990,4	1389,0
3	2,8	19,2	126,2	241,5	982,4	1372,0
	2,7	25,3	125,8	248,8	995,0	1397,5
4	2,2	21,8	132,0	240,0	1015,1	1411,8
	2,5	25,9	132,0	250,9	1047,2	1458,5
5	2,1	24,8	138,7	249,9	1076,4	1491,9
	2,7	26,1	138,6	259,1	1088,7	1515,2
6	2,4	24,6	140,8	249,4	1072,9	1490,0
	2,8	24,4	138,3	258,6	1087,9	1512,0
НІР _{0,05}	0,1	0,9	9,7	14,3	44,3	-
	0,1	1,3	8,3	12,7	47,3	-

¹⁾ Верхній рядок – у шарі ґрунту 0-20 см; нижній рядок – 21-40 см

Дещо вищими були також показники амонійного азоту, що вказує на достатньо високий рівень забезпечення азотом. З іншого боку, це може відображати тенденцію до зменшення засвоєння азоту кореневою системою цієї культури.

У нижньому шарі ґрунту, у полі ячменю ярого спостерігали деяке підвищення вмісту мінерального азоту порівняно з верхнім шаром.

Вміст легкогідролізованого і важкогідролізованого азоту змінювалися подібно до аналогічних показників у полі інших культур.

У полі конюшини лучної у шарі ґрунту 0-20 см спостерігали подібні закономірності, що й у полі ячменю ярого (табл. 4).

Водночас вміст легкогідролізованого азоту був дещо вищим, ніж у полі ячменю ярого, а вміст важкогідролізованого неістотно знижувався. Вміст загального азоту також зростав порівняно з аналогічними показниками у полі ячменю ярого. Така закономірність вказує на те, що азотфіксація, яка відбувається в агроценозі конюшини, забезпечує певне надходження азоту в ґрунт. Цей азот переходить переважно у легкогідролізовану форму і частково важкогідролізований азот корневих залишків, які можуть інтенсивно використовуватися ґрунтовими мікроорганізмами у процесі мінералізації.

4. Вплив систем удобрення на вміст різних фракцій азоту у ґрунті у полі конюшини лучної 2012 р.

Варіант досліджу	Вміст різних фракцій азоту у ґрунті ¹⁾ , мг/кг ґрунту					
	мінеральний		легкогідролізований	важкогідролізований	негідролізований	разом
	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺				
1	2,3	22,8	128,2	246,7	993,9	1394,0
	2,3	21,5	128,9	248,0	1000,5	1401,3
2	3,1	22,8	132,3	248,8	1031,3	1438,4
	3,0	26,2	132,9	246,9	1051,7	1460,7
3	2,9	25,3	138,0	252,3	1065,6	1484,1
	2,8	28,7	136,4	254,7	1075,9	1498,4
4	2,4	26,9	146,7	251,7	1116,2	1543,9
	2,7	29,8	142,5	258,7	1115,4	1549,2
5	2,2	28,0	149,5	259,2	1151,2	1590,0
	3,0	29,2	151,4	267,3	1159,6	1610,5
6	2,6	29,7	153,6	265,1	1165,6	1616,6
	3,0	29,2	151,4	267,3	1159,6	1610,5
НІР _{0,05}	0,16	4,9	8,7	11,3	35,6	
	0,24	1,8	6,4	12,8	43,7	

¹⁾ Верхній рядок – у шарі ґрунту 0-20 см; нижній рядок – 21-40 см

У підорному шарі (21-40 см) ґрунту у полі конюшини лучної показники вмісту мінерального азоту зростали під впливом післядії різних систем удобрення у сівозміні. Зокрема, внесення мінеральних добрив забезпечувало деяке підвищення, а саме на 5,4 мг/кг ґрунту, вмісту мінерального азоту порівняно з неудобреним варіантом. Найвищі показники вмісту мінерального азоту забезпечила органо-мінеральна система удобрення, яка сприяла підвищенню цього показника до 32,2-32,5 мг/кг ґрунту. Зростання норм органічних добрив до 17,5 т/га (варіант 6) не сприяло подальшому збільшенню вмісту мінерального азоту, показник якого порівняно з варіантом 5 знизився до 30,5 мг/кг ґрунту.

Мінеральна система удобрення забезпечувала зростання вмісту легкогідролізованого азоту на 4 мг/кг ґрунту порівняно з неудобренням варіантом. Застосування органо-мінеральної системи удобрення забезпечувало підвищення показника вмісту легкогідролізованого азоту на 3,5 мг/кг ґрунту порівняно із мінеральною. Збільшення частки органічних добрив забезпечувало зростання вмісту легкогідролізованого азоту до 151,4 мг/кг ґрунту, що на 22,5 мг/кг ґрунту вище, ніж у контрольному (неудобреному) варіанті.

Система удобрення з найбільшою кількістю органічних добрив (варіант 6) не забезпечувала подальше підвищення вмісту легкогідролізованого азоту, а сприяла навіть деякому зниженню цього показника – на 3,2 мг/кг ґрунту порівняно з варіантом 5.

Подібні залежності виявлено в динамічних змінах показників вмісту важкогідролізованого і негідролізованого азоту. Така тенденція забезпечила зростання вмісту загального азоту до найвищого рівня – 1610,5 мг/кг ґрунту у варіанті 5 із використанням органо-мінеральної системи удобрення, що в умовах дослідів переважало контроль на 209,2 мг/кг ґрунту.

Висновки. В результаті проведених досліджень виявлено таке:

1. Частки різних фракцій азоту у загальному його фонді темно-сірого опідзоленого ґрунту в різних полях сівозміни змінюються у незначному діапазоні, незважаючи на застосування різних систем удобрення і вирощуваних культур. Це підтверджує те, що перехід азоту з різних фракцій відбувається швидко і зумовлюється агрохімічними властивостями ґрунту, зокрема, станом його органічної речовини.

2. Мінеральні добрива, в тому числі азотні, через негативний вплив на органічну речовину ґрунту, незважаючи на високі дози внесення, не сприяють значному поліпшенню показників азотного фонду і суттєвому зростанню вмісту загального азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті.

3. Для забезпечення позитивної зміни загального вмісту азоту в ґрунті органічні добрива є незамінним чинником, оскільки сприяють достовірному накопиченню цього елемента порівняно з такою самою кількістю добрив, внесених у формі мінеральних сполук. Оптимальний показник вмісту азоту в різних полях короткоротаційної сівозміни забезпечено органо-мінеральною системою удобрення з насиченням органічними добривами 15 т/га сівозмінної площі.

Список використаної літератури

1. *Агрохімічний аналіз: підручник* / М. М. Городній, А. П. Лісовал, А. Г. Сердюк [та ін.]. – К.: Арістей, 2005. – 476 с.
2. *Кудеяров В. И.* Цикл азота в почве и эффективность удобрений / В. И. Кудеяров. – М.: Наука, 1989. – 215 с.
3. *Лямкина Ю. Б.* Моделирование динамики азота в почве (теоретические аспекты) / Ю. Б. Лямкина, Л. А. Хворова // Известия Алтайского государственного университета. – 2011. – № 1-2 (69). – С. 94-97.
4. *Практикум по агрохимии: учеб. пособ.* / В. Г. Минеев, В. Г. Сычёв, О. А. Амелянчик [и др.]; под ред. акад. РАСХИ В. Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.
5. *Семенов В. М.* Современные проблемы и перспективы агрохимии азота / В. М. Семенов // Проблемы агрохимии и экологии. – 2008. – № 1. – С. 55-63.
6. *Якименко В. Н.* Изменение содержания форм минерального азота и калия почвы агроценозов / В. Н. Якименко // Вестник Томского гос. университета. – 2009. – № 328. – С. 202-207.
7. *Gosek S.* Zrównoważone nawożenie gwarancją uzyskania wysokich plonów roślin i dobrej jakości produktów roślinnych / Stanisław Gosek // Wiś Jutra: Produkcja roślinna. – 2008. – N 6-7 (119/120). – P. 21-22.

INFLUENCE OF DIFFERENT FERTILIZATION SYSTEMS ON NITROGEN FUND OF DARK-GREY PODZOLIZED SOIL OF THE WESTERN FOREST-STEPPE IN UKRAINE**V. I. Lopushnyak****Lviv National Agrarian University***(Vasyll@mail.ru)*

The content and balance of different nitrogen fractions changes under the influence of fertilizers usage were analyzed. That's why during learning the efficiency of different fertilization systems, it is important to learn not only their influence on productivity of different crops but also agrochemical features especially nitrogen fund. According to the conducted research in conditions of steady-state field experiment on dark-grey podzolized soil, it is found that a part of different nitrogen fractions in its general fund changes slightly and it doesn't depend on growing crops in crop rotation. It is arisen from the features of soil organic substance and fast nitrogen metathesis between different fractions. Organic fertilizers are noninter changeable factors for providing positive changes of total nitrogen content in the soil. The best content indicators of different nitrogen fractions in conditions of experiment were provided by the organic and mineral system with the organic fertilizers saturation such as 15 ton/ha of crop rotation area.

Key words: *nitrogen, nitrogen fraction, dark-gray podzolized soil, fertilization system, grain-row crop rotation.*

УДК 631.4: 631.67: 635.07

ВПЛИВ АГРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТИХ ҐРУНТІВ НА МІГРАЦІЮ РАДІОНУКЛІДІВ ЛАНКОЮ «ҐРУНТ-РОСЛИНА»**Г.М. Якименко****Інститут агроекології і природокористування НААН***03143, м. Київ, вул. Метрологічна, буд. 12 (iakytenko_ann@mail.ru)*

Проведено агрохімічні та радіологічні обстеження дерново-підзолистих ґрунтів Київського Полісся. Визначено вплив кислотності ґрунтового комплексу, концентрації основних елементів живлення рослин та питомої активності ^{40}K на міграцію ^{137}Cs ланкою «ґрунт-рослина». Розраховано коефіцієнти пропорційності переходу ^{137}Cs та ^{40}K із ґрунту у врожай овочевих культур, вирощених мешканцями Київського Полісся на присадибних ділянках.

Ключові слова: *ґрунт, радіонуклід, агрохімічні показники, ^{137}Cs , ^{40}K , коефіцієнт.*

Вступ. Біля 90 % ґрунтів України, які забруднені радіоактивними речовинами, географічно відносяться до зони Українського Полісся. Характерною особливістю факторів ґрунтоутворення Полісся є м'який і вологий клімат, легкий гранулометричний склад ґрунотвірних порід, їхня бідність на обмінні основи, близьке залягання підґрунтових вод [4].

Зональними ґрунтами Полісся на території України є дерново-підзолисті (*Podzoluvisols*), які характеризуються низьким вмістом гумусу (0,4–1,8 %), підвищеною кислотністю, дуже низькою буферністю, низькою забезпеченістю обмінними формами калію та рухомими формами фосфору [2, 5].

Одним із наслідків Чорнобильської катастрофи стало радіаційне забруднення довкілля – майже 75 % території України зазнало забруднення ^{137}Cs . Найбільше постраждали території Київської та Житомирської областей, де щільність забруднення ґрунту радіонуклідами ^{137}Cs та ^{90}Sr понад 2 кБк/м² охопила більшу частину земель, в тому числі, 206 тис. га та 272 тис. га сільськогосподарських угідь відповідно [1, 2, 3].

Процеси розпаду радіонуклідів протягом минулих 27 років внесли корективи в структуру розподілу радіонуклідів на території країни – площа забруднених земель скоротилась майже вдвічі. Проте, на території Полісся є населені пункти, де понині значна частина рослинницької (до 50 %) та тваринницької (до 90 %) продукції, понаднормово забруднена та непридатна до споживання населенням згідно з вимогами ДР-2006 [1, 6].

Головними критеріями комплексної радіаційно-гігієнічної оцінки території є щільність радіоактивного забруднення ґрунтів штучними радіонуклідами «чорнобильського» походження понад аварійні рівні та питома активність радіонуклідів у продуктах харчування, які виробляються на забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи територіях, в першу чергу, Київського та Житомирського Полісся [7, 8].

Кількість радіонуклідів, що можуть мігрувати через ланцюжок «ґрунт–рослина» – ланку великого міграційного ланцюга «ґрунт–рослина–тварина–людина», в значній мірі визначається властивостями ґрунту, які обумовлюють перехід радіонуклідів з ґрунту у рослини. До них належать мінералогічний і гранулометричний склад ґрунту, органічна складова, хімічний склад, кислотність й вологість ґрунту, елементи живлення, наявність конкуруючих елементів [3].

Дослідження агрохімічних показників типових дерново-підзолистих ґрунтів є основою комплексної радіаційно-гігієнічної оцінки території Полісся.

Мета роботи – провести агрохімічні та радіологічні обстеження типових ґрунтів Полісся і визначити вплив агрохімічних показників ґрунтів на міграцію радіонуклідів з ґрунту до рослин.

Методика досліджень. Польові дослідження проводили протягом вегетаційного періоду 2012 р. на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах Вишгородського району Київської області. Проби ґрунту та овочевої продукції відбирали на вибраних контрольних точках, по дві на території селищ Нові Петрівці та Старі Петрівці, що розміщені на території зони посиленого радіоекологічного контролю. Реперні точки закладено на орних присадибних ділянках, де вирощують сільськогосподарську рослинну продукцію.

Дослідження здійснювали за державними та галузевими стандартами й загальноприйнятими методиками: відбирання проб – за СОУ 01.1-37-426:2006, СОУ 74.14-37-425:2006; кислотність (рН) ґрунту – за ДСТУ ISO 10390-2001; загальний вміст гумусу – за методом Тюріна; вміст азоту гідролізованого – за Корнфілдом; вміст фосфору та калію – за Чиріковим; вміст радіонуклідів у ґрунтах – за ДСТУ 3743-98; щільність забруднення території радіонуклідами – за СОУ 74.3-37-360:2005; вміст радіонуклідів у продукції рослинництва – за СОУ 74.3-37-351:2005.

Спектрометричні дослідження проводили на гамма-спектрометрах – СЕГ-002 з германієвим детектором GEM 25P4 та АМА-02Ф2 з германієво-літєвим детектором ДГДК-125В-3. Похибка вимірювання не перевищувала 20 %.

Результати досліджень. Результати агрохімічних аналізів зразків ґрунту з орного шару (0–30 см) на реперних точках наведено у таблиці 1.

На поглинання поживних елементів, радіонуклідів та конкуруючих з ними елементів кореневою системою рослин суттєво впливає кислотність ґрунту: із збільшенням рН ґрунтового комплексу збільшується ємність поглинутих рослинами розчинних речовин із ґрунту. Тобто, коефіцієнт поглинання радіонукліду тим вищий, чим більш кислий ґрунт – максимальними коефіцієнтами переходу відрізняються торфово-болотні ґрунти з рН=4.

1. Агрохімічні показники дерново-підзолистого ґрунту

Населений пункт	Номер контрольної точки	рН ґрунтового комплексу	N _{гідроліз.} мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	Гумус, %
с. Нові Петрівці	1	6,00	87,5	696,3	145,3	1,89
	2	6,13	96,7	514,7	142,8	1,54
с. Старі Петрівці	3	6,83	87,5	688,9	143,2	2,00
	4	6,55	103,3	815,0	175,1	2,71

Згідно з результатами досліджень, параметри рН у верхньому горизонті становили 6,00–6,83 одиниць, тобто, за кислотністю ґрунт близький до нейтрального. Такі значення показника є оптимальними для вирощування моркви, капусти, цибулі, томатів, салату, селери тощо [2].

Азот, калій і фосфор є основними елементами живлення рослин, кількість яких у ґрунті значною мірою впливає на врожай сільськогосподарських культур. У разі внесення цих елементів із добривами у ґрунт необхідно враховувати їхній баланс та величину виносу із урожаєм рослин. Встановлено, що внесення азотного добрива окремо призводить до збільшення накопичення ¹³⁷Cs у рослинах удвічі, а застосування в комплексі з іншими добривами знижує ефективність калійного добрива [2, 7].

Вміст легкогідролізованого азоту в ґрунті на точках контролю становив 87,5–103,3 мг/кг: дуже низьку та низьку забезпеченість азотом встановлено у 100 % відібраних зразків. Це є характерною особливістю дерново-підзолистих ґрунтів, адже, вміст азоту залежить від запасу гумусу [8]. Згідно з літературними даними, вміст гумусу у дерново-підзолистих ґрунтах становить 0,4–1,8 % [5]. За результатами власних досліджень виявлено, що вміст гумусу у ґрунті на контрольних точках коливається у межах від 1,54 до 2,71 % завдяки внесенню гною під городину на присадибних ділянках мешканцями селищ.

Одержані результати досліджень щодо рухомого фосфору у ґрунтах (514,7–815,0 мг/кг) свідчать про його дуже високий вміст. З літератури відомо, що лише 13 % площі орних земель Полісся займають ґрунти з підвищеною і високою забезпеченістю фосфором, яка залежить від гранулометричного складу ґрунтів [7, 8].

Разом із тим результати дослідження щодо рухомих форм калію показали, що вміст його в дерново-підзолистих ґрунтах дослідного регіону є дуже високим – 143,2–175,1 мг/кг. Підвищений і високий вміст рухомого калію відмічено лише на 10,8 % площі орних земель зони Полісся, тобто, його високий вміст у ґрунті на контрольних точках не є характерним для цієї зони [7].

Присутність у ґрунті іонів елементів-конкурентів спричиняє конкуренцію радіоактивним іонам у процесі їх поглинання кореневою системою рослин. Основний елемент живлення рослин – калій, є неізотопним аналогом для ¹³⁷Cs. Тобто, ⁴⁰K, як основний конкурент ¹³⁷Cs, впливає на його розподіл між рідкою та

твердою фазами ґрунту: зі збільшенням його концентрації знижується адсорбування ^{137}Cs твердою фазою ґрунту.

Високий вміст калію у досліджуваних ґрунтах є одним із основних чинників невисоких коефіцієнтів переходу ^{137}Cs у рослини, що доведено нашими дослідженнями (табл. 2 та табл. 3). Із збільшенням питомої активності ^{40}K спостерігається зменшення вмісту ^{137}Cs у обох населених пунктах. У ґрунті с. Старі Петрівці питома активність ^{137}Cs більша, ніж у ґрунті с. Нові Петрівці з оберненою тенденцією щодо питомої активності ^{40}K .

2. Питома активність радіонуклідів у ґрунті

Населений пункт	Номер контрольної точки	^{40}K , Бк/кг	^{137}Cs , Бк/кг
с. Нові Петрівці	1	148±12	38±5
	2	116±10	41±5
с. Старі Петрівці	3	73±7	54±6
	4	94±9	49±6

За результатами досліджень радіоактивності ґрунтів та овочевих культур розраховано коефіцієнти пропорційності (КП) ^{137}Cs та ^{40}K , які характеризують величини переходу ^{137}Cs та ^{40}K у врожай овочевих культур, вирощених на території Київського Полісся (табл. 3).

3. Коефіцієнти пропорційності ^{137}Cs та ^{40}K

Населений пункт	Номер контрольної точки	Радіонуклід	КП для овочевих культур		
			петрушка	буряки столові	огірки
с. Нові Петрівці	1	^{137}Cs	0,27	0,08	0,03
		^{40}K	6,65	1,94	1,21
	2	^{137}Cs	0,28	0,10	0,04
		^{40}K	7,51	2,01	1,71
с. Старі Петрівці	3	^{137}Cs	0,40	0,12	0,05
		^{40}K	10,23	5,62	1,69
	4	^{137}Cs	0,37	0,10	0,04
		^{40}K	8,54	4,84	1,32

Примітка: КП – коефіцієнт пропорційності переходу (Бк/кг маси врожаю)/(кБк/м² ґрунту)

Найбільші значення коефіцієнтів пропорційності ^{137}Cs та ^{40}K спостерігаються для «зеленої» продукції, представником якої виступає листя петрушки, найменші – для огірків. Величини КП (^{137}Cs) для петрушки у 7–8 разів вище за аналогічні показники для огірків і в 2–3 рази вищі, ніж для буряків; КП (^{40}K) для огірків у 1,5–3 рази нижчі, ніж для буряків та у 5–7 разів – ніж для петрушки.

Здобуті дані підтвердили встановлену раніше закономірність щодо низького рівня накопичення радіоцезію рослинами родини гарбузових [4]. Результати досліджень свідчать про високу здатність ранньостиглих «зелених» культур до накопичення ^{137}Cs і ^{40}K .

Спостерігається вплив конкурентного елементу ^{40}K на засвоєння ^{137}Cs овочевими культурами: чим вищий вміст калію у ґрунті відносно ^{137}Cs , тим менша кількість ^{137}Cs буде засвоюватись рослинами.

Висновки. Досліджені дерново-підзолисті ґрунти у Вишгородському районі Київської області характеризуються нейтральною кислотністю, низькою

забезпеченістю азотом та високим вмістом фосфору і калію, що не є притаманним для переважної частини ґрунтів Полісся.

Нейтральний рН і високий вміст калію у ґрунті, що є конкуруючим елементом цезію, забезпечують низькі коефіцієнти переходу радіоцезію в урожай овочевих культур.

Дослідженням міграційного руху радіонуклідів ланкою «ґрунт – рослина» було виявлено різну здатність культур до накопичення радіонуклідів: максимальні значення коефіцієнтів пропорційності ^{137}Cs і ^{40}K спостерігали для петрушки, найменші – для огірків.

Список використаної літератури

1. *Двадцять п'ять років Чорнобильської катастрофи: Безпека майбутнього* / Національна доповідь України. – К.: КІМ, 2011. – 346 с.
2. *Досвід подолання наслідків Чорнобильської катастрофи (сільське та лісове господарство)* / [Надточій П.П., Малиновський А.С., Можар А.О. та ін.]. – К.: Світ, 2003. – 372 с.
3. *Методика комплексного радіаційного обстеження забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи територій (за винятком території зони відчуження)*. – К.: Атіка-Н, 2007. – 60 с.
4. *Паньковська Г.П.* Овочі в харчовому раціоні як джерело формування дози внутрішнього опромінення населення Полісся / Г.П. Паньковська, М.Д. Кучма // *Агроекологічний журнал*. – 2009. – Червень (спец.вип.). – С. 244–247.
5. *Практикум з ґрунтознавства* / [Петренко Л.Р., Капштик М.В., Вітвіцький С.В., Богданович Р.П.] – К.: «ЦП «КОМПРИНТ», 2011. – 380 с.
6. *Пристер Б.С.* Взаимодействие радионуклидов в почве / Б.С. Пристер // *Основы сельскохозяйственной радиологии*. – 1991. – С. 217–242.
7. *Ракоїд О.О.* Динаміка поживних речовин у ґрунтах Київщини / О.О. Ракоїд // *Міжвідомчий науковий збірник "Землеробство"*. – 2004. – Випуск 76. – С. 23–27.
8. *Сірий А.І.* Оцінка та паспортизація сільськогосподарських земель з використанням агроекологічного методу / А.І. Сірий, М.В. Козлов, О.О. Ракоїд // *Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель*. – 2002. – С. 114–118.

Стаття надійшла до редколегії 04.02.2013

INFLUENCE OF AGROCHEMICAL PARAMETERS OF SOD-PODZOLIC SOILS ON THE RADIONUCLIDES MIGRATION IN LINK "SOIL-PLANT"

A. N. Iakymenko

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

(iakymenko_ann@mail.ru)

Agrochemical and radiological research of sod-podzolic soils of Kyiv Polissya have been carried out. Influence of soil complex acidity, concentration of the major elements of plant nutrition and specific activity of ^{40}K on migration ^{137}Cs in link "soil – plant" have been defined. Proportionality factors of ^{137}Cs and ^{40}K from soil to harvest of vegetables which were grown on home gardens by residents of Kyiv Polissya has been calculated.

Key words: soil, radionuclide, agrochemical parameters, ^{137}Cs , ^{40}K , coefficient.

УДК 635.11:631.82

СПОЖИВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ БУРЯКОМ СТОЛОВИМ ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБІВ УДОБРЕННЯ І ЗРОШЕННЯ

С.І. Корнієнко, О.В. Куц

Інститут овочівництва і баштанництва НААН

(ovoch-iob@online.ua)

За результатами багаторічних досліджень у двох стаціонарних дослідах на чорноземі типовому найменші витрати елементів живлення на формування одиниці продукції констатовано на варіанті післядії 14 т/га гною та внесення добрив локально на ділянках краплинного зрошення ($N_{15}P_{30}K_{60}$ +фертигація N_{15}). За зрошення рослини використовують елементи живлення більш ефективно у разі локального внесення добрив. Коефіцієнти використання елементів живлення з добрив за локального їх внесення на зрошуваних ділянках становлять: азоту – 80-93 %, фосфору – 22-26 %, калію – 35-60 %.

Ключові слова: буряк столовий, винос, споживання, елементи живлення, післядія добрив, способи внесення добрив, зрошення

Вступ. Систематичне вирощування високих врожаїв овочевих культур базується на забезпеченні бездефіцитного балансу елементів живлення з урахуванням потреб рослин впродовж всього періоду вегетації. Інформація про винос елементів живлення з урожаєм, інтенсивність накопичення в різних органах рослини, відсоток використання з добрив та ґрунту є лише орієнтовною, оскільки ці процеси істотно залежать від типу ґрунту, сортових особливостей рослини, технологічних заходів вирощування тощо [1, 2].

Проблема розрахунку кількості мінеральних добрив для вирощування сільськогосподарських культур, в тому числі, овочевих, виникла ще в середині ХХ століття. В дослідженнях З.І. Журбицького (1963) вперше зустрічаються наукові дані щодо виносу азоту, фосфору, калію та кальцію основними овочевими рослинами, в т.ч. і буряком столовим. Було визначено, що на створення 1 т продукції (коренеплодів з листковою масою) буряк столовий споживає 3,36 кг азоту, 1,40 кг фосфору та 4,65 кг калію. Застосування добрив у дозі $N_{90}P_{60}K_{120}$ забезпечує зростання врожайності буряка столового на 22,5 т/га та зменшує витрати поживних речовин на формування врожаю: азоту до 2,70 кг/т, фосфору до 1,36 кг/т, калію до 4,3 кг/т [3]. Також визначено, що на винос основних елементів живлення овочевими рослинами суттєво впливають як дози добрив, так і способи їх внесення [4, 5].

Метою досліджень було визначення впливу різних технологічних заходів (післядія різних систем удобрення, способів внесення добрив та зрошення) на вміст, винос, споживання елементів живлення рослинами буряка столового, коефіцієнти використання поживних речовин з ґрунту, що в подальшому буде використано в створенні та корегуванні нормативів внесення добрив під дану культуру.

Методика і об'єкти досліджень. Дослідження проводили в Інституті овочівництва та баштанництва НААН впродовж 2003-2005 та 2008-2009 рр. Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий малогумусний важкосуглинковий (вміст гумусу (за Тюрнімом) – 4,0 %, $pH_{\text{водн}}$ – 6,5, гідролітична кислотність – 4,0 мекв/100 г ґрунту, сума поглинутих основ – 28 мекв/100 г ґрунту, ступінь насиченості

основами – 87 %, азоту, що гідролізується, – 94-109 мг/кг сухого ґрунту, рухомого фосфору (за Чиріковим) – 106-141, обмінного калію – 167-180 мг/кг сухого ґрунту).

Дослідження включали визначення виносу та споживання основних елементів живлення рослинами буряка столового у варіантах післядії різних систем удобрення (дослід 1) в зрошуваній 9-пільній овоче-кормовій сівозміні (ячмінь – багаторічні трави першого і другого років використання – огірок – озима пшениця – томат – цибуля на ріпку – капуста білоголова – буряк столовий) та за різних способів внесення добрив та зрошення (дослід 2). Технологія вирощування буряка столового сорту Бордо харківський загальноприйнята для зони Лісостепу України окрім елементів, що вивчалися.

Дослід 1 – стаціонарний (закладений в 1968 році), що включає 12 варіантів післядії різних систем удобрення (табл. 1). В овоче-кормовій сівозміні добрива вносили під всі культури сівозміни, окрім багаторічних трав і власне буряк столовий (згідно схеми досліді буряк столовий повинен використовувати післядію добрив, внесених під попередники). Спосіб зрошення – дощування. Площа облікової ділянки – 42 м²; повторність – чотириразова.

В польовому досліді 2 в овочевій сівозміні вивчалися такі способи зрошення: без зрошення (абсолютний контроль), дощування (за передполивної вологості – 80-75 % НВ), краплинне зрошення (80-75 % НВ). Способи внесення добрив: на усіх фонах зрошення такі: без добрив (контроль), суцільне внесення добрив (N₆₀P₆₀K₁₂₀), локальне внесення добрив N₁₅P₃₀K₆₀ (внесення добрив стрічкою в зону майбутнього рядка нижче на 2-3 см ніж глибина посіву насіння) + фертигація N₁₅. Площа облікової ділянки – 20 м²; повторність – триразова.

Результати досліджень. Довгострокове використання добрив забезпечує підвищення врожайності овочевих культур в овоче-кормовій сівозміні. За вирощування буряка столового по післядії різних систем удобрення урожайність культури зростає (табл. 1).

1. Урожайність буряка столового залежно від післядії добрив у сівозміні (2003-2005 рр.)

Післядія різних систем удобрення (розрахунок на 1 га сівозмінної площі)	Урожайність					
	товарна, т/га	приріст		валова, т/га	приріст	
		т/га	%		т/га	%
1. Без добрив (контроль)	14,3	–	–	21,6	–	–
2. Гній 7 т + N ₆₀ P ₅₇ K ₅₀ (урозкид)	22,0	7,7	53,8	30,2	8,6	39,8
3. Гній 14 т + N ₆₀ P ₅₇ K ₅₀ (суцільно)	23,6	9,3	65,0	31,5	9,9	45,8
4. Гній 21 т	24,1	9,8	68,5	31,8	10,2	47,2
5. N ₆₀ P ₅₇ K ₅₀ (суцільно)	22,9	8,6	60,1	30,3	8,7	40,3
6. Гній 14 т	23,2	8,9	62,2	33,1	11,5	53,2
7. Гній 14 т + N ₃₀ P ₂₈ K ₂₅ (суцільно)	20,6	6,3	44,0	30,3	8,7	40,3
8. Гній 21 т + N ₃₀ P ₂₈ K ₂₅ (суцільно)	27,2	12,9	90,2	34,6	13,0	60,2
9. Гній 7 т + N ₃₀ P ₂₈ K ₂₅ (суцільно)	24,7	10,4	72,7	34,0	12,4	57,4
10. Гній 14 т + N ₃₀ P ₂₈ K ₂₅ (локально)	25,9	11,6	81,1	34,6	13,0	60,2
11. Гній 21 т + N ₁₅ P ₁₄ K _{12,5} (локально)	25,0	10,7	74,8	34,1	12,5	57,9
12. Гній 28 т	25,6	11,3	79,0	36,6	15,0	69,4
НІР _{0,95} , за роками	2,3; 1,9; 2,8			2,6; 2,3; 3,7		

Найбільший рівень валової врожайності забезпечують післядія 28 т/га гною та органо-мінеральна система удобрення (21 т/га гною + врозкид $N_{30}P_{28}K_{25}$ та 14 т/га гною + локально $N_{30}P_{28}K_{25}$). При цьому валова врожайність буряка столового збільшується на 13,0-15,0 т/га або на 60,2-69,4 % відносно контролю. За післядії мінеральної системи удобрення (суцільно $N_{60}P_{57}K_{50}$) приріст валової врожайності був найменшим – 8,6 т/га або 39,8 %.

Найбільші прирости товарної врожайності, як і валової, забезпечує післядія 28 т/га гною та органо-мінеральні системи удобрення: врожайність зростала на 11,3-12,9 т/га або на 79,0-90,2 % при врожайності на контролі 14,3 т/га.

Післядія різних систем удобрення впливала на накопичення елементів живлення в рослинах буряка столового (табл. 2). Найбільший вміст елементів живлення в коренеплодах визначено по післядії мінеральної та органо-мінеральних систем удобрення (азоту 1,14-1,17-1,00 %, фосфору 0,70-0,60-0,72 %, калію 2,01-1,92-1,98 %). В листках більш високий вміст елементів живлення забезпечує післядія $N_{60}P_{57}K_{50}$, 14 т/га гною та 14 т/га гною + локально $N_{30}P_{25}K_{25}$.

Об'єктивну оцінку накопичення елементів живлення в рослинах буряка столового можна зробити за параметрами їх виносу (табл. 3), які є найбільшими за органо-мінеральної системи удобрення. За органо-мінерального удобрення (14 т/га гною + суцільно $N_{60}P_{57}K_{50}$ та 14 т/га гною + локально $N_{30}P_{25}K_{25}$) відмічено і найбільший винос елементів живлення вегетативною масою рослин.

2. Вміст елементів живлення в рослинах буряка столового залежно від післядії різних систем удобрення (2003-2005 рр.)

Варіант досліджу	Вміст в коренеплодах, %			Вміст в листках, %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Без добрив (контроль)	0,87	0,54	1,72	2,00	0,79	3,37
3. Гній 14 т/га + $N_{60}P_{57}K_{50}$ (суцільно)	1,00	0,72	1,98	2,14	0,97	3,28
5. $N_{60}P_{57}K_{50}$ (суцільно)	1,14	0,70	2,01	2,34	1,06	3,45
6. Гній 14 т/га	0,98	0,65	1,79	2,31	1,13	3,32
10. Гній 14 т/га + $N_{30}P_{25}K_{25}$ (локально)	1,17	0,65	1,92	2,39	1,05	3,42
НІР _{0,95} , за роками	2003 р.	0,091;	0,069;	0,184;	0,207;	0,086;
	2004 р.	0,075;	0,058;	0,163;	0,184;	0,080;
	2005 р.	0,089	0,081	0,205	0,197	0,112

Слід зазначити, що винос елементів живлення більше залежить від рівня врожайності основної та побічної продукції, ніж від відносного вмісту елементів живлення в рослинах буряка столового.

3. Вплив післядії різних систем удобрення на винос елементів живлення рослинами буряка столового

Варіант досліджу	Винос елементів живлення, кг/га					
	коренеплодами			вегетативною масою		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Без добрив (контроль)	30,5	19,3	61,0	41,8	17,4	55,8
3. Гній 14 т/га + $N_{60}P_{57}K_{50}$ (суцільно)	48,0	29,5	93,9	77,0	32,6	112,4
5. $N_{60}P_{57}K_{50}$ (суцільно)	57,3	34,9	98,6	65,2	29,2	99,1
6. Гній 14 т/га	51,3	34,3	94,4	50,9	24,4	74,8
10. Гній 14 т/га + $N_{30}P_{25}K_{25}$ (локально)	68,2	37,7	108,9	78,1	32,0	110,0

Найвищі параметри загального виносу (табл. 4) констатовано за післядії органо-мінеральної системи удобрення (14 т/га гною + локально $N_{30}P_{25}K_{25}$).

4. Загальний винос та споживання елементів живлення рослинами буряка столового

Варіант досліджу	Загальний винос, кг/га			Споживання, кг/т		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Без добрив (контроль)	72,3	36,7	116,8	3,35	1,70	5,41
3. Гній 14 т/га + $N_{60}P_{57}K_{50}$ (суцільно)	125,1	62,1	206,3	3,97	1,97	6,55
5. $N_{60}P_{57}K_{50}$ (суцільно)	122,5	64,1	197,7	4,04	2,11	6,52
6. Гній 14 т/га	102,2	58,7	169,2	3,08	1,77	5,11
10. Гній 14 т/га + $N_{30}P_{25}K_{25}$ (локально)	146,3	69,7	218,9	4,30	2,05	6,44

За показниками виносу можна охарактеризувати вплив досліджуваних факторів на інтенсивність накопичення елементів живлення в рослині, але критерієм ефективності використання поживних речовин на формування урожаю є споживання, тобто, витрати азоту, фосфору та калію на здобування одиниці продукції. За результатами досліджень встановлено, що рослини найменше споживають елементів живлення на контролі та по післядії 14 т/га гною. Найбільш високі витрати поживних речовин на формування одиниці продукції відмічаються за післядії мінеральних добрив.

За результатами досліджень у досліді 2 виявлено, що врожайність буряка столового без зрошення залежно від системи удобрення коливалася в межах від 12,0 до 23,5 т/га, за зрошення дощуванням – 22,3-28,9 т/га, за краплинного зрошення – 28,5-37,4 т/га (табл. 5). Найбільшого ефекту від внесення добрив було досягнуто в богарних умовах – прирости врожайності коливалися в межах від 11,5 до 12,5 т/га, тоді як за дощування від внесення добрив урожайність зростала тільки на 2,8-6,6 т/га, а за краплинного зрошення – на 8,1-8,9 т/га.

5. Дія різних способів зрошення та удобрення на винос елементів живлення рослинами буряка столового (2008-2009 рр.)

Спосіб зрошення	Спосіб удобрення	Урожайність, т/га	Винос продуктивною частиною, кг/га			Загальний винос, кг/га		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без зрошення (контроль)	без добрив	12,0	61,3	15,2	52,3	148,9	36,3	110,3
	суцільно	24,5	90,8	28,1	94,1	169,7	45,8	143,7
	локально	23,5	92,0	23,9	93,7	170,7	43,4	152,8
Дощування	без добрив	22,3	73,1	26,1	96,0	149,3	45,9	170,0
	суцільно	28,9	96,7	34,9	104,7	174,4	54,3	196,4
	локально	25,1	108,8	33,1	110,9	177,4	53,6	190,7
Краплинне зрошення	без добрив	28,5	112,2	33,6	123,7	188,6	59,0	177,3
	суцільно	36,6	130,8	41,7	138,0	200,6	66,3	198,7
	локально	37,4	158,2	43,3	164,8	212,7	65,5	213,4
H _{IP} 0,95		1,84; 2,35						

Розрахунками доведено, що на рівні врожайності культури зрошення впливає більше, ніж використання добрив і найвищої урожайності коренеплідів (37,4 т/га) досягнуто внесенням локально $N_{30}P_{30}K_{60}$ на фоні краплинного зрошення.

Чітких закономірностей зміни вмісту елементів живлення в коренеплодах та листках буряка столового, залежно від способів внесення добрив та способів зрошення, прослідкувати не можна. Визначено, що в середньому у варіантах досліду вміст азоту в коренеплодах буряка столового коливався в межах 1,30-2,80 %, фосфору – 0,36-0,97 %, калію – 1,62-2,80 %; у вегетативній масі містилося азоту 1,90-2,90 %, фосфору – 0,55-0,94 %, калію – 1,52-3,62 %.

Застосування добрив за всіх способів зрошення забезпечує підвищення виносу азоту, фосфору та калію продуктивною частиною врожаю буряка столового, набуваючи максимуму на варіантах з внесенням локально за краплинного зрошення. Взагалі локальне внесення виявилось найефективнішим за будь-якого способу зрошення.

Загальний винос елементів живлення також залежав від рівня врожайності і за способів зрошення на удобрених ділянках був вищим. Не відмічали суттєвого впливу способу внесення добрив на загальний винос фосфору, але винос азоту та калію за локального застосування добрив був більшим, ніж за розкидного способу їх внесення. Способи зрошення впливали на загальний винос поживних речовин.

За всіх способів зрошення коефіцієнти використання елементів живлення з добрив за локального способу їх внесення були вищими, ніж за внесення суцільно (табл. 6). Більш активно елементи живлення з добрив поглиналися рослинами в богарних умовах та за дощування (азоту 35-93 %, фосфору – 14-26 %, калію – 22-71 %).

Встановлено, що в богарних умовах, а також за краплинного зрошення і, частково, на фоні дощування внесення добрив зменшує споживання елементів живлення на формування одиниці врожаю, тобто, сприяє більш раціональному використанню азоту, фосфору та калію з добрив та ґрунтових запасів. Найменше витрачається елементів живлення за краплинного зрошення та внесення добрив локально.

6. Споживання елементів живлення рослинами буряка столового та коефіцієнти їх використання з добрив (2008-2009 рр.)

Спосіб зрошення	Спосіб удобрення	Коефіцієнт використання елементів живлення з добрив, %			Загальне споживання, кг на т		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без зрошення (к)	без добрив	-	-	-	12,4	3,03	9,19
	суцільно	35	16	28	6,93	1,87	5,87
	локально	73	24	71	7,26	1,85	6,50
Дощування	без добрив	-	-	-	6,70	2,06	7,62
	суцільно	42	14	2	6,03	1,88	6,80
	локально	93	26	35	7,07	2,14	7,60
Краплинне зрошення	без добрив	-	-	-	6,61	2,07	6,22
	суцільно	20	12	18	5,48	1,81	5,43
	локально	80	22	60	5,69	1,75	5,71

Висновки. Багаторічними дослідженнями у двох стаціонарних дослідах виявлено такі особливості використання поживних елементів рослинами буряка столового залежно від способів зрошення та систем і способів внесення добрив:

- спосіб зрошення впливає на винос елементів живлення. Найбільший загальний винос викликає краплинне зрошення, а дощування – підвищує коефіцієнти використання елементів живлення з добрив;

- система удобрення впливає на загальний винос (найвищий винос констатовано за органо-мінерального удобрення) і на витрати елементів живлення на формування одиниці продукції (найтекономнішим є варіант післядії 14 т/га гною).

- способи внесення добрив як у богарних, так і зрошуваних умовах не впливали на винос поживних речовин рослинами буряка столового. Однак за зрошення коефіцієнти використання елементів живлення з добрив, внесених локально, були вищими, ніж із внесених суцільно.

Список використаної літератури

1. Каюмов М.К. Справочник по программированию урожаев / М.К. Каюмов. – М.: Россельхозиздат, 1977. – 189 с.
2. Удобрення овочевих культур / [за ред. В.Ю. Гончаренка]. – К.: Урожай, 1989. – 144 с.
3. Журбицкий З.И. Физиологические и агрохимические основы применения удобрений / З.И. Журбицкий. – М.: Из-во АН СССР, 1963. – 295 с.
4. Гладких Р.П. Эффективность локального способа применения основного удобрения под маточники капусты поздней в условиях орошения / Р.П. Гладких, К.И. Яковенко // Овочівництво та баштанництво. – 2001. – Вип. 45. – С. 198-201.
5. Скрыльник А.Н. Локальное внесение удобрений под столовую свеклу / А.Н. Скрыльник // Тезисы II конференции молодых ученых. – Харьков, 1987. – С. 57.

Стаття надійшла до редколегії 4.07.2013.

CONSUMPTION OF NUTRITION ELEMENTS BY RED BEET DEPENDING ON THE METHODS OF FERTILIZATION AND IRRIGATION

S.I. Kornienko, O.V. Kutz

Institute of vegetable and melon growing NAAS

(ovoch-iob@online.ua)

According to the research results of long term field experiments on the chernozem typical the smallest consumption of nutrition elements for the formation of the production unit has been determined at the variant of aftereffects of the 14 t/ha of manure and fertilizer application locally on the sites of drip irrigation ($N_{15}P_{30}K_{60} + N_{15}$). Under irrigation of the plants are used the nutrition elements more effectively than in the case of local application of fertilizers. The coefficients of the nutrition elements using from fertilizers under the local their application on irrigated areas of the field experiment on the chernozem typical are: nitrogen - 80-93 %, phosphorus - 22-26 %, potassium - 35-60 %.

Key words: red beet, loss and consumption of nutrition elements, aftereffect of fertilizers, methods of fertilizer application, irrigation.

УДК 631.81:631.81.095.337

ВМІСТ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ҐРУНТІ І РОСЛИНАХ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ МАКРО- І МІКРОДОБРИВ

А.М. Кутова

ННЦ "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського"

(kutova_ang@list.ru)

Досліджено зміни мікроелементного складу зеленої маси кукурудзи під дією хелатного мікродобрива на агрохімічному фоні чорнозему опідзоленого, який було створено систематичним внесенням органічних і мінеральних добрив у тривалому стаціонарному досліді. Встановлено, що на вміст рухомих сполук мікроелементів у ґрунті впливає вміст

гумусу, реакція ґрунтового середовища та підвищений вміст рухомих сполук фосфору. Мікроелементний склад зеленої маси кукурудзи, за результатами польового і вегетаційного дослідів, залежав від вмісту доступних сполук макро- і мікроелементів у ґрунті та застосування макро- і мікродобрих.

Ключові слова: чорнозем опідзолений, рухомі сполуки, добрива, кукурудза на зелену масу, хелатне мікродобриво, мікроелементи.

Вступ. Мікроелементний склад сільськогосподарських рослин є важливим показником їхньої біологічної цінності. Відхилення вмісту мікроелементів у кормових рослинах від оптимального рівня у бік збільшення або зменшення прямо пов'язані із проблемами здоров'я тварин. Серед соковитих кормів особливе місце належить зеленим кормам, які у великій кількості поїдають всі види сільськогосподарських тварин.

За повідомленням М.В. Каталимова [1], під дією кобальту підвищується дієтична цінність продукції рослинництва внаслідок накопичення вмісту аскорбінової кислоти і білка. Зниження вмісту кобальту в кормах (менше 0,07 мг/кг) призводить до різкого зниження продуктивності тварин – зменшуються приріст живої маси і надії молока.

Я.В. Пейве встановив [2], що тварини, які поїдають корми, бідні на мікроелементи, особливо на Со і Си, хворіють і знижують свою продуктивність. У разі підгодівлі солями кобальту тварини швидко додають у вазі, збільшують продуктивність і дають нормальний життєздатний приплід. Під дією Со підвищується рівень гемоглобіну у крові, в органах і тканинах тварин – кількість вітаміну А, Е, С і Fe, також посилюється синтез вітаміну В₁₂. Додавання до раціону тварин мікроелементів Со, Mn, Zn і Си дає приріст маси поросят на 23-30 %, курчат у 45-денному віці – на 48 %. Додавання Со і Mn у корм молочним коровам підвищувало вміст у молоці білка і жирів, додавання Zn – збільшувало жирність молока на 12,7 %.

На думку дослідників [3-5], важливим резервом регулювання елементного складу сільськогосподарських культур є застосування макро- і мікродобрих. Вчені дійшли висновку, що розміри варіювання вмісту мікроелементів у рослинах залежать від кількості останніх, внесених з добривом. У зв'язку з цим особливо актуальним є вивчення екологічних наслідків застосування мікроелементів на ґрунтах з достатньою забезпеченістю ними, що дозволяє оцінити міру їх накопичення основною продукцією сільськогосподарських культур.

Методика. Дослідження проводили у польовому та вегетаційному досліді впродовж 2007-2009 рр. Польові дослідження виконано у тривалому стаціонарному досліді ННЦ "ІГА імені О.Н. Соколовського" у Харківському районі Харківської області, який закладено у 1989 році. Ґрунт – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесоподібному суглинку із вмістом в орному шарі (0-20 см): гумусу – 4,1 %; рухомих сполук фосфору – 11,9 мг/100 г ґрунту і калію – 9,0 мг/100 г ґрунту (за методом Чирікова); азоту, що легко гідролізується – 57 мг/100 г ґрунту (за Корнфілдом), рН_{сол.} – 5,9-6,0; валовим вмістом марганцю 660 мг/кг, міді – 21 мг/кг, кобальту – 16 мг/кг, заліза – 9917 мг/кг, цинку – 60 мг/кг. Впродовж 1989-2009 рр. систематичним внесенням органічних і мінеральних добрив (табл. 1) було створено агрохімічний фон на якому і вивчали дію мікродобрих на мікроелементний склад зеленої маси кукурудзи.

Площа посівної ділянки 10 м², облікової – 4 м². Повторність досліду трикратна, розміщення ділянок рендомізоване. У досліді застосовували аміачну селітру (34,6 % N), суперфосфат гранульований (19,5 % P₂O₅), хлористий калій (60 % K₂O) і рідке хелатне мікродобриво “Реаком-кукурудза” (МД) (Zn – 25, Cu – 6, B – 3, Mo – 0,1, Co – 0,04, Mn – 5, Fe – 5 г/л). Насіння кукурудзи обробляли розчином мікродобрива, робочу суміш готували виходячи з допустимої кількості вологи на 1 т насіння – 10 л розчину (6 л МД + 4 л води). Насіння висівали в ґрунт через дві години після оброблення. Рослини кукурудзи обробляли робочим розчином 400 л/га (в тому числі 8 л/га МД) у фазу трьох і восьми листочків, за контроль використовували дистильовану воду. Схему польового досліду наведено на рис. 2.

Опрацювання й узагальнення результатів досліджень проводили, використовуючи методи математичної статистики Statistica 6, проаналізовано 52 зразка ґрунту і 45 зразків рослин.

Вегетаційний дослід проводили з метою визначення накопичення мікроелементів рослинами кукурудзи у фазу семи листочків під дією застосування макро- і мікродобри. Ґрунт – чорнозем опідзолений із вмістом мінерального азоту 3,2 мг/100 г ґрунту, рухомих сполук фосфору – 7,9 мг/100 г ґрунту і калію – 9,0 мг/100 г ґрунту, рН_{сол.} – 4,9, рухомих сполук марганцю 40,0, кобальту – 0,9, міді – 0,2 та цинку – 1,05 мг/кг. Рослини вирощували в пластикових посудинах об’ємом 3 дм³, які вміщували 2 кг ґрунту. Макродобрива вносили у вигляді нітроамофоски (16:16:16) в дозах 0,32 г (фон 1) і 0,16 г (фон 2) на одну посудину. Мікродобриво застосовували для передпосівного оброблення і позакореневого підживлення кукурудзи у фазу трьох листочків. Схему вегетаційного досліду наведено на рис. 1.

Зразки ґрунту відбирали у фазу викидання волоті кукурудзи з шару 0–20 см у трикратній повторності за ДСТУ 4287:2007 [6]. У відібраних зразках визначали: вміст нітратного і амонійного азоту [7], рухомих сполук фосфору і калію – за методом Чирікова [8], загальний вміст органічної речовини – за методом І.В. Тюріна [9], кислотність ґрунту [10], рухомі сполуки мікроелементів (Cu, Mn, Fe, Zn, Co) – у буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрі Сатурн-4 [11]. У рослинних зразках, відібраних одночасно з ґрунтовими, визначали вміст мікроелементів (Zn, Cu, Mn, Fe, Co) після спалювання і розчинення у 10 % соляній кислоті атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрі Сатурн-4 [12].

Результати і обговорення. Систематичним внесенням органічних і мінеральних добрив упродовж 20 років створено агрохімічний фон, ґрунт якого відрізняється від контролю за ступенем кислотності ґрунтового розчину, вмістом гумусу та рухомих сполук елементів живлення (табл. 1).

Орний шар чорнозему опідзоленого характеризується високим умістом гумусу, середнім – мінерального азоту і рухомого фосфору, підвищеним – рухомого калію та середньою кислотністю ґрунтового розчину.

Характер взаємодії макро- і мікроелементів визначається, переважно, концентраціями самих елементів. Для виявлення залежності вмісту рухомих сполук мікроелементів у ґрунті, мг/кг (y) від умісту мінерального азоту, мг/100 г (x₁), рухомих сполук фосфору (x₂) і калію (x₃) було проведено регресійний аналіз. У фазу викидання волоті кукурудзи ця залежність характеризувалася такими рівняннями:

$$y_{\text{Fe}} = 2,23 + 0,04x_1 + 0,06x_2 + 0,08x_3 \quad (R = 0,60) \quad (1)$$

$$y_{\text{Co}} = -0,99 + 0,48x_1 + 0,01x_2 + 0,08x_3 \quad (R = 0,87) \quad (2)$$

$$y_{Zn} = 0,94 + 0,26x_1 - 0,09x_2 + 0,05x_3 \quad (R = 0,40) \quad (3)$$

$$y_{Mn} = 37,17 + 3,63x_1 + 0,27x_2 + 0,54x_3 \quad (R = 0,80) \quad (4)$$

$$y_{Cu} = 0,07 + 3,63x_1 + 0,03x_2 - 0,01x_3 \quad (R = 0,81) \quad (5)$$

1. Зміна агрохімічних показників родючості ґрунту у шарі 0–20 см під впливом тривалого застосування добрив (середнє за 2007-2009 рр.)

Сумарна кількість добрив, внесених за 1989-2009 рр.	pH _{сол}	Вміст гумусу, %	Вміст рухомих сполук макро- і мікроелементів							
			мг на 100 г ґрунту			мг/кг ґрунту				
			N _{мін}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Fe	Co	Mn	Cu	Zn
Кукурудза на зелену масу – фаза викидання волоті										
Без добрив (контроль)	5,20	4,19	1,30	9,10	9,30	2,30	0,27	42,29	0,14	1,05
Гній 140 т/га, N ₁₀₇₅ P ₁₀₄₀ K ₁₀₆₀ (N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀) ¹⁾	4,90	4,32	2,20	15,40	9,60	1,81	0,33	59,61	0,17	0,81
НІР ₀₅	0,09	0,10	0,11	1,45	1,16	0,45	0,13	6,47	0,05	0,30
1) Внесено безпосередньо під кукурудзу на зелену масу										

Вміст рухомих сполук заліза і марганцю прямо пов'язаний з умістом макроелементів у ґрунті (1, 4), тобто, за збільшення вмісту макроелементів уміст рухомих сполук заліза і марганцю збільшується.

Вміст рухомих сполук кобальту знаходиться в оберненому зв'язку з умістом всіх макроелементів у ґрунті (2). Найвірогідніше, зниження рухомих сполук кобальту відбудеться за збільшення вмісту мінерального азоту.

Підвищений вміст у ґрунті рухомих сполук фосфору знижує вміст доступного для рослин цинку. Коефіцієнт регресії 0,09 у рівнянні 3 свідчить, що за збільшення вмісту рухомих сполук фосфору в ґрунті на 1 мг/100 г за умови, що інші фактори, включені в кореляційну модель (азот і калій) залишаються на середньому рівні, вміст рухомих сполук цинку зменшується на 0,09 мг/кг. Вміст у ґрунті рухомих сполук міді знаходиться в прямому тісному зв'язку з умістом азоту і фосфору, а за збільшення вмісту калію вміст рухомої міді буде знижуватися на 0,01 мг/кг (5).

Регресійний аналіз для виявлення залежності вмісту рухомих сполук мікроелементів, мг/кг (y) від вмісту гумусу, % (x₄) і pH_{сол} ґрунту (x₅) характеризувався такими рівняннями:

$$y_{Fe} = 13,83 - 3,51x_4 + 0,60x_5 \quad (R = 0,50) \quad (6)$$

$$y_{Co} = -10,49 + 1,12x_4 + 1,23x_5 \quad (R = 0,64) \quad (7)$$

$$y_{Zn} = -29,91 + 4,34x_4 + 2,45x_5 \quad (R = 0,66) \quad (8)$$

$$y_{Mn} = -23,20 + 27,02x_4 - 7,74x_5 \quad (R = 0,43) \quad (9)$$

$$y_{Cu} = -1,19 + 0,17x_4 + 0,12x_5 \quad (R = 0,76) \quad (10)$$

Згідно з коефіцієнтами регресії у рівнянні 6 за збільшення вмісту гумусу вміст рухомих сполук заліза зменшується. Встановлено обернений зв'язок з умістом гумусу, показником реакції сольової витяжки з ґрунту і вмістом у ґрунті рухомих сполук кобальту, цинку, марганцю і міді (7-10). Органічна речовина ґрунту в найбільшій мірі знижує поглинання рослинами заліза і кобальту в меншій мірі – цинку і марганцю. Істотний вплив на вміст рухомих сполук марганцю має показник реакції сольової витяжки з ґрунту, за збільшенням показника вміст рухомих сполук марганцю зменшується на 7,74 мг/кг (9).

Отже, зміна агрохімічних показників ґрунту в результаті тривалого застосування добрив змінює рухомість мікроелементів, і відповідно, доступність для рослин через підкислення ґрунтового розчину та завдяки збільшенню вмісту гумусу та рухомих сполук макроелементів.

Під дією оброблення насіння та позакореневого підживлення у фазу трьох листків МД на двох мінеральних фонах істотно збільшується концентрація мікроелементів у зеленій масі в фазу семи листків (рис. 1).

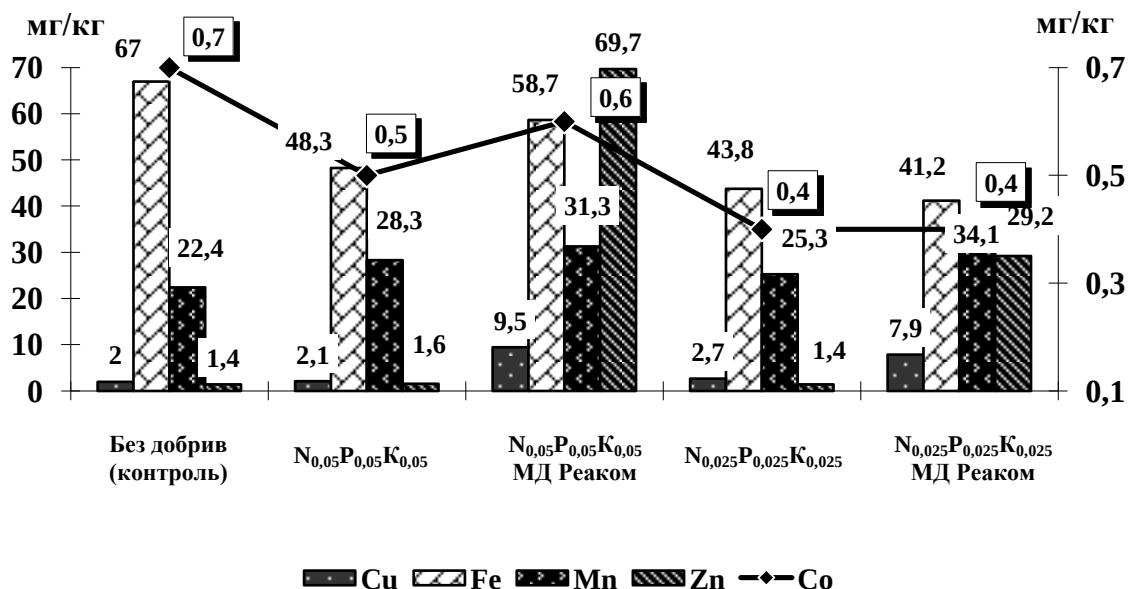


Рис. 1. Вплив макро- і мікродобрив на мікроелементний склад зеленої маси кукурудзи у фазу семи листків, мг/кг, 2009 р. (вегетаційний дослід)

Застосування лише макродобрив у дослідженні з кукурудзою в умовах вегетаційного дослідів знижувало концентрацію заліза в середньому на двох фонах на 32 %, а кобальту – на 36 % і підвищувало концентрацію марганцю – на 20 % порівняно з контролем. Застосування МД сприяло збільшенню концентрації міді і цинку в декілька разів, а концентрація марганцю збільшилась в середньому на 23 % порівняно з $NPK_{0,05}$ і $NPK_{0,025}$. Під дією МД концентрація заліза в зеленій масі збільшилась на 22 %, а кобальту – на 20 % порівняно з фоном $N_{0,05}P_{0,05}K_{0,05}$.

На рис. 2 наведено вміст мікроелементів у зеленій масі кукурудзи (фаза викидання волоті) у польовому досліді.

На варіанті з внесенням $N_{60}P_{30}K_{30}$ виявлено істотне зниження кількості поглиненого кобальту (на 40 %) в зеленій масі порівняно з контролем, що може бути обумовлено біологічним розбавленням, оскільки під дією добрив збільшується врожайність. Достовірне підвищення вмісту заліза (на 13 %), марганцю (на 30 %), цинку (на 24 %) і міді (на 11 %) в зеленій масі обумовлено підвищенням його рухомих сполук у ґрунті за підкислення останнього тривалим внесенням добрив.

Оброблення насіння і позакореневе підживлення рослин кукурудзи МД (що містить у своєму складі всі досліджувані елементи) на мінеральному фоні впливало на зміни мікроелементного складу зеленої маси. Вміст міді, цинку і кобальту порівняно з $N_{60}P_{30}K_{30}$ збільшився на 59-102 %, 0,8-32 %, 50-83 %

відповідно, а концентрація заліза і марганцю в зеленій масі знижувалась на 14-30 % і 7-26 % відповідно.

Мікроелементний склад зеленої маси кукурудзи без застосування добрив відповідає нормі для тварин окрім вмісту міді (табл. 2). Застосування МД на фоні $N_{60}P_{30}K_{30}$ збільшує вміст мікроелементів не погіршуючи якості зеленої маси. Вміст міді в рослинах, вирощуваних без добрив та на фоні $N_{60}P_{30}K_{30}$ знаходиться на рівні нижньої граничної концентрації (3,7 і 4,1 мг/кг), застосування МД підвищило вміст міді до норми, встановленої для тварин.

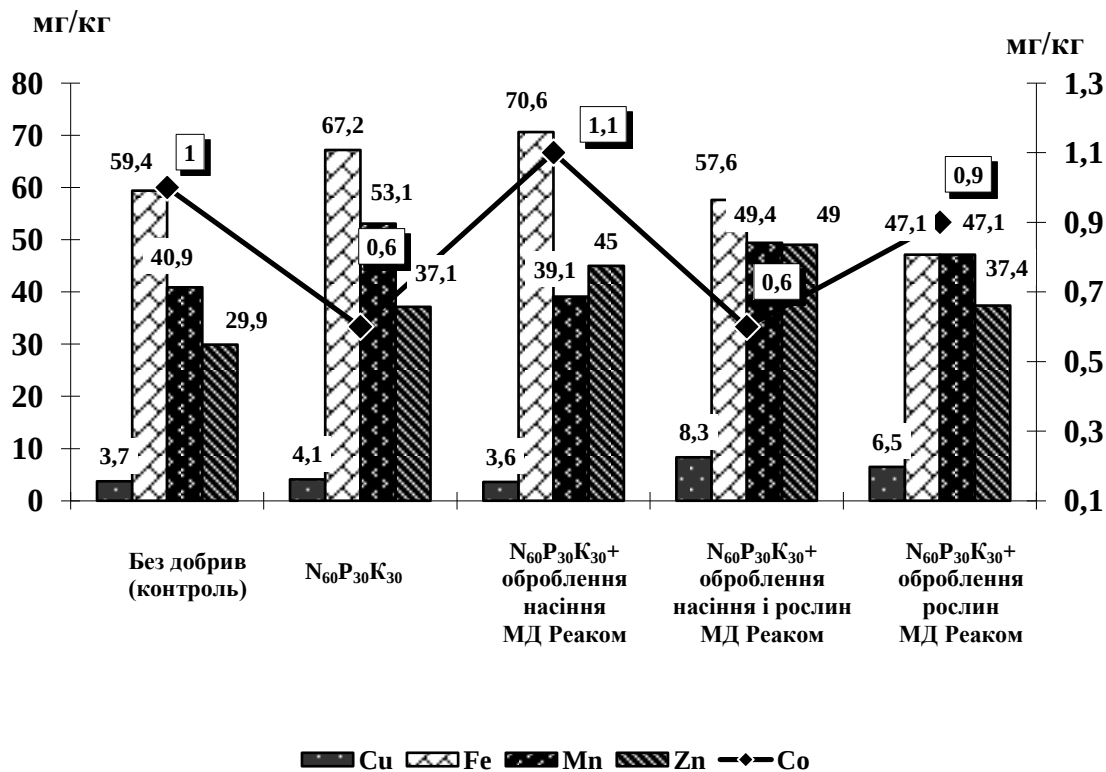


Рис. 2. Вплив макро- і мікродобрив на мікроелементний склад зеленої маси кукурудзи (середнє за 2008-2009 рр.), мг/кг (польовий дослід)

2. Норми вмісту елементів у кормових рослинах [13,14]

Елемент	Середній вміст у кормових рослинах, мг/кг	Граничні концентрації, мг/кг		Норма для тварин, мг/кг
		нижня	верхня	
кобальт	0,32	0,10...0,25	1,0	0,25...1,00
цинк	21,00	20,00...30,00	60,0...100,0	20,00...60,00
мідь	6,40	3,00...5,00	20,0...40,0	5,00...12,00
марганець	-	-	70,0	20,00...60,00
залізо	-	-	100,00	-

Висновки. За умов тривалого (20 років) систематичного внесення органічних і мінеральних добрив орний шар чорнозему опідзоленого за вмістом рухомих сполук мікроелементів характеризується високим умістом рухомого марганцю і кобальту, середнім – міді та низьким – цинку.

На рухомість мікроелементів у ґрунті впливає вміст гумусу, реакція ґрунтового середовища та підвищений вміст рухомих сполук фосфору, про що вказують рівняння регресії та щільність зв'язку ($R = 0,76-0,81$).

Мікроелементний склад зеленої маси кукурудзи залежить від кількості доступних мікроелементів у ґрунті та удобреності рослин макро- і мікродобривами. Хелатне мікродобриво "Реаком-кукурудза" доповнює мінеральне живлення рослин та підвищує концентрацію міді, марганцю і цинку в зеленій масі, що має велике значення для раціону сільськогосподарських тварин.

Список використаної літератури

1. Каталымов М.В. Микроэлементы и их роль в повышении урожайности / М.В. Каталымов. – М.: Госхимиздат, 1960 – 78 с.
2. Пейве Я.В. Краткий обзор результатов исследований по проблеме "Микроэлементы в растениеводстве и животноводстве" за 1972 г. / Я.В. Пейве, И.П. Айзупиет // Микроэлементы в СССР: методические материалы – Рига, 1974. – С. 23–32.
3. Носко Б.С. Вплив агрохімічного фону чорнозему типового і мінеральних добрив на закономірності використання пшеницею озимою макро- і мікроелементів з ґрунту / Б.С. Носко, О.Л. Меркулова, Т.А. Юнакова // Вісник аграрної науки. – 2001. – № 12. – С. 9–12.
4. Господаренко Г.М. Вплив тривалого застосування добрив на вміст рухомих сполук мікроелементів у ґрунті / Г.М. Господаренко, О.О. Машинник // Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. – 2011. – № 2. – С. 92–96.
5. Цыганов А.Р. Микроэлементы и микроудобрения: [учебное пособие] / Цыганов А.Р., Персикова Т.Ф., Реуцкая С.Ф. – Минск, 1998. – 122 с.
6. Якість ґрунту. Відбирання проб: ДСТУ 4287:2007. – [Чинний від 2004-30-04]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 9 с.
7. Якість ґрунту. Визначення нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О.Н. Соколовського: ДСТУ 4729:2007. – [Чинний від 2006-30-04]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 14 с.
8. ДСТУ 4115–2002. ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирікова. – [Чинний від 2002-27-06, зі скасуванням ГОСТ 26204-91]. – К.: Держкомітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002. – 6 с.
9. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини : ДСТУ 4289:2004. – [Чинний від 2004-30-04, зі скасуванням ГОСТ 26213-91]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 12 с.
10. Якість ґрунту. Визначення рН (ISO 10390:1994, IDT) : ДСТУ ISO 10390-2001. – [Чинний від 2002-01-04]. – К.: Держспоживстандарт України 2003. – 11 с.
11. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук мікроелементів у ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії: ДСТУ 4770:2007. – [Чинний від 2007–28–04]. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 14 с.
12. Методи аналізів ґрунтів і рослин: [методичний посібник] / за ред. Булигіна С. Ю. та ін. – Харків, 1999. – Кн. 1. – 160 с.
13. Временный максимально-допустимый уровень (МДУ) содержания некоторых химических элементов и госсипола в кормах для сельскохозяйственных животных и кормовых добавках. – М.: Госагропром СССР, ГУ ветеринарии, 1987. – 4 с.
14. Микроэлементный состав растениеводческой продукции Беларуси и его качественная оценка / И.В. Вильдфлуш [и др.] // Земледелие и охрана растений. – 2004. – № 4. – С. 23–24.

Стаття надійшла до редколегії 04.06.2013.

CONTENT OF MICROELEMENTS IN SOIL AND MAIZE PLANTS DEPENDING ON THE APPLICATION OF MACRO- AND MICROFERTILIZERS

A.M. Kutova

NSC "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky"

(kutova_ang@list.ru)

The changes of microelements content in maize green mass under the action of chelat microfertilizer under agrochemical conditions of chernozem podzolized, created by systematic application of organic and mineral fertilizers in long-term field experiment have been researched. It has been

determined, that the humus content, the reaction of soil environment and high content of mobile compounds of phosphorus has influence on content of mobile compounds of microelements in the soil. The microelement content in maize green mass according to results of field and pot experiments was depended on the amount of available compounds of macro- and microelements in soil and application macro- and microfertilizers.

Key words: *chernozem podzolized, mobile compounds, fertilizers, maize green mass, chelated microfertilizers, micronutrients.*

УДК 631.445.4:631.427.2

ВПЛИВ ТРИВАЛОГО ЗАСТОСУВАННЯ ОРГАНІЧНОЇ СИСТЕМИ ЗЕМЛЕРОБСТВА НА СТАН МІКРОБНИХ УГРУПОВАНЬ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО В ЗЕРНО-КОРМОВИХ СІВОЗМІНАХ

О.Є. Найдьонова, О.І. Маклюк, Г.О. Цигічко, Л.О. Шедєй, Р.В. Акімова, В.Б. Гвоздік

ІНЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»
(*oxana-naydyonova@mail.ru*)

Вивчено вплив тривалого застосування органічної системи землеробства на чисельність, структуру і функціонування мікробних ценозів чорнозему опідзоленого та врожаї сільськогосподарських культур. Встановлено, що тривале застосування органічної системи землеробства, за умов внесення як органічних добрив лише соломи, призводить до пригнічення мікробного ценозу ґрунту, зниження чисельності головних еколого-функціональних груп мікроорганізмів порівняно з ділянкою, де застосовували традиційну систему землеробства. Проте крім негативних змін виявлено позитивні - збільшення чисельності фосфатмобілізуювальних бактерій, азотфіксувальної, амоніфікувальної і нітрифікувальної здатностей ґрунту та підвищенні активності деяких ферментів. На думку авторів, для підтримки нормального функціонування ґрунтової мікрофлори в органічному землеробстві недостатньо внесення тільки рослинних решток у вигляді соломи, потрібно вносити також добрива тваринного походження і сидерати.

Ключові слова: *мікробний ценоз, чорнозем опідзолений, мікробіологічні показники, органічне виробництво сільськогосподарської продукції, ферментативна активність ґрунту, система землеробства.*

Вступ. Інтенсивне застосування агрохімікатів, у тому числі мінеральних добрив та засобів захисту рослин у традиційних системах землеробства одночасно з підвищенням урожайності сільськогосподарських культур неминуче викликає безліч небажаних явищ: погіршення властивостей ґрунту, зокрема біологічних, забруднення навколишнього середовища, зниження якості сільськогосподарської продукції через накопичення в ній сполук, шкідливих для організму людини й тварин [1, 2]. Тому ще за 70-х рр. минулого сторіччя в розвинених країнах світу почало поширюватись органічне виробництво сільськогосподарської продукції.

Україна має значний потенціал для вирощування органічної сільськогосподарської продукції [3, 4]: зараз нараховується понад 100 сертифікованих органічних господарств, де вирощують переважно зернові, зернобобові та олійні культури [5]. Площа сертифікованих земель становить близько 270 тис. га.

Однак розвиток органічного виробництва в нашій країні гальмується незавершеністю створення законодавчої та нормативно-правової бази, яка б окреслила державну політику й механізми регулювання економічних і екологічних аспектів у цій галузі [6]. Відстає від практичних досягнень і науково-методичне забезпечення органічного виробництва. До цього часу в Україні не проводили системних досліджень впливу технологічних особливостей органічного землеробства на ґрунти – їхню родючість і основні властивості, зокрема, біологічні. Органічне виробництво сільськогосподарської продукції потребує розробки агрозаходів з підвищення, збереження і відтворення родючості ґрунту та його біорізноманіття [7]. Встановлення закономірностей та напряду зміни біологічного стану ґрунту під впливом органічної системи землеробства є необхідним для визначення ефективних шляхів його поліпшення.

Органічне виробництво сільськогосподарської продукції спрямовано на вирощування екологічно безпечних продуктів харчування, тому головною умовою органічної системи землеробства є запобігання забрудненню ґрунтів та рослинної продукції. Однак, заборона застосування синтетичних мінеральних добрив і засобів захисту рослин та інші обмеження в органічному виробництві, одночасно з поліпшенням якості продукції призводять до зниження врожаїв [8], однією з причин чого є зміни в біологічних параметрах ґрунту. Отже, для розробки заходів з підвищення родючості і продуктивності ґрунтів в умовах органічного виробництва сільськогосподарської продукції необхідно визначити стан мікробних угруповань ґрунту – їхню структуру, функціональні особливості, активність біохімічних процесів.

Тому метою досліджень було виявити вплив тривалого застосування органічної системи землеробства на склад і стан мікробних ценозів чорнозему опідзоленого, а саме, визначити напрями і ступінь змін у структурі й функціонуванні мікробних комплексів та біологічній активності ґрунту. Для цього порівнювали основні біологічні показники ґрунту на ділянках, де протягом понад 20 років вирощували сільськогосподарські культури в зерно-кормовій сівоzmіні із застосуванням традиційної та органічної систем землеробства.

Об'єкти і методика досліджень. Мікробіологічні та біохімічні дослідження проводили в зразках ґрунту, відібраних з прикореневої зони у межах орного шару на досліджуваних варіантах тривалого стаціонарного польового досліду відділу агрохімії, закладеного 1989 року на території Слобожанського дослідного поля ННЦ "ІГА імені О.Н.Соколовського" у Харківському районі Харківської області. Ґрунт - чорнозем опідзолений важкосуглинковий.

У зразках ґрунту, відібраних у два строки (на початку і наприкінці вегетації), визначали чисельність основних груп мікрофлори методом мікробіологічного посіву ґрунтової суспензії відповідного розведення на тверді живильні середовища [9-12]. Розрахункові показники, зокрема *мінералізації* [13], *оліготрофності* [14] та *мікробної трансформації органічної речовини ґрунту* [15], які характеризують напругу мінералізаційних процесів і трофічний режим ґрунту, визначали за співвідношенням окремих груп мікроорганізмів, *сумарний біологічний показник* (СБП) – методом відносних величин за Дж. Ацці [16]. Біохімічну активність ґрунту визначали за активністю таких ферментів: *інвертази* – фотокolorиметричним методом, викладеним Д.Г. Звягінцевим із співавторами [9, С. 157-158], *дегідрогенази* за А.Ш.Галстяном [17] і *поліфенолоксидази* за Л.А. Карягіною та Н.А. Михайловською [18]. *Нітрифікувальну та амоніфікувальну здатність ґрунту* визначали за методом С.А. Ваксмана [19], *азотфіксувальну здатність ґрунту* – ацетиленовим методом за В.В. Волкогоном [20]. Результати роботи статистично оброблено із застосуванням методу дисперсійного аналізу.

Традиційна система виробництва рослинницької продукції в досліді заснована на застосуванні органічних і мінеральних добрив у сівоzmіні та

хімічних засобів боротьби з бур'янами. Мінеральні добрива вносили звичайним способом урозкид у дозах, розрахованих на інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур. *Органічна система* землеробства передбачає застосування тільки органічних добрив у сівозміні та безгербіцидних засобів боротьби з бур'янами, причому в останні 12 років як органічні добрива вносили лише рослинні рештки, а саме, солому гречки, озимої пшениці та озимого жита в дозі 2 т/га.

У польовому досліді закладено три 6-пільні сівозміни з різною насиченістю просапними культурами. Сівозміни мали в натурі три клини (А, Б, В). Площа облікової ділянки 168 м² (6 м × 28 м), повторність 4-разова.

Для мікробіологічних досліджень обрано варіанти дослідів з традиційною (варіант 1) і органічною (варіант 3) системами землеробства в третій сівозміні в клинах В (ячмінь з підсівом люцерни) і Б (люцерна 2 року). Крім того, у клинах А кожної сівозміни також відбирали зразки ґрунту на варіантах з традиційною і органічною системами землеробства. У клину А першої і третьої сівозмін вирощували озиме жито, другої сівозміни – гречку.

Результати досліджень. У результаті аналізу та узагальнення здобутих даних виявили, що в середньому за 2 строки спостережень чисельність більшості досліджуваних груп мікрофлори у ґрунті варіантів дослідів з органічною системою землеробства була нижчою, ніж у ґрунті варіантів з традиційною системою (табл. 1). Загальна кількість евтрофних мікроорганізмів за умов органічного землеробства під усіма культурами в середньому нижча, зниження відносно варіантів з традиційною системою землеробства складає 5-50 %. Про негативний вплив органічної системи землеробства на трофічний режим ґрунту свідчать більш високі показники оліготрофності мікробного ценозу.

Загальний стан мікробних ценозів ґрунту, залежно від систем удобрення, оцінено за допомогою сумарного біологічного показника (СБП), середні значення якого за органічного землеробства поступалися даним за традиційної системи, і в середньому за вегетацію стан мікробного ценозу був гіршим (рис. 1), за винятком ґрунту під люцерною і гречкою. Отже, характер і ступінь впливу на мікрофлору ґрунту засобів органічного землеробства певною мірою залежить від вирощуваної культури.

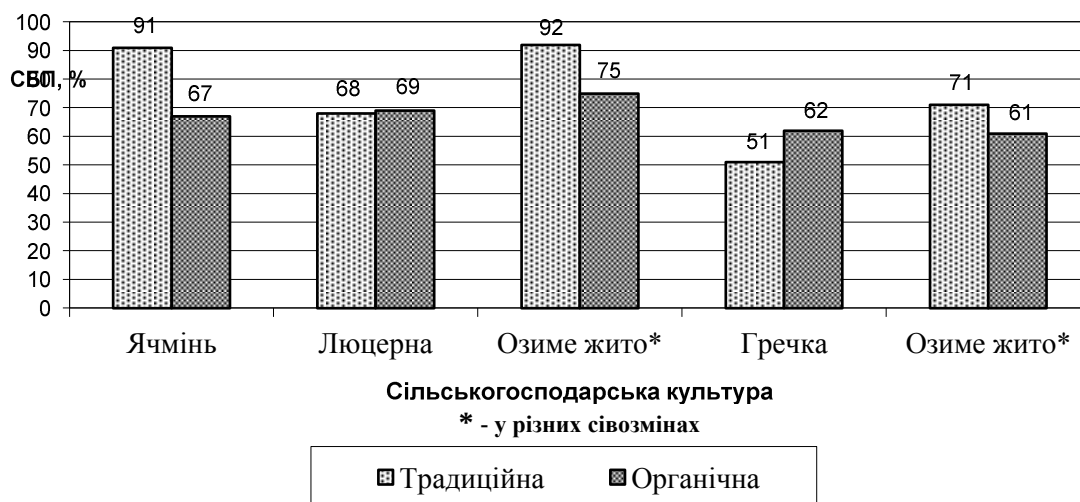


Рис. 1. Стан мікробних ценозів ґрунту залежно від системи землеробства та вирощуваної культури за сумарним біологічним показником (середні дані за вегетацію)

Таблиця 1

Як відомо, люцерна є культурою-фітомеліорантом, вирощування якої (із дотриманням технологій) забезпечує поліпшення фізичних та біологічних властивостей ґрунту, зокрема, сприяє відновленню структури ґрунту, збагаченню його на біологічний азот та інші поживні речовини. І відбувається це, як вважають, саме завдяки покращенню біологічного стану ґрунту. Згідно з даними, гречка також здатна позитивно впливати на ґрунтову мікрофлору. До того ж, восени під гречку вносили солому озимої пшениці (2 т/га).

До позитивних відзнак ґрунту під впливом органічного землеробства слід долучити вищу, ніж за умов традиційного землеробства, кількість фосфатмобілізівних мікроорганізмів на початку вегетації (табл. 2).

Так, під ячменем у ґрунті варіанту з органічною системою землеробства загальна кількість мікроорганізмів, що розчиняють ґрунтові мінеральні фосфати, була вищою, ніж у ґрунті варіанта з традиційною системою землеробства на 59 %, під люцерною, відповідно, – на 76 %, зокрема тих, що активно розчиняють фосфат кальцію, утворюючи прозорі зони на середовищі Муромцева, – в 2,5 раза. Загальна кількість мікроорганізмів, що мобілізують органічні фосфати, в ґрунті під люцерною за органічної системи була вищою, ніж за традиційної системи на 24 %, у тому числі тих, що активно розчиняють фітин, утворюючи прозорі зони на середовищі Менкіної, – на 22 %.

На рис. 2 і 3 чітко видно кількісну перевагу фосфатмобілізівних мікроорганізмів у ґрунті варіантів з органічною системою землеробства, висіяному на чашки Петрі з відповідними елективними живильними середовищами.

Наприкінці вегетації чисельність фосфатмобілізівних мікроорганізмів у ґрунті за умов органічної системи землеробства була нижчою. Проте, підвищення чисельності мікроорганізмів, що перетворюють важкорозчинні мінеральні та органічні фосфати ґрунту в більш доступні для рослин форми, є дуже важливим саме на початку вегетації рослин, які в цей час потребують посиленого живлення для активного росту й розвитку.

2. Чисельність фосфатмобілізівних мікроорганізмів у ґрунті варіантів традиційної та органічної систем землеробства (18.05.2011 р.)

Варіант досліду (система землеробства, клин, культура)	Мікроорганізми, що мобілізують фосфати, млн/г			
	мінеральні		органічні	
	загальна кількість	із зонами розчинення $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	загальна кількість	із зонами розчинення фітину
Традиційна, В, ячмінь + люцерна	12,60	4,95	26,25	11,93
Органічна, В, ячмінь + люцерна	20,05	4,44	28,05	12,12
Традиційна, Б, люцерна 2 року	8,21	3,16	23,31	11,44
Органічна, Б, люцерна 2 року	14,48	7,80	28,95	13,92
$\text{HIP}_{0,05}$	1,68	0,93	2,96	1,03
$F_{\text{факт.}}$	48,01	26,91	17,63	19,66
Примітка: $F_{\text{табл. } 0,05} = 2,65$.				

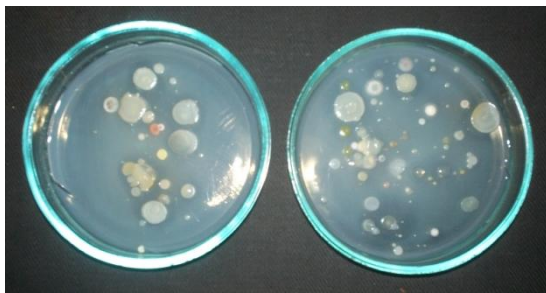
**А****Б**

Рис. 2. Мікроорганізми, що мобілізують мінеральні фосфати на середовищі Муромцева, (18.05.2011 р.), А – початок вегетації ярого ячменю, Б – середина вегетації люцерни 2 року (на кожному фото: ліворуч – традиційна система землеробства, праворуч – органічна)

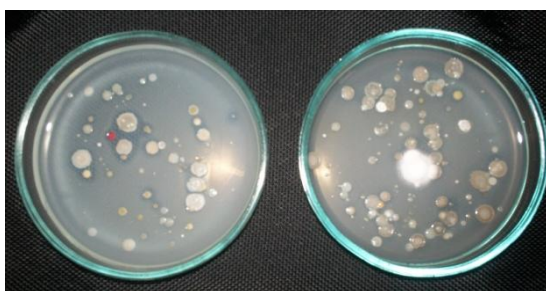
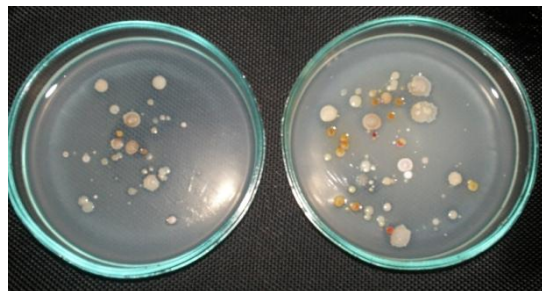
**А****Б**

Рис. 3. Мікроорганізми, що мобілізують органічні фосфати на середовищі Менкіної, (18.05.2011 р.), А – початок вегетації ярого ячменю, Б – середина вегетації люцерни 2 року (на кожному фото: ліворуч – традиційна система землеробства, праворуч – органічна)

Ґрунт на ділянках з органічною системою землеробства характеризувався більш високою азотфіксувальною здатністю, порівняно з ґрунтом варіантів із застосуванням традиційної системи землеробства: потенційна нітрогеназна активність ґрунту під ячменем була вищою в 3,6 раза, майже вдвічі – під озимим житом у першій сівоzmіні і майже втричі – під житом у третій сівоzmіні (рис. 4).



Рис. 4. Азотфіксувальна здатність ґрунту варіантів дослідів, на початку вегетації

Це пов'язано з тим, що бактерії, які здійснюють фіксацію атмосферного азоту за допомогою ферменту нітрогенази, дуже чутливі до багатьох антропогенних чинників, зокрема, мінеральних добрив у традиційних дозах.

Важливим показником біологічної активності ґрунту є його ферментативна активність, яка тісно корелює з його продуктивністю.

Органічна система землеробства зумовила істотно вищі інвертазну та поліфенолоксидазну активності ґрунту порівняно з традиційною (табл. 3). Інвертазна активність ґрунту має прямий кореляційний зв'язок із вмістом у ньому гумусу. Висока активність поліфенолоксидази, яка бере участь у синтезі компонентів гумусу, свідчить про спрямованість біохімічних процесів у бік збереження і накопичення його запасів у ґрунті.

Параметри ще двох показників біохімічної активності ґрунту, що мають істотне значення для азотного живлення рослин, а саме, амоніфікувальної і нітрифікувальної здатності, під впливом органічної системи землеробства, у більшості випадків достовірно зростали (табл. 4).

Таким чином, тривале застосування органічної системи землеробства в стаціонарному польовому досліді на чорноземі опідзоленому неоднозначно впливало на стан його мікробних ценозів.

До змін негативного характеру належить зниження чисельності мікроорганізмів головних еколого-трофічних груп. Про негативний вплив органічної системи землеробства на трофічний режим ґрунту свідчать більш високі показники оліготрофності мікробного ценозу.

Зниження чисельності мікроорганізмів основних груп у ґрунті та інші негативні зміни за умов органічного землеробства супроводжувались падінням урожаїв сільськогосподарських культур на 13-19 % (рис. 5).

До позитивних відзнак слід віднести вищу, ніж за умов традиційного землеробства, кількість фосфатмобілізівних мікроорганізмів, більш високі азотфіксувальну активність ґрунту, здатність ґрунту до накопичення аміачного та нітратного азоту та активність деяких ферментів. До того ж, характер і ступінь впливу на мікрофлору певною мірою залежать від вирощуваної культури.

Слід ще раз зауважити, що в даному досліді протягом останніх 12 років як органічні добрива вносили лише соломі сільськогосподарських культур. Тому розповсюджувати результати досліджень і зроблені на їх підставі висновки не можна на систему органічного землеробства взагалі, вони стосуються лише цього досліді. Але одержані нами результати дозволяють стверджувати, що для підтримки нормального функціонування ґрунтової мікрофлори в органічному землеробстві недостатньо внесення тільки рослинних решток у вигляді соломи, потрібно вносити також добрива тваринного походження і сидерати.

Висновки. Тривале застосування органічної системи землеробства на чорноземі опідзоленому в зерно-кормовій сівозміні викликало певні зміни біологічного стану ґрунту порівняно з традиційною системою землеробства:

- пригнічення мікробних угруповань ґрунту, зниження чисельності мікроорганізмів головних еколого-трофічних, таксономічних і фізіологічних груп – зменшення значень СБП у середньому складає 14-26 %. Але характер і ступінь впливу на ґрунтову мікрофлору значною мірою залежать від вирощуваної культури;

- погіршення поживного режиму ґрунту, про що свідчить підвищення показнику оліготрофності;

Таблиця 3

4. Здатність ґрунту до накопичення основних форм азоту

Варіанти дослідів (система землеробства, клин, культура)	Амоніфікувальна здатність, мг N – NH ₄ ⁺ /100 г ґрунту за 5 діб			Нітрифікувальна здатність, мг N – NO ₃ ⁻ /100 г ґрунту за 21 добу		
	на початку вегетації	наприкінці вегетації	середня	на початку вегетації	наприкінці вегетації	середня
Традиційна, III-B, ячмінь + люцерна	3,21	5,26	4,24	1,49	5,30	3,40
Органічна, III-B, ячмінь + люцерна	1,15	1,68	2,83	0,93	10,10	5,52
Традиційна, III-B, люцерна 2 року	0	2,19	1,10	0,92	5,65	3,29
Органічна, III-B люцерна 2 року	0	2,90	1,45	1,27	8,10	4,69
Традиційна, I-A, озиме жито	3,48	0,20	1,84	6,05	0,10	3,08
Органічна, I-A, озиме жито	5,30	0,54	2,92	6,96	0,36	3,66
Традиційна, II-A, гречка	4,07	0,10	2,09	5,97	1,55	3,76
Органічна, II-A, гречка	4,73	0,44	2,59	6,85	1,76	4,31
Традиційна, III-A, озиме жито	3,45	0,29	1,87	7,03	2,83	4,93
Органічна, III-A, озиме жито	4,57	0,65	2,61	6,69	2,21	4,45
НІР _{0,05}	0,75	0,04	–	0,08	0,03	–
F _{факт.}	14,32	29,62	–	21,11	12,74	–
Примітка: F _{табл. 0,05} = 3,15						

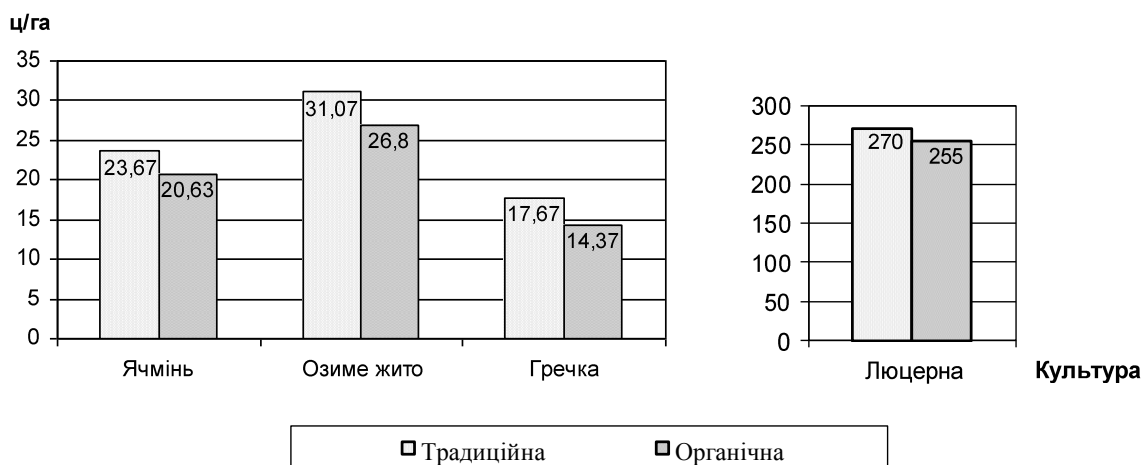


Рис. 5. Урожаї сільськогосподарських культур за традиційної та органічної систем землеробства

- значне збільшення кількості мікроорганізмів, які перетворюють важкодоступні фосфати ґрунту в більш рухомі сполуки, на початку вегетації рослин;
- підвищення інвертазної та поліфенолоксидазної активності ґрунту;
- посилення здатності ґрунту до азотфіксації, накопичення аміачного та нітратного азоту;
- зниження врожаїв сільськогосподарських культур на 13–19 %.

Список використаної літератури

1. Минеев В.Г., Ремпе Е.Х. Экологические последствия длительного применения повышенных и высоких доз минеральных удобрений // Агрохимия. – 1991. – № 3. – С. 48 – 52.
2. Кураков А.В., Козлова Ю.Е. Устойчивость микробного комплекса дерново-подзолистых почв к действию минеральных удобрений // Почвоведение. – 2002. – № 5. – С. 592 – 600.
3. Малькова К. Краще для живої природи // Посібник Українського хлібороба, 2008. – С. 112.
4. Милованов Є.В. Органічне сільське господарство: перспективи для України // Посібник Українського хлібороба, 2009. – С. 257 – 260.
5. Березовська О.М. Органічне виробництво – як аксіома для України // Посібник Українського хлібороба, 2010. – С. 135 – 137.
6. Артиш В.І. Стан державного регулювання виробництва органічної продукції // Посібник Українського хлібороба, 2007. – С. 236 – 237.
7. Артиш В.І. Ринок української органічної продукції та перспективи його розвитку // Посібник Українського хлібороба, 2008. – С. 113 – 115.
8. Андрієвський В.Є., Козловська М.В. Вимоги до органічного рослинництва // Посібник Українського хлібороба, 2010. – С. 137 – 138.
9. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д.Г. Звягинцев, И.В. Асеева, И.П. Бабьева, Т.Г. Мирчинк; под ред. Д.Г. Звягинцева – М.: Изд-во Московского ун-та, 1980. – 224 с.
10. Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. – М.: Колос, 1972. – 199 с.
11. Сэги Й. Методы почвенной микробиологии; под ред. Г.С. Муромцева; пер с венг. И.Ф. Куренного. – М.: Колос, 1983. – 296 с.
12. ДСТУ XXXX:XX Якість ґрунту. Визначення чисельності мікроорганізмів у ґрунті методом висівання на тверде (агаризоване) живильне середовище. (На стадії опублікування).
13. Мишустин Е.Н. Ассоциации почвенных микроорганизмов. – М.: Наука, 1975. – С. 24.
14. Аристовская Т.В., Худякова Ю.А. Методы изучения микрофлоры почв и её жизнедеятельности // Методы стационарного изучения почв. – М.: Наука, 1977. – С.141 – 286.
15. Муха В.Д. О показателях, отражающих интенсивность и направленность почвенных процессов // Сб. науч. тр. ХСХИ, т. 273, Харьков, 1980. – С. 13 – 16.
16. Аци Дж. Сельскохозяйственная экология; пер. с англ. Н.А. Емельяновой, О.В. Лисовской, М.П. Шикеданц; под ред. В.Е. Писарева. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1959. – С. 242 – 243.
17. Хазиев Ф.Х. Ферментативная активность почв. – М.: Наука, 1976. – С. 39 – 40.
18. Карягина Л.А., Михайловская Н.А. Определение активности полифенолоксидазы и пероксидазы в почве // Весці АН БССР, серія с/г навук. – Мінск, 1986. – № 2. – С. 40 – 41.
19. ДСТУ 4729:2007 Якість ґрунту. Визначення нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ "ІГА імені О.Н. Соколовського". – [Чинний від 2008-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 14 с. – (Національний стандарт України).
20. Волкогон В.В. Методичні рекомендації по визначенню активності азотфіксації в ґрунті та кореневій зоні рослин ацетиленовим методом. – Чернігів: ЦНТЕІ. – 1997. – 12 С.

Стаття надійшла до редколегії 10.06.2013

INFLUENCE OF THE LONG-TERM USING OF ORGANIC AGRICULTURAL SYSTEM ON THE CONDITION OF MICROBIAL CENOSIS OF CHERNOZEM PODZOLIZED IN GRAIN-FODDER CROP ROTATION

O.E. Naydyonova, O.I. Maklyuk, A.A. Tsyhichko, L.A. Shedey, R.V. Akimova, V.B. Gvozdyck

NSC "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky"
(oxana-naydyonova@mail.ru)

Influence of the long-term using of organic agricultural system on number, structure and functioning of microbial cenosis of chernozem podzolized and crop yield is studied. It is determined, that long-term application of organic agricultural system, subject to the application as organic fertilizers solely straw, leads to the depression of soil microbial cenosis and to the reduction of number of the main ecology-functional groups of microorganisms compared with a field, where traditional agricultural system was used. However, except negative changes positive changes were found out, which consist in the number increase of the phosphatemobilizing bacteria, nitrogenfixing, ammonification and nitrification capacities of soil and increase of activity of some enzymes. In authors' opinion, for support of the normal functioning of soil microflora in organic agriculture, it is not enough to apply only plant rests as a straw, it is necessary to apply also fertilizers of animal origin and siderates (green manure crops).

Key words: *microbial cenosis, chernozem podzolized, soil microbiological parameters, organic agricultural production, soil fermentative activity, agricultural system.*

ОХОРОНА І ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТІВ

УДК 631.4:551.3

КАЛІБРУВАННЯ МОДЕЛІ ОЦІНКИ ЕРОЗІЙНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ЗЕМЕЛЬ

М.В. Куценко, Д.О. Тімченко, О.В. Круглов, П.Г. Назарок, П.В. Воскобойніков**ННЦ "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського"***(kucenko_nikolay@mail.ru)*

Обґрунтовано метод визначення та картографування ерозійної небезпеки земель, в якому ерозійні властивості ґрунтів земельних ділянок враховують за допомогою узагальнених коефіцієнтів, що визначають шляхом польових досліджень прояву ерозійних процесів та математичного моделювання, а картографування здійснюють за допомогою автоматизованого врахування цих коефіцієнтів і параметрів рельєфу.

Ключові слова: *ерозійна небезпека, калібрування моделі, протиерозійні заходи.*

Постановка проблеми. Охороні земель від ерозії в Україні приділяється значна увага як у законодавчих актах та постановах уряду так і в науковій літературі. Але на практиці проблема не вирішується за різних причин. Однією з таких причин є відсутність достатньо простої і, водночас, адекватної технології інформаційного забезпечення охорони земель. Першим кроком, який необхідно зробити для функціонування системи охорони земель, є суцільне обстеження земельних ділянок з кількісним оцінюванням та картографуванням їхньої ерозійної небезпеки. Картограми ерозійної небезпеки слугуватимуть своєрідним паспортом існуючого ризику прискореної ерозії і початком відліку відповідальності землевласників за охорону земель.

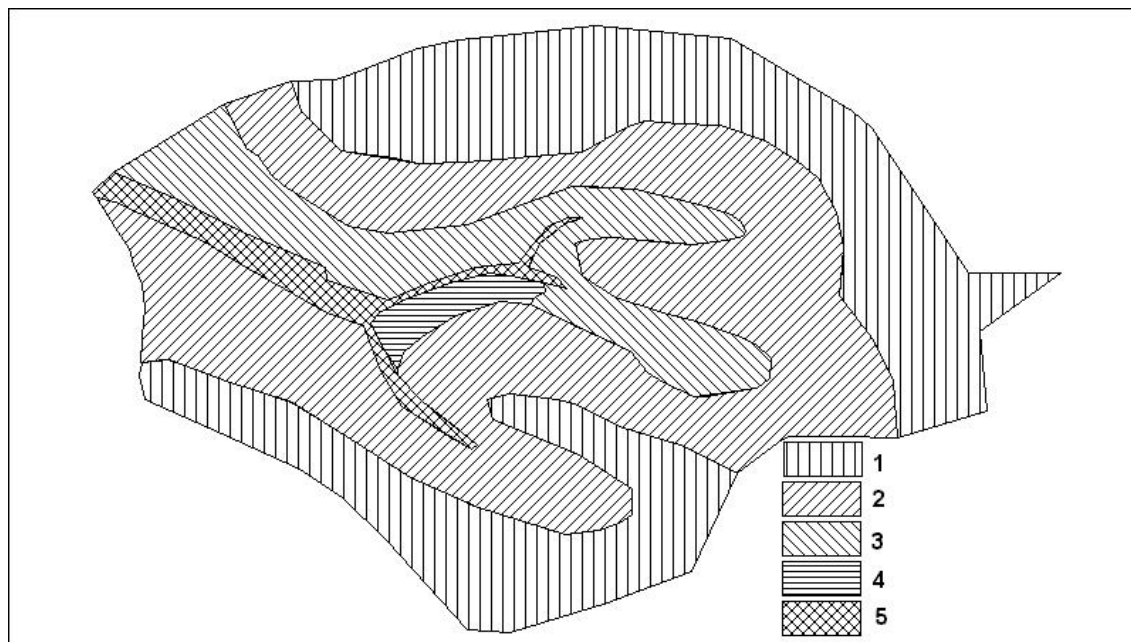
Аналіз останніх досліджень і публікацій. Калібрування та перевірка моделей ерозії завжди була проблематичною через складну природу ерозійно-аккумулятивних процесів. Для перевірки балансових моделей змиву використовують метод вимірювання об'ємів ерозійних рівчаків. Таку перевірку здійснювали О. О. Світличний [1], Е. Альбертс, Ф. Гідей [2]. З цією метою, а також для калібрування моделей ерозії використовують стокові майданчики [3]. С.В. Костріков адаптував модель ерозії WEPP у геоінформаційне середовище водозбірних басейнів [4]. Використання цієї моделі дуже ускладнюється великою кількістю параметрів і необхідністю її калібрування у США за допомогою інструментально-програмного комплексу GLIGEN [5]. Г. В. Бастраков запропонував спосіб картографування ерозійної стійкості земель, що передбачає вимірювання за допомогою топографічних карт ухилів та довжин ліній активного стоку, розрахунки та картографування кількісних значень показника ерозійної стійкості земель [6]. Недоліками цього способу є те, що ерозійну стійкість неможливо визначити для земель, наближених до вододілу, а опір ґрунту розмиву визначають заздалегідь за допомогою приладу, яким враховують штучні струмені води, що відрізняються від природних. Запропонований нами спосіб експрес-оцінки ерозійної небезпеки земель передбачає інтегроване калібрування моделі, але не враховує інтенсивності конкретних злив, які спричиняють утворення рівчаків [7]. У статті описано

результати, які є продовженням започаткованого нами у 2011 році моніторингу ерозійної небезпеки земель [8].

У зв'язку з цим, метою дослідження є розробка методу кількісного визначення та картографування ерозійної небезпеки схилових земель на основі одночасного врахування їхньої природної стійкості до водної ерозії, інтенсивності злив, площ водозборів та ухилів рельєфу.

Об'єкт, методи та результати дослідження. Для досягнення поставленої мети було проведено обстеження проявів ерозійних процесів на території ТОВ "Відродження" Харківського району після злив 4 липня 2011 року - на полі підкукурудзою на зерно та 6 червня 2013 року - на полі під соняшником.

Ґрунти території дослідження представлено чорноземами типовими на лесових породах: середньогумусним легкоглинистим; середньогумусним слабо змитим важкосуглинковим; глибоким середньозмитим важкосуглинковим. (рис. 1). Довжина схилів 560 – 750 м, а ухили подекуди сягають 5 – 6°. Інтенсивність зливи, що спостерігали 4 липня 2011 року, виявилась біля 1 мм/хв. = $2 \cdot 10^{-5}$ м/с, що призвело до значних проявів прискореної ерозії у вигляді ерозійних рівчаків (рис. 2). 6 червня 2013 року злива була незначною (з інтенсивністю близько 0,5 мм/хв. = 10^{-5} м/с) і в результаті спостерігали лише елементарні прояви ерозійних процесів у вигляді фрагментарно виражених мікроскопічних водоріїв. Інтенсивність опадів визначено за допомогою електронного ресурсу <http://www.foreca.com/Ukraine/Kharkiv>. У ході польових досліджень за допомогою GPS визначено координати вершин елементарних водоріїв, найближчих до вододілів. Зазначені масиви точок було прив'язано у Mapinfo.



1 – чорнозем типовий середньогумусний легкоглинистий на лесових породах; 2 – чорнозем типовий середньогумусний важкосуглинковий слабозмитий на лесових породах; 3 – чорнозем типовий важкосуглинковий середньозмитий на лесових породах; 4 – чорнозем типовий вилугуваний важкосуглинковий намитий на лесових породах; 5 – чорнозем типовий важкосуглинковий сильнозмитий на лесових породах

Рис. 1. Ґрунти досліджуваної території

Калібрування моделі оцінки ерозійної небезпеки земель здійснювали на основі таких міркувань. Індекс ерозійної небезпеки – це відношення прогнозованої швидкості водного потоку до його розмивної швидкості. Розмивною називають таку мінімальну швидкість водного потоку, яка веде до безперервного відриву частинок ґрунту, тобто до прискореної ерозії. Вершини ерозійних рівчаків, що виникли в результаті конкретної зливи можна вважати першим наближенням просторового положення точок, де індекс ерозійної небезпеки дорівнює 1,0.



Рис. 2. Прояви прискореної ерозії після зливи 5 липня 2011 на полі кукурудзи ТОВ "Відродження" (Висота рослин до 40 см)

Якщо визначити координати вершин рівчаків та інтенсивність зливи, що призвела до їх виникнення, то можна провести калібрування моделі таким чином. Формулу індексу ерозійної небезпеки земель можна записати у вигляді [9]:

$$I_e = \frac{v}{v_p} \cdot K_s v_p^{-1} n^{-0,6} (kFI)^{0,4} B^{-0,4} J^{0,3}, \quad (1)$$

де I_e – індекс ерозійної небезпеки земель;
 v – середня швидкість водного потоку, м/с;
 v_p – розмивна швидкості водного потоку для ріллі, м/с;
 n – коефіцієнт шорсткості;

k – коефіцієнт стоку; F – площа водозбору, м^2 ;

I – інтенсивність зливи, м/с ;

B – ширина водозбору (була прийнята постійною і дорівнювала 1 м);

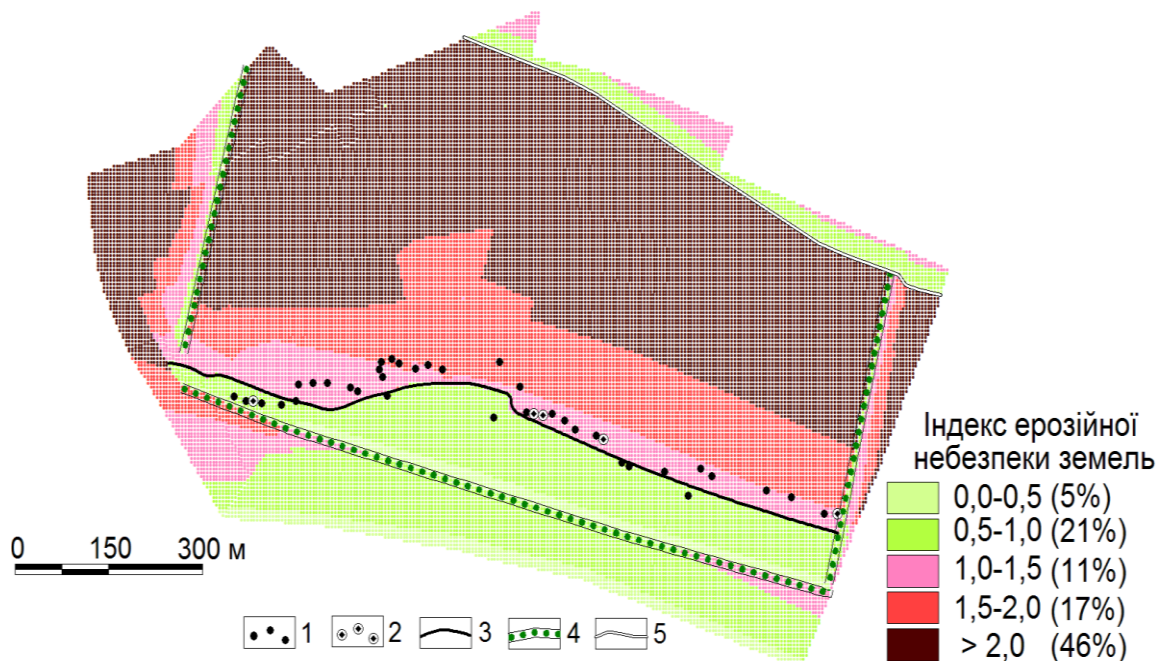
J – ухил схилу;

K_{sp} – коефіцієнт, що враховує відхилення реальних параметрів від параметрів першого наближення.

Для чорнозему типового, що досліджували за довідниковими даними, у першому наближенні враховували такі параметри: $v_p = 0,18 \text{ м/с}$; $k = 0,3$; $n = 0,07$ [8].

За допомогою електронної топографічної карти для досліджуваної території складено векторну структурну цифрову модель рельєфу (ВСЦМР) [10]. Коефіцієнт K_s визначено шляхом послідовних наближень. Для цього за допомогою комп'ютерного модуля EXERM проведено оцінювання ерозійної небезпеки дослідної ділянки з урахуванням зазначених вище параметрів. Результати оцінювання порівнювали з положенням вершин ерозійних рівчаків. Якщо точки цих вершин за висотою опинялись вище точок із значеннями $I_e = 1,0$, то значення K_s у шарі ліній стоку збільшували на $0,2 K_s$, якщо нижче – то зменшували на $0,2 K_s$. Розрахунки I_e та порівняння здійснювали повторно. Якщо на 1-му кроці точки вершин рівчаків були вище значень індексу $1,0$, а на 2-му виявились нижчими, то значення K_s вже зменшували на $0,1 K_s$. Таким чином K_s продовжували підбирати до тих пір поки межа значень I_e $1,0$ починала проходити посередині між точками вершин рівчаків, найближчих до вододілу.

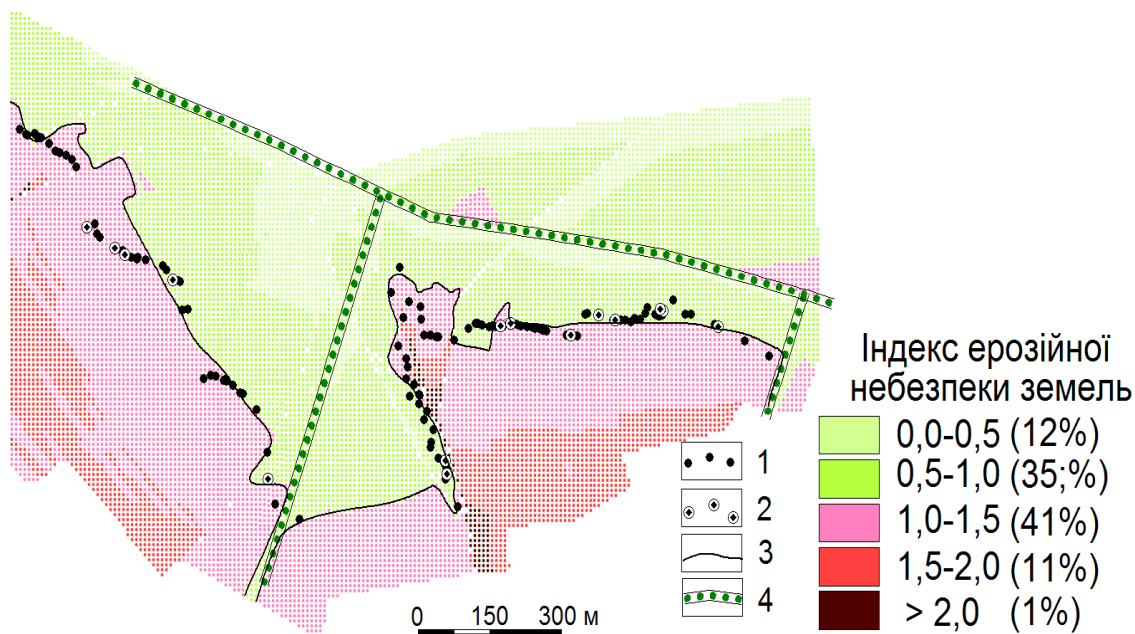
Калібрування моделі проведено для точок з найменшими проявами змиву ґрунту, що спостерігали візуально (рис. 3; 4). В результаті вдалось достатньо точно наблизити індекс ерозійної небезпеки до найближчих до вододілу точок найменших проявів ерозії. Після цього значення K_s вважали визначеним (рис. 5).



1; 2 – точки розташування вершин елементарних ерозійних водоріїв, які використовували для калібрування (1) та визначання точності моделі оцінки ерозійної небезпеки земель (2); 3 – ізолінія індексу ерозійної небезпеки 1,0; 4 – лінії позахисних лісосмуг, врахованих у процесі калібрування моделі; 5 – асфальтована дорога

Рис. 3. Результат калібрування моделі оцінки ерозійної небезпеки схилівих земель під кукурудзяним полем (липень 2011 рік)

Більш істотні відхилення вершин елементарних ерозійних водоріїв від індексу ерозійної небезпеки 1,0 на рисунку 4, порівняно з рисунком 3 можна пояснити більш складним природним рельєфом і, особливо, штучним нанорельєфом, що утворюється в результаті обробки ґрунту і значно ускладнює диференціацію водного стоку.



1; 2 – точки розташування вершин елементарних ерозійних водоріїв, які використовували для калібрування (1) та визначання точності моделі оцінки ерозійної небезпеки земель (2); 3 – ізолінія індексу ерозійної небезпеки 1,0; 4 – лінії полезахисних лісосмуг, враховані у процесі калібрування моделі

Рис. 4. Результат калібрування моделі оцінки ерозійної небезпеки схилів земель на полі під соняшником (червень 2013 рік)

Сенс оцінювання ерозійної небезпеки земель полягає в тому, щоб підібрати найбільш економні заходи захисту ґрунтів від ерозії, які, однак, були б адекватними реальній ерозійній небезпеці. З цією метою необхідно, використовуючи знайдені коефіцієнти, провести оцінювання ерозійної небезпеки земель для злив 10 % забезпеченості за шкалою, що наведено у таблиці 1.

1. Шкала оцінки ерозійної небезпеки земель

Діапазон I_e	Оцінка ерозійної небезпеки
0,0 – 0,5	Ерозійно-безпечні землі
0,5 – 1,0	Умовно ерозійно-безпечні землі
1,0 – 1,5	Допустимо ерозійно-небезпечні землі
1,5 – 2,0	Ерозійно-небезпечні землі
> 2,0	Надмірно ерозійно-небезпечні землі

Якщо значення індексу ерозійної небезпеки (I_e) не перевищують 1,5, то немає потреби в додаткових протиерозійних заходах, бо ґрунтозахисні властивості сільськогосподарських культур в цілому захищають землю від прискореної ерозії. На ерозійно-небезпечних та над-

мірно ерозійно-небезпечних землях необхідно вживати ґрунтозахисні заходи, що є адекватними ерозійній небезпеці. З використанням шкали та карти оцінки ерозійної небезпеки земель межі робочих ділянок та протиерозійні рубежі рекомендовано проводити по межах переходу значень I_e через 1,5.

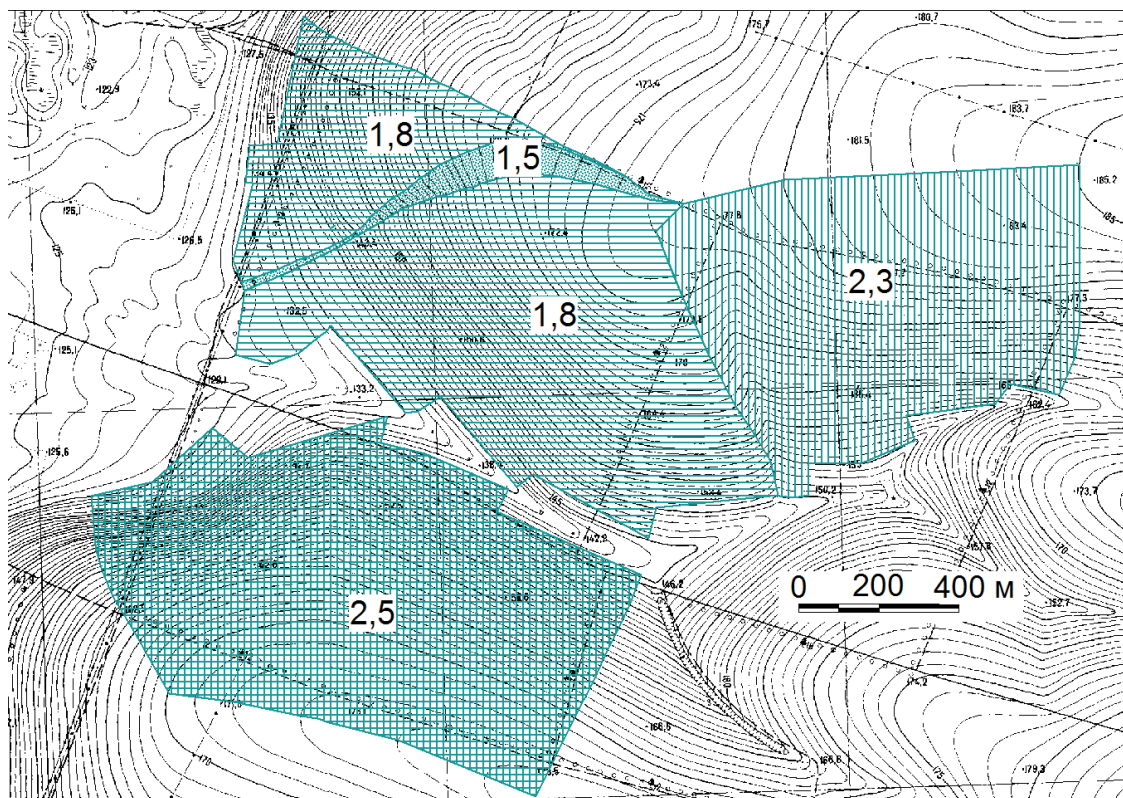


Рис. 5. Коефіцієнти калібрування моделі (K_{sp}) для полів соняшника (1,5; 1,8; 2,3) та кукурудзи (2,5)

Для перевірки методу випадковим чином відібрано 10% точок, які не використовували у калібруванні. Після калібрування просторове положення перевірних точок порівнювали із визначеним у результаті калібрування значенням індексу ерозійної небезпеки 1,0. Визначено відстані цих точок від даної ізолінії (табл. 2).

Точки з найменшими проявами змиву ґрунту відповідають нерозмивній швидкості водних потоків. Для цих точок значення K_{SH} дорівнювало 2,5 (див. рис. 4). Нижче цих точок ерозію візуально не спостерігали у вигляді безперервних рівчаків - аж до вершин таких рівчаків на відстані 80 – 100 метрів за нахилом. В результаті калібрування для цих вершин було визначено, що значення $K_{sp} = 1,7$.

Формула, що зв'язує розмивну та нерозмивну швидкості має вигляд [11]:

$$v_p = 1,4v_n, \quad (2)$$

де v_p – розмивна, а v_n – нерозмивна швидкості водного потоку.

Представимо формулу (1) у вигляді:

—

де A – коефіцієнт, що об'єднує параметри правої частини формули (1).

Для індексу ерозійної небезпеки, який визначали з урахуванням нерозмивної швидкості формула має вигляд:

—

2. Результат перевірки точності оцінки ерозійної небезпеки земель

Рік	Сільськогосподарська культура	№ точки	Похибка	
			метрів	% від середньої довжини схилу
2011	Кукурудза на зерно у стадії 6-7 листків за середньої висоти рослин 40 см	1	19,0	3
		2	10,6	2
		3	12,9	2
		4	16,7	3
		5	26,6	4
2013	Соняшник у стадії 20 листків за середньої висоти рослин 60 см	1	75,2	11
		2	49,8	7
		3	43,1	6
		4	10,8	2
		5	15,4	2
		6	8,3	1
		7	11,2	2
		8	11,8	2
		9	4,3	1
		10	14,4	2
		11	12,8	2
		12	5,3	1
		13	24,0	3
		14	22,4	3
		15	4,3	1
Середня похибка			19,9	3

Звідси:

— — —

Фактичні співвідношення коефіцієнтів склали:

— — (3)

Таким чином співвідношення між розмивною та нерозмивною швидкостями водного потоку підтвердилось. Це, певною мірою, доводить адекватність моделі оцінки ерозійної небезпеки земель.

Висновки

1. Запропонований метод калібрування моделі оцінки ерозійної небезпеки земель є порівняно простим і прийнятним для широкого використання у моніторингу ризику ерозійної небезпеки.

2. Перевірка моделі оцінки ерозійної небезпеки земель з використанням географічної прив'язки результатів ерозійних подій від конкретної зливи підтвердила її адекватність.

3. Як підтвердило співвідношення (3), ізолінія індексу ерозійної небезпеки 1,5 є межею, нижче якої розміщуються ерозійно-небезпечні землі.

4. Запропонований метод доцільно використовувати для кількісного оцінювання, картографування та моніторингу ерозійної небезпеки земель, визначення потреб у протиерозійних заходах, оптимального розташування таких заходів на конкретних сільськогосподарських полях та контролю охорони земель від водної ерозії.

Список використаної літератури

1. Светличный А.А. Рельефные условия склонового водно-эрозионного процесса и вопросы их моделирования [Текст] / А. А. Светличный // Геогр. и природные ресурсы. - 1991. - № 4. - С. 123 – 131.
2. Альбертс Е., Гидей Ф. Сопоставление фактического смысла сильными ливнями со значениями, рассчитанными по модели WEPP [Текст] / Е. Альбертс, Ф. Гидей // Почвоведение. - 1997. - № 5. - С. 642 - 646.
3. Светличный А.А. Эрозиоведение: теоретические и прикладные аспекты [Текст] / А. А. Светличный, С. Г. Черный, Г.И. Швебс. – Сумы: Университетская книга, 2004. – 410 с.
4. Черваньов І. Г. Флювіальні геоморфосистеми: дослідження й розробки Харківської геоморфологічної школи [Текст] / І.Г. Черваньов, С. В. Костріков, Б. Н. Воробйов – Харків: ХНУ, 2006. – 322 с.
5. Farre G. Calibration of Rainfall Simulator, Research Center for Sustainability in Ecological Engineering and Water Resources Technology, University of Western Sydney [Текст] / G. Farre. - Sydney, 2001. – 37 p.
6. Бастратов Г.В. Эрозионная устойчивость рельефа и противоэрозионная защита земель [Текст] / Г. В. Бастратов. – Брянск: Изд-во БГПИ, 1993. – 260 с.
7. Куценко М.В. Комп'ютерна технологія експрес-оцінки ерозійної небезпеки земель та оптимізації протиерозійних заходів [Текст] / М. В. Куценко // Землеустрій і кадастр. – 2010. - № 1. – С. 30 – 38.
8. Куценко М.В. Калібрування та перевірка моделі оцінки ерозійної небезпеки земель [Текст] / М. В. Куценко // Вісник Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна. Серія: екологія, 2012. Вип.7. - № 1004. - С. 51 – 55.
9. UA U MPK (2012.01) AO1D 13/00. Патент № 70268 на корисну модель "Спосіб визначення ерозійної небезпеки схилів земель" / М.В. Куценко.
10. Куценко М.В. Геоінформаційна технологія оптимізації охорони ґрунтів від ерозії / М.В. Куценко // Стратегії реалізації земельної реформи. Мат-ли міжнар. конф. – Харків: Strasser, 2011. – С. 65 – 69.
11. Кузнецов М.С. Эрозия и охрана почв / М.С. Кузнецов, Г.П. Глазунов. – М.: Изд-во МГУ, изд-во "Колос", 2004. – 352 с.

Стаття надійшла до редколегії 21.06.2013

MODEL CALIBRATION FOR ESTIMATION OF LAND EROSION DANGER

M.V. Kutsenko, D.O. Timchenko, O.V. Kruglov, P.G. Nazarok, P.V. Voskoboynikov

NSC "Institute of Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky "

(kucenko_nikolay@mail.ru)

It has been determined the methods of identifying and mapping of erosion danger of lands, in which the soil erosion properties of the land plots are accounted with generalized coefficients, that are determined through field research of erosion processes manifestation and mathematical modeling, and mapping is made with the automated account of these factors and relief parameters.

Key words: erosion danger, calibration model, anti-erosion measures

УДК 631.445.4:631.15; 504.53.06: 504.054. 272

СПОСІБ РЕМЕДІАЦІЇ ҐРУНТУ, ТЕХНОГЕННО ЗАБРУДНЕНОГО ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ

В.Л. Самохвалова, А.І. Фатєєв, С.Г. Зуза, В.О. Зуза

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

(v.samokhvalova@mail.ru)

Обґрунтовано спосіб ремедіації ґрунту, техногенно забрудненого важкими металами, в якому за рахунок використання суміші гумату натрію з додатком суперфосфату, вапна або органічної речовини відповідно до характеру та виду забруднення ґрунту, забезпечується ефективна ремедіація техногенно забруднених ґрунтів, підвищується стійкість рослин до забруднення та відновлення їхньої продуктивності. Технічним результатом розробленого способу є прискорення біохімічних та фізико-хімічних процесів хімічно забрудненого ґрунту за одночасного забезпечення процесів відновлення його природних властивостей, поліпшення екологічного стану довкілля за рахунок розширення спектру ґрунтополіпшувачів шляхом введення додаткової суміші детоксикантів органічної та неорганічної природи та їх комбінацій.

Ключові слова: важкі метали, техногенне забруднення ґрунтів, спосіб, ремедіація.

Вступ. Охорона ґрунтів, як базової складової довкілля, та відновлення їхньої родючості за забруднення, є актуальною та однією з найбільш складних наукових проблем сучасності. Внаслідок надмірної концентрації промислового виробництва, високої урбанізації в Україні утворилися зони небезпечного рівня забрудненості довкілля, техногенні геохімічні аномалії.

Техногенне навантаження досягло екстремальних значень, особливо напруженою є екологічна ситуація в Донецько-Придніпровському регіоні та Запорізькій області [1-4]. Через щорічне надходження великої кількості важких металів (ВМ) з газопиловими викидами навколо великих промислових підприємств відбувається значне забруднення ґрунтів, рослин та суміжних середовищ. Єдиним виходом є поліпшення екологічної ситуації на забруднених землях шляхом регламентації землекористування і проведення ефективної меліорації, яка потребує вирішення спектру питань методичного, технологічного і правового характеру. Необхідним є урахування та оцінювання небезпеки впливу забруднювачів неорганічної природи на всі складові агро- та екосистем, обґрунтування екологічної та економічної доцільності проведення заходів ремедіації (детоксикації та деконтамінації), розроблення та проведення комплексу технологічних, фізико-хімічних і біологічних заходів щодо санації (інактивації токсичності) забруднених ґрунтів та земель і, як наслідок, зниження інтенсивності процесів деградації ґрунтів. Тому актуальним та важливим як в теоретичному плані, так і в прикладному аспекті втілення є розроблення нових способів ремедіації техногенно забруднених ґрунтів.

Стан вивченості проблеми. Аналіз та ранжування всіх відомих сучасних способів ремедіації системи ґрунт – рослина, забрудненої ВМ, дозволяє визначити комплекс заходів, який включає різні способи, що направлені як на інактивацію токсичності забруднювачів у ґрунтах та рослинах, так і на відновлення властивостей ґрунту. Серед існуючих способів ремедіації

забруднення ВМ, які запатентовано в Україні останніми роками, заслуговують на увагу *способи детоксикації ВМ у техногенно забрудненому ґрунті* шляхом хімічного зв'язування їх катіонів у нерозчинні сполуки за допомогою сорбент-меліорантів [5-6]; суміші інактиваторів органічної та неорганічної природи за використання явища антагонізму [7], внесення торфу і органічного добрива [8, 9]; обробки ґрунту розчином природного адаптогену гумату натрію [10], що упереджує міграцію іонів ВМ у суміжні з ґрунтом середовища; *способи фіторе медіації техногенно забруднених ґрунтів від ВМ* [11, 12], що включають висів та вирощування рослин (монокультурні насадження) на ґрунтах, забруднених ВМ, скошування фітомаси та її утилізацію за попереднього визначання типу та рівня забруднення ВМ; *спосіб електрокінетичного видалення ВМ із ґрунту* [13].

Аналіз існуючої патентної документації свідчить про те, що близьким за технічною суттю є відомий спосіб ремедіації ґрунту за використання водорозчинних гумінових кислот [14], що базується на їх отриманні за гідратації вихідних гуматів та водонерозчинних гумінових кислот шляхом видалення катіонів та надлишку гідрогену за рН в інтервалі 2-6. Спосіб рекультивації ґрунтів сільгосппризначення, детоксикації земель, полягає у введенні у ґрунти гумінових кислот за урахування вологості ґрунтів та хімічного зв'язування токсикантів, утворення водонерозчинних сполук. Ефективність зниження токсичності забруднених ґрунтів було оцінено шляхом порівняння вмісту ВМ у ґрунтах, оброблених та не оброблених гуміновими кислотами, та у рослинній продукції, вирощеній на цих ґрунтах. Недоліком такого способу є трудомісткість виконання та багатовитратність. Реалізація способу потребує спеціального устаткування, виготовлення ґрунтополіпшувача. Частину процедур неможливо реалізувати у польових умовах, що значно ускладнює виконання завдання відновлення властивостей забрудненого ВМ ґрунту та значно подовжує час виконання.

Найближчим за технічною суттю і результатом, є спосіб, що передбачає одноразове використання 0,01-0,05 % розчину природного адаптогену гумату натрію для обробки ґрунту [10]. Спосіб надає можливість одночасно значно знизити токсичність та мутагенність ґрунту, за рахунок чого досягається прискорення процесів відновлення природних властивостей деградованих ґрунтів, незалежно від їхнього генезису (чорноземні, лучні, підзолисті тощо). Однак використання способу потребує виготовлення серії розчинів і необхідності контролю їхнього рН у діапазоні 7,5-8,0, що доволі складно реалізувати за польових умов; виконання специфічних цитогенетичних досліджень за виготовлення цитологічних препаратів для тестування забруднення ґрунту та контролю проведення його детоксикації, спеціальних умов, реактивів та обладнання, фахівців відповідного профілю.

Окрім того, доцільність використання мітотичного індексу у проростків *Allium cepa* L. (цибулі ріпчастої), як критерію мутагенності забрудненого ґрунту та оцінки ефективності інактивації його токсичності, потребує додаткових обґрунтувань унаслідок невирішеності питання щодо доцільності використання та адекватності реакції тест-рослин на забруднення ґрунтів на перших стадіях онтогенезу (проростання насіння). До того ж відомо, що процес пророщування насіння є доволі стійким до дії ВМ [15-16]. ВМ проникають через оболонку насіння на заключній стадії набухання та викликають лише затримку пророщування за впливу на процеси росту і розтягнення клітин (що і було зафіксовано у способі-прототипі). Далі відбуваються реакції адаптації до стрес-

факторів, спрацьовують механізми детоксикації за зв'язування іонів металів амінокислотами накопичувальних тканин зародку насіння, що призводить до стимуляції подальшого росту і розвитку кореня та стебла рослини [17-19].

Для коректного обґрунтування мутагенності забрудненого ВМ ґрунту необхідним є використання коректних критеріїв, а за відсутності доведення зменшення стабільності структури ДНК при взаємодії з іонами ВМ (що потребує виконання більш детальних цитогенетичних досліджень, реалізацію яких спосіб не передбачав) використання мітотичного індексу є недостатнім і малоефективним критерієм у запропонованих рамках по суті біотестування забруднення. Таким чином реалізація даного технічного рішення сприяє підвищенню витрат матеріалів, необхідності додаткових досліджень для адекватного вибору критеріїв оцінювання інактивації токсичності у ґрунтах, що за умови невизначеності критеріїв забрудненості ґрунту ВМ та оцінювання ефективності його ремедіації значно ускладнює реалізацію, як процедур відновлення природних властивостей ґрунтів, так і оцінки їхньої результативності. Оцінювати ефективність ремедіації техногенно забруднених ВМ ґрунтів необхідно за ступенем їх очищення, біохімічною активністю та продуктивністю і якістю рослин. Надійними критеріями порушення структури і функцій рослин за забруднення є ріст і накопичення біомаси (продуктивність), як інтегральний процес та підсумок усіх функціональних і метаболічних змін розвитку рослин, особливо, за оцінки їхнього стану за впливу забруднення ґрунту.

Мета дослідження - розроблення способу ремедіації техногенно забрудненого ВМ ґрунту за рахунок розширення спектру ґрунтополіпшувачів шляхом уведення додаткової суміші детоксикантів органічної та неорганічної природи та їх комбінацій, що прискорює біохімічні та фізико-хімічні процеси ґрунту, забезпечує відновлення природних властивостей деградованих забруднених ґрунтів і поліпшення їхнього екологічного стану.

Об'єкт і методи дослідження. Розроблення способу включало: *проведення патентного пошуку* згідно з ДСТУ 3575-97; *польовий етап* - ґрунтово-геохімічні дослідження на локальному і регіональному рівнях, в тому числі, за умов сталого впливу джерел атмотехногенних емісій забруднення неорганічної природи Зміївської ТЕС ПАТ "Центренерго" НАК "Енергетична компанія України" Харківської області та ВАТ «Авдіївський коксохімічний завод» Донецької області та проведення серії мікропольових дослідів; *аналітичний етап* - визначення рівнів вмісту рухомих форм МЕ і ВМ у чорноземних ґрунтах різної буферної здатності за використання екстрагентів ацетатно-амонійного буферного розчину з рН 4,8 та 1н НСІ згідно з чинними ДСТУ 4770.1:2007 - ДСТУ 4770.9:2007; *камеральний етап* – оцінювання мікроелементного статусу ґрунтів за експертного оцінювання нормативно-довідкової документації, статистична обробка отриманих даних.

Об'єкти патентного пошуку – об'єкти авторського права, які запатентовано в Україні та країнах СНД та ЄС у площині поставленої мети. Предмет пошуку – спосіб в цілому; окремі операції (етапи) способу, що є самостійним патентоспроможним об'єктом; способи їх одержання і галузь застосування; обладнання, що використовують для здійснення способу. Методи досліджень – експертна оцінка, аналізування, співставлення.

Об'єкти дослідження – ґрунти Лісостепової і Степової природно-кліматичних зон України за впливу забруднення ВМ та за його відсутності; інактиватори токсичності органічної та неорганічної природи; способи, прийоми

та заходи щодо ремедіації забруднених ґрунтів. Методи досліджень – універсальні загальнонаукові методи, методи теоретичного аналізу, системний та екосистемний підходи, ландшафтно-геохімічні, лабораторно-аналітичні; статистичні методи обробки даних, експертне оцінювання нормативно-довідкової документації.

Інактиватори токсичності одноразово вносили у ґрунт відповідно до встановлених рівнів поліелементного забруднення ґрунту ВМ (Cd, Pb, Ni, Cr, Zn): гумат натрію у дозі 300 кг/га у сухому вигляді; комбінацію із вапна (CaCO_3 , 5 т/га) та суперфосфату ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, 240 кг діючої речовини) за переважання забруднення ґрунту Cd і Cr та комбінацію із $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ (240 кг діючої речовини) і гною (60 т/га) – за надлишку Zn – впливаючи на активацію самоочищення ґрунтів від ВМ, сприяючи поліпшенню екологічного стану ґрунтів в районах з інтенсивним впливом атмотехногенного забруднення. Внесення інактиваторів токсичності у систему ґрунт-рослина проводили відповідно до методичних рекомендацій щодо обґрунтування ГДК вмісту хімічних речовин в ґрунті [20], за внесення гною і CaCO_3 як меліоранту – за використання існуючих методичних рекомендацій [21].

Оцінювання ефективності ремедіації ґрунту за вмістом рухомих форм елементів-забруднювачів проводили за показником ступеня очищення (K_o , %) відповідно до формули:

$$K_o = (100 - C \times 100 / C_o), \quad (1)$$

де: C_o – вміст металу в ґрунті перед очищенням (мг/кг), C – вміст металу в ґрунті після очищення (мг/кг).

Також оцінювання ефективності внесення гумату натрію як окремо так і у поєднанні з комплексом інших ґрунтополіпшувачів (вапно, суперфосфат, гній) та їх комбінацій за поліелементного забруднення ґрунту ВМ, проводили в експериментах на біооб'єктах. Тест-реакції – біологічна активність ґрунту (біохімічна, емісія CO_2), тест-культури – родина злакових (*Poaceae*). Продуктивність агрофітоценозів, їхній кількісний та якісний склад визначають у кінці вегетаційного періоду.

Встановлення збільшення активності біологічної складової ґрунту за внесення детоксикантів виявлено за використання мікробіологічних та біохімічних методів дослідження забруднених ґрунтів: методу А.Ш.Галстяна (1976); Д.Г.Звягинцева (1980); Л.А.Карягиной, Н.А.Михайловской (1986); аплікаційних методів за Е.Н.Мишустиним (1971); визначання рівнів емісії CO_2 ґрунтом за методиками І.Н. Шаркова (1987) та В.Н. Макарова (1988).

Обробку здобутих даних здійснювали за використання методів математичної статистики в рамках пакету програм *Statistica 10*.

Результати. За проведення довгострокових польових досліджень в зонах техногенного впливу було встановлено, що запропоновані до використання детоксиканти ВМ (гумат натрію, вапно, суперфосфат і гній) по-різному взаємодіють з металами-забруднювачами. Комбінація вапна і суперфосфату є ефективною для інактивації Cd та Cr, а комбінація суперфосфату та гною є ефективною для ліквідації надлишку рухомих форм Zn у системі ґрунт-рослина. Отже доцільність та необхідність використання композицій детоксикантів органічної та неорганічної природи за техногенного забруднення ґрунту ВМ обумовлена саме поєднанням у комплекс інактиваторів токсичності різної природи та позитивним впливом як на активацію біохімічних (ферментативна

активність) так і фізико-хімічних процесів у ґрунті (іонний обмін, адсорбція і абсорбція, сокоагуляція, переведення легкокорозинних сполук ВМ у важкорозчинні).

Встановлено, що ефективним за ремедіації техногенно забрудненого ВМ ґрунту є використання одноразової обробки ґрунту гуматом натрію та внесення комбінації суміші гумату натрію з суперфосфатом, вапном або з органічною речовиною відповідно до характеру та виду забруднення ґрунту, а саме, для ґрунту, що містить надлишок Cd і Cr – гумат натрію – 300 кг/га; суперфосфат – 240 кг діючої речовини, вапно – 5 т/га; Zn – гумат натрію – 300 кг/га, суперфосфат – 240 кг діючої речовини; гній – 60 т/га. Комбінація ремедіантів є природним адаптогеном з регуляторними властивостями, активації мікрофлори ґрунту та призводить до інактивації токсичності ВМ, сприяє збільшенню швидкості самоочищення ґрунту та відновлення його властивостей, підвищенню стійкості рослин до забруднення, відновленню їхньої продуктивності. Підсумком чого є забезпечення ефективного проведення ремедіації забруднення ґрунтів, що підтверджено отриманими результатами (рис.1 а-г – 2, табл.1-2).

Отримані величини ступеню очищення ґрунту від ВМ за використання гумату натрію (рис.1 а) є підставою для визначання необхідної до застосування комбінації ґрунтополіпшувачів органічної та неорганічної природи. Їх використання підсилює ефект очищення техногенно забрудненого ВМ ґрунту внесенням гумату натрію. Так, за використання гумату натрію разом з вапном (рис.1 б) ступінь очищення ґрунту від Cd підвищується до 48 %, Cr – до 79 % у порівнянні з варіантом внесення лише гумінових сполук, де цей показник складав 44 % та 37 % (рис.1 в), Zn – до 21 % та 15 % відповідно (рис.1 в). Таким чином, зменшення забруднення ґрунту демонструє ефективність способу ремедіації забруднення ґрунту та є його перевагою. Використання гумату натрію окремо від інших детоксикантів та їх комбінацій також сприяє очищенню ґрунту від Pb та Ni на 40 % і 36 % відповідно (рис.1 а).

Ефективність досліджених ремедіаційних заходів також встановлено за оцінювання показників біологічної активності ґрунту (табл.1) та якості і продуктивності рослин озимої пшениці (*Triticum*) (табл.2) у довгострокових стаціонарних модельних дослідах на забруднених ВМ чорноземних ґрунтах різних буферних властивостей зон сталих атмотехногенних емісій забруднювачів за перевищення фонових рівнів вмісту Cd, Pb, Cr та Zn у ґрунтах у 2,5; 3; 20; 1,5 рази відповідно. Так, ефективність досліджуваного способу ремедіації забрудненого ґрунту за використання запропонованого комплексу ґрунтополіпшувачів та їх комбінацій, позитивно позначається на біологічній складовій ґрунту, зокрема ферментативна активність та емісія CO₂ ґрунту збільшується (табл. 1).

За можливості активізувати природний біологічний потенціал ґрунту в прикореневій зоні озимої пшениці та на фоні зниження негативного впливу ВМ поліпшується його екологічний стан, зокрема, зростання ступеню очищення ґрунту від ВМ, активація його біологічної складової (рис.1; табл.1), що відображається на формуванні продуктивності рослин озимої пшениці та підтверджується показниками підвищення біомаси тест-рослин (рис.2) та зниженням вмісту ВМ у зерні рослин озимої пшениці, збільшення вмісту сирої клейковини, азоту і фосфору у рослинах, вирощуваних на забрудненому ґрунті (табл.2). Отже, польові випробування підтвердили ефективність внесення гумату натрію з комплексом ґрунтополіпшувачів неорганічної та органічної природи

(вапно, суперфосфат, гній) та їхніх комбінацій для ремедіації техногенно забрудненого ВМ ґрунту.

2. Ефективність ремедіаційних заходів за їх впливу на показники якості тест-рослин озимої пшениці

Варіант досліджу	Вміст у зерні пшениці							
	Cd	Pb	Cr	Zn	Ni	сира клейковина	азот	фос- фор
	мг/кг сухої речовини					%		
Контроль (техногенно забруднений ВМ ґрунт)	0,50	6,00	3,80	40,20	2,50	23,16	2,52	0,53
Гумат Na	0,28	2,00	1,98	33,29	1,48	29,50	3,05	0,70
CaCO ₃ + гумат Na	0,15	3,25	0,95	28,90	1,80	30,10	3,25	0,75
Ca(H ₂ PO ₄) ₂ + гумат Na	0,10	3,90	1,53	30,99	1,72	29,90	3,40	0,81
Ca(H ₂ PO ₄) ₂ + гумат Na + гній	0,21	5,20	1,28	31,65	1,98	31,50	3,89	0,90
Ca(H ₂ PO ₄) ₂ + CaCO ₃ + гумат Na	0,30	5,00	0,77	28,65	2,00	28,90	2,99	0,65
<i>HIP₀₁</i>	0,22	1,27	0,99	4,4	1,07	-	-	-

Висновки. Відмітними рисами та перевагами запропонованого технічного рішення, розробленого та випробуваного в польових умовах, порівняно з відомими способами та підходами, є такі:

- спосіб дозволяє максимально знизити токсичність ВМ в системі ґрунт – рослина за рахунок прискорення біохімічних та фізико-хімічних процесів ґрунтів, що забезпечує активацію самоочищення ґрунтів різних буферних властивостей щодо ВМ за різних рівнів поліелементного забруднення Cd, Pb, Ni, Cr, Zn в районах інтенсивного впливу сталих джерел техногенних емісій;

- за використання сумішей детоксикантів, спосіб забезпечує подовженість їхньої дії, зменшення технологічних витрат завдяки можливості спрощення та скорочення технологічного циклу внесення у забруднений ґрунт необхідного об'єму всього спектру детоксикантів;

- спосіб забезпечує ефективність застосування гумату натрію та комбінацій детоксикантів на забруднених ґрунтах у зоні Лісостепу та Степу України;

- спосіб забезпечує зниження ресурсовитратності на проведення ремедіації за сприяння відновленню природних властивостей ґрунту, підвищенню стійкості рослин до забруднення, відновленню їхньої продуктивності.

Розроблений спосіб ремедіації ґрунту, техногенно забрудненого ВМ, доцільно використовувати в агроекології, екоотоксикології ґрунтів, екологічній експертизі; за екологічного контролю техногенно забруднених ґрунтів земельних ділянок різного призначення і використання; у науково-дослідній практиці за розробки заходів ремедіації забруднених територій як комплексу технологічних, фізико-хімічних заходів щодо екологічної реабілітації забруднених ґрунтів і, як наслідок, для зниження інтенсивності процесів деградації ґрунтів за впливу хімічного техногенного забруднення, за створення умов для покращення екологічного стану ґрунту і запобігання зниження рівня продуктивності рослин та погіршення їхньої якості.

Рисунок 1

Таблиця 1
Рисунок 2

Список використаної літератури

1. *Фатеев А.И.* Регламентация химического загрязнения почв и использование техногенно загрязненных земель / *А.И. Фатеев, Н.Н. Мирошниченко, Я.В. Пащенко, В.Л. Самохвалова, Е.В. Панасенко.* // Межрегиональные проблемы экологической безопасности "МПЭБ – 2003": Сб. трудов симпозиума, 17-20 сентября 2003г., г. Сумы /Под ред. акад. МАНЕБ А.М. Царенко, акад. МАНЕБ Л.Г. Филатова. - Сумы: Довкілля, 2003. – С.120-125
2. *Фатеев А.И.* Регламентация землекористування в зонах техногенного забруднення / *А.И. Фатеев, М.М. Мирошниченко, Я.В. Пащенко, В.Л. Самохвалова* // Мат. міжнар. конф. "Наукові основи раціонального використання земель, виведених з обробітку", Чабани, 11-13 червня 2002р. - Київ: Фітосоціоцентр, 2003. – С.115-117
3. *Samokhvalova V.L.* Technogenic polluted soils in Ukraine: heavy metals migration, translocation and methods of contaminated soils detoxication / *V.L. Samokhvalova A.I. Fateev* // Assessment of the quality of Contaminated Soils and Sites in Central and Eastern European Countries (CEE) and New Independent States (NIS) //International Workshop on Contaminated Soils and Sites / Sofia, Bulgaria, September, 30-October, 3, 2001.- P.46-51
4. *Самохвалова В.Л.* Екологічна безпека та рівень техногенного забруднення довкілля / *В.Л. Самохвалова* // Вісник ХДАУ: Ґрунтознавство, агрохімія, лісове господарство. - 2002. - №2. – С.128-133
5. *ДП на винахід 55960 UA*, Спосіб зниження вмісту рухомих форм ВМ в техногенно забрудненому ґрунті / Крамарьов С.М., Нейковський С.І., Яковишина Т.Ф.; опубл. 15.04.2003, Бюл №4
6. *Пат. на винахід 77871 UA*, Спосіб зниження вмісту рухомих форм ВМ в техногенно забрудненому ґрунті / Крамарьов С.М., Лебідь Є.М., Деркачов Е.А. та ін.; опубл. 15.01.2007, Бюл. № 1
7. *Пат. на корисну модель 20299 UA*, Спосіб детоксикації важких металів у системі ґрунт – рослина / Фатеев А.І., Самохвалова В.Л.; опубл. 15.01.2007, Бюл. №1
8. *Пат. на винахід 88016 UA*, Спосіб відновлення родючості ґрунту після його очищення від важких металів / Ніковська Г.М., Ульберг З.Р., Калініченко К.В., Стріжак Н. П.; опубл. 10.09.2009, Бюл. № 17
9. *Пат. на винахід 73479 UA*, Спосіб запобігання нагромадженню рухомих форм важких металів в рослинах кормових культур при вирощуванні в зонах техногенного забруднення / Курляк І.М.; опубл. 25.09.2012, Бюл. № 18
10. *Пат. на винахід 79802 UA*, Спосіб зниження токсичності ґрунту / Горова А.І., Колесник В.Є., Лапицький В.М. та ін.; опубл. 25.07.2007, Бюл. №11
11. *ДП на винахід 4726 UA*, Спосіб очищення техногенно забруднених ґрунтів від важких металів / Дронь М.М., Чмиленко Ф.О., Смітюк Н.М.; опубл. 15.02.2005, Бюл. № 2
12. *Пат. на корисну модель 76416 UA*, ФітореMediaційний спосіб очищення ґрунтів від важких металів / Корж О.П., Савченко І.Г., Гура Н.О.; опубл. 10.01.2013, Бюл. № 1
13. *Пат. на винахід 85458 UA*, Спосіб видалення важких металів із ґрунту / Міщук Н.О., Лисенко Л.Л.; опубл. 26.01.2009, Бюл. № 2
14. *Пат. на полезную модель 2031095 RU*, Водорастворимые гуминовые кислоты, способ их получения и способ детоксикации земель и рекультивации почв с.-х. назначения, осуществляемый с помощью этих водорастворимых соединений / Шульгин А.И.; опубл. 20.03.1995
15. *Бессонова В.П.* Клеточный анализ роста корней *Lathyrus odoratus L.* при действии тяжелых металлов / *В.П. Бессонова* // Цитология и генетика. - 1991.- Т.25, №5. - С.18-22
16. *Shah K.* Cadmium elevates level of protein, amino acids and alters activity of proteolytic enzymes in germinating rice seeds/ *K. Shah, R.S.Dubey* // Acta Physiol. Plant. 1998. V.20, №2. P. 189-196
17. *Уоринг Ф.* Рост растений и дифференцировка/ *Ф.Уоринг, И. Филлнс* / Пер. с англ. -М.: Мир, 1984. - 512 с.
18. *Grant C.A* Cadmium accumulation in crops/ *Grant C.A. Buckley W.T., Bailey L.D., Selles F.* // Can. J. Plant Sci. 1998. V.78. P.1-17
19. *Тарчевский И.А.* Катаболизм и стресс у растений / *И.А. Тарчевский* - М.: Наука. - 1993. - 80 с.
20. *Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве.* - М., 1982. – 57 с.
21. *Довідник агронома по удобренню* // За ред. П.А.Власюка, П.О.Дмитренка - Київ: Держсільгоспвидав, 1962. - 680 с.

Стаття надійшла до редколегії 21.06.2013

METHOD OF SOILS TECHNOGENIC POLLUTION BY HEAVY METALS REMEDIATION

V.L. Samokhvalova, A.I. Fateev, S.G. Zuza, V.O. Zuza

NSC "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky"
(v.samokhvalova@mail.ru)

A method of soil remediation with technogenic pollution by heavy metals is substantiated, wherein using of a mixture of sodium humate with the addition of superphosphate, lime or organic matter according to the nature and type of soil pollution, it is being provided efficient remediation of technologically contaminated soils, it is being increased plants resistance to pollution and restoring their productivity. The technical result of the designed method is the acceleration of the biochemical and physic-chemical processes in chemically contaminated soils along with the processes of restoration of its natural properties. Simultaneously, improving of the ecological conditions of the environment due to expansion of the soil improvers range by introducing additional detoxifier mixture of organic and inorganic nature, and combinations thereof.

Key words: heavy metals, technogenic pollution of soils, method, remediation.

УДК 631.43:631.83

ПАРАМЕТРЫ ПРОТИВОЭРОЗИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО В ПОЛЕВОМ СЕВООБОРОТЕ

В.А. Белолипский

**Луганская государственная сельскохозяйственная опытная станция Института
растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН, Украина, Луганская область,
Славяносербский район, пос. Металлист; (liap_t@rambler.ru)**

Изучено влияние разных агротехнологий на фоне вспашки и поверхностной безотвальной обработки в 5-польном севообороте и разных систем удобрения на потери почвы (разбрызгивание). Разработана комплексная эмпирическая модель потерь почвы с учетом агрофизических и гидрологических факторов.

Ключевые слова: противоэрозионная устойчивость, системы удобрения, обработка почвы, севооборот

Введение. В связи с экономическими проблемами в сельскохозяйственном производстве упрощаются схемы севооборотов, сокращается внесение минеральных и исключается внесение органических удобрений, что влечет за собой снижение устойчивости почвенного покрова к разрушению. Это обуславливает необходимость проведения анализа противоэрозионной устойчивости почв в севооборотах в зональном аспекте.

В Украине вопросу проявления эрозии почв при разных агротехнических мероприятиях посвящены работы Н.К. Шикеры [1], Ю.А. Тарарико [2], С.Ю. Булыгина [3], В.А. Белолипского [4, 5, 6], С.Г. Черного [7], М.В. Шевченко [8] и других. Для защиты почв от эрозии в северной части Степи Украины рекомендованы, по данным стационарных опытов, почвозащитные системы земледелия, которые базируются на использовании системных агротехнологий с учетом генетического статуса и плодородия почв [2, 5, 9, 10].

Цель и задачи исследований. В наше время в исследованиях, касающихся применения системы удобрений в севооборотах, первоочередное внимание уделяется оценке их продуктивности [2, 10], а исследования, связанные с оценкой и способами повышения противоэрозионной устойчивости черноземных почв не проводятся. Поэтому возникает необходимость поиска путей совершенствования

противоэрозионных мероприятий в агроландшафте. Основой может быть разработка параметров противоэрозионной устойчивости эродированных почв в системе: обработка почвы → растение → удобрения. Для этого следует изучить водно-физические свойства почв и эрозионные показатели (потери почвы от разбрызгивания) при ливнях.

Объекты и методы исследований. Изучение противоэрозионной устойчивости чернозема обыкновенного слабосмытого тяжелосуглинистого, сформированного на склонах северной экспозиции крутизной 2,5-3°, в условиях использования системы удобрений на фоне разной обработки почвы проводили в учебно-опытном хозяйстве «Колос» Луганского национального аграрного университета. В стационарном опыте изучали разные системы удобрения: 1-й уровень – энергетический потенциал гумусового горизонта слоя почвы 0–20 см без удобрений – (контроль), 2-й уровень – энергетический потенциал почвы + минеральная система удобрений ($N_{70}P_{50}K_{40}$), 3-й уровень – энергетический потенциал почвы + органоминеральная система удобрений ($N_{40}P_{40}K_{20}$ + навоз 8 т). Дозы удобрений указаны из расчета на 1 га севооборотной площади.

В 5-польном севообороте (занятый пар – горохо-овес на зеленый корм – пшеница озимая – горох – ячмень яровой – подсолнечник) применяли такие способы обработки почвы: вспашка на глубину 20–22 см и поверхностная безотвальная обработка на глубину 10–12 см.

Смыв почвы при ливневых осадках оценивали методом искусственного дождевания на образцах почвы с ненарушенным строением из слоев 0–10 и 10–20 см. Отбор проб почвы осуществляли после уборки сельскохозяйственных культур (по завершении первой ротации севооборота) при помощи колец объемного бура Качинского. Кольца формируют колонки высотой 20 см. Искусственное дождевание проводили с использованием лабораторной установки для имитации дождя, в которой капли подаются дождевателем с высоты 200 см. Эрозионный материал разделяется на поверхностный (со стоком), разбрызгивание каплями и отчуждаемый с почвенным фильтратом вниз через колонки. При моделировании ливневых осадков 10%-й обеспеченности принята такая схема: интенсивность дождя – 1-2 мм/мин, слой осадков – 50 мм, длительность дождя – 30 минут.

Исследования эрозионно-гидрологических показателей проводили относительно 7 факторов: X_1 – влажность почвы в слое 0–20 см, %; X_2 – эрозионный индекс дождя; X_3 – плотность сложения почвы, г/см³; X_4 – коэффициент структурности почвы в слое 0–10 см; X_5 – коэффициент водопрочности агрегатов почвы в слое 0–10 см; X_6 – интенсивность водопоглощения, мм/мин; X_7 – энергия слоя почвы 0-20 см и удобрений (минеральных и органических), ГДж/т.

Для выявления влияния всех факторов и их количественной оценки был применен остаточный метод, который позволяет, в отличие от классического регрессионного анализа, рассматривать природные и антропогенные факторы в тесной взаимосвязи и выявить эффект влияния каждого из них путем

построения парных зависимостей и последовательного исключения влияния на эрозию почв каждого из n -определяющих факторов [4].

Критерием оценки противоэрозионной устойчивости почв в дискретных точках был принят показатель разрушения (разбрызгивание), г/50 см².

Анализ результатов исследований. Влияние системы удобрений и обработки отслеживалось на формировании устойчивости почвы к разрушению дождевыми каплями (разбрызгивание) непосредственно через водно-физические, метеорологические и энергетические факторы.

Последовательное построение парных зависимостей эрозии почвы (Y) и изучаемых факторов ($X_1 - X_7$) устанавливали по порядку убывания регрессионной связи путем графоаналитической обработки экспериментальных данных и выявления кривых аппроксимации (рис. 1).

На графике А отражена первая, наиболее тесная связь между потерями почвы и интенсивностью водопоглощения – X_6 , аппроксимированное: $Y_1 = 4,3251 X_6^{-1,3787}$ при случайных значениях факторов $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_7$, то есть, при “других разных условиях”.

Следующие регрессионные связи получены после исключения следующих факторов: Y_2 – после исключения X_7 , $Y_3 - X_5$, $Y_4 - X_2$, $Y_5 - X_3$. При этом остаточный результат значения эрозии почвы, например Y_2 , зависит от фактора X_7 при случайных сочетаниях еще не исследованных факторов $X_1 - X_5$. Подобные графические регрессии установлены и для других значащих факторов (рис. 1, Б-Д). Влияние факторов влажности (X_1) и структурности почвы (X_4) на эрозионные процессы перекрывалось действием пяти отобранных значащих факторов и было незначительным.

Комплексная эмпирическая модель потерь почвы выражается уравнением регрессии: $Y_{общ} = A \cdot X_6^{-1,3787} \cdot X_7^{-0,8571} \cdot X_5^{-0,3315} \cdot X_2^{0,3994} \cdot X_3^{1,3218}$, где A – постоянный коэффициент, который равен 62,04 при размерности эрозии почвы в г/50 см², и 124,08 – для т/га.

Ведущими факторами потерь почвы являются: интенсивность водопоглощения (32,15 %), плотность сложения почвы (30,82 %) и энергия почвы + НРК (19,99 %). Точность эмпирической модели составляет 8,18 %, коэффициент множественной корреляции – 0,77 (табл. 1).

Множественное корреляционное отношение составляет 0,77, что указывает на достаточно высокую степень тесноты связи между расчетным стоком (Y_p) и отобранными факторами.

Установленные количественные зависимости разрушения почвы от исследуемых факторов позволили построить оптимизационную поверхность, представленную изолиниями, которые определяют зоны и условия взаимодействия исследуемых факторов с разными уровнями разрушения почвы (рис. 2).

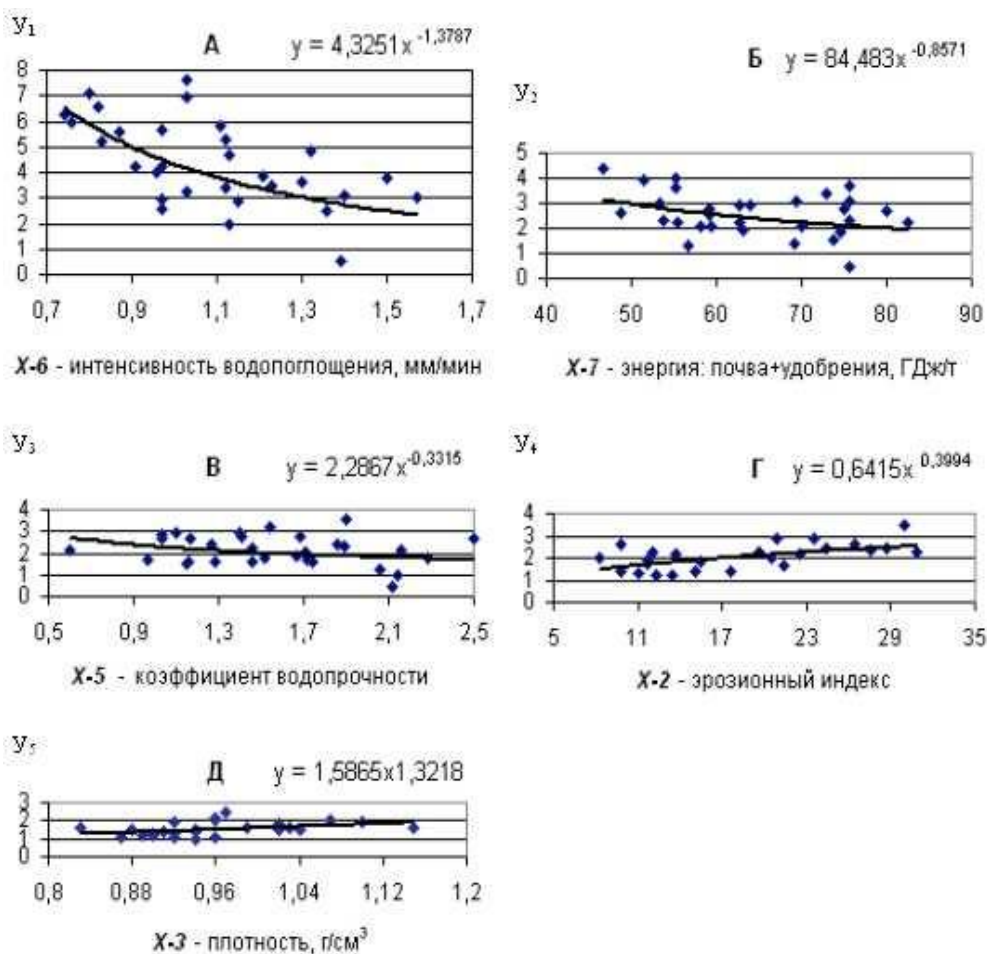


Рис. 1. Зависимость потерь почвы (Y, г/50 см²) от исследуемых факторов

1. Факторы, влияющие на разрушение почвы (разбрызгивание)

Факторы и уравнения зависимости от них потерь почвы от разбрызгивания	Ведущие факторы и их обоснование	Характеристика модели	
		E, %	R
$Y = X_6 \cdot X_7 \cdot X_5 \cdot X_2 \cdot X_3$ X_6 (интенсивность водопоглощения) = $4,3251 x^{-1,3787}$ X_7 (энергия почвы + NPK) = $84,483 x^{-0,8571}$ X_5 (коэффициент водопропрочности) = $2,2867 x^{-0,3315}$ X_2 (эрозионный индекс) = $0,6415 x^{0,3994}$ X_3 (плотность) = $1,5865 x^{1,3218}$ $Y = 62,04 X_6^{-1,3787} \cdot X_7^{-0,8571} \cdot X_5^{-0,3315} \cdot X_2^{0,3994} \cdot X_3^{1,3218}$	интенсивность водопоглощения – 32,15 % плотность – 30,82 % энергия почвы + NPK – 19,99 % эрозионный индекс – 9,31 %	8,18	0,77

Пример: зона разрушения (8,1-12,0 т/га) характеризуется эрозионным индексом осадков $X_2 = 20-30$, интенсивностью водопоглощения $X_6 = 0,8$ мм/мин, природным ресурсом $X_7 = 46$ ГДж/т, плотностью сложения $X_3 = 1,1-1,2$ г/см³.

В целом при объединении факторов величину потерь почвы можно разбить на 6 экологических групп (табл. 2).

По параметрам показателей противоэрозионной устойчивости видно, что даже в первой экологической группе минимальный уровень потерь почвы превышает допустимый по ДСТУ (2 т/га), а в шестой группе достигает 16 т/га

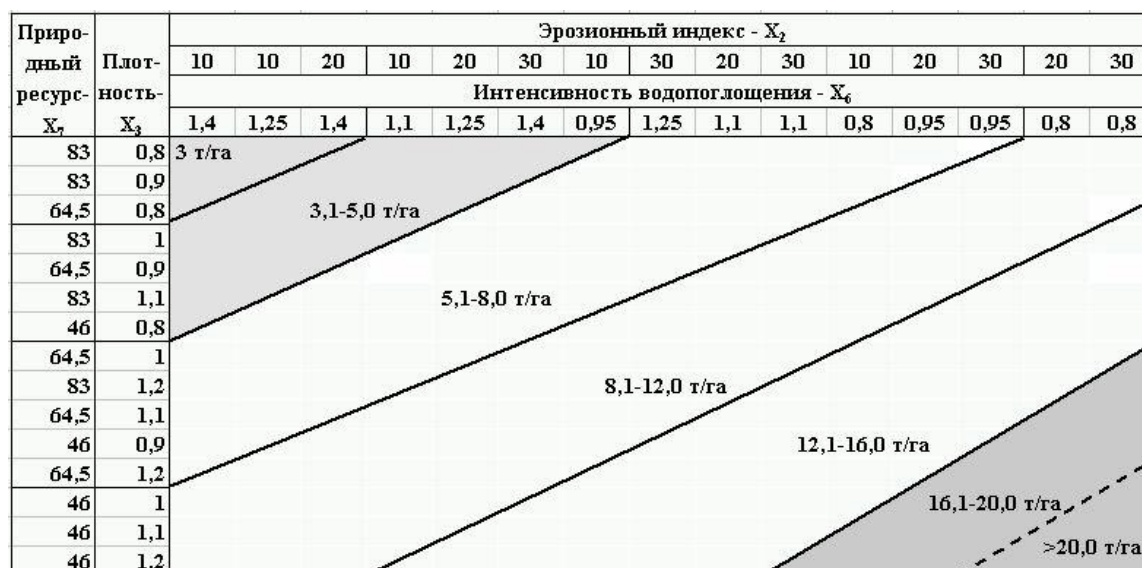


Рис. 2. Оптимизационная поверхность потерь почвы, т/га

2. Параметры показателей противоэрозионной устойчивости чернозема обыкновенного тяжелосуглинистого на лессовидных породах

Экосистема	Экологическая группа	Параметры показателей				Показатель потерь почвы от разбрызгивания, т/га
		Эрозионный индекс	Интенсивность водопоглощения, мм/мин	Природный ресурс, Гдж/т	Плотность сложения, г/см³	
5-польный севооборот: занятый пар, озимая пшеница, зернобобовые, ячмень, подсолнечник	1	10,0	1,25–1,4	83,0	0,8–0,9	до 3,0
	2	10,1–20,0	1,1–1,25	64,0–83	0,9–1,1	3,1–5,0
	3	20,1–30,0	0,9–1,1	46,0–64,0	1,1–1,2	5,1–8,0
	4	20,1–30,0	0,8–0,9	≤ 46,0	> 1,2	8,1–12,0
	5	>30,0	< 0,8	≤ 46,0	> 1,2	12,1–16,0
	6	>30,0	< 0,8	≤ 46,0	> 1,2	> 16,0

и больше, что должно служить основанием для признания необходимости адаптивных почвозащитных мероприятий, направленных на стабилизацию агрофизических свойств почвы, – таких, как интенсивность водопоглощения, водопрочность, природный ресурс.

В этом плане, опираясь на ведущий фактор эрозионного процесса – интенсивность водопоглощения (32,15%), отметим, что природный ресурс (энергия гумуса в слое почвы 0–20 см – X_7) на уровне 83 ГДж/т функционально обеспечивает увеличение интенсивности водопоглощения почвы (рис. 3А) по зависимостям $Y_1=0,59 X_7^{0,16}$ (вспашка), $Y_2=0,61 X_7^{0,13}$ (безотвальная обработка).

Но в наших исследованиях применение минеральной ($N_{70}P_{50}K_{40}$) и органоминеральной ($N_{40}P_{40}K_{20} + 8$ т/га навоза) систем удобрения негативно влияет на интенсивность водопоглощения на вспашке ($Y_1=1,15X_7^{-0,008}$), а на безотвальной обработке влияние положительное ($Y_2=0,71X_7^{0,088}$) – рис. 3Б.

Выводы

1. Ведущими факторами потерь почвы являются: интенсивность водопоглощения – 32,15 %, плотность сложения почвы – 30,82 %, энергия почвы + NPK + навоз – 19,99 %. Точность эмпирической модели составляет 8,18 %, коэффициент множественной корреляции – 0,77.

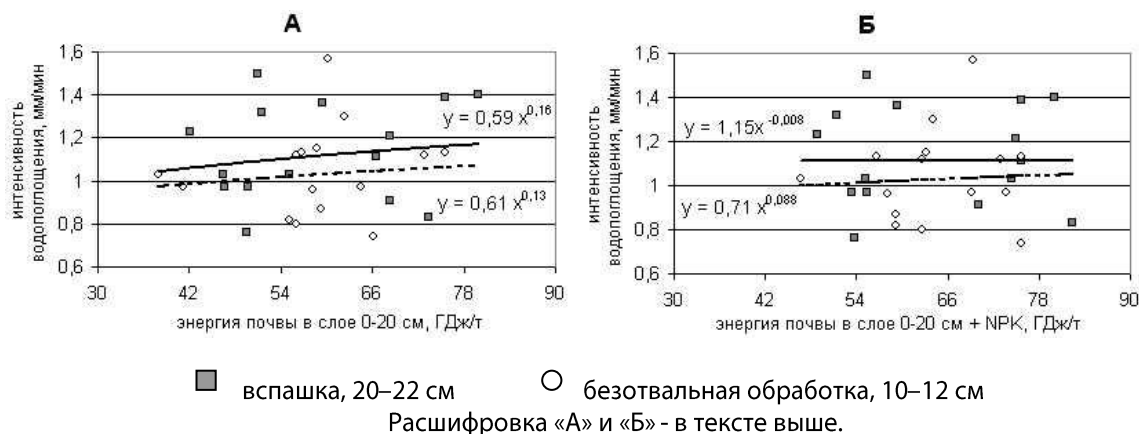


Рис. 3. Зависимость интенсивности водопоглощения от ресурсов почвы

2. Природный ресурс (энергия гумуса в слое почвы 0–20 см) – 83 ГДж/т функционально обеспечивает увеличение интенсивности водопоглощения почвой на всех способах обработки. Однако применение минеральной ($N_{70}P_{50}K_{40}$) и органо-минеральной ($N_{40}P_{40}K_{20}$ + 8 т/га навоза) систем удобрения негативно влияет на интенсивность водопоглощения на вспашке ($Y_1 = 1,15x^{-0,008}$), при положительном ее влиянии на безотвальной обработке ($Y_2 = 0,71x^{0,088}$).

3. Параметры противоэрозионной устойчивости почв дифференцированы в 6 экологических групп с минимальными показателями потерь от разбрызгивания 3,0 т/га и максимальными - более 16–20 т/га, что не отвечает требованиям ДСТУ (2 т/га) и требует разработки адаптивных почвозащитных мероприятий.

4. Проблема уменьшения разрушительного процесса от разбрызгивания может быть решена путем поддержания положительного баланса гумуса в севообороте насыщением органоминеральными удобрениями ($N_{40}P_{40}K_{20}$ + 8 т навоза на 1 га севооборотной площади).

Список использованной литературы

1. Шикун Н.К., Назаренко Г.В. Минимальная обработка черноземов и воспроизводство их плодородия. – М.: Агропромиздат, 1990. – 320 с.
2. Тарарико Ю.О. Стационарні агротехнічні дослідження як інформаційна база моніторингу, моделювання та прогнозування розвитку агроєкосистем / Ю.О. Тарарико, Ю.В. Сорока // Вісн. аграр. науки. – 2004. – №5. – с. 18–23.
3. Булигін С.Ю. Формування екологічно сталих агроландшафтів: підруч. для підготовки спеціалістів в аграр. вищ. навч. закладах III-IV рівня акредитації / С.Ю. Булигін. – К.: Урожай, 2005. – 300 с.
4. Белоліпський В.О. Оцінка протиерозійної стійкості ґрунтів / В.О. Белоліпський, М.М. Полулях, Т.А. Носовська // Вісник аграрної науки. – 2010. – №10. – С. 45–49.
5. Белоліпський В.О. Проблеми ґрунтозахисного обробітку в агроландшафтах Північного Степу / В.О. Белоліпський, Ю.І. Усатенко, А.М. Митрошин, В.І. Тарасов // Вісник аграрної науки. – 2008. – №7. – С. 13–16.
6. Охорона і відновлення родючості еродованих ґрунтів (методичні рекомендації) / В.О. Белоліпський, В.М. Белослудцева, О.Н. Другов та ін.; за наук. ред. В.О. Белоліпського. – Луганськ: СПД Резніков В.С., 2012. – 116 с.
7. Чорний С.Г. Оцінка допустимої норми ерозії для ґрунтів Степу України / С.Г. Чорний // Український географічний журнал. – 1999. – №4. – С. 18–22.
8. Шевченко М.В. Системи обробітку ґрунту / М.В. Шевченко // Землеробство. – Вип. 80. – К.: ВД "Екмо", 2008. – С. 33–39.
9. Рыбина В.Н. Эффективность применения биогумуса и минеральных удобрений при выращивании полевых культур / В.Н. Рыбина, А.И. Денисенко, М.С. Чижова, С.Н. Нестеренко, В.С. Хасхачих // 36. науч. праць Луганського НАУ. – Луганськ: ЛНАУ, 2009. – №100. – С. 133–136.
10. Полупан М.І. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України / М.І. Полупан В.Б. Соловей, В.І. Кисіль, В.А. Величко – К. Колообіг, 2005. – 304 с.

Стаття поступила в редколлегию 31.05.2013

PARAMETERS OF ANTI-EROSION STABILITY OF CHERNOZEM ORDINARY IN A FIELD CROP ROTATION

V.A. Belolipsky

Lugansk state agricultural experimental station of the Plant Growing Institute named after

V.Ya.Yuryev

(liap_t@rambler.ru)

Different agricultural methods on a background of plugging and surface boardless soil tillage in the 5-fields crop rotation and different fertilization systems influence on the soil loss (the drop rainfall erosion) are investigated. Complex empirical model of the soil loss with agro-physical and hydrological factors is developed.

Key words: *anti-erosion stability, fertilization system, tillage, crop rotation*

УДК 631.423.4: 631.453:631.417.2: 631.417.8

ВПЛИВ СПІВВІДНОШЕННЯ ГУМУСОВИХ КИСЛОТ В ОРГАНІЧНІЙ РЕЧОВИНІ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ НА ВМІСТ РУХОМИХ ФОРМ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ

Д.О.Семенов

ННЦ "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського"

(pochva@meta.ua)

Встановлено, що мікроелементи нерівномірно розподілені за різними компонентами органічної речовини ґрунтів. Показано, що ґрунти різних типів із більшою часткою фульвокислот у складі гумусу, містять більше й рухомих форм мікроелементів. Закономірний характер зв'язків підтверджено рівняннями регресійної залежності між вмістом доступних сполук цинку, марганцю і заліза та відношенням С_{гк} / С_{фк}.

Ключові слова: *мікроелементи, рухомі форми, фульвокислоти, гумінові кислоти, рівняння регресії*

Вступ. Відомо, що роль гумусу в процесі ґрунтоутворення і забезпечення родючості ґрунту дуже велика й багатогранна. Органічна речовина є важливим фактором, що зумовлює вивітрювання первинних та утворення вторинних мінералів, визначає параметри ємності вбирання, фізичні, мікробіологічні та інші властивості ґрунтів. Важлива роль органічних речовин у формуванні врожаю значною мірою зумовлюється наявністю у їх складі біологічно активних сполук, які фізіологічно впливають на рослини. На початковому етапі розвитку ґрунтознавчої та агрохімічної наук гумус розглядали виключно як джерело таких макроелементів, як азот, фосфор та сірка [1, 2]. Але в подальших дослідженнях було встановлено, що органічна речовина є вагомим чинником накопичення мікроелементів (МЕ) та важких металів (ВМ) у ґрунтах [3]. Високий вміст у гумусі багатьох ґрунтів властивий для Мо, Ni, Cu, V, Co, Zn та Pb - коефіцієнт збагачення дорівнює від 10 до 1000 [4]. Гумус бере активну участь у кругообігу зольних елементів, у тому числі і життєво важливих розсіяних елементів, з якими

органічна речовина утворює складні комплексні сполуки [5]. Проте, гумус являє собою дуже складну полікомпонентну систему найрізноманітніших органічних речовин, які істотно відрізняються за ступенем розкладу, складом, реакційною здатністю, рухомістю і, як наслідок, доступністю мікроорганізмам. По-різному компоненти органічної речовини ґрунтів взаємодіють і з мікроелементами. В результаті утворення комплексних сполук підвищується міграційна здатність більшості мікроелементів. Мікроелементи у складі комплексів із органічною речовиною менш чутливі до осадження під впливом змін реакції середовища та кисневого режиму (Eh). Серед органічних комплексних сполук велика роль належить хелатам. Утворення таких комплексів найбільш властиве для Fe, Ti, Cr, V, Cu, Ni, Co та Zn. [4].

Мікроелементи у складі фульвокислот (ФК) або більш низькомолекулярних органічних сполук у ґрунті, є більш піддатливими до мікробної деструкції і, як наслідок, більш доступними для коренів рослин, ніж ті, що акумульовані в гумінових кислотах (ГК). Одним з основних механізмів, який обумовлює доступність мікроелементів для живих організмів, є утворення хелатів, і ФК у цьому процесі виступають основним комплексоутворювачем. Це явище має винятково важливу значущість для ґрунтоутворних процесів і визначає надходження поживних речовин до коренів рослин. Хелатні сполуки мікроелементів, на відміну від простих солей, зберігають підвищену рухомість у широкому діапазоні умов ґрунтового середовища. Так, досліджено, що органічні комплекси Co та Cu не осаджуються після зміни значень рН від 6 до 11, тоді як концентрація розчинів $CoCl_2$ та $CuCl_2$ знижується в десятки разів [6]. З порівняння Fe-ФК комплексів із різними солями даного мікроелементу встановлено, що за доступністю рослинам Fe-органічні речовини не поступаються (або навіть є кращими) не лише його іонним формам, а й сполукам з такими сильними комплексоутворювачами, як ЕДТА та лимонна кислота. Фульватне залізо має більш високі константи стійкості; його додавання до живильного розчину в умовах піскової культури призвело до більш активного надходження металу в рослини соняшнику та квасолі, ніж у разі використання $FeCl_3$ [7].

Роль комплексних сполук у біосфері полягає не лише у регулюванні надходження хімічних елементів у рослини; саме вони першими реагують на надходження ВМ і зв'язують їх у комплексні сполуки. Відомо, що фульвокислоти є головним комплексом природних поверхневих вод та ґрунтових розчинів і тому металоорганічні комплекси є основною формою міграції МЕ та ВМ у ґрунтах, що є невід'ємною частиною геохімічного кругообігу цих елементів [8].

Метою даної роботи є визначення зв'язку співвідношення вмісту вуглецю гумінових та фульвокислот у складі гумусу із вмістом рухомих форм МЕ у ґрунтах різних типів.

Об'єкти та методи досліджень. Для визначення впливу основних компонентів гумусу на рухомість мікроелементів відібрали зразки з орного шару ґрунтів різних типів, що розташовані в різних природних зонах України і значно відрізняються за властивостями: дерново-підзолисті – 3 об'єкти, ясно-сірі та сірі лісові – 5, темно-сірі та чорноземи опідзолені – 5, чорноземи типові – 6, чорноземи звичайні – 3, чорноземи південні – 5, темно-каштанові – 4, буроземні та буроземно-підзолисті – 2, лучні – 2. У цих зразках визначили вміст рухомих форм трьох мікроелементів – цинку, заліза та марганцю, а також вміст і

співвідношення вуглецю гумінових та фульвокислот у складі гумусу для встановлення взаємозв'язку між цими показниками.

Для визначення вмісту мікроелементів у гумусових кислотах використали препарати, виділені з чорнозему опідзоленого за методом Д.С. Орлова. Для даного типу ґрунту характерним є однаковий вміст ГК та ФК у складі органічної речовини. Препарати були надані для дослідження доктором біологічних наук Ю.Л. Цапко. У препаратах гумусових кислот із чорнозему опідзоленого визначали вміст рухомих форм мікроелементів (Fe, Mn, Cu, Zn, Co, Pb, Cd, Cr та Ni) атомно-абсорбційним методом після спалювання за $t^\circ = 500^\circ\text{C}$ протягом 5 годин із подальшим обробленням золи 10 % розчином HCl.

Визначення загального вмісту органічної речовини в ґрунтах виконали за методом Тюріна (ДСТУ 4289:2004), визначення вмісту та частки гумінових та фульвокислот у складі органічної речовини ґрунтів – за методом Кононової - Бельчикової (МВВ 31-497058-006-2002). Визначення вмісту рухомих форм мікроелементів у ґрунті – методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії за ДСТУ 4770:2007. Статистичну обробку здобутих результатів виконали за допомогою програмних засобів Statistica 10.

Результати досліджень. Гумус є одним із визначальних чинників у фіксації мікроелементів у ґрунті. Проте, їх розподіл між різними групами органічної речовини ґрунтів є нерівномірним. За дослідження препаратів гумусових кислот з орного шару чорнозему опідзоленого важкосуглинкового встановлено, що найбільша концентрація у складі гумінових кислот була характерна лише для марганцю. Загальний вміст Mn у препараті ГК майже вдвічі переважав його вміст у ФК (табл. 1). Для заліза розподіл між ФК та ГК був майже рівномірним із незначним переважанням у складі ГК – 1062 мг/кг проти 800 мг/кг препарату. Для інших елементів було властивим накопичення у складі фульвокислот. Важливо, що найбільший вміст у складі ФК виявлено для таких необхідних рослинам МЕ, як Cu, Zn та Co – перевищення у складі ФК, порівняно із ГК, становить до 30 разів. Для нікелю, хрому, та елементів-токсикантів – свинцю та кадмію також властиве накопичення у складі ФК, але перевищення сягає лише кількох разів. Здобуті дані свідчать, що посилена реакційна здатність фульватних органічних сполук проявляється, насамперед, відносно іонів Cu, Zn, Co, Pb, Cd, Cr та Ni.

1. Вміст мікроелементів у препаратах гумінових та фульвокислот із чорнозему опідзоленого

Препарати	Вміст мікроелементів, мг/кг препарату								
	Fe	Mn	Cu	Zn	Co	Ni	Cr	Cd	Pb
ГК	1062	55	3,5	9,3	5,8	7,5	10,5	0,65	28
ФК	800	29	100	140	22	15	38	3,7	76

Наші результати добре узгоджуються із роботами інших вчених. У сірих лісових ґрунтах значна частина Cu, Ni, Pb та Cd виявлена у складі органічної речовини, проте, метали нерівномірно розподілені за різними групами гумусових речовин. Встановлено, що від 54 до 100 % від вмісту цих елементів у складі гумусових кислот пов'язані саме із ФК. До того ж, співвідношення С_{гк} / С_{фк} в даному випадку становить 1,5, що лише підкреслює значно більшу збагаченість фульвокислот ВМ [9].

Значні відмінності в умовах формування досліджуваних типів ґрунтів України призводять до значних відмінностей у складі гумусу, про що свідчить різне співвідношення гумінових та фульвокислот. Найбільша частка фульвокислот властива для гумусу буроземних та дерново-підзолистих ґрунтів, а також для ясно-сірих та сірих лісових ґрунтів Лісостепу (табл. 2). Домінування ГК у складі гумусу властиве для чорноземних ґрунтів, насамперед, для чорноземів типових. Інші типи ґрунтів за величиною відношення $S_{гк} / S_{фк}$ займають проміжне положення. Але гумусові речовини фульватної природи не лише мають більш багатий хімічний склад, а мікроелементи, як його складова, мають значно більшу рухомість у ґрунтах, порівняно із компонентами гумінових кислот.

2. Співвідношення вмісту вуглецю гумінових та фульвокислот у ґрунтах різних типів

Ґрунти	Сгк / Сфк		
	середнє	min	max
Буроземні та буроземно-підзолисті	0,73	0,62	0,84
Дерново-підзолисті	0,89	0,52	1,44
Ясно-сірі та сірі лісові	1,16	0,55	2,03
Темно-сірі та чорноземи опідзолені	1,82	1,00	3,00
Чорноземи типові	2,96	1,89	3,60
Чорноземи звичайні	2,89	2,38	3,90
Чорноземи південні	2,76	1,81	4,33
Темно-каштанові солонцюваті	1,34	0,52	1,96
Лучні та лучно-чорноземні	1,75	1,22	2,27

Із дослідження зразків з орного шару різних типів ґрунтів України встановлено, що вміст рухомих сполук мікроелементів у ґрунтах істотно залежить від співвідношення гумінових та фульвокислот у складі гумусу. Для цинку така залежність описується рівнянням (1):

$$Zn = 0,66 - 0,19x, \quad (1)$$

де Zn – вміст рухомих форм цинку у ґрунті, мг/кг, x – відношення вмісту вуглецю гумінових кислот до вмісту вуглецю фульвокислот у ґрунті.

Найвищий вміст рухомого Zn (0,68 мг/кг ґрунту) зафіксовано у ґрунтах, де відношення $S_{гк} / S_{фк}$ є меншим 1 (Рис.1). За відношення $S_{гк} / S_{фк}$ від 1 до 2 вміст рухомого цинку є значно меншим – $0,22 \pm 0,06$. Між цими інтервалами існує достовірна різниця, $p = 0,03$. У ґрунтах із відношенням $S_{гк} / S_{фк}$ від 2 до 3 вміст рухомих сполук Zn є близьким до попереднього – $0,19 \pm 0,09$ мг/кг ґрунту, а найнижчий – у ґрунтах, де у складі гумусу домінують гумінові кислоти. За умов, коли відношення $S_{гк} / S_{фк}$ є більшим ніж 3, вміст сполук цинку, що вилучаються амонійно-ацетатним буферним розчином, становить в середньому $0,09 \pm 0,008$ мг/кг ґрунту.

Схожим був розподіл рухомих сполук марганцю залежно від групового складу гумусу ґрунтів – рівняння регресії має такий вигляд (2):

$$Mn = 23,03 - 4,56x, \quad (2)$$

де Mn – вміст рухомих форм марганцю у ґрунті, мг/кг, x – відношення вмісту вуглецю гумінових кислот до вмісту вуглецю фульвокислот у ґрунті.

Найвищий вміст марганцю зафіксовано у ґрунтах, де у складі гумусу превалюють фульвокислоти – $22,90 \pm 8,05$ мг/кг (рис. 2).

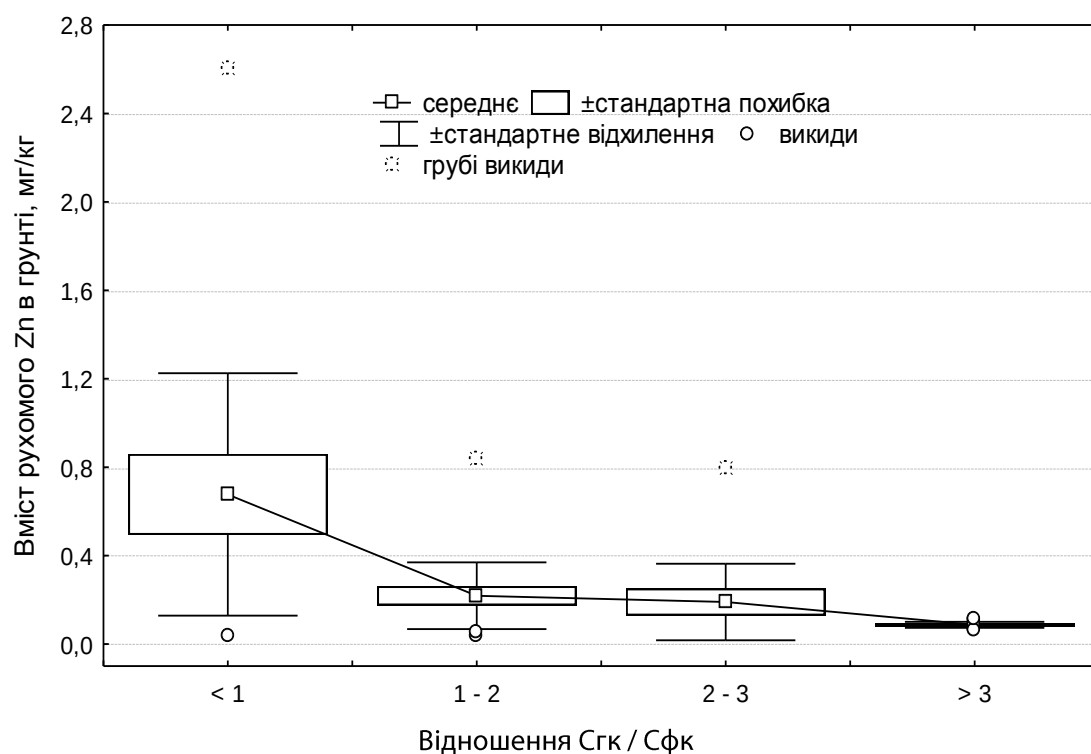


Рис. 1. Вплив співвідношення вмісту вуглецю гумінових та фульвокислот у складі органічної речовини ґрунтів на вміст рухомих форм цинку у ґрунтах

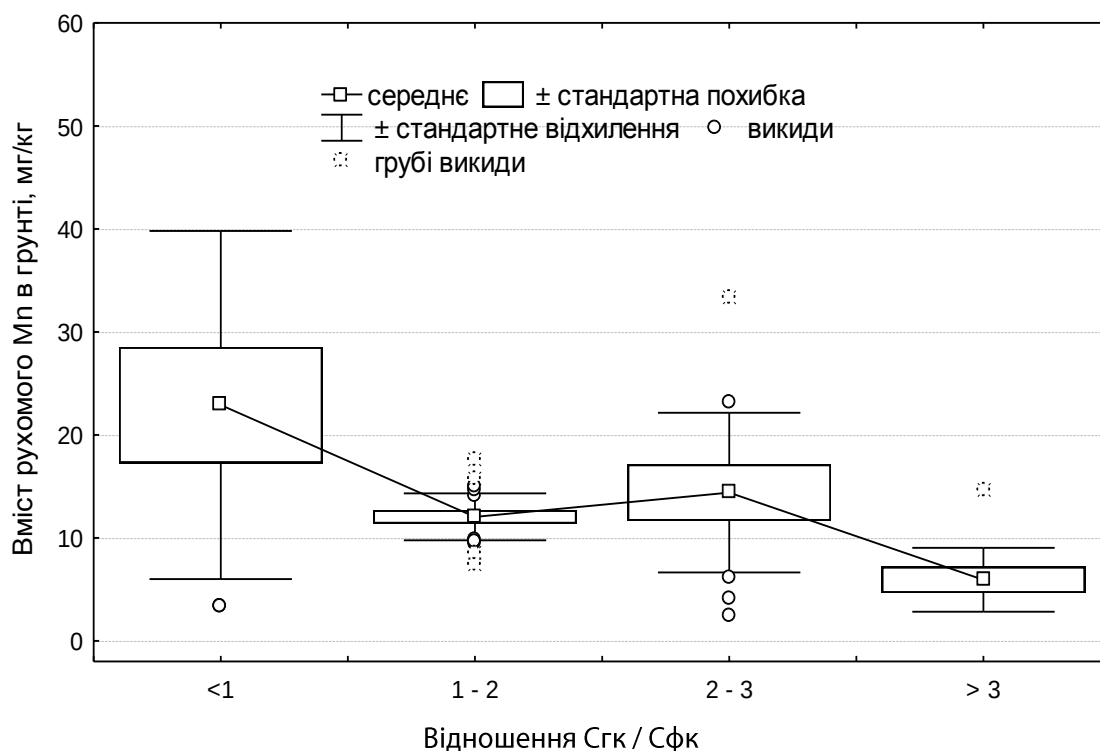


Рис. 2. Вплив співвідношення вмісту вуглецю гумінових та фульвокислот у складі органічної речовини ґрунтів на вміст рухомих форм марганцю у ґрунтах

У групі ґрунтів, де відношення Сгк / Сфк більше 1, вміст рухомого Mn є достовірно меншим – $12,04 \pm 0,94$ мг/кг ґрунту, $p = 0,02$. Близьким до цього є вміст рухомих форм марганцю у ґрунтах, де відношення Сгк / Сфк варіює в межах від 2 до 3 – $14,40 \pm 3,92$ мг/кг. Як і для Zn, для рухомого Mn найнижчий вміст

констатовано за відношення Сгк / Сфк понад 3 – $5,93 \pm 1,81$ мг/кг ґрунту, що є достовірно нижчим ніж у всіх попередніх інтервалах, $p = 0,01 - 0,05$.

Дещо іншим чином впливає насиченість гумусу гуміновими кислотами на рухомість заліза. Вміст рухомих форм цього металу у ґрунтах описується рівнянням (3):

$$Fe = 3,53 - 0,72 x, \quad (3)$$

де Fe – вміст рухомих форм заліза у ґрунті, мг/кг, x – відношення вмісту вуглецю гумінових кислот до вмісту вуглецю фульвокислот у ґрунті.

Залізо істотно не змінює рухомість у широкому інтервалі значень відношення Сгк / Сфк. Вміст рухомих сполук Fe змінюється від 2,80 мг/кг ґрунту за підвищеного вмісту фульвокислот до 2,11 мг/кг ґрунту за відношення Сгк / Сфк від 1 до 2 і 2,53 мг/кг ґрунту за відношенні Сгк / Сфк в межах 2 – 3 (рис. 3). Між даними інтервалами існують достовірні відмінності лише за значення критерію імовірності p , що дорівнює 0,26 та більше, тому такі відмінності можна характеризувати лише як тенденцію. Проте, різке зниження вмісту рухомих форм Fe відбувається за найбільшої насиченості органічної речовини більш консервативними гуміновими кислотами. Якщо Сгк / Сфк більше 3 - вміст рухомих сполук заліза становить $0,74 \pm 0,19$ мг/кг ґрунту, що є достовірно нижчим за попередньо розраховані інтервали, $p = 0,04-0,08$.

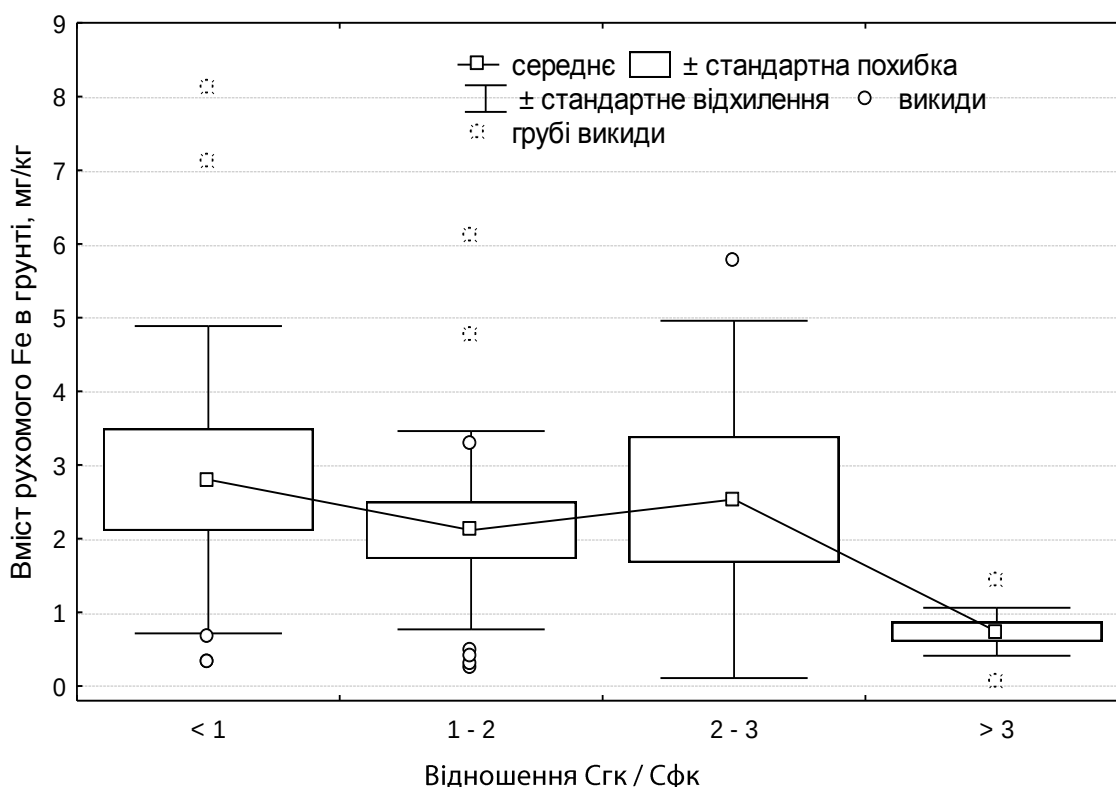


Рис. 3. Вплив співвідношення вмісту вуглецю гумінових та фульвокислот у складі органічної речовини ґрунтів на вміст рухомих форм заліза у ґрунтах

Висновки. Встановлено, що мікроелементи та важкі метали нерівномірно розподілені за різними компонентами органічної речовини ґрунтів. Для Cu, Zn, Co, Pb, Cd, Cr та Ni було властивим концентрування в фульватній частині гумусу і

лише для Mn – в гумінових кислотах, розподіл Fe можна охарактеризувати як рівномірний.

Доведено, що ґрунти, для яких властиве переважання фульвокислот у складі органічної речовини, містять більше рухомих сполук цинку та марганцю. Зниження вмісту рухомого заліза відбувається лише за значного домінування ГК у складі гумусу. Встановлені явища частково розкривають механізми рухомості мікроелементів у ґрунтах.

Список використаної літератури

1. Прянишников Д.Н. Азот в жизни растений и в земледелии СССР / Д.Н. Прянишников. – М.: АН СССР, 1945. – 197с.
2. Туев Н.А. Микробиологические процессы гумусообразования / Н.А. Туев. – М.: Агропромиздат, 1989. – 239с.
3. Содержание и формы микроэлементов в почвах / под ред. Н.Г. Зырина – М.: МГУ, 1979. – 387с.
4. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова / В.А. Ковда. – М.: Наука, 1985. – 264с.
5. Як зберегти та підвищити родючість чорноземів / за ред. Б.С. Носка, Г.Я. Чесняка. – К.: Урожай, 1984. – 200с.
6. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 439с.
7. Кауричев И.С. Водорастворимые железоорганические соединения в почвах таёжно-лесной зоны / И.С. Кауричев, А.И. Карпунин // Почвоведение. – 1986. – № 3. – С. 66-72.
8. Карпунин А.И. Функции комплексных соединений в генезисе и плодородии почв / А.И. Карпунин // Известия ТСХА. – 1989. – № 4. – С. 54-61.
9. Чимитдоржиева Г.Д. Тяжёлые металлы (медь, свинец, никель, кадмий) в органической части серых лесных почв Бурятии / Г.Д. Чимитдоржиева, А.З. Нимбуева, Е.А. Бодеева // Почвоведение. – 2012. – №2. – С. 166-172.

Стаття надійшла до редколегії 23.05.2013

INFLUENCE OF HUMUS ACIDS RATIO IN SOIL ORGANIC MATTER ON THE CONTENT OF TRACE ELEMENTS MOBILE FORMS IN DIFFERENT SOILS OF UKRAINE

D.O. Semenov

NSC "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky"
(pochva@meta.ua)

It was found that the trace elements are not evenly distributed in the different components of soil organic matter. It is shown that the accumulation of trace elements in different types of soil is increased with the increase of the share of fulvic acids in its composition. The regular nature of the relationships is confirmed by the equation of regression relationship between the content of available compounds of zinc, manganese and iron and value Cha / Cfa was built.

Key words: trace elements, mobile forms, fulvic acids, humic acids, equation of regression

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЛОДИХ УЧЕНИХ

УДК 631.412:631.445.12

ФЕРМЕНТАТИВНА АКТИВНІСТЬ І ТРАНСФОРМАЦІЯ АЗОТОВІСНИХ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН В ОСУШЕНОМУ ЛУЧНО-БОЛОТНОМУ ҐРУНТІ¹

Л.А. Корчашкіна

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»,
(*mss-k81@yandex.ua*)

Наведено результати дослідження ферментативної активності алювіального лучного ґрунту. Встановлено, що внесення азотних добрив вроздріб по 60 кг/га д.р. навесні та після першого укосу позитивно впливає на активність ґрунтової мікрофлори, яка формує ензимний комплекс лучно-болотного ґрунту. Альтернативою вищевказаному способу внесення азотних добрив є післяукісне удобрення в тій же дозі

Ключові слова: *заплавні ґрунти, ферменти, лучний фітоценоз, трансформація азоту.*

Вступ. Ґрунтовий покрив заплав виключно різноманітний, проте найпоширенішими різновидами є болотні, лучні, лучно-болотні та чорноземно-лучні ґрунти. Найбільш насиченими органічними залишками, через сповільнений розклад в умовах перезволоження, є болотні та лучно-болотні ґрунти. Внаслідок особливостей ботанічного складу аборигенної рослинності, якість органічної речовини в цих ґрунтах відмінна від такої в автоморфних ґрунтах: зі зростанням ступеню гідроморфізму, співвідношення C:N у ній розширюється. Так, у чорноземно-лучному ґрунті це співвідношення становить 11-12, у лучному – 14-15, а у торфовому – близько 19 [8].

Трансформація накопиченого азотного пулу значною мірою пов'язана з ферментативною активністю ґрунту. Рівень продукування ензимів напряму залежить від біомаси та метаболічної активності біоти. Найголовнішими чинниками, що регулюють рівень ферментів у заплавних ґрунтах, є гумусовий стан, азотний та гідротермічний режими [6]. Створення потужного трав'яного покриву шляхом раціонального застосування азотних добрив та, у разі необхідності, проведення осушувальних робіт, спричиняє підвищення ферментативної активності. Азотні солі штучного походження, як хімічний реагент, мобілізують ґрунтову органічну речовину, що, в свою чергу, індукує біосинтез та виділення у ґрунт ферментів мікрофлорою та корінням рослин [4]. Підвищення біохімічної активності стимулює процеси мінералізації, зростання кількості вільних амінокислот та рухомих сполук азоту, внаслідок чого формуються сприятливі умови для розвитку лучних фітоценозів [6]. За розбіжності фізіологічних потреб рослин та процесів мінералізації органічних азотовмісних речовин існує небезпека непродуктивних втрат азоту шляхом його втрат з інфільтраційними водами та емісії газоподібних азотних сполук. У той же час ферментативна активність в осушених лучно-болотних ґрунтах майже не досліджена.

¹ Науковий керівник – член-кор. НААН, доктор с.-г. наук, професор Р.С. Трускавецький

Мета досліджень – встановити спрямованість трансформації азотовмісних органічних сполук осушеного лучно-болотного ґрунту за показниками ферментативної активності.

Методика досліджень. Дослідження проводили в умовах польового напіввиробничого досліду на лучно-болотному легкосуглинковому осушеному ґрунті (заплава р. Вільховатка у Нововодолазькому р-ні Харківської області). Верхній гумусований шар (0-20 см) даного ґрунту містить: фізичної глини 29,0 %, $C_{\text{орг.}}$ 2,31 %, $pH_{\text{водн.}}$ = 7,8. На ділянці загальною площею 0,5 га створено шість агрофонів, які відрізняються набором та кількістю внесених добрив та строком їх внесення. За азотні добрива використовували аміачну селітру, фосфорні – простий суперфосфат, калійні – калійну сіль. Строки внесення добрив: I – весною, після сходження паводкових вод, II – влітку, після першого укосу трав. Схематично варіанти досліду показано на діаграмах (рис. 1 і 2). Площа стаціонарної ділянки динамічних досліджень 20 м². Штучно створений фітоценоз представлений злаковим травостоем із включенням різнотрав'я. Територія заплави, на якій проведено дослідження, осушена мережею відкритих каналів, а також шляхом очищення від замулення русла р. Вільховатка, яке слугує магістральним каналом.

Ферментативну активність ґрунту визначали у зразках ґрунту, відібраних під час першого (літо) та другого (осінь) укосів лучних трав протягом 2010 та 2011 рр. Активність ферментів ґрунту визначали за допомогою таких методик: поліфенолоксидази – за Л.А. Карягіною та Н.А. Михайловською [2], дегідрогенази – методом А.Ш. Галстяна [5]. Аналітичні роботи виконано в лабораторії мікробіології ННЦ ІГА імені О.Н. Соколовського.

Результати досліджень. Заплавні ґрунти вирізняються сприятливими умовами для розвитку трав'яних ценозів. Зона ризосфери кореневої системи рослин представляє собою мікроосередок акумуляції органічного вуглецю, що легко засвоюється мікробіотою ґрунту, яка спричиняє значну ферментативну активність, а отже, і зону прискореної трансформації азоту. Оскільки співвідношення C:N в значній мірі визначає спрямованість мінералізаційно-секвеструвальних процесів, то його розширення спричиняє іммобілізаційні азотні трансформації. Для задоволення потреб лучної рослинності в доступному азоті в умовах заплави застосування азотних добрив нерідко є цілком виправданим та екологічно обґрунтованим.

У трансформації азотовмісних органічних сполук приймають участь гідролітичні та окисно-відновні ферментні системи. Ми дослідили активність поліфенолоксидази та дегідрогенази, що належать до окисно-відновних ферментів. Поліфенолоксидаза каталізує процеси окиснення і гуміфікації органічних компонентів [3, 7, 9]. Її активність (рис.1) наприкінці другого року досліджень (осінь 2010 р.) була вищою на варіанті абсолютного контролю. Це пояснюється порушенням гомеостазу біологічної системи ґрунту на різноудобрених варіантах внаслідок внесення добрив. При цьому на всіх варіантах досліду, крім абсолютного контролю, цей показник знаходився майже на одному рівні, отже і запасання азотовмісних сполук в органічній формі не мало значних розбіжностей залежно від строків внесення мінеральних азотних добрив. Наступного року, в середині вегетаційного періоду, високий рівень поліфенолоксидази був зафіксований у варіанті з максимальною разовою дозою азотного добрива (120 кг/га навесні). Такий стан цілком закономірний, оскільки

значне підвищення концентрації доступного азоту неодмінно викликає зміни у кількості ґрунтових водорозчинних органічних сполук, що, в свою чергу, впливає на активність ферменту [7]. Проте восени активність поліфенолоксидази у ґрунті, в який було внесено 60 кг/га азоту після першого укусу трав, перевищив варіант з N_{120} на 131 %.

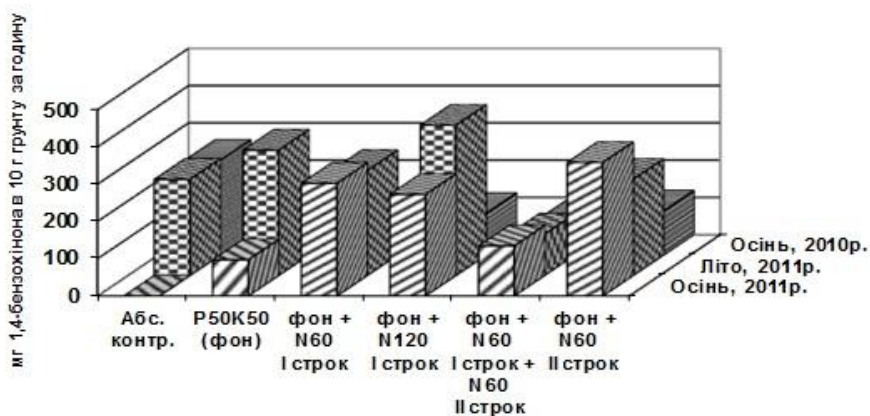


Рис. 1. Поліфенолоксидазна активність лучно-болотного осушеного ґрунту залежно від сезону та строків удобрення

На нашу думку, тривале використання помірних доз азотних добрив викликає активізацію гумусонакопичення із створенням додаткового джерела азотовмісних органічних сполук.

Дегідрогеназна активність (рис. 2) каталізує дегідрування органічної речовини та має високу кореляцію з загальною інтенсивністю мікробіологічних процесів, у тому числі з нітрифікацією, азотфіксацією та ґрунтовим диханням [1, 3, 6].

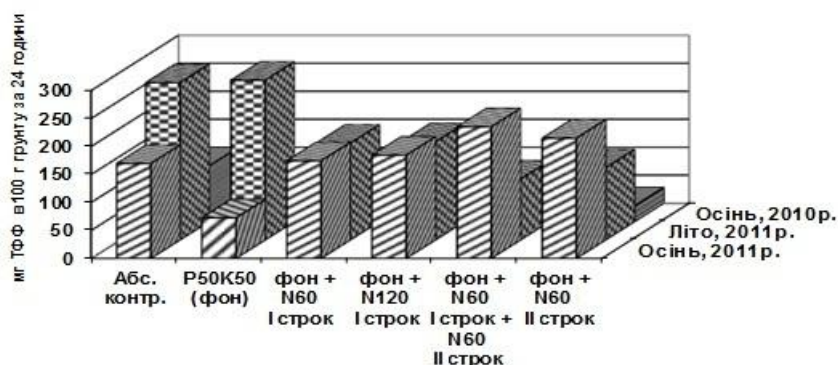


Рис. 2. Дегідрогеназна активність лучно-болотного осушеного ґрунту залежно від сезону та строків удобрення

Згідно зі шкалою оцінки ступеню збагаченості ґрунтів ферментами [3], досліджений нами лучний ґрунт має насиченість дегідрогеназою від середньої до багатой. Перевага фонових варіантів (абсолютний контроль та варіант із внесенням фосфорно-калійних добрив) до кінця проведення дослідів перейшла до варіантів із внесенням азотних добрив вроздріб та після першого укусу.

Ферментативна активність відображає трансформаційні процеси у ґрунті та формується, зокрема, шляхом взаємодії фіто- та мікробіоценозу з мінеральними добривами. Внесення азотних добрив у дозі 60 кг/га д.р. після першого укосу або вроздріб навесні та післяукісно спричиняє активізацію азотперетворення. Отже, створення сприятливих умов для зростання лучних трав за допомогою екологічно збалансованого застосування азотних добрив посилює ферментативну активність, що активно впливатиме та підтримуватиме сталість функціонування заплавної екостистеми.

Висновки. Таким чином, дослідження ферментативної активності говорить про позитивний вплив на інтенсивність біохімічних процесів, у тому числі на гумусонакопичення та поповнення ґрунтового пулу азоту, дозованого внесення азотних добрив вроздріб по 60 кг/га навесні та після першого укосу. Як альтернатива, рекомендується удобрення у тій самій дозі після першого скошування.

Список використаної літератури

1. Действие азотных удобрений на биохимические свойства почвы / [Галиулин Р.В., Галиулина Р.А., Головнина Н.О. и др.] // Химизация сельского хозяйства. – 1991. - № 9. – С. 41-43.
2. Карягина Л.А. Определение активности полифенолоксидазы и пероксидазы в почве / Л.А. Карягина, Н.А. Михайловская // Весці АН БССР, серія с/г навук. – 1986. - №2. – С. 40-41.
3. Методы почвенной микробиологии и биохимии [Асеева И. В., Бабьева И. П., Бызов Б. А. и др.]; под ред. Д. Г. Звягинцева. [2-е изд., перераб. и доп.] —М.: Изд-во МГУ, 1991.— 304 с.
4. Сирота Л.Б. Микробиологический фактор в процессах минерализации органического азота почвы и закрепления азота минеральных удобрений / Л.Б. Сирота // Труды Всесоюзного научно-исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии. – Л., 1986. – Т. 56. – С. 123 – 132. – (Микробиологические процессы трансформации органического вещества и гумуса в условиях интенсивного земледелия).
5. Хазиев Ф.Х. Ферментативная активность почв /Хазиев Ф.Х. – М.: Наука, 2005. – 241 с.
6. Хазиев Ф.Х. Экологический анализ биохимических процессов в пойменных и осушенных почвах / Ф.Х. Хазиев, И.К. Хабилов, Я.М. Агафарова // Почвоведение. – 1983. - № 5. – С. 80 – 85.
7. Трускавецький Р.С. Торфові ґрунти і торфовища України / Трускавецький Р.С.. – Харків: Міськдрук, 2010. - 278.
8. Трускавецький Р.С. Екологічний аналіз азотних функцій лісостепових заплавної ґрунтів / Р.С. Трускавецький, Л.А. Корчашкіна // Агрохімія і ґрунтознавство.-Харків. – 2010. -Вип. 73. – С. 17-23.
9. Щербакова Т.А. Ферментативная активность почв и трансформация органического вещества (в естественных и искусственных фитоценозах) / Щербакова Т.А. – Минск: Наука и техника, 1983. - 222.

Стаття надійшла до редколегії 17.05.2013

ENZYMATIC ACTIVITY AND TRANSFORMATION OF NITROGEN-CONTAINING ORGANIC SUBSTANCES IN DRAINED MEADOW SWAMP SOILS

L.A. Korchashkina

NSC "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky"
(mss-k81@yandex.ua)

Results of investigation are given concerning enzymes activity of the alluvial meadow-swamp soils. It is found that the application of nitrogen fertilizers divisionally in 60 kg/ha in spring and after the first hay harvest has a positive influence upon the processes of microbial transformations. An alternative is postharvest application of nitrogen fertilizer at the same rate.

Key words: meadow-swamp soils, enzymes, phytocenosis of meadow lands, nitrogen's transformations.

УДК 631.4

ВИНОС РУХОМИХ ФОРМ ФОСФАТІВ ПРОМИВНИМИ ВОДАМИ ІЗ ҐРУНТОВОЇ МАСИ ОРНОГО ШАРУ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТИХ СУПІЩАНИХ ҐРУНТІВ¹**В.В. Зубковська****ННЦ "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського"***(vikvik09@meta.ua)*

Висвітлено результати інтенсивності вимивання фосфатів з ґрунтового матеріалу дерново-підзолистих супіщаних ґрунтів різного генезису та окультуреності, взятого із шару ґрунту 0-20 см для моделювання у лабораторних умовах. Встановлено певні ризики суттєвих втрат фосфатів з промивними водами з інтенсивно удобрюваного ґрунту. Застосування хімічних меліорантів позитивно вплинуло на рухомість фосфатів у дерново-підзолистих перезволожених (оглеєних) ґрунтах. Висловлено пропозиції щодо засобів зменшення втрат фосфатів.

Ключові слова: дерново-підзолисті ґрунти, фосфати, рухомість, вимивання.

Вступ. Відомо, що для підвищення продуктивності дерново-підзолистих ґрунтів застосування фосфорних добрив є обов'язковим. На жаль, в даний момент обсяги використання мінеральних добрив різко знизилися, оскільки ресурси фосфору досить обмежені. Внесення фосфорних добрив на 1 га посівної площі зменшено з 40 кг/га діючої речовини до 3-4 [1,3-5]. Аналогічний стан притаманний і проблемі хімічної меліорації кислих ґрунтів. Звідси випливає необхідність апробації нових економних способів внесення добрив. Фосфати добре поглинаються ґрунтами, тому наявність їхніх іонів у ґрунтовому розчині надто мала, а їх винос за межі кореневмісного шару ґрунту незначний. Визначення того, наскільки це положення є притаманним кислим дерново-підзолистим ґрунтам Полісся (легкого гранулометричного складу) і якими можуть бути максимальні втрати фосфатів з промивними водами – основне завдання наших досліджень. Вивчення рухомості фосфатів у ґрунтах залишається вельми актуальним до теперішнього часу [6,7].

Процеси акумуляції-мобілізації фосфатів тісно пов'язані із впливом різноманітних факторів, передусім, кислотно-основного режиму ґрунту, вмісту та якості органічних речовин, кількості вологи та температури ґрунту, а також норм та способів внесення добрив та меліорантів. У лабораторно-модельному досліді з дерново-підзолистим супіщаним ґрунтом – типовим для досліджуваного регіону, вивчали ступінь рухомості фосфору за інтенсивністю вимивання.

У даній статті наведено результати дослідження впливу різних чинників, а саме, внесення мінеральних добрив, кальцієвмісних меліорантів (вапно і фосфогіпс) та торфу на вимивання фосфатів з ґрунтової маси, взятої з орного шару дерново-підзолистих супіщаних ґрунтів різного зволоження та використання (переліг, глейовий осушений та окультурений) шляхом імітації процесів у лабораторних умовах.

Методика та матеріали досліджень. Для лабораторно-модельного досліді було обрано дерново-підзолисті супіщані ґрунти на території Копаївської осушувальної системи у Волинській області:

- А – дерново-підзолистий, неоглеєний (переліг);
 В – дерново-підзолистий глейовий осушений (переліг);
 С – дерново-підзолистий окультурений (орний).

Агрохімічні характеристики досліджуваних ґрунтів наведено в табл. 1. Визначення проводили за такими методиками: рН водної витяжки – потенціометричним методом (ГОСТ 26423-85); гідролітичну кислотність – за Каппеном у модифікації ЦІНАО (ГОСТ 26212); вміст гумусу – за Тюрніним (ДСТУ 4289); вміст рухомих форм P_2O і K_2O – за Чиріковим (ДСТУ 4115-2003). Всі взяті для дослідів ґрунти є супіщаними, але мають різний вміст фізичної глини (табл.1).

1. Характеристика досліджених дерново-підзолистих супіщаних ґрунтів у шарі 0-20 см

Ґрунт	рН _{H2O}	Нг, мекв/ 100 г	Вміст рухомих форм, мг/кг		Вміст гумусу, %	Вміст фізичної глини, %
			P_2O	K_2O		
А. Дерново-підзолистий (переліг)	4,3	2,46	134,54	12,04	0,73	18,6
В. Дерново-підзолистий глейовий осушений (переліг)	5,8	4,14	111,45	12,04	3,09	17,1
С. Дерново-підзолистий окультурений (орний)	6,7	1,15	204,66	137,5	1,24	13,2

Згідно з програмою лабораторно-модельних досліджень промивання ґрунту дистильованою водою було проведено в колонках, висота яких становила 27,5 см, а діаметр 8,5 см. Колонка містила 1,25 кг ґрунтової маси, відібраної з шару 0-20 см. Ґрунтову суміш готували шляхом перемішування ґрунтової маси з мінеральними солями (добривами), торфом, сумішшю мінеральних добрив з торфом та меліорантами (вапно і фосфогіпс).

Схема дослідів: 1 варіант – контроль, без добрив; 2 – NPK; 3 – торф; 4 – вапно; 5 – фосфогіпс; 6 – NPK + торф; 7 – NPK + вапно; 8 – NPK + фосфогіпс.

За мінеральні добрива використовували аміачну селітру, суперфосфат і калійну сіль, дози яких у перерахунку на масу ґрунту в колонці становили відповідно 136, 234 і 176 мг. Було використано добре розкладений багатозольний торф з родовища, що знаходиться в Глухівському районі Сумської області – це евтрофний кислий торф з рН водним 4,8. Доза торфу на масу ґрунту в посудині становила 19,5 г. Маса вапна на одну колонку становила 670 мг, що адекватно формату, визначеному за кривою рН-буферності [12]. Фосфогіпс вносили еквівалентно дозі вапна за вмістом кальцію.

Промивання ґрунтової суміші дистильованою водою у колонках виконували після 7-денного компостування за кімнатної температури і початкової вологості ґрунту близької до найменшої вологоємності. Загалом для промивання кожного зразка використали 330 мл води.

У промивній рідині визначали вміст вимитого з ґрунту фосфору за методом Е. Труога та А. Майєра [11], рН – потенціометричним методом (ГОСТ 26423-85).

Результати дослідження. Встановлено, що мінімальне вимивання фосфору (0,01-0,04 мг з розрахунку на колонку) мало місце на дерново-підзолистому глейовому ґрунті на контрольному варіанті (без добрив) та

варіантах з додаванням торфу і фосфогіпсу. Найбільше, як і очікувалось, було вимито з дерново-підзолистого окультуреного ґрунту: на 0,12 мг з колонки більше ніж із глейового. Вимивання ж із дерново-підзолистого ґрунту з підвищеною кислотністю є несуттєвим, але помітнішим, ніж із оглеєного (табл. 2).

На варіанті з використанням мінеральних добрив (№ 2) вимивання фосфору помітно збільшилось, порівняно з контролем на 0,05 мг з колонки на кислому ґрунті, 0,03 мг – на оглеєному та на 0,14 мг – на окультуреному.

Застосування торфу (варіанти № 3 і 6) найбільш помітно інтенсифікувало мобілізацію фосфатів у дерново-підзолистому окультуреному ґрунті. Таким чином, дослідження показали, що з підвищенням рухомості фосфатів на окультуреному ґрунті підвищується ризик їх вимивання за межі кореневмісного шару. Раніше [6,7] вже було доведено, що позитивна дія органіки (торфу) на процеси мобілізації фосфатів пов'язана з підвищеним вмістом активних органічних кислот у торфі. Внесення ж торфу на двох інших досліджених ґрунтах (переліг та глейовий осушений) не виявило такого ж результату у мобілізації фосфатів, як на варіанті окультуреного ґрунту.

На варіанті № 4 (із внесенням вапна) спостерігаються коливання у кількості вимитого фосфору. Так на перелозі дерново-підзолистого ґрунту, рН якого становить 6,0, спостерігаємо підвищення рухомості фосфатів – вірогідно, за рахунок переходу фосфатів алюмінію та заліза в більш доступну Са-фосфатну форму. На цьому варіанті вимито на 0,05 мг/кг P_2O_5 більше, ніж на контролі. Це підтверджує думку ряду вчених [8,10 та ін.] про позитивний вплив вапнування на мобілізацію фосфатів. Але на інших досліджених нами ґрунтах (глейовому осушеному та окультуреному) позитивного впливу вапнування на рухомість фосфатів не помічено.

2. Вимито фосфору з промивною рідиною (фосфор у перерахунку на елемент)

Варіант модельного досліджу	рН	А	рН	В	рН	С
		мг з колонки		мг з колонки		мг з колонки
1. Контроль (без добрив)	3,9	0,04	4,3	0,03	5,7	0,15
2. NPK	3,9	0,09	4,1	0,06	5,6	0,29
3. Торф	4,3	0,01	4,3	0,04	5,7	0,70
4. Вапно	6,0	0,10	5,4	0,03	6,3	0,15
5. Фосфогіпс	4,2	0,19	4,1	0,01	5,9	0,28
6. NPK+ торф	4,1	0,28	4,2	0,08	5,7	1,20
7. NPK+вапно	6,0	0,11	4,7	0,08	5,2	0,31
8. NPK+ фосфогіпс	4,1	0,29	3,9	0,25	5,6	0,48

Застосування фосфогіпсу (№ 5) підвищувало рухомість фосфатів на перелозі та окультуреному ґрунті, що, очевидно, відбувалось за рахунок підкислення середовища та утворення більш розчинних сполук фосфору – дикальційфосфатів ($Ca(H_2PO_4)_2$).

На варіанті з одночасним внесенням мінеральних добрив та вапна спостерігається збільшення вмісту рухомих форм фосфатів у промивній рідині, що відбулось за рахунок мінеральних добавок. Літературними даними [6]

підтверджується факт незначного впливу вапна на рухомість фосфатів на дерново-підзолистих ґрунтах супіщаного гранскладу.

Найбільш високу рухомість фосфатів відмічено на варіантах з внесенням мінеральних добрив разом з торфом та фосфогіпсом. Винятком є лише оглеєний ґрунт, що пояснюється дещо підвищеним умістом у ньому закисних форм заліза.

Отже, за здобутими даними встановлено, що найбільший впливовим чинником посилення вимивання рухомих форм фосфатів є одночасне внесення торфу та фосфогіпсу з добавками мінеральних солей (добрив).

Висновки. Незважаючи на те, що фосфор належить до елементів, які добре закріплюються ґрунтом, у досліджених ґрунтах, що характеризуються кислим середовищем та легким гранулометричним складом, має місце досить високий ризик непродуктивних втрат фосфору через вимивання під час проливних дощів та за умов високих доз внесення добрив. Тому сучасні способи, які спрямовані на підвищення ефективності використання фосфору рослинами, є водночас і засобами зменшення негативних втрат фосфору з гравітаційними водами.

Для покращення фосфатного режиму досліджуваних дерново-підзолистих ґрунтів (переліг, глейовий осушений та окультурений) доцільно застосовувати органо-мінеральну систему удобрення та фосфогіпс шляхом локального та дозованого внесення добрив та меліорантів. Це зменшить витрати фосфорних добрив, відповідно, зекономить кошти і забезпечить закріплення фосфору у межах кореневмісного шару ґрунту. Для збереження фосфатного потенціалу ґрунтів важливо утримувати їх під рослинним покривом і вносити менш розчинні фосфоровмісні солі (наприклад, фосфорити, томасшлак тощо).

Слід відмітити, що застосування фосфогіпсу, як джерела кальцію, є проблемним на ґрунтах, аналогічних досліджуваним (особливо неокультуреним), оскільки він не впливає на зниження рН ґрунтового розчину та посилює небезпеку втрати фосфору.

Список використаної літератури

1. Моисеенко А.А. Последствие длительного применения различных систем удобрений в севообороте / А.А. Моисеенко // Земледелие. – 2006. - № 6. – С. 13-14.
2. Стулин А. Влияние длительного применения удобрений в бессменном посеве кукурузы на её продуктивность и агрохимические показатели дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы / А. Стулин, В. Лапа, В. Босак // Агрохимия. – 2002. - № 9. – С. 22-26.
3. Стахів М.П. Фосфорне живлення рослин та методичні аспекти визначення рухомих сполук фосфору в ґрунті / М.П. Стахів // Ґрунтознавство. – 2010. – Т. 11. - № 3-4. – С. 88-95.
4. Агрохімічний аналіз: підручник / Городній М.М., Лісовал А.П., Бикін А.В. та ін. / За ред. М.М.Городнього – 2-ге видання. – К.: Арістей, 2005. - 476 с.
5. Щегров Л.М. Перспективні шляхи виробництва фосфорних добрив в Україні / Л.М. Щегров, Н.М. Антрапцева, В.П. Кухарь та ін. // Вісник аграрної науки. – 2001 -№ 9. – С. 13-15.
6. Носко Б.С. Фосфатний режим ґрунтів і ефективність добрив / Б.С Носко. – Київ: Урожай, 1990. – 217 с.
7. Трускавецький Р.С. Мобілізація фосфору фосфоритів під впливом технології локального окультурення ґрунту / Р.С.Трускавецький, Ю.Л. Цапко, Н.Ф. Чешко. // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2002. - Вип. 63. - С. 67-72.
8. Гинзбург К.Е. Фосфор основных типов почв СССР / К.Е. Гинзбург - М.: Наука, 1981. – 242 с.
9. Почвенно-экологические условия возделывания сельскохозяйственных культур / Под ред. В.В. Медведева – К.: Урожай, 1991 – 175 с.
10. Гедройц К.К. Избранные сочинения в 3-х томах / К.К Гедройц – М.: Сельхозгиз, 1955. – 560 с.
11. Агрохимические исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 382 с.
12. Трускавецький Р.С. Буферна здатність ґрунтів та їх основні функції / Р.С. Трускавецький. – Харків, 2003. – 228 с.

Стаття надійшла до редколегії 15.04.2013

LOSS OF THE MOVABLE FORMS OF PHOSPHATES BY FLUSHING WATER FROM THE SOIL MASS OF THE ARABLE LAYER OF SOD-PODZOLIC LOAMY SAND SOILS

V.V. Zubkovska

NSC "Institute of Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N.Sokolovsky "

(vikvik09@meta.ua)

The researches results concerning intensity of the phosphates washing out from the soil material of sod-podzolic loamy sand soils of different genesis and cultivation are highlighted. Certain risks of the substantial losses of phosphates with flushing waters from the intensely fertilized soil are discovered. The use of chemical ameliorants had positive effect upon the phosphate movability in the sod-podzolic over-wetted (gleied) soils. Some propositions concerning ways of reducing of phosphates losses are formulated.

Key words: *sod-podzolic soils, phosphates, movability, washing out.*

УДК 631.417.2"477.85"

ОСОБЛИВОСТІ ГУМУСОВОГО СТАНУ ҐРУНТІВ ЗАПЛАВИ р. ПРУТ¹

І.В. Думіх

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

(dumixigor@mail.ru)

Визначено вміст, запаси та якісний склад гумусу в основних типах алювіальних ґрунтів у заплавної долині р. Прут. Виявлено, що показники гумусового стану заплавних ґрунтів можуть слугувати оцінювальними критеріями для їх генетичної ідентифікації.

Ключові слова: *гумус, стан, вміст, запаси, груповий склад.*

Вступ. Алювіальний клас охоплює ґрунтові утворення, що приурочені до річкових заплав і низьких надзаплавних терас. Алювіальні ґрунти формуються в умовах постійного підґрунтового й періодичного поверхневого зволоження. Вони затоплюються паводковими водами, після спаду яких на поверхні залишається намул, що зумовлює чималий вплив на властивості, морфологію, літологію і родючість ґрунтів. За цією ознакою у заплаві доволі чітко виділяються три типи ґрунтів, які пропонують називати алювіальними дерновими, алювіальними лучними та алювіальними лучно-болотними і болотними. Кожен із цих типів алювіальних ґрунтів відрізняється особливостями будови профілю та водно-повітряного режиму, складом рослинних угруповань і місцем розташування у межах заплави [1-3]. Слід відзначити, що заплавні ґрунти належать до відносно молодих ґрунтів і формуються під впливом одночасної дії як ґрунтотворних так і геологічних процесів. Це означає, що гумусовий комплекс

¹ Науковий керівник - член-кор. НААН, доктор с.-г. наук, професор Р.С. Трускавецький

цих ґрунтів включає як привнесений з алювієм гумусовий матеріал, так і новоутворені «in situ» свіжі гумусові речовини. Ця обставина позначається на особливостях гумусового стану алювіальних ґрунтів.

Відома висока роль гумусу в формуванні природних властивостей ґрунтів. Кількість гумусу і його якість відображають умови ґрунтоутворення і характер перебігу ґрунтових процесів та формування родючості. Гумусовий стан заплавних ґрунтів майже не вивчали, передусім у Передкарпатті, хоча це питання дуже важливе для вивчення генезису ґрунтів та оцінки їхньої родючості [4]. Тому одним із завдань нашої роботи було дослідити особливості вмісту і запасів гумусу у різних алювіальних ґрунтах заплави р. Прут.

Матеріали і методика досліджень. Об'єктами досліджень були алювіальні ґрунти нижньотерасових періодично затоплюваних територій заплави р. Прут у межах Коломийського і Снятинського районів Івано-Франківської області та Новоселицького р-ну Чернівецької області. Всього відібрано 54 зразки за генетичними горизонтами, включаючи підґрунтя. Прив'язку розрізів здійснювали за допомогою навігаційного приладу GPS.

Програмою досліджень гумусового стану ґрунтів передбачено визначення вмісту і запасів гумусу та його групового складу. Загальний вміст гумусу визначали за методом І.В. Тюріна згідно з ДСТУ 4289-2004 [5], груповий склад гумусу – за методикою М.М. Кононової і Н.П. Бельчикової [6].

Результати досліджень. За своєю природою заплавні ґрунти належать до ґрунтів високої потенційної родючості. Проте вони поширені в умовах надзвичайно виражених екологічних ризиків. Це означає, що їх розорювання та інтенсивне використання може призвести до руйнації родючого шару та замулення водних джерел. Визнано, що найдоцільнішим напрямом використання заплавних земель є луківництво та культурні пасовища. Однак більша частка заплавних земельних масивів розпайована і землі залучено в інтенсивне використання, що обумовлено низькою землезабезпеченістю в дослідженому регіоні. За таких умов, особливо під час аномальних повеней та розорювання, посилюються процеси ерозії і дегуміфікації, що призводить до катастрофічних втрат гумусового резерву заплавних ґрунтів. Тому відомості про вихідний гумусовий стан заплавних ґрунтів є важливими для подальших суджень про його зміну в процесі землекористування.

Для визначення варіабельності вмісту гумусу у досліджених ґрунтах ми виконали статистичний аналіз за допомогою програми Statistica (табл. 1). До вибірки було залучено параметри вмісту гумусу в верхніх генетичних горизонтах, що становлять основний кореневмісний шар у всіх 18 розрізах.

Встановлено, що за середнім значенням вмісту гумусу алювіальні ґрунти заплави ріки Прут належать до ґрунтів з дуже низьким вмістом гумусу за шкалою Д.С. Орлова і Л.А. Гришиної [7]. Вміст гумусу в досліджуваних ґрунтах коливається в широких межах – від 1,05 до 3,86 % у верхніх горизонтах ґрунтів. У більшості алювіальних ґрунтів гумус по профілю розподіляється нерівномірно – помітні піки вмісту гумусу не тільки у верхньому горизонті, а й у перехідних, що свідчить про шаруватість ґрунтів. Значний вплив, як ми вже відмічали, на ґрунтогенез заплавних ґрунтів мають не тільки біологічні, але й геологічні процеси. Як свідчать дані (табл. 1), особливістю заплавних ґрунтів є висока просторова варіабельність вмісту гумусу, яка, очевидно, пов'язана з високою контрастністю генетичних горизонтів за гранулометричним складом та умовами зволоження.

1. Статистичні параметри варіабельності вмісту гумусу в алювіальних ґрунтах

Ґрунт	Гори- зонт	n	Вміст фізично ї глини, %	Вміст гумусу, %					Коефіцієнт варіації
				Серед- ній	Міні- мум	Макси- мум	Дисперсія	Стандартне відхилення	
Алювіальні дернові	Н	6	24,8	1,79	1,05	2,35	0,24	0,49	27,3
	НР	9	25,9	1,16	0,6	2,44	0,36	0,60	51,7
Алювіальні лучні	Н	6	39,8	2,41	1,28	3,86	0,92	0,96	39,8
	НР	10	33,9	1,32	0,94	1,74	0,06	0,26	19,7
Алювіальні лучно- болотні	Н	6	45,7	2,42	2,02	2,83	0,33	0,57	23,5
	НР	9	56,5	1,98	1,57	2,65	0,34	0,58	29,3

В улоговинах нижньотерасових рівнин Прута нерідко поширені торфово-болотні ґрунти, які осушені і зазнали глибокої трансформації, перетворившись на перегнійно-торфові ґрунти з високим вмістом гуматів кальцію (розріз закладено поблизу с. Борщів, ґрунт – перегнійно-торфянисто-глейовий). Реакція цього ґрунту лужна (рН водний – 7.5), зольність торфу у шарі 0-20 становить 29,46 %. Родючість цих ґрунтів, як показали дослідження [8], одностороння – високий уміст азоту і вологи контрастує з низьким умістом фосфору, калію і мікроелементів. Внесення дефіцитних біогенів на фоні гіпсування дає неочікувано високий ефект – урожай і його якість істотно підвищуються.

Як відомо, алювіальні ґрунти за особливостями умов ґрунтоутворення та протікання елементарних ґрунтових процесів (ЕГП) поділяються на три підтипи – алювіальні дернові, алювіальні лучні та алювіальні лучно-болотні і болотні. Для підтвердження тези про те, що вміст гумусу в цих ґрунтах залежить великою мірою від їхньої генетичної природи, ми провели аналіз залежності впливу останньої на вміст гумусу (рис.1).

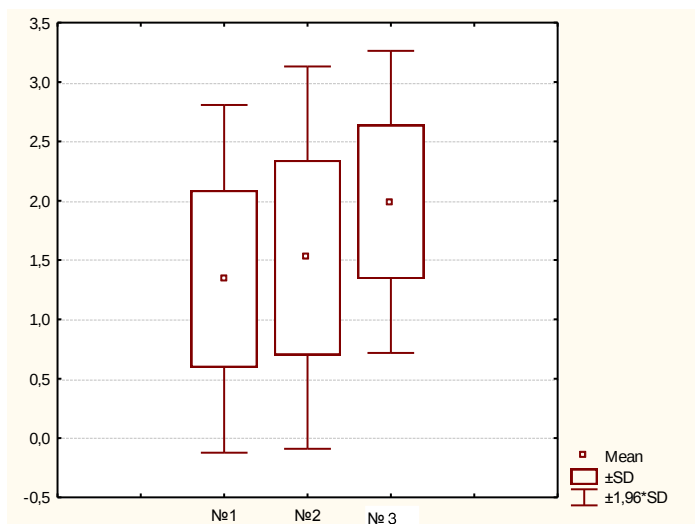


Рис.1. Діаграма розмаху вмісту гумусу за типами ґрунтів (шар ґрунту 0-20 см, горизонт Н)

1 – алювіальні дернові ґрунти; 2 – алювіальні лучні;
3 – алювіальні лучно-болотні

Як показують результати, в досліджуваних алювіальних ґрунтах заплави р. Прут спостерігається тенденція до збільшення вмісту гумусу в ряду від алювіальних дернових до алювіальних лучних і до алювіальних лучно-болотних ґрунтів.

Запаси гумусу (табл. 2) у шарі ґрунту 0-20 см алювіальних дернових ґрунтів становлять 29-61 т/га, більшими є запаси гумусу в алювіальних лучних ґрунтах центральної частини заплави – 33-100 т/га, а в алювіальних лучно-болотних ґрунтах притерасся запаси найменші – 20,6-61,4 т/га. Польовими маршрутними дослідженнями виявлено, що алювіальні ґрунти часто-густо включають скелетну частину, яка суттєво зменшує запаси гумусу в одиниці об'єму. Особливо це характерно для ґрунтів, які сформовані в місцях меандрування русла ріки Прут.

2. Статистичні параметри варіабельності запасів гумусу в шарі 0-20 см (горизонт Н) в алювіальних ґрунтах заплави р. Прут

Ґрунти	Об'єм вибірки	Запаси гумусу, т/га					
		Середнє	Мінімум	Максимум	Дисперсія	Стандартне відхилення	Коефіцієнт варіації
Алювіальні дернові	6	46,6	29,0	60,8	114	10,7	22,9
Алювіальні лучні	6	61,5	33,0	99,5	535	23,1	37,5
Алювіальні лучно-болотні	6	64,8	59,9	69,8	49,0	7,0	10,8

За середнім запасом гумусу в шарі 0-20 см. (табл. 2) алювіальні дернові ґрунти характеризуються дуже низькими параметрами (за шкалою Д.С. Орлова і Л.А. Гришиної [7]), алювіальні лучні та алювіальні лучно-болотні – низькими. Коефіцієнт варіації середній в дернових ґрунтах і збільшується в ряді до лучно-болотних ґрунтів.

Результати досліджень групового складу гумусу в типових розрізах, що представляють собою найбільш характерні різновиди алювіальних ґрунтів заплави ріки Прут, представлено в (табл. 3). Тільки в окремих горизонтах виявлено гуматно-фульватний і фульватно-гуматний типи гумусу. У більшості ж випадків фракція фульвокислот суттєво переважає. Фульватна природа гумусу в алювіальних ґрунтах заплави ріки Прут для нас виявилась несподіваною. Адже, близька до нейтрального середовища реакція ґрунтового розчину, а також достатня насиченість поглинального комплексу катіонами кальцію здавалось би повинні створювати умови для формування гумусу з переважанням гумінових кислот. Фактично ж ми отримали діаметрально протилежну картину. Це можна пояснити «молодістю» досліджених заплавної ґрунтів, частково теригенним принесенням гумусованого матеріалу з водозбірних площ, на яких залягають ґрунти буроземного типу з чітко вираженим фульватним типом гумусу. Встановлене нами переважання фульвокислот у складі гумусу в заплавної ґрунтах слід вважати однією з особливостей їхнього генетичного статусу.

Визначання кореляційних зв'язків між вмістом гумусу, мулу і фізичної глини показало, що коефіцієнт кореляції найбільш високий (0,57) між вмістом гумусу та мулу і дещо менший між вмістом гумусу та фізичної глини (0,48). В цілому ж, між вмістом гумусу і гранулометричним складом у досліджених заплавної ґрунтах встановлено середній рівень кореляції на відміну від зональних ґрунтів (типу буроземів і сірих лісових), в яких, за розрахунками М.І. Полупана та ін. [9], цей коефіцієнт є істотно вищим – 0,7-1,0 і 0,61-0,66 відповідно. Відсутність тісного зв'язку вмісту гумусу з гранулометричним складом також є особливістю гумусового стану ґрунтів заплави.

3. Груповий склад гумусу типових ґрунтів заплави р. Прут

Горизонт	Шар ґрунту, см	Загальний вміст гумусу, %	Валовий вміст С, %	Вміст С, %		С залишку, %	Сгк:Сфк
				гумінових кислот	фульво-кислот		
Розріз 12. Алювіальний дерновий легкосуглинковий на галечниковому алювії, м. Новоселиця							
Нк	2-23	1,84	1,07/100	0,06/5,72	0,53/49,31	0,48/44,97	0,12
НРк	23-50	0,95	0,55/100	0,02/2,99	0,23/41,82	0,30/55,19	0,08
Розріз 6. Алювіальний лучний середньосуглинковий на алювіальному суглинку, підстеленому валунно-галечниковим алювієм, с. Тростянка							
Н	2-22	3,86	2,24/100	0,02/0,66	0,45/20,15	1,77/79,19	0,04
Нр	22-37	1,56	0,90/100	0,01/0,96	0,17/19,04	0,72/80	0,06
Phk(gl)	37-60	1,32	0,77/100	0,01/1,04	0,18/23,24	0,58/75,72	0,05
Розріз 3. Алювіальний лучно-болотний важкосуглинковий на алювіальному мулі, м. Снятин							
HGlk	8-28	2,83	1,64/100	0,16/9,94	0,16/9,94	1,32/80,12	1,00
HPGlk	28-51	2,66	1,56/100	0,10/6,28	0,31/19,87	1,14/73,85	0,32

Висновки. Особливості гумусового стану алювіальних ґрунтів заплави ріки Прут можуть бути розкриті такими положеннями:

- вміст і валові запаси гумусу в кореневмісному шарі є низькими і дуже низькими, і тільки в окремих випадках, залежно від вмісту мулу та ступеня зволоженості, можуть досягати більш високих величин (важкосуглинкові лучні та лучно-болотні ґрунти);

- груповий склад гумусу відзначається високою часткою фульвокислот, обумовленою, очевидно, природою походження гумусових речовин.

Список використаної літератури

1. Вильямс В.Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения. Сельхозгиз, М., 1939.
2. Шраг В.И. Пойменные почвы, их мелиорация и сельскохозяйственное использование / В.И. Шраг ; М-во мелиорации и водн. хоз. РСФСР, Росгипроводхоз. - М. : Россельхозиздат, 1969. - 268 с.
3. Горін М.О. Заплавне ґрунтоутворення Полісся та Лісостепу України (еволюція, біохімія, окультурення). Автореф. дис. Доктора с.-г. наук. – Харків, ННЦ «ІГА», 2003. – 42 с.
4. Семенов В.А. Гумус как фактор плодородия почв / В. А. Семенов // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1991. – №2. – С. 62 – 69.
5. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини: ДСТУ 4289:2004. – [Чинний від 2005-07-01]. – Київ: Держспоживстандарт України, 2005. – 14 с.
6. Александрова Л.Н. Лабораторно-практические занятия по почвоведению. / Л.Н. Александрова, О.А. Найденова. Л.: Агропромиздат, 1986 р. 295 с.
7. Орлов Д.С. Химия почв //М.: МГУ, 1985. – 370 с.
8. Трускавецький Р.С. Торфові ґрунти і торфовища України - Харків: Міськдрук, 2010. – 278 с.
9. Полупан М.І., Соловей В.Б., Величко В.А. Класифікація ґрунтів України / За ред. М.І. Полупана. - К.: Аграрна наука, 2005. – 300 с.

Стаття надійшла до редколегії 17.06.2013

FEATURES OF SOIL HUMUS CONDITION IN FLOODPLAIN OF THE PRUT RIVER

I.V. Dumikh

NSC "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky"
(dumixigor@mail.ru)

It is defined contents, reserves and quality of humus in the major types of alluvial soils in the floodplain valley of the Prut river. It is determined, that the indicators of humus condition of the floodplain soils can serve as the evaluation criteria for their genetic identification.

Key words: humus, condition, contents, reserves, group composition.

УДК 631.452: 631.413.1

ВПЛИВ КАЛЬЦІЄВМІСНИХ МЕЛІОРАНТІВ НА ПОВЕДІНКУ РУХОМИХ ФОРМ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ТА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЯСНО-СІРОГО ЛІСОВОГО ҐРУНТУ¹

К.О. Десятник

ННЦ « Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського »

(karina.desjatnik@rambler.ru)

На матеріалі з шару 0-20 см ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту в умовах модельного лабораторного експерименту досліджено вплив внесення вапняних меліорантів різного походження на поведінку рухомих форм важких металів та фізико-хімічні показники ґрунту. Виявлено позитивну еколого-токсикологічну дію від внесення кальцієвмісних меліорантів і значне збільшення активної концентрації кальцію в ґрунтового розчині вологого ґрунту.

Ключові слова: ґрунт, кальцієвмісні меліоранти, важкі метали, активність кальцію, рН

Вступ. Характерною особливістю ясно-сірих лісових ґрунтів є кисла реакція ґрунтового середовища ($\text{pH}_{\text{сол.}} \approx 4,8$). Доволі розповсюдженим на цих ґрунтах є весняне перезволоження, що призводить до їхнього поверхневого оглеєння. Все це обумовлює невисокі параметри фізичних, фізико-хімічних, біологічних показників ґрунту та низьку його родючість [1]. Відтак, цілком зрозуміло, що підвищення корисних властивостей та продуктивність ґрунту тісно залежать від ефективності меліоративних заходів і, зокрема, внесення кальцієвмісних меліорантів.

У сучасних економічних умовах України високовитратні заходи меліорації потребують не лише ґрунтово-меліоративного але й еколого-економічного обґрунтування. Тому доцільним є використання в ролі меліорантів місцевих сировинних ресурсів та відходів виробництва, що значно зменшує витрати на їх транспортування і закупівлю та, водночас, вирішує проблему утилізації відходів.

Але, визнаючи високу економічну ефективність застосування відходів промисловості як меліорантів, необхідно враховувати потенційну небезпеку поліелементного забруднення ґрунту, а в результаті – води, атмосфери та трофічних ланцюгів за рахунок домішок, що в них містяться.

Виявлення можливого екологічного ризику застосування кальцієвмісних меліорантів сприяє попередженню забруднення ще на етапі планування заходів з меліорації.

У даній статті висвітлено деякі аспекти впливу кальцієвмісних меліорантів на поведінку рухомих форм важких металів та фізико-хімічні показники ясно-сірого лісового ґрунту.

Об'єкти та методи досліджень. Дослідження було проведено в лабораторно-модельному експерименті. Як об'єкт дослідження використано ясно-сірий лісовий середньосуглинковий поверхнево оглеєний ґрунт на лесоподібному суглинку ($\text{pH}_{\text{водн.}} 5,3$), який було відібрано, згідно з ДСТУ ISO 10381-6:2001 [2], під час експедиції з ґрунтово-агрохімічного обстеження кислих ґрунтів

¹ Науковий керівник – доктор біол.н. Ю.Л. Цапко

(2012 р.), на дослідному полі Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН у с. Оброшине Пустомитівського району Львівської області.

Дослідження було проведено в колонках типу лізиметрів, які вміщували в собі 1 кг ґрунтової маси, відібраної з шару 0-20 см. Ґрунтову суміш готували шляхом перемішування ґрунту з меліорантом. Лабораторно-модельні дослідження передбачали максимальну адаптованість до типових погодних умов у Західній провінції Лісостепу. З цієї метою проводили промивання ґрунту дистильованою водою об'ємом 360 мл, імітуючи середньомісячну кількість опадів за вегетаційний період (травень – вересень), що становить 480 мм.

За меліоранти використовували гашене вапно, цементний пил, червоний шлам, вапняк флюсовий (дрібнодисперсна фракція вапняку, що утворюється в результаті технологічного процесу на “Малинівському склозаводі” в Харківській області) та крейду (місцевий меліорант Карпатського регіону). Вміст карбонату кальцію був таким: у червоному шламі – близько 18 %, гашеному вапні – 90 %, цементному пилу – 99 % [3], вапняку флюсовому – 90 %, крейді – 85 %.

Дослід було закладено за такою схемою: 1) контроль, без меліорантів; 2) гашене вапно 1,0 г на 1 кг ґрунту, що відповідає 3,2 т/га у виробничих умовах; 3) крейда 0,8 г/кг (2,3 т/га); 4) цементний пил 1,2 г/кг (3,7 т/га); 5) червоний шлам 0,7 г/кг (2,2 т/га); 6) вапняк флюсовий 1,2 г/кг (3,5 т/га).

Дози меліорантів було пораховано за графіками рН-буферності [4].

Промивання ґрунтової суміші у колонках виконували протягом 4 місяців після попереднього 7-денного компостування за кімнатної температури і початкової вологості ґрунту близької до повної вологоємності (ПВ = 55 %). Вимірювання контрольованих показників виконували перед початком та одразу після промивання ґрунту

Вимірювання рН та активності іонів кальцію (Ca^{2+}) у ґрунті проводили (in situ) методом прямої потенціометрії з використанням іонселективних електродів за атестованими методиками ННЦ ІГА (МВВ 31-497058-023-2005) та ДСТУ (ДСТУ 4725:2007 та ДСТУ ISO 11271:2004).

Визначення вмісту рухомих форм важких металів у ґрунтах виконували методом атомно-адсорбційної спектроскопії на приборі С-115. Для їх екстракції використовували ацетатно-амонійний буферний розчин ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) з рН-4,8 (співвідношення ґрунт/розчин – 1:5) [5]. Для оцінки ступеню забруднення ґрунту використовували ГДК вмісту рухомих форм важких металів [6].

Результати досліджень. Лабораторне дослідження поведінки кальцію та зміни реакції ґрунтового середовища під впливом вапняних меліорантів різного походження (табл.1) показало, що за внесення меліоранту, підвищення вологості ґрунту сприяє значному збільшенню активної концентрації кальцію в ґрунтовому розчині. На наш погляд, це пов'язано з тим, що важкорозчинні карбонати кальцію у кислому середовищі ґрунту перетворюються на більш розчинні бікарбонати кальцію, а промивання сприяє більш швидкому перебігу хімічних реакцій.

Порівняно з контролем, на варіантах із внесенням меліорантів, незалежно від їхнього походження, після імітації опадів активність кальцію істотно збільшується та практично на всіх варіантах має критичні рівні за показником pCa та вапняним потенціалом ($>5,0$) [7].

На варіанті з вапняком флюсовим спостерігається підвищення активності кальцію з 15,6 до 200 мекв/л, що свідчить про підвищення міграційної здатності

кальцію цього відходу промисловості за рахунок його дрібнодисперсності і, відповідно, більш швидке перетворення CaCO_3 на $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

1. Зміна рН, активності кальцію та вапняного потенціалу в ясно-сірому лісовому ґрунті під впливом вапняних меліорантів різного походження (1 – до імітації опадів, 2 – після імітації опадів)

Меліорант	рН		pCa		Вапняний потенціал рН-0,5pCa		Активність кальцію, a_{Ca} , мекв/л	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Контроль (без меліоранту)	5,0	5,4	3,2	3,0	3,4	4,0	1,2	1,8
Гашене вапно	6,3	6,7	2,0	1,5	5,3	5,9	20,0	63,2
Крейда	6,5	6,1	3,0	2,0	5,0	5,1	2,0	21,4
Цементний пил	6,7	6,0	3,0	2,0	5,2	5,0	2,0	20,0
Червоний шлам	5,8	5,8	2,2	1,8	4,7	4,9	12,6	29,6
Вапняк флюсовий	6,0	6,1	2,1	1,0	4,9	5,5	15,6	200

Дослідження впливу вапняних меліорантів на вміст рухомих форм важких металів свідчать, що застосування меліорантів і промивання ґрунтової маси дистильованою водою сприяє підвищенню вмісту рухомого заліза, порівняно із контролем (табл. 2). При цьому найбільше підвищення вмісту заліза спостерігається за внесення таких відходів виробництва, як цементний пил та червоний шлам.

2. Вміст рухомих форм важких металів у ґрунтовій масі (над рискою – до імітації опадів, під рискою – після імітації опадів)

Варіант	Вміст рухомих форм важких металів у ґрунті, мг/кг								
	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Контроль	<u>0,2</u> 0,3	<u>0,2</u> 0,1	<u>0,9</u> 0,9	<u>0,4</u> 0,4	<u>17,1</u> 27,7	<u>95,8</u> 25,9	<u>0,4</u> 0,7	<u>1,5</u> 2,0	<u>1,3</u> 1,1
Гашене вапно	<u>0,3</u> 0,2	<u>0,2</u> 0,1	<u>0,4</u> 0,2	<u>0,3</u> 0,5	<u>7,4</u> 35,4	<u>67,2</u> 43,8	<u>0,3</u> 0,2	<u>0,9</u> 1,3	<u>0,9</u> 0,4
Крейда	<u>0,2</u> 0,3	<u>0,3</u> 0,3	<u>0,1</u> 0,7	<u>0,3</u> 0,6	<u>7,4</u> 60,8	<u>48,7</u> 34,8	<u>0,9</u> 0,4	<u>0,5</u> 1,9	<u>0,9</u> 0,7
Цементний пил	<u>0,2</u> 0,3	<u>0,3</u> 0,1	<u>0,6</u> 0,2	<u>0,5</u> 0,8	<u>9,4</u> 107,1	<u>98,1</u> 60,8	<u>0,2</u> 0,4	<u>1,2</u> 1,2	<u>1,5</u> 0,7
Червоний шлам	<u>0,3</u> 0,2	<u>0,1</u> 0,2	<u>0,5</u> 0,5	<u>0,4</u> 0,5	<u>12,1</u> 79,8	<u>50,1</u> 19,5	<u>0,3</u> 0,8	<u>0,6</u> 1,3	<u>0,8</u> 1,0
Вапняк флюсовий	<u>0,2</u> 0,1	<u>0,3</u> 0,1	<u>0,6</u> 0,6	<u>0,4</u> 0,5	<u>8,6</u> 49,6	<u>54,0</u> 12,3	<u>0,2</u> 0,7	<u>1,1</u> 1,6	<u>0,8</u> 0,8
ГДК [6]	0,7- 3,0	5,0	6,0	3,0	-	60,0	4,0	6,0	23,0

Треба наголосити, що валові форми важких металів постійно присутні в трофічних ланцюгах живлення, але ж найбільшу небезпеку для біоти і здоров'я людини становлять їхні рухомі форми.

На поведінку останніх у ґрунтовому середовищі суттєво впливає реакція ґрунтового розчину та активність кальцію [6]. Із зрушенням кислотно-основної рівноваги в кислотний бік і зниженням активності кальцію в ґрунтовому розчині підвищується вміст (концентрація) рухомих форм важких металів.

Результати досліджень свідчать про позитивну еколого-токсикологічну дію на ґрунт застосованих меліорантів, як природного походження, так і відходів виробництва. Так, концентрації марганцю в зразках ґрунту до початку проведення дослідів є вищими ніж допустимі або близькими до них. Після моделювання опадів концентрації марганцю суттєво знижуються, що можна пов'язати зі значним підвищенням рухомості заліза, яке є одним із факторів зменшення рухомості марганцю [8].

Також застосування вапняних меліорантів сприяє значному зниженню рухомості свинцю – за кислої реакції ґрунту він є слабо рухомих, а зі зрушенням кислотно-основної рівноваги в лужний бік (при рН від 5,5 до 9,5) стає майже нерухомих [6]. Тобто заходи хімічної меліорації практично нівелюють ризик потрапляння свинцю до рослинної продукції. Цинк, кобальт та хром є елементами, що знижують свою рухомість за нейтральної та лужної реакції ґрунтового середовища, тому за внесення меліорантів спостерігається зменшення їхніх концентрацій. Але щодо цинку, який є фізіологічно необхідним мікроелементом для рослин, такі зміни мають негативний ефект, адже його вміст на всіх провапнованих варіантах становить менше 1,0 мг/кг ґрунту, що визначається як низький рівень забезпеченості рослин для нормального живлення на цьому ґрунті [6]. Виходом із цієї ситуації може бути внесення разом із кальцієвмісними меліорантами мікродобрив, які містять цинк.

Висновки

1. Виявлено значне збільшення активної концентрації кальцію у ґрунтовому розчині ясно-сірого лісового ґрунту за внесення вапняних меліорантів в умовах підвищеного зволоження у модельному досліді. Це, очевидно, пов'язано з тим, що важкорозчинні карбонати кальцію у кислому середовищі перетворюються на більш розчинні бікарбонати кальцію, а висока вологість сприяє більш швидкому перебігу хімічних реакцій.

2. Встановлено, що застосування меліорантів за високої вологості ґрунтової маси сприяє підвищенню вмісту рухомого заліза. При цьому найбільше підвищення вмісту заліза, яке є одним із факторів регуляції рухомості марганцю, спостерігається за внесення таких відходів виробництва, як цементний пил та червоний шлам.

3. Показано позитивну еколого-токсикологічну дію кальцієвмісних меліорантів на поведінку рухомих форм важких металів.

Список використаної літератури

1. Костюк М.М. Вплив довготривалого застосування добрив і вапна на агрохімічні властивості ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту західного Лісостепу: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. с.-г. наук: спец 06.01.04 "агрохімія" - Харків, 2004. - 21 с.

2. ДСТУ ISO 10381-6:2001. Якість ґрунту. Відбір проб. Частина 6. Настанови щодо відбору, оброблення та зберігання ґрунту для дослідження мікробіологічних процесів у лабораторії (ISO 10381-6:1993, IDT).

3. Добрива довідник / За редакцією М.М. Мірошниченка - Харків: ННЦ ІГА імені

О.Н. Соколовського, 2011. - 223 с.

4. ДСТУ 4456:2005 "Якість ґрунту. Метод визначення кислотно-основної буферності ґрунту".

5. ДСТУ 4770.1-9:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю (цинку, кадмію, заліза, кобальту, міді, нікелю, хрому, свинцю) в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії.

6. *Проведення ґрунтового-геохімічного обстеження урбанізованих територій: методичні рекомендації.* [Балюк С.А., Фатєєв А.І., Мірошніченко М.М]. - Харків: ННЦ "ІГА ім. О.Н. Соколовського" УААН — 2004. - 62 с.

6. *Трускавецький Р.С.* Буферна здатність ґрунтів та їх основні функції - Харків: Нове слово, 2003. - 228 с.

7. *Ременюк Ю.О., Анішин С.Л.* Примхи мікроелементів [Електронний ресурс] // The Ukrainian Farmer. - 2011. - Режим доступу до сайту: http://www.agrotimes.net/40-the-ukrainian-farmer.magazine_

Стаття надійшла до редколегії 03.06.2013

INFLUENCE OF CALCIUM-CONTAINING MELIORANTS ON THE BEHAVIOR OF MOBILE FORMS OF HEAVY METALS AND THE PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS OF LIGHT-GREY FOREST SOIL

K.O. Desyatnik

NSC "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky"

(karina.desyatnik@rambler.ru)

On the material from the layer 0-20 cm of light-gray forest shallow gley soil under conditions of a model laboratory experiment, it is investigated the influence of lime meliorants application of different origin on the behavior of mobile forms of heavy metals and physico-chemical properties of soil. The positive environmental and toxicological effects from calcium-containing meliorants are found. It is shown a significant increase of active calcium concentration in the soil solution of moist soil by the application of lime meliorants.

Key words: soil, calcium meliorants, heavy metals, the activity of calcium, pH

УДК 631.433.5: 631.51.01

ОЦІНКА ВТРАТ ВУГЛЕЦЮ З ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ ОБРОБІТКУ ТА СИСТЕМ УДОБРЕННЯ¹

О.П. Сябрук

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

(blakhart.Liss@yandex.ua)

У стаціонарних дослідках на чорноземі типовому встановлено інтенсивність дихання ґрунту залежно від різних способів обробітку та систем удобрення. За даними динаміки інтенсивності дихання ґрунту протягом вегетаційного періоду розраховано сумарні втрати вуглецю з ґрунту. Констатовано помітне посилення втрат вуглецю за прямого посіву, порівняно з іншими обробітками ґрунту, та за використання органо-мінеральної системи удобрення, порівняно з органічною та мінеральною.

¹ Дослідження проводили під керівництвом д.б.н. М.М. Мірошніченка

Ключові слова: *дихання ґрунту, втрати ґрунтового вуглецю, спосіб обробітку, система удобрення.*

Педосфера є одним із основних резервуарів діоксиду вуглецю в біосфері. Ґрунти беруть участь у балансі CO₂, зв'язуючи його в різних формах або, навпаки, сприяючи вивільненню в атмосферу, тобто ґрунтовий покрив відіграє велику роль в газово-атмосферному режимі планети. Основним джерелом CO₂ в атмосфері є дихання ґрунту, яке включає кореневе дихання, дихання мікроорганізмів та ґрунтових тварин.

Ґрунтова органічна речовина є сховищем найбільших запасів (1395,3 Гт) [1] вуглецю в наземних екосистемах. Таким чином, ґрунтовий покрив своєю газовою функцією (по відношенню до вуглецю) виконує в біосфері важливу роль контролювання кліматичних параметрів.

Кругообіг органічного вуглецю в ґрунті — це динамічний процес, в якому рослини відіграють провідну роль. Швидкість розкладання органічних матеріалів зазвичай пропорційна кількості органічної речовини в ґрунті. Збільшуючи вміст органічної речовини в ґрунті, можна досягти більш високого рівня запасу вуглецю (вуглецевий баланс) [2]. За висновками різних учених [3,4] сумарний річний потік CO₂ з ґрунтів наземних екосистем нашої планети оцінюється в 50–77 Гт.

Відомо, що діоксид вуглецю атмосфери приблизно на 90 % має ґрунтове походження [5]. Оскільки серед потоків CO₂, що емітують в атмосферу, його емісія з поверхні ґрунтів є одним з найпотужніших джерел вуглекислоти, незначні порушення ґрунтового дихання в глобальному масштабі можуть призвести до серйозних змін концентрації CO₂ в атмосфері [6].

Деградація орних земель унаслідок окиснення ґрунтового вуглецю до діоксиду вуглецю почалася, як вважають, з середини XIX століття, коли збільшилися масштаби суцільної розораності земель. Аналіз впливу оранки на ґрунтовий вуглець, проведений D.C. Reicosky [7] для різних способів обробітку (на прикладі пшениці), показав, що розораність полів призвела до втрат ґрунтового вуглецю, які набагато перевищують вміст вуглецю в рослинних залишках попереднього врожаю. При цьому вміст вуглецю у ґрунті скорочується на 1990 кг/га, порівняно з технологією без оранки. Отже, зміна технології обробітку ґрунту, може вплинути на вміст органічного вуглецю в ґрунті і, відповідно, – на виділення діоксиду вуглецю в атмосферу.

Кількість ґрунтового вуглецю, що вивільняється, у всьому світі з 50-х років XIX століття унаслідок вживаних агротехнологій, склала 136±55 петаграмм (мільярдів тонн). Це, приблизно, половина всіх викидів від викопного палива – 270±30 пг (мільярдів тонн), причому обробіток ґрунту дає викиди вуглецю у розмірі 78±12 пг, а ерозія ґрунту – 26±9 пг. За допомогою LAI (Leaf Area Index – листовий індекс рослин – відношення площі поверхні наземної частини рослини до площі поверхні ґрунту, на якому вона росте) також підраховано, що у ґрунті за рахунок флори і фауни у наземній екосистемі можна утримати 3 пг вуглецю на рік (1,41 частини на мільйон частин атмосферного вуглекислого газу) [8].

Крім способу обробітку ґрунту, ключовими чинниками, що визначають рівень утримання у ґрунті органічного вуглецю, є кількість органічних залишків після збирання врожаю, тип ґрунту і його вологостійкість. Оптимальні умови для утримання вуглецю у ґрунті – це високий об'єм біомаси, як наземних частин, так і коріння, що розкладається у вологому ґрунті, де аерація не обмежена [6]. Таким

чином, розрахунок втрат ґрунтового вуглецю – це питання, яке досі не має єдиного рішення.

Метою нашої роботи було розрахувати обсяги сумарних емісійних втрат вуглецю з ґрунту протягом вегетаційного періоду на варіантах різних систем удобрення та способів обробітку ґрунту за результатами спостережень динаміки інтенсивності дихання ґрунту протягом вегетаційного періоду.

Об'єкти дослідження. Дослідження вели у 2011 р. на двох об'єктах. Перший – стаціонар дослідного поля Харківського національного аграрного університету імені В.В. Докучаєва. Ґрунт – чорнозем типовий малогумусний важкосуглинковий на лесі. Цей польовий стаціонарний дослід проводиться кафедрою землеробства з 1962 року.

Спостереження проводили на полях чотиріпільної сівозміни з таким чергуванням культур: попередники озимої пшениці – озима пшениця – цукрові буряки – ячмінь. Попередниками озимої пшениці та першими культурами сівозміни є: чорний пар, горох, чина, вико-вівсяна сумішка, соя та кукурудза. Горох та чина вирощуються на зерно, вико-вівсяна сумішка та соя – на зелений корм, кукурудза – на силос. Площа посівної ділянки – 142,5 м², облікової – 100 м², повторність у досліді – триразова.

Для вивчення динаміки емісії CO₂ з ґрунту у польових умовах було обрано чотири різні способи основного обробітку ґрунту в чотиріпільній зерно-просапній сівозміні: 1) оранка на глибину 23-25 см; 2) дискування на глибину 10-12 см; 3) обробіток протиерозійним культиватором (КПЕ) на глибину 10-12 см; 4) прямий посів (без основного обробітку – складова технології no-till). Виміри емісії проводили з поверхні ґрунту. Культура – озиме жито.

Другим об'єктом спостереження був стаціонарний польовий дослід у господарстві «Слобожанське дослідне поле» (колишнє Граківське) ННЦ ІГА. Ґрунт – чорнозем типовий середньогумусний важкосуглинковий на лесі. Дослід було закладено у 1990 році. Чергування культур у сівозміні: пар – озима пшениця – цукрові буряки – вико-овес – озима пшениця – кукурудза на силос – ячмінь з люцерною – люцерна – озима пшениця – кукурудза на силос – соняшник. Органічні добрива (перегній) вносили під соняшник – 30 т/га, цукрові буряки – 40 т/га і кукурудзу на зерно – 30 т/га. Рослинні залишки не вносили.

Емісію CO₂ досліджували на посівах кукурудзи у таких варіантах досліді: 1) контроль (без добрив); 2) N₄₅P₅₀K₄₅ (мінеральна система); 3) гній 8 т/га (органічна система); 4) гній 8 т/га + N₄₅P₅₀K₄₅ (органомінеральна система).

Дослідження динаміки емісії діоксиду вуглецю з ґрунту в польових умовах (in-situ) проводили за методикою І.М.Карпачевського [9] на майданчиках 5 на 5 метрів, з 6-разовим повторюванням.

Результати дослідження. Проведені польові спостереження показують суттєву різницю між інтенсивністю дихання ґрунту за систематичної оранки та іншими способами обробітку. Це, на нашу думку, пов'язано не тільки із різницею в ущільненні ґрунту, а ще й з показниками температури та вологості і підтверджується тим, що емісія CO₂ з поверхні ґрунту має доволі чітку добову та сезонну динаміку (рис. 1). Згідно з результатами, у літній період може відбуватися стрибкоподібне підвищення (у 4–5 разів) емісії вуглекислого газу після дощових періодів унаслідок високої вологості та температури ґрунту. Водночас, спроможність ґрунту до гетеротрофного дихання не має таких сплесків, а поволі зменшується від весни до осені [10].

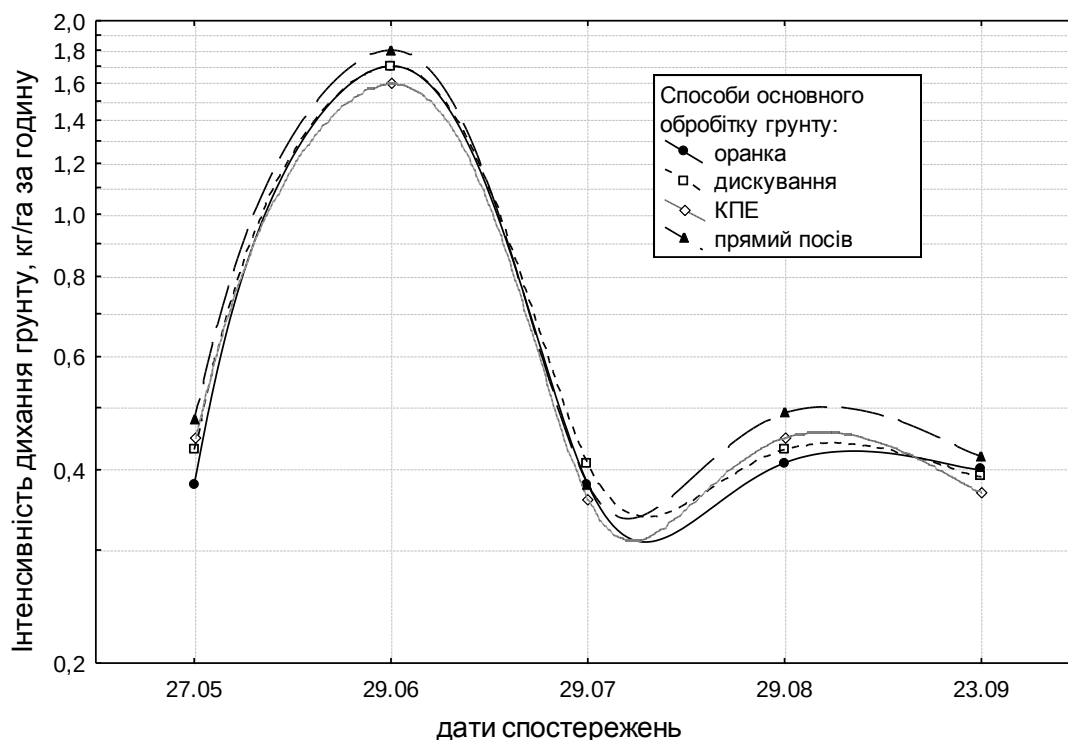


Рис. 1. Сезонна динаміка інтенсивності дихання ґрунту за різних способів його обробітки

За допомогою побудованого графіка динаміки інтенсивності дихання ми мали змогу розрахувати величину втрати вуглецю ґрунтом у процесі дихання. Для цього використали метод математичних обрахунків, який базується на різниці між середніми висотами показника інтенсивності дихання ґрунту.

Вирахувавши середню висоту показника дихання між місяцями дослідження (травень-вересень) та, прийнявши за нуль ті місяці, коли показники дихання ґрунту низькі або відсутні (холодна пора року), отримали кількість діоксиду вуглецю, що викидається ґрунтом у атмосферу за рік. Потім, обрахувавши пропорційну частину вуглецю у газі, отримали приблизні втрати вуглецю з ґрунту за рахунок дихання за різних способів обробітки (табл. 1).

1. Втрати вуглецю з чорнозему типового за різних способів обробітки

Способи обробітки ґрунту	Втрати вуглецю, кг/га за рік
Оранка	651,02
Дискування	621,8
КПЕ	669,6
Прямий посів	701,4

З результатів спостережень і розрахунків видно, що найістотнішими є втрати вуглецю за використання прямого посіву, тобто, без основного обробітку. Оскільки у досліді вивчали прямий посів лише як окрему складову технології no-till, то через відсутність на поверхні шару мульчі вологість та температура ґрунту мало відрізнялися від варіантів із оранкою та поверхневим обробітком. Поряд із цим, за прямого посіву усі рослинні залишки залишаються на поверхні, їх гуміфікація мінімальна, що й спричинює більші втрати вуглецю.

Аналогічні закономірності сезонної динаміки емісії CO₂, пов'язані із схожістю погодних умов на період досліджень спостерігалися і в стаціонарному

досліді з різними системами удобрення. Серед чотирьох досліджуваних систем удобрення (мінеральна, органічна, органо-мінеральна та контроль без добрив) дещо вирізняється емісія вуглекислого газу з ґрунту за органо-мінеральної системи удобрення, де вона є вищою, ніж за інших систем удобрення. Причиною цього, на нашу думку, є покращений поживний режим ґрунту, а також дещо вищий рівень врожайності культур, що обумовлює збільшення мікробіологічної активності та більш інтенсивне виділення вуглекислого газу [11] (рис. 2).

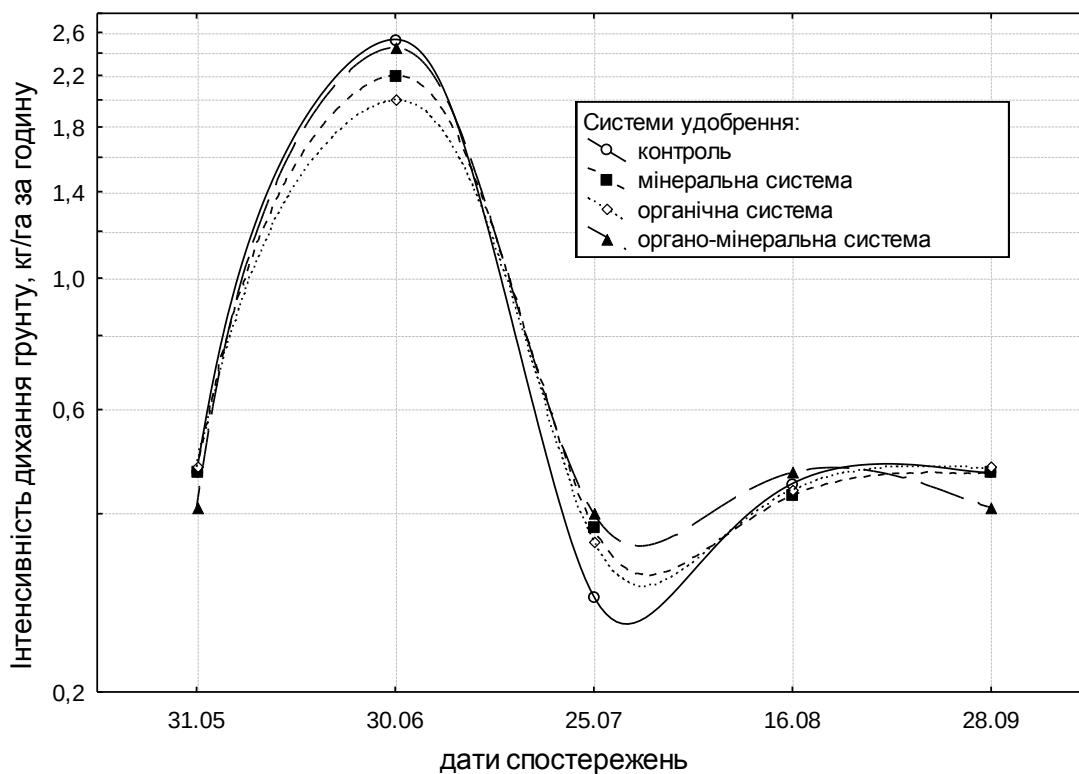


Рис. 2. Сезонна динаміка інтенсивності дихання ґрунту за різних систем удобрення

За методом, що був описаний вище, ми розрахували обсяги втрат ґрунтового вуглецю через дихання ґрунту за різних систем удобрення (табл. 2). Результати розрахунків сумарних втрат вуглецю підтверджують попередній висновок, про найактивніше дихання ґрунту відбувається за використання органо-мінеральної системи удобрення.

На нашу думку, однією з причин зниження потенційної спроможності ґрунту до продукування CO_2 за мінеральної та органічної систем удобрення є зменшення кількості доступної органічної речовини в ґрунті за мінеральної системи і досить коротка післядія органічних добрив (на досліджуваних ділянках перегній вносили три роки тому) [12].

2. Втрати вуглецю з чорнозему типового за різних систем удобрення

Системи удобрення	Втрати вуглецю, кг/га за рік
Контроль, без добрив	813,1
Мінеральна	789,2
Органічна	837,1
Органомінеральна	908,7

Висновки

1. У літній час може відбуватися стрибкоподібне підвищення (у 4–5 разів) емісії вуглекислого газу після дощових періодів унаслідок високих вологості та температури ґрунту.

2. За погодних умов 2011 р. емісійні втрати вуглецю з поверхні чорнозему типового за технології прямого посіву перевищували втрати за поверхневого обробітку та оранки, що, ймовірно, пов'язано із глибиною загортання рослинних залишків у ґрунт.

3. Органо-мінеральна система удобрення викликала найбільш інтенсивне сумарне виділення CO₂ з ґрунту протягом вегетаційного періоду, порівняно із мінеральною та органічною системами удобрення.

Список використаної літератури

1. Добровольский Г.В. Структурно-функциональная роль почв и почвенной биоты в биосфере. М.: Наука. – 2003. – 364 с.
2. Грэхем Брукс, Питер Барфут ГМ культуры: итоги первых десяти лет - глобальные социально-экономические и экологические последствия // Доклады ISAAA; – Выпуск 36. – 2006 – 210 с.
3. Houghton R.A., Woodwell G.M. Global climatic change // Sci. Am. –1989. –V. 260. – P. 36-44.
4. Raich J.W., Schlesinger W.N. The global carbon dioxide flux in soil respiration and its relationship to vegetation and climate. Tellus – 1992. – V. 44B. – P. 81-89.
5. Добровольский Г.В. Функции почв в биосфере и экосистемах / Г. Добровольский, Е. Никитин. М.: Наука, 1990. – 261 с.
6. Малханова Е.В. Эмиссия диоксида углерода мерзлотными почвами юга Витимского плоскогорья: Автореф. дис. канд. биол. наук. Улан-Удэ, 2007. – 19 с.
7. Reicosky D.C. Soil quality, tillage intensity and CO₂ emission from soil. Scientist, USDA-Agricultural Research Service, North Central Soil Conservation Research Laboratory, 803 Iowa Avenue, Morris, MN 56267 USA. – 2009. – <http://pnwsteep.wsu.edu>
8. CO₂-induced Vegetation Growth Slows Global Warming. World Climate Report. The Web's Longest-Running Climate Change Blog. – 2010. – <http://www.worldclimatereport.com>
9. Методы почвенной микробиологии и биохимии. – Под ред. Д.Г. Звягинцева. – М.; Изд-во МГУ, 1993. – 304 с.
10. Мірошніченко М.М. Вплив основного обробітку на інтенсивність дихання чорнозему типового вздовж вегетаційного періоду / М.М. Мірошніченко, В.В. Шимель, О.П. Сябрук, М.В. Шевченко // Вісник ХНАУ – 2012. – №3. – С. 123-128.
11. Чебанова В.В. Вплив різних систем удобрення на мікробіологічні процеси трансформації азоту в чорноземі типовому на початку та наприкінці вегетації // Агрохімія і ґрунтознавство. – Випуск 74. – 2011. – С. 119-122.
12. Сябрук О.П. Вплив систем удобрення на емісію CO₂ з чорнозему типового // Агрохімія і ґрунтознавство. – Випуск 77. – 2012. – С. 74-77.

Стаття надійшла до редколегії 03.06.2013

ESTIMATION OF CARBON LOSSES FROM CHERNOZEM TYPICAL UNDER DIFFERENT SOIL TILLAGE AND FERTILIZATION SYSTEMS

O.P. Syabruk

NSC "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky"
(blakhart.Liss@yandex.ua)

It is determined in the field experiments on chernozem typical soil respiration intensity according to the different methods of tillage and fertilization. According to the dynamics of soil respiration intensity during the growing season total losses of carbon from the soil are calculated. It is noted that a significant increasing of carbon losses by direct seeding compared to other tillage, and the use of organo-mineral fertilization system compared to organic or mineral.

Key words: soil respiration, losses of soil carbon, method of cultivation, fertilization system.

УДК 631.416.2.631.416.4

ДИНАМІКА ВМІСТУ РУХОМИХ СПЛУК ФОСФОРУ В ОРНИХ ҐРУНТАХ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ¹

А.П. Нешта

Харківська філія державної установи «Державний науково-технологічний центр охорони родючості ґрунтів» «Центрдержродючість», (annaneshta87@mail.ru)

Аналізом результатів агрохімічної паспортизації земель Харківської області встановлено закономірності багаторічної динаміки вмісту рухомого фосфору в орному шарі ґрунтів в умовах інтенсивного та екстенсивного землеробства. Показано, що однією з причин видимості відсутності істотного зниження вмісту P_2O_5 в ґрунтах в умовах фактично екстенсивного землеробства є зменшення останніми роками площі обстежених земель, що призводить до штучного завищення статистичних показників.

Ключові слова: агрохімічна паспортизація, динаміка, добрива, рівняння регресії, родючість ґрунту, рухомий фосфор.

Вступ. Фосфор – один з найважливіших біогенних елементів, необхідних для життєдіяльності усіх організмів. Головна призначеність фосфору є в тому, що він відіграє незамінну роль у процесах, від яких залежать основні життєві функції рослин – фотосинтезі, метаболізмі та розмноженні [1]. Оптимальне фосфатне живлення не лише значно підвищує урожай сільськогосподарських культур, але й помітно покращує його якість [2].

Основним джерелом фосфатного живлення для рослин є ґрунт. Запаси і форми фосфору в ґрунті обумовлені типом ґрунтотвірної породи, ступенем її вивітрілості, а також вмістом у ґрунті органічних речовин [3]. Запаси фосфору в метровому шарі основних типів ґрунтів України становлять від 3,8 т/га у дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах Житомирської області до 22,9 т/га у чорноземах звичайних Донецької області. Запаси фосфору у темно-сірих опідзолених ґрунтах Харківської області становлять 17,4 т/га, у чорноземах типових – 20,2 т/га [4].

В органічній частині ґрунту фосфор присутній головним чином у перегній. Вміст органічних фосфатів прямо пропорційний вмісту гумусу в ґрунтах [5]. Мінеральні фосфати ґрунтів включають фосфати ґрунтотвірних порід та фосфати, що утворилися в результаті розкладу органічних сполук і перетворення в ґрунті фосфорних сполук добрив [6].

¹ Науковий керівник – кандидат с.-г. наук А.О. Христенко

Рухомими, або розчинними фосфатами, є такі форми фосфатів, які можуть бути безпосередньо засвоєні рослинами. Вважається, що вміст рухомих фосфатів визначається властивостями ґрунтів, обумовленими їхнім генезисом [4]. Так, ґрунти Полісся мають мінімальні запаси рухомого фосфору. Більша частина опідзолених та чорноземних ґрунтів Лісостепової зони характеризується підвищеним і високим вмістом рухомих фосфатів. Чорноземи звичайні Степової зони на переважній площі мають середні запаси фосфатів, а чорноземи південні та каштанові ґрунти відзначаються низьким вмістом рухомого фосфору. Рухомі сполуки фосфору в ґрунтах з нейтральною реакцією ґрунтового розчину представлено фосфатами кальцію, а в ґрунтах з кислою реакцією – фосфатами алюмінію та заліза [7].

За даними А.О.Христенка [8], фосфатна система екстенсивно використовуваних ґрунтів характеризується високою стабільністю параметрів основних показників. Ця система завдяки запасам валового фосфору здатна протягом невизначено тривалого часу підтримувати рівень вмісту рухомого фосфору, відповідний рівню динамічної рівноваги. Істотна динаміка вмісту рухомого фосфору спостерігається тільки після розорювання дернини або верхнього гумусового горизонту цілинних (перелогових) ґрунтів, або у разі надходження в систему активного фосфору ззовні.

Завданням наших досліджень було встановити закономірності динаміки вмісту рухомих сполук фосфору в орному шарі ґрунтів Харківської області в умовах інтенсивного та екстенсивного землеробства.

Методика досліджень. Для встановлення закономірностей динаміки вмісту рухомого фосфору в ґрунтах Харківської області було проведено узагальнення та статистичний аналіз матеріалів агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення, яку з періодичністю у 5 років, починаючи з 1966 р., виконує служба «Держзродючість». Вміст в орному шарі ґрунтів області рухомого фосфору визначають за методом Чирікова (ГОСТ 26204-91). Для аналізування великого масиву накопиченої в архівах служби інформації всі результати поділено на два хронологічних етапи: періодом інтенсивного використання ґрунтів можна вважати час від 1966 до 1990 рр., екстенсивного – від 1991 до 2011 рр.

Результати досліджень. Статистичний аналіз даних агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення показав, що систематичне застосування постійно зростаючих доз фосфорних добрив, яке спостерігалось у роки так званої «інтенсивної хімізації», позитивно вплинуло на фосфатний стан орного шару ґрунтів Харківської області. За цей час середньозважений вміст рухомого фосфору (P_2O_5) підвищився від 72 мг/кг (I тур обстеження, 1966–1970 рр.) до 113 мг/кг (VI тур - 1985–1990 рр.). Закономірність характеризується таким рівнянням регресії:

$$Y = 63,59 + 0,06X, \quad r = 0,93 \quad (1)$$

де Y – вміст у ґрунті P_2O_5 , мг/кг; X – дози P_2O_5 , кг /га.

Дози органічних добрив у розрахунках не враховували, а розглядали як позитивний фон дії мінеральних.

У середньому за роки інтенсивної хімізації внесення кожних 100 кг фосфорних добрив підвищувало вміст рухомого фосфору в ґрунтах на 4,5 мг/кг

(рис. 1), а для підвищення фосфатного рівня ґрунтів на 1 мг/кг знадобилося внести 22,2 кг P_2O_5 на 1 га.

Таким чином, застосування мінеральних та органічних добрив на ґрунтах Харківської області у період інтенсивної хімізації дало змогу підвищити середньозважений вміст рухомого фосфору на 41 мг/кг.

Після 1993 року дози застосування мінеральних добрив різко впали. Якщо, наприклад, у 1992 році на ґрунтах області було внесено 44 кг д.р. фосфорних добрив на гектар, то у 2001 – всього 1,6 кг/га. Поступова тенденція до збільшення доз відмічається з 2006 року, і протягом 2012 року у ґрунти області в середньому вже внесено 9,2 кг P_2O_5 на гектар.

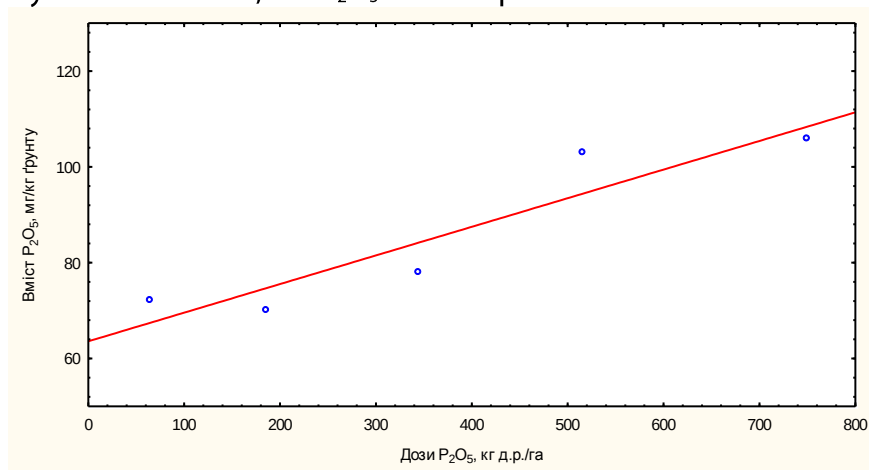


Рис 1. Залежність середньозваженого вмісту рухомих сполук фосфору в орному шарі ґрунтів Харківської області від доз внесених добрив (період інтенсивного використання земель)

Значно зменшена кількість добрив дозволяє стверджувати, що останніми 20 роками спостерігається фактично екстенсивне використання земель. За таких умов, згідно із законами термодинаміки, кількість у ґрунті залишкових сполук добрив має істотно зменшитися за рахунок їх переходу у термодинамічно стійкі форми [8].

Аналіз динаміки середньозваженого вмісту рухомого фосфору в ґрунтах Харківської області показав закономірну залежність його від кількості років фактично екстенсивного використання (рівняння 2; рис. 2):

$$Y = 114,12 - 1,67X + 0,053X^2, \quad r = 0,95 \quad (2)$$

де Y – вміст у ґрунті P_2O_5 , мг/кг; X – період екстенсивного використання ґрунту, років.

Згідно з одержаною математичною моделлю (2), побудованою за численними даними служби «Держродючість», середньорічне зменшення вмісту рухомих сполук фосфору за 15 років екстенсивного використання ґрунту становить 0,8 мг/кг. Тобто істотного зниження вмісту P_2O_5 в ґрунтах не спостерігається.

Як уже відмічалось, причиною відсутності адекватного зниження вмісту P_2O_5 у ґрунтах, за даними обстежень служби, є недосконалість методики проведення агрохімічної паспортизації земель, а також способу узагальнення результатів обстеження, що є характерним не лише для Харківської області, а й для України в цілому [9].

Проблема полягає у тому, що, порівняно з першим туром обстеження, у дев'ятому площа обстежених земель сільськогосподарського призначення в цілому по Україні зменшилася на 22,3 %, а по Харківській області – на 30,8 % (табл. 1).

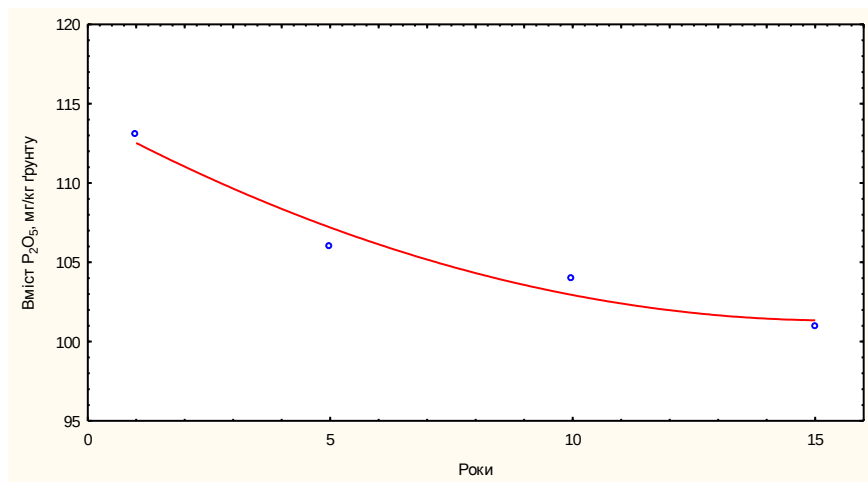


Рис. 2. Динаміка зменшення середньозваженого вмісту рухомого фосфору в орному шарі ґрунтів Харківської області у період екстенсивного використання

1. Середньозважений вміст рухомих сполук фосфору в орних ґрунтах України і Харківської області

Рік обстеження	Площа обстеження, млн га	Щорічна доза фосфорних добрив, кг д.р./га	Вміст P_2O_5 , мг/кг ґрунту
Україна			
1966-1970	31,9	14,0	71
2006-2011	24,8	10,0	100
Харківська область			
1966-1970	1,83	13,0	72
2006-2011	1,12	9,1	101

Саме ці зміни у проведенні обстеження і є факторами, які створюють видимість відсутності істотного зниження вмісту рухомого фосфору у ґрунтах регіону. До такого ж висновку дійшли й інші дослідники [10]. Виведення останніми роками з обороту й обстеження найменш родючих ґрунтів автоматично штучно завищує статистичні показники, тобто середньозважений вміст рухомого фосфору.

Висновки

1. Систематичне застосування мінеральних та органічних добрив на ґрунтах Харківської області в період інтенсивної хімізації сприяло підвищенню середньозваженого вмісту рухомого фосфору в орному шарі на 41 мг/кг ґрунту.

При цьому для підвищення фосфатного рівня ґрунтів на 1 мг/кг знадобилося внести в середньому 22,2 кг P_2O_5 на 1 га

2. Різке скорочення доз мінеральних добрив у період екстенсивного використання ґрунтів спричинило несуттєве падіння вмісту рухомого фосфору.

3. В ході аналізування результатів багаторічного агрохімічного обстеження ґрунтів Харківської області службою «Держродючість» виявлено суттєве скорочення площі обстежених земель саме у період фактично екстенсивного їх використання. Саме цей фактор і створює видимість відсутності істотного зменшення вмісту рухомого фосфору у ґрунтах регіону.

Список використаної літератури

1. *Городній М.М.* Агрохімія: Підручник. – 4-те вид., переробл. та доп. – К.: Арістей, 2008. – 936 с.
2. *Толстоушов В.П.* Удобрения и качество урожая. М.: Колос, 1985. – 398 с.
3. *Муха В.Д.* Агропочвоведение / В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Кочетов И.С., Муха Д.В. Под ред. В.Д. Мухи. – М.: Колос, 1994 г. – 528 с.
4. *Носко Б.С.* Фосфатний режим ґрунтів і ефективність добрив. – К.: Урожай, 1990. – 224 с.
5. *Гинзбург К.Е.* Фосфор основных типов почв СССР. М.: Наука, 1981. – 244 с.
6. *Кауричев И.С.* Почвоведение. Москва: Колос, 1982.-542 с.
7. *Носко Б.С.* Антропогенна еволюція фосфатного режиму чорноземних ґрунтів // Вісник аграрної науки. Спец. випуск, квітень, 2006.- С.46-51.
8. *Христенко А.О.* Рухомість "рухомих" елементів живлення рослин у ґрунті //Вісник аграрної науки. -2009 р. - № 8.-С.16-20.
9. *Христенко А.О., Роман Б.В., Нешта А.П., Жадан Б.І.* Проблеми підвищення точності агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвід. тематичн. наук. зб. - 2012.-Вип.78.
10. *Польовий В.М., Яценко О.В., Крупко Г.Д.* Нові підходи до оцінки агрохімічного стану ґрунтів // Вісник аграрної науки. – 2006. - № 1. – с. 8-10.

Стаття надійшла до редколегії 24.05.2013

DYNAMIC OF CONTENT OF PHOSPHORUS MOBILE COMPOUNDS IN ARABLE SOILS IN KHARKIV REGION

A.P. Neshta

Kharkiv Regional State Science-Technological Center of Soil Fertility Protection of Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine "Tcentrderzhrodiuchist"

(*annaneshta87@mail.ru*)

It is determined by analysis of the data of agrochemical certification of agricultural lands in Kharkiv region regularities of long-term dynamics of mobile phosphorus content in arable layer of soil under conditions both of intensive and extensive farming. It is shown that one of the reasons of the visibility of the absence of a significant reduction of P_2O_5 content in soils under conditions of extensive farming is actually reducing in recent years, the area surveyed lands, resulting in artificially inflating of the statistical parameters.

Key words: agrochemical certification, dynamics, fertilizers, regression equation, soil fertility, mobile phosphorus.

Агрохімія і ґрунтознавство

Випуск 80

Міжвідомчий тематичний науковий збірник

Засновано у 1966 р.

Свідоцтво про державну реєстрацію

Серія КВ № 758 від 29.06.94 р.

Оригінал-макет підготовлено Л. О. Оберніхіною

Підписано до друку 28.08.2013 р. Формат 60×84¹/₈ Гарнитура «TextBookC».

Друк офсет. Папір офсетний. Обсяг 19 ум. арк.;

Наклад 500 прим. Зам. 423

Надруковано у КП «Міська друкарня»,

м. Харків, 61002, вул. Артема, 44.

Свідоцтво про державну реєстрацію серія ДК, № 3613.

Від 29.10.2009 р.