

УДК 631.452 (459):631.95

ВІДТВОРЕННЯ РОДИЮЧОСТІ ЧОРНОЗЕМІВ УКРАЇНИ ЗА ҐРУНТОЗАХИСНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Кравченко Ю.С.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

✉ E-mail: kravch@i.ua



Кравченко Ю.С. Відтворення родючості чорноземів України за ґрунтозахисного землеробства. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2020. № 1. С. 67–79.

Kravchenko Yu.S. Vidtvorennia rodulichosti chornozemiv Ukrainy za gruntozakhyshnoho zemlerobstva. Zbirnyk naukovykh prac' "Agrobiologija", 2020. no. 1, pp. 67-79.

Рукопис отримано: 31.03.2020 р.
Прийнято: 08.04.2020 р.
Затверджено до друку: 25.05.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-67-79

В Україні 57,5 % сільськогосподарських угідь зазнають ерозійного впливу, щорічно втрачається 10–24 млн т гумусу, 0,3–0,96 млн т азоту, 0,7–0,9 млн т фосфору, 6–12 млн т калію. Деградаційні процеси поширені також і на чорноземах, які займають 60 % території України.

Мета дослідження – встановити найефективніші ґрунтозахисні практики, спрямовані на збереження або відновлення родючості чорноземів України.

У статті було використано результати власних польових та лабораторних досліджень, експериментальні дані агрохімічної паспортизації земель України, дані наукових літературних джерел, фондових та інструктивних матеріалів.

Встановлено, що довготривале застосування глибокого плоскорізного обробітку ґрунту на чорноземі типовому збільшує, порівняно з оранкою, уміст 10–0,25 мм повітряно-сухих і водотривких агрегатів, щільність складення, запаси вологи, водопроникність, уміст рухомого фосфору та обмінного калію, рНН₂O, запаси СаСО₃, уміст гумінових і фульвокислот, молекулярних мас гумінових кислот – на 4,9 та 4,62 %; 0,03 г/см³; 25,5 мм; 23,3 мм/год; 0,1 та 3 мг/100 г ґрунту; 0,4 рНН₂O; 18 т/га, 0,04 і 0,05 %, 129092 kDa відповідно. Приріст урожаю від внесення добрив може досягати 60 % у Поліссі, 40 % – у Лісостепу, 15 % – у зволоженому Степу, 10 % – у сухому Степу і 40 % – у зрошуваному Степу.

У ґрунтозахисних сівозмінах розміщення і чергування сільськогосподарських культур доцільно поєднувати із смуговим або кулісним розміщенням посівів з урахуванням елементів рельєфу, залуженням, застосуванням протиерозійних конструкцій. За збільшення площ під проміжними культурами до 8–10 % від орних земель, сільське господарство в Україні одержить додатково 10–12 млн т кормових одиниць або 20–22 % від усіх кормів у польовому кормовиробництві. Еродовані чорноземи України доцільно мульчувати залежно від їх гранулометричного складу: 1,3 т/га мульчі – для супіщаного і суглинкового, 1,9 т/га – піщаного і 1,1 т/га – пилувато-суглинкового ґрунту.

За ґрунтозахисного землеробства можливе зведення до мінімуму деградаційних процесів та ефективне покращення властивостей ґрунтів, необхідних для реалізації біологічного потенціалу культурних рослин.

Ключові слова: чорнозем, деградація, родючість, ґрунтозахисні технології.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Упродовж останнього десятиліття в Україні спостерігаються зростаючі врожаї сільськогосподарських культур, що спричиняє збільшення виносу поживних речовин із верхніх шарів ґрунту і зменшення їх потенційної родючості. Сучасні інтенсивні агротехнічні практики, які забезпечують високі врожаї в Україні, посилюють вплив на навколишнє середовище.

Сільськогосподарська деградація оцінюється на рівні 35–40 % від усіх інших видів деградації [1], а загальна площа деградованих ґрунтів в Україні становить від 6,5 до 10 млн га [2]. Ерозійні втрати гумусового шару орних чорноземів за слабо-, середньо- і сильнозмитості становлять: 16, 38 і 64 % – у чорноземі вилугуваному; 17, 39 і 60 % – у чорноземі типовому; 21, 44 і 62 % – у чорноземі звичайному і 28, 48 і 69

% – у чорноземі карбонатному. Еродовані орні землі займають 30 % ріллі, площі еродованих і деградованих чорноземів України становлять 25 і 60 % відповідно [3, 4]. Проблема недостатньої забезпеченості чорноземів поживними елементами є актуальною із 60-х років минулого століття. Рівень застосування органічних і мінеральних добрив постійно зменшується, що зумовило від'ємний баланс забезпеченості чорноземів поживними елементами і відповідно зменшення вмісту сполук: азоту, що легко гідролізується до 105,7–106,3 мг/кг; рухомих сполук фосфору – до 108,5 і 110,7 мг/кг і до 100–159 мг/кг – обмінним калієм у 2011–2015 рр. (за даними X туру агрохімічної паспортизації земель) [5]. За інтенсивного сучасного ведення землеробства, науково-обґрунтовані сівозміни змінюються на ринкові короткоротаційні, збільшується частка пшениці озимої, кукурудзи, соняшнику і сої у структурі посівних площ. Водночас зменшується надходження поживних елементів у ґрунти, розвиваються хвороби і шкідники, зростає чисельність бур'янистої рослинності. Це вимагає збільшення хімічного захисту рослин і відповідно створює напружену екологічну ситуацію в агроценозах [6].

Згадані вище та інші проблеми можна розв'язати через запровадження адаптивних до змін клімату, ґрунтів та сучасних ринкових вимог ґрунтозахисних землеробських практик, які історично створювались і розвивались в Україні. Основоположниками теоретичних і практичних основ ґрунтозахисного землеробства в Україні та колишньому СРСР були: І.Є. Овсинський, М.М. Тулайков, Т.С. Мальцев, А.І. Бараєв, М.К. Шикіла, І.Є. Щербак, О.Г. Тараріко та інші. Ці вчені розробляли і пропонували у землеробство такі ґрунтозахисні практики: запровадження безполіцевого обробітку, використання органічної мульчі, сівба зернових і просапних на два дюйми; дискування під озиму пшеницю і ярі колосові; глибокий безплужний обробіток у парових полях і під просапні культури після стерньових попередників; запровадження комплексу організаційно-господарських, агротехнічних, лісомеліоративних і гідротехнічних заходів з поступовим переходом до контурно-меліоративної системи землеробства (КМСЗ) в умовах ерозійного впливу на ґрунти [7–10].

Водночас в Україні існує ряд законодавчих, економічних, фінансових, організаційних, науково-технологічних чинників, які гальмують запровадження ґрунтозахисних підходів та контурно-меліоративну організацію території (КМОТ) аграрних регіонів України. Загально-

державне вирішення цих проблем можливе за впровадження нової політики раціонального використання та охорони ґрунтів, з урахуванням регіональних особливостей ландшафтів, сучасних наукових досягнень і аналізу результатів попередніх наукових досліджень.

Мета дослідження – встановити найефективніші ґрунтозахисні практики і законодавчі рішення, спрямовані на збереження або відновлення родючості чорноземів України.

Матеріал і методи дослідження. Матеріали дослідження: результати власних досліджень, результати великомасштабного обстеження ґрунтів та експериментальні дані агрохімічної паспортизації земель України, дані наукових літературних джерел, фондових та інструктивних матеріалів. Методи: спостереження (періодичні і моніторингові, стаціонарні і дистанційні), історичний (аналіз розвитку впровадження аграрної політики), порівняльний (виявлення змін властивостей чорноземів за їх різного використання); аналіз і синтез.

Результати дослідження та обговорення. Ключовими технологічними заходами, які безпосередньо впливають на відновлення родючості чорноземів є: обробіток ґрунту, сівозмінна, система удобрення, зелене удобрення, використання покривних, проміжних і внутрішньорядкових культур, мульчування, смугове, контурне, бар'єрне і терасоване землеробство тощо.

Обробіток ґрунту. Традиційний обробіток ґрунту в Україні містить два основні заходи: основний обробіток ґрунту виконують плугами, плоскорізами, важкими дисковими боронами, чизелями-культиваторами для заробляння добрив, рослинних решток, хімічних меліорантів і засобів захисту рослин; поверхневий обробіток ґрунту виконують культиваторами, боронами, лушпильниками, шлейфами, котками, підгортачами – переважно для підготовки ґрунту до сівби і для догляду за посівами [11, 12]. Заходи механічного обробітку ґрунту змінюються залежно від ґрунтово-кліматичних умов, а також мети застосування технологічних операцій. Прихильники поліцевого способу: А.Т. Болотов, І.М. Комов, І.О. Ізмальський, С.М. Усов, К.А. Тімірязєв, А. Занес, Ф. Косоротов, А.І. Неверов, В.Р. Вільямс і М.С. Соколов, П.У. Бахтін, С.С. Сдобніков, Л.І. Нікіфоренко та ін., вважають доцільним формування поглибленого гомогенізованого за родючістю орного шару ґрунту і створення культурного фізичного стану ґрунтового середовища в зоні розміщення основної маси кореневої системи рослин [12, 13]. На думку В.Р. Вільямса, оранка з оборотом скиби на 180° або її зметом на 135° забезпечує

відновлення міцності структури, її здатність до подрібнення і заміну структурних агрегатів верхнього шару ґрунту на нові структурні агрегати нижнього шару із необхідними виробничими властивостями [14,15]. Зміна кута обороту скиби із 160–180° до 120–140° на чорноземі вилугованому зменшує гребенюватість із 17,0 до 5,3 % та брилуватість – із 46,2 до 17,3 %, покращує з 53,8 до 82,7 % подрібнення агрегатів і з 56 до 98 % – заробляння стерні і рослинних решток [16, 17]. Збільшення глибини заробляння бур'янів на дно борозни із 16 до 20, 24 і 32 см зменшує загальну кількість бур'янів із 346 до 115, 97 і 34 шт./м² відповідно [18]. Заміна оранки як основного обробітку ґрунту на чорноземі звичайному на мілкий плоскорізний обробіток (10–12 см) і глибокий плоскорізний (20–22 см) ґрунту збільшує на 41 та 3 % кількість бур'янів і на 47 і 6 % – їх біомасу. Застосування комбінованого обробітку ґрунту зменшує ці показники на 3 і 5 % відповідно до оранки [19]. Дані досліджень Clements et al. [20] довели, що 63 % бур'янів за оранки заробляються на глибину 10–15 см, 66 % бур'янів за чизель-культиватора – на глибину 5–10 см і 90 % бур'янів за по-till – на глибину 0–5 см. Однак довготривале застосування оранки без застосування науково-обґрунтованої системи землеробства часто зумовлює розвиток деградаційних процесів у чорноземах: зменшення вмісту і запасів гумусу, власне гумусових речовин, детриту, пасивного гумусу, рухомих органічних речовин, фенолгідроксильних груп гумусу на 3,26 %; 17,5 т/га; 0,61 %; 2,56; 3,41; 0,77 і 0,21 % відповідно; збільшення вмісту активного гумусу, вмісту карбоксильних груп гумусу, коефіцієнта кольоровості активного гумусу E₄/E₆, гумінових і фульвокислот гумусу, негідролізуючого залишку гумусу на 0,14 %; 0,56 %; 0,24 E₄/E₆; 0,31 %; 0,415 і 1,23 % – у 0–20 см шарі чорнозему типового за 65 років застосування оранки [21].

Численні дослідження доводять перевагу ґрунтозахисного обробітку щодо покращення родючості і протиерозійної стійкості ґрунтів [22–24]. В Україні успішно застосовують мінімальний обробіток ґрунту у південних і південно-східних регіонах, тимчасом в умовах гумідного клімату Полісся і Західного Лісостепу, на важких, оглеєних та ілювіальних ґрунтах (дернові, дерново-мулувато-глейові, дерново-підзолисті, сірі лісові) плуг використовують приблизно на площі у 10–15 млн га в диференційованій системі обробітку ґрунту [25]. Дані, одержані рядом вчених, вказують на збільшення порівняно з оранкою: вмісту гумусу, біогенності (МПА + КАА + ГА + ЕШ), чисельно-

сті фосформобілізуювальних мікроорганізмів, вмісту рухомих сполук фосфору, обмінної кислотності, чисельності мікроорганізмів, які асимілюють мінеральні форми азоту, вмісту амонійного і нітратного азоту – на 0,11 %; 5,61 млн КУО/г а.с.г.; 8,11 млн КУО/г а.с.г. (на середовищі Меніної); 0,5 мг/100 г ґрунту; 0,05 рН_{КСІ}; 2,93 млн КУО/г а.с.г.; 5,5 мг/100 г ґрунту відповідно у 0–20 см шарі чорнозему типового за 36 років застосування глибокого плоскорізного обробітку на 22–25 см [26]. Довготривале застосування глибокого плоскорізного обробітку на чорноземі типовому збільшує, порівняно з оранкою, вміст 10–0,25 мм повітряно-сухих і водотривких агрегатів, щільність складення, запаси вологи, водоприникність, вміст рухомого фосфору та обмінного калію, рН_{Н₂О}, запаси СаСО₃, вміст гумінових і фульвокислот, молекулярних мас гумінових кислот – на 4,9 та 4,62 %; 0,03 г/см³; 25,5 мм; 23,3 мм/год; 0,1 та 3 мг/100 г ґрунту; 0,4 рН_{Н₂О}; 18 т/га, 0,04 і 0,05 %, 129092 kDa [27–29].

Стрип-тілл (strip-till), плоскорізний, чизельний, дисковий обробіток, vertical і no-tillage застосовують для ефективного захисту ґрунту від водної ерозії і дефляції. Отримані результати Г. А. Давиденком [30] щодо застосування на чорноземі типовому стрип-тілл обробітку на глибину 12 см під кукурудзу на зерно довели його переваги, порівняно із по-till, у зменшенні щільності складення на 0,12 г/см³ та збільшенні вмісту амонійного азоту, рухомого фосфору і обмінного калію на 4,1; 4,1 і 3,7 % відповідно. Врожайність зерна кукурудзи зросла на 115,2 %. Коваленко та ін. [31] у своїх дослідженнях на чорноземі типовому сильноеродованому довели, що чотирирічне застосування оранки ініціювало сумарний змив 37,8 т/га ґрунту, тимчасом за глибокого і мілкового плоскорізного обробітку цей показник становив 20,9 і 21,0 т/га відповідно. І.М. Нетрочук і М.В. Боярин [32], аналізуючи дані Поліської філії ІПА ім. Соколовського, також виявили, що за 8 років спостережень за оранки, чизельного, поверхневого і комбінованого обробітків було змито 42,2; 20,6; 33,0 і 38,9 т/га ґрунту. Водночас змив під цукровими буряками був на 0,1–2,2 т/га меншим за змив під зерновими культурами.

Удобрення. Приріст урожаю від внесення добрив може досягати 60 % – у Поліссі, 40 % – у Лісостепу, 15 % – у зволоженому Степу, 10 % – у сухому Степу і 40 % – у зрошуваному Степу. Дослідження Господаренко та ін. [33] довели, що 50-річне внесення органічних і мінеральних добрив на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому в умовах 10-пільної польової сівозміни збільшило вміст гумусу на

0,03; 0,07; 0,15; 0,30 і 0,51 % за застосування: $N_{45}P_{45}K_{45}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$, гній 9 т/га, гній 13,5 і гній 18 т/га відповідно. Внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$ без гною зменшувало pH_{KCl} на 0,1–0,3 і збільшувало: Нг (гідролітичну кислотність), N (лужногідролізованих сполук), P_2O_5 і K_2O на 0,5–1,7 смоль/кг, 1–14 мг/кг, 45–75 і 1–30 мг/кг відповідно до згаданих вище варіантів. Внесення гною у нормі 18 т/га найбільше знижувало величину гідролітичної кислотності ґрунту серед інших варіантів і мало майже однаковий із $N_{90}P_{90}K_{90}$ вплив на опідзолений чорнозем щодо забезпечення доступними для рослин N_2O і K_2O .

Найпоширенішими видами мінеральних добрив в Україні (2014 рік, Київська область) залишаються: амоніачна селітра – 26,8 %, амоніачна вода – 15,7, нітроамофоска – 12,4, карбамідно-амоніачна суміш – 11,5, нітрат амонію – 11,2, карбамід (сечовина) – 8,5, сульфат амонію – 4,2, тукосуміш – 2,3, амофосфат – 2,3, амофос – 1,6, амоніак синтетичний – 1,1, суперфосфат – 0,7, інші – 1,9 % [34]. Для формування потужної кореневої і надземної системи рослин у стресових умовах (тимчасова посуха, засолення і осолонцювання, хлороз, ураженість хворобами) почали застосовувати колоїдні розчини 10–150 nm біогенних металів (Zn, Cu, Mn, Fe, Mg), одержаних електроіскровим методом. Kravchenko et al. [35] довели, що обробка насіння озимої пшениці сорту Національна та 2–3-разова позакоренева обробка рослин колоїдними металами прискорили появу сходів, збільшили на 29–36 шт./м² кількість продуктивних стебел та підвищили на 15–20 % урожай озимої пшениці на чорноземі типовому.

Сівозміни. У ґрунтозахисних сівозмінах розміщення і чергування сільськогосподарських культур поєднують із смуговим або кулісним розміщенням посівів із врахуванням елементів рельєфу, залуженням, застосуванням протиерозійних конструкцій. Спеціальні ґрунтозахисні сівозміни застосовують на схилах із крутизною понад 3° і на легких ґрунтах, що зазнають вітрової ерозії [36]. Рекомендована схема ґрунтозахисної сівозміни для другої (схили 3–5°) еколого-технологічної групи земель Степу і Лісостепу має наступний набір і чергування культур: 1. Люцерна/еспарцет; 2. Люцерна/еспарцет/однорічні трави; 3. Пшениця озима; 4. Горох, гречка; 5. Озимі на зелений корм + літній посів люцерни/ячмінь, овес з підсівом еспарцету. Для третьої (схили до 7°) еколого-технологічної групи земель чергування культур у сівозміні наступне: 1. Люцерна/конюшина/злакові+буркун; 2. Люцерна/конюшина/злакові; 3. Люцерна + злакові/конюшина;

4. Овес, ячмінь з підсівом багаторічних трав/озимі на зелений корм з літнім підсівом люцерни і злакових. Землі цієї еколого-технологічної групи можуть бути також виведені із обробітку з наступним їх залуженням або залісненням [37]. З метою одержання максимального тимчасового прибутку сільськогосподарські виробники в Україні дедалі частіше використовують короткоротаційні сівозміни (моно-, дитрикультури у ланці) з невеликою кількістю полів. Це спричиняє ґрунтовому, формується однотипний груповий склад мікроорганізмів, нагромаджуються фітотоксини, погіршується якість ґрунтів і знижується врожайність сільськогосподарських рослин. Дослідження В.П. Патики та О.М. Захарової [38] на чорноземі типовому довели зменшення біомаси бактерій в 1,8 раза, чисельності олігонітрофільних бактерій, стрептоміцетів та бактерій, здатних утворювати колонії – у 2,3; 1,4 і 2,1 раза відповідно під час вирощування ріпаку озимого в монокультурі, порівняно із сівозміною. Водночас, уміст грибів, збудників альтернативіозу, фомозу, фузаріозу, пероноспорозу і сірої гнилі (*Alternaria brassicicola*, *Alternaria brassicae*, *Alternaria tenuis*, *Phoma lingam*, *Peronospora brassicae*, *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea*) збільшувався в 1,8 раза. Алелопатична активність ризосфери зростає за незмінного вирощування культур. Згідно з даними Карпенко та Рожко [39], за незмінного вирощування кукурудзи на зерно, алелопатична активність перевищувала на 34,3; 26,5 і 14 % варіанти з розміщенням пшениці ярої, гречки та пшениці озимої попередника. Врожайність кукурудзи на зерно також була на 1,6; 1,5 і 1,8 ц/га меншою за згадані вище варіанти. Отримані дані І.О. Полякової та М.А. Топчія [40] довели, що незмінне вирощування соняшнику упродовж п'яти років, порівняно з вирощуванням культури у рекомендованій зональній сівозміні, зменшувало вміст агрономічно-цінних агрегатів, гумусу, рухомого фосфору – на 37,8; 0,32 і 2,7 % відповідно, і збільшувало на 4,5 % вміст обмінного калію у 0–20 см шарі чорнозему звичайного. Насичення сівозмін багаторічними бобовими, бобово-злаковими травами і проміжними культурами забезпечує бездефіцитний баланс гумусу в ґрунтах, який, за даними Кірілеско [41], може становити в середньому 10,2–12,6 ц/га. Результатами досліджень О. І. Цилюрика [42] на чорноземі звичайному було визначено, що за вирощування люцерни уміст водотривких 7–0,25 мм фракцій водотривких агрегатів становив 92,6 %, який зменшувався до 88,1; 87,7; 85,8; 76,2; 77,4 і 74,2 % за вирощування гороху, озимої пшениці, ячменю,

кукурудзи, цукрових буряків і соняшнику відповідно. За даними В. Іванюка [43], у результаті переведення беззмінних посівів цукрових буряків у плодоовочеву сівозміну збільшився вміст агрономічно-цінних і водотривких агрегатів на 4,4 та 4,6 % відповідно. Зменшення частоти повернення цукрових буряків у сівозміні з одного до п'яти років на одне й те саме поле збільшує урожай культури на 7,3–14,3 т/га [44]. Збільшення кількості полів у сівозміні зумовлює розуцільнення і гомогенізацію профілю типових чорноземів, зменшення інтенсивності балансу кальцію [45].

Проміжні та змішані посіви. Проміжні культури мають вагомe значення у системі рослинництва, кормовиробництва і землеробства загалом. В Україні близько 4,5 % площ орних земель (1,5 млн га) зайнято цими культурами. За збільшення площ під проміжними культурами до 8–10 % від орних земель, сільське господарство в Україні одержить додатково 10–12 млн т кормових одиниць, або 20–22 % від усіх кормів у польовому кормовиробництві. Після збирання польових культур в Україні залишається приблизно 80–120 діб із середньодобовою температурою вище 10 °C [46]. Частка проміжних культур в інтенсивних польових сівозмінах може досягати 15–30 %, а у кормових сівозмінах – від 30–40 до 60–80 % від усієї площі. В Україні щорічно в середньому заорюється 2230 тис. зеленої маси проміжних культур на площі 208 тис. га, що еквівалентно внесенню 557,5 тис. гною [47]. Як зелене добриво популярними є такі післязбиральні рослини: багаторічні трави (люцерна, конюшина, буркун, еспарцет), зернобобові (вика, горох, боби кормові), злакові (жито, тритикале, райграс, суданська трава), капустяні (ріпак, редька олійна, гірчиця, свиріпа), турнепс, капуста кормова, люпин, фацелія, гірчиця, гречка [48]. За кількістю біомаси післязбиральних решток, яка щорічно надходить у ґрунт із рослинами, культури розміщуються у наступній послідовності: багаторічні трави – кукурудза на силос – озимі зернові – ярі зернові – зернобобові – цукрові та кормові буряки – картопля – льон-довгунець. Найбільший вміст азоту в рослинних рештках мають багаторічні бобові трави (С:N у люцерні – 10–14, конюшини – 12–16), найменший – зернові (С:N у жита озимого – 38–42, ячменю – 42–45) [49]. Заорювання зеленої маси бобових, ріпаку, люпину і буркуну в чорнозем типовий за дією є рівноцінним внесенню 20 т/га гною, 200 кг/га гумусу, 288 і 404 кг/га NPK відповідно [50]. Згідно з даними Дацько і Щербаченко [51], заорювання післязбиральних рослин підвищує врожайність озимої пшениці,

картоплі, цукрових буряків, кукурудзи на силос, кукурудзи на зерно і гречки – на 0,17–0,43; 5–9; 5–14; 7–13; 0,9–1,3 і 0,6–1,0 т/га. Застосування зеленого добрива (сидератів) у системі рослинництва є ефективною практикою щодо збереження родючості і якості ґрунтів [52].

Дослідження Хасанова та Суяндукіна [53] на чорноземі вилугуваному довели, що вміст агрономічно цінних 10–0,25 мм агрегатів був найвищим на посівах вівсяниці лучної – 91,1 % та озимого жита – 80,7 %, найнижчим – за вирощування ярої пшениці – 58,1 %. За вмістом водотривких агрегатів (за Андріановим) перевагу мали посіви під ковилком – 98,5 %, вівсяниці лучної – 97,5 %, найнижчі показники були за озимого жита – 32,4 % та пшениці ярої – 29,7 %. Використання редьки як післязбирального сидерату зменшило на 0,5 г/см³ щільності складення чорнозему типового за оранки і глибокого бесплужного обробітку ґрунту, збільшило запаси продуктивної вологи у 0–30 см шарі на 2,5 мм за обох способів обробітку ґрунту і збільшило врожайність картоплі на 5,2 та 7,0 т/га відповідно [54].

У сучасному інтенсивному рослинництві, крім змішаних, застосовують також сумісні, підсівні й ущільнені посіви, які збагачують ґрунт на поживні елементи, оструктурюють і скріплюють ґрунт, формують комбінований рослинно-стерньовий біологічний захисний екран мульчування і залуження [55]. Однією з найкращих культур, яка захищає ґрунт від ерозії, є овес, який має розгалужену кореневу систему, значну площу вбирання води і поживних елементів, слабо реагує на еродованість ґрунтів, не уражується кореневими гнилями, добре пригнічує бур'яни [56].

Мульчування. Цей агротехнічний захід передбачає покриття поверхні ґрунту шаром органічного (скошена трава, листя, очерет, сіно, солома, дерев'яні гілки та кора, тирса та тріска, соснова або ялинка хвоя, подрібнені мушлі, папір, торф, компост) або неорганічного (галька, подрібнений гравій, керамзит, гранітна та мармурова крихта, синтетичне полотно та плівка) матеріалу. Органічний матеріал застосовують переважно для поверхневого, а неорганічний – для глибинного мульчування. Еродовані українські чорноземи доцільно мульчувати залежно від їх гранулометричного складу. Для супіщаного і суглинкового ґрунту рекомендується внесення 1,3 т/га мульчі, піщаних – 1,9 і пілуватого-суглинкових – 1,1 т/га. Протиерозійна дія мульчі у ранньому парі з'являється за норми у 2,5 т/га [57]. Цвей та ін. [58] зазначають, що збільшення норм внесення мульчі із соломи зернових збільшує насінневу

продуктивність цукрових буряків із 13,1 ц/га на варіанті без добрив до 14,6; 15,4; 16,7; 15,3 ц/га за мульчування соломою: 2,5 т/га, 5,0 т/га, 5,0 т/га + N₃₀, 5,0 т/га + мікробіологічні препарати. Хареба та ін. [59] дослідили, що мульчування насінників капусти білоголової соломою гречаною товщиною 5; 10–12 і 15–20 см вплинуло на зменшення температури ґрунту з 24 °С на контролі до 23,5; 21 і 19,8 °С відповідно; зменшилась кількість бур'янів із 117,3 шт/м² на контролі до 65,3; 15,6 і 9,6 шт/м²; збільшення урожайності насіння капусти білоголової із 3,0 ц/га на контролі до 3,3; 3,5 і 3,6 ц/га відповідно. Застосування мульчування на еродованому чорноземі типовому в нормі 2,5 т/га є ефективним протиерозійним заходом, який у комбінації із мінімальним безплужним способом обробітку ґрунту, зменшує на 3,8 м³/га поверхневий стік, збільшує вміст доступної для рослин вологи, підвищує врожай ярого ячменю на 1,6 т/га [60]. Збільшення кількості і площі проективного покриття ґрунту мульчою експоненціально зменшує втрати ґрунту від дефляції. Lafflen & Colvin [61] та Horning et al. [62] у своїх роботах вивели чинник мульчі (MF, змінюється від 0 до 1), який розраховує втрати ґрунту від дефляції (MF) за проективним покриттям (RC, %) і параметром шорсткості поверхні (а – змінюється з 0,01 до 0,07), на який впливає обробіток ґрунту:

$$MF = e^{-aRC}$$

Для природних або залужених земельних угідь, за умови гладкої поверхні, а – параметр буде відповідати 0,05 [63]. С.Г. Чорний та ін. [64], вивчаючи протидефляційні властивості системи землеробства на чорноземі південному, визначили, що величина дефляції (MF) збільшувалась від 0 за сорго (озима пшениця – попередник) до 0,01 – за сої (озима пшениця – попередник), 0,08 – за гірчиці (сорго – попередник), 0,17 – за гороху (сорго – попередник) і 0,29 – за озимої пшениці (горох – попередник) – за застосування по-till, і 0,16 (сорго), 0,70 (соя), 0,86 (гірчиця), 0,58 (горох) і 0,74 (озима пшениця) – за оранки.

Смугове розміщення культур – чергування смуг посівів просапних, кормових і зернових культур із смугами парів, ябу та багаторічних трав на схилах протяжністю понад 200 м і крутизною більше 2°, розміщення їх впоперек схилу або контурно, відповідно до рельєфних морфоскульптурних мезоформ. Для схилів із крутизною меншою 2–3° ширина смуг становить 60–70 м за чергування ярих та озимих, або зернових і багаторічних трав із просапними культурами, 140–150 м – для озимих зернових.

Ширина смуг зменшується із 63 до 42 м на схилах із крутизною 3–5° і до 21 м – на схилах із крутизною більше 6–7° [65, 66]. Контурно-меліоративне землеробство не рекомендується для коротких схилів із крутизною меншою за 1° [67]. Контурно-смугова організація території на полях з водно-ерозійними процесами передбачає спорудження водорегулювальних систем, проведення фітомеліоративних заходів із внесенням дефекату, вапна, органічних добрив, застосування обробітку ґрунту уздовж горизонталей, залуження відповідно до змитості ґрунту, крутизни схилу та ґрунтозахисної ефективності культур [46, 68]. Протидефляційні смуги розміщуються перпендикулярно до пануючих вітрів [69]. А. Мігальов [70], проводячи науково-технічну експертизу смугового способу обробітку ґрунту на чорноземі типовому за вирощування сої під час зрошення, вказав на повне всмоктування в ґрунт поливної води без утворення стокових майданчиків на фоні проведення сімох поливів і внесення зрошувальної норми води в об'ємі 2200 м³/га. Смугове щільювання на глибину 41 см у поєднанні з мілким дисковим розпушуванням на 12–14 см, проведене в осінній період на чорноземі типовому, забезпечує зменшення щільності будови 0–15 см шару на 0,12–0,36 г/см³, збільшення загальної пористості – на 6,0–14,1 % і запасів продуктивної вологи – на 7,9–12,0 мм – за використання дощувальної машини ДМУ «Фрегат» [71]. За умов смугового луківництва, на 5–6 рік використання смуги бобових трав із пересіванням злакових, уміст протеїну в трав'яному кормі, порівняно з кормом, одержаним за традиційною технологією, зростає на 20–24 %, урожайність трав – на 10–15 %, а економічна ефективність – на 26–32 % [72].

Широкі буферні смуги із багаторічних трав та вузькі із однорічних культур розташовують за контуром рельєфу вздовж напрямку горизонталей. На полях із крутизною схилів до 3° ширина буферних смуг сягає 4–6 м, відстань – 80–100 м. Для схилів крутизною 3–7° ширина смуг збільшується до 8–10 м, а відстані зменшується до 30–50 м [73]. У зоні прояву водної та вітрової ерозії та на чистих прахах рекомендується також застосувати буферні смуги і сівбу куліс. Дослідженнями Соколова та ін. [74] на чорноземі звичайному доведено, що збільшення кількості післяжнивних решток рослин із 800 до 1200 г на погонний метр куліси посилює швидкість вбирання води ґрунтом із 0,45 до 0,64 мм/с, зменшує змив ґрунту із 1,3 до 0,8 т/га.

Вали-тераси. Для зменшення поверхневої ерозії ґрунтів і припинення яружного руйну-

вання еродованих земель із крутизною до 5–7° застосовують водоутримуючі наорні або плантажні вали-тераси висотою 0,3–0,6 м, шириною 2,4–7,2 м і відстанню між ними 18–50 м. Цей захід зменшує змивання ґрунту та активно кальцію у 5–8 та 10–15 разів відповідно, збільшує нагромадження азоту, фосфору, калію і кальцію у 14–23, 11–37, 14–38 і 23–24 рази відповідно. Східчасті тераси застосовують на схилах із ухилом 7–15°, тераси-канави – для 7–40° схилів [75–78].

Висновки. В Україні основні складники ґрунтозахисної системи землеробства розвивалися впродовж тривалого часу: оранка змінювалась на плоскорізний обробіток, по- і strip-till; десятипільні сівозміни перетворювались у короткоротаційні із включенням проміжних і покривних культур; низькі норми удобрення підвищувались і еволюціонували в оптимальне локальне внесення поживних елементів відповідно до фаз розвитку рослин і ґрунтово-кліматичних умов; стали широко застосовувати біостимулятори рослин і мікробіологічні препарати (біодобрива); районовані інтенсивні сорти рослин замінюються пластичними високопродуктивними і технологічними сортами та гібридами, які здатні забезпечити врожай за екстремальних та змінних кліматичних умов. Застосування згаданих вище та інших ґрунтозахисних заходів впливає на ефективні зміни властивостей ґрунтів, необхідних для реалізації біологічного потенціалу культурних рослин, не погіршуючи потенційну родючість ґрунтів, необхідну для наступних генерацій рослин. Доведено, що найкращий результат було одержано за впровадження наступних практик:

- оборот скиби на 180° забезпечує формування поглибленого гомогенізованого за родючістю орного шару чорнозему типового, тимчасом за глибокого плоскорізного обробітку, порівняно з оранкою, збільшується: вміст гумусу, чисельність фосформобілізуювальних мікроорганізмів, уміст рухомих сполук фосфору, чисельність мікроорганізмів, які асимілюють мінеральні форми азоту, вміст амонійного азоту, уміст 10–0,25 мм повітряно-сухих і водотривких агрегатів, щільність складення, запаси вологи, водоприникність, pH_{H_2O} , запаси $CaCO_3$, уміст гумінових і фульвокислот, молекулярних мас гумінових кислот на: 0,11 %; 8,11 млн КУО/г а.с.г.; 0,5 мг/100 г ґрунту; 2,93 млн КУО/г а.с.г.; 5,5 мг/100 г ґрунту; 4,9 та 4,62 %; 0,03 г/см³; 25,5 мм; 23,3 мм/год; 0,4 pH_{H_2O} ; 18 т/га; 0,04 і 0,05 %; 129092 kDa відповідно;

- багаторічне внесення 9–18 т/га гною на 1 га сівозміної площі дає суттєву прибавку вмісту гумусу (0,15–0,51 %) порівняно з $N_{45}P_{45}K_{45}$.

Внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$ упродовж 50 років збільшує: Нг (гідролітичну кислотність), N (лужно-гідролізованих сполук), P_2O_5 і K_2O на 0,5–1,7 смоль/кг, 1–14 мг/кг, 45–75 мг/кг і 1–30 мг/кг відповідно, порівняно з угноєними варіантами;

- насичення сівозмін багаторічними бобовими, люпин+буркун і проміжними культурами у чорноземі типовому забезпечує бездефіцитний баланс гумусу в середньому 10,2–12,6 ц/га. Заорювання зеленої маси цих рослин за дією є рівноцінним внесенню 15–20 т/га гною, 150–200 кг/га гумусу і 288–404 кг/га NPK відповідно;

- контурно-меліоративна організація території із побудованими протиерозійними спорудами не рекомендується для схилів із крутизною меншою за 3°. На схилах із крутизною понад 3° застосовують: спеціальні ґрунтозахисні сівозміни; смугове щілювання у поєднанні з дисковим розпушуванням на 12–14 см (забезпечує зменшення щільності будови 0–15 см шару на 0,12–0,36 г/см³, збільшення загальної пористості на 6,0–14,1 % і запасів продуктивної вологи – на 7,9–12,0 мм); мульчування у нормі 2,5 т/га (зменшує на 3,8 м³/га поверхневий стік, збільшує вміст доступної для рослин вологи, підвищує врожай ярого ячменю на 1,6 т/га); водоутримуючі наорні чи плантажні вали-тераси (зменшує змивання ґрунту та активно кальцію у 5–8 та 10–15 разів, збільшує нагромадження азоту, фосфору, калію і кальцію у 14–23, 11–37, 14–38 і 23–24 рази).

Дані досліджень доводять, що за ґрунтозахисного землеробства можливе зведення до мінімуму деградаційних процесів, ґрунти здатні забезпечувати підтримувальні, продукційні, регулювальні та культурні послуги без значного зниження властивих їм функцій та біологічного різноманіття.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Integrating Environment into Agriculture and Forestry Progress and Prospects in Eastern Europe and Central Asia / Sutton W. et al. Washington DC: Volume II, Country Review, World Bank, 2007, 20 p.
2. Екологічний стан ґрунтів України / Балюк С.А. та ін. Український географічний журнал. 2012. № 2. С. 38–42. URL: <http://nbuv.gov.ua/UJRN>.
3. Позняк С. Чорноземи України: географія, генеза і сучасний стан. Український географічний журнал. 2016. № 1. С. 9–13.
4. Волошук М. Деградаційні процеси та їхній вплив на екологічний стан земельних ресурсів України. Вісник Львівського університету. Серія географічна. 2013. № 44. С. 55–61.
5. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України / Балюк С.А. та ін. К.: ТОВ ВИК-ПРИНТ, 2010. 111 с.
6. Єщенко В.О. Місце науково обґрунтованих сівозмін у сучасному землеробстві. Вісник уманського національного університету садівництва. 2013. № 2. С. 3–6.

7. Овсинский И. Новая система земледелия / пер. с польского Г. Барановского. Киев, Юж.-рус. кн-во Иогансона, 1899. 178 с.
8. Самородов В., Поспелов С. Пространство и время Ивана Овсинского. Зерно: всеукраинский журнал современного агропромышленника. 2011. № 11. С. 136–140.
9. Чибилев А.А. Уроки целины. Наука. Общество. Человек: Вестн. УрО РАН. 2004. № 3. С. 109–116.
10. Сайко В., Малієнко А. Системи обробітку ґрунту в Україні. Київ: ЕКМО, 2007. 44 с.
11. Reicosky D., Allmaras R. Advances in Tillage Research in North American Cropping Systems. Crop Production, 2003, No 8. P. 75–125.
12. Гудзь В.П., Примак І.Д., Будьонний Ю.В., Танчик С.П. Землеробство: підручник. 2-ге вид. перероб. та доп. Київ: Центр учбової літератури, 2010. 464 с.
13. Історія розвитку теорії і конструкції плуга (XIX – початок XX ст.): навч. посіб. для підготовки фахівців із напрямів "Механізація та електрифікація сільського господарства", "Агрономія", "Економіка і підприємство" та "Менеджмент" в аграрних вищих навч. закл. III-IV рівнів акредитації / Д. Г. Войтюк та ін.; за ред. Д. Г. Войтюка. Київ: НАУ, 2006. 136 с.
14. Вильямс В.Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения. М.: Сельхозгиз, 1939. 447 с.
15. Надикто В.Т., Аюбов А.М. Аргументи на захист плуга. Farmer. 2018. № 9 (105). С. 64–66.
16. Василенко В.В., Коржов С.И., Василенко С.И., Хахулин А.Н. Способы повышения качества отвальной вспашки. Вестник ВГАУ: Теоретический и научно-практический журнал. Воронеж: Воронежский гос. аграр. Ун-т. 2014. № 3 (42). С. 118–122.
17. Хахулин А.Н. Влияние ширины захвата рабочих корпусов плуга на подавление сорной растительности. Инновационные технологии и технические средства для агропромышленного комплекса: материалы науч. конф. преп. состава, научных сотрудников и аспирантов. Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. С. 12–14.
18. Лобачевский Я.П., Колчина Л.М. Современное состояние и тенденции развития почвообрабатывающих машин. М.: Росинформагротех, 2005. 116 с.
19. Курдюкова О.М. Засміченість посівів сівозміни в залежності від обробітку ґрунту. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2011. № 1. С. 51–54.
20. Clements D., Benoit D., Murphy S., Swanton C. Tillage effects on seed return and seed bank composition. Weed Science. 1996. No 44. P. 314–322.
21. Дегтярьов В.В. Гумус чорноземів Лісостепу і Степу України: монографія. Харків: Майдан, 2011. 359 с.
22. Soil erosion control practices in Northeast China: A mini-review / Liu X.B. et al. Soil & Tillage Research. 2011. No 117. P. 44–48.
23. FAO (Food and Agriculture Organization). No Tillage to Prevent Soil Degradation. Journal of D+C Development and Cooperation. 2002. № 1. 29 p.
24. Gallaher R., Maglene B. Effect of no-tillage vs. conventional tillage on soil organic matter and nitrogen contents. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 1987. No 18. P. 1061–1076.
25. Сайко Ф.В. Системи обробітку ґрунтів в Україні. Збірник наукових праць Національного наукового центру "Інститут землеробства НААН". 2007. Вип. 1. С. 3–10. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpzeml_2007_1_3
26. Демиденко О.В., Тонха О.Л., Величко В.А. Біогенність чорнозему типового за різного обробітку ґрунту. Вісник аграрної науки. 2013. № 1. С. 20–24. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2013_1_6
27. Conservation Practices and Management in Ukrainian Mollisols / Kravchenko Y.S. et al. Journal of Agricultural Science and Technology (JAST), 2016. Vol. 18. P. 845–854.
28. Агрофізичні властивості чорнозему типового та ізогумусолу за різних технологій їх обробітку / Кравченко Ю.С. та ін. Вісник аграрної науки. К.: Аграрна наука, 2015. № 9 (751). С. 17–23.
29. Kravchenko Y. Ukrainian Chernozem: monograph. Kyiv, NUBiP of Ukraine Press, 2017. 182 p.
30. Давиденко Г.А. Порівняльна оцінка технологій прямого висіву і стрип-тіллу при вирощуванні кукурудзи на зерно в умовах СТОВ "Дружба-Нова" Варвинського району Чернігівської області. Вісник Сумського національного аграрного університету: наук.-метод. журнал. Суми: Агрономія і біологія. 2017. № 9 (34). С. 32–38.
31. Коваленко О.Д., Каражбей С.П., Мережко О.П. Вплив способів обробітку на протиерозійну стійкість ґрунту. Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН (випуск 1-2). Київ: Фітосоціоцентр, 2001. С. 17–20.
32. Нетробчук І.М., Боярин М.В. Вплив ерозійних процесів та фільтраційних властивостей ґрунтів на формування якості води басейну річки Західний Буг. Науковий вісник Волинського державного університету ім. Лесі Українки. Луцьк: ВДУ НАУ. 2006. С. 23–28.
33. Господаренко Г.М., Прокопчук І.В., Нікітіна О.В. Ефективність тривалого застосування органічної системи удобрення в польовій сівозміні. Органічне виробництво і продовольча безпека: зб. матеріалів доп. учасн. IV Міжнар. наук.-практ. конф. Житомир: О.О. Євенок, 2016. С. 38–43.
34. Ходаківська О.В., Корчинська С.Г. Ефективність застосування мінеральних і органічних добрив у сільському господарстві. Економіка АПК. 2016. № 4. С. 21–27. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/E_apk_2016_4_5.
35. Kravchenko Y., Lopatko K., Aftodilants Y., Trach V. The effect of colloidal nanoparticles on Plant Growth, Phytotoxicity and Crop Yields. Fertiliser Technology I: Syntesis, Studium Press LLC., USA. 2015. Vol. 1. P. 408–443.
36. Ерозія і дефляція ґрунтів та заходи боротьби з ними: навч. посібник для студ. агроном. спец. вищих аграрних закл. освіти III-IV рівнів акредитації / І. Д. Примак та ін.; за ред. І.Д. Примак. Біла Церква: Білоцерківський держ. аграрний ун-т, 2001. 392 с.
37. Про затвердження Методичних рекомендацій щодо оптимального співвідношення сільськогосподарських культур у сівозмінах різних ґрунтово-кліматичних зон України. Міністерство аграрної політики України: Наказ № 440/71. Національна академія аграрних наук, 18.07.2008. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/card/v0440555-08>
38. Патица В.П., Захарова О.М. Ріпак і його фітосанітарні властивості. Вісник аграрної науки. 2015. № 7. С. 22–26. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2015_7_6
39. Карпенко О.Ю., Рожко В.М. Вплив попередників на фітотоксичність ґрунту в посівах кукурудзи на зерно. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2015. № 4. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_4_15.
40. Полякова І.О., Толпій М.А. Вплив беззмінного вирощування соняшнику на показники родючості ґрунту. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2013. Вип. 19. С. 96
41. Кірілеско О.Л. Вплив насичення ланок кормових сівозмін багаторічними травами і проміжними культурами на баланс гумусу в ґрунті. Корми і кормовиробництво. 2013. № 76. С. 151–158.
42. Циліорик О.І. Вплив способів основного обробітку ґрунту чистого пару на агрофізичні властивості та агрофізичні властивості та водний режим ґрунту. Агрохімія і ґрунтознавство. 2009. № 71. С. 31–36.

43. Іванюк В. Вплив беззмінного вирощування буряків цукрових на продуктивність і родючість ґрунту. Вісник ЛНАУ: Агрономія. 2011. № 15(2). С. 263–267.
44. Барановський В.Д. Оптимізація структури посівних площ сівозмін із цукровими буряками в умовах нестійкого зволоження на чорноземі типовому: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.01. К., 2002. 19 с.
45. Демиденко О.В. Рециркуляційне відновлення фізико-хімічних і агрофізичних властивостей у процесі ґрунтоутворення чорнозему типового Лівобережного Лісостепу. Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». 2013. № 1–2. С. 26–37.
46. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво: підручник / за ред. О. І. Зінченка. К.: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
47. Дацько Л.В., Дацько М.О. Підбір сидератів для різних ґрунтово-кліматичних зон. Зб. наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН». К., 2009. С. 58–66.
48. Господаренко Г.М. Агрохімія: підручник. К.: СІК ГРУП УКРАЇНА, 2015. 376 с.
49. Гудзь В.П. Адаптивні системи землеробства: навч. посібник: рекомендовано МОН України. К.: Центр учбової літератури, 2007. 336 с.
50. Макарова Г.А., Глущенко М.К., Вакуленко Ю.В. Сидерація як фактор підвищення родючості ґрунтів. Наукові праці, серія – Екологія. 2008. № 81 (68). С. 51–54.
51. Дацько Л., Щербатенко О. Підбір сидератів у сівозмінах для різних ґрунтово-кліматичних зон України. Екологія: Проблеми адаптивно-ландшафтного землеробства. Доповіді учасників II міжнародної науково-практичної конференції 20–22 червня 2006 року. Івано-Франківськ, 2006. 84 с.
52. FAO (Food and Agriculture Organization). Manual on integrated soil management and conservation practices. FAO Land and Water Bulletin. 2000. № 8.
53. Хасанов Р.Ф., Суюндуков Я.Т. Многолетние травы и структурное состояние черноземов выщелоченных зауралья республики Башкортостан. Фундаментальные исследования. 2011. № 12. С. 530–534.
54. Вплив сидерату і способів основного обробітку ґрунту на об'ємну масу та водоспоживання посівів картоплі / В.П. Гудзь та ін. Наукові доповіді Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України: електрон. журн. 2011. № 1 (23). URL: <http://nd.nubip.edu.ua/2011-1/11krbcsp.pdf>. 2223-1609.
55. Наукові та прикладні основи захисту ґрунтів від ерозії в Україні: монографія / за ред. С.А. Балюка, Л.Л. Товажнянського. Х.: НТУ "ХПИ", 2010. 460 с.
56. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / М.В. Зубець та ін. К.: Аграрна наука, 2010. 984 с.
57. Цвей Я.П., Недашківський О.І., Мацевецька Н.М. Мульчування при вирощуванні насінників цукрових буряків. Агроном. 2010. № 4. С. 78–79.
58. Хареба В.В., Несин В.М., Касян О.І. Вплив різних видів мульчі на ріст і насінневу продуктивність та забур'яненість посівів капусти білоголової пізньостиглої. Овочівництво і баштанництво. 2010. № 56. С. 224–246.
59. Kravchenko Y., Petrenko L., Zhang Xingyi. Ukrainian Chernozems: genesis, properties and amendment. Proceedings of the International Symposium on Soil Quality and Management of World Mollisols. Northeast Forestry University Press, Harbin, 2010. P. 3–24.
60. Laffen J., Colvin T. Effect of crop residue on soil loss from continuous row cropping. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers. 1981. No 24. P. 605–609.
61. Horning, L., Stetler, L., Saxton, K. Surface residue and soil roughness for wind erosion protection. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers. 1998. No 41. P. 1061–1065.
62. Norton L., Cogo N., Moldenhauer W. Effectiveness of mulch in controlling erosion. Soil erosion and conservation; El-Swaify et al. (Eds). Soil Conservation Society of America, Ankeny, IA, 1985. P. 598–606.
63. Чорний С., Видинівська О.В., Волощенко А.В. Протидефляційна ефективність системи землеробства по-till в умовах південного степу України. Біологічні системи. 2012. Т. 4. № 1. С. 116–119.
64. Нормативи ґрунтозахисних контурно-меліоративних систем землеробства / ред. О.Г. Тараріко, М.Г. Лобас. К.: [б.в.], 1998. 158 с.
65. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України / голова редкол. М.В. Зубець та ін. К.: Логос, 2004. 776 с.
66. Тараріко О.Г., Льєнко Т.В., Сиротенко О.В., Кучма Т.Л. Формування збалансованих агроландшафтів на принципах ґрунтозахисної контурно-меліоративної системи землекористування. Землеробство. 2015. № 1. С. 13–18.
67. Фурман В.М., Люсак А.В., Олійник О.О. Ґрунтозахисна контурно-меліоративна система землеробства: навч. посіб. Рівне: вид-во ФОП Мельнікова М.В., 2016. 215 с.
68. Мігальов А. Дослідження і науково-технічна експертиза смугового способу обробітку ґрунту при вирощуванні сої на зрошенні. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: зб. наук. пр. Дослідницьке, 2018. С. 121–129.
69. Музика О.П., Мігальов А.О., Мальярчук А.С. Ефективність способів основного обробітку ґрунту під кукурудзу на зерно в сівозміні на зрошенні Півдня України. Меліорація і водне господарство. 2013. Вип. 100(2). С. 32–41. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mivg_2013_100%282%29_7
70. Трускавецький Р.С., Цапко Ю.Л., Калініченко В.М. Спосіб вирощування високобілкового трав'яного корму на заплавах землях. Завершені наукові розробки 2006–2010, Науково-інформаційний збірник завершених наукових розробок ННЦ "ІГА імені О.Н. Соколовського": ННЦ "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського", Харків. 2011. С. 51–52.
71. Справочник по почвозащитному земледелию / под ред. И.Н. Безручко, Л.Я. Мильчевской. К.: Урожай, 1990. 280 с.
72. Соколов Н.М., Стрельцов С.Б., Худяков В.В. Влияние параметров гребне-стерневых кулис на инфильтрацию воды в почву и эрозионный процесс. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 12 (1). С. 19–22.
73. Копистинський М.М. Протиерозійні гідротехнічні споруди. К.: Урожай, 1988. 176 с.
74. Тараріко А.Г., Вергунов В.А. Почвозащитная контурно-меліоративная система земледелия. К.: УкрІНТЭИ, УкрНІИЗ, 1992. 72 с.
75. Світличний О.О., Чорний С.Г. Основи ерозієзнавства. Суми: Університетська книга, 2007. 266 с.

REFERENCES

- Sutton, W., Whitford, P., Stephens, E. (2007). Integrating Environment into Agriculture and Forestry Progress and Prospects in Eastern Europe and Central Asia. Washington DC: Volume II, Country Review, World Bank, 20 p.
- Baliuk, S., Medvediev, V.V., Miroshnychenko, M.M. (2012). Ekolohichniy stan gruntiv Ukrainy [Ecological Status of Ukrainian Soils]. Ukrainskyi heohrafichniy zhurnal [Ukrainian Geographical Magazine], no. 2, pp. 38–42. Available at: <http://nbuv.gov.ua/UJRN>.

3. Poznjak, S. (2016). Chornozemy Ukrai'ny: geografiya, geneza i suchasnyj stan [Chernozems of Ukraine: geography, genesis and current state]. *Ukrai'ns'kyj geografichnyj zhurnal* [Ukrainian Geographical Magazine], no. 1, pp. 9–13.
4. Voloshhuk, M. (2013). Degradacijni procesy ta i'hnij vplyv na ekologichnyj stan zemel'nyh resursiv Ukrai'ny [Degradation processes and their impact on the ecological status of Ukraine's land resources]. *Visnyk L'viv's'kogo universytetu. Serija geografichna* [Bulletin of the University of Lviv. The series is geographical], no. 44, pp. 55–61.
5. Baljuk, S.A. (2010). Nacional'na dopovid' pro stan rodjuchosti g'runtiv Ukrai'ny [National soil fertility report of Ukraine]. Kyiv, TOV VYK-PRYNT, 111 p.
6. Jeshhenko, V.O. (2013). Misce naukovy obg'runtovanyh sivozmin u suchasnomu zemlerobstvi [The place of scientifically grounded crop rotations in modern agriculture]. *Visnyk umans'kogo nacional'nogo universytetu sadivnytstva* [Bulletin of the Uman National University of Horticulture], no. 2, pp. 3–6.
7. Ovsinskij, I. (1899). Novaja sistema zemledelija [New farming system]. Kyiv, South Russian Publishing House F.A. Johanson, 178 p.
8. Samorodov, V., Pospelov, S. (2011). Prostranstvo i vremja Ivana Ovsinskogo [Space and time of Ivan Ovsinsky]. *Zerno: vseukrainskij zhurnal s'vremennogo agropromyshlennika* [Grain: All-Ukrainian Journal of the Modern Agro-Industrialist], no. 11, pp. 136–140.
9. Chibilev, A.A. (2004). Uroki celiny. Nauka. Obshhestvo [Lessons virgin lands. The science. Society]. *Chelovek: Vestn. UrO RAN* [Man: Bulletin of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences], no. 3, pp. 109–116.
10. Sayko, V., Maliyenko, A. (2007). Systemy obrobittu gruntu v Ukrayini [Soil tillage systems in Ukraine]. Kyiv, EKMO, 44 p.
11. Reicosky, D., Allmaras, R. (2003). Advances in Tillage Research in North American Cropping Systems. *Crop Production*, no. 8, pp. 75–125.
12. Hudz', V.P., Prymak, I.D., Bud'onnyy, Yu.V., Tanchyk, S.P. (2010). *Zemlerobstvo* [Agriculture]. Kyiv, Center for Educational Literature, 464 p.
13. Voytyuk, D., Verhunov, V.A., Mudruk, O.S. (2006). Istorija rozvytku teorii i konstrukcii pluga (HH – pochatok HH st.): navch. posib. dlja pidgotovky fahivciv iz naprjamiv "Mehanzacija ta elektrifikacija sil's'kogo gospodarstva", "Agronomija", "Ekonomika i pidpryjemstvo" ta "Menedzhment" v agrarnykh vyshhyh navch. zakl. III-IV rivniv akredytacii [History of development of the theory and design of the plow (XIX – beginning of XX century): a textbook for training specialists in the fields "Mechanization and electrification of agriculture", "Agronomy", "Economy and enterprise" and "Management" IV levels of accreditation]. Kyiv, NAU, 136 p.
14. Vyl'yams, V.R. (1939). *Pochvovedenye. Zemledelye s osnovamy pochvovedenyya* [Soil science. Agriculture with the basics of soil science]. Moscow, Selkhozgiz, 447 p.
15. Nadykto, V.T., Ayubov, A.M. (2018). Arhumenty na zakhyst pluha [Arguments for plow protection]. *Farmer*, no. 9 (105), pp. 64–66.
16. Vasylenko, V.V., Korzhov, S.Y., Vasylenko, S.Y., Khakhulya, A.N. (2014). Sposoby povyshennya kachestva otval'noy vspashky [Ways to improve the quality of dump plowing]. *Vestnyk VHAU: Teoretichesky y nauchno-praktychesky zhurnal* [Bulletin of VSAU: Theoretical and Scientific-Practical Journal]. Voronezh, Voronezh State Agrarian University, no. 3 (42), pp. 118–122.
17. Khakhulya, A.N. (2015). Vlyyanye shyriny zakhvata rabochykh korpusov pluha na podavlenye smoy rastitel'nosti [The influence of the working width of the working bodies of the plow on the suppression of weeds]. *Ynnovat-syonnye tekhnolohyy y tekhnicheskye sredstva dlya ahropromyshlennoho kompleksa: materyaly nauch. konf. prof.-prep. sostava, nauchnykh sotrudnykov y aspirantov* [Innovative technologies and technical means for the agro-industrial complex: materials of the scientific conference of the faculty, researchers and graduate students]. Voronezh, FHBOU VPO VNAU, pp. 12–14.
18. Lobachevskyy, Ya.P., Kolchyna, L.M. (2005). *Sovremennoe sostoyanye y tendentsyy razvytyya pochvoobrabatyvyayushchykh mashyn* [Current state and development trends of tillage machines]. Moscow, FHNU Rosynformahrotekh, 116 p.
19. Kurdyukova, O.M. (2011). Zasmichenist' posiviv sivozminy v zalezhnosti vid obrobittu gruntu [Clogging of crop rotation, depending on soil cultivation]. *Visnyk Poltavskoyi derzhavnoyi ahrarynoyi akademiyi* [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy], no. 1, pp. 51–54.
20. Clements, D., Benoit, D., Murphy, S., Swanton, C. (1996). Tillage effects on seed return and seed bank composition. *Weed Science*, no. 44, pp. 314–322.
21. Dehtyar'ov, V.V. (2011). Humus chornozemiv Lisostepu i Stepu Ukrayiny [Humus of the Black Soils of the Forest Steppe and Steppe of Ukraine]. Kharkiv, Maydan, 359 p.
22. Liu, X.B., Zhang, S.L., Zhang, X.Y., Ding, G.W., Cruse, R. (2011). Soil erosion control practices in Northeast China: A mini-review. *Soil & Tillage Research*, no. 117, pp. 44–48.
23. FAO (Food and Agriculture Organization) (2002). No Tillage to Prevent Soil Degradation. *Journal of D+C Development and Cooperation*, no. 1, 29 p.
24. Gallaher, R., Maglene, B. (1987). Effect of no-tillage vs. conventional tillage on soil organic matter and nitrogen contents. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, no. 18, pp. 1061–1076.
25. Sayko, F.V. (2007). Systemy obrobittu gruntiv v Ukrayini [Soil tillage systems in Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats' Natsional'nogo naukovoho tsentru "Instytut zemlerobstva NAAN"* [Proceedings of the National Science Center "Institute of Agriculture of NAAS"], no. 1, pp. 3–10. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpzeml_2007_1_3.
26. Demydenko, O.V., Tonkha, O.L., Velychko, V.A. (2013). Biohennist' chornozemu typovoho za riznoho obrobittu gruntu [The biogenicity of black soil typical for different tillage]. *Visnyk ahrarynoyi nauky* [Bulletin of agrarian science], no. 1, pp. 20–24. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2013_1_6.
27. Kravchenko, Y.S., Chen, Q., Liu, X., Herbert, S.J., Zhang, X., (2016). Conservation Practices and Management in Ukrainian Mollisols. *Journal of Agricultural Science and Technology (JAST)*. Vol. 18, pp. 845–854.
28. Kravchenko, Ju.S., Berezhnjak, Je.M., Matvii'v, G.M., Dzhan, S., Chen, Ju., Sun, T. (2015). Agrofizychni vlastyvoli chornozemu typovoho ta izogumusolju za riznykh tekhnolohiy i'hn obrobittu [Agrophysical properties of typical black soil and isogumusolju by different technologies of their cultivation]. *Visnyk ahrarynoyi nauky* [Bulletin of agrarian science]. Kyiv, Agrarian Science, no. 9 (751), pp. 17–23.
29. Kravchenko, Y. (2017). *Ukrainian Chernozem: monograph*. NUBiP of Ukraine Press. Kyiv, 182 p.
30. Davydenko, H.A. (2017). Porivnyal'na otsinka tekhnolohiy pryamoho vysivu i stryp-tillu pry vyroshchuvanni kukurudzy na zerno v umovakh STOV "Druzhba-Nova" Varvyn's'koho rayonu Chernihiv's'koyi oblasti [Comparative evaluation of direct sowing and strip-till technologies for growing corn for grain under the conditions of JSC "Druzhba-Nova" of the Varvinsky district of Chernihiv region]. *Visnyk Sums'koho natsional'nogo ahrarynoho universytetu: nauk.-metod. zhurnal – Sumy, Ahronomiya i biolohiya* [Bulletin of Sumy National Agrarian University: scientific meth-

od. magazine. Sumy. Series, Agronomy and Biology], no. 9 (34), pp. 32–38.

31. Kovalenko, O.D., Karazhbey, S.P., Merezhko, O.P. (2001). Vplyv sposobiv obrobitku na protyeroziynu stiykist' gruntu [Influence of cultivation methods on soil erosion resistance]. Zbirnyk naukovykh prats' Instytutu zemlerobstva UAAN (vyпуск 1–2) [Proceedings of the Institute of Agriculture of the UAAS]. Kyiv, Issue 1–2, Fitosotsiotsentr, pp. 17–20.

32. Netrobchuk, I.M., Boyaryn, M.V. (2006). Vplyv eroziynykh protsesiv ta fil'tratsiynykh vlastyvostey gruntiv na formuvannya yakosti vody baseynu richky Zakhidnyy Buh [Influence of erosion processes and soil filtration properties on the formation of water quality of the Western Bug River basin]. Naukovyy visnyk Volyns'koho derzhavnogo universytetu im. Lesi Ukrayinky [Scientific Bulletin of Volyn State University named after Lesya Ukrainka]. Luts'k, VDU NAU, pp. 23–28.

33. Hospodarenko, H.M., Prokopchuk, I.V., Nikitina, O.V. (2016). Efektyvnist' tryvaloho zastosuvannya orhanichnoyi systemy udobrennya v pol'oviy sivozmini [Efficiency of long-term use of organic fertilizer system in field rotation]. Orhanichne vyrobnytstvo i prodovol'cha bezpeka: zb. materialiv dop. uchasn. IV Mizhnar. nauk.-prakt. konf. [Organic Production and Food Security: Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference]. Zhytomyr, O.O. Yevenok, pp. 38–43.

34. Khodakivs'ka, O.V., Korchyns'ka, S.H. (2016). Efektyvnist' zastosuvannya mineral'nykh i orhanichnykh dobryv u sil'skomu hospodarstvi [Efficiency of application of mineral and organic fertilizers in agriculture]. Ekonomika APK [AIC Economics], no. 4, pp. 21–27. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/E_apk_2016_4_5.

35. Kravchenko, Y., Lopatko, K., Aftodiliants, Y., Trach, V. (2015). The effect of colloidal nanoparticles on Plant Grows, Phytotoxicity and Crop Yields. Fertiliser Technology I: Synthesis. Studium Press LLC. USA, no. 1, pp. 408–443.

36. Prymak, I., Vakhniy, S.P., Bomba, M.Ya. (2001). Eroziya i deflyatsiya hruntiv ta zakhody borot'by z nymy: navch. posibnyk dlya stud. ahronom. spets. vyshchykh ahrarykh zakl. osvity III-IV rivniiv akredytatsiyi [Soil erosion and deflation and measures to combat them: study. a guide for students of agronomic specialties of higher agricultural educational institutions of the III-IV levels of accreditation]. Bila Tserkva, Bila Tserkva State Agrarian University, 392 p.

37. Nakaz № 440/71. (2008). Pro zatverdzhennya Metodichnykh rekomendatsiy shchodo optymal'noho spivvidnosnennya sil'skohospodars'kykh kul'tur u sivozminakh riznykh gruntovo-klimatychnykh zon Ukrayiny. Ministerstvo ahrarynoi polityky Ukrayiny, Natsional'na akademiya ahrarykh nauk, 18.07.2008 [Order No. 440/71. On approval of Methodical recommendations on the optimal ratio of crops in crop rotation of different soil and climatic zones of Ukraine. Ministry of Agrarian Policy of Ukraine, National Academy of Agrarian Sciences, 18.07.2008]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/card/v0440555-08>

38. Patyka, V.P., Zakharova, O.M. (2015). Ripak i yoho fitosanitarni vlastyvosti [Rapeseed and its phytosanitary properties]. Visnyk ahrarynoi nauky [Bulletin of agrarian science], no. 7, pp. 22–26. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2015_7_6.

39. Karpenko, O.Yu., Rozhko, V.M. (2015). Vplyv poperednykiv na fitotoksychnist' hruntu v posivakh kukurudzy na zerno [Effect of precursors on soil phytotoxicity in maize crops on grain]. Naukovi dopovidi Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrayiny [Scientific reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine], no. 4. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_4_15.

40. Polyakova, I.O., Topchiiy, M.A. (2013). Vplyv bezzminnoho vyroshchuvannya sonyashnyku na pokaznyky rodyuchosti gruntu [Influence of constant sunflower cultivation on soil fertility rates]. Naukovo-tekhnichnyy byuleten' Instytutu oliynykh kul'tur NAAN [Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oil Crops of NAAS], no. 19, pp. 96–101. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpioik_2013_19_17.

41. Kirilesko, O.L. (2013). Vplyv nasychennya lanok kormovykh sivozmin bahatorichnymy travamy i promizhnymy kul'turamy na balans humusu v grunti [Influence of saturation of fodder crop rotations on perennial grasses and intermediate crops on humus balance in soil]. Kormy i kormovobnytsstvo [Feed and feed production], no. 76, pp. 151–158.

42. Tsylyuryk, O.I. (2009). Vplyv sposobiv osnovnoho obrobitku gruntu chystoho paru na ahrofizychni vlastyvosti ta ahrofizychni vlastyvosti ta vodnyy rezhym gruntu [Influence of methods of basic tillage of pure steam on agro-physical properties and agro-physical properties and water regime of soil]. Ahrokhimiya i gruntoznavstvo [Agrochemistry and Soil Science], no. 71, pp. 31–36.

43. Ivanyuk, V. (2011). Vplyv bezzminnoho vyroshchuvannya buryakiv tsukrovykh na produktyvnist' i rodyuchist' gruntu [Influence of constant sugar beet cultivation on soil productivity and fertility]. Visnyk LNAU: Agronomija [Bulletin of LNAU: Agronomy], no. 15 (2), pp. 263–267.

44. Baranovs'kyi, V.D. (2002). Optyimizatsiya struktury posivnykh plosch sivozmin iz tsukrovymy buryakamy v umovakh nestiykoho zvolozhennya na chornozemi typovomu: avtoref. dys...kand. s.-h. nauk: 06.01.01 [Optimization of sowing area structure of crop rotations with sugar beet in conditions of unstable moistening on typical black soil: abstract. diss. Cand. of Agricultural Sciences: 06.01.01.]. Kyiv, 19 p.

45. Demydenko, O.V. (2013). Retsyrykulyatsiynne vidnovlennya fizyko-khimichnykh i ahrofizychnykh vlastyvostey u protsesi gruntoutvorennya chornozemu typovoho Livoberezhnoho Lisostepu [Recirculation restoration of physicochemical and agrophysical properties in the process of soil formation of chernozem of typical Left Bank Forest Steppe]. Zbirnyk naukovykh prats' Natsional'noho naukovoho tsentru «Instytut zemlerobstva UAAN» [Proceedings of the National Science Center "Institute of Agriculture of NAAS"], no. 1–2, pp. 26–37.

46. Zinchenko, O.I., Salatenko, N., Bilonozhko, M.A. (2001). Roslynnnytstvo [Plant growing]. Kyiv, Agrarian science, 591 p.

47. Dats'ko, L.V., Dats'ko, M.O. (2009). Pidbir syderativ dlya riznykh gruntovo-klimatychnykh zon [Selection of siderates for different soil and climatic zones]. Zb. naukovykh prats' NNTs «Instytut zemlerobstva UAAN» [Collection of Scientific Papers of the National Academy of Sciences of Ukraine "Institute of Agriculture of UAAS"]. Kyiv, pp. 58–66.

48. Hospodarenko, H.M. (2015). Ahrokhimiya [Agrochemistry]. Kyiv, SIK HRUP UKRAYINA, 376 p.

49. Hudz', V.P. (2007). Adaptyvni systemy zemlerobstva [Adaptive farming systems]. Kyiv, Center for Educational Literature, 336 p.

50. Makarova, H.A., Hlushchenko, M.K., Vakulenko, Yu.V. (2008). Syderatsiya yak faktor pidvyshchennya rodyuchosti gruntiv [Sideration as a factor in increasing soil fertility]. Naukovi pratsi, seriya – Ekolohiya [Scientific works, series – Ecology], no. 81 (68), pp. 51–54.

51. Dats'ko, L., Shcherbatenko, O. (2006). Pidbir syderativ u sivozminakh dlya riznykh gruntovo-klimatychnykh zon Ukrayiny [Selection of siderata in crop rotation for different soil and climatic zones of Ukraine]. Ekolohiya: Problemy adaptyvno-landshaftnoho zemlerobstva. Dopovidi uchasnykiv II mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi 20–22 chervnya 2006 roku [Ecology: Problems of adaptive-landscape agriculture. Reports of the participants of the II International Scientific Conference on June 20–22, 2006]. Ivano-Frankivs'k, 84 p.

52. FAO (Food and Agriculture Organization). (2008). Manual on integrated soil management and conservation practices. FAO Land and Water Bulletin, no. 8.
53. Khasanov, R.F., Suyundukov, Ya.T. (2011). Mnogoletnye travy y strukturnoe sostoyanye chernozemov vyshchelochnykh zaural'ya respubliki Bashkortostan [Perennial grasses and structural state of leached chernozems of the Trans-Urals of the Republic of Bashkortostan]. *Fundamental'nye yssledovaniya* [Basic research], no. 12, pp. 530–534.
54. Hudz', V.P., Mishchenko, Yu.H., Prasol, V.I., Mukha, L.V., Didora, V.H., Kropyvnyts'kyi, R.B. (2011). Vplyv syderatu i sposobiv osnovnogo obrobittu gruntu na ob'yemnu masu ta vodospozhyvannya posiviv kartopli [Impact of siderata and methods of basic tillage on bulk weight and water consumption of potato crops]. *Naukovi dopovidi Nats. un-tu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy* [Scientific reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine], no. 1 (23). Available at: <http://nd.nubip.edu.ua/2011-1/11krbcsp.pdf>. 2223-1609.
55. Balyuk, S.A., Tovazhnyans'kyi, L.L. (2010). Naukovi ta prykladni osnovy zakhystu gruntiv vid eroziyi v Ukraini [Scientific and applied bases of soil protection against erosion in Ukraine]. Kharkiv, NTU "KhPI", 460 p.
56. Zubets', M.V. (2010). Naukovi osnovy ahropromyslovoho vyrobnytstva v zoni Stepu Ukrainy [The scientific basis of agroindustrial production in the zone of Stepu Ukraine]. Kyiv, Agrarian science, 984 p.
57. Tsvey, Ya.P., Nedashkivs'kyi, O.I., Matsevets'ka, N.M. (2010). Mul'chuvannya pry vyroshchuvanni nasynnykiv tsukrovyykh buryakiv [Mulching when growing sugar beet seeds]. *Agronom* [Agronomist], no. 4, pp. 78–79.
58. Khareba, A.V., Nesyn, V.M., Kasyan, O.I. (2010). Vplyv riznykh vydiv mul'chi na rist i nasynnyevu produktyvnist' ta zabur'yanenist' posiviv kapusty biloholovoyi pizn'ostykhloyi [Influence of different types of mulch on growth and seed productivity and weediness of late cabbage]. *Ovochivnytstvo i bashtantystvo* [Vegetables and melons], no. 56, pp. 224–246.
59. Kravchenko, Y., Petrenko, L., Xingyi, Z. (2010). Ukrainian Chernozems: genesis, properties and amendment. *Proceedings of the International Symposium on Soil Quality and Management of World Mollisols*. Northeast Forestry University Press, Harbin, pp. 3–24.
60. Lafflen, J., Colvin, T. (1981). Effect of crop residue on soil loss from continuous row cropping. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, no. 24, pp. 605–609.
61. Horning, L., Stetler, L., Saxton, K. (1998). Surface residue and soil roughness for wind erosion protection. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, no. 41, pp. 1061–1065.
62. Norton, L., Cogo, N., Moldenhauer, W. (1985). Effectiveness of mulch in controlling erosion. *Soil erosion and conservation*; El-Swaify et al. (Eds). Soil Conservation Society of America, Ankeny, IA, pp. 598–606.
63. Chornyy, S., Vydynivs'ka, O.V., Voloshenyuk, A.V. (2012). Protodeflyatsiyna efektyvnist' systemy zemlerobstva no-till v umovakh pivdennoho stepu Ukrainy [Anti-deflationary efficiency of the no-till farming system in the southern steppe of Ukraine]. *Biologichni systemy* [Biological systems], no. 1 (4), pp. 116–119.
64. Tarariko, O., Lobas, M. (1998). Normatyvy gruntozakhysnykh konturno-melioratyvnykh system zemlerobstva [Standards of soil protection contour-reclamation systems of agriculture]. Kyiv, UAAS, Institute of Agroecology and Biotechnology, 158 p.
65. Naukovi osnovy ahropromyslovoho vyrobnytstva v zoni Lisostepu Ukrainy [Scientific basis of agro-industrial production in the forest-steppe zone of Ukraine]. *Ukrayins'ka akademiya ahrarnykh nauk* [Ukrainian Academy of Agrarian Sciences]. Kyiv, Lohos, 2004, 776 p.
66. Tarariko, O.H., Il'yenko, T.V., Syrotenko, O.V., Kuchma, T.L. (2015). Formuvannya zbalansovanykh ahrolandshafti v na pryntsyypakh gruntozakhysnoyi konturno-melioratyvno yi systemy zemlekorystuvannya [Formation of balanced agro-landscapes in the principles of soil-protective contour-reclamation system of land use]. *Zemlerobstvo* [Agriculture], no. 1, pp. 13–18.
67. Furman, V.M., Lyusak, A.V., Oliynyk, O.O. (2016). Gruntozakhysna konturno-melioratyvna systema zemlerobstva [Soil protection contour-reclamation system of agriculture]. Rivne, FOP Mel'nikova M.V., 215 p.
68. Mihal'ov, A. (2018). Doslidzhennya i naukovo-tekhnicna ekspertyza smuhovoho sposobu obrobittu gruntu pry vyroshchuvanni soyi na zroshenni [Research and scientific and technical examination of the strip method of cultivation of soils in soybean cultivation on irrigation]. *Tekhniko-tekhnologichni aspekty rozvytku ta vprobuvannya novoyi tekhniki i tekhnolohiy dlya sil'skoho hospodarstva Ukrainy* [Technical and technological aspects of development and testing of new machinery and technologies for Ukrainian agriculture]. *Doslidnyts'ke*, pp. 121–129.
69. Muzyka, O.P., Mihal'ov, A.O., Malyarchuk, A.S. (2013). Efektyvnist' sposobiv osnovnogo obrobittu gruntu pid kukurudzu na zerno v sivozmini na zroshenni Pivdnyia Ukrainy [Efficiency of the methods of basic tillage under corn for grain in rotation on irrigation of the South of Ukraine]. *Melioratsiya i vodne hospodarstvo* [Land reclamation and water management], no. 100 (2), pp. 32–41. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mivg_2013_100%282%29_7.
70. Truskavets'kyi, R.S., Tsapko, Yu.L., Kalinichenko, V.M. (2011). Sposib vyroshchuvannya vysokobilkovoho trav'yanoho kormu na zaplavnykh zemlyakh [A method of growing high-protein grass fodder on floodplain lands]. *Zaversheni naukovi rozrobky 2006 – 2010, Naukovo-informatsiynyy zbirnyk zavershenykh naukovykh rozrobok NNTs "IHA imeni O.N. Sokolovskoho"* [Completed Scientific Developments 2006–2010, Scientific and Information Collection of Completed Scientific Developments of the Scientific and Production Center "IGA named after O.N. Sokolovsky"]. Kharkiv, pp. 51–52.
71. Bezruchko, Y.N., Myl'chevskoy, L.Ya. (1990). *Spravochnyk po pochvozashchytnomu zemledelyu* [Directory of soil protection agriculture]. Kyiv, Harvest, 280 p.
72. Sokolov, N.M., Strel'tsov, S.B., Khudyakov, V.V. (2015). Vlyyanye parametrov hrebne-sternevykh kulys na ynfyl'tratsyyu vody v pochvu y jerozyonnyy protsess [The influence of the parameters of the comb-stubble wings on the infiltration of water into the soil and the erosion process]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prykladnykh y fundamental'nykh yssledovanyy* [International Journal of Applied and Basic Research], no. 12 (1), pp. 19–22.
73. Kopystyns'kyi, M.M. (1988). Protjeroziyni hidrotekhnichni sporudy [Anti-erosion hydrotechnical structures]. Kyiv, Harvest, 176 p.
74. Tararyko, A.H., Verhunov, V.A. (1992). *Pochvozashchytnaya konturno-melioratyvnaya systema zemledelya* [Soil-protective contour-reclamation system of agriculture]. Kyiv, UkrINTEI, UkrNIIZ, 72 p.
75. Svitlychnyy, O.O., Chornyy, S.H. (2007). *Osnovy eroziyevnavstva* [Basics of erosion science]. Sumy, University book, 266 p.

Воспроизводство плодородия черноземов Украины при почвозащитном земледелии
Кравченко Ю.С.

В Украине 57,5 % сельскохозяйственных угодий подвергаются эрозионному воздействию, ежегодно теряется

10–24 млн т гумуса, 0,3–0,96 млн т азота, 0,7–0,9 млн т фосфора, 6–12 млн т калия. Деградационные процессы распространены также и на черноземах, которые занимают около 60 % территории Украины.

Цель исследования – установить наиболее эффективные почвозащитные практики и законодательные решения, направленные на сохранение или восстановление плодородия черноземов Украины.

В статье были использованы результаты собственных полевых и лабораторных исследований, экспериментальные данные агрохимической паспортизации земель Украины, данные научных литературных источников, фотодокументов и инструктивных материалов.

Установлено, что длительное применение глубокой плоскорезной обработки на черноземе типичном увеличивает, по сравнению со вспашкой, содержание 10–0,25 мм воздушно-сухих и водоупорных агрегатов, плотность сложения, запасы влаги, водопроницаемость, содержание подвижного фосфора и обменного калия, pH_{H_2O} , запасы $CaCO_3$, содержащее гуминовых и фульвокислот, молекулярных масс гуминовых кислот – на 5,5 и 3,06 %; 0,05 г/см³; 25,5 мм; 22,6 мм/ч; 0,1 и 3 мг/100 г почвы; 0,03 pH_{H_2O} ; 18 т/га, 0,02 и 0,04 %, 91195 kDa соответственно. Прирост урожая от внесения удобрений может достигать 60 % в Полесье, 40 % – в Лесостепи, 15 % – в увлажненной Степи, 10 % – в сухой Степи и 40 % – в орошаемой Степи.

В почвозащитных севооборотах размещение и чередование сельскохозяйственных культур целесообразно сочетать с полосным или кулисным размещением посевов с учетом элементов рельефа, залужение, применение противэрозионных конструкций. При увеличении площадей под промежуточными культурами до 8–10 % от пахотных земель, сельское хозяйство в Украине получит дополнительно 10–12 млн т кормовых единиц, или 20–22 % от всех кормов в полевом кормопроизводстве. Эродированные черноземы Украины целесообразно мульчировать в зависимости от их гранулометрического состава: 1,3 т/га мульчи – для супесчаного и суглинистого, 1,9 т/га – песчаного и 1,1 т/га – пылевато-суглинистого грунта.

При почвозащитном земледелии возможно сведение к минимуму деградационных процессов и эффективно улучшить свойства почв, необходимых для реализации биологического потенциала культурных растений.

Ключевые слова: чернозем, деградация, плодородие, почвозащитные технологии.

Ukrainian Chernozem Fertility Reproduction under Soil Conservation Agriculture

Kravchenko Yu.

In Ukraine 57.5 % of agricultural land is subjected to erosion with 10–24 million tons of humus, 0.3–0.96 million tons of nitrogen, 0.7–0.9 million tons of phosphorus and 6–12 million tons of potassium lost annually. Degradation processes are also common on chernozems, which cover about 60 % of the Ukrainian territory.

The aim of the research is to define the most effective soil conservation practices and legislative decisions aimed to conservation/recovering the Ukrainian chernozem fertility.

The experimental data of the agrochemical certification of Ukrainian lands, data from scientific papers, stock and instructional materials as well as our own field and laboratory studies were used.

It has been established that the long-term use of deep subsurface tillage on typical chernozem increases, compared with plowing, the content of 10–0.25 mm of air-dry and water-resistant aggregates, the bulk density, soil water storages, water infiltration rates, the content of mobile phosphorus and exchangeable potassium, pH_{H_2O} , $CaCO_3$ stocks, the contents of humic and fulvic acids, molecular weights of humic acids – by 5.5 and 3.06 %; 0.05 g/cm³; 25.5 mm; 22.6 mm/h; 0.1 and 3 mg/100 g of soil; 0.03 pH_{H_2O} ; 18 t/ha, 0.02 and 0.04 %, 91195 kDa, respectively. Fertilizers may contribute to the crop yields increase from by 60% in the Polissya, by 40 % – in the Forest Steppe, by 15 % – in the Wet Steppe, by 10 % – in the Dry Steppe and by 40 % – in the Irrigated Steppe areas. In soil-conservation rotations, the crop placement and alternation are advisable to combine with strips or hills sowing, taking into account the local relief features; soil alkalization, applying anti-erosion structures. Ukrainian agriculture will receive additional 10–12 million tons of forage units or 20–22 % from all fodder in a field agriculture under increasing 8–10 % of arable lands for intercrops. It is advisable to mulch the eroded chernozems of Ukraine depending on their texture composition: 1.3 t/ha of mulch for sandy and loamy soils, 1.9 t/ha – for sandy and 1.1 t/ha – for loamy soils.

The implementation of soil conservation agriculture can minimize some soil degradation processes and improve effective soil properties required to realize the biological potential of cultivated plants.

Key words: chernozem, degradation, fertility, soil conservation technologies, agriculture policy.



Copyright: © Kravchenko Yu.



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.