

УДК 631.51

© 2016

В.В. Адамчук,

*академік НААН,
доктор технічних наук*

*Національний науковий центр
«Інститут механізації та
електрифікації сільського
господарства»*

В.М. Булгаков,

*академік НААН,
доктор технічних наук*

С.П. Танчик,

*член-кореспондент
НААН, доктор сільсько-
господарських наук*

*Національний
університет біоресурсів
і природокористування
України*

В.Т. Надикто,

*член-кореспондент НААН,
доктор технічних наук*

*Таврійський державний
агротехнологічний
університет*

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ОРАНКИ ЯК ОСОБЛИВОГО ПРИЙОМУ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ*

Мета. На основі огляду різних систем обробітку ґрунту сформулювати основні критерії їх обґрунтованого, ефективного використання в сучасних умовах ведення високотехнологічного сільського господарства та визначити в них місце і роль оранки. **Методи.** Використано методичні підходи аналітичного дослідження, засновані на огляді, порівнянні й аналізі основних агрофізичних та механічних способів і прийомів впливу на ґрунт, які використовуються в галузі ґрунтознавства та механізації сільського господарства. **Результати.** Розглянуто сучасні визначення таких понять, як система, прийоми і способи обробітку ґрунту. Підкреслено виняткову роль оранки у процесі відновлення структури ґрунту як одного з найважливіших чинників збереження його родючості. Запропоновано умову, за якої доцільно проводити полицевий обробіток ґрунту. **Висновки.** Відомі нині системи обробітку ґрунту, які потребують уточнення своїх визначень, можуть бути реалізовані 3-ма способами: полицевим, безпліцевим і комбінованим. Одним із важливих прийомів полицевого способу обробітку ґрунту є оранка, здійснювати яку слід з використанням передплужників або двоярусних плугів і не щороку, а тоді, коли коефіцієнт структурності верхнього шару ґрунту (8–10 см) буде меншим ніж 0,76.

Ключові слова: ґрунт, система обробітку, спосіб, прийом, оранка, плуг, передплужник, коефіцієнт структурності.

Останнім часом у вітчизняній аграрній науці набула поширення нова класифікація систем обробітку ґрунту, запропонована для широкого вжитку, з такими їх назвами: традиційна, мульчувальна, консервувальна та *no-till* [6].

При цьому оранку автори зазначеної роботи [6] зараховують до традиційної системи обробітку ґрунту, яка, між іншим, передбачає

здійснення розпушування ґрунту на глибину 20–32 см із повним загортанням рослинних решток, але чомусь на глибину лише 8–12 см. Крім того, всі запропоновані ними системи обробітку ґрунту чомусь передбачають і таку технологічну операцію, як загортання насіння сільськогосподарських культур на задану глибину — тобто сівбу.

Однак зовсім інші назви систем обробітку

* Стаття має дискусійний характер і друкується в порядку обговорення.

ґрунту встановлює чинний ДСТУ 4691:2006 «Землеробство. Терміни та визначення понять». У ньому зазначається, що таких систем є лише 3: диференційована, мінімальна і ґрунтозахисна. Згідно зі змістом цих понять, оранка може бути, на нашу думку, складовою лише диференційованої системи, яка, як наголошує стандарт, «передбачає різні способи обробітку ґрунту під окремі культури».

Для подальшого аналізу спочатку потрібно визначитися з деякими ключовими поняттями. Передусім це стосується самого поняття «система обробітку ґрунту». Згідно з уже згаданим ДСТУ 4691:2006, під нею розуміють «комплекс прийомів і способів обробітку ґрунту під культури сівозміни».

Далі у цьому стандарті визначено, що обробіток ґрунту — це механічна дія на нього робочими органами ґрунтообробних машин і знарядь з метою оптимізації ґрунтових умов для вирощування сільськогосподарських культур. З урахуванням цього загортання насіння різних культур на задану глибину вже є складовою не обробітку ґрунту, а такого технологічного процесу, як сівба. А тому визначення, викладені в роботі [6], з погляду законності та елементарної логіки, не зовсім відповідають тим, які характеризують виключно системи обробітку ґрунту.

Основний обробіток, зазначається в ДСТУ 4691:2006, — це «найглибший обробіток ґрунту під певну культуру сівозміни», а глибокий обробіток — «обробіток ґрунту на глибину понад 24 см».

Самі по собі визначення ДСТУ як простий переклад українською широковідомого раніше ГОСТ 16265–89 «Земледелие. Термины и определения» є, на наш погляд, не тільки недоскональними, а іноді й не зовсім точними.

По-перше, потрібно докладно розібратися з основними формулюваннями цього Державного стандарту і проаналізувати їх. Так, абсолютно не зрозуміло, як треба тлумачити вираз «найглибший обробіток ґрунту». *По-друге*, чим зумовлений визначальний рівень глибини обробітку ґрунту саме у 24 см? Адже відповідно до ДСТУ, оранка на глибину 25 см — це глибокий обробіток ґрунту, а якщо на глибину 22–24 см (що дуже поширено у звичайному сільськогосподарському виробництві) — то вже неглибокий. *По-третьє*, якщо восени здійснювати лише дискування стерні зібраної культури на глибину до 10–12 см, а навесні обмежитися боронуванням зябу і культивуцією ґрунту на ті ж самі 10–12 см, то чи слід ці технологічні операції зарахувати до основного обробітку ґрунту?

А чи буде коректним у такому разі твердження, яке навіть винесене у назву праці [10], що прикочування ґрунту є одним із основних способів його обробітку? Звичайно ж ні!

Тому є потреба ґрунтовно вивчити й логічно визначити всі ці поняття з метою впорядкування та безпомилкового і точного їх подальшого використання.

Згідно з ДСТУ 4691:2006, основних способів обробітку ґрунту, за великим рахунком, лише 2: полицевий і безполицевий. Останній, як відомо, здійснюється без обертання орного шару. Зазначений державний стандарт до нього зараховує й обробіток ґрунту дисковими знаряддями (наприклад, дисковим плугом), підкреслюючи, що цей спосіб забезпечує кришення, часткове перемішування ґрунту і знищення бур'янів.

Насправді навіть робота луцильника, не кажучи вже про дискову борону, а тим більше про дисковий плуг, характеризується нехай і неповним, але все ж таки обертанням оброблюваного шару ґрунту. З огляду на це виходить, що дисковий обробіток ґрунту також слід зарахувати до полицевого способу.

А якщо це так, то важко не погодитися, що насправді існує і 3-й спосіб обробітку ґрунту — комбінований, який не означений у згаданому ДСТУ. На практиці він реалізується поширеними знаряддями, які за один прохід здійснюють дисковий (тобто полицевий) обробіток верхнього шару ґрунту і безполицевий — нижнього. Отже, можна зробити попередній висновок, що за технологічним змістом цього способу певною мірою відповідає означена у роботі [6] лише консервувальна система обробітку ґрунту.

Окремо слід підкреслити, що у перекладі з англійської «*по*» означає ні, а «*till*» — обробіток ґрунту. Виходить, що за своєю природою ця система принципово не може називатися системою обробітку ґрунту. Навпаки, цілком зрозуміло й логічно, що це — технологія вирощування сільськогосподарських культур саме без застосування обробітку.

Якщо далі керуватися поняттями ДСТУ 4691:2006 щодо визначення системи обробітку ґрунту, то оранка — це один із її прийомів (як, наприклад, боронування, фрезерування, культивування тощо). Водночас стандарт в іншому місці чомусь класифікує її як полицевий спосіб обробітку ґрунту.

Виникає цілком зрозуміле запитання, а в чому ж причини такого стану речей. Ситуація ускладнюється тим, що нині, крім понятійної невизначеності, маємо ще й роздвоєність

поглядів щодо застосування оранки. Згідно з першим із них, учені та відомі виробничники постійно твердять про техніко-економічну недоцільність й агротехнічну шкідливість цього прийому обробітку ґрунту. Особливо з погляду невинного спадання його родючості. Так, відомий землероб-практик І.Є. Овсінський [9] ще на початку минулого століття вважав цю технологічну операцію взагалі шкідливою і пропонував здійснювати її лише один раз: «Глубокая вспашка — это порча почвы или непроизводительная трата удобрений; только в исключительных случаях она может быть произведена один раз в качестве мелиоративного (улучшающего) средства. Это имеет место тогда, когда верхний слой почвы отличается дурными качествами и можно его поправить землю, извлеченной из почвы» [6].

Практично таку саму позицію займав і один із перших засновників органічного землеробства американський фермер Е. Фолкнер, видавши працю «Безумство орача», яка багато років вважалася фундаментальною.

Відстежимо, а які були погляди авторитетних вчених на оранку з позиції загального ґрунтознавства.

Академік В.Р. Вільямс дотримувався інших поглядів, з якими і нині важко не погодитися. Так, у своїх працях він зауважував, що врожай будь-якої сільськогосподарської культури залежить від наявності багатьох життєвих факторів, серед яких чільне місце посідають волога і поживні речовини [4]. Причому їх вплив на розвиток рослин здійснюється через посередника — ґрунт. У результаті жоден грам води чи органічних сполук не може проникнути з ґрунту в організм будь-якої рослини інакше ніж через її кореневу систему, що міститься саме в середині ґрунтового середовища. Звідси вчений формулює цілком логічний висновок, що родючість ґрунту — це його здатність забезпечити життєву потребу рослин в одночасній і спільній наявності 2-х основних чинників їх існування — вологи та поживних речовин [4].

Далі він констатує, що ґрунт за своєю структурою може перебувати принаймні у 2-х протилежних станах: грудкуватому (структурному) і роздільночастинному (знеструктуреному). Перший із них — це більш-менш пухкий шар грудочок діаметром від 1 до 10 мм, які формуються за допомогою такого особливого «цементу», яким є гумус.

У другому ж знеструктуреному стані окремі частинки ґрунту, між якими немає жодного взаємозв'язку, залягають суцільною масою

на всю глибину орного горизонту. І гумусу тут практично немає. А якщо він і є, то зазвичай перебуває у так званому недіяльному стані.

Також В.Р. Вільямс висуває дуже важливу тезу, суть якої полягає в тому, що в неструктурному ґрунті вода й поживні речовини є антагоністами на противагу структурному. За роздільночастинного стану ґрунту простір між його частинками може бути заповнений або повітрям, або вологою. У першому випадку в ньому інтенсивно відбувається аеробний процес, але за відсутності води культурні рослини не в змозі досить повно використати наявні поживні мінеральні речовини. Відомо, що добрий урожай сільськогосподарських культур завжди є результатом частих, але не сильних дощів. І навпаки, за наявності у неструктурному ґрунті лише вологи, розклад органічних решток може взагалі не відбуватися.

Отже, оскільки лише грудкувата структура ґрунту здатна одночасно забезпечити рослини вологою й елементами живлення, то її слід постійно підтримувати в належному стані. Саме це твердження вченого є *першим завданням продуктивного рільництва*.

Тепер подивимося, до чого може призвести неусвідомлення важливості цього завдання? Припустимо, що ґрунт є структурним. Зруйнувати цю структуру через відповідне ущільнення (рушіями сучасних енергетичних засобів та сільськогосподарських машин/знарядь, наприклад) досить легко, а повернути її у попередній стан — доволі проблематично. Застосовуване на практиці розпушування поверхневого шару ґрунту після проходу рушіїв енергетичного засобу, на жаль, не розв'язує цієї проблеми. Річ у тім, що істотно зменшену через ущільнення шпаруватість ґрунту (менше 50%) можна відновити лише завдяки життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів. Однак для цього потрібні відповідні умови і час. Більше того, за переущільнення ґрунту навіть при достатній кількості гумусу він обов'язково втратить свою родючість. Просто в цьому разі значна частина «діяльного» гумусу перейде у стан «недіяльного», а методикою перетворення другого стану у перший науковці, на жаль, поки що не володіють. Саме тому проблема запобігання переущільненню ґрунтового середовища має бути їх постійною турботою. Проте, на жаль, техніка, яка застосовується нині на полях, стає дедалі важчою!

Однак, хоч як би підтримувалася грудкувата структура ґрунту, з часом під впливом опадів та атмосферного повітря верхній його шар (приблизно завглибшки 8–10 см) має

тенденцію до поступового переходу у роздільночастинний стан [4]. Це відбувається тому, що гумус як продукт синтезу анаеробних бактерій поступово розпадається в аеробних умовах, і між частинками ґрунту втрачається будь-який взаємозв'язок. Значною мірою цьому сприяють заміщення в гумусі катіону кальцію (Ca^{2+}) катіоном амонію (NH_4^+), а також механічний обробіток ґрунтового середовища, коли разом з відновленням його грудкуватої структури відбувається часткове розпушення й розпорощення грудочок до роздільночастинного складу.

У результаті верхній шар ґрунту поступово втрачає свої культурні властивості, тобто родючість. Цей процес можна лише уповільнити, але не зупинити, з чим, до речі, категорично не погоджуються (цілком очевидно, що безпідставно) прихильники системи «no-till».

Як зазначає В.Р. Вільямс, є й *друге завдання рільництва*, яке полягає у *періодичному* відновленні міцності структури ґрунту. Саме *періодичному*, а не постійному, оскільки міцність (тобто здатність грудочок ґрунту протистояти розмиванню їх водою) втрачається і відновлюється поступово впродовж кількох вегетаційних періодів.

На нашу думку, періодичність застосування оранки має визначатися землеробами з огляду на аналіз стану ґрунту в кожному окремому випадку, оскільки за 1–2 роки ґрунтового середовища нижнього шару (глибше ніж 10–12 см) далеко не завжди встигає відновити свою структуру.

Річ у тім, що за рік мертві органічні рештки, загорнуті в ґрунт, досить часто не можуть бути повністю розкладені анаеробними бактеріями. Як підкреслює В.Р. Вільямс, цьому заважає накопичення в ґрунті продукту їх діяльності — ульмінової кислоти. Періодичне продовження мінералізації органічних решток можливе лише за умови її денатурації — переходу в речовину гумін, а цей процес відбувається лише взимку за низьких температур ґрунту. Ось чому досить часто після внесення гною або загортання не зовсім подрібнених решток грубостеблових культур у ґрунт під час оранки наступного року плужні корпуси виносять на поверхню не повністю розкладені органічні рештки. Найімовірніше, для цього потрібен довший період часу.

Для відновлення міцності структури верхнього ґрунтового шару його треба ізолювати від впливу краплинної атмосферної води й повітря через переміщення на місце нижнього шару — структурного.

Завдання поміняти місцями два шари

ґрунту без будь-якого перемішування (що принципово неприпустимо!) нині здатний вирішити поки що лише плуг, але обов'язково обладнаний передплужниками.

Отже, ми послідовно підійшли до проблем, безпосередньо пов'язаних з оранкою, з позицій загального ґрунтознавства, жодним чином не порушуючи їх основних класичних постулатів.

Як відомо, плуг обертає шар ґрунту за два прийоми. Спочатку передплужник скидає на дно борозни розламані по поверхнях найменшого опору глиби знеструктуреного ґрунту, а потім основний корпус плуга засипає їх зверху піднятою знизу грудкуватою (попередньо оструктуреною) масою. Чи не нагадує це саме те «*мелиоративное (улучшающее) средство*», про яке зазначав І.Є. Овсінський у своєму наведеному вище твердженні?

Згодом у нижньому шарі в анаеробних умовах розпочинається процес відновлення міцності структури ґрунту. Він є значно ефективнішим, ніж той, що за певних умов відбувається в грудках верхнього шару. Тому ніяк не можна погодитись із сучасними вітчизняними дослідниками, які стверджують, що саме уявлення про аеробні умови у верхній частині орного шару й анаеробні у нижніх слугували обґрунтуванням теорії відвального обробітку ґрунту. Цей принципово важливий постулат, на нашу думку, базується не на уяві, а на достатньому фактичному науковому матеріалі таких відомих ґрунтознавців, як В.Р. Вільямс та ін.

Оскільки втрата структури ґрунту верхнім шаром і її відновлення нижнім шаром не відбувається за рік, то потреби у щорічному здійсненні оранки фактично немає. Ризикнемо стверджувати, що орний горизонт ґрунту можна експлуатувати без обертання доти, доки верхній його шар завглибшки 8–10 см не дійде до граничної структурності.

На практиці граничну структурність прийнято оцінювати коефіцієнтом структурності ґрунту K_C , тобто відносною кількістю агрономічно цінних агрегатів, до яких належать грудочки ґрунту діаметром від 0,25 до 10,0 мм [8]:

$$K_C = \frac{\sum M_a}{\sum M_o}$$

де M_a — маса ґрунтових частинок діаметром 0,25–10,0 мм; M_o — маса ґрунтових частинок, діаметр яких менший ніж 0,25 мм і більший ніж 10,0 мм.

Методика визначення показника K_C дуже проста, а сам процес отримання його значення

нетрудомісткий. Рішення про необхідність проведення оранки ухвалюється тоді, коли значення коефіцієнта структурності ґрунту є меншим ніж 0,67. Використання цього важливого показника слід уважати обов'язковим для всіх виробників сільськогосподарської продукції, що господарюють нині на землі.

Окремо слід сказати про використання передплужників під час оранки. У праці [8] розглядаються поширені причини їх видалення виробничниками. Проте слід пам'ятати, що технологічно виправданим використання плуга без передплужників є тільки в разі загортання органічних добрив (гною) або вапна у ґрунт.

За інших умов, навіть за відсутності бур'янів на полі, видалення передплужника призводить до простого перемішування верхнього (знерстуреного) та нижнього (ще недостатньо оструктуреного) шарів ґрунту з поступовою втратою його структури в усьому орному горизонті. Через це останній перетворюється на гомогенне середовище, тоді як за оранки з передплужником він (орний горизонт) завжди є гетерогенним.

Як зазначають автори праці [5], ширина захвату передплужника становить 2/3 ширини захвату основного корпусу плуга. Виникає цілком зрозуміле питання, а чим це зумовлено? Також у роботі [5] зазначається, що це потрібно для того, щоб за скидання передплужником скиби ґрунту в борозну перша мала можливість лягти на дно другої, а не заклинюватися між стінкою борозни і верхньою межею попередньо оберненої скиби.

Відповідь на це запитання знаходимо у того самого В.Р. Вільямса [4]. Згідно з його поясненнями, зменшення ширини захвату передплужника зумовлено тягловими здатностями рушія того часу — тобто коня. За однакового значення ширини захвату основного корпусу плуга і передплужника однокорпусне орне знаряддя за тяговим опором було занадто важке для одного коня і занадто легке для двох.

Очевидно, що саме з урахуванням цієї обставини німецький селянин-конструктор плуга Р. Сакк ще у 1863 р. зменшив ширину захвату передплужника на одну третину відносно захвату основного корпусу. У результаті відрізання верхньої скиби ґрунту передплужником було замінене її сколюванням (або відривом), а цей процес, як відомо, потребує менше енергії на його здійснення і супроводжується мінімальною кількістю розпиленних грудочок.

Слід також підкреслити, що в багатьох сучасних іноземних і вітчизняних плугів ширина захвату передплужника дорівнює вже

не третині, а щонайбільше половині ширини захвату основного корпусу, а сам передплужник часто декларується не як обов'язковий робочий орган, а як опція (!).

Однак цілком зрозуміло, що за умови використання сучасних енергетичних засобів (тракторів) немає потреби зменшувати ширину захвату передплужника. Замість нього можна (і бажано, на нашу думку) використовувати такий самий рівноцінний робочий орган, тобто корпус плуга. На практиці конструкція такого знаряддя вже давно відома — це двоярусний плуг.

Результати отриманих нами експериментальних досліджень також показують, що для здійснення оранки стандартними плугами з мінімальними енергетичними витратами слід дотримуватися таких рекомендацій. Донедавна вважалося, що найменший тяговий опір плуга забезпечується за симетричного його агрегування з енергетичним засобом (трактором). Насправді це не так. За даними багаторічних польових виробничих досліджень, найменш енергоємною є така схема приєднання орного знаряддя до трактора, за якою центр опору першого (за погляду ззаду) зміщений вліво відносно повздовжньої осі симетрії другого [1, 2]. Більше того, колеса правого борту енергетичного засобу під час робочого руху орного машинно-тракторного агрегату мають бути розміщені поза борозною, а конструктивна ширина захвату плуга має щонайменше у 1,15 раза перевищувати колію колісного трактора. Внаслідок значного розвантаження польових дощок плуга всі вони, крім останньої, можуть бути видалені. В результаті таке конструктивне рішення зумовлює й додаткове зменшення тягового опору плуга і питомих витрат пального орним машинно-тракторним агрегатом.

Якщо ширина плуга більша за ширину шин колісного трактора, то рух останнього здійснюється поза борозною. Колія трактора при цьому, як правило, більша за конструктивну ширину захвату плуга. З огляду на це орне знаряддя приєднується до енергетичного засобу не з ліво-, а з правостороннім поперечним зміщенням, що небажано. Адже чим більша величина такого зміщення плуга, тим більший його тяговий опір. А це однозначно призводить до більшого буксування трактора і зростання питомих витрат пального орним машинно-тракторним агрегатом [2].

Для зведення цих негативних результатів до мінімуму слід застосовувати двоточкову систему налагодження заднього навісного механізму агрегатованого трактора.

За використання плугів з культурними полицями швидкість руху орного агрегату має бути не меншою, ніж 2,2 м/с (7,9 км/год). Інакше матиме місце недостатнє обертання орного шару.

За проведення оранки зі швидкістю, меншою ніж 2,2 м/с, слід використовувати плуги з напівгвинтовими полицями. Однак при цьому такі орні знаряддя краще обертають шар ґрунту, але менше (іноді недостатньо) його подрібнюють.

За умови оранки липкого ґрунту доцільно використовувати плуги з поширеними нині смуговими полицями. Порівняно з культурними полицями їх тяговий опір значно менший, а за обслуговування може замінюватися окремо кожна зі смуг.

Також слід підкреслити, що однією із проблем застосування стандартних плугів є наявність після їх використання згінних і/або розгінних борозен. Для усунення цього недоліку на практиці слід використовувати оборотні плуги.

Що стосується термінів безпосереднього

проведення оранки, то для цього найбажанішим є літньо-осінній період. В умовах достатнього зволоження оранку, як правило, краще проводити одразу після збирання врожаю сільськогосподарської культури. У цьому разі анаеробний процес, під час якого утворюється гумус, буде повністю забезпечений органічними рештками. У противному разі, тобто за відтермінування початку оранки на пізню осінь, ці рештки розкладатимуться в аеробних умовах верхнього шару ґрунту, що є небажаним.

За наявності агрегатованого трактора з переднім навісним механізмом доцільно застосовувати такий орний агрегат за схемою «push-pull» тобто «шттовхай-тягни». Як показали ґрунтовні дослідження [7], порівняно з традиційним орним агрегатом використання енергетичного засобу з фронтальним та задньонавісним плугами супроводжується збільшенням продуктивності праці (до 40%) і зменшенням питомих витрат пального до 20%.

Висновки

Широко відомі нині у світі системи обробітку ґрунту, які потребують уточнення своїх визначень, можуть бути реалізовані трьма способами: полицевим, безполицевим і комбінованим.

Одним із важливих прийомів полицевого способу обробітку ґрунту є оранка, здійснювати яку слід не щороку, а лише тоді, коли

коефіцієнт K_c структурності верхнього шару (8–10 см) ґрунту буде меншим ніж 0,76.

Обов'язковою умовою проведення оранки є застосування передплужників або використання двоярусних плугів. Тільки у цьому разі вона виступає одним із засобів відновлення структури ґрунту як одного із найважливіших чинників збереження його родючості.

Бібліографія

1. Адамчук В.В. Агрегативання плугів/В.В. Адамчук, В.М. Булгаков, В.Т. Надикто, В.М. Кюрчев// Аграрний тиждень. — 2014. — № 15. — С. 42–44.
2. Булгаков В.М. Агрегативання плугів (монографія)/В.М. Булгаков, В.І. Кравчук, В.Т. Надикто. — К.: Аграр. наука, 2008. — 152 с.
3. Булгаков В.М. Самоорганізація ґрунтових структур (монографія)/В.М. Булгаков, Б.А. Шелудченко. — К.: Вид-во НАУ, 1998. — 58 с.
4. Вільямс В.Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения/В.Р. Вильямс. — М.: Гос. Изд-во с.-х. лит-ры, 1951. — 576 с.
5. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины//Н.И. Кленин, В.А. Сахун. — М.: Колос, 1994. — 751 с.
6. Кравчук В. Техніко-технологічні системи обробітку ґрунту в Україні. Стан і перспективи (поради до часу)/В. Кравчук, В. Погорілий, О. Рожанський, О. Боднар//

Техніка і технології АПК. — 2011. — № 4. — С. 6–9.

7. Кюрчев В.М. Механіко-технологічні основи агрегативання орно-просапних тракторів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: спец. 05.05.11/В.М. Кюрчев. — Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ» України, 2015. — 44 с.

8. Надикто В.Т. Механіко-технологічні основи оранки/В.Т. Надикто//Вісн. аграр. науки. — 2012. — № 4. — С. 28–30.

9. Овсинский И.Е. Новая система земледелия/И.Е. Овсинский. — М., 1909. — 103 с.

10. Степченко С. Коткування як один із способів основного обробітку ґрунту/С. Степченко//Техніка і технології АПК. — 2010. — № 5. — С. 15–19.

11. Танчик С.П. Землеробство — продовольча, енергетична та екологічна безпека України/С.П. Танчик//Біоресурси і природокористування. — 2009. — Т. 1, № 1–2. — С. 81–94.

Надійшла 19.10.2015.