

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

УДК 631.452:631.51:631.582:631.8(477.5)

ЗАЛЕЖНІСТЬ ЗМІНИ ВМІСТУ ГУМУСУ У ЧОРНОЗЕМІ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ ВІД ЗАСТОСУВАННЯ СІВОЗМІН, УДОБРЕННЯ ТА ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Бойко П.І.

Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН»

Коваленко Н.П.

Інститут історії аграрної науки, освіти та техніки ННСГБ НААН

Блащук М.І., Демиденко О.В.

Черкаська ДСГДС ННЦ «Інститут землеробства НААН»

У тривалому стаціонарному досліді упродовж 1975–2017 рр. виявлено багаторічну динаміку вмісту загального гумусу у чорноземі типовому Лівобережного Лісостепу України залежно від застосування основних елементів системи землеробства: сівозмін, добрив та обробітку ґрунту. З'ясовано, що науково обґрунтоване чергування сільськогосподарських культур у сівозмінах, раціональне застосування добрив та обробітку ґрунту визначають баланс поживних речовин, що сприяло підвищенню виробництва сільськогосподарської продукції. Наведено прогноз зміни вмісту гумусу в чорноземі типовому малогумусному за різних способів обробітку ґрунту до 2050 р. Встановлено, що досягнення стану простого і розширеного нагромадження гумусу забезпечується його підвищенням у час виконання стаціонарного досліді за одночасного зниження процесу дегуміфікації упродовж 1925–2017 рр.

Ключові слова: вміст загального гумусу, науково обґрунтовані сівозміни, раціональне удобрення, обробіток ґрунту, продуктивність, сільськогосподарські культури.

Постановка проблеми. Нині аграрний сектор України характеризується дефіцитом якісної продукції. Виробництво сільськогосподарської продукції можливе лише на основі всезростаючої культури землеробства [1]. Підвищення родючості ґрунтів є необхідною умовою для запровадження передових технологій при раціональному використанні місцевих ґрунтово-кліматичних ресурсів та засобів інтенсифікації [2]. Властивості ґрунтів, як фізичні, так і агрохімічні, змінюються під впливом запровадження технологій вирощування сільськогосподарських культур. Вони є одним з найважливіших заходів, що регулюють рівень родючості ґрунту. Зокрема, вміст гумусу, як основний чинник культурного ведення землеробства [3]. Гумус є найважливішим показником родючості ґрунту. Органічна речовина визначає його структурно-агрегатний стан і фізико-хімічні обмінні властивості та значною мірою є джерелом живлення [4–5].

Дослідження динаміки вмісту гумусу в сучасних умовах поєднано з вирішенням складних методичних проблем [6–7]. Це пов'язано зі строкатістю вмісту гумусу в чорноземі, що значною мірою змінює реальну картину його динаміки. Тому важливим заходом при вирішенні зазначених проблем є виконання довготермінових стаціонарних дослідів, в якому найбільш точно можна дослідити процеси нагромадження та мінералізації гумусу, прогнозувати динаміку змін на найближчу перспективу, а також відпрацювати технологічні заходи регулювання гумусу в чорноземах. Це забезпечує об'єктивну на-

укову інформацію, яка може слугувати основою для розроблення сучасних систем землеробства, її основних складових елементів: сівозмін, удобрення, обробітку ґрунту [8]. Крім великого теоретичного зацікавлення вони мають безпосередньо практичне значення. Адже дослідження закономірностей кількісної дії основних чинників у їх сукупному і окремому прояві відкриває можливості для створення ефективних технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню залежності змін родючості ґрунту від застосування сівозмін, удобрення, обробітку ґрунту та інших чинників антропогенного навантаження присвячені публікації багатьох вітчизняних і зарубіжних вчених. Ними встановлено, що вміст гумусу забезпечує стійкість чорноземів до зовнішніх впливів, і тим самим підтримує одну з глобальних їх функцій – біогенну [9]. З'ясовано, що у результаті інтенсивних процесів мінералізації гумусу під дією антропогенного навантаження чорноземи набувають ознак агрофізичної деградації [10]. Застосування систем сівозмін, удобрення та обробітку ґрунту є потужними чинниками, що діють на параметри гумусного стану чорноземів та реалізації їх потенційної родючості через її ефективну форму [3, 8]. Водночас добрива лише на 50–60% задовольняють потреби при зниженні запасів гумусу в чорноземах при вирощуванні сільськогосподарських культур [11].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Динаміка вмісту гумусу є складним біохімічним процесом, який зале-

жить від багатьох чинників [10]. Будь-яка зміна у насиченні сівозміни сільськогосподарськими культурами, обробітку ґрунту, внесенні добрив та їх дозуванні, призводить до зміни гумусного стану чорнозему в різних ґрунтово-кліматичних зонах України [2]. Тому необхідне комплексне дослідження зміни гумусного стану чорноземів у довготермінових стаціонарних дослідках в Лівобережному Лісостепу України. Це забезпечить можливість в сучасному землеробстві отримати математичні моделі для точного прогнозування вмісту гумусу в чорноземах будь-якої ґрунтово-кліматичної зони України.

Формулювання мети статті. Метою статті є визначення динаміки нагромадження і мінералізації загального гумусу залежно від основних елементів системи землеробства та розроблення прогнозування зміни його вмісту у чорноземах Лівобережного Лісостепу України.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження виконували в Центральній частині Лівобережного Лісостепу України у довготерміновому стаціонарному досліді Драбівського дослідного поля Черкаської державної сільськогосподарської дослідної станції «ННЦ «Інститут землеробства НААН». Дослід розміщено на чорноземі типовому малогумусному крупно-пилуватому легкосуглинковому з вмістом гумусу 3,8–4,2%, рухомого фосфору 12–14 мг/100 г ґрунту, рухомого калію 8–10 мг/100 г ґрунту, рН сольового 6,8–7,0.

Досліджували п'ятипільну сівозміну з 60% зернових, 20% технічних, 20% багаторічних трав: багаторічні трави – озима пшениця – цукрові буряки – кукурудза – ячмінь з підсівом багаторічних трав. Система удобрення упродовж 1995–2017 рр. була у наступних варіантах: без добрив і $N_{33-66} P_{31-62} K_{41-82}$ на 1 га сівозміної площі + 6–7 т/га побічної продукції. До 1995 р. вносили 6 т/га гною при зазначеній нормі мінеральних добрив. Способи обробітку ґрунту у п'ятипільних сівозмінах були такими: різноглибинна оранка на 22–25 см; різноглибинний безполіцевий обробіток на 22–25 см та мілке безполіцеве розпушування на 10–12 см.

Вміст загального гумусу визначали за І.В. Тюрніним у модифікації М.В. Сімакова (ДСТУ 4289:2004). При визначенні вмісту гумусу в гумусному шарі за 1925 р. використовували матеріали досліджень Драбівської дослідної станції за авторством Х.Г. Зінов'євої [12]. При аналізі вікового циклу динаміки загального гумусу враховано 3 чинника: вид органічних добрив, спосіб обробітку ґрунту і сівозміна з багаторічними травами.

Прогнозування зміни гумусного стану чорнозему за різних способів обробітку ґрунту здійснювали для кожного варіанту окремо. Тому впливовим чинником визначено кількість років після 1925 р. ($t_1 = 92$) та після закладення досліді у 1975 р. ($t_2 = 42$). В якості функціональної залежності була обрана логарифмічна параметрична функція виду: $y = a \pm \beta \ln x$, де: y – невідомий параметр (вміст гумусу); a – коефіцієнт параметричної функції; β – коефіцієнт при пояснюючому чиннику; \ln – натуральний логарифм; x – кількісна характеристика (t – час). Результати польових досліджень піддавали статистичному обробітку методом дисперсійного аналізу за Б.О. Доспеховим з використанням статистичних програм Statistica–8.

Станом на 1925 р. вміст гумусу в чорноземах Драбівського дослідного поля при утриманні перелогу у шарі 0–20 см становив 6,49%, а у гумусному шарі 0–40 см – 5,12%. У варіанті інтенсивного використання чорноземів вміст гумусу становив відповідно 4,86% і 4,56%. Зниження вмісту гумусу відносно перелогу становило 0,63% і 0,16%. У 1975 р. вміст загального гумусу у час закладення стаціонарного досліді становив 3,82–3,96% у шарі ґрунту 0–20 см та 3,65–3,79 % у шарі ґрунту 0–40 см. За 50 років (1925–1975 рр.) чорноземи типові втратили гумусу відносно його вмісту при утриманні перелогу у шарі ґрунту 0–20 см – 28–30% і у шарі ґрунту 0–40 см – 21–23%, а відносно варіанту інтенсивного використання чорноземів відповідно 19–21% і 18–20%. Починаючи з 1975 р. закладено стаціонарний дослід, в якому досліджували вплив різних способів обробітку чорнозему на зміну гумусного стану. До 1995 р. градієнт зміни вмісту гумусу відносно 1925 р. мав незначну флуктуацію, як у бік зниження або зростання незалежно від способу обробітку, що пов'язано з періодом внесення гною у кількості 30 т/га у посівах цукрових буряків або 6 т/га сівозміної площі. Чорнозем типовий з градації середньогумусного перейшов у градацію малогумусного. Вірогідно це пов'язано з тим, що дегуміфікація перейшла у відносно квазірівноважний стан з гумусотворенням при певному сформованому рівні надходження органіки в ґрунт і незмінності системи удобрення.

Упродовж 1995–2017 рр., коли замість гною вносили побічну продукцію, градієнт падіння вмісту гумусу за оранки становив 0,13–0,21% у шарі ґрунту 0–20 см і 0,07–0,21% у шарі ґрунту 0–40 см. Тоді як за систематичного застосування безполіцевого обробітку у шарі ґрунту 0–20 см вміст гумусу зменшився на 0,07–0,10%, а у шарі ґрунту 0–40 см – на 0,04–0,24%. За поверхневого обробітку встановлена закономірність для безполіцевого обробітку ґрунту проявлялася ще більшою мірою.

Встановлено, що незалежно від способу обробітку відбувалась подальша дегуміфікація чорнозему, а зниження вмісту гумусу залежало від інтенсивності обробітку ґрунту. Середня розрахункова річна мінералізація гумусу за 52 роки підпорядковувалась встановленій закономірності і була найнижчою за поверхневого обробітку ґрунту та становила 0,009–0,01% у рік. Градієнт зміни вмісту гумусу відносно 1975 р. за оранки був від'ємним (–0,51 і –0,38%); за безполіцевого обробітку градієнт падіння гумусу знизився відносно оранки у 3,8–4,6 рази, а за поверхневого обробітку встановлено зростання вмісту гумусу на +0,21 і +0,03%.

Середня розрахункова мінералізація гумусу за 42 роки за оранки була найвищою і знижувалася при виконанні безполіцевого обробітку у 3,5–4,0 рази, а за поверхневого обробітку щорічне зростання вмісту гумусу становило +0,005% і +0,0007% відповідно шарам ґрунту. Логарифмічні рівняння трендів динаміки загального гумусу за 92-річний період мали спадний характер при достовірному рівні апроксимації ($R^2 > 0,4$) незалежно від способу обробітку ґрунту, а коефіцієнти регресії (K_p) при змінній $x(t)$ мали від'ємне значення. За безполіцевого обробітку K_p зменшувалися в 1,31–1,75 рази в 0–20 см шарі ґрунту і в 1,43 рази в гумусному шарі 0–40 см, що

свідчить про зниження темпів мінералізації за одиницю часу. Оцінка логарифмічних рівнянь та трендів динаміки загального гумусу у період визначення ефективності різних способів обробітку ґрунту упродовж 1975–2017 рр. показала достовірність апроксимації трендів ($R^2 > 0,40$). У 0–20 см шарі чорнозему за оранки коефіцієнт регресії при змінній $x(t)$ був вищим у 3,26 рази, порівняно з коефіцієнтами регресії трендів за безполицевого обробітку, а за поверхневого обробітку коефіцієнт регресії при змінній x мав додатне значення і був вищим у 11–12 разів, що свідчить про зростаючий характер тренду нагромадження гумусу. Зростаючий тренд нагромадження гумусу у 92-річному циклі забезпечувався на фоні середньої розрахункової мінералізації гумусу у межах 0,0016–0,0021%, що у 2,25–2,33 рази нижче за варіант наближення до умов зростаючого тренду і у 7,3–7,5 рази нижче за реальну мінералізацію упродовж 1975–2017 рр.

Розрахунки свідчать, що зростання вмісту загального гумусу, які потрібно було б отримати для простого і розширеного відтворення гумусу у віковому циклі рівноцінні 20–25 т/га і 30–33 т/га відповідно шарам ґрунту. Для того, щоб забезпечити такий приріст вмісту і запасу гумусу за 42 роки виконання досліджень, необхідно щорічно вносити гною 10–12 т/га для простого і 14–15 т/га для розширеного відтворення загального вмісту гумусу щорічно. У випадку заміни гною на побічну продукцію стандартизована доза гною (коефіцієнт 3,5) за виходом соломи становить 10–12 т/га і 14–16 т/га щорічно, що практично недосяжно у виробничих умовах. Досягнення стану простого і розширеного нагромадження гумусу забезпечується додатністю трендів зростання гумусу за 42 роки у час виконання стаціонарного дослідження за одночасного зниження процесу дегуміфікації за 92 роки, яку повністю знівелювати неможливо.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Отже, на підставі прогнозу гумусового стану чорнозему типового малогумусного виявлено, що рівень гумусованості за дії різних систем об-

робітку ґрунту значно змінюється в перші роки виконання досліджень. Далі вміст гумусу стабілізувався і повільно змінювався у результаті переходу процесів гумусотворення в квазірівноважний стан з деградаційними явищами.

Застосування різних способів обробітку чорнозему типового малогумусного упродовж 42 років призвело лише до затримки процесів дегуміфікації, що певною мірою стабілізувало мінералізацію гумусу, але не сприяло його збереженню та розширеному відтворенню до початкового рівня на момент закладення дослідів. Зростання вмісту гумусу за різних способів обробітку ґрунту відбувався відносно оранки та контрольного варіанту без добрив. Для простого і розширеного відтворення гумусу у майже віковому циклі необхідно щорічно вносити гною 10–12 т/га для простого і 14–15 т/га для розширеного відтворення загального вмісту гумусу щорічно. У випадку заміни гною на побічну продукцію стандартизована норма гною (коефіцієнт 3,5) за виходом соломи становить 10–12 т/га і 14–16 т/га щорічно, що практично недосяжно у виробничих умовах.

Просте відтворення гумусу чорнозему типового можна визначити як досягнення його реального вмісту у 2017 р. не менше 90% від вмісту початку відліку за 92 роки, що забезпечує максимальне наближення до неспадного циклу трендів динаміки гумусу у майже віковому циклі. Якщо вміст гумусу забезпечується у реальному вимірі на рівні більшому за 90% від початкового вмісту, а тренди динаміки набувають зростаючого характеру, можна констатувати досягнення стану розширеного відтворення гумусу.

Дослідження проблем нагромадження гумусу або мінералізації у чорноземах потрібно продовжувати у тривалих багатofакторних дослідях із встановлення взаємовпливу і взаємозалежності основних елементів системи землеробства: науково обґрунтованих сівозмін, обробітку ґрунту, удобрення. Це забезпечить можливість в сучасному землеробстві отримати математичні моделі для точнішого прогнозування вмісту гумусу на майбутнє.

Список літератури:

1. Коваленко Н.П. Наукові основи становлення та розвитку землеробства в Україні. Вісник аграрної науки. 2017. Спеціальний випуск. С. 60–66.
2. Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина ХІХ – початок ХХІ ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с.
3. Бойко П.І., Коваленко Н.П., Дишлевий В.А., Шаповал І.С. Взаємовплив основних ланок системи землеробства на раціональне землекористування. Вісник аграрної науки. 2007. № 8. С. 12–18.
4. Кононова М.М. Органическое вещество и плодородие почвы. Почвоведение. 1984. № 8. С. 6–20.
5. Тюрин И.В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии. Москва: Наука. 1965. 320 с.
6. Бойко П.І., Коваленко Н.П., Дишлевий В.А. Методика програмування, закладання і ведення багатofакторних стаціонарних польових дослідів у землеробстві. Методика, механізація, автоматизація та комп'ютеризація досліджень у землеробстві, рослинництві, садівництві та овочівництві: збірник наукових праць. 2007. Вип. 9. С. 35–40.
7. Бойко П.І., Коваленко Н.П. Методика сучасних і перспективних досліджень у землеробстві. Вісник аграрної науки. 2008. № 2. С. 11–17.
8. Сівозміни у землеробстві України. За ред. В.Ф. Сайка, П.І. Бойка. Київ: Аграрна наука. 2002. 148 с.
9. Булигін С.Ю., Дегтярьов В.В., Крохін С.В. Гумусний стан чорноземів України. Вісник аграрної науки. 2007. № 2. С. 13–16.
10. Демиденко О.В., Шаповал І.С., Тонха О.Л., Величко В.А., Бойко П.І. Гумусний стан чорнозему типового за різних способів обробітку в агроценозах Лівобережного Лісостепу. Вісник аграрної науки. 2014. № 4. С. 58–62.
11. Громовик А.І. Многолетняя динамика содержания гумуса в черноземе выщелоченном в условиях длительного применения удобрений. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: химия, биология, фармация. 2012. № 1. С. 71–76.
12. Зиновьева Х.Г. Краткий отчет агрохимической лаборатории отдела полеводства за 1925–1927 гг. Золотоноша. 1928. 55 с.

Бойко П.И.

Национальний научний центр «Інститут землеробства НААН»

Коваленко Н.П.

Інститут історії аграрної науки, освіти та техніки ННСХБ НААН

Блащук М.И., Демиденко А.В.

Черкаська ГСХОС ННЦ «Інститут землеробства НААН»

ЗАВИСИМОСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ НАЛИЧИЯ ГУМУСА В ЧЕРНОЗЕМЕ ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ СЕВООБОРОТОВ, УДОБРЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Аннотация

В длительном стационарном опыте на протяжении 1975–2017 гг. обнаружена многолетняя динамика наличия общего гумуса в черноземе типичном Левобережной Лесостепи Украины в зависимости от применения основных элементов системы земледелия: севооборотов, удобрений и обработки почвы. Выяснено, что научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур в севооборотах, рациональное применение удобрений и обработки почвы определяют баланс питательных веществ, что способствовало повышению производства сельскохозяйственной продукции. Приведен прогноз изменения наличия гумуса в черноземе типичном малогумусном при различных способах обработки почвы до 2050 г. Установлено, что достижение состояния простого и расширенного накопления гумуса обеспечивается его повышением во время выполнения стационарного опыта при одновременном снижении процесса дегумификации на протяжении 1925–2017 гг.

Ключевые слова: наличие общего гумуса, научно обоснованные севообороты, рациональное удобрение, обработка почвы, производительность, сельскохозяйственные культуры.

Boiko P.I.

National Scientific Center «Institute of Agriculture of NAAS»

Kovalenko N.P.

Institute of History of Agrarian Science, Education and Techniques of NSAL NAAS

Blashchuk M.I., Demydenko O.V.

Cherkasy SAES NSC «Institute of Agriculture of NAAS»

DEPENDENCE OF CHANGE OF CONTENT OF HUMUS IS IN BLACK EARTH OF LEFT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE FROM APPLICATION OF CROP ROTATIONS, FERTILIZER AND TILL OF SOIL

Summary

In the protracted stationary experience during 1975–2017 found out the long-term dynamics of content of general humus in black earth typical of Left-bank Forest-Steppe of Ukraine depending on application of basic elements of the system of agriculture: crop rotations, fertilizers and till of soil. It is found out, that a scientifically reasonable duty of agricultural cultures is in crop rotations, rational application of fertilizers and till of soil is determined balance of nutritives, that assisted the increase of production of agricultural goods. A prognosis over of change of content of humus is brought in black earth to typical littlehumus at different methods till of soil 2050 to. It is set that the achievement of the state of simple and extended piling up of humus is provided by the increase of humus during implementation of stationary experience at the simultaneous decline of process of dehumifications during 1925–2017.

Keywords: content of general humus, scientifically reasonable crop rotations, rational fertilizer, till of soil, productivity, agricultural cultures.