

УДК 574.4:63

Еколого-фізіологічні аспекти функціонування агроєкосистем

Е.А. Головка, доктор біологічних наук, завідувач відділу алелопатії
Національний ботанічний сад НАНУ ім. М.М. Гришка

Б.В. Борисюк, кандидат сільськогосподарських наук, докторант
Національний аграрний університет

О.В. Іщук, аспірант *
Державний агроєкологічний університет

Наведені узагальнення та порівняльна оцінка еколого-фізіологічних аспектів функціонування агроєкосистем, окреслені напрями підвищення їх стійкості.

Ключові слова: агроєкосистема, саморегуляція, ценоз, продуктивність, природний потенціал, збалансованість.

Агроєкосистеми – це вторинні, штучно створені людиною, збіднені видами живих організмів біогеоценози з високою біологічною продуктивністю вибраних домінуючих видів рослин і тварин. Характерною їх рисою є слабка саморегулююча здатність: без підтримки людини вони неминуче трансформуються в природні біогеоценози. Тобто, агроєкосистеми є об'єктом і результатом цілеспрямованої діяльності людини і характеризуються специфічною складною сукупністю екологічних зв'язків.

Факти виснаження природних ресурсів, у тому числі і ресурсів сільського господарства, зростання втрат врожаю від шкідників і хвороб змусили по-новому оцінити виробничу і соціальну діяльність людини та її вплив на складові біосфери.

Сільськогосподарське виробництво є одним із основних детермінант глобальних змін ландшафту, ґрунтів, водних ресурсів, рослинного і тваринного світу Землі. Достатньо згадати, що, якщо не єдиною, то головною причиною виникнення сучасної екології як науки (30-ті роки минулого ст.) були загальновідомі результати безсистемної діяльності людини, спрямованої на отримання продуктів харчування та інших засобів існування: ерозія ґрунту у Флориді в результаті багаторічного вирощування бавовни, спустошливі напади пустельної сарани на території Середньої Азії і Закавказзя (1929-1930 рр.), збиток, нанесений виноградарству Європи у результаті інтродукції із Америки виноградної філоксери, яка знищила за 30 років 6 млн. га виноградників, масова загибель кавових дерев від кавової іржі на Цейлоні в кінці XIX ст. та ін. [15, 16].

* Науковий керівник - кандидат с.-г.наук Б.В. Борисюк

© Е.А. Головка, Б.В. Борисюк, О.В. Іщук, 2005

Наступне піднесення екологічного руху в кінці 60-х років XX ст. було викликane не тільки посиленням індустріалізації сільського господарства, але й збільшенням техногенного впливу на біосферу. В документах ЮНЕСКО цього періоду зазначалося: "...біосфера характеризується великою стійкістю прот. зовнішніх впливів...(і) здатна витримувати глибокі зміни св.сєї структури, при яких протікання основних процесів залишається непорушним...Ця пластичність дозволяє (людю) перетворювати біосферу і використовувати деякі її елементи для своїх потреб. Але перетворення має певні межі, які залежать від способу втручання і розглядання екологічного типу, вихід за які загрожує порушенням динамічної рівноваги біосфери. На великих просторах ці межі вже залишилися позаду, що призвело до пошкодження значної частини біосфери, вичерпаності родючості ґрунтів і запасів прісної води, зникнення багатьох видів рослин і тварин" [13].

Основний напрямок сучасної екології – це перехід від нагугалістичного, описового характеру до аналізу процесів з позицій причинно-наслідкових взаємовідносин. Ю.Одум [36] в екологічній літературі кінця XIX і початку XX ст. назвав роботу В.В.Докучаєва "К учению о зонах природы" і відзначав глибину поглядів цього вченого на уявлення про біоценоз.

Докучаєв В.В. (1948, с.12) писав, що "...почва и ґрунты есть зеркало, яркое и вполне правдивое отражение, результат совокупного, весьма тесного, векового взаимодействия между водой, воздухом, землей – с одной стороны, растительными и животными организмами и возростом – с другой, – этими ответными и действующими почвообразователями". В даному визначенні ґрунту відображається роль живої його частини (біоценозу) в динамічній двоєдиній системі біоценоз – середовище, що являє собою єдине ціле – екосистему.

Основними властивостями екосистеми є її саморегуляція і здатність протистояти в певних межах динамічним змінам умов навколишнього середовища і коливанням щільності популяцій. На відміну від природних екосистем, які пройшли дуже тривалий історичний період свого природного становлення, агроекосистеми є штучно створеними біологічними структурами з визначеними властивостями. Якщо в перших основними рушійними силами були природний добір, утворення генетичного фонду з урахуванням внутрішньосистемних факторів і факторів навколишнього середовища, прагнення до мінімального виходу первинної продукції із системи, то функціонування агроекосистем підпорядковане і регулюється соціально-економічними потребами людського суспільства. Агроекосистеми змінюють 10-12% суші (12 - 15 млрд. га) і дають людству близько 90 % харчової енергії.

Практичні цілі, забезпечення населення продуктами харчування, спричиняють вирощування в агрофітоценозах дуже обмеженої порівняно з природними ценозами кількості культур із метою отримання від них максимального врожаю. Чиста продукція наземної маси рослин (НЧП) в

агроценозах набагато вища, ніж в природних ценозах, що збільшує фотосинтетичний потенціал і загальну продуктивність рослин [13, 35]. Вся НЧП, як правило, відчужується, а отже утворюється нестача енергії в системі, яка не відтворюється природним шляхом, а ліквідується штучно з використанням енерговитрат. Агроекосистеми одержують додаткову енергію у вигляді роботи машин, поливної води, мінеральних та органічних добрив тощо. Досить значне збільшення енергії пов'язане із внесенням органічних добрив. Частина цієї енергії йде на формування врожаю, невелика консервується в гумусі, а більша – непродуктивно витрачається з виносом поверхневим та ґрунтовим стоком.

У природних наземних екосистемах вся первинна продукція утлізується в основному гетеротрофними організмами (безхребетними, мікроорганізмами), і в ґрунт надходять поживні елементи в доступній для рослин формі. Наявність високого взаємоперетворення речовин між верхнім автотрофним ярусом (рослини) і нижнім гетеротрофним (консументи, деструктори) і відсутність значного відтоку поживних елементів з системи є основою її саморегуляції [38, 36]. Крім того, флористичне різноманіття природного фітоценозу визначає високе видове різноманіття представників нижнього ярусу. Всі організми природних екосистем розподілені за трофічними рівнями і їх взаємодія визначається складними харчовими ланцюгами, які виключають непомірний ріст популяції будь-якого одного шкідливого для рослин виду [33, 35]. Класичним прикладом трофічного ланцюга, описаного останніми роками, є зоомікробіологічні комплекси біогеоценозів [39]. Обмежена кількість культур в агроекосистемі і просторовий розвиток популяції, в основному одного виду рослин, знижує видове різноманіття представників нижнього ярусу. Популяції багатьох редуцентів, і особливо консументів, просто випадають з трофічного ланцюга. Якісне і кількісне об'єднання харчової мережі системи веде до порушення трофічних взаємовідносин в ній. В результаті це призводить до зниження кількості антагоністів і хижаків, може непомірно зростати чисельність шкідливих для рослин організмів [6]. Основою саморегуляції і стабільності екосистеми є гетерогенність всіх її складових: первинних продуцентів, споживачів і абіотичних умов. Тому що основою функціонування наземної екосистеми є її автотрофний блок – вищі рослини, отже всі інші компоненти системи так чи інакше залежать від них. В агроекосистемах набір вирощуваних культур і структура фітоценозу / визначають багато показників, які впливають на продуктивність рослин: поживний і водний режим ґрунту, вміст в ньому гумусових речовин, токсичних елементів, величина і напрям мікробіологічних процесів, розповсюдження і розвиток надземних гетеротрофних організмів тощо [42, 3, 8, 4].

На думку ряду зарубіжних дослідників, більша гетерогенність агроекосистем, яка визначається, в першу чергу, вирощуванням сільськогосподарських культур в умовах сівозмін, збільшує вірогідність позитивних взаємодій між основними компонентами системи [22]. Дану точку

зору підтримують Жученко А.А. [17], багато сучасних фітоценологів – Міркін Б.М., Злобін Ю.А., Туганаєв В.В., Любарський Е.Л. [27, 41, 31, 19, 32], дослідники, які займаються хімічною взаємодією рослин [9, 8, 10, 11, 12].

Так, наприклад, встановлена позитивна роль бур'янів в агрофітоценозах. Представники сучасної школи фітоценологів порушують питання про необхідність популяційного аналізу культурних рослин і бур'янів в агрофітоценозах [31, 22, 37, 19]. Відзначаються наступні якості бур'янів, які дозволяють стабілізувати функціонування агроєкосистеми:

- захищають ґрунт від ерозії;
- беруть участь в колообігу речовин, потоку енергії та є запасним резервуаром для збереження поживних речовин;
- збагачують біологічний фон підземного ярусу угруповань, сприяючи більш активному розкладанню рослинних залишків;
- розвивають вигідні взаємозв'язки з сільськогосподарськими рослинами.

Тому останнім часом все частіше порушується питання не про боротьбу з бур'янами, а про контроль за їх чисельністю. Основну роль на контролі за чисельністю бур'янів відіграють сівозміни, які виключають домінування окремих популяцій бур'янів і їх пристосованість до умов вирощування культур [21, 19, 32], а також біологічний метод обмеження їх розвитку [28, 29].

Як видно з вищезазначеного, ступінь гетерогенності первинних продуцентів в агроєкосистемі визначає різноманіття і активність споживачів, наближає її до природних екосистем. Враховуючи гетерогенність агроєкосистем і наявність в них позитивних взаємодій, американські вчені [22] розглядають їх як різновид природних екосистем, які відрізняються не за типом процесів, а тільки ступенем їх розвитку.

Інтенсифікація сільського господарства другої половини ХХ ст. була заснована на спеціалізації виробництва, насиченні сівозмін подібними за біологією культурами, переході до сівозмін з короткою ротацією або навіть до монокультури, поширенні генетично однорідних сортів і гібридів, зрошенні, застосуванні високих доз добрив і хімічних засобів захисту рослин від шкідників, збудників хвороб і бур'янів. На початковому етапі це призвело до значних успіхів у підвищенні продуктивності агроєкосистем.

Наступними роками (1976-1980 рр.) почав проявлятися негативний вплив заходів з інтенсифікації сільського господарства. З'явилася інформація про погіршення фізико-хімічних і біологічних властивостей ґрунту внаслідок тривалого застосування мінеральних добрив, накопичення пестицидів в ґрунті, проявилася їх низька детоксикація і негативний вплив на оточуючу мікрофлору, рослини, людину [2,5,23]. Однорідна селекція рослин, спрямована на зниження гетерогенності і отримання генетично чистих культур з підвищеною врожайністю, призвела до втрати рослинами стійкості проти зовнішніх стресів (посуха, суховії тощо) і

здатності протистояти шкідливим організмам. У свою чергу, селекція культур із метою підвищення їх стійкості проти шкідливих організмів збільшила ризик появи форм патогенів з більш агресивними властивостями [17, 18].

Під впливом технологій інтенсивного ведення господарства, управління агросистемами в результаті прояву "ланцюгової реакції" призводить до непередбачуваних явищ. Спеціалізовані агрофітоценози, особливо посіви монокультур, через низьку гетерогенність не можуть забезпечити саморегуляцію чисельності компонентів своїх екосистем. Це стало причиною масових розмножень шкідників і збудників хвороб, бур'янів, в боротьбі з якими в даних умовах ефективними є тільки хімічні засоби. Застосування хімічних засобів із низькою вибірковою здатністю викликало знешкодження не тільки об'єктів боротьби, але й корисних організмів (ентомофагів, комах-запилювачів, мікроорганізмів-ґрунтоутворювачів тощо). Це веде до ще більшого збіднення видового складу агробіогеоценозів, порушення екологічної рівноваги в агроекосистемах, збільшення шкідливих видів нижчих організмів, посилення конкуренції за поживний субстрат і, як результат, зниження продуктивності агроценозів і деградації ґрунту. На думку А.А.Жученко [17], "... отступление от традиционных для земледелия подходов к поддержанию экологического равновесия в агроэкосистемах за счет севооборотов и их высокой биологической гетерогенности приходится компенсировать все возрастающим количеством невозполнимой энергии. Односторонний подход (применение пестицидов) обрекает человечество на бесконечную, причем все ужесточающуюся, борьбу, неизбежно связанную со все возрастающими затратами невозполнимой энергии и загрязнением окружающей среды".

Починаючи з кінця 70-х років минулого століття аграрії намагаються знайти компромісне вирішення управління агроекосистемами, при якому їх висока продуктивність поєднувалася б з якомога меншими затратами невідтворюваної енергії і мінімальними негативними наслідками. Основним напрямом цих пошуків є дослідження механізму саморегуляції та стійкості природних екосистем, можливість його застосування в агроекосистемах [7, 22, 37, 20, 17, 40, 19, 32]. Джексон У. [14] виділяє два основних типи господарювання :

1) індустріальне або виробниче сільське господарство, засноване на збільшенні енергетичних і матеріальних джерел управління. Особливість цього напрямку – відсутність зміни рослинних угруповань, мета – створити сприятливі умови для популяції, як правило єдиного рослинного виду;

2) стійке, екологічно збалансоване сільське господарство, засноване на принципах природних екосистем. Особливість напрямку – сукцесія видів в агрофітоценозах, мета – створення самовідтворюючої системи, заснованої на багатовидовому фітоценозі.

Основа першого типу господарювання – популяційний рівень

біологічної організації системи; приклад – монокультура. Прикладом другого напрямку є вирощування культур в умовах сівозмін, змішаних посівів, полікультур, заснованих на екосистемному рівні біологічної організації. Як менш рентабельний, другий шлях сільськогосподарського виробництва є єдиним перспективним на майбутнє. Він гарантує скорочення втрат гумусу, збереження родючості ґрунту, здоров'я людини і біосфери в цілому.

Саме до другого напрямку, заснованого на принципі природних екосистем, належить біологічне землеробство, яке підтримується вченими – теоретиками і екологами, але не має поки що популярності серед економістів і господарників. На думку одного з його перших прихильників – німецького вченого – аграрія Г.Канта [20], поняття "біологічне, екологічне або альтернативне землеробство" характеризує системи вирощування майже з однаковими прийомами.

Визначає даний напрямок землеробства біологічний характер трьох основних факторів, які впливають на величину і якість врожаю [20]:

- переведення азоту позитря в органічні азотовмісні сполуки біологічним шляхом, а не шляхом хемосинтезу азотних добрив;
- біологічна боротьба з бур'янами, хворобами, шкідниками шляхом правильного чергування культур в сівозміні, вибору видів і сортів, які застосовуються в конкретних умовах, і методів активізації природних ворогів шкідників, а не за рахунок використання хімічних засобів захисту рослин.

Екологічна диспропорція на сьогоднішній день дуже велика, а отже неможливо одразу відмовитися від застосування мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин [24]. Тому біологічне землеробство визнає необхідність цих заходів, але в обмежених масштабах.

Основними агрозаходами біологічного землеробства є внесення органічних добрив, обробіток ґрунту і сівозміна. Всі інші заходи диктуються конкретними умовами господарства. Сівозміна в системі добриво – обробіток ґрунту – сівозміна є ведучою ланкою, яка впливає, а в ряді випадків і визначає перші два.

З огляду на свою низьку рентабельність біологічне землеробство поки що не отримало значного розвитку ні в одній країні і, на думку деяких авторів, має слабку здатність до конкуренції з інтенсивними системами землеробства [20, 24]. Але саме біологічний напрямок ведення сільського господарства взятий за основу сучасних систем землеробства в багатьох країнах світу, в тому числі і нашій.

Не відмовляючись від процесів інтенсифікації в рослинництві і землеробстві А.А. Жученко [17] пропонує якісно новий підхід до них шляхом посилення адаптивних функцій агроекосистем на основі їх природного потенціалу, який визначається сумарним фондом генетичної інформації. Пропонуються два основні принципи інтенсифікаційних процесів сучасного землеробства: їх біологізація і екологізація. Біологічне землеробство передбачає підвищення продуктивності видів сортів, агро-

ценозів за рахунок використання можливостей вирощуваних рослин в умовах агроекологічно обґрунтованої стратегії інтенсифікації. Головною умовою екологізації рослинництва і землеробства є збереження всього фонду живої природи і підтримка екологічної рівноваги в агроландшафтних екосистемах за рахунок збереження механізмів саморегуляції. Єдність цих двох принципів досягається за конструювання агроекосистем із урахуванням основних принципів природних екосистем. При цьому в першу чергу, на думку ряду дослідників, необхідно взяти до уваги [17, 24]:

- гетерогенність агроценозів і агроекосистем із урахуванням між- і внутрішньовидової конкуренції рослин;
- середовищеутворюючу роль агроекосистем з врахуванням впливу вирощуваних рослин на властивості ґрунту, підтримання екологічної рівноваги, захисту рослин від шкідників, хвороб, бур'янів шляхом управління динамікою їх чисельності.

Звертає на себе увагу те, що обов'язковим заходом всіх екологічно збалансованих напрямків розвитку є сівозміна, яка дає основу механізму саморегуляції агроекосистем в цілому. Тому, на думку ряду провідних учених, вчення про сівозміну на сучасному етапі набуває біотехнологічного і фітоценотичного змісту [26].

Останніми роками все частіше стає питання про перевагу редуцціоністичного або навіть монополістичного підходу в науці про сільське господарство, механістичного розуміння явищ, відсутність широким узагальнень результатів досліджень в різних галузях знань, генетично пов'язаних і підпорядкованих одним процесам [31]. Низький рівень інтеграції досягнень різних галузей сільськогосподарської науки і практики є однією з причин сучасних екологічних проблем.

При розробці і вдосконаленні сучасних систем землеробства в нашій країні цей недолік враховується в першу чергу [26]. Системний підхід до вирішення проблем землеробства потребує, при нормативному конструюванні агроландшафтів, обліку морфологічних, геохімічних і біологічних особливостей ландшафтів. В якості біологічних нормативів оцінюється фітосанітарний стан ландшафту [25]. При розгляді компоненту агробіоценозу ґрунт-рослина автори звертають увагу на актуальність проблеми фітосанітарного стану ґрунту, роль якого, на їх думку, традиційно недооцінюється.

Вибір фітосанітарного стану зі всього різноманіття біологічних характеристик агроекосистеми (розвиток бур'янів, шкідників і збудників хвороб) продиктовано, в першу чергу, практичними цілями. Фітосанітарний стан екосистеми є характеристикою фізіологічної активності популяції організмів, які мають подібні функціональні властивості: являючись представниками різних таксонів (рослини, комахи, мікроорганізми), володіючи різним рівнем організації (клітинний, органний), неоднаковим типом взаємовідносин (паразитизм, конкуренція, хижацтво), всі вони, так чи інакше, наносить шкоду рослинам. Якщо інші групи організмів (наприклад, сапротрости) відіграють в агроекосистемі

деякою мірою підпорядковану роль (трансформація органічних залишків, кругообіг речовин в системі), то фітофаги і фітопатогенні організми безпосередньо впливають на рослини і їх продуктивність. Тому облік фітосанітарного стану ценозів при конструюванні агроєкосистем і плануванні агротехнічних заходів для управління ними має практичне значення з метою збільшення економічно цінної частини врожаю.

Крім того, динаміка чисельності шкідливих організмів в агроєкосистемах використовується багатьма дослідниками в якості біоіндикаторної характеристики для оцінки їх функціонування: непомірний ріст популяції і активність шкідливих організмів вказує на порушення екологічної рівноваги в системі [7, 30, 31]. Стан і активність популяцій шкідливих організмів має пряме відношення до формування економічно цінної частини врожаю. Вплив на рослини шкідливих організмів являє собою біологічний стрес. На відміну від абіотичних стресів (кліматичних, едафічних), які збільшують екологічну вразливість агроценозів, біотичні стреси визначають не тільки екологічну, але й генетичну залежність агроєкосистем. Потенціал генотипової мінливості шкідливих мікроорганізмів, який сформувався в процесі еволюції рослин і шкідливих мікроорганізмів, переважає варіабельність вирощуваних рослин, штучно створену та знижену за рахунок селекції і конструювання агрофітоценозів. Остання призводить до втрати рослинами стійкості і появи нових форм шкідливих організмів з підвищеною агресивністю [18]. Тому при конструюванні агроєкосистем і плануванні системи захисту рослин від шкідливих організмів необхідно, в першу чергу, враховувати біологічний характер взаємодії в системі рослина – господар – паразит.

Висновок

Таким чином, ми розглянули основні екологічні та фізіологічні аспекти функціонування агроєкосистем. На основі викладеного можна зробити висновок, що часткове запозичення принципів стійкості природних екосистем і їх застосування в агросистемах є на сьогодні вкрай необхідним, тому що тільки таким шляхом людство може вийти з лабіринту складних взаємовідносин між індустріалізацією сільського господарства і біосферою. Потрібно застосовувати такі агрозаходи, які не призводять до негативних змін в екологічному стані оточення і, в першу чергу, ґрунту. Екологічні принципи функціонування агроєкосистем не замінять добрив, сільськогосподарських машин, але вони можуть зробити їх більш ефективними. Для агроєкосистем основним питанням майбутнього буде прогнозування і забезпечення їх стійкого функціонування.

Список літератури

1. Берестецкий О.А. Влияние выращивания сахарной свеклы в севообороте и монокультуре на микробиологические процессы в черноземе // Экология и физиология почвенных микроорганизмов. – Л., 1976. – С. 5-25.
2. Берестецкий О.А. Интенсификация земледелия и почвенная микробиология // Экология и физиология почвенных микроорганизмов. – Л., 1976. – С. 5-14.

3. Берестецкий О.А. Роль культурных растений в формировании микробных сообществ почв: Автореферат дис... д-ра биолог. наук. – М., 1982. – 52 с.
4. Боровков А.В., Пронская Л.П. Зерновые севообороты интенсивного типа и их влияние на почвенную фитотоксическую микрофлору // Бюл. ВНИИ с.-х. микробиологии. – 1986. – Вып. 43 – С. 3-8.
5. Воєводин А.В. Агробиологический аспект применения гербицидов // Экологические основы предотвращения потери урожая от вредителей, болезней и сорняков. – Л., 1986. – С. 11-19.
6. Гельцер Ю.Г. Почвенные простейшие естественных биогеоценозов и агроценозов // Почвенные организмы как компонент биогеоценозов. – М.: Наука, 1984. – С. 103-114.
7. Гиляров М.С. Биоценология и защита растений // Проблемы защиты растений от вредителей, болезней и сорняков. – М.: Колос, 1979. – С. 17-26.
8. Головкин Э.А. Микроорганизмы в аллелопатии высших растений. – К.: Наукова думка, 1984. – 200 с.
9. Головкин Э.А. Роль микроорганизмов в устойчивом функционировании агрофитоценозов // Проблемы агробиоценологии. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1979. – С.50-53.
10. Головкин Э.А. Экологические механизмы аллелопатического взаимодействия высших растений и микроорганизмов // Микроорганизмы в сельском хозяйстве: Тез. докл. Всесоюзной конференции. – М., 1986. – С. 75-76.
11. Гродзинский А.М., Головкин Э.А., Горобец С.А. Экспериментальная аллелопатия. – К.: Наукова думка, 1987. – 233 с.
12. Гродзинский А.М. Аллелопатия растений и почвоутомление. Из тр. – К.: Наукова думка, 1991 – 441 с.
13. Даже Р. Основы экологии. / Пер. с франц. – М.: Прогресс, 1975. – 415 с.
14. Джексон У. К идее унификации в сельскохозяйственной экономике // Сельскохозяйственные экосистемы / Пер. с англ. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 209-222.
15. Жизнь животных, беспозвоночные. – М.: Просвещение, 1963. – Т.3. – 575 с.
16. Жизнь растений, грибы. – М.: Просвещение, 1976. – Т.2. – 479 с.
17. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство. – Кишинев: Штиинца, 1990. – 432 с.
18. Жученко А.А. Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы). – Кишинев: Штиинца, 1988. – 766 с.
19. Злобин Ю.А. Агроекосистемы, агрофитоценозы и агропопуляции // Тез. Всесоюзного совещания "Агрофитоценозы и экологические пути повышения их стабильности и продуктивности". – Ижевск, 1988. – С.13-14.
20. Кант Г. Биологическое растениеводство: возможности биологических агросистем / Пер. с нем. – М.: Агропромиздат, 1988. – 207 с.
21. Кондратенко В.И. Вредность сорных растений озимой пшеницы в условиях интенсификации // Тез. Всесоюзного совещания "Агрофитоценозы и экологические пути повышения их стабильности и продуктивности. – Ижевск, 1988. – С. 92-93.

22. Кроссли Д.А., Хауз Г.Дж. Голожительные взаимодействия в агро-экосистемах: Сельскохозяйственные экосистемы /Пер. с. англ. – М.: Агропромиздат, 1987. – С.75-84.
23. Круглов Ю.В. Микрофлора почвы и пестициды. – М.: Агропромиздат, 1991. – 129 с.
24. Левитин М.М., Танский В.И. Основные направления совершенствования защиты растений в интенсивных технологиях // Проблемы защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов в интенсивном земледелии. Сб. науч. тр. – Л., 1991. – С. 6-11.
25. Лыков А.М., Кауричев И.С., Сидоров М.И., Глазковская М.Л. Современные системы земледелия – послесловие к дискуссии // Земледелие. – 1990. – № 10. – С. 24-29; № 11. – С. 12-17.
26. Лыков А.М. Теоретические основы современных систем земледелия // Вестник Рос. академии с.-х. наук. – 1992. – № 1. – С.34-37.
27. Любарский Е.Л. Теоретическая фитоценология и агрофитоценология // Тез. Всесоюзного совещания "Агрофитоценозы и экологические пути повышения их стабильности и продуктивности." – Ижевск, 1988. – С. 17-18.
28. Марьюшкина В.Я. Аллелюпатическое влияние бромелсиса беззостого на амброзию польнелистую как предпосылка для разработки биологического метода борьбы с ней: Роль токсинов растительного и микробного происхождения в аллелопатии. – К. Наукова думка, 1983. – С. 71-82.
29. Матвеев Н.М. Об использовании аллелюпатически активных веществ из опада древесных растений для борьбы с сосняками в агрофитоценозах // Тез. Всесоюзного совещ. "Агрофитоценозы и экологические пути повышения их стабильности и продуктивности". – Ижевск, 1988. – С. 38.
30. Миркин Б.М. Современные проблемы агрофитоценологии // Журнал общей биологии. – 1986. – Т. 47. – № 1. – С. 3-12.
31. Миркин Б.М. Актуальные задачи оптимизации агрорастительности // Тез. Всесоюзного совещ. "Агрофитоценозы и экологические пути повышения их стабильности и продуктивности". – Ижевск, 1988. – С. 18-20.
32. Миркин Б.М., Злобин Ю.А. Растительные сообщества наших полей // Новое в жизни, науке и технике. Сер. "Сельское хозяйство." – 1990. – №1. – 64 с.
33. Мирчинк Т.Г. Почвенные грибы как компонент биогеоценоза // Почвенные организмы как компоненты биогеоценоза. – М.: Наука, 1984. – С. 114-130.
34. Мирчинк Т.Г. Почвенная микология. Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 220 с.
35. Митчелл Р. Экологические основы сравнительного изучения первичной продукции: Сельскохозяйственные экосистемы /Пер. с. англ. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 19-38.
36. Одум Ю. Экология: в 2-х томах. – М.: Мир, 1986 – Т.1. – 328 с.; Т.2 – 376 с.
37. Одум Ю.П. Свойства агроэкосистем: Сельскохозяйственные экосистемы / Пер. с. англ. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 12-18.
38. Пианка Э. Эволюционная экология / Пер. с англ. – М.: Мир, 1981. – 400 с.

39. Стебаев И.В. Зоомикробиологические комплексы в биогеоценозах // Почвенные организмы как компоненты биогеоценоза. – М.: Наука, 1984. – С. 40-52.

40. Стефурак В.П., Усатая А.С., Фрунзе Н.И., Катрук Э.А. Биологическая активность почв в условиях антропогенного воздействия. – Кишинев: Штиинца, 1990. – 216 с.

Эколого-физиологические аспекты функционирования агроэкосистем / Э.А. Головки, Б.В. Борисюк, О.В. Ищук

Приведены обобщения и сравнительная оценка эколого-физиологических аспектов функционирования агроэкосистем, показаны направления повышения их устойчивости.

Ключевые слова: агроэкосистема, саморегуляция, ценоз, продуктивность, природный потенциал, сбалансированность.

Ecologic-physiological features of agroecosystems functioning / Ye.A. Golovko, B.V. Borisyuk, O.U. Ushchuk

Generalization and comparative estimate of ecophysiological aspects of agroecosystems' functioning. Directions of agroecosystems' resistance enhancement are outlined.

Keywords: agroecosistema, self-regulation, tsenoz, productivity, natural potential, balanced