



# Найактуальніше

УДК 631.53.01  
© 2016

*О.О. Іващенко,  
академік НААН,  
доктор сільсько-  
господарських наук  
Інститут  
біоенергетичних культур  
і цукрових буряків НААН*

*О.О. Іващенко,  
доктор сільсько-  
господарських наук  
Інститут захисту  
рослин НААН*

*В.Г. Найдьонов,  
кандидат сільсько-  
господарських наук  
Асканійська державна  
сільськогосподарська  
дослідна станція  
Інституту зрошуваного  
землеробства НААН*

## **ПРИРОДНІ БІОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ — КЛЮЧ ДО УСПІХУ СУЧАСНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА**

**Мета.** Аналіз та оцінка антропогенних змін у результаті господарської діяльності вітчизняних аграріїв і виробників сільськогосподарської продукції у світі. **Методи.** Аналіз, узагальнення, моделювання. **Результати.** Проаналізовано сучасний стан інтенсивного землеробства, зроблено оцінку найпродуктивніших природних біологічних систем. **Визначено** методологію підходів до посилення екологічності сучасних систем землеробства. **Висновки.** Детальніше аналізувати усі складові компоненти взаємодії живої та неживої природи і творчо застосовувати виявлені принципи у практиці сучасного аграрного виробництва. **Формувати** високопродуктивні агроценози, що не руйнують і не забруднюють довкілля.

**Ключові слова:** біологічна продуктивність, інтенсивні технології, тропічні ліси, екологія, біологічна різноманітність.

Для вирощування сільськогосподарських рослин потрібні ґрунти, сформовані з природних біоценозів. У процесі такої трансформації видове природне різноманіття буде замінено вирощуванням одного з видів культурних рослин: кукурудзи, пшениці, сої або ін. Результат такої антропогенної зміни — зменшення видового різноманіття рослин у десятки разів [1].

Водночас зменшується і видова різноманітність біоти ґрунту. У певних системах взаємодій з кожним видом зелених рослин співіснують десятки видів спеціалізованих мікроорганізмів, що формують свої неповторні динамічні живі системи. Знищення рослин — продуцентів призводить до зникнення і організмів — консументів [2].

У біоценозі вологого тропічного лісу біогенні

сполуки постійно перебувають у кругообігу і їх відчуження практично майже не відбувається. Моделювання умов тропічних лісів у помірній кліматичній зоні неможливе, проте використання принципів взаємодії компонентів тропічних біоценозів дасть змогу розробляти високопродуктивні агроценози, що не руйнують і не забруднюють довкілля.

Зростання чисельності населення планети потребує все більшої кількості продовольства. Можливості розширення площ орних земель повністю вичерпаються вже до середини XXI ст. Найбільше таких вільних земель ще є в Африці [3]. Процес розширення площ орних земель збігається з одночасним виведенням їх з використання за призначенням. Частина їх у результаті активних ерозійних процесів стає непридатною для вирощування

сільськогосподарської продукції. На значних площах унаслідок неправильної системи зрошення виникло вторинне осолонцювання і рівень родючості знизився. Великі площі щороку доводиться виводити з аграрного використання для будівництва міст, доріг, аеродромів, промислових підприємств, складів промислових відходів. Такі щорічні втрати площ орних земель становлять 14–16 млн га [4].

У результаті «зеленої революції» з 70-х років минулого століття розпочалась ера інтенсифікації аграрного виробництва. Були створені інтенсивні сорти і гібриди, здатні формувати вагомий врожай зерна, насіння сої та інших культур на орних землях з високим рівнем ефективної родючості і надійного захисту від шкідливих організмів.

Вирощування аграрної продукції за традиційними підходами інтенсифікації має ряд протиріч, які складно або і неможливо вирішити в наявній системі координат виробництва. Насамперед для аграрного виробництва потрібні площі поверхні суші у відповідних кліматичних зонах планети [5].

Сучасні біологічні дослідження взаємодії організмів у природних біоценозах доводять складні і неоднозначні відносини різних за систематичним положенням організмів: зелених вищих рослин, грибів, бактерій, водоростей та інших форм життя. В основі таких живих систем завжди функціонують зелені рослини, що є продуцентами органічної речовини і акумульованої в ній енергії сонця для всього комплексу життя. Найбільша концентрація таких форм життя зосереджена в ризобіальній зоні коренів зелених рослин [6].

Рослини, здатні здійснювати процеси фотосинтезу на ювенільному та іматурному етапах органогенезу, від 30 до 50% обсягу синтезованих ними органічних речовин виводять через кореневі волоски у ризобіальну зону і є джерелом живлення та отримання енергії ґрунтовими комплексами живих організмів [7].

З кожним видом зелених рослин як продуцентів органічних речовин у різних формах симбіозу співіснують від 20 до 300 видів живих організмів. Тому знищення на території диких зелених рослин у процесі антропої трансформації її в орні землі призводить і до відмирання комплексів живих організмів — консументів, що мали з ними трофічні зв'язки та здійснювали біохімічні трансформації органогенних сполук у ґрунті [8].

Мала видова різноманітність рослин (практично один вид культурних рослин на полі)

призводить до втрати здатності саморегуляції і підтримання гомеостазу створених штучних біологічних систем — агроценозів. Таку функцію бере на себе людина. Штучні біологічні системи — агроценози не здатні максимально повно використовувати і чинники зовнішнього середовища [9].

Рівень продуктивності створених людиною біологічних систем (агроценозів) традиційно або поступається, або лише наближається до рівня такої продуктивності природних систем у регіоні. Найвисокопродуктивніші біологічні системи — тропічні ліси, вони вирізняються найбільшою видовою різноманітністю і повнотою використання чинників довкілля [10]. Так, на 1 га вологого тропічного лісу Південної Америки легко можна нарахувати понад 750 видів лише дерев, без урахування інших форм рослин: ліан, трав, кущів. Біологічна продуктивність тропічних лісів традиційно перевищує 3,0–3,5 кг/м<sup>2</sup> сухої речовини в рік [11].

Посіви культурних рослин на орних землях навіть за максимальної інтенсифікації технологій вирощування лише наближаються до таких показників біологічної продуктивності. Такі показники, враховуючи не лише господарсько цінну частину врожаю, а й усю суху біологічну масу, яка може бути синтезована протягом року на площі 1 м<sup>2</sup> орних земель, традиційно лише інколи перевищують 2–2,5 кг навіть в умовах тропіків [12]. Для порівняння: посіви пшениці озимої (*Triticum aestivum*) з урожайністю 10 т/га зерна формують на площі 1 м<sup>2</sup> 2,07 кг сухої речовини.

Зростання рівня інтенсифікації аграрного виробництва способом застосування нових сортів, гібридів і сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур, підвищення норм внесення мінеральних добрив, застосування пестицидів і зрошення не лише підвищує рівень біологічної продуктивності посівів, а й призводить до значного забруднення природних біологічних систем [13].

Сучасні сорти і гібриди сільськогосподарських культур (зернових, бобових, овочевих, ягідних та ін.) здатні виявляти високу біологічну продуктивність лише за умови наявності високого рівня ефективної родючості ґрунту. Для його формування насамперед застосовують високі норми внесення мінеральних добрив [14].

Для ілюстрації ситуації оцінимо обсяги мінеральних речовин, які потрібно засвоїти рослинам пшениці для формування 10 т/га зерна (і відповідної кількості побічної продукції):

сполук азоту — 350 кг, сполук фосфору — 135, сполук калію — 260 кг (усього 745 кг з 1 га посівів). Проте внесення в орні землі з розрахунку на максимальні показники рівня засвоєння макроелементів рослинами для формування такого врожаю зерна потребує застосування: сполук азоту — 583 кг, сполук фосфору — 540, сполук калію — 371 кг (усього 1494 кг діючих речовин на 1 га посівів). Подібне антропогенне навантаження на довкілля призводить до істотних небажаних побічних наслідків. Приклади такого забруднення нині є фактом у країнах з інтенсивним аграрним виробництвом (Нідерланди).

За традиційних технологій ведення землеробства не приділяли значної уваги питанням видової різноманітності і біологічної активності ґрунтових комплексів організмів. Для створення потрібного рівня ефективної родючості традиційно застосовують мінеральні добрива, оскільки вносити їх зручніше і швидше, ніж органічні. Така практика, крім відповідних позитивних моментів, має і вагомі недоліки. Високі норми внесення мінеральних добрив, особливо азотних, істотно впливають на комплекси живих організмів орного шару ґрунту. Більшість форм азотних добрив мають фізіологічно кислу реакцію і підкислюють ґрунтовий розчин. Висока їх концентрація пригнічує біологічну активність багатьох форм ґрунтової мікрофлори, тобто орний шар через такий хімічний тиск перетворюється зі складного і досконалого комплексу живих організмів у субстрат для розміщення поживних мінеральних сполук [15].

Практика широкого застосування мінеральних добрив доводить, що коефіцієнти засвоєння поживних речовин культурними рослинами традиційно є порівняно невисокими. Сполуки азоту у перший рік після їх внесення у ґрунт культурні рослини використовують на 50–60%, фосфору — на 20–25, калію — на 60–70% від величини їх унесення. Враховуючи той факт, що сполуки азоту у ґрунті є найрухомішими, значна їх частина легко переміщається з орного шару у підґрунтові води або вимивається опадами у річки та озера [16]. Наявність органогенних сполук у водоймах призводить до так званого їх евтрофного забруднення і «цвітіння» води. Підземні води за високої концентрації діючих речовин мінеральних добрив стають непридатними для вживання [17].

Актуальним є запитання: як можна формувати високий рівень ефективної родючості ґрунту для реалізації високого продуктивного

потенціалу сучасних сортів і гібридів культурних рослин на орних землях без застосування високих норм внесення мінеральних добрив? Чи можливе у природі досягнення високого рівня ефективної родючості без негативних побічних ефектів, насамперед забруднення довкілля?

Можливе. Еталоном максимальної природної оптимізації умов вегетації зелених рослин є вологі тропічні ліси [18]. Звичайно, такі умови неможливо створити у помірному кліматичному поясі планети, проте оцінити і скористатись унікальними рішеннями природи і творчо застосувати створені самою природою принципи побудови таких високопродуктивних і екологічних систем доцільно.

Формування значних обсягів органічної речовини завдяки інтенсивним процесам фотосинтезу комплексом різних за систематичним положенням рослин у тропічних природних фітоценозах потребує відповідного забезпечення чинниками життя. У тропічних лісах у постійному кругообігу перебуває великий обсяг органогенних речовин, насамперед сполук азоту, фосфору та калію. Саме їх високі норми внесення часто створюють екологічні проблеми у системах інтенсивного землеробства. Проте у природних тропічних комплексах живих організмів таких проблем не виникає [19].

У біоценозі вологого тропічного лісу біогенні сполуки постійно перебувають у кругообігу і їх відчуження практично майже не відбувається. Листок, що завершив своє активне функціонування, опадає і його негайно використовують як поживний субстрат організми-редукенти: гриби, бактерії, комахи та інші мінералізатори органічної речовини. Мінеральні компоненти зелені рослини використовують знову для своїх процесів життєдіяльності. З великих запасів органогенних речовин на території лише менше 2% загального обсягу перебуває у вільному стані в шарі ґрунту. Основний їх обсяг завжди перебуває у формі органічних речовин у складі різних організмів [20].

Спроби перетворення території тропічних лісів у орні землі з традиційним вирощуванням посівів культурних рослин закінчуються невдачею. Знищення досконалого динамічного живого комплексу організмів тропічного лісу призводить до зниження видового різноманіття життя і порушення кругообігу органогенних компонентів у системі. Відчуження таких речовин з урожаєм позбавляє і без того відносно бідний ґрунт органічних речовин. Такі ґрунти за кілька

років перетворюються на мертву латеритну породу, на якій неспроможні виживати рослини. Ерозія завершує руйнування території, яке розпочала людина [21].

Відповідно, для успішного функціонування орних земель в умовах зони вологих тропічних лісів потрібно свідомо моделювати з культурними рослинами систему взаємодії і кругообігу енергії та речовин між середовищем, живими організмами ґрунту і рослинами-продуцентами. Відчуження значних обсягів органічних сполук з урожаєм потребує компенсації адекватними обсягами надходження їх у ґрунт з органічною речовиною, яка є джерелом необхідної енергії для існування організмів-гетеротрофів.

Життя доводить недосконалість агроценозів, які формує людина на орних землях порівняно з природними фітоценозами в усіх кліматичних зонах планети. Особливо чітко така невідповідність виявляється в умовах тропіків. Вологий тропічний ліс — найскладніший, досконалий і високопродуктивний біоценоз на планеті [22]. Це своєрідний еталон, що наглядно демонструє можливості і досконалість природи. Температурний режим протягом усього року тут є стабільним і сприятливим для успішної вегетації великої кількості видів зелених рослин. Коливання температури за сезонами традиційно становить до 10°C і перебуває в діапазоні 24–34°C. Добові коливання температури в межах 5–7°C [23].

Нагрівання поверхні ґрунту в широкорядних посівах агроценозів навіть у помірних широтах протягом літніх місяців може досягати 40 і навіть 70°C. Такий температурний режим призводить до пересихання верхнього орного шару, негативно впливає на активність мікрофлори ґрунту, діяльність корневих систем і на приземні частини культурних рослин. Рослини впродовж багатьох днів перебувають у стані температурних дис-стресів, що істотно знижують асиміляційні процеси, зокрема фотосинтез і рівень урожайності посівів [24].

В умовах вологого тропічного лісу поверхня ґрунту перебуває у глибокому затінку і проєктивно закрита листками рослин. Відповідно його температура практично така сама, як і приземного шару повітря (23–34°C). Такий температурний режим є сприятливим як для вегетації зелених рослин, так і для активної діяльності комплексу живих організмів ґрунту [25].

Світ рослин найповніше здатний реалізувати свій продуктивний потенціал саме в умовах тропіків. Освоєння рослинами інших

кліматичних зон планети — це реалізація спроможності до адаптації за рахунок часткового зниження біологічного потенціалу. На таку адаптацію здатні далеко не всі види. Більшість тропічних рослин гинуть за умов зниження температури навіть до 5–7°C тепла [26]. Їх ферменти не можуть за такого температурного рівня забезпечувати здійснення потрібних біохімічних реакцій у клітинах.

Водночас, багато видів рослин з тропіків змогли переселитися не лише у субтропіки, а й у помірні широти планети. Наприклад, майже всі представники ботанічної родини Хвилівникові (*Aristolochiaceae*) є типовими тропічними видами. Проте такий вид, як хвилівник звичайний — *Aristolochia clematitis* L. не лише успішно адаптувався у помірних широтах, а й перетворився в одного з найзлісніших видів бур'янів на посівах культурних рослин [27].

Важливим чинником, що визначає рівень біологічної продуктивності біоценозів, є інтенсивність світлового потоку, насамперед енергії фотосинтетичної активної радіації (ФАР) і рівня її поглинання рослинами. В умовах тропіків інтенсивність падаючого потоку світла в полуденні години перевищує 1 кВт/м<sup>2</sup>/год. У помірному поясі інтенсивність потоку світла менша, проте і тут вона досягає 0,8 кВт/м<sup>2</sup>/год. У тропічному лісі комплекс рослин різних видів поглинає енергію світла сонця дуже досконалим [28].

Якщо з падаючого потоку енергії світла виключити величину альбедо і поглинання енергії рослинами, то до поверхні ґрунту у тропічному лісі доходить не більше 1% [29]. Посіви культурних рослин у агроценозах здатні досягати подібних показників поглинання енергії ФАР лише у певний період вегетації посівів: кукурудзи — викидання волотей, буряків цукрових — після змикання листків культури у міжряддях і т.д.

Проте протягом попередніх і наступних періодів органогенезу через недостатню площу листків на одиниці площі посівів відбувається втрата культурними рослинами від 50 до 94% падаючого потоку енергії ФАР. Така енергія є не лише втраченою, вона буде використана на формування і розвиток рослин-конкурентів — бур'янів.

На відміну від агроценозів, вологий тропічний ліс має максимальний рівень поглинання енергії ФАР протягом усього року з 12-годинним світловим днем. Наблизити величину показників поглинання потоку енергії ФАР в агроценозах помірної зони до показників еталонної



біологічної системи можливо формуванням полівидових посівів, у яких періоди формування максимальної площі листків у різних видів культурних рослин не збігаються.

Вологий тропічний ліс — це і специфічний мікроклімат. У вологих тропічних лісах випадає 2500 мм і більше опадів протягом року. Їх розподіл може бути різним. Є регіони з періодами дощів і відносно посушливими періодами, коли дощі випадають з інтервалом 2–4 доби, а не щодня. В інших регіонах дощі випадають регулярно впродовж року. Висока відносна вологість і потужна щоденна роса, що досягає інколи кількох міліметрів, забезпечують потрібний рівень зволоження ґрунту і повітря.

Показники відносної вологості повітря безпосередньо впливають на режим роботи продихів на листках рослин і інтенсивність процесів фотосинтезу. В ярусах рослинності вологого тропічного лісу рівень відносної вологості традиційно в межах 76–100%. Велика площа поверхні листків рослин забезпечує випаровування великої кількості води на добу — до 18 мм. Волога, яка випарувалася традиційно випадає новими рясними дощами. Тобто кругообіг води діє майже як вічний двигун, лише з постійним додатковим надходженням енергії Сонця. Дефіциту води рослини у тропічних лісах ніколи не відчувають [30].

На орних землях помірних широт планети кількість опадів набагато менша. У різних регіонах України випадає від 370 до 700 мм опадів за рік. Близько 1/3 такої кількості надходить у зимовий холодний період і 2/3 — у теплий період року. Інтервали між випаданням дощів останніми десятиліттями зростають і часто досягають 60–90 діб. Оподи традиційно надходять у вигляді інтенсивних грозових злив, що ускладнює їх раціональне використання посівами сільськогосподарських культур.

У теплий період року на території нашої країни відносна вологість повітря коливається у широких інтервалах — від 16 до 95%, найтриваліший період — у межах 30–60%. Такий рівень відносної вологості повітря сприяє активній транспірації води рослинами. У зоні Степу поєднання високої температури повітря з низькою відносною вологістю і сильним вітром (вище 5–8 м/с) призводить до інтенсивного випаровування з ґрунту і транспірації рослинами від 3 до 8 мм і більше вологи за добу.

За умов високої температури і низького забезпечення рослин вологою процеси фотосинтезу ускладнюються або стають зовсім неможливими. Дефіцит вологи в рослинах є

результатом інтенсивної транспірації і складності засвоєння води кореневою системою з ґрунту. В умовах дефіциту води в рослинах продихи на листових пластинках закриваються і доступ вуглекислого газу в тканини хлоренхіми припиняється. У такій ситуації синтез органічних речовин у рослинах заблокований, вегетація призводить до низької біологічної продуктивності агроценозів.

Через недостатню відносну висоту посівів сільськогосподарських культур (0,5–3,0 м) формування сприятливішого для вегетації і процесів фотосинтезу мікроклімату на орних землях ускладнюється.

У вологому тропічному лісі яруси листків зелених рослин розміщені у приземному шарі атмосфери заввишки в середньому до 50 м. Площа листків різних видів розміщена дуже раціонально як за висотою, так і по горизонталі, що забезпечує їх максимально можливе освітлення.

В агроценозах рослини одного виду сільськогосподарських культур і навіть різновидності (сорт, гібрид) формують свій листовий апарат на однаковій висоті і практично всі одночасно, тому забезпечити їх раціональне освітлення практично неможливо (наприклад, посіви пшениці, кукурудзи, сої).

Сучасні інтенсивні технології вирощування посівів сільськогосподарських культур традиційно передбачають певний рівень спеціалізації господарств. Така спеціалізація на перший план ставить не закони біології та агрономії, а вимоги економіки і кон'юнктури ринку. У результаті посіви будь-якої культури (сої, кукурудзи, соняшнику) займають лівову частку площ орних земель у регіонах. Людина свідомо формує велику кормову базу для комплексу шкідників і хвороб домінантних культур [31, 32]. Масове нарощування чисельності шкідників, накопичення інфекції та спеціалізованих видів бур'янів потребує інтенсивних заходів захисту посівів від негативного впливу шкідливих організмів. Захист у інтенсивних технологіях вирощування сільськогосподарських культур традиційно здійснюють за допомогою пестицидів. Проте таке масове застосування ксенобіотиків не лише захищає посіви, а й забруднює отриманий урожай та негативно впливає на довкілля.

Посіви сільськогосподарських рослин традиційно обприскують від 3-х до 15-ти разів інсектицидами та фунгіцидами, сади і виноградники — до 20–25 разів і більше [33]. Вирішити питання захисту посівів від шкідливих організмів і знизити

рівень хімічного навантаження на довкілля традиційними підходами складно. Потрібні нові наукові рішення для розв'язання проблеми.

Високий рівень біологічної різноманітності у вологих тропічних лісах, наявність досконалих трофічних зв'язків і взаємовідносин забезпечують підтримання гомеостазу біологічними засобами та не потребують втручання людини в процеси регулювання.

Ліси басейнів річок Амазонки та Оріноко займають близько 20% площ тропічних лісів на планеті і зосереджують на своїх просторах майже 40% біологічної видової різноманітності планети. Біологічні види створили унікальні біоценози, що не лише здатні до саморегуляції, максимального використання чинників середовища, а й до забезпечення дуже високої біологічної продуктивності і позитивного впливу на всю планету [34, 35].

Життя доводить безперспективність технократичного підходу до питань нарощування обсягів виробництва продовольства для населення планети. Інтенсивні технології призводять до інтенсивного руйнування довкілля, зменшення видової різноманітності природи, забруднення води, ґрунту, повітря. За таких підходів природа втрачає здатність компенсувати деструктивний вплив діяльності людини, що може спровокувати катастрофу для самого людства.

Для істотного підвищення обсягів виробництва аграрного сектору економіки наука має розробити принципово нові методологічні підходи до використання орних земель і технологій вирощування потрібних видів рослин.

Своєрідним еталоном може бути досконалий і високопродуктивний природний фітоценоз — вологий тропічний ліс. Нема потреби копіювати умови тропіків, проте є можливість творчо

використати і адаптувати до умов помірної зони планети ті раціональні рішення, які розробила природа у процесі формування взаємозв'язків такого досконалого природного комплексу.

Такі можливості є і вони заслуговують на творчу розробку у різних напрямках. Наприклад, ту кількість вологи, що надходить до регіонів країни, культурні рослини використовують далеко не раціонально, інколи всього на 30–40%. Решта — непродуктивні втрати. Способи зменшення непродуктивних втрат — це можливість реального підвищення забезпечення вологою посівів культурних рослин.

Велику транспірацію води листками культурних рослин за умов вегетації в умовах Степу під впливом високих температур повітря, низької відносної вологості і сильного вітру можна істотно зменшити цілеспрямованим формуванням мікроклімату на орних землях. У зоні Степу неможливо поліпшити мікроклімат у приземному шарі повітря заввишки 50 м, проте зменшити швидкість вітру в ньому на висоті кількох метрів цілком реально як за допомогою вітрозахисних лісосмуг, так і формування смугових посівів різної висоти. Для зменшення інтенсивності ерозійних процесів — влаштування території, вкритих рослинністю (культурних пасовищ, сінокосів і т.д.).

Для істотної активізації діяльності комплексу живих організмів у орному шарі ґрунту, що має забезпечувати легку доступність органічних сполук для рослин без їх істотного вимивання і забруднення довкілля у помірній кліматичній зоні, доцільним є збільшення і регулярне надходження органічних речовин в орний шар за наявності оптимальних показників зволоження, кислотності ґрунтового розчину.

## Висновки

*Техногенним способом інтенсифікації технологій вирощування посівів сільськогосподарських культур досягати максимальної біологічної продуктивності аграрного виробництва безперспективно через значний негативний побічний вплив хімічних ксенобіотиків на довкілля, зниження видового різноманіття і руйнування природних фітоценозів. Інтенсивні сорти і технології вирощування (формування 10 т/га зерна пшениці) становлять лише близько 60% від рівня середньої біологічної продуктивності вологого тропічного лісу,*

*який не має екологічно небажаних побічних ефектів. Моделювання умов тропічних лісів у помірній кліматичній зоні неможливе, проте використання принципів взаємодії компонентів тропічних біоценозів дасть змогу розробляти високопродуктивні агроценози, що не руйнують і не забруднюють довкілля. Запропонований огляд потребує детальнішого аналізу всіх складових компонентів взаємодії живої і неживої природи і творчого перенесення виявлених принципів у практику сучасного аграрного виробництва.*

## Бібліографія

1. Соколов М.С. Биосферология В.И. Вернадского — альтернативная стратегия выживания человечества в XXI веке/М.С. Соколов//Агрохимия. — 2012. — № 7. — С. 3–9.
2. Бегей С.В. Екологічне землеробство/С.В. Бегей. — Львів: Новий світ, 2009. — 428 с.
3. Ньюмен А. Легкие нашей планеты/А. Ньюмен. — М.: Мир, 1989. — 333 с.
4. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера/В.И. Вернадский. — М., 1991. — С. 139–150.
5. Корытный Л.М. Международные речные и озерные бассейны Азии: конфликты, пути сотрудничества/Л.М. Корытный, И.В. Жерелина//География и природные ресурсы. — 2010. — № 2. — С. 11–14.
6. Бейкер С.Д. Преимущества и недостатки нулевой технологии/С.Д. Бейкер, К.Е. Сакстон, В.Р. Ритчи//Агрономия. — 2011. — № 1. — С. 15–16.
7. Дегодюк Е.Г. Еколого-техногенна безпека України/Е.Г. Дегодюк, С.Е. Дегодюк. — К.: ЕКМО, 2006. — 306 с.
8. Дегодюк Е.Г. Між органічними і мінеральними добривами/Е.Г. Дегодюк//The Ukrainian Farmer, 2013. — С. 68–70.
9. Медведев В.В. Нульовий обробіток ґрунту в Європейських країнах/В.В. Медведев. — Х., 2010. — 200 с.
10. Рациональное использование земельных ресурсов/В.Ф. Сайко, Г.А. Мазур, Е.Г. Дегодюк та ін.//Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України. — К.: Аграр. наука, 2010. — С. 106–272.
11. Ситник К.М. Стан ґрунтів і майбутнє людства/К.М. Ситник, В.М. Багінок//Аграр. вісн. НАН України. — 2008. — № 8. — С. 3–27.
12. Єрмолаєв М.М. Закономірності формування водного режиму в сівозмінах на чорноземах Лісостепу лівобережного/М.М. Єрмолаєв, Л.І. Шиліна, В.Д. Літвінов//Вісн. аграр. науки. — 2008. — № 6. — С. 13–17.
13. Трансформація гумусу під впливом сівозмін і добрив/М.М. Єрмолаєв, Д.В. Літвінов, Л.І. Шиліна, Т.М. Єрмолаєва//Землеробство. — К.: Едельвейс, 2012. — Вип. 84. — С. 25–32.
14. Іващенко О.О. Бур'яни в агрофітоценозах/О.О. Іващенко. — К.: Ін-т цукр. буряків УААН, 2001. — 240 с.
15. Сайко В.Ф. Системи обробітку ґрунту в Україні/В.Ф. Сайко, А.М. Малієнко. — К.: ВД «ЕКМО», 2007. — 44 с.
16. Медведев В.В. Мониторинг почв Украины. Концепция. Итоги. Задачи (2-е пер. и доп. издание)/В.В. Медведев. — Х.: К.П. «Городская типография», 2012. — 563 с.
17. Камінський В.Ф. Культура сидерації. Наукові основи ефективного застосування зелених добрив у господарствах різних форм власності; за ред. Е.Г. Дегодюка [С.Ю. Булігін, В.Ф. Камінський, С.Е. Дегодюк та ін.]. — К.: Землеробство, 2013. — 79 с.
18. The 6th International Weed Science Congress, Hangzhou, China 17–22 June 2012, Proceedings.
19. Тимирязев К.А. Избранные сочинения. — Т. 1/К.А. Тимирязев. — М.: Сельхозгиз, 1957. — 423 с.
20. Адаменко Т. Оцінка сучасних агрокліматичних умов та тенденцій їх змін в Україні в період глобального потепління/Т. Адаменко, М. Кульбіда, А. Прокопенко//Міністерство аграрної політики та продовольства України, Український гідрометеорологічний центр МНС України. — К., 2009. — 12 с.
21. Бабич А.О. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі/А.О. Бабич, А.А. Бабич-Побережна. — К.: Аграр. наука, 2011. — 548 с.
22. Інтенсифікація технологій вирощування кукурудзи на зерно — гарантія стабілізації урожайності на рівні 90–100 ц/га: прак. реком./Ф.В. Черенков, В.С. Циков, Б.В. Дзюбецький та ін. — Дніпропетровськ: ДУ Інститут сільського господарства степової зони НААН, 2012. — 30 с.
23. Сайко В.Ф. Биологические основы формирования продуктивности озимой пшеницы/В.Ф. Сайко. — К.: Аграр. наука, 2011. — С. 24–32.
24. Сайко В.Ф. Проблеми і шляхи нагромадження та використання біологічного азоту в сучасному землеробстві України/В.Ф. Сайко//36. наук. праць ННЦ «ІЗ УААН». — Спецвипуск, 2006. — С. 8–13.
25. Федоренко В.П. Актуальні питання захисту посівів/В.П. Федоренко, С.В. Ретьман//Карантин і захист рослин. — 2009. — № 3. — С. 1–5.
26. Трибель С.О. Зональне використання стійких сортів. Ефективний та екологічно безпечний захист посівів озимого пшениці від найпоширеніших шкідників/С.О. Трибель, М.В. Ретьман//Там само. — 2008. — № 4. — С. 6–9.
27. Коваль В.П. Зупинити безумство в обприскуванні//Там само. — 2011. — № 10. — С. 26–28.
28. Тюрканов А.Н. Биосферно-биогеоценологические исследования в Приазовье. — М.: Наука, 1975. — С. 5–19.
29. Кургак В.Г. Лучні агрофітоценози/В.Г. Кургак. — К.: ДІА, 2010. — 374 с.
30. Bunning E. Der tropische Regenwald. Verstandliche Wissenschaft. Bd. 56, Berlin, Gottingen, Heidelberg, 1956.
31. Knapp R. Die Vegetation von Nord and Mittelamerika and der Hawaii. — Inseln. Stuttgart, 1965.
32. Muller-Schneider P. Verbreitungsbiologie (Diasporologie) der Blütenpflanzen, 2 Aufl. Veroff. Geobotan. Institut Rubel 61, 1977 (Zurich).
33. Стратегія і тактика захисту рослин. — Т. 2; за ред. В.П. Федоренка. — К.: Альфа-стевія ЛТД, 2015. — 784 с.
34. Richards P.W. The tropical rain — forest. — Cambridge, 1952.
35. Walter H. Vegetationszonen and Klima Stuttgart, 1970.

Надійшла 13.05.2016.