

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ**

**В.У. Яшук, А.П. Корецький, Р.В. Ковбасенко,
О.П. Дмитрієв, В.М. Ковбасенко**

**НАПРЯМКИ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ
ЗЕМЛЕРОБСТВА**

**Київ
2016**

УДК
ББК
С

Рецензенти:

Д.М. Гродзинський, академік НАН України

І.П. Григорюк, член-кореспондент НАН України

Напрямки екологізації землеробства / Ящук В.У., Корецький А.П., Ковбасенко Р.В., Дмитрієв О.П., Ковбасенко В.М., – К.: , 2016. ____ с.

В книзі викладені найбільш важливі проблеми екологізації землеробства, насамперед – екологічні наслідки інтенсифікації сільськогосподарського виробництва та його вплив на природне середовище, оцінено дію пестицидів на об'єкти агроєкосистем та шляхи оптимізації екологічної ситуації. Запропоновано біологічне та мікробіологічне обґрунтування системи захисту рослин проти шкочодичної мікробіоти у сучасних агротехнологіях. Проаналізовано особливості застосування засобів біологізації для відновлення родючості ґрунту.

Видання рекомендоване для наукових працівників, які працюють в галузях екології, рослинництва, захисту рослин та сільськогосподарської мікробіології, а також для викладачів, аспірантів і студентів університетів та сільськогосподарських вузів.

УДК _____
ББК _____

© В.У. Ящук, А.П. Корецький, Р.В. Ковбасенко,
О.П. Дмитрієв, В.М. Ковбасенко, 2016

ISBN _____

ЗМІСТ

Вступ.....	
Екологічні наслідки інтенсифікації с/г виробництва та вплив на природне середовище: 1) пестициди; 2) добрива; 3) важкі метали; 4) радіоактивні елементи.....	
Оцінка дії пестицидів на об'єкти агроecosистем та шляхи оптимізації екологічної ситуації.....	
Біологічне обґрунтування оптимізації системи захисту сільськогосподарських культур від шкочочинної мікробіоти.....	
Мікробіологічні препарати – базовий елемент сучасних інтенсивних агротехнологій.....	
Еколого-економічна концепція відновлення родючості ґрунту.....	
Ризосфера, як зона взаємодії рослин та мікроорганізмів.....	
Вплив екологічних факторів на якісний та кількісний склад мікробіоти у ґрунтах різних типів ландшафту.....	
Вплив засобів біологізації на стабілізацію (зростання) родючості ґрунтів	
Роль сучасних ресурсозберігаючих технологій на зростання родючості ґрунту та ефективність ведення сільськогосподарського виробництва...	
Підсумок	
Бібліографічний список	

Вступ

У сільськогосподарському виробництві у останні кілька десятиліть використовуються інтенсивні технології вирощування культур, які базуються на широкому застосуванні засобів механізації, мінеральних добрив, хімічних меліорантів, хімічних засобів захисту рослин. У результаті цього сільське господарство виявляє досить сильну антропогенну дію на природні екосистеми. Згідно наявних оцінок, по рівню негативної дії на оточуюче природне середовище сільське господарство вийшло на третє місце після промисловості та транспорту. Відмінною рисою сучасних екологічних проблем є їх глобальний характер. У результаті зростання антропогенного навантаження на ґрунт, відчуження поживних речовин із урожаєм, забруднення засобами хімізації та відходами тваринництва, дегуміфікації, ерозії ґрунтів відбувається руйнування природних ландшафтів, заміна стійких екосистем на агроекосистеми, зміна функціонування біогеоценозів, що ще збереглися. Сільськогосподарське виробництво стало виявляти глобальну негативну дію на біосферу. Пестициди, фосфати, ртуть, які є складовою частиною протруйників зерна, за інформацією ЮНЕСКО, входять у десятку головних найбільш небезпечних екотоксикантів природного середовища [Врочинский, Маковский, 1979, Герасимов, 1985, Воин, 1995]. У біосфері циркулює значна кількість ксенобіотиків техногенного походження, багато із яких мають надзвичайно високу токсичність. Це так звані суперекотоксиканти, тобто речовини, які є найбільш небезпечними для людей. До них відносяться нітроза міни, численні хлор- та фосфоровмісні пестициди, ртуть, свинець, кадмій. Ці речовини є потенційними мутагенами та канцерогенами і небезпечні тим, що вони можуть накопичуватися по трофічних ланцюгах [Kendig, Talbet, 1989].

Без оцінки забруднення ґрунтів та рослинності суперекотоксикантами неможливо одержати загальну картину техногенного навантаження цих речовин на оточуюче середовище. При цьому необхідно враховувати їх поведінку у агроекосистемі за схемою ґрунт – рослина – тварина. Особливо важливий комплексний підхід при оцінці забруднення аграрних районів, тому що вони є основними виробниками сільськогосподарських продуктів [Абрамов, 1992, Харина, 2000, Казаков, Милюткин, 2010].

Ґрунтовому моніторингу у системі контролю належить особливо важлива роль. Аналіз взаємодії геосфер Землі та виявлення ролі кожної оболонки у загальному благополуччі планети показали, що ґрунтова ланка у цій взаємодії виявляється однією із центральних. Доказано, що без повноцінного ґрунтового покриття було б неможливим виникнення та

існування сучасної біосфери. Хімічне забруднення ґрунтів суттєво знижує загальну екологічну активність ґрунтів [Дончева и др., 1992].

Екологічні наслідки інтенсифікації с/г виробництва та вплив на природне середовище: 1) пестициди; 2) добрива; 3) важкі метали; 4) радіоактивні елементи

Людина постійно випробовує дію оточуючого середовища та змінює її у процесі використання природних ресурсів [Чашин, 2006]. У даний час дослідження по інтенсифікації сільськогосподарського виробництва являють значний інтерес тому, що дають можливість об'єктивно оцінити вплив засобів інтенсифікації на екологічний стан посівів, урожайність та параметри якості кінцевої продукції, екологічну безпечність агроландшафтів. Використання засобів інтенсифікації (пестициди, агрохімікати) у помірних, науково обґрунтованих кількостях забезпечують найвищу ефективність виробництва зерна та є обов'язковим елементом сучасних агротехнологій [Юшкевич, 2001, Милюткин, Цирулев, 2005, Холмов, Юшкевич, 2006].

Проблема чутливості рослин до біотичних та абіотичних стресів безпосередньо зв'язана із стійкістю агробіоценозів на техногенно забруднених територіях. Складі та різнонаправлені реакції, які виникають у живому організмі у відповідь на одночасну дію стресорів різної природи, здатні як посилювати розвиток пошкоджень, викликані дією якого-небудь із агентів, так і індукувати, або навпаки, пригнічувати репараційні процеси [Хатчинсон и др., 1988]. Результативний біологічний ефект сумісної дії факторів не завжди можна передбачити, виходячи тільки із інформації про вплив кожного із них окремо. Експериментальні результати вивчення реакцій відповідей рослинних організмів на опромінення свідчить про велику залежність розвитку біологічних ефектів не тільки від генетично детермінованого рівня радіочутливості, але і від зовнішніх умов, лімітуючи ріст та розвиток культур. При цьому виявлена для рослин залежність доза – ефект не завжди справедлива у випадку полі факторної дії та зовнішнього середовища. При підвищених дозах опромінення радіаційний фактор може викликати більш глибоке ураження у ценозі, якщо його дія відбувається в умовах додаткової негативної дії інших екологічних факторів, таких як температура, освітленість, волога, ураження шкідливими організмами і т.п. При цьому можлива синергічна або адитивна дія двох або кількох факторів зовнішнього середовища [Woodwell, 1962].

Уперше на основі вивчення особливостей формування біологічних ефектів дано оцінку ролі радіоактивного опромінення у променевому ураженні рослин в умовах радіоактивного забруднення посівів сільськогосподарських культур. Установлено, що ступінь радіаційного

ураження рослин при радіоактивному забрудненні агроценозів, у першу чергу визначається дозою γ -опромінення та фазою їх розвитку у період дії іонізуючої радіації. Основним наслідком опромінення рослин необхідно вважати не тільки зниження виходу зерна в урожаї, але і помітна зміна його біологічних та харчових якостей. Для зернових культур відмічено зниження у зерні кількості вуглеводів при одночасному зростанні відносного вмісту азотовмісних речовин. Найбільше значення в умовах хронічного опромінення сільськогосподарських культур набуває вміст основних дозо утворюючих радіонуклідів в урожаї та відповідно одержуваній сільськогосподарській продукції санітарно-гігієнічним нормативам, але не розвиток радіаційних ефектів у рослинах [Филипас, 2003].

Загальна екологічна ситуація багато у чому визначає рівень продуктивності у агроценозах, а тому способи одержання високих урожаїв екологічно чистої продукції повинні враховувати зростаючу дію антропогенної діяльності на оточуюче середовище. До основних антропогенних факторів, які приводять до негативних наслідків у агрофітоценозах відносяться ерозіє небезпечний обробіток ґрунту, безграмотне застосування засобів інтенсифікації, використання важкої сільськогосподарської техніки, техногенні викиди та інші взаємодії. Усе це стимулює розвиток негативних процесів та явищ (вітрова ерозія, пересушення та перезволоження ґрунту, забруднення ґрунту нітратами, пестицидами, важкими металами та радіоактивними елементами, втратою гумусу, порушення нормальних біологічних циклів). Розвиток негативних процесів стимулює руйнування структури та стійкості ґрунтів, зниження їх родючості, забруднення сільськогосподарської продукції токсичними речовинами, шкідливими для здоров'я людей [Бараев, 1975, Красницкий, 2001. Буянкин, Слесарев, 2006, Каштанов, 2008].

При вивченні сорбції радіонуклідів представниками різних таксономічних та фізіологічних груп показано, що живі клітини сорбують більше мертвих за рахунок здатності відновлювати радіоактивні елементи у широкому діапазоні кислотного середовища. Уперше показано здатність аеробних автотрофних тонових бактерій *Acidithiobacillus ferrooxidans* та *Acidithiobacillus thiooxidans* у кислих умовах середовища (рН 2,5) у анаеробних умовах використовувати у якості акцептора електронів семивалентний технецій, який відновлюється до п'яти- та чотиривалентного із утворенням розчинного колоїду. Установлена здатність галоалкалофільних бактерій відновлювати хромат в аеробних лужних умовах. Виділено та описано новий вид *Halomonaschromatireducens* sp. nov, та розроблено прийоми біологічної детоксикації розчинів від оксианіонів хрому, що базуються на застосуванні згущених суспензій виділених нових штамів бактерій і дробовій подачі

очищуваних розчинів із зростаючою концентрацією хромату. Аналіз аеробних мікробних суспільств чистих ґрунтів та ґрунтів, забруднених радіонуклідами та органічними токсикантами, виявив їх високий потенціал стійкості проти додаткових токсичних дій. Із забруднених радіонуклідами ґрунтів виділені нові штами актиноміцетів, резистентних до високих концентрацій двохвалентних катіонів (нікель, кобальт) [Хижняк, 2013].

У польових умовах вивчено вплив солей свинцю, міді, кадмію та їх детоксикантів на ферментативну активність ґрунтів. Показано, що більш чутливою до забруднення ґрунтів свинцем виявилася каталаза, кадмієм – уреаза та міддю – інвертаза. Застосування меліорантів (гумат натрію, пташиний послід, катіоніт, суперфосфат) сприяє зниженню негативної дії важких металів на ферментативну активність ґрунтів [Коньшева, Коротченко, 2011]. За ступенем небезпеки важкі метали (ВМ) поділяються на 3 класи: 1-й – високо небезпечні (свинець, цинк, кадмій, миш'як, селен, фтор, ртуть), 2-й – помірно небезпечні (бор, кобальт, нікель, молібден, мідь, хром), 3-й мало небезпечні (барій, ванадій, вольфрам, марганець, стронцій) [Алексеев, 1987, Дубовик, 2011].

Серед ВМ одне із перших місць по токсичності для біоти займає кадмій. Відомо, що надлишковий вміст кадмію інгібує активність цілого ряду ферментів, фагоцитуючу здатність макрофагів та виявляє канцерогенну дію [Costa, Morel, 1993]. Свинець не володіє жодними метаболічними функціями, а тому він шкідливий для біоти та людини навіть у незначних кількостях [Снакин и др., 1998]. Іони міді при надлишку їх у організмі здатні блокувати SH-групи білків, а особливо ферментів, що порушує їх каталітичну функцію [Olayinka, Babalola, 2001]. Цинк виявляє шкідливу дію на людину при тривалій, на протязі 5-6 років, інтоксикації. Він також викликає певні зміни у мікробних співтовариствах ґрунтів [Алексеев и др., 1992, Kelly et al., 1999].

Серед джерел можливого техногенного забруднення ґрунту та рослин ВМ розглядаються мінеральні та вапнякові добрива, із яких найбільша кількість ВМ характерна для фосфорних добрив. Вміст свинцю у різних фосфорних добривах коливається у межах 5,8-26,4 мг/кг, кадмію – 0,4-2,7 мг/кг, міді – 6,0-40,0 мг/кг, не перевищуючи фонових значень цього показує у різних ґрунтах. Вміст перерахованих елементів у азотних та калійних добривах також не вище фонового, а тому небезпека забруднення ґрунтів ВМ та добривами мізерно мала [Овчаренко, 1997].

Здатність ґрунту агроландшафтів до самоочищення залежить від біологічної активності ґрунтових бактерій, мікоризних грибів, водорослів та іншого. При цьому низькі концентрації ВМ інколи навіть стимулюють біологічну активність ґрунтів, а високі, навпаки, пригнічують [Груздева, 2010].

Молекулярними мішенями, тобто об'єктами атаки іонів ВМ служать: а) гемвісні білки та ферменти; б) системи перекисного та вільно радикального окислення ліпідів та білків, а також системи антиоксидантного та антипероксидачного захисту; в) ферменти транспорту електронів і синтезу АТФ; г) білки клітинних мембран та іонні канали мембран [Ложниченко и др., 2008].

У зв'язку із оцінкою добрив, як потенціальних джерел забруднення ВМ необхідно відмітити, що вміст останніх у ґрунті (особливо валової форми миш'яку, рухомих сполук свинцю, цинку, нікелю, хрому, марганцю, заліза) зростає при середній забезпеченості родючості. При підвищеному рівні родючості ці відмінності скорочуються по миш'яку та ртуті; спостерігається зниження кількості нікелю, хрому, стронцію та заліза і стабілізація – кадмію, цинку, міді, кобальту, марганцю. Відповідно, науково обґрунтоване застосування добрив не приводить до помітної зміни кількісного та якісного складу хімічних елементів у ґрунті, який, очевидно, успадковується від материнських порід та змінюється під дією факторів ґрунтоутворення. При комплексному внесенні калій вмісних сполук на фоні органо-мінеральної системи удобрення відмічається слабка тенденція до накопичення цинку, нікелю, свинцю та кадмію. Калій вмісні меліоранти достатньо сильно модифікують родючість ґрунту, дещо підвищуючи запаси мікроелементів та знижуючи рухливість таких металів як миш'як, кадмій, мідь, цинк. Внесення у запас високих доз мінеральних туків із екологічної точки зору є недоцільним внаслідок зниження мобільності мікроелементів та незначного зростання вмісту ВМ у ґрунті під дією добрив. Органічні добрива, меліорант цеоліт, внесені із різними агрохімічними засобами, доповнюють, але не змінюють природний фон хімічних елементів у чорноземі [Дубовик, 2011].

Попадаючи у ґрунт у результаті антропогенного забруднення, значні кількості ВМ впливають на його біологічні, хімічні та фізичні властивості та виявляють пряму дію на рослини. Попадаючи до них із ґрунту і порушуючи обмін речовин, ВМ знижують продуктивність рослин та якість рослинницької продукції. Однак такі властивості чорнозему, як високий вміст гумусу, нейтральне середовище, сприяють переведенню ВМ у нерухомі та нетоксичні для рослин форми, і навіть при значному забрудненні чорнозему їх фітотоксичність досить часто не проявляється [Вальков, 1986].

Найбільше зниження вмісту кількості ВМ у бульбах картоплі відмічено при комплексному застосуванні регуляторів росту. У цьому варіанті застосування регулятора росту сілк сприяло зниженню вмісту міді на 0,35-0,36, цинку на 0,31-0,34, свинцю на 0,06-0,07, миш'яку на 0,007-0,008, кадмію на 0,004-0,005 мг/кг. Аналогічний вплив виявив також регулятор росту альбіт, але тохи менше, ніж сілк [Мостякова, 2015].

У рослин виробився цілий ряд пристосувальних механізмів, захищаючих їх клітини та внутрішньоклітинні структури від присутніх у оточуючому середовищі ВМ. До них відносяться: зниження поступання металів до клітин, активація систем їх виведення, ізоляція у метаболічно малоактивних сполуках та компартментах, зміни метаболізму, спрямовані на зниження токсичної дії металів, або ліквідацію його наслідків. Указані механізми відповідають двом стратегіям виживання організмів при стресових діях: не допустити дію фактора (накопичення ВМ у клітині) або знешкодити його. Токсична дія ВМ на рослини зв'язана із утворенням активних форм кисню та денатурацією білків, чим стимулюється пошкодження мембран та порушення багатьох фізіологічних та біохімічних процесів. До цього часу питання про те, які конкретно гени контролюють стійкість рослин проти ВМ залишається відкритим, однак вважається, що їх достатньо багато. У рослин *Arabidopsis thaliana* кадмій індукував експресію більше 30 генів, включаючи гени, контролюючі протеїнінази, транскрипційні фактори, кальмодулін зв'язуючі білки, метало зв'язуючі білки, ферменти синтезу глутатіону, шаперони, у тому числі білки теплового шоку. У результаті експресії генів, що відповідають за біосинтез різних стресових білків, протидіючих токсичному впливу ВМ, відбувається зростання метало стійкості рослинної клітини. Фізіологічним бар'єром, що перешкоджає поступанню ВМ у клітину на тканинному рівні – ендодерма і оболонки клітин центрального циліндра кореня. Відомо також, що стійкість рослин багато у чому визначається стійкістю їх апікальних меристем, у їх здатності зберігати постійний клітинний склад та підтримувати нормальні темпи клітинного поділу [Sedberry, 1973, Goldberg, Glaubig, 1988, Barceló, Poschenrieder, 1990, Rauser, 1990, 1995, 1999, Ghiorse, Ehrlich, 1992, Байдина, 1995, Gray et al., 2000, Yang et al., 2004, Титов и др., 2007, 2011, Водяницький, 2009].

В умовах вегетаційного дослідження вивчено вплив кадмію (100 мкМ) на ріст мишію зеленого (*Setaria viridis* L. (Beauv.)), а також на вміст не протеїнових тиолів у клітинах кореня та листка рослин. Визначено концентрацію металу у органах рослин. Здійснені дослідження виявили високу стійкість мишію до кадмію, інгібуючого дію металу по відношенню до накопичення рослинами біомаси не спостерігалось, індекс резистентності рівнявся 0,91. При цьому вміст кадмію у органах рослин виявився відносно високим, причому не тільки у корені, але і у листку. Стійкість рослин до металу забезпечується дією клітинних механізмів детоксикації, а конкретніше, зв'язуванням токсичних іонів не протеїновими тиолами. Було виявлено зниження у присутності кадмію рівня відновленого глутатіону, та одночасно із цим різке зростання кількості фітохелатинів. Найбільш яскраво виражені зміни концентрації не протеїнових тиолів відмічено у листку, не дивлячись на нижчий вміст у ньому кадмію [Казнина и др.,

2014]. Передбачається, що високий рівень фітохелатинів у листку є досить важливим механізмом стійкості рослин до кадмію, що забезпечує захист клітин мезофілу від токсичних іонів та дозволяє підтримувати роботу фотосинтетичного апарату на необхідному рівні [Cobbett, 2000, Cobbett, Goldsbrough, 2002].

Вивчено вплив іонів кадмію на склад ліпідів хлоропластів, мітохондрій та мікросом водної рослини *Hydrilla verticillata*. Установлено, що найбільш висока кількість сумарних ліпідів містить фракція хлоропластів, а найменше – фракція мітохондрій. У складі жирних кислот ліпідів хлоропластів знайдено більш високий вміст ліноленової кислоти, а у ліпідах мітохондрій та мікросом – лінолевої кислоти. Мембрани мітохондрій та мікросом, на відміну від фракцій хлоропластів, у більшій мірі збагачені стеринами. Під дією іонів кадмію знижувалася загальна кількість ліпідів та змінювався їх склад. У фракції мікросом та мітохондрій знизився відносний вміст фосфатиділхоліну та зріс вміст фосфатидіостанолудалі у період 1-3 години та фосфатидної кислоти до 24 годин експозиції. У ліпідах фракції хлоропластів спостерігали різноспрямовані зміни: вміст сульфоліпиду у період 1-3 години був достовірно вищим, а моно- та дигалактозилдіацетилгліцеринів – нижче контролю. При більш тривалій експозиції (24 год) відносний вміст гліколіпідів зріс, порівняно із контролем. Таким чином, специфічність змін складу ліпідів залежала від кількості кадмію, що міститься у клітинах рослин, тривалості інкубації та типу внутрішньоклітинного компарменту [Розенцвет и др., 2012].

Відомо, що кадмій ініціює окислювальний стрес у рослинних клітинах, та як наслідок, утворення вільних радикалів [Erikson, 1988, Dixitetal., 2001]. Фенольні сполуки у цьому випадку можуть виконувати роль ендегенних антиоксидантів, багато із яких по своїй активності не поступаються таким сполукам, як аскорбінова кислота [Zhao, Zou, 2002].

Процеси акумуляції іонів кадмію кореневою системою рослин кукурудзи здійснювалася більш інтенсивно, порівняно із листками. На початковому етапі експерименту сульфат кадмію стимулював більш інтенсивне накопичення токсиканта листками проростків, порівняно із хлоридом. Підвищений вміст кадмію у середовищі вирощування стимулює зростання концентрації відновленої форми глутатіону у вегетативних органах проростків. Під впливом сполук кадмію встановлено дві тенденції функціонування ферментативної системи циклу глутатіону. Зростання активності глутатіонредуктази та глутатіонпероксидази у вегетативних органах, цілком ймовірно, зв'язано із посиленням процесів реутилізації глутатіону; уповільнення їх функціонування може свідчити про достатній рівень три пептиду для виконання антиоксидантних функцій. Поряд із цим

ще не вдалося установити ефект впливу аніону солей кадмію на активність глутатіонредуктази та глутатіонпероксидази [Сыщиков, 2009].

Показники біологічної активності (целюлазна, уреазна, протеазна, каталазна) у різній мірі пристосовані для об'єктивної оцінки забрудненості ґрунтів ВМ. Чутливість їх до дії ВМ визначається природою металу. Інтенсивність розкладання целюлози багато у чому залежить від погодно-кліматичних умов. Інтегральний показник біологічного стану корелює із рівнем забрудненості ґрунту, що свідчить про пригнічення їх біологічної активності. Індикатори функціонального біорізноманіття, одержані мктодом мультисубстратного тестування, адекватно оцінюють екологічний стан ґрунту. Біологічні характеристики ґрунтів є більш чутливими до забруднення ВМ, порівняно із хімічними. Порівняння ґрунтів по використаних показниках (біологічному індексу трансформації ґрунтів та сумарному показнику забруднення) показало відмінності у визначенні меж зони дії підприємств. Природні цеоліти проявляють захисні екологічні властивості, знижуючи негативну дію ВМ по відношенню до активності ґрунтових ферментів. Інтенсивність протекторних властивостей цеолітів різна та залежить від виду ВМ, їх концентрації та поєднання із органічними добривами. Внесення цеолітів сумісно із гноєм дозволить знизити негативну дію ВМ на біологічну активність ґрунту [Семенова, 2013]. Метаболіти бактерій роду *Pseudomonas* здатні утворювати асоціати із іонами міді, цинку, кадмію та свинцю, що знижує вміст солей цих металів у ризосфері рослин [Сулейманова, 2009].

ВМ, такі як залізо, мідь, цинк, молібден приймають участь у біологічних процесах, а тому у певних кількостях є необхідними мікроелементами для функціонування рослин. А із іншої сторони, ВМ та їх сполуки можуть виявляти негативну дію на живі організми, здатні накопичуватися у тканинах. Не маючи корисної ролі у біологічних процесах, метали такі як ртуть та свинець, визначаються як токсичні метали [Козлова, 2015].

При плануванні міроприємств по рекультивації забруднених ВМ ґрунтів необхідно враховувати наступні моменти. ВМ пагубно діють на організм за рахунок забруднення ними продуктів харчування, а також при вдиханні пилу. Для виробництва екологічно чистої продукції рослинництва та тваринництва необхідно, щоб ВМ не поступали у рослини. Для цього можуть використовуватися меліоративні міроприємства, спрямовані на зниження рухливості токсичних елементів. Якщо у даному регіоні відсутнє джерело регулярного сильного забруднення, деяке зростання валового вмісту ВМ у ґрунті, що відбувається за рахунок обмеження їх виносу за межі ґрунтового профілю, компенсується зниженням вмісту рухомих форм токсикантів [Дабахов и др., 2005].

Розрахунки економічної та енергетичної ефективності показали, що застосування високих доз органічних добрив із позиції віртисних

показників в умовах регіону досліджень не виправдані, однак із точки зору екології цей технологічний засіб сприяє збереженню родючості ґрунтів та детоксикації ВМ і миш'яку. Екологічний ефект покладено в основу виробництва екологічно безпечних продуктів харчування та реабілітації населення, що проживає у м. Свірськ та регіоні [Сосницькая, 2014].

Крім вапнування та внесення органічних добрив існує ще цілий ряд інших засобів, спрямованих на суттєве скорочення поступання ВМ у рослини. Наприклад, у Японії, Франції та ФРН запатентовано метод фіксації ВМ меркапто-8-триазином, що базується на утворенні нерозчинної металовмісної сполуки. Елементи живлення – кальцій, магній, калій – у цьому випадку не закріплюються. Реактив вносять у вигляді розчину, аерозолі або із вапном. Недоліком цього методу є обмежена ємкість та інактивуюча здатність препарату [Добровольский, Гришина, 1985]. У ФРН застосовуються іонообмінні смоли, які утворюють із металами хелатні сполуки, що володіють високою міцністю зв'язку. Їх застосовують у кислотній або сольовій формі, вносячи у ґрунт у вигляді порошку або гранул у дозах, визначених рівнем забруднення. При цьому випробування показують досить обнадійливі результати – натрієва форма катіоніту сорбувала близько 95% свинцю [Сизов и др., 1990]. Але все рівно, повністю досягти поставленої мети – високої ємкості, селективності та дешевизни одержуваних препаратів – до цих пір ще не вдалося.

Поряд із цим, у якості важливого позитивного моменту використання біопрепаратів необхідно назвати той факт, що у більшості випадків біологічні препарати позитивно впливають на якість урожаю озимої пшениці: сприяють зростанню у зерні білка та зниженню вмісту ВМ [Костин, Ерофеева, 2010, Иванов, Утеева, 2012].

Для суттєвого зниження негативного впливу мінеральних добрив на екосистему рекомендовано застосовувати нетрадиційні добрива. Осад стічних вод являє собою комунально-побутові та промислові відходи, що концентруються на мулових майданчиках очисних споруд та у відвалах. Однак у цих осадах може міститися значна кількість важких металів, що поступають із стоків промислових підприємств. У цьому випадку їх вносять у дозі 4-6 т/га у рік, або 15 т/га один раз у 3 роки. До промислових відходів відносяться органічні відходи різного походження, які можуть бути застосовані у якості добрив. Їх можна розділити на 3 групи: 1) відходи, що потребують компостування: пір'я, пух, лушпиння насіння олійних рослин, яблучна макуха; 2) відходи, що потребують попереднього внесення у ґрунт: відходи шкіряних заводів, шерстяні відходи; 3) відходи, придатні для добрива без обмежень: рибні відходи, відходи тютюнового виробництва та ін. Серед промислових відходів особливе місце займають відходи деревини – кора та лігнін. Кора

деревини містить основні елементи живлення рослин, які у процесі мінералізації переходять у доступні форми. Кора має кислу реакцію середовища (рН 4,8-5,7), але відрізняється біологічною активністю та містить значну кількість бактерій і грибів. Лігнін – побічний продукт гідролізного виробництва, сипкий матеріал темно-бурого кольору, схожий на торф. Лігнін має досить кислу реакцію (рН 0,2-1,0), але при тривалому зберіганні під дією атмосферних опадів його рН зростає до 2-3. У 1 т лігніну міститься 0,5 кг азоту, але калій практично відсутній. Вміст органічної речовини досить високий – цей показник може наближатися до 90%. Використовувати кору дерев та лігнін у якості добрива у чистому вигляді не рекомендується, але компостування цих відходів із гноєм, куриним послідом та мінеральними добривами дає добрі результати та забезпечує зростання урожайності зернових культур. До нетрадиційних добрив можна віднести також міський мусор. До міського мусору відносять різні кухонні відходи, папір, ганчір'я, бруд, пил, попіл. За вмістом поживних речовин та удобрювальним якостям міський мусор наближається до гною. Однак швидкість розкладання його у ґрунті залежить від співвідношення наявних у ньому компонентів. Так, міський мусор із значною кількістю кухонних відходів та пилу розкладається швидше. Такий мусор можна використовувати як добриво безпосередньо без компостування. Мусор, у якому багато паперу, ганчірок, опилок розкладається повільніше, а тому його краще попередньо прокомпостувати. У міському мусорі у розрахунку на суху речовину знаходиться у середньому 0,6-0,7% азоту, 0,5-0,6% фосфору та 0,6-0,8% калію. У овочівництві мусор використовується як біологічне паливо у парниках. Тут він стає однорідним, розсипчастим, добре розкладеним органічним добривом, яке потім можна застосовувати під любую культуру. Норми некомпостованого мусору такі ж само, як і гною та складають 20-30 т/га. Після компостування або пропускання мусору через парники норму можна знизити до 20 т/га [Шуравилин и др., 2010].

Оцінка дії пестицидів на об'єкти агроєкосистем та шляхи оптимізації екологічної ситуації

Сучасне сільське господарство не може обходитися без пестицидів, які застосовуються для знищення шкочинної мікробіоти. Застосування пестицидів дозволяє одержувати стабільні урожаї та обмежувати поширення інфекцій, що передаються різними переносниками. Непродумане використання пестицидів може мати і негативні наслідки. Вони уражують різні компоненти природних екосистем: знижують біологічну ефективність фітоценозів, видове різноманіття тваринного

світу, знижують чисельність корисних комах та птахів, та у кінцевому підсумку являють небезпеку і для самої людини [Егорова, 2014]. А тому питання про дію пестицидів на ґрунтову мікрофлору набуває тепер особливого значення із точки зору утилізації цих хімічних сполук у природних екосистемах. Останнім часом цілим рядом досліджень показано, що іменно ґрунтові мікроорганізми є головними агентами їх детоксикації [Керни, Кауфман, 1971, Круглов, 1979, Головлева, Филькенштейн, 1984 та ін.].

Показано, що системні пестициди впливають на характер розподілу інших системних фунгіцидів у рослинах картоплі. Обробка бульб пестицидом, що містить у своєму складі імідаклопід та пенцікурон, стимулювала активність безіпетального пересування препаратів флуопіколіду та промокарб гідрохлориду, виявляючи вплив на метаболізм рослин, порівняно із зразками без обробки та сприяла пересуванню їх у ґрунт, що оточує кореневу систему. При цьому результати вмісту сполук у бульбах не були завищеними та відповідали нормі. Ці обставини необхідно враховувати при оцінці екологічної безпеки одержуваної продукції [Колунтаев, 2012].

Швидкість розкладання трефлану у ґрунті залежить від способу та глибини заробляння, дози, погодних умов та типу ґрунту. При гребневому вирощуванні сої оптимальні дози трефлану 0,5 та 0,7 кг/га на лугово-чорноземновидному ґрунті і 0,6 кг/га на бурому лісовому глієвому ґрунті при внесенні до нарізки або при нарізці гребенів. Препарат у цих дозах не пригнічує рослини сої, забезпечує зростання продуктивності рослин та збільшення урожаю насіння сої на 1,5-3,5 ц/га. При такій технології загальний фон залишкових кількостей гербіциду у ґрунті знижується у 2 рази. Період напіврозпаду гербіциду півот у агроєкологічних умовах Приамур'я складає 120 днів. До кінця вегетації у ґрунті орного шару залишається препарат у кількості 40% від вихідного, гербіцид на протязі осені та зими не розкладається та виявляється весною. На протязі другої вегетації відбувається поступове розкладання півоту, але і через 1,5 роки після застосування залишки від норм 75 та 100 г/л складають 20-30% від внесеного. Відповідно, препарат зберігається у ґрунті більше 2 років. Оптимальною дозою півоту при внесенні у ґрунт та при обробці по вегетуючих рослинах є не вище 50 г/га. При сприятливих погодних умовах препарат, внесений у цій дозі, розкладається за один вегетаційний сезон [Харина, 2000].

Високі рівні пестицидного забруднення викликають негативні зсуви у демографічній ситуації у Брянській області РФ. Виявлено достовірну кореляцію: із зростанням пестицидних навантажень смертність росте ($r = 0,82$, $p < 0,05$), а народжуваність падає ($r = - 0,67$, $p = 0,046$). Знайдена достовірна негативна кореляція між народжуваністю та навантаженням

агроекосистем пестицидами групи 2,4 Д ($r = -0,8$, $p = 0,016$), а також достовірна негативна кореляція між народжуваністю та навантаженням гербіцидами групи сім-триазинів ($r = -0,73$, $p = 0,039$) [Шумейко, 2004].

Концептуальна модель поведінки пестицидів у системі ґрунт – вода – донні відклади передбачає, що головними складовими цього феномену є міграція ксенобіотиків у сорбуванні на ґрунтових колоїдах та частинках, диспергованому або розчинному у воді стані, а також трансформація та розкладання під дією мікроорганізмів. Пестицидна сполука піддається мікробіологічному перетворенню у ґрунті та мулах при умові гомогенного розподілу ксенобіотиків у їх рідкій фазі та відсутності інгібування активності мікроорганізмів-деструкторів. До числа факторів, що дозволяють керувати поведінкою пестицидів із метою суттєвого зниження ризику забруднення ними трофічних ланцюгів при екстремальних ситуаціях (передозування, аварійні розливи) або пролонгування дії ґрунтових препаратів на шкідливі організми, необхідно віднести режим вологості, аерацію ґрунту, її рН, внесення органічних добрив та активного вугілля, що можна реалізувати звичайними для сільського господарства способами. Еколого-геохімічна оцінка передбачає дослідження поведінки пестицидів у різних типах ґрунтів та класах донних відкладень водних джерел зони зрошуваного землеробства, облік гідротермічного режиму ґрунтів, крутизни схилу, еродованості та окультуреності ґрунтів, інтенсивності опадів або норм зрошення. При еколого-геохімічній оцінці важливо також враховувати залежність поведінки пестициду від його концентрацій, препаративної форми, основних метаболітів, супутніх пестицидів, мінеральних та органічних добрив [Галиулін, 2002].

Використання гербіцидів у рекомендованих нормах витрати у цілому не виявляє негативного впливу на ґрунтові мікроорганізми. При внесенні підвищених доз відбувається тимчасове перегрупування у мікробоценозі. При цьому дія їх проявляється навіть у межах однієї систематичної групи неоднаково. Після внесення гербіцидів інколи настає нетривалий період депресії мікроорганізмів, який відновлюється, дякуючи появі стійких мутантних форм або внаслідок утворення ферментів, що гідролізують препарат [Овчинникова, 1987].

При дослідженні двох гербіцидів у польових умовах при підвищеній вологості ґрунту – оксадіазону та оксіфлуорфену при нормах витрати 0,4 та 0,12 кг/га відповідно, була виявлена здатність фосфат мобілізуючих мікроорганізмів використовувати ці препарати у якості джерел живлення [Chandra et al., 2003].

Ґрунтові ферменти оксидази (ариломидази, β -глюкозидази) можуть бути із успіхом використані у якості раннього індикатора забруднення ґрунтів пестицидами для оцінки їх стійкості після антропогенного порушення [Carine et al., 2011].

При вивченні препарату ридоміл було виявлено вибірккову інгібуючу дію фунгіциду на масу ґрунтових мікроорганізмів. Так, до кінця четвертого місяця суттєво знизилася чисельність олігонітрофільних бактерій, у той час як число ґрунтових грибів залишилося практично на незмінному рівні [Сухопарова и др., 1990].

Сучасні інсектициди добре розкладаються при допомозі ґрунтової мікрофлори та прямого сонячного світла. Проведені випробування із застосуванням препаратів біпрофезин, пірімікарб, піріфос-метил та пірідабен показали, що інсоляція стимулює підвищену їх деградацію, що може служити додатковим інструментом для відновлення ґрунтів, забруднених інсектицидами [José et al., 2011].

Полюві дослідження із застосуванням інсектициду рільдану (д.р. – хлорміріфосметил) показали, що під його впливом відбувається зниження чисельності ґрунтових грибів *Aspergillus sp.*, *Fusarium culmorum* та *Drechslera biseptata*. Але на 28 добу після обробки їх чисельність як на оброблені так і на необробленій ділянках вирівнялась [Abd El-Mongya, Abd El-Ghany, 2009].

Найвище зниження чисельності бактерій, що асимілюють органічні форми азоту, спостерігалось після застосування гербіцидів пума-супер, секатор, дезормон-ефір. При обробці посівів пшениці такими гербіцидами, як бюктріл, дайовіт, пума-мупер комбі, лотос, орфей, секатор, динамік незалежно від вмісту вологи у ґрунті, різко скоротилося кількість бактерій, що засвоюють мінеральні форми азоту [Науанова, Чуркина, 2008].

Спостереження за зміною чисельності мікробів у ґрунті, що містить різні пестициди, дозволяє зробити висновок про їх вибіркковий вплив на різні фізіологічні групи мікроорганізмів. Препарати хлортіазид, картоцид та нітролон руйнувалися бактеріями роду *Bacillus* (*B. mycoides*, *B. megaterium*, *B. subtilis*) та *Pseudomonas fluorescens*, які можуть бути використаними у якості деструкторів названих пестицидів. Представники цих родів бактерій, цілком ймовірно і обумовлюють детоксикацію ґрунту від різних ксенобіотиків. Внесення оптимальних доз бактерій-деструкторів, установлених експериментальним шляхом, може виявити суттєвий вплив на рівень концентрації пестицидів у такому важливому природному середовищі, як ґрунт [Ксенофонтова, Чиров, 2005]. Чисельність чутливих організмів сильно скорочується, або ж вони зникають взагалі із посівів ґрунтових проб, забруднених пестицидами [Domsch, 1972].

Виділено два основних параметри, що мають значення при взаємодії пестицидів та ґрунтової мікрофлори – величина максимальної депресії мікроорганізмів та тривалість дії препарату. Проведені численні досліді показали, що час дії пестицидів не перевищує 30 діб; чисельність мікроорганізмів та активність біохімічних процесів через місяць після обробки ґрунту приходять у норму. Таким чином, якщо на протязі 30 діб

допускається зниження чисельності популяції мікроорганізмів на один-два порядки, то через 3-4 місяці критичним стає 60%-ний рівень інгібуючого ефекту. Відповідно зростає екологічне значення цього показника. Ця схема є цікавою теоретичною базою для агроекологічної оцінки дії хімічних препаратів та набуває особливого значення при багаторічному систематичному їх застосуванні [Domsch et al., 1983].

На основі еколого-токсикологічної концепції побудовано моделі взаємодії пестицидів із рослинами, ґрунтом та об'єктами-мішенями, що являють собою набір емпіричних співвідношень, а компоненти інтегральної динамічної моделі поведінки пестицидів у агроценозі. Із використанням теорії подібності показана роль параметрів узагальнених математичних моделей у побудові безрозмірних інтегральних показників (індексів), що служать для оцінки екологічної небезпеки пестицидів та їх можливої ефективності. На основі виділених параметрів розроблені індекси, що дозволяють ранжувати пестициди за ступенем їх екологічної безпеки у залежності від регіональних умов для оцінки короткострокової (на протязі вегетаційного періоду) дії пестицидів на ґрунт. Введені поняття актуального та потенційного навантаження пестицидів на ґрунт. Запропонована схема порівняльної оцінки екологічної безпеки пестицидів на основі імітаційного моделювання та розроблених індексів дозволить виділити у групу ризику фосфорорганічні інсектициди діазинон і хлорпіріфос та гербіцид рейсер у випадку їх застосування на дерново-підзолистому піщаному ґрунті. Можливості динамічної інтегральної моделі взаємодії пестицидів із компонентами агроценозу продемонстровані на прикладі оптимізації проведення хімічних обробок проти бурого іржі. Розроблена комп'ютерна програма імітації застосування фунгіцидів системної та контактної дії (PATWHEAT) може служити прототипом програм, які дозволяють оцінити зниження рівня розвитку хвороби (бурої іржі на пшениці) шляхом корекції строків та норм витрати фунгіцидів. Програма PATWHEAT по мірі наповнення її інформацією про закономірності взаємодії патогенів із рослиною-господарем, поведінки фунгіцидів у листках, їх дія на різні стадії розвитку патогена може служити для розробки раціональних регламентів застосування фунгіцидів у залежності від їх системної або контактної дії [Семенова, 2007].

Основними напрямками розвитку нових знань про екотоксикологічні основи стійкого розвитку сільськогосподарського виробництва, зв'язаними із захистом рослин є: 1) дослідження екосистем та їх середовище утворюваних функцій, меж стійкості та екотоксикологічної ємкості; 2) розробка екотоксикологічно ефективних технологій виробництва продукції рослинництва; 3) розробка принципів використання засобів захисту рослин з метою збереження абіотичних та біотичних елементів екосистем, методів збереження екологічного різноманіття; 4) аналіз поширення екотоксикантів

та розробка методів контролю та зниження негативних наслідків цих процесів; 5) розробка методології та методів еколого-економічної оцінки екотоксикологічних наслідків захисних міроприємств для використання при прийнятті рішень у області управління фітосанітарним станом агроєкосистем; 6) розробка екотоксикологічних критеріїв ризиків із метою створення системи управління якістю агроєкосистем; 7) розробка засобів та методів попередження та ліквідації забруднень, реабілітації елементів оточуючого середовища та утилізації небезпечних відходів; 8) розробка та розвиток сучасних методів екотоксикологічного моніторингу, а також інформаційних технологій з метою управління у області охорони екоценозів та оточуючого середовища [Захаренко, 2009].

Аналітична інформація по взаємодії різних груп пестицидів та ґрунтової мікробіоти, а також забрудненню ґрунту показують, що хімічні засоби захисту рослин здатні викликати як пригнічення розвитку ґрунтових мікроорганізмів, так і їх стимуляцію. Застосування нульових технологій обробок ґрунтів потребує детального дослідження їх поведінки у ґрунті у зв'язку із фізичними змінами його структури. Також необхідно проводити подальше вивчення взаємодії ґрунтових мікроорганізмів, особливо патогенної мікрофлори, тому що відмічена тенденція до накопичення фітопатогенних грибів, чому сприяють і рослинні залишки та інтенсивне застосування пестицидів.

Проблема розкладання залишкових кількостей пестицидів у ґрунті є досить важливим питанням охорони оточуючого середовища. Мікроорганізми здатні найбільш ефективно розкласти чужерідні для біосфери ксенобіотичні речовини. І ця здатність зв'язана із численністю проведених ними біохімічних реакцій та досить високим рівнем їх адаптації. Способів, альтернативних мікробній очистці біосфери від забруднення пестицидами, у даний час не існує. Метод очистки ґрунтів, забруднених агрохімікатами, із застосуванням мікроорганізмів – біодеструкторів відрізняється безсумнівною ефективністю та економичністю [Решетов, Тугаєва, 2012]. Крім того важливо і те, що біодеструкція є природним процесом, що робить цей спосіб зрозумілим для громадської свідомості [Круглов, 1991].

Ґрунт, як біологічна система, насичена різноманітними ферментами та мікроорганізмами, здатна трансформувати усякі природні органічні речовини. У результаті цього відбувається деградація синтетичних сполук, у тому числі і пестицидів, тому що вони по своїй структурі та хімічним зв'язкам є аналогами природних сполук, а тому і здатні піддаватися мікробіологічному розкладанню [Мишустин, 1964, Kokke, 1970; Chacko et al., 1987; Grunzi, Bread, 1987]. Головним фактором деградації ксенобіотиків у ґрунті є здатність мікроорганізмів індукувати синтез ферментів підготовчого циклу для успішної мікробіологічної

трансформації пестицидів [Кривошеева и др., 2003]. Це було підтверджено дослідженнями, які показали, що здатність до деградації у значній мірі залежить від подібності хімічної структури молекули пестициду та природного аналога. Вважається, що механізм розкладання пестицидів у ґрунті під впливом мікроорганізмів відбувається у результаті хімічних процесів – дегалогенування, дезалкілування, амідного або ефірного гідролізу, окислення, відновлення, розриву ефірного зв'язку, гідроксилювання ароматичного кільця та його розриву [Груздев, 1987].

Необхідно також відмітити, що у всіх хімічних реакціях, що приводять до розпаду органічних речовин, головним фактором є здатність мікроорганізмів виділяти той або інший фермент. Детоксикація та деградація пестицидів у природних екосистемах відбувається під дією мікроорганізмів і їм відводиться головна роль у цьому процесі. Це обумовлено величезним різноманіттям ґрунтових мікроорганізмів, лабільністю їх клітин, надзвичайною адаптаційною здатністю та ферментативною системою, яка високо специфічна проти ксенобіотиків, що обумовлює різні шляхи розкладання пестицидів, серед яких виділяються два: незначна видозміна молекули препарату (трансформація) та повне його руйнування (мінералізація) [Сингирцев и др., 1994; Леонтьев и др., 2000].

Мікроорганізми відіграють основну роль у розкладанні гербіциду 2,4-Д при умові, що речовина гомогенно розподілена у рідкій фазі ґрунту, не зв'язана із його органо-мінеральними колоїдами та не виявляє впливу на активну ґрунтову мікрофлору [Галиулин, 1992]. Деградація 2,4-Д може здійснюватися багатьма мікроорганізмами: бактеріями родів *Rhizobium*, *Corinebacterium*, *Agrobacterium*, *Arthobacter*, *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, а також актиноміцетами та грибами: *Nocardia*, *Penicillium*, *Aspergillus*. Крім того знайдено деякі штами бактерій, що містять специфічні по 2,4-Д плазмідні, які передаються від однієї клітини до іншої і тим саме переносячи генетичну здатність бактерій розкладати 2,4-Д [Чканников, 1983; Аусмес и др., 1988]. Процес розкладання 2,4-Д мікроорганізмами відбувається різними шляхами. Із продуктів розкладання, де збереглося бензольне кільце, виділені 2,4-дихлорфенол, 3,5-дихлорпірокатехін, 3-хлорпірокатехін, 4-хлорпірокатехін. Бактерії можуть також дехлорувати хлоровані аліфатичні кислоти, а ТХЛ у ґрунті може розкладати бактерія *Pseudomonas dehalogens* та гриб *Trichoderma viride* [Азаматова, Габрилович, 1988]. На інтенсивність мікробіологічної деградації пестицидів, крім біотичних факторів, впливають також абіотичні, серед яких можна виділити тип ґрунту, рН, температуру, вологість та характер адсорбції [Жемчужин, 2002].

Дослідження показали, що при біодеградації пестицидів тербутілазин, дифеноконазол та пендіметалін були використані різні типи грибів – від

паразитів до сапрофітів: *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus oryzae*, *Lentinula edodes*, *Penicillium brevicompactum* та *Lecanicillium saksenae*. Серед пестицидів тербутілазин вважається самим стійким. Самий високий процент видалення тербутілазину із рідкого середовища було досягнуто із *Aspergillus oryzae* – деградація склала 80% [Pinto et al., 2012].

Серед абіотичних факторів можна зупинитися на температурі та вологості ґрунту. При дефіциті вологи відбувається уповільнення деградації, наприклад інсектициду ДДТ у 1,3-1,8 рази, порівняно із ґрунтом де умови ґрунтової вологи були оптимальними. Інсектициди більш стійкі до мікробного розкладання, порівняно із іншими групами пестицидів, наприклад фосфоровмісні сполуки та карбамати [Ананьева, 2001].

При вивченні сорбції та мікробної деструкції гліфосата – діючої речовини гербіциду граунд біо – було показано, що при інокулюванні нативною суспензією дерново-підзолистого ґрунту клітинами селекціонованого штама-деструктора *Ochrobactrum anthropi* GPK 3 загальний його вміст (розчинного та екстрагованого) знизився на 25,4%, тоді як у не інокульованій суспензії зниження не перевищувало 5,5%. Була продемонстрована можливість використання селекціонованого штаму бактерій для інтенсифікації процесів деструкції гліфосату у ґрунтових системах [Шушкова и др., 2009].

При дослідженні токсичності гербіцидів та добрив виявилось, що морфологічний статус виду зберігався при внесенні нітрана і триалата у концентраціях 1×10^{-8} моль/л та нижче; сечовини у концентраціях 2×10^{-3} моль/л та нижче; хлориду калію у концентраціях 1×10^{-3} моль/л та нижче, суперфосфату – 4×10^{-5} моль/л не виявляли впливу на морфологічний статус *Cylindrospermum michailovskoense*. Знання біології та екології ґрунтової ціанобактерії *Cylindrospermum michailovskoense* дозволяє використовувати її для проведення робіт по екологічному моніторингу [Зарипова, 2009].

Зміна обробітків ґрунту із тенденцією до їх мінімізації, приводить до ущільнення ґрунту та зниженню макропористості, впливає на її аерацію та проникність, у результаті чого змінюються кількісні та якісні показники. Залишення рослинних залишків приводить до концентрації мікробної біомаси у шарі від 5 до 15 см, і це таким чином сприяє виживанню патогенних мікроорганізмів [Sturzetal., 1997].

Целюлозоруйнуючі мікроорганізми стійкі до дії до багатьох видів гербіцидів при різних нормах їх витрати. Як відомо, серед аеробних целюлозо руйнуючих мікроорганізмів, триходермальні гриби займають особливе місце, так як вони комплексно діють на мікробоценоз ґрунту, із однієї сторони являючись природними антагоністами ґрунтової фітопатогенної мікрофлори, а з іншої – приймаючи участь у розкладанні рослинних залишків у ґрунті [Бекешев, 2009].

У зв'язку із цим у якості об'єкта дослідження нами було вибрано іменно цей представник для лабораторного вивчення дії гербіцидів на ріст колоній у чашках Петрі на твердому агаризованому живильному середовищі (табл. 1).

1. Вплив гербіцидів на ріст колоній *Trichoderma lignorum*

Норма витрати, л/га	Дикамба Форте (д.р. – 2,4-дихлорфеноксіцтова кислота та її солі)			
	4-а доба	8-а доба	4-а доба	8-а доба
	Діаметр колоній, мм		Коефіцієнт гальмування, %	
2,0	46,8	45,5	-21,9	0,2
1,2	39,7	41,6	-3,4	9,6
0,4	47,5	39,5	-23,7	15,4
контроль	38,4	45,6	-	-
НІР ₀₅	0,36	0,52	-	-

У результаті проведених досліджень не виявлено суттєвих змін у рості колоній по відношенню до контролю при використанні різних норм витрати препарату. Так на 8-му добу культивування зниження діаметра колоній варіювало від 0,2 до 15,4%, що є незначним показником їх пригнічення. Отже, дія дикамба форте не виявила суттєвого впливу на ріст колоній гриба при застосуванні різних норм витрати препарату, а тому можна зробити висновок, що *Trichoderma lignorum* стійка до цього гербіциду.

Детальні дослідження, проведені у літніх напівпосушливих умовах на протязі 10 днів, показали на прикладі діазинону, що найбільший вклад у емісію пестициду вносить температура ґрунту, яка знаходиться у прямій залежності від опору поверхні ґрунту. Точне передбачення випаровування пестицидів має досить важливе значення для здоров'я людини та гігієни оточуючого середовища [Reichmanetal.,2013]. Дослідження, проведені на картоплі у Західно-Казахстанській області, показали, що різні гербіциди впливають на чисельність та біохімічну активність ґрунтової мікрофлори по-різному, залежно від дози та способу внесення. Польовими дослідженнями було встановлено, що через 20 днів після внесення гербіцидів у шарі ґрунту 0-10 см знижувалася загальна кількість бактерій у всіх варіантах із застосуванням ацетатрину та прометрину, а також зенкеру із нормою 2 кг/га по сходах. Відмічено загальну закономірність: по мірі зростання дози гербіциду знижувалася кількість бактерій у ґрунті [Браун, Мухамбеткалиев, 2004].

Проведені дослідження по виявленню впливу фюзіладу та раундапу на ґрунтові бактерії та гриби показали, що вони сильніше проявляють бактеріостатичну дію, ніж фунгістатичну, причому при додаванні нітрату амонію бактеріостатична дія посилювалася, а пригнічення грибів практично зупинилося. Отже, цілком ймовірно, що додавання нітрату амонію служить додатковою ростовою речовиною для грибів, що сприяє утилізації гербіцидів [Krystyna et al., 1997]. На ячмінній соломі було вивчено сапрофітні відношення між 4 видами грибів при використанні гліфосату. Так, при додаванні препарату конкуренція між грибами зникла, у результаті чого змінювалася структура грибного співтовариства. Було зроблено висновок, що цей гербіцид частково ліквідовував негативні відносини між видами, діючи у якості додаткового джерела енергії [Wardle, Parkinson, 1992].

У даний час гербіцидів як по об'єму, так і по асортименту застосовується у всьому світі більше, ніж усіх інших засобів захисту рослин разом узятих. Більшість сучасних гербіцидів відрізняється досить низькою токсичністю для теплокровних, але найвищі економічні втрати від побічної дії гербіцидів зв'язаний із їх високою персистентністю у ґрунті [Юданова, 1989].

Гербіцид калібр 75 (30-70 г/га) та його суміш із агатом 25К та агростимуліном здатні у значній мірі впливати на розвиток бактерій ризосфери ярого ячменю; у початковий період дії калібру 75 при дозі 70 г/га ріст ризосферних бактерій пригнічується, у той же час, при сумісному внесенні цієї ж дози гербіциду із регуляторами росту рослин негативна дія препарату на ризосферні бактерії знижується, що у подальшому приводить до стимуляції їх розвитку; найбільша кількість бактерій у ризосфері ярого ячменю на 10 добу після внесення бакових сумішей препаратів відмічається при використанні калібру 75 в дозі 40 г/га у поєднанні із агатом 25К та агростимуліном, що на 42% перевищує кількість бактерій у контролі та узгоджується із найвищим показником проходження у рослинах фотосинтетичних процесів [Карпенко и др., 2012].

Застосування регуляторів росту знижувало негативну дію гербіцидів-ксенобіотиків на морфо метричні показники насіння озимої пшениці. Найбільш ефективною виявилася участь у нівелюванні пригнічуючої дії ксенобіотиків на ріст та розвиток проростків і кореня озимої пшениці регулятори росту епін-екстра та сілк. Із вивчених гербіцидів найбільш пригнічуючи дію на морфогенез рослин озимої пшениці виявив банвел [Дворецкий, 2012].

Застосування препаратів серії нарцис сприяє оновленню кореневої системи: вона зростає у об'ємі на 10,7-15,3%, а робоча адсорбційна поверхня у 1,5-2,2 рази, що є фактором пасивного імунітету та зростання стійкості рослин до галової нематоди та хвороб. Застосування біологічно

активних речовин таких як гумат натрію та нарцис підвищує біологічну активність тепличного ґрунту, що дозволяє прискорити детоксикацію більшості пестицидів: фундазолу у 5 і 3 рази, омайта – у 1,5 і 1,3 рази, аріво – у 2 рази, ридомілу – у 4 і 8 разів, топазу – у 3 і 5 разів, порівняно із контролем [Кононова, 2004].

Детальні дослідження, здійснені із бактеріями роду *Pseudomonas* показали, що чисті штами *Pseudomonas* здатні успішно рости на γ -ГХЦГ як єдиному джерелі вуглецю, дякуючи наявності спеціальної плазміди, яка відповідає за перебудову ферментативного апарату цих бактерій та утилізацію інсектицида [Akbar et al., 2003].

Зміна обробок ґрунту із тенденцією до їх мінімізації приводить до ущільнення ґрунту та зниження його макропористості, впливає на аерацію та проникність, у результаті чого змінюються кількісні та якісні показники. Залишання рослинних залишків стимулює зростання концентрації мікробної біомаси у шарі від 5 до 15 см, і таким чином сприяє виживанню патогенних мікроорганізмів [Sturz et al., 1997].

Дрібнокапельне обприскування, за рахунок зростання ККД обробки, забезпечило високу біологічну ефективність при знижених дозах препаратів. Реальне зниження пестицидів складало до 25%, а у бакових сумішах – 50% від рівня, рекомендованого для застосування [Горбунов, 1999, Ковбасенко, Ковбасенко, 2000].

Виявлено, що в умовах північного Казахстану внесення гербіцидів стимулює зміну у мікробіоценозі південного карбонатного чорнозему – зниженню чисельності бактерій та зростанню чисельності грибів та целюлозо рушійних мікроорганізмів. Встановлено, що застосування гербіцидів збільшує коефіцієнт мінералізації ґрунту за рахунок зміни чисельності бактерій, які засвоюють органічний та мінеральний азот, у 2-3 рази. Установлено, що ґрунтові гриби та целюлозо рушійні мікроорганізми стійкі до дії гербіцидів різних хімічних груп, значно нижчою стійкістю володіють бактерії, асимілюючі органічні та неорганічні форми азоту [Кунанбаєв, 2013].

При дослідженні токсичності гербіцидів та добрив виявилось, що морфологічний статус виду зберігається при внесенні нітрану та тріалату у концентраціях 1×10^{-8} моль/л і нижче; сечовини у концентраціях 2×10^{-3} моль/л та нижче, суперфосфату – 4×10^{-5} моль/л і нижче не впливали на морфологічний статус *Cylindrospermum michailovskoënsе*. Отже, знання біології та екології ґрунтової ціанобактерії *Cylindrospermum michailovskoënsе* дозволяє використовувати його для ролведення робіт по екологічному моніторингу [Зарипова, 2009].

Сформульовано нову концепцію, згідно із якою розкладання пестицидів нерозчинних або погано розчинних у воді, відбувається по типу «мікробного обростання», обмежене поверхнею твердих частинок та

обумовлене діяльністю екзоферментів солілізуєчих речовин та агресивних продуктів метаболізму, мікроорганізмів [Круглов, 1984].

Здійснено дослідження вмісту основних фракцій вуглеводів, ліпідів та запасних білків у домінуючих культурах, проведено оцінку їх взаємозв'язків як між собою, так із залишковими кількостями пестицидів у сировині. Дана оцінка змін кількісних показників спектру вуглеводів, ліпідів та запасних білків на різних етапах розвитку рослин із врахуванням включення у метаболізм пестицидів. Показано вплив пестицидів на частоту появи окремих патологій раннього онтогенезу людини та оцінено відносні екологічні ризики розвитку ряду форм акушерсько-гінекологічної патології, дитячої захворюваності та вроджених пороків розвитку [Королев, 2008].

Установлено кореляційну залежність норм витрати пестицидів від площі листової поверхні багаторічних насаджень та доказано можливість суттєвого зниження норм витрати пестицидів на основі їх обліку, що позитивно сказується на екотоксикологічних показниках та санітарно-гігієнічних характеристиках одержуваної продукції. Для здійснення необхідних вимірів розроблено оригінальний прилад – фітопланіметр. Показано, що визначаючими факторами, що впливають на швидкість деградації у ґрунті та продуктах урожаю, поряд із погодними умовами, вмістом у ґрунтовому шарі гумусу, сприяючим активній корисній діяльності мікроорганізмів у ґрунті, є сидерація ґрунтів у міжряддях багаторічних насаджень, внесення мікродобрив та регуляторів росту рослин [Астарханова, 2008].

Із метою екологізації землеробства та зниження розвитку хвороб при вирощуванні ярого ячменю, для одержання урожаю зерна високої якості рекомендовано в умовах сірих лісових ґрунтів проводити дворазове обприскування фунгіцидами, а при наявності епіфітотій особливо небезпечних патогенів зернових культур, у комплексі із іншими агротехнічними та агрохімічними міроприємствами. При можливості вибору фунгіцидів необхідно керуватися характеристикою діючих речовин і механізмом їхньої дії. Із системних фунгіцидів вибирати ті, які мають у своєму складі діючі речовини, що відносяться до різних по хімічній природі груп [Симонов, 2009].

Одержання у даний час абсолютно безпечної сільськогосподарської продукції у рослинництві не більше, ніж ілюзія. Використовуючи біологічні або хімічні агенти захисту рослин, ми все рівно вносимо додаткові речовини, які у тій чи іншій мірі є токсинами для людини та середовища. Сучасні хімічні засоби захисту рослин за своїми токсикологічними характеристиками не поступаються біологічним агентам, а у деяких випадках навіть безпечніші їх. Більше того, багато сучасних пестицидів мають біологічне походження, що стирає грань між

хімічними та біологічними засобами захисту рослин. Використання хижаків та паразитів досить дорогою постійною формою контролю шкідливих комах та кліщів, і до того ж не забезпечують досить швидкого ефекту, а тому це буде стримуючим фактором їх широкого застосування [Зозуля, 2009].

Біологічне обґрунтування оптимізації системи захисту сільськогосподарських культур від шкочинної мікробіоти

Численними експериментами установлено, що серед численних біологічних факторів, регулюючих процес життєдіяльності рослин, досить важливе значення належить мікроорганізмам – антагоністам фітопатогенів, які виявляють безпосередній вплив на ріст та розвиток рослин, що відкриває перспективи їх використання у регуляції ростових процесів рослинного організму [Nelson, Hoitink, 1983, Papavizas, 1985, Mukhopadhyay et al., 1986; Kwok et al., 1987; Patil et al., 1987, Labudova, Gogorova, 1988; Nelson et al., 1988; Nelson, Powelson, 1988, Kumakura et al., 1989, Whipps, 2001, Голованова, 2009].

Для оптимізації захисту рослин від шкочинної мікробіоти необхідно розробити та обґрунтувати систему оптимізації фітосанітарного стану агроценозів, що забезпечує активацію, індукцію механізмів, їх саморегуляцію, підвищення адаптивних властивостей посівів шляхом модифікації структури агроландшафту та через використання агротехнічних міроприємств, біологічних засобів захисту рослин, раціонального використання пестицидів. Із біоценотичних позицій вирішення проблеми саморегуляції агроценозів та управління їх фітосанітарним станом неможливе без екологічного моніторингу, початковим етапом якого є інвентаризація біотичних компонентів, у тому числі ентомофауністичних та мікрофлористичних популяцій. Екологічною основою фітосанітарної оптимізації агробіоценозів є вивчення та використання існуючих біоценотичних зв'язків та взаємовідносин між їх окремими компонентами [Иванцова, 2009].

Біологічна система землеробства передбачає, із однієї сторони, повну відсутність або різке скорочення застосування мінеральних добрив, пестицидів, регуляторів росту, а із іншої сторони, впровадження сівозмін, максимальне використання органічних добрив, щадящий обробіток ґрунту, застосування ґрунтових структуроутворювачів, біологічні методи боротьби із хворобами, шкідниками та бур'янами. Одним із важливих і довготерміновим фактором біологізації землеробства є полезахисне лісорозведення, тобто концепція територіальної організації сільської місцевості із ландшафтно-екологічним підходом [Каштанов и др., 1994].

Обґрунтоване управління фітосанітарною ситуацією у агробіоценозах насінневої картоплі при нестабільності погодно-кліматичних умов його виробництва можливе як при обов'язковому моніторингу фітосанітарного стану насінневого матеріалу, що буде розмножуватися, так і знанні реальної ситуації у окремі періоди росту та розвитку рослин у кожному агробіоценозі, сформованому сортовим насінням відповідної категорії (оригінальне, елітне, репродукційне). Корекцією асортименту фітосанітарних засобів, регламентацією їх застосування для попередження дестабілізуючого впливу шкідливих організмів на насінні якості та урожайні властивості бульб досягається фітосанітарно нормованого виходу насіння на 29,9%, зниженню ресурсозатрат на одиницю збереженого урожаю більше, ніж на 12%. При цьому зростання рентабельності використовуваних захисних засобів переважувало 10%-ний рівень. Екологічна складова була реалізована у зниженні пестицидного навантаження по діючій речовині на одиницю площі посадок у 1,4 рази із зростанням адаптивності до пестицидного стресу на 23,4%. Ресурсозберігаючий ефект виражено у економії фінансових засобів на захист рослин – 44,7 доларів США на гектар. Таким чином, розподіл у часі керованих дій на шкідливі організми у відповідності із інформацією про фітосанітарний стан агробіоценозу насінневої картоплі супроводжується біологічним, економічним, екологічним та ресурсозберігаючим ефектом [Жукова и др., 2015].

Основними елементами агрокомплексу вирощування ярої пшениці (попередники, основний обробіток ґрунту, внесення мінеральних добрив) не виявляє суттєвого впливу на чисельність шкідливих комах. Позитивний фітосанітарний ефект на заселення посівів сірою зерною совкою та пшеничним трипсом у степовій зоні виявляє обробіток ґрунту, приурочений до критичних періодів розвитку шкідників. Негативно сказуються на чисельності більшості спеціалізованих шкідників (сірої зернової совки, пшеничного трипса, хлібної полосатої блішки, ярої мухи, хлібних клотиків, злакових попелиць) пізні строки посіву пшениці, які порушують поєднані строки розвитку комах із розвитком кормових рослин. Ці ж строки посіву підвищують потенціальну можливість ентомофагів регулювати чисельність шкідників у агроценозі пшениці. У лісостепу позитивний вплив на фітосанітарний стан посівів у відношенні шкідників виявляють також підвищені норми висіву (на 20-25%) і оптимальна (на 3-4 см) глибина заробки насіння. Доцільність і тактика захисту ярої пшениці від комплексу шкідників визначається зональними особливостями їх розвитку і рівнями інтенсифікації вирощування культури. У степовій та південній лісостеповій зонах оптимальний фітосанітарний стан посівів доцільно підтримувати при допомозі агротехнічних засобів (фітосанітарної обробки ґрунту, пізніх строків

посіву та ін.), а засоби оперативного контролю там необхідні у першу чергу на високопродуктивних (із урожайністю вище 2 т/га) та насінневих посівах із метою збереження посівних якостей насіння. У північному лісостепу оперативні захисні міроприємства потрібні для зниження шкідливості скритостеблових шкідників (ячмінної шведської мухи та стеблових блішок) при пізніх строках посіву пшениці на нестійких сортах. При вирощуванні пшениці по інтенсивній технології у сприятливих для урожаю роки їх необхідно проводити також проти комплексу шкідників генеративних органів [Коробов, 2006].

Рідкий та пастоподібний препарати март (д.р. – гуміновий комплекс торфу) та речовина джі-про (д.р. – суміш брасиностероїдів та жасминової кислоти) у вивчених варіантах знижували поширеність парші звичайної. У результаті цього урожай здорової картоплі перевищував контроль у 2,4-3,3 рази. Найбільш висока прибавка по цьому показнику (332,4%) одержана у варіанті із обробкою посадкового матеріалу та дворазовому обприскуванні рослин індуктором стійкості март рідкий [Вологдин, 2000].

Показано, що обробка насіння та рослин соняшника імуноцитифітом суттєво знижує ураженість його фомопсисом [Диденко, 2015]. Обґрунтовано спосіб підвищення хворобостійкості та продуктивності соняшника, який включає обробку насіння та дворазову обробку вегетуючих рослин у фазах 2-4 пар листків та цвітіння баковою сумішшю на основі екологічно безпечних препаратів вермікулен, імуноцитифіт і водної дисперсії біогумусу [Чухланцев, 2011].

Рекомендується захисні обробки посадок проти малинової стеблової галиці та стеблових мікозів проводити препаратом фітоверм при концентрації 0,1-0,2% (1-2 л/га). Перше обприскування – на початку вильоту першого покоління малинової стеблової галиці або до початку цвітіння при сумісному вирощуванні стебел; друге – через 10-14 днів після першого або при появі перших симптомів пурпурової плямистості; третє – на початку вильоту другого покоління галиці [Беляев, 2010].

Удосконалені системи інтегрованого захисту озимої пшениці проти хвороб для аридних зон та зони нестійкого зволоження Ставропольського краю оптимізують фітосанітарний стан агроценозів озимої пшениці, забезпечують високу біологічну та економічну ефективність, а також екологічну безпеку захисних міроприємств. В умовах аридних агрокліматичних зон рівень рентабельності оптимізованої системи інтегрованого захисту озимої пшениці досягає 108%, у зоні нестійкого зволоження – 110%, порівняно із 83,6 та 91,1% при використанні прийнятої системи захисту відповідно [Шутко, 2013]. Застосування на озимій пшениці регуляторів росту рослин (амбіол, гумати калію та натрію, Краснодар-1, креза цин, сілк, універсальний, фуrolан) виявляє суттєвий

вплив на ростові, фізіологічні і формотворчі процеси, стійкість рослин проти різного виду стресів [Шаповал, 2005].

Динаміка чисельності *Fusarium* sp. у ґрунті відповідає зміні загальної чисельності ґрунтових грибів: найнижче інфекційне навантаження забезпечується глибокою відвальною оранкою (32,6 тис. КОЕ/1г), а застосування плоско різної обробки стимулює зростання чисельності на 30-40%. Виявлено тенденцію зниження *Fusarium* sp. у ризосфері цукрового буряка із зростанням фону удобреності при усіх способах обробки на початку вегетації та зростання у передзбиральний період. Поширення та розвиток коренеїду знижувалася із зростанням фону удобреності (це зв'язано із швидким проходженням фаз розвитку рослин на високих фонах), а поширеність гнилей коренеплодів зростає. Доля впливу основної обробки ґрунту на поширеність коренеїду складала 42%, на поширеність гнилей коренеплодів – 68%, а доля впливу добрив – 28% та 24%, відповідно. У структурі патогенного комплексу збудників коренеїду домінували види *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Alternaria alternata*, *Aspergillus candidus*, *Gliocladium* sp., і гнилей коренеплодів – *Fusarium oxysporum* та *Fusarium solani*. Найнижча доля *Fusarium* sp. відмічена привідвальній оранці у структурі збудників коренеїду, а найвища – при плоско різній обробці. Установлено взаємозв'язок між чисельністю *Fusarium* sp. у ризосфері цукрового буряка та поширеністю коренеїда ($r=0,50-0,82$) та між чисельністю *Fusarium* sp. у ґрунті та поширеністю гнилей коренеплодів [Шамин, 2014].

Виділено нові метаболіти для трьох штамів *Pseudomonas* spp., що відрізняються за видовою належністю та володіють фунгіцидною активністю та за своєю хімічною структурою відносяться до трипегідів гліцерину із молекулярною масою 2,8-3,0 кДа. Визначено мінімальні інгібуючі концентрації тригліцеринпептидів вивчених псевдо монад для ряду фітопатогенних і фітотоксичних грибів, які показують, що антигрибна активність виділених метаболітів співставима величині активності відомих антибіотиків бактерій роду *Pseudomonas*. Розроблено нові економічні ферментаційні середовища на основі автолізатів відпрацьованих пивних та пекарських дріжджів для промислової виробки біопрепаратів на основі бактерій роду *Pseudomonas* для захисту сільськогосподарських рослин від грибних фітопатогенів із максимальною антигрибною активністю та високим титром клітин [Четвериков, 2012].

Виділено та охарактеризовано нові штами бактерій роду *Pseudomonas*, що суміщають здатність пригнічувати розвиток фітопатогенів, стимулювати ріст рослин та деградувати поліциклічні ароматичні вуглеводи. Вперше у бактерій *P. aureofaciens* знайдено плазміни біодеградації нафталіну. Показано, що найбільш активні штами є антагоністами широкого кола фітопатогенів та містять одночасно генетичні системи, необхідні для

біосинтезу піолітеорину, піролітрину і 2,4-діацетилфлороглюцину (4 штами *P. fluorescens*), та піролітрину і феназин-1-карбонової кислоти (6 штамів *P. aureofaciens*, 1 штам *P. chlororaphis*). Одержані плазмідвмісні штами відрізняються за ефективністю деградації нафталіну та стабільності підтримання плазмід біодеградації та резистентності до ВМ. Плазмід не впливають на основні фізіологічні властивості штамів, необхідні для пригнічення фітопатогенів та покращення росту рослин [Анохіна, 2011]. Органічні та мінеральні добрива відрізняються по своєму впливу на патологічний процес. Мінеральні добрива частіше діють безпосередньо на рослину та патогена, менше торкаючись супутньої мікрофлори. Органічні добрива у першу чергу приймають участь у процесах мікробного розкладання. А тому їх внесення супроводжується значним зростанням загальної чисельності мікрофлори, серед якої є активні антагоністи до паразитів. Вивчення фізіологічних особливостей різних видів фітопатогенних грибів ґрунту показує, що речовини органічного походження засвоюються ними із різною швидкістю та у неоднакових кількостях. А тому деякі види грибів заселяють бідні, малородючі ґрунти, а інші зустрічаються на добре окультурених високо гумусних ґрунтах або збільшують щільність популяції при внесенні високих доз органічних речовин [Дурыніна, Великанов, 1984].

У яблуневих садах центрального регіону Росії із низьким пестицидним навантаженням одним із самих масових та достатньо небезпечних шкідників є яблунева медяниця. Значну роль у регуляції її чисельності відіграють хижі комахи, головним чином кокцинеліди (*особливо Calvia quatuordecimguttata* L., *Coccinella septempunctata* L. і *Adalia bipunctata* L.) та деякі клопи із родини *Miridae*, для забезпечення збереження корисної ролі яких, небажано використання політоксичних інсектицидів відразу після цвітіння. Суттєвого зниження чисельності яблуневої медяниці (майже у 2 рази) можна досягнути проведенням омолоджуючого обрізування та проріджування крони. Зниження шкідливості цієї комахи сприяє використанню у плодкових насадженнях деяких регуляторів росту рослин, зокрема препаратів епін та циркон [Третьяков, 2006].

Розроблено та експериментально оцінено три технології виробництва біопрепарату ампеломіцин: поверхневим способом на рідкому середовищі, на стерильних відходах зерна та глибинного культивування у ферментерах, із яких найбільш досконалою є остання; ця технологія забезпечує одержання необхідних об'ємів біопрепарату покращеної споровмісної препаративної форми (ампеломіцин-паста) на протязі короткого виробничого циклу (2-3 дні). Введення до ампеломіцин-пасти мікробного поліцукриду ескафан покращує адгезивність препарату, підвищує життєздатність спор; біологічна ефективність при цьому зростає на 10-15%. При захисті яблуні проти борошнистої роси ампеломіцином обробки

необхідно проводити після цвітіння яблуні у фенофази «величина плода «грецький горіх» та «дозрівання плодів». Кількість обробок біопрепаратом (титр робочої суспензії 20-10⁶ спор у 1 мл води) залежить від інтенсивності прояву захворювання. При його помірному розвитку (до 30%) необхідні 2, а в умовах епіфітотії – 3 обприскування біопрепаратом. На винограді та овочевих культурах обробки ампеломіцином необхідно починати при виявленні перших ознак захворювання, повторюючи їх з інтервалом від 7 до 10 днів у залежності від інтенсивності розвитку хвороби [Пузанова, 2003].

Органічні та мінеральні добавки виявляють неоднакову стимулюючу дію на різні патогенні гриби залежно від їх сапрофітної активності. Із 23 випробуваних сполук – джерел азоту та вуглецю лише 7 простих сполук сприяли зростанню чисельності грибів у ґрунті, у той час як решта 16 сполук знижували розвиток у різному ступені. Але жодна їх вивчених сполук не обмежувало розвитку *Fusarium solani* (Martin) App. et Wr., а 19 сприяли зростанню щільності популяції цього гриба у ґрунті [Papavizas, 1967].

В умовах Передкам'я республіки Татарстан для зростання урожайності картоплі та захисту її від хвороб необхідно використовувати у якості імунізатора рослин ЖУСС-2 із нормою витрати 0,4 л/га із наступною обробкою біопрепаратом планрізом (1,0 л/га), а у випадку епіфітотійного розвитку хвороб – оксихлоридом міді із нормою витрати 3,0 кг/га. Для підвищення вмісту у бульбах вітоміну С необхідно застосовувати АгроХіт (1,5 л/га), починаючи із фази змикання у рядках [Новичков, 2004]. Дворазове застосування біопрепарату дельфін по вегетуючих рослинах картоплі на сортах Ресурс та Ільїнська знижує розвиток фітофторозу до 62%, а ступінь ураження кущів у 1,5-2 рази, що забезпечує збереженість рослин, дозволяє скоротити застосування хімічних засобів на 50-60% і таким чином знизити екологічне навантаження на агроценоз [Сатарова, 2009].

На території західного Прикаспію виявлено 10 видів ентомофагів імеретинської подушечниці коккофагус звичайний (*Coccophagus lycimnia* Walk.); бесщитинковий коккофагус (*Coccophagus scutellaris* Dalman.); коккофагус Яснош (*Coccophagus palaeolecanii* Jasnos); *Leucopis* sp; *Leucopis silesiaca* Eg; польовий хіпераспіс (*Hyperaspis campestris* Herbst.); семикрапкова золотоочка (*Chrysopa septempunctata* Wewm.); звичайна золотоочка (*Chrysopa carnea* Sreph.); прозора золотоочка (*Chrysopa Paria* L.); криптолемус (*Cryptolaemus montrouzieri* Muls.). Найбільш часто із них зустрічаються звичайна золотоочка, польовий хіпераспіс, коккофагус звичайний та безщитинковий коккофагус, здатні знижувати чисельність подушечниці на 20,5-39,2% [Астарханов, 2010].

Вивчення чисельності *Bipolaris sorokiniana* у ґрунті при відсутності рослини-господаря показало, що вона тісно корелювала із вмістом органічної речовини. При реакції середовища, близького до нейтрального ґрунт із високим вмістом органічної речовини накопичував у 3-4 рази більше конідій патогена, ніж ґрунт із низьким вмістом органічної речовини (тобто ґрунт слабо окультурений), хоч ці ґрунти і відносилися до одного генотипу та мали однаковий механічний склад, ефект органіки на стимуляцію розвитку патогена був стійким та зберігався як у природному ґрунті, так і при його стерилізації [Дурыніна, Чичева, 1978].

Внесення гною на дерново-підзолистих ґрунтах Білорусії не знижувало ураження ярої віки фузаріозом, але виявляло вплив на урожай зерна, який зріс у 1,5 рази, порівняно із контролем. Відповідно, якщо у конкурентній боротьбі за джерела живлення швидкість розвитку патогена значно перевищує розвиток супутної мікрофлори, то варто чекати при наявності рослини-господаря розвитку епіфітотійного процесу, а при його відсутності – зростання інфекційного потенціалу ґрунту. Отже, органіка далеко не завжди сприяє пригніченню патогенів у ґрунті [Дурыніна, Великанов, 1984, Дурыніна, Чичева, 1980].

У Краснодарському краї біопрепарат Єлена (д.р. – *Pseudomonas auerofaciens*, штамм ИБ40) на озимій пшениці сорту Офелія продемонстрував порівняно високу ефективність проти бурої іржі та септоріозу. При розвитку бурої іржі у контролі на рівні 10%, а септоріозу – 15%, його біологічна ефективність склала 50% та 33%, відповідно [Коршунова і др., 2008]. Аналогічні результати було одержано у Башкирії при використанні цього ж біофунгіциду на озимій пшениці проти комплексу захворювань (кореневі гnilі, борошниста роса, бура іржа та септоріоз) [Кузина і др., 2013].

Бактерізація бульб та рослин *Pseudomonas* sp. В-6798 позитивно впливає на зниження розвитку захворювань картоплі: фітофторозу за вегетаційний період на 45-50%, ризоктоніозу та парші звичайної у період зберігання на 40-70% [Акімова, 2007].

Передпосадкова обробка бульб картоплі препаратом агат 25К, так же як і препаратом різоплан у період від сходів до фази розвитку 7-9 листків, знижує сприйнятливість тканин до ураження патогеном *Phytophthora infestans* (Mont.) deBary. Але на відміну від різоплану, після досягнення фази бутонізації, рослини, одержані із оброблених бульб уражуються однаково із контрольними. Передпосадкове застосування препарату агат 25К (із розрахунку 100 г/т) затримує проявлення хвороби на посадках картоплі та у деякій мірі стимулює зростання її урожайності, але слабо захищає бульби від інфекції. У зв'язку із цим агат 25К краще застосовувати для обприскування вегетуючих рослин із інтервалом 7-8 діб [Кузнецова, 2000].

Показано ефективність препарату Мікосан Н у зниженні шкідливості бактеріальних хвороб капусти і томату за використання передпосівної обробки та обприскування ним рослин під час вегетації [Яровий та ін., 2005].

Проведеними нами дослідженнями показано досить високу ефективність препарату Мікосан-В на овочевих культурах (табл. 2).

2. Ефективність застосування Мікосану-В на овочевих культурах

Варіанти досліджу	Шкодочинний об'єкт	Розвиток захворювання, %	Технічна ефективність, %
Томат, сорт Лагідний			
Контроль, без обробки	альтернаріоз	13,4	0
	фітофтороз	10,2	0
Мікосан-В, 10 л/га	альтернаріоз	4,0	70,1
	фітофтороз	3,2	68,6
Томат, сорт Флора			
Контроль, без обробки	альтернаріоз	14,6	0
	фітофтороз	12,8	0
Мікосан-В, 10 л/га	альтернаріоз	4,9	66,4
	фітофтороз	4,0	68,8
Картопля, сорт Лугівська			
Контроль, без обробки	альтернаріоз	10,2	0
	фітофтороз	9,8	0
Мікосан-В, 10 л/га	альтернаріоз	3,4	66,7
	фітофтороз	3,0	69,4
Огірок, гібрид F ₁ Роднічок			
Контроль, без обробки	пероноспороз	9,5	0
	бактеріоз	8,0	0
Мікосан-В, 10 л/га	пероноспороз	2,9	69,5
	бактеріоз	2,3	71,3
Диня, сорт Тавричанка			
Контроль, без обробки	пероноспороз	17,6	0
	антракноз	22,4	0
Мікосан-В, 10 л/га	пероноспороз	6,8	61,4
	антракноз	9,4	58,0
Цибуля, сорт Штутгарт			
Контроль, без обробки	пероноспороз	21,4	0
	фузаріоз	7,2	0
Мікосан-В, 10 л/га	пероноспороз	9,5	55,6
	фузаріоз	2,8	61,1

Застосування регуляторів росту сілк, епін та циркон у якості біофунгіцидів дало позитивні результати по зростанню резистентності проти фітофторозу на 1-2 бали при передпосадковому замочуванні бульби та на 2-4 бали при обприскуванні листків у залежності від сорту картоплі, виду регулятора і особливостей періоду вегетації [Засорина, Пигорев, 2005]. Біологічна активність регулятора росту циркон в основному обумовлена його антиоксидантними властивостями, які характерні для фенольних сполук. Вважається, що циркон активує процеси синтезу хлорофілу, росту та ризогенезу рослин, підвищує адаптивні властивості організму до несприятливих факторів середовища, виконує функції індуктора цвітіння рослин, підвищує протигрибкову активність [Воронина, 2001, Сучкова, 2005].

Проведеними нами дослідженнями показано досить високу ефективність препарату циркон на овочевих культурах (табл. 3).

3. Ефективність застосування Циркону на овочевих культурах

Варіанти дослідів	Шкодочинний об'єкт	Розвиток захворювання, %	Технічна ефективність, %
Томат, сорт Лагідний			
Контроль, без обробки	альтернаріоз	13,4	0
	фітофтороз	10,2	0
Циркон, 10 мл/га	альтернаріоз	5,2	61,2
	фітофтороз	4,3	57,8
Картопля, сорт Лугівська			
Контроль, без обробки	альтернаріоз	10,2	0
	фітофтороз	9,8	0
Циркон, 10 мл/га	альтернаріоз	3,9	61,8
	фітофтороз	3,8	61,2
Огірок, гібрид F ₁ Роднічок			
Контроль, без обробки	пероноспороз	9,5	0
	бактеріоз	8,0	0
Циркон, 10 мл/га	пероноспороз	3,6	62,1
	бактеріоз	2,9	63,8
Цибуля, сорт Штутгарт			
Контроль, без обробки	пероноспороз	21,4	0
	фузаріоз	7,2	0
Циркон, 10 мл/га	пероноспороз	10,5	50,9
	фузаріоз	3,8	47,2
Диня, сорт Тавричанка			

Контроль, без обробки	пероноспороз	17,6	0
	антракноз	22,4	0
Циркон, 10 мл/га	пероноспороз	8,5	51,7
	антракноз	11,4	49,1

У роки помірного та слабкого розвитку хвороб доцільно у системі захисту рослин лілій використовувати на відносно стійких сортах препарати із групи імуно- та ріст регуляторів – епін (50 мл/га), емістим (1 мл/га) [Ячменева, 2011].

Осінній аналіз бульб картоплі в умовах Сахаліну показав, що фіторегулятори азолен, елена, екстрасол, епін-екстра та циркон сприяли зниженню ураження міні-бульб фітопатогенами, порівняно із контролем на сорті Аврора – на 1,7-5,2%, на сорті Рябінушка – на 1,0-4,4% [Булдаков, 2013].

Використання імуноцитифіту для обробки бульб перед посадкою та рослин у період вегетації сприяло зниженню ураженості фітофторозом сорту Погарський на 3,6% та сорту Брянський надійний – на 3,4%. Застосування регулятора росту епін-екстра у такому ж варіанті сприяло зниженню ураженості відповідно – на 3,1% і 3,5% [Молявко и др., 2009]. Аналогічні результати одержано на культурі томату при обробці їх арахідоновою кислотою, яка є діючою речовиною імуноцитифіту [Ковбасенко, 1995].

Показано ефективність застосування препарату гумістар на картоплі як для обробки бульб перед посадкою, так і для обробки рослин під час вегетації. За результатами дослідів одно- та дворазове обприскування рослин під час вегетації 0,8%-ним розчином сприяло зростанню продуктивності бульб на 7-25% та зниженню їх захворюваності [Конин и др., 2003].

Найбільш ефективним із вивчених біологічно активних препаратів виявився новосил. Він дає можливість адаптувати культуру бобів проти нестабільних кліматичних умов південного лісостепу західного Сибіру [Безуглова, Казыдуб, 2014].

Біопрепарати бактофіт, фітоверм та планріз у дозах 2,5 л/га, 2,5 л/га та 4,0 л/га відповідно показали позитивні результати сорті винограду Ркацетелі, що дозволяє рекомендувати їх для впровадження до зональної системи захисту винограду проти шкідників та хвороб. Це дозволить на сучасному етапі здійснити перехід на прогресивну інтегровану систему захисту із лімітованим використанням хімічних високотоксичних отрутохімікатів. При цьому рекомендується своєчасно проводити усі агротехнічні міроприємства, що забезпечить оптимізацію середовища росту рослин та охорону оточуючого середовища. Ці біопрепарати,

забезпечуючи екологічну безпеку, дають суттєвий економічний ефект. Це досягається за рахунок відносно невисоких норм внесення біопрепаратів, їх низької собівартості та зниження кількості обробок [Рабаданов, 2013].

Застосування на озимій пшениці фітоактиваторів із груп регуляторів росту рослин та агрохімікатів: радіфарм, сілк, мегафон виявляє значний вплив на фізіологічні, формотворчі та ростові процеси, стійкість рослин проти різних стресів (хвороб, пестицидного стресу, підвищеним та пониженим температурам та ін.). Ефективність препаратів на рослинах залежить при цьому від виду препарату, способу його застосування та сорту. Найбільш ефективним індуктором із усіх випробуваних препаратів виявився альбіт, так як при його використанні ступінь розвитку захворювань на рослинах була найбільш низькою. Однак найбільш висока фунгістатична та імунізуюча дія відмічається при застосуванні бакової суміші, тому що у такому випадку проявляється ефект синергізму [Бутузов, 2014].

Альбіт на 10-25% підвищує урожай зернових, цукрового буряка, овочів, соняшника, зернобобових та кормових трав. Біологічна ефективність препарату проти корневих гнилей, сітчастої плямистості, борошнистої роси, стеблової іржі зернових досягає 90-95%, що є високим показником для біопрепаратів [Злотников и др., 1998, 2001].

Обробка насіннєвого матеріалу та дворазове обприскування вегетуючих рослин ярої пшениці сорту Воронежська 10 ларіксином сприяло зростанню імунних її властивостей; ураженість рослин бурюю іржею, септоріозом та борошнистою росю скоротилася у 2,3 рази. При обробці насіннєвого матеріалу сорту Харківська 4 біологічна ефективність цього препарату проти корневих гнилей склала 23%, проти летючої сажки – 3%, септоріозу листків – 61%, бурюї іржі – 83%. Ларіксин знижував ураженість цукрового буряка борошнистою росю, церкоспорозом та фомозом на 73%, 34% і 77%, відповідно [Вакуленко, 2004].

Показано, що дія біопрепаратів бінорам-Ж та біосил при передпосівній обробці насіння та обробці вегетуючих рослин підвищували стійкість ярого ячменю проти гельмінтоспоріозу, сприяло покращенню усіх показників структури урожаю, і в усіх досліджених варіантах суттєво зросла урожайність. Середні прибавки склали 2,9 і 3,7 ц/га. Результати досліджень можуть бути використані для розробки біотехнологій вирощування ярого ячменю, дозволяючи одержувати урожаї екологічно безпечної продукції [Титова, Внукова, 2012].

При оцінці бульб картоплі після закінчення періоду зберігання на наявність фітофторозу і фузаріозу виявлено, що бульби, оброблені біопрепаратами альбіт, фітоспорін, гумін+фітоспорін не були уражені збудниками цих хвороб, тоді як на оброблених хімічними препаратом мівал спостерігалися уражені ділянки [Абизгильдина и др., 2010].

Агротехнічні засоби вирощування культури можуть виявляти суттєвий вплив на розвиток хвороб. У загущених посівах для розвитку багатьох видів збудників хвороб створюється сприятливий мікроклімат, рослини у таких посівах ослаблені та можуть у досить сильній мірі уражуватися склеротиніозом [Пустовойт, 1964], фітофторозом [Ковбасенко и др., 1984] та фомопсисом [Бородин и др., 2006]. Оптимальні строки посіву соняшника також впливають на обмеження розвитку хвороб у фазу сходів, і таким чином, обумовлюють збереження оптимальної густоти стеблостою на протязі вегетації [Якуткин и др., 2011].

Із метою зростання продуктивності, покращення пивоваренних якостей зерна ярого ячменю, зниження ураженості рослин листостебловими захворюваннями та покращення екологічної ситуації необхідно досить широко використовувати препарати на основі гумінових кислот: для внесення у ґрунт під передпосівну культивуацію гумат натрію (250 г/га), гумі-М (120 г/га), гумат «родючість» (250 мл/га); для обробки насіння – гумат натрію (750 г/т), гумі-М (800 г/т), гумат «родючість» (10 л/т); для обробки посівів у фазу кушіння – початку виходу у трубку – гумат натрію (80 г/га), гумі-М (120 г/га), гумат «родючість» (500 мл/га). Для зниження пестицидного навантаження на ґрунт і рослини, та затрат на внесення можливе сумісне застосування у бакових сумішах препаратів на основі гумінових кислот із половинною дозою фунгіциду ансамбль при обробці насіння та гербіцидами дифезан і секатор при обробці посівів ярого ячменю [Шамардина, 2006].

Використання торфових гумінових препаратів у якості індукторів стійкості ярої пшениці забезпечило зниження поширеності та розвитку корневих гнилей. На відміну від фунгіцидів вони не пригнічують ґрунтову мікрофлору ризосфери пшениці, а у значній мірі ініціювали її розвиток [Сысоева и др., 2010].

Для збереження регуляторної здатності ценозів та ефективної діяльності хижаків і паразитичних лускокрилих необхідне підвищення біорізноманітності агроєкосистем, у тому числі їх флористичного різноманіття, що можливо шляхом створення систем полезахисних насаджень, живих огорож, оптимізованих за густотою та видовим складом, сітки діляниць із підвищеним різноманіттям, або агроландшафтних заповідних зон. Для зростання біорізноманіття та збагачення фауни агроценозів зернових корисними видами необхідна організація довгоротаційних та різноманітних за набором культур сівозмін, введення до сівозмін і вирощування ріпака ярого, люцерни та інших багаторічних трав, посівів безперервно квітучих фуражних та нектароносних рослин. При відношенні хижак : жертва на озимому житі 1:30, ярих зернових 1:40 не доцільно проводити хімічні обробки посівів зернових проти злакових попелиць, тому що їх чисельність стримується ентомофагами і не

перевищує порог економічної шкідливості. Хімічні обробки не рекомендується проводити у період піку активності найбільш масових і ефективних ентомофагів. Найменш небезпечно застосування хімічних засобів захисту рослин на початкових етапах росту чисельності шкідників, до масової появи їх природних ворогів. Якщо виникає необхідність обробки у більш пізній час, необхідно вибирати такі строки, коли основні види ентомофагів знаходяться у стійкій до дії інсектицидів фазі яйця, куколки, паразити – всередині муміфікованих попелиць. Рослини обробляють у безвітряну погоду після 17-18-ої години, коли спостерігається спад льотної активності комах. Посіви зернових необхідно обробляти до укусу багаторічних трав, які є резерваторами корисної ентомофауни [Бокина, 2009].

При вивченні препаратів, одержаних із дикої та культурної рослинності Приамур'я, встановлено, що у місцевих умовах рослинні препарати тютюну звичайного (*Nicotiana tabacum* L.), піжми звичайної (*Tanacetum vulgare* L.), чистотілу великого (*Chelidonium majus* L.) та часнику посівного (*Allium sativum* L.) володіють інсектицидною активністю, ріст стимулюючою та антистресовою дією. Кращі інсектицидні властивості показали відвари піжми та чистотілу, але їх застосування ефективне лише у вечірній час, тому, що під дією сонячного світла біологічно активні комплекси, що містяться у рослинах, швидко руйнуються [Смирнова, 2011].

Дослідження по застосуванню регуляторів росту циркон, епін-екстра, креза цин на культурі томату показали, що вивчені препарати: а) скорочують строки проходження фенофаз, а відповідно, і тривалість вегетаційного періоду на 4-7 днів; б) сприяють розвитку більш міцного листового апарату (площа листової поверхні зросла на 56-73%) та посиленню фотосинтетичної активності; в) збільшують кількість та масу стандартних плодів на рослині на 6,0-10,7%, порівняно із контролем; г) знижують розвиток альтернаріозу на 5-11% та зменшують кількість хворих плодів в урожаї на 3,6-6,8% [Полякова, 2009].

Визначено домінуючі, найбільш ефективні групи ентомофагів із числа дрібних жужелиць, які мають вирішальне значення у пригніченні чисельності бульбочкових довгоносиків (*Bembidion femoratum*, *B. quadrimaculatum*, *B. lampros*, *Microlestes minutulus*). До числа перспективних ентомофагів горохової попелиці віднесено види екологічно пластичні, численні та ефективні у системі тріотрофу на протязі усього сезону у різних ярусах гороху у зоні досліджень (види родин *Syrphidae*: *Syrphus ribesii* L., *S. corollae* F., *S. balteatus* Deg., *Sphaerophoria* sp.; *Coccinellidae*: *Coccinella septempunctata* L., *C. quinquepunctata* L., *Propylaea quatuordecimpunctata* L., *Hippodamia tredecimpunctata* L., *Adonia variegata* Goeze., *C. trifasciata* L.; *Chrysopidae*: *Chrysopa carnea* Steph., *Ch.*

semptempunctata). Вивчена сезонна динаміка та біоекологія фітофагів і ентомофагів. Визначено та обґрунтовано ефективність природного комплексу ентомофагів шкідників гороху лісостепу Приоб'я [Мармулева, 2004].

З метою екологізації захисту яблуні від основного та найбільш небезпечного фітопатогена – парші перспективно використання біофунгіцидів агат-25К, планріз, а також регуляторів росту рослин та імуностимулятора імуноцитифіт. Це забезпечує зниження шкідливості збудника парші навіть в умовах її епіфітотійного розвитку. Триразова обробка препаратом полі функціональної дії агат-25К (100-150 г/га) в умовах епіфітотійного прояву захворювання забезпечила біологічну ефективність, яка переважила ефект хімічного захисту на 57%. Характер дії біофунгіцидів та імуноцитифіту мав аналогічну природу та визначався в основному фунгістатичними ефектами, індукуванням у рослин хворобостійкості та стабілізації природних регуляторних систем на рівні мікробіоценотичних відношень між різними компонентами філоплани рослин. Усі препарати забезпечували також активацію ростових процесів та зростання продуктивності яблуні. На основі досліджень сформульовано основні принципи побудови екологізованої системи захисту яблуні, основою якої є екологічний моніторинг, який дозволяє здійснити альтернативний вибір засобів оптимізації фіто санітарної обстановки в саду. Характерною особливістю цієї системи є обов'язкове підтримання оптимальних умов для росту та розвитку культури, що включає також прийоми переборення негативних наслідків дії стресорних абіотичних та антропогенних факторів. Висока ефективність захисних міроприємств при використанні любых засобів може бути забезпечена тільки при максимальній мобілізації усіх природних захисних механізмів, що дозволяють рослинам протистояти комплексу негативних факторів середовища та повністю реалізувати генетично обумовлений потенціал продуктивності. Підтримання природних механізмів збереження гомеостазу у ентомоценозі яблуневого саду здійснюється комплексом прямих та побічних засобів (активізація діяльності природних ентомофагів, збагачення популяціями природних ворогів, зниження пестицидного пресу). Останнє досягається за рахунок засобів оптимізації використання хімічних засобів (вибір найбільш безпечних строків застосування, виключення із системи високотоксичних препаратів), збільшення об'єму використання екологічно безпечних та щадящих засобів (біопрепарати на основі живих продуцентів та їх метаболітів, регуляторів росту та розвитку комах, препарати групи авермектинів, біофунгіциди та фітоактиватори росту та хворобостійкості рослин) [Рябчинская, 2002].

Розроблена система агротехнічних міроприємств, яка забезпечує одержання максимальної урожайності насіння та створює несприятливі

умови для розвитку фітофагів або підвищує стійкість люцерни проти шкідників: підкошування люцерни та системи мінерального живлення, обробка рослин регуляторами росту (борна кислота, люцис, фумар та інші). Показано, що скошування насінневої люцерни при першому укосі на сіно у фазу галуження приводить до зниження чисельності бульбочкових довгоносиків, фітономуса, клопів-сліпняків у 2 рази. Укіс люцерни у фазу цвітіння сприяє зростанню чисельності жовтого тіхіуса у 2,3 рази. Застосування мікробіологічних препаратів, оптимізуючи співвідношення корисних мікроорганізмів, забезпечує зниження пестицидного навантаження на агроценоз люцерни. Із 10 мікробіологічних препаратів, що пройшли експериментальну перевірку ефективності проти шкідників люцерни, досить високу біологічну ефективність показали боверін (69,4%) та бітоксібацилін (73,6%). Рекомендовано до застосування також біологічні препарати лепідоцид, бікор та астур. Ефективність пригнічення чисельності листогризучих шкідників цими препаратами коливається від 57 до 89,2%. На основі раціонального поєднання біопрепаратів, хімічних засобів та агротехнічних прийомів розроблена екологізована система захисту посівів люцерни від шкідників, яка забезпечує ефективний захист від фітофагів, щадящу дію на корисну ентомофауну та формування збалансованого і стійкого агроценозу люцерни із рівнем урожайності насіння від 3 до 10 ц/га [Девяткин, 2004].

Алгоритм прийняття рішень у інтегрованому захисті люцерни шляхом послідовного використання науково обґрунтованих засобів та принципів вибору адекватних методів дії на ентомоценоз на кожному етапі технології вирощування культури. Він базується на розумінні функціонування агроценозу люцерни як цілісної макросистеми. Поетапне конструювання технології та системи захисту, включаючи сортову агротехніку, що дозволяє десинхронізувати цикли розвитку культури та шкідників (синхронність етапів онтогенезу люцерни та фенології шкідників), і заходи мінімальної хімічної дії на ентомофауну. Еколого-адаптивний метод застосування інсектицидів базується на різній видовій чутливості організмів до пестицидів та на адаптацій норм витрати препарату до ріної чисельності шкідників на конкретних полях [Артохин, 2001].

При кількості 20-25 екземплярів личинок 2-го року життя хлібних жуків на 1 кв. м традиційна відвальна технологія обробки ґрунту (лущення стерні + відвальна оранка + передпосівна культивування) у всі роки досліджень знижувала число личинок у ґрунті до безпечного для суттєвого пошкодження коренів ярої пшениці рівня у 8-10 екз. на кв. м. При цьому ефективність механічного знищення личинок була суттєвою – 60,4%. Ефективність плоскорізної обробки відмічається при чисельності личинок не більше 15-20 екз. кв. м. Мінімальна та нульова обробки ґрунту у

незначній мірі впливали на чисельність личинок у ґрунті – ефективність агроприйомів складала всього 15,0 та 6,2% відповідно [Гусарова, 2009].

Показана ефективність біопрепарату на основі гриба-мікопаразита *Gliocladium catenulatum* у зниженні захворюваності рослин соняшника фомопсисом [Лабутова и др., 2002]. Біопрепарати поліфункціонального типу вермікулен, хетомін та бацилін на базі відселектованих штамів антагоністів РК-1-3 *Penicillium vermiculatum* Dang., ХК-1-4 *Chaetomium olivaceum* Cooke et Ellis, Б-5 *Bacillus licheniformis* характеризуються високою активністю до комплексу фітопатогенів соняшника. У тому числі і до фомопсису [Маслиенко, 2005].

Основним природним ентомофагом бавовникової совки у східному Передкавказзі є їздець габробракон притуплений (*Habrobracon hebetor* Say.), який заражає у природних умовах до 40% гусениць шкідника. Інші види їздців та яйцеїдів, а також хижі клопи, що входять до комплексу ентомофагів совки, виявилися менш активними. Однак у сукупності природні ентомофаги можуть стримувати чисельність шкідників на господарсько невідчутному рівні (нижче ПЕШ). Чисельність попелиць у бавовниковому агроценозі східного Передкавказзя регулюється хижаками – кокцінелідами, золотоочками, личинками мух-сирфід. На дослідних ділянках співвідношення ентомофаг : шкідник складало для кокцінелід 1:33,8; золотоочок 1:42,6; личинок мух-сирфід – 1:26,4. Однак така чисельність афідофагів не здатна стримувати чисельність попелиць нижче рівня ПЕШ, що потребує проведення пестицидних обробок. Популяція звичайного павутинного кліща у достатній мірі контролюється кліщоядним трипсом та стеторусом, що дозволяє відмовитися від пестицидів у другій половині вегетації бавовнику. Ефективність випуску трихограми (8 г/га) та габробракону (500 особин/га) проти гусениць бавовникової совки склало 59,5-60,6% та 60,0-71,0%, що дозволяє вважати їх достатньо ефективним засобом стримування чисельності цього шкідника в умовах посушливої зони східного Передкавказзя [Еременко, 2006].

Оптимізована система захисту огірка у Передураллі базується на моніторингу появи хвороб, використанні толерантних сортів та гібридів, а також біологічних засобів, які виявляють найнижчий негативний вплив на теплокровних тварин, людину та корисну фауну агробіоценозу тепличних культур та підтриманні оптимального режиму культивування і засобів, що забезпечують зростання виносливості рослин проти несприятливих факторів. Усе це дозволяє отримати додатковий урожай за рахунок ріст стимулюючого ефекту біопрепаратів та екологічно чисту продукцію на фоні зниження небезпеки для оточуючого середовища [Кокоулина, 2009].

Для зростання стійкості рослин яблуні проти збудників хвороб, несприятливих погодних факторів та одержання щорічних урожаїв необхідно застосовувати бакові суміші різних сполук (мікроелементів,

пестицидів, фіторегуляторів). Ефективність бакових сумішей вища, порівняно із використанням одних пестицидів. Для запобігання розвитку резистентності шкідливих організмів до препаратів любого типу необхідно їх чергування на протязі вегетаційного періоду. Для зниження розвитку парші та чисельності сисних і листогризучих шкідників необхідно застосовувати залуження ґрунту у міжряддях посадок яблуні. Для підвищення стійкості рослин яблуні проти пошкоджуючих факторів у осінній та зимовий періоди необхідно проводити осінню обробку комплексом мікроелементів та одним із імунокоректорів [Каширская, 2004].

Для боротьби із фітопатогенними грибами та зниження стресу вегетуючих рослин вівсяниці червоної від екстремальних погодних умов насіння рекомендується обробляти препаратами на основі асоціативних азот фіксуючих мікроорганізмів (агрофіл, мобілін, азорізін), а також ендомікоризним грибом *Glomus intraradices* [Малашин, 2009].

Мікробіологічні препарати – базовий елемент сучасних інтенсивних агротехнологій

Задача регулювання поступання поживних елементів із ґрунту до рослини за допомогою біопрепаратів та бактеріальних добрив у практиці світового землеробства успішно вирішується і основним засобом, який забезпечує оптимізацію мікрофлори на коренях рослин, є застосування мікробіологічних препаратів. Під мікробіологічними препаратами розуміють чисту культуру або суміш чистих культур штамів живих корисних мікроорганізмів, нанесених на стерильний нейтральний носій, що може забезпечити транспорт мікробних клітин від місця виробництва до місця застосування без втрати їх життєздатності [Тихонович, 2006].

Технологія застосування ефективних мікроорганізмів є не шкідливою, стимулює оздоровлення ґрунту та рослин, а відповідно, і одержання екологічно безпечних продуктів. Розширюється застосування препаратів для покращення фіксації атмосферного азоту, оптимізації фосфорного живлення рослин, для очищення ґрунтів від пестицидних залишків, забруднювачів та для іншої мети. Особливо широко розвивається напрямок посилення азотфіксації симбіотичними, вільноживучими та асоціативними мікроорганізмами. Обробка насіння бобових культур бактеріальними препаратами азотфіксації у країнах світу стала обов'язковим агротехнічним заходом, що дозволяє економити у середньому біля 40 кг діючої речовини азотних добрив на кожному гектарі. У США, де широко застосовують бактеріальні препарати, підраховано, що бобові щорічно накопичують біологічного азоту на 1 млрд. доларів у

перерахунку на вартість азотних добрив. Затрати на обробку насіння зазвичай не перевищують 2-3% вартості одержуваної продукції [Junge et al., 2000; Bloemberg, Lugtenberg, 2001; Compant et al., 2005; Mehrotra, 2005].

Досить перспективним є застосування у сільському господарстві непатогенних ґрунтових бактерій, що живуть на коренях рослин [Handelsman, Stabb, 1996; Whipps, 2001; Zehnder et al., 2001]. Обробка такими ризо бактеріями стимулює посилення росту рослин [Fallik et al., 1994; Kapulnik, 1996], до збільшення постачання у рослини необхідних хімічних елементів та води [Lin et al., 1983], до зміни морфології коренів рослин [Kapulnik, 1996], до продукування антибіотиків, інгібуючих патогени [Lesinger, Margraff, 1979], а також для зниження захворюваності рослин [Kloepper et al., 1992; Maurhofer et al., 1994; Raaijmakers et al., 1995; Harris, Adkins, 1999]. Ці бактерії володіють здатністю боротися із патогенними грибами, змагаючись із ними за важливі поживні речовини або продукуючи фунгітоксичні сполуки. Оскільки бактеріальна обробка на рівні коренів рослин приводить до захисту проти хвороботворних мікроорганізмів, така стійкість називається індукованою системною стійкістю [Лапа та ін., 2011, 2012, 2013].

Відомо, що бактерії, які відносяться до роду *Bacillus*, аособливо штами *Bacillus subtilis*, є достатньо ефективними для біологічної боротьби проти багатьох хвороб рослин, що викликаються ґрунтовими патогенами [Asaka, Shoda, 1996; Backman et al., 1997; Brannen, Kenney, 1997; Chen, Wu, 1999]. Ці мікроорганізми продукують значну кількість сильних антигрибкових метаболітів, включаючи ліпopeптиди, які складаються із 7 або 10 α -амінокислот, сполучених із жирною кислотою, що і виявляє сильну антигрибкову дію [Acra et al., 2001]. У роботах закордонних учених [Van Kan et al., 1992; Raupach, Kloepper, 1998; Wei et al., 1996] наведено результати дослідів, проведених на рослинах томату та огірка після інокуляції їх штамом *Bacillus subtilis* на рівні кореневої системи. Патогенне ураження огіркових рослин антракнозом, викликаним *Colletotrichum lagenarium*, оцінювалося за симптомами уражених рослин. Захворюваність контрольних рослин складала близько 65%. У досліді із томатом значно знизилась чорною ніжкою, викликану грибом *Pythium aphanidermatum*. Для підтвердження того, що *Bacillus subtilis* викликає реакцію у рослин на молекулярному рівні, було здійснено аналіз зміни експресії генів після бактеріальної обробки. Для проведення аналізу було виділено РНК із тканин листків, відібраних у 20-ти денних рослин томату та 10-ти денних ростків огірка. Експресію генів досліджували за допомогою кДНК-ПДАФ-техніки [Bachem et al., 1996]. Після обробки бактеріями *Bacillus subtilis* 11% генів у томату і 6% – у огірка диференціально експресувалися. кДНК-ПДАФ аналіз відібраних рослин дав переконливі докази того, що експресія генів у томату та огірка

модулювалася у відповідь на колонізацію коренів штамом *Bacillus subtilis* [Breyne, Zabeau, 2001; Dittetal., 2001].

Штам *Bacillus subtilis* 26Д може бути ефективним агентом для захисту рослин від патогенів та шкідників на посадках картоплі. При цьому передбачається, що ефективність застосування біопрепаратів на основі живих культур мікроорганізмів вища у більш ранні строки розвитку цієї культури [Matsuura et al., 2000, Сорокань и др., 2015].

Уперше виявлено регіональний штам, який відноситься до виду *Bacillus amyloliquefaciens*, одночасно володіючий цілим комплексом властивостей: антагоністичною активністю до широкого спектру збудників захворювань рослин; стимулюючою дією на рвст та розвиток рослин; здатністю фіксувати молекулярний азот у чистій культурі, відтворюваний в умовах ґрунтового екоценозу; фосфат мобілізуючою активністю; позитивною дією на ферментативну активність ґрунту; не проявляючий токсичного ефекту на рослинні та тваринні об'єкти; сумісний із використовуваними у сільськогосподарському виробництві фунгіцидами на основі манкоцебу, мефеноксаму, карбендазиму, беномілу, хлорокису міді, флудіоксонілу, тіраму, трітіконазолу та інсектицидами на основі тіаметоксаму, бенсултапу, ацетаміпріду, фіпронілу і гербіцидами на основі гліфосату та клопіраліду. На основі цього штаму розроблено біопрепарат, який сприяє при протруюванні насіння ярих культур пшениці і ячменю зниженню рівня їх ураженості на 96,5-100% та обеззаражуванню зерен від збудника оливкової плісняви (*Cladosporium herbarum*), чорної (*Xanthomonas* sp.) і базальної плямистостей (*Pseudomonas* sp.) зернових культур, пліснявих грибів із родів *Penicillium* і *Mucor*. Показано, що одним із механізмів реалізації антагоністичної дії *Bacillus amyloliquefaciens* є синтез хітинази. Усе це сприяє вирішенню проблеми стабілізації фітосанітарного стану насіннєвого фонду ярих зернових культур та посівів зернових культур, зростанню рівня родючості ґрунту та урожайності рослин [Сираева, 2012].

Із метою екологізації захисту груші проти листоблішки застосовувався бактеріальний препарат гаупсин (водна суспензія, що містить два штами бактерії *Pseudomonas aureofaciens*) із нормою витрати 8 л/га на фоні високої чисельності шкідника, що у 3,5 рази перевищує поріг економічної шкоди чинності. Установлено, що для найбільш ефективної дії на шкідника доцільним є застосування препарату на початку відродження личинок [Король, 1993, Корж, 2014].

Виявлено фунгіцидну дію бактерії *Pseudomonas aureofaciens*, бактеріальної суспензії та центрифугату культуральної рідини на розвиток фітопатогенів *Fusarium culmorum*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata*, *Alternaria infectoria*, *Alternaria solani*, *Alternaria tenuissima*, *Pythium oligandrum* та *Tilletia tritici*. Виявлено наявність інгібуючого ефекту, ступінь якого

залежить від виду гриба. Прояв антагоністичної дії обумовлений наявністю антибіотиків феназинового ряду (2-гідроксіфеназин-1-карбонова кислота, 2-гідроксіфеназин, феназин-1-карбонова кислота), а також хітино- та протеолітичними властивостями бактеріальної суспензії, що посилюються у процесі її зберігання. Склад антибіотичних речовин при зберіганні культуральної рідини змінюється, що можливо обумовлено їх взаємним перетворенням. Показано також ріст стимулюючий ефект бактеріальної суспензії *Pseudomonas aureofaciens* із використанням поліцукридів при обробці насіння пшениці, ячменю у лабораторних умовах. Оптимальним варіантом виявилось використання у якості прилипала 0,1%-ного розчину декстрана або крохмалю. При цьому на протязі 14 діб зберігання посівного матеріалу зберігалася висока життєздатність бактерії на поверхні насіння та їх стійкість до зараження фітопатогенами. Досліджена бактеріальна суспензія по фунгіцидному та ріст регулюючому ефектах не поступалася дії мікробіологічних препаратів фосфатовіт і азотовіт [Бурова, 2013].

Обробка бактеріями на рівні кореня зв'язана із індукцією системних молекулярних змін у рослинах. Таким чином, обробка рослин *Bacillus subtilis* може змінювати експресію генів та запускати захисний механізм рослин для покращення його опору при ураженні патогенними грибами. Бактерії *Bacillus subtilis* досить часто виступають антагоністами міксоміцетів. Дослідженнями, проведеними на цукровому буряку показано, що при максимальному вмісті *Bacillus subtilis*, що дорівнює 2×10^5 клітин на 1 грам ґрунту, одержаний урожай коренеплодів складав 4,7 т/га, а їх цукристість на 0,4% була вищою, ніж у контрольному варіанті, що вказує на перспективність використання бактерій *Bacillus subtilis* при вирощуванні сільськогосподарських культур [Безлер и др., 1995]. Із технологічної точки зору ендоспори бактерій *Bacillus subtilis* більш ефективні, ніж живі клітини, тому що вони більш стійкіші за вегетативні клітини та зберігають свою життєздатність кілька років при правильних умовах зберігання препарату. Крім того, ендоспори стійкі до екстремальних значень рН, набагато більше толерантні до висушування із метою утворення порошків та відносно легко виробляються із використанням промислової ферментативної технології [Кондратьєва, 2014].

Виявлено основні механізми біологічної активності ендофітних штамів *Bacillus subtilis*. При обробці насіння біопрепаратами їх основа – бактерія *Bacillus subtilis* проникає у проростки пшениці, а далі – у рослини. Життєздатність бактерії всередині рослини зберігається на протязі усього періоду її вегетації. Порівняльне вивчення властивостей ендофітних штамів (26Д, 24Д та МІ) *B. subtilis* дозволило встановити загальний механізм зростання урожайності пшениці під впливом біопрепаратів за рахунок стимуляції росту і розвитку рослин, здатності бактерій

активізувати поглинання води насінням, продукувати цитокініни, збільшувати фотосинтетичний потенціал рослин та зберігати структуру хлоропластів. Обробка насіння пшениці біопрепаратами знижує видову різноманітність та частоту появи фітопатогенних грибів, а також пригнічує розвиток деяких із них: *Oidium*, *Chaetomium*, *Aureobasidium*, *Rhodotorula* та іншої насінневої інфекції. Один із механізмів антагоністичної активності ендоефітних штамів *Bacillus subtilis* зв'язаний із продукцією ними хітинази. Ендоефітні бацили здатні підвищувати у ризосфері пшениці активність фосфатази, інвертази та інших ферментів, зв'язаних із інтенсифікацією процесів мінералізації органічної речовини ґрунту [Недорезков, 2003].

Досліджено поліфункціональну та комплексну дію *Bacillusthuringiensis*, що проявилася у ентомоцидній та репелентно-антифідантній дії на комах, антагоністичному у відношенні практично значущих фітопатогенних грибів та стимулюючій ріст і розвиток рослин [Beeblee, Bond, 1975, Schmid, Antonin, 1977, Ruelle et al., 1978, Angus, 1984, Himeno et al., 1985, Aronson, 1986, Becker, 1986, Haimi, Huhta, 1987, Gunningham, 1988, Becker et al., 1992, Gibson et al., 1995, Jaona et al., 1996]. Це явище відкриває новий, багатообіцяючий підхід до застосування біопрепаратів, розширює їх можливості, а відповідно і питому вагу безпестицидних технологій. Виявлено комплексний ефект *Bacillusthuringiensis* та бациколу, що включає антагоністичні дії на фітопатогенні гриби – збудники небезпечних захворювань рослин та на шкідливих комах [Смирнов, 2000].

У результаті досліджень порівняльної оцінки інсектицидної активності штамів *Bacillus thuringiensis*, циркулюючих у біоценозах Камчатки, виділених при епізоотії, було відібрано дві найбільш активні культури. Найвищою біологічною активністю володів штам *Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki* 7-14кс. LK50, а у штама *Bacillus thuringiensis* ssp. *dendrolimus* 1кс LK50 ефективність була дещо нижчою [Вятчина, 2003].

Розглядаються науково-теоретичні та практичні підходи до ефективного використання мікробіологічного методу захисту плодових і ягідних культур від листогризухих комах-шкідників за участю природних ресурсів – ентомопатогенних бактерій групи *Bacillusthuringiensis*. Доведено доцільність застосування активних штамів-продуцентів різних біоваріантів та мікробних препаратів, створених на їх основі. Біологічна ефективність мікробіопрепаратів на базі *BtH1* var. *thuringiensis*, *BtH3* var. *kurstaki* і *BtH10* var. *darmstadiensis* (продуцентів Бітоксібациліну, Лепідоциду, Бациколу) відповідно проти листогризухих комах (яблуневої молі, глодової листокрутки, американського білого метелика, сунично-малинового довгоносика) становила 97-100% [Патика та ін., 2012].

Ідентифікована більше 60 різновидностей *Bacillusthuringiensis*. Ці бактерії здатні досить тривалий час зберігати свою життєздатність після обробки рослин. Для біологічного контролю комах у агроценозах частіше

усього застосовують препарати на основі трьох патоваріантів *Bacillusthuringiensis*: патоваріант А (підвиди *Bacillusthuringiensis*, кристали ендотоксинів, які із найбільшою активністю впливають на лускокрилих із загону *Lepidoptera*), патоваріант В (підвиди *Bacillusthuringiensis*, що уражують личинок кровосисних комарів та мошок, а також рослинноядних комарів із загону *Diptera*) та патоваріант С (підвиди *Bacillus thuringiensis*, що активні проти жуків *Coleoptera*). Виявлено також новий варіант цієї бацили F (fungi, гриби). *Bacillus thuringiensis* володіє фізіологічними та біохімічними властивостями, що забезпечують засвоєння живильних субстратів, а також антибіоз по відношенню партнерів по біоценозу. У ВНДІСГМ (м. Санкт-Петербург) створено біопрепарат бацікол ентомопатогенної дії на основі *Bacillus thuringiensis* var. *darmstadiensis* (Н10), що містить компоненти культуральної рідини, спори, ентомоцидні та фунгіцидні екзот ендотоксини, дякуючи яким він володіє поліфункціональними властивостями. У результаті проведених досліджень одержано інформацію про ефективність препарату бацікол проти різних шкідників сільськогосподарських культур. У дослідженнях використовували біопрепарат у рідкій формі (титр спор $3,5 \times 10^9$ /мл). Ефективність баціколу проти фітофагів варіювала від 50 до 100%. У польових дослідах при обприскуванні рослин суниці проти сірої гнилі цей показник склав 60-74%. У вегетаційних умовах проти фузаріозного в'янення ефективність досліджуваного препарату складала на томаті 74-87%, а на льону – 34-42%. При замочуванні насіння ячменю у баціколі його ефективність проти гелмінтоспориозної гнилі виявилася рівною 66-71%, а при замочуванні бульб картоплі проти ризоктоніозу – 40-45% [Гришечкина, 2015].

У наших дослідженнях встановлено достатню ефективність застосування бітоксикациліну проти шкідників огірка у плівкових теплицях (табл. 4).

4. Ефективність застосування Бітоксикациліну на огірку

Варіанти дослідів	Шкодочинний об'єкт	Кількість особин на листку, шт.	Технічна ефективність, %
Огірок, гібрид F ₁ Роднічок			
Контроль, без обробки	павутинний кліщ	12,7	0
	баштанна попелиця	34,8	0
Бітоксикацилін, 100 мл на	павутинний кліщ	4,3	66,1

10 л води на 100 кв. м	баштанна попелиця	10,4	70,1
---------------------------	----------------------	------	------

Були використані біопрепарати, створені на основі бактерії *Bacillus thuringiensis* Berliner різних штамів (бітоксібацилін, лепідоцид, бацікол), ентомопатогенної нематоди (*Steinernema carpocapsae* Weiser) — немабакт та дослідного зразка на основі ентомопатогенного гриба *Metarhizium anisopliae* Metchn. Крім мікробіологічних засобів захисту, застосовували також і агротехнічні. Проти капустяного білана бітоксібацилін та лепідоцид забезпечували біологічну ефективність у 90-95%. У боротьбі із капустяною міллю біологічна ефективність цих препаратів склала 60-80%. Біологічна ефективність баціколу проти хрестоцвітих блішок при дворазовій обробці виявилася рівною 60-80%. При застосуванні бітоксібациліну та баціколу проти личинок 1-го віку колорадського жука біологічна ефективність сягала 100%. Немабакт і дослідний зразок *Metarhizium anisopliae* Metchn. знижували чисельність личинок жуків-щелкунів на 60-80%. На суниці проти малино-суничного довгоносика найвища біологічна ефективність, порівняльна із ефективністю препарату фітоверм, відмічена у баціколу. На садовій суниці встановлено можливість сумісного використання біопрепаратів різної спрямованості (біофунгіцидів і біоінсектицидів) у бакових сумішах [Доброхотов и др., 2015].

Встановлено, що одним із основних прийомів, що здатні різко підвищити азотфіксуючу активність симбіозу з *Phaseolus vulgaris* L., є нітрагінізація насіння препаратами конкурентоздатних штамів бульбочкових бактерій [Кравчук, 2014].

Однією із можливостей біологічної регуляції фітопаразитичних нематод є внесення у ґрунтовий субстрат агросистем хижих організмів тваринного та мікробіологічного походження. Ці організми виступють не тільки у ролі регуляторів популяційної чисельності жертв-мішеней, вони зсувають рівновагу у екосистемі, викликаючи зростання популяційної щільності хижих нематод, які також можуть приймати участь у процесі зниження популяційної щільності фітогельмінтів. Міжвидова конкуренція паразитичних нематод у процесі розвитку фітогельмінтозу визначає склад та чисельність фітогельмінтів, щонеобхідно враховувати при підборі та застосуванні біологічних препаратів на основі природних ворогів та антагоністів фітонематод. Значний практичний і теоретичний інтерес являє собою поліфункціональність деяких біологічних агентів у боротьбі проти захворювань, що викликаються фітопаразитичними нематодами. Так ґрунтові бактерії *Pseudomonas chlororaphis*, *Pseudomonas putida*, *Serratia plymuthica* і *Bacillus subtilis* володіють не тільки нематоцидною активністю, але також бактерицидною, фунгіцидною та фітостимулюючою здатністю,

що робить їх досить перспективними для контролю розвитку фітогельмінтозів. Застосування препаратів на основі хижих грибів, ґрунтових бактерій-антагоністів, хижих нематод та паразитичних грибів, як окремо, так і у композиції із іншими організмами є перспективним для досягнення зниження чисельності фітогельмінтів і розвитку фітогельмінтозів [Мигунова, 2011].

Включення до системи захисту томату бактерій-антагоністів *Pseudomonas aureofaciens* A2; *Bacillus subtilis* Ал-5; *P. fluorescens* AP-33 у суміші із *P. aureofaciens* A2; суміші із 4 бактерій (*B. subtilis* Ал-5, *B. subtilis* B1A2, *P. fluorescens* AP-33 та *P. aureofaciens* A2), а також готових препаратів алірін (60-120 г/га), нарцис (12-13 л/га), фітолавін (3-8 л/га), гамаір (60-120 г/га) сприяє зниженню ураженості кореневими гнилями томату у середньому на 30%, суттєво підвищуючи його урожайність до 31,37 кг/кв. м (на 255%). Обробка бактеріями-антагоністами *Bacillus subtilis* Ал-5 і *Pseudomonas aureofaciens* A2 *P. fluorescens* AP-33 знижує ураженість рослин томату бактеріальним раком (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith) Davis et al) у середньому на 28% [Виноградова, 2011].

Із природних місць знаходження виділені, ідентифіковані та охарактеризовані як PGPR (Plant growth promoting rhizobacteria) нові штами бактерій: *Pseudomonas* sp. ИБ 182, *Ps. aureofaciens* ИБ 6 і ИБ 51, *Ps. putida* ИБ 17 і ИБ 56, *Azotobacter vinelandii* ИБ 1, ИБ 3 и та ИБ 4 для одержання препаратів проти грибних інфекцій рослин та підвищення урожаю. Виділено та охарактеризовано новий природний консорціум нафтоокислюючих мікроорганізмів, представлений бактеріями *Bacillus brevis* і *Arthrobacter* sp., як біологічна основа препаратів для рекультивації нафто забруднених ґрунтів та водних поверхонь. Також виявлено раніше не описані анти грибні сполуки, продуковані бактеріями роду *Pseudomonas*, які за хімічною природою відносяться до тригліцеропептидів. Знайдена нова група анти грибних речовин, продукованими бактеріями виду *Azotobacter vinelandii* ИБ 1, ИБ 3, ИБ 4, які згідно даних фізико-хімічних методів аналізу являють собою політіо-фосфат-аміноцукрозу. У вегетаційних та польових дослідах доказана ефективність використання нових штамів псевдо монад та азотобактеру для захисту посівів пшениці від корневих гнилей, твердої сажки, альтернаріозу, а також овочевих культур: огірка – від бактеріозу, квасолі – від кореневої гнилі, картоплі – від фітофторозу та чорної парші. Виявлено стимулюючу дію запропонованих нових штамів псевдо монад та азотобактеру на ріст та розвиток рослин пшениці і якість урожаю. Застосування біопрепаратів «Елена» (на основі *Ps. aureofaciens* ИБ 51) та «Азолен» (на основі *Az. vinelandii* ИБ 4) сприяло зростанню вмісту білка у зерні на 13,3% і 6,1%, відповідно [Логинов, 2004].

У останні роки особливо гостро стала проблема створення ефективних мікробіологічних засобів захисту рослин від хвороб та шкідників. Не дивлячись на появу на ринку нових хімічних фунгіцидів, загальна ситуація у захисті рослин від хвороб принципово не змінюється. Цілий ряд небезпечних хвороб досить часто носить епіфітотійний характер, відбувається зростання шкодо чинності не тільки відомих, але і поява нових небезпечних видів фітопатогенів, і досить часто із числа карантинних об'єктів. Концепція фітосанітарної оптимізації агроєкосистем базується на принципах максимальної активізації біоценотичних методів регуляції чисельності популяції шкідливих організмів на основі широкого використання природних ресурсів антагоністів, ентомопатогенів та ентомофагів. Відмінна риса наземних екосистем – їх тісна залежність від просторово-часової динаміки сукупності властивостей та функцій ґрунтів. Це твердження, що є у даний час уже достатньо тривіальним для дослідників, які безпосередньо займаються екологічними проблемами, далеко не очевидне для багатьох спеціалістів, працюючих у сфері захисту рослин від хвороб, у тому числі, мікробіологічною [Добровольский, Никитин, 1990].

Досить перспективним є використання у садах мікробіологічних препаратів та препаратів мікробіологічного синтезу. Проти гусениць яблуневої молі ефективні фітоверм та новий мікробіологічний препарат спінтор. Біологічна ефективність їх при застосуванні уже на 2-гу добу після обробки складає 95-100%. Їх використання може виявити помітний вплив також на виходячих із бутонів молодих жуків яблуневого квіткоїда. Біологічна ефективність спінтера при його застосуванні наближається до 100% [Мохамед Абд Ел Наеим Мохамед Осман, 2004].

У останні роки ідеї адаптивного землеробства знаходять усе більше поширення у середовищі учених, які займаються розробкою біотехнології захисту рослин. Новий підхід передбачає створення систем комплексного мікробіологічного захисту рослин від шкочинної мікробіоти. При цьому головна задача – розробка біотехнологій відновлення та активації природних регуляторних механізмів на базі використання різних фізіологічних груп мікроорганізмів з метою зростання біологічного різноманіття у агробіоценозах та підвищення їх стійкості [Handelsman, Stabb, 1996].

Із метою екологізації землеробства та зниження пестицидного навантаження при вирощуванні озимої пшениці, для одержання зерна високої якості із низькою собівартістю рекомендується обробку насіння перед посівом проводити триходерміном у рідкій препаративній формі у дозі 1 л/т насіння, а посіви від комплексу хвороб у період осіннього кушіння обробляти фундазолом із нормою 0,5 кг/га [Глазырина, 2003].

Грунтовий гриб *Trichoderma lignorum* Н, володіючи високою біологічною активністю, сприяє пригніченню ґрунтових патогенів роду *Fusarium*, *Gelminthosporium*, *Penicillium*, *Rhizoctonia*, *Alternana*, *Botrytis* та ін. Період захисної дії у біологічного препарату триходермін значно більший, ніж у фунгіцидів. Тривалість захисного періоду досягається за рахунок живої культури гриба (міцелію, хламідоспор) і міститься у рідкій формі комплексу біологічно активних речовин. Висока біологічна активність триходерміну на початкових етапах онтогенезу сприяє більшій кущистості рослин ячменю та закладці більш міцного колосу. Використання при обприскуванні посівів біологічного препарату триходермін у рідкій препаративній формі знижує розвиток хвороб у період вегетації, порівняно із контролем на 26,4%. Це дозволяє у епіфітотійні роки стримувати рівень їх розвитку до помірного ступеня. Використання триходерміну у інтегрованій системі управління фітосанітарним станом ґрунту дозволяє знизити пестицид навантаження у польових агроєкосистемах, забезпечити комплексний та екологізований захист ячменю проти кореневих гнилей та плямистостей. Застосування триходерміну при обробці насіння та обприскуванні посівів фунгіцидами розширює спектр дії використовуваних фунгіцидів на збудників хвороб та захищає рослини як від насінневої, так і від аерогенної інфекції [Мартынова, 1998].

Методом ступеневого скринінгу колекції міксоміцетів родів *Penicillium*, *Gliocladium*, *Trichoderma* в системах *in vitro* та *in vivo* із використанням колекції фітопатогенних мікроорганізмів відібрано штам 16 *Trichoderma asperellum* Samuels, Lieckfeite et Nirenberg, як перспективний продуцент біопрепарату для захисту рослин проти хвороб. При тестуванні *in vitro* штам 16 *Trichoderma asperellum* проявив гіперпаразитичну активність у відношенні фітопатогенів із родів *Fusarium*, *Alternaria*, *Pyrenophora*, *Bipolaris*, *Pleospora* (*Phoma betae*), *Phytophthora*, *Botrytis*, *Glomerella* (*Colletotrichum*), *Thanatephorus* (*Rhizoctonia solani*), *Penicillium* і *Aspergillus*. Вивчено культурально-фізіологічні та біохімічні властивості штаму, особливості конідіогенезу при культивуванні у глибинній культурі, властивості фіалоконідій різного походження. Показано біологічну ефективність дослідних зразків препарату (на основі штаму 16 *Trichoderma asperellum*) при передпосівній обробці насіння ячменю, овочевих культур, льону-довгунцю, лікарських рослин, хвойних порід дерев. Препарат знижував захворюваність ячменю гельмінтоспоріозом (збудники: *Pyrenophora teres* Drechsler, *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem., *Pyrenophora graminea* S. Ito et Kurib.) у 1,5-2 рази, забезпечуючи збереження урожаю на 13-30%. Обробка препаратом (2%-ною концентрацією) вегетуючих рослин льону вдвічі знизила захворюваність рослин фузаріозне в'янення (*Fusarium oxysporum* Sehl.), іржею (*Melampsoralini* var. *Uni* (Ehrenb.) Lév.) та бактеріозами

(*Clostridium macerons* Schard.). На суниці 5%-на суспензія біомаси гриба (у дозі 15 кг/га) досить ефективно (на 70-90%) знижувала захворюваність борошнистою росою (*Sphaerotheca humuli* (DC.) Burrill), білою плямистістю листків (*Mycosphaerella fragariae* (Tul.) Lindau) та сірою гниллю (*Botrytis cinerea* Pers.) [Коломбет, 2006].

До останніх років мікробіологічні препарати не відігравали суттєвої ролі у зростанні ефективності землеробства, у першу чергу, із-за недосконалості технологій використання препаратів на твердих носіях (торф, слюда) на невисокої передбачуваності результатів їх застосування. Мікробні ризобіальні препарати відомі агрономам більше століття [Тихонович, Проворов, 2007], але вони займали місце у агротехнологіях лише при вирощуванні бобових культур. У всіх інших випадках мікробні препарати на основі бактерій родів *Bacillus* та *Pseudomonas* розглядали лише як альтернативу хімічним фунгіцидам. У цілому ряді країн Євросоюзу (Швейцарія, Австрія, Чехія, Фінляндія) мікробіологічні препарати стали доповнюючими компонентами органічних агротехнологій, освоєння яких обґрунтовувалося чеканням високого запиту на екологічно безпечну продукцію та піклуванням про стан оточуючого середовища [Montesinos et al., 2002]. У агрономічній парадигмі минулого століття інтенсифікація землеробства асоціювалася, головним чином із зростанням об'ємів застосування хімічних засобів захисту рослин та мінеральних добрив [Кирюшин, 2000]. Однак ці процеси супроводжувалися наростанням відомих та нових різноякісних проблем. Паралельно із цим повинна була зростати роль біологічних методів управління агрофітоценозами, включаючи широке економічно вивірене та науково обґрунтоване застосування мікробіологічних препаратів [Биопрепараты..., 2005].

Сьогодні у інтенсивних технологіях суттєво розширився спектр задач, що вирішуються лише із використанням високоефективних мікробіологічних препаратів комплексної дії. Зараз поставлено завдання біоутилізації поживних залишків, зняття відкладених проблем, породжених надлишковою хімізацією землеробства, відновлення продуктивних пасовищ, підвищення якості основної продукції рослинництва. Час довір'я до абсолютної ефективності агрохімікатів та пестицидів, що складають основу хемотронних систем землеробства, відходить. Принципово змінюється ідеологія і практика використання мікробіологічних препаратів у інтенсивних агротехнологіях. Досліджено можливості вирішення за допомогою мікробіологічних препаратів таких проблем, як деградація структури ґрунтової мікробіоти, що зв'язана із надлишковим хімічним навантаженням на агроландшафти; появою нових резистентних проти хімічних пестицидів хвороб та шкідників культурних рослин, а також типів фітопатогенних консорціумів; утилізація поживних

залишків зернових та технічних культур; низька ефективність високих доз мінеральних добрив; неможливість розкриття генетичного потенціалу сортів та гібридів культурних рослин імпортової та вітчизняної селекції у різноманітні ґрунтово-кліматичних умов; залежність урожайності та якості одержуваної продукції від кліматичних, у тому числі стресових умов ; освоєння систем «no-till» та «minh-till» із спрощенням сівозмін [Петров, Чеботарь, 2011].

Максимальне значення фотосинтетичного потенціалу ценозу ярої пшениці відмічено при використанні бактеріальних препаратів азотовіту та фосфовіту, та при їх поєднанні із акваміксом. Аналіз зміни урожайності показав ефективність дії біопрепаратів та мікродобрив у залежності від погодних умов. При сприятливих погодних умовах комплексне застосування біопрепаратів та мікродобрив було найбільш ефективним та забезпечило одержання максимальної урожайності ярої пшениці 5,4 т/га із вмістом клейковини 25,3%. Застосування біопрепаратів Азотовіт та Фосфатовіт та мікродобрива Аквамікс для передпосівної обробки насіння ярої пшениці є агрономічно та економічно вигідним, тому що сприяє зростанню екологічної стійкості агроландшафту та рослин до стресових погодних умов, збалансованому рівню живлення, підвищенню продуктивності рослин та рентабельності виробництва [Степанова и др., 2013].

Рекомендовано екологічні засоби обробки рослин, зокрема: біологічні – агат-25К для кореневих (0,04 г/т) та некорневих обробок (0,025 г/т), біогумус (2%-ний розчин); мікробіологічні – флавобактерин, різоентерин, мізорин для передпосівної обробки (300 г/га), а також природний засіб бішофіт для інкрустації насіння (10%-ний розчин) та позакореневого підживлення (5%-ний та 10%-ний розчини). Контроль над екологічною безпекою застосованих способів та засобів захисту рослин необхідно здійснювати через моніторинг біологічної активності ґрунтів [Колмукиди, 2007].

Для зниження пестицидного навантаження на посіви при прогнозі слабого або середнього ураження ярих зернових культур кореневими гнилями необхідно застосовувати наступне: а) сумісне використання фунгіцидного протруйника віал ТТ, взятого у половинній дозі (0,2 л/т) із біопрепаратами альбіт (0,04 л/т), або агат 25К (0,04 кг/т); б) дворазове обприскування посівів біопрепаратами агат 25К (0,03 кг/га) або планріз (0,5 л/га) [Лапина, 2014].

Застосування розчину концентратів мікроорганізмів КМ 104-1 із концентрацією 2% при внутрішньогрунтовому внесенні при підготовці ґрунту до посіву озимої пшениці виявляє стимулюючий вплив на продуктивність та якість урожаю. Прибавка урожаю озимої пшениці склала 3,7 ц/га. Вміст сирової клейковини зріс на 2,7-8,1% [Рыжков, 2004].

Експериментально доказано, що біологічно активні речовини – регулятори росту рослин володіють здатністю модифікувати розвиток постпроменеви́х реакцій у рослин ярої пшениці. При цьому їх дія на формування продуктивності у сортів пшениці, що відрізняються по своїй радіочутливості, обумовлено, насамперед властивостями препаратів та механізмом їх біологічної дії [Филипас, 2003].

Перевага сумісного використання мікроміцета-целюлозолітика із азотом та живильною добавкою, порівняно із внесенням азоту і соломи, а також чистої соломи полягає у тому, що, дякуючи застосуванню мікроміцета, посилюються гуміфікаційні процеси у ґрунті у першій половині вегетації, знижуючи її токсичність, викликану внесенням соломи, зростає маса 100 рослин, які додатково одержують стимуляцію ростових процесів. Дослідження показали, що доцільно приорювати соломі сумісно із мікроміцетом-целюлозолітиком, живильною добавкою та азотом, що сприяє прискореному розкладанню соломи та збереженню родючості ґрунту, скороченню забрудненості навколишнього середовища. При цьому продуктивність цукрового буряка зросла на 37,4% [Безлер, Колесникова, 2008].

Найвищий вихід олії та поліненасичених жирних кислот, а також урожайність виявлено у варіантах із застосуванням мікробіологічного добрива «Байкал ЕМ1» для передпосівної обробки насіння льону-довгунцю із розрахунку 1 л/т та обробки ґрунту із розрахунку 4 л/га [Попов и др., 2008].

Одержані результати дозволяють вважати, що для зростання посівних якостей насіння та інтенсивності розвитку столового буряка необхідно рекомендувати передпосівну обробку насіння із наступним поливом рослин препаратом «Байкал ЕМ1» із розбавленням у співвідношенні 1:1000. При цьому вплив біогумусу «Живая земля» на посівні якості насіння та розвиток буряка виявився значно менш ефективним, ніж препарату «Байкал ЕМ1» [Блинов, Буршина, 2008].

Незважаючи на всього одноразовий обробіток посівів цукрового буряка розчином препарату «Байкал ЕМ1», біологічна урожайність культури на дослідній ділянці була вищою, ніж на контрольній 17,7% та складала 19,13 т/га при 16,25 т/га на контролі [Щедрин, Беляков, 2008].

Застосування бактеріальних препаратів для інокуляції насіння льону-довгунцю стимулює проростання насіння різних за скоростиглістю сортів, що у свою чергу підвищує польову схожість на 2-16% та збереженість рослин до збирання на 2-6%. Використання бактеріальних препаратів при посіві різних за скоростиглістю сортів льону-довгунцю із нормою висіву не нижче 24 млн. шт./га стимулює зростання їх продуктивності. При цьому спостерігається сортова реакція на застосування тих або інших штамів бактерій. Установлена більш висока відзивчивість на інокуляцію рослин

льону ранньостиглого сорту Зарянка препаратом ПГ-5, який підвищує урожайність волокна на 6% та забезпечує одержання волокна не нижче 18 номера. У сортів Альфа та Росинка стабільне зростання урожайності волокна відмічено при інокуляції насіння агрофілом на 22 та 16% відповідно до сортів [Носевич, Новохацкая, 2015].

Розроблена система послідовних прийомів по підборі у короткі терміни ефективних мікробіологічних засобів захисту рослин від патогенних мікроорганізмів. Із рослин суниці садової виділено та ідентифіковано два штами мікроорганізмів – *Xanthomonas campestris* і *Xanthomonas arboricola*, що володіють фітопатогенними властивостями. На прикладі мікробіологічного препарату ембіко показано ефективність запропонованого підходу до підбору ефективних мікробіологічних засобів захисту рослин [Теплицкая, Ржевская, 2014].

Еколого-економічна концепція відновлення родючості ґрунту

Розвиваючи вчення про родючість ґрунтів, Д.М.Прянішніков указував, що тільки ефективна родючість забезпечує перехід елементів живлення у доступну форму та найбільш повне використання елементів природної родючості. Основною перешкодою найбільш повного їх використання рослинами є, поряд із ґрунтовою кислотністю, несприятливі агрофізичні властивості, слабка легко руйнівна структура, висока щільність та низька пористість. Агрофізичні властивості відіграють досить важливу роль у агроценотичному метаболізмі. Вони обумовлюють швидкість біохімічних циклів, активність ґрунтової біоти, процеси трансформації речовини та енергії. Агрофізичні властивості визначають швидкість та характер розвитку кореневих систем рослин, доступність та ступінь використання елементів живлення, формування підземної та надземної фітомаси і величину урожаю. Важлива роль належить агрофізичним властивостям як факторам стійкості ґрунтів та сформованих агроценозів до природних та антропогенних дій. Негативні явища, що спостерігаються при використанні ґрунтів як засобів виробництва – дегуміфікація, переущільнення, агрофізична деградація викликає необхідність екологізації технологій відтворення агрофізичних властивостей та наукового їх обґрунтування [Прудникова, 2004].

У гумусі сконцентровано 95-98% ґрунтового азоту, 80% сірки, до 60% фосфору (особливо у ґрунтах чорноземного типу), значні кількості кальцію, калію, магнію та інших елементів. У процесі трансформації гумусу (розкладу – синтезу) вони вивільняються і стають доступними для рослин. Дякуючи наявності великої кількості функціональних груп гумус має високу ємкість катіонного обміну. У зв'язку із цим гумус володіє

великою водо утримуючою здатністю та буферністю, що особливо важливо для ґрунтів легкого гранулометричного складу. Колоїдна природа гумусу, а особливо його гумінової складової частини, у значній мірі визначає фізичні властивості ґрунту, посилюючи здатність до агрегування механічних частинок, та сумісно із кальцієм створюючи воднотривку структуру верхніх горизонтів, визначаючи щільність їх складання та водно-повітряний режим. Закріплення гумусу у ґрунті здійснюється на основі утворення органо-мінеральних комплексів. Механізм закріплення заключається у сорбції органічних колоїдів на поверхні мінеральних частинок у вигляді плівок. При цьому гумусові плівки виконують певну захисну роль від руйнування колоїдної фракції ґрунтів. Значну роль в утворенні органо-мінеральних сполук відіграє хімічна та інші форми зв'язку [Ларешин и др., 2008].

Вирішення проблеми екологізації землеробства поєднана із розвитком адаптивної інтенсифікації на основі науково ємких агрономічних технологій та їх подальшої біологізації; перспективи застосування органічного землеробства у «чистому вигляді» досить обмежені; для розвитку екологізації землеробства необхідні певні економічні, соціальні та культурні передумови, а також достатньо високий професійний рівень товаровиробників [Кирюшин, 2012].

Ґрунт є результатом складного природного процесу. На протязі тривалого часу ґрунтоутворення відбувалося природнім шляхом, без втручання людини. Хід природного ґрунотворчого процесу визначається багатьма факторами, найважливішими серед яких є рослинний покрив. Створення ґрунту можна вважати таким же важливи результатом діяльності рослин, як і накопичення у атмосфері вільного кисню. Процес функціонування біоценозів у планетарному масштабі зв'язаний із накопиченням у біосфері значної кількості енергії. Дякуючи цій енергії і відбуваються ґрунотворчі процеси [Бездырев и др., 2004].

До недоліків сучасного підходу при вирішенні проблеми відновлення родючості ґрунту відноситься переважна орієнтація на хімічні засобита способи. При цьому недооцінюється дія рослин на ґрунт. Необхідно активізувати агрономічно корисні процеси у ґрунтовому середовищі, зв'язані із участю рослин в утворенні ґрунту. Переорієнтація на переважне використання біологічних факторів, які позитивно впливають на ґрунтове середовище, є наріжним каменем біологізації землеробства. Найважливіше значення у цьому процесі повинен відігравати рослинний покрив [Іванов и др., 1996].

Найважливішим показником, який визначає рівень родючості ґрунту є вміст гумусу. Одним із пріоритетних напрямків при вирощуванні сільськогосподарських культур є відновлення та підтримання родючості ґрунту. Для відновлення родючості ґрунту, покращення агрофізичних та

агрохімічних його властивостей, збільшення вмісту гумусу у системі землеробства Приморського краю необхідно використовувати у ланці сівозміни у якості фітомеліорантів багаторічні бобові культури люцерну та конюшину, із наступною у ланці сівозміни гречкою Суданська трава може бути використаною у зеленому конвеєрі для виробництва силосу та сінажу, а гречка та соя як пожнивні та поукісні культури [Иншакова, 2014].

Трави, особливо бобові, збагачують ґрунт азотом. При сприятливих умовах бобоворизобіального симбіозу величина біологічної азотфіксації у Нечорноземній зоні РФ нерідко складають 250 кг/га, а у степовій при зрошенні – до 450 ц/га та більше. При вирощуванні бобових та бобово-злакових травостоїв знижується потреба рослинництва у мінеральних азотних добривах, виробництво та застосування яких зв'язане із значними затратами енергії та інших засобів, а також із негативними екологічними наслідками [Демарчук, 2002, Емельянов, 2005].

Такі багаторічні трави, як люцерна, козлятник східний при необхідному догляді можуть вегетувати на одному місці досить тривалий час. Є ділянки, на яких козлятник східний вегетує без пересіву 20 років, забезпечуючи щорічно урожай зеленої маси на рівні 55-65 т/га при мінімальному внесенні фосфорно-калійних добрив. Такі види трав є своєрідним засобом переведення фосфору, калію, кальцію та інших органогенних елементів із геологічного циклу у біогеохімічний колообіг, тобто сприяють прискоренню кругообігу речовин у природі, інтенсифікації продукційного процесу у агроєкосистемах, перетворюючи недоступні поживні мінеральні речовини у засвоювані сільськогосподарськими культурами за схемою: не засвоювані (інертні) форми поживних речовин – багаторічні трави – тварини – органічні добрива – польові, овочеві, плодові та інші сільськогосподарські культури [Marcinkeviciene, Rupaliene, 2009].

Багаторічні трави унікальні по відношенню до економії енергії; при їх вирощуванні різко знижуються затрати на обробку ґрунту, тому що вона проводиться один раз на 2-3 роки та на меншу глибину, що дозволяє відновити структуру ґрунту та її підорних горизонтів [Кононов и др., 2005]. Дякуючи утворенню дернини зростає стійкість ґрунту до вертикальних навантажень, під багаторічними травами ґрунт «відпочиває», його підорний горизонт розщільнюється, набуваючи рівновагову природну щільність. Трави – кращий засіб попередження водної та вітрової ерозії ґрунту, руйнування берегів річок та їх обміління, вимивання із полів органогенних елементів до водоймищ, а відповідно і цвітіння водоймищ [Чайка, 1990].

Оптимальним варіантом вирішення проблеми ерозії є максимальне затримання та поглинання атмосферних опадів на полях шляхом створення стоковідвідної контурно-смугової системи робочих ділянок. Подібне протиерозійне впорядкування території має проводитися за умов наявності

інженерної бази, надійним елементом якої показала себе модель WEPP. Використання WEPP дозволяє кількісно оцінювати просторово-часовий розвиток ерозійних процесів на певній території та «програвати» різні сценарії її протиерозійного облаштування [Ачасов, 2012].

Велике поширення в боротьбі з усіма видами ерозії в Німеччині має вирощування просапних по покривній культурі, в якості якої використовують конюшину, фацелію, редьку масляничну, гірчицю жовту. В Інституті рослинництва і селекції рослин при Геттингенському університеті розроблена технологія вирощування проміжних культур з наступним посівом цукрового буряка, при мінімізації обробітку ґрунту. На початку вересня висівають фацелію або редьку масляничну насінням високої схожості. Проміжна культура добре придушує ріст бур'янів, розвиток сходів падалиці зернових і захищає ґрунтовий покрив від дії водної і вітрової ерозії. Пізньої осені проміжну культуру заорюють, це збагачує ґрунт свіжою біомасою. За даними Бонського університету, посів цукрового буряка після фацелії збільшував водопоглинання ґрунту вдвічі, підвищуючи врожайність і якість цукрового буряка – вихід цукру зріс на 3-5 ц/га. У Швейцарії після збирання озимої пшениці проводять безвідвальний обробіток ґрунту під цукровий буряк і висівають ярову віку, фацелію. Взимку ці рослини гинуть від морозу і навесні, залежно від фізичного стану ґрунту, його обробляють культиватором, чизельним плугом або знаряддям із лопатковими робочими органами; потім проводять сівбу цукрового буряка. Рослинні залишки, як правило, не заважають сівбі. Наявність на поверхні ґрунту мульчі з рослинних залишків забезпечує захист ґрунтів від ерозії в березні-червні до зникання рядків, коли випадає 350 мм опадів. Вихід цукру за такої технології підвищувався на 6-12 % у порівнянні з традиційним зяблевим обробітком [Бамбиндра и др., 1999].

Багаторічні трави, особливо бобові є фітомеліорантами техногенних та засолених ґрунтів. Деякі види трав, зокрема тимофіївка лугова, здатні знижувати кислотність ґрунту. Такі види, як пирій подовжений, кострець солончаковий, витримують досить сильне засолення, а також тривале затоплення солоними водами. Більше того, пирій подовжений – досить ефективний «розсолювач» засолених ґрунтів. Сильною меліоруючою властивістю на таких ґрунтах володіють люцерна, еспарцет, буркун. Добре на засолених ґрунтах росте безкильниця розставлена, що робить її перспективною для введення у культуру, особливо на лиманах. Трави служать ефективним засобом не тільки для рекультивації земель, але і для стабілізації агроландшафтів та гідрологічного режиму місцевості [Воронкова, 2011, Парахин, 2011].

Багаторічні трави являються буфером між людиною та оточуючим середовищем, підсилюючи їх сприятливий вплив один на іншого та

нейтралізуючи негативні взаємовідносини між ними. Багаторічні травостої поглинають антропогенні забруднювачі, що викидаються людиною до оточуючого середовища, дякуючи чому значно очищаються атмосфера та гідросфера [Majtkowski, Majtkowska, 2012].

Багаторічні трави поглинають діоксин вуглецю, продукують кисень, виділяють у атмосферу фітонциди, тим самим, оздоровлюючи її. Трави – найважливіший засіб зниження поступання важких металів, радіонуклідів, нітратів та інших шкідливих речовин не тільки у річки та водоймища, але і до харчового ланцюжка. Збільшуючи вміст гумусу у ґрунті, трави підвищують його буферні та поглинаючі властивості [Magalhaes et al., 2011].

Немаловажне значення у сівозмінах відіграють і інші кормові культури: просапні сприяють очищенню полів від бур'янів, після їх вирощування полегшується підготовка ґрунту під наступні культури (ярі, зернові і т.д.); проміжні культури – кращому використанню сонячної енергії, очищенню ґрунту від нітратів, збагаченню його гумусом. При цьому хрестоцвіті мають велику фітосанітарну дію. Велике значення багаторічних трав та інших кормових культур у одержанні екологічно чистої продукції та покращенні санітарно-гігієнічної обстановки на тваринницьких фермах та у сільській місцевості. При їх вирощуванні практично не застосовуються пестициди, вміст нітратів у травах у 1,2-3 рази, а важких металів у 1,5-2,2 рази менше, ніж у інших культурах. При пасовищному використанні трав дегельмінтизація трав'яногопокрову та ґрунту відбувається за 11-15 діб [Benkova et al., 2010].

На відміну від природніх рослинних співтовариств, де взаємовідносини між ґрунтовим та рослинним покривом мають гармонічний характер, дія агрофітоценозів на ґрунтове середовище неоднозначна. До позитивних наслідків дії культурних рослин необхідно віднести: поступання до ґрунту свіжої органічної речовини у вигляді біомаси різних рослин; симбіотичну фіксацію атмосферного азоту бульбочковими бактеріями, що поселяються на коренях бобових рослин; збагачення поживними речовинами верхнього шару ґрунту за рахунок підґрунтя; зростання ступеня засвоюваності деяких елементів мінерального живлення рослин під впливом корневих виділень, продуктів мінералізації рослинних залишків та інше. При цьому особливої ролі набувають кормові культури, у тому числі і кормові трави [Дрыганов, 1972].

Позитивний вплив польового травосіяння відомий із давніх часів. Травосіяння було введено у польову культуру для того, щоб підвищити родючість ґрунту, яка значно знижувалася внаслідок тривалого вирощування зернових культур. У результаті польового травосіяння у європейських країнах вдалося підняти продуктивність землеробства майже на чверть [Saigusa et al., 2010].

Ключова проблема біологічного землеробства – виробництво органічної речовини, яка є основою родючості ґрунту. Здатність кормових культур залишати після збирання значну кількість органічної речовини визначає їх важливу роль у біологізації землеробства. Суттєве значення при цьому має і здатність багатьох кормових культур обумовлювати низьке значення коефіцієнта мінералізації гумусу, який у багаторічних трав складає 0,004-0,007, що у 2-3 рази менше, ніж під зерновими, та у 3-6 разів менше, ніж під просапними не кормовими культурами. У результаті під багаторічними травами зазвичай складається позитивний баланс гумусу, і ця дія поширюється на усю польову сівозміну. Однак необхідно пам'ятати і те, що вплив кормових трав на баланс гумусу зв'язаний із їх станом [Чурзин, Егорова, 2004].

Говорячи про більш низьку ґрунто покращуючу роль однорічних кормових культур, необхідно прийняти до уваги, що через виробництво кормів рослинництво зв'язане із тваринництвом, яке відіграє досить важливу роль у розвитку галузі землеробства. Часто цей зв'язок розглядають односторонньо, а між тим для землеробства тваринництво є тією галуззю, що підвищує рівень біологізації виробництва продукції рослинництва та підняття родючості ґрунту. Використання гною дозволяє не тільки повертати до ґрунту поживні елементи, але і перерозподіляти частину родючості ґрунтів кормових угідь на орні землі. Енергія, накопичена у посівах кормових культур, використовується для відновлення родючості земель, на яких вирощують культури із більшою долею відчуження продукції [Лобачева, 2005, Marcinkeviciene, Rupaliene, 2009].

У зв'язку із можливістю повернення у ґрунт із гноєм частини накопичених у посівах органічних речовин та енергії кормові культури необхідно розглядати як основну данку у вирішенні проблем відновлення органічної речовини ґрунту. Навіть у межах однієї господарської та біологічної групи кормові та не кормові рослини необхідно оцінювати неоднаково по їх впливу на баланс гумусу. Кормові рослини у будь-якому випадку мають менший процент відчуження вуглецю та інших мінеральних елементів за рахунок повернення їх із гноєм. Наприклад, зернові культури, що дають фуражне зерно, обумовлюють більш сприятливий баланс гумусу, ніж рослини, що вирощуються для одержання продовольчого зерна. Отже, усякі кормові культури є фактором покращення умов відновлення органічної речовини ґрунту та зростання рівня біологізації землеробства [Маликов, 2004].

Говорячи про біологізацію землеробства, досить часто мають на увазі повну відмову від мінеральних добрив та забезпечення рослин поживними речовинами за рахунок активізації біологічних факторів. На регіональному рівні ця проблема не може бути вирішена повністю за рахунок біологічних

факторів. Так, проблему забезпечення рослин фосфором та калієм без їх внесення можна лише у досить незначній ступені вирішити за рахунок підґрунтя, зростання рухливості цих елементів під впливом виділення рослин та мікроорганізмів, а також на базі зростання коефіцієнтів їх повернення. А тому навряд чи оправдано покладати великі надії на чисто біологічні методи [Чайка, 1990].

За результатами проведених досліджень встановлено, що в умовах лісостепу західного на сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах застосування у сівозміні нового органо-мінерального полікомпонентного добрива “Екобіом”, всього лише у дозі 1,75 т/га сівозмінної площі, підвищило на кінець першої ротації сівозміни реакцію ґрунтового розчину (рНКСІ) орного шару з 4,57 (перед закладанням досліду) до 4,64, при цьому підвищилася сума увібраних основ з 3,3 до 6,2 мг-екв/100 г ґрунту. За умов покращання кислотно-основних властивостей як орного, так і підорного шарів ґрунту відбувалося поліпшення поживного режиму та гумусного стану сірого лісового ґрунту. Зокрема за застосування даного органо-мінерального добрива кількість лужногідролізованого азоту збільшилася до 94,8, легкодоступних фосфатів до 180, обмінного калію до 91 мг/кг ґрунту, вміст гумусу підвищився на 0,05% порівняно з контролем (без добрив). Використання компосту (штучного гною) і розробленого нового органо-мінерального добрива забезпечили позитивну тенденцію до підвищення вмісту гумусу та відтворення його родючості [Оліфір та ін., 2012].

Використання в короткоротаційній сівозміні в якості сидеральних культур вико-вівсяної сумішки, гірчиці білої і гороху є ефективним заходом покращення поживного режиму сірого лісового ґрунту, збільшення врожайності культур і продуктивності сівозміни: буряки цукрові, ячмінь ярий, ріпак озимий. Найвищі показники родючості ґрунту і продуктивності культур відзначалися за внесення мінеральних добрив і використання на зелене добриво гороху [Пасічняк та ін., 2012].

Напрямок процесів ґрунтоутворення і рівень родючості сірого лісового ґрунту правобережного лісостепу залежить від інтенсивності антропогенного навантаження, яке визначається системами сівозмін, обробітку і удобрення. Під впливом монокультури кукурудзи і беззмінного пару відбуваються найбільші втрати органічної речовини та значно погіршуються фізико-хімічні та агрохімічні властивості. Короткоротаційна сівозміна з полем багаторічних трав та внесенням мінеральних добрив забезпечує бездефіцитний баланс гумусу і елементів живлення, але не зупиняє втрату основ і підвищення кислотності ґрунту. В умовах перелогу відбувається найбільш повне відтворення родючості ґрунту [Пасічняк та ін., 2012a].

Внесення мінімальних норм мінеральних, органічних та вапнякових добрив зумовлює виснаження ґрунтів, їх деградацію. Відтворення і підвищення родючості ґрунту можливе за ефективного використання мінеральних, органічних, вапнякових, бактеріальних добрив, нетоварної частки врожаю (соломи зернових і зернобобових, подрібнених стебел кукурудзи, соняшнику, гички цукрових буряків тощо), посівів сидератів, багаторічних трав, відновлення сівозмін [Демчишин та ін., 2011].

По мірі удосконалення технологій вирощування сільськогосподарських культур та систем землеробства застосування біологічних методів буде розширюватися. Однак повністю перевести рослинництво на біологічні методи неможливо. Зв'язано це із значною долею відчуження поживних елементів із урожаєм вирощуваних культур. Чисто біологічне землеробство може мати місце на невеликих площах та у особливих господарських і природних умовах. Таких є достатньо багато. У якості прикладу можна розглянути господарство із сильно розвинутим тваринництвом, де обумовлено використання привозних кормів. Через гній поживні речовини та енергія, що містяться у кормах, можуть поступати на землі даного господарства [Косолапов, 2009, Чайка, Емельянов, 2009].

Досить важливим є співвідношення природних кормових угідь та ріллі. Чим більша питома вага у певному сільськогосподарському підприємстві займають природні сінокоси та пасовища, тим більше можливостей має господарство для здійснення відновлення родючості ґрунту на основі біологізації землеробства. Це зв'язано із тим, що природні кормові угіддя є джерелом корму для тварин. У гній переходять поживні елементи та енергія ґрунту луків і пасовищ, які потім переміщуються на орні угіддя. Відповідно, у цьому випадку винесені із ріллі поживні речовини компенсуються через тваринництво за рахунок природних кормових угідь [Чайка, 1990. Усанова, Павлючик. 2006].

Забезпечуючи виробництво рослинницької продукції на базі переважного використання біологічних факторів відновлення родючості ґрунту, не варто, однак, забувати, що природні сінокоси та пасовища у цьому випадку потребують постійного удобрення, адже у протилежному разі їх продуктивність буде знижуватися. У певній мірі виключеннями можуть бути лише затоплювані луки. На цій частині земельних угідь компенсація винесених із виробленими на них кормами поживних речовин може здійснюватися за рахунок води річок. Ці води достатньо багаті елементами мінерального живлення та залишають після себе багато мулу. Таким чином, зонами виробництва екологічно безпечної продукції рослинництва повинні бути господарства із високим рівнем розвитку тваринництва. У кормовиробництві необхідно створювати умови для вирощування культур без застосування або при суттєвому зниженні застосування антропогенних ресурсів [Косолапов, 2007].

Оскільки темпи втрати гумусу тепер досить високі, а процес відновлення органічної речовини у ґрунті тривалий, необхідний пошук ресурсів та впроваджувати прийоми створення позитивного гумусного балансу у орних ґрунтах. Так, удосконаленням системи обробки ґрунту можна скоротити втрати гумусу до 100-300 кг/га, мінімалізація обробки ґрунту знижує втрати гумусу на 100-110 кг/га. Скоротити втрати гумусу, поряд із внесенням органічних добрив, можна і такими заходами, як впровадження ґрунтозахисної системи землеробства, оптимізація структури посівних площ, система обробки ґрунту, введення проміжних посівів на зелене добриво, розширення посівів багаторічних трав та значне зростання їх урожайності [Лобачева, 2005].

Зміни у структурі посівних площ, у тому числі кормових культур, дозволять досягнути того мінімального рівня використання найбільш доступних факторів біологізації, який дасть можливість вести землеробство при бездефіцитному балансі гумусу та суттєвому зниженні затрат на покупку технічного азоту. До цього також варто додати покращення агрофізичного стану ґрунтів та підвищення якості сільськогосподарської продукції [Бабушкин, Рычаловский, 1978]. Крім того зросте екологічна безпека продукції рослинництва. А зниження її забрудненості важкими металами буде сприяти розширенню площі посівів проміжних культур, у тому числі і на сидеральні цілі, а також сидеральних парів. При цьому необхідно чекати закріплення важких металів у зеленій фіто масі та зниження їх вмісту у тій частині ґрунтового середовища, за рахунок якого відбувається живлення рослин [Saigusaetal., 2010]. Усі ці заходи необхідно застосовувати системно, у комплексі із іншими елементами системи ведення господарства. Наприклад, об'єм використання органічних добрив неможливо збільшити, якщо немає росту поголів'я худоби та не здійснюються міроприємства по зростанню виходу органіки. Тільки при комплексному підході можна досягти бажаного ефекту від міроприємств по біологізації землеробства [Надежкін, 1999].

Із значної кількості меліорацій більш ефективними у даний час вважаються біологічні меліорації. Вони найбільш повно відповідають сучасним екологічним вимогам ведення сільськогосподарського виробництва. Біологічна меліорація у теорії та практиці світового сільського господарства досить успішно використовуються для цілеспрямованого покращення природного середовища, попередження деградацій, відновлення та підвищення біологічного потенціалу деградованих земель. Раніше широко застосовувані хімічні, інженерні, гідротехнічні засоби боротьби із вторинним засоленням, осолонцюванням в умовах фінансово-економічної нестабільності стають недоступними із-за їх дороговизни. Одним із засобів збереження родючості ґрунту та покращення водно-фізичних властивостей є фітомеліорація, де

використовуються багаторічні трави. У цьому плані фітомеліорація є одним із найбільш доступних засобів покращення засолених ґрунтів та підвищення їх родючості [Чернышев и др., 2005].

Біологічна меліорація деградованих земель базується на використанні природної середовище утворюючої функції рослин і рослинності у відновленні родючості ґрунту, зростання біологічної продуктивності деградованих земель та оптимізації структурно-функціональної організації агроландшафту [Черкасов, Бабенко, 2004].

Установлено, що із застосуванням технології сорбційної терапії ґрунтів в умовах постійно мінливого екологічного стресу ґрунтів під дією несприятливих факторів можна одержати екологічно чисту продукцію, необхідну для нормальної життєдіяльності людського організму. На основі відпрацьованих технологічних параметрів одержання спеціалізованих сорбентів та їх позитивної апробації у польових умовах, запропоновано рекомендації пл. практичному використанню сорбентів для підвищення родючості ґрунтів і одержання продукції органічного землеробства [Швец, Тарасов, 2014].

Вплив антропогенного навантаження на фізичні властивості чорнозему типового найбільш сильно проявляються у шарі ґрунту 0-25 см. Із зростанням ступеня антропогенного навантаження у цьому шарі чорнозему типового знижується кількість агрономічно цінних агрегатів, коефіцієнт структурності, середньозважений діаметр агрегатів, водостійкість ґрунтової структури та зростає щільність [Кузнецов и др., 2014]. Установлено, що скорочення міжрядних обробок на овочевих культурах до однієї позитивно відобразилось на фізичних властивостях ґрунту, особливо у шарі 0-10 см. Такі показники ґрунту, як щільність, пористість та агрегатованість були на рівні контролю із ручними прополками. У той же час, як проведення трьох культивацій збільшувало об'ємну масу ґрунту на 0,22 г/см, знижувалася також пористість із 50 до 40%. Кількість агрегатів (0,25-7,00 мм) знижується із 59% до 35% тільки при 6-разовому обробітку ґрунту [Байрамбеков, 1999].

Усі меліоративні системи орієнтовані на обслуговування агрофітоценозів. У цьому плані найбільший інтерес являє використання соле- та солонцюватостійкості рослин для меліорації та первинного окультурення низькородючих ґрунтів, що дозволить обмежити та оптимізувати інші методи меліорації та дасть можливість із найменшими затратами найбільш ефективно використати ці землі [Крымцев, 2006]. У даний час у всьому світі посилюється тенденція до використання культурних та диких рослин, здатних витримувати підвищений вміст солей у силу своїх біологічних та фізико-хімічних особливостей, та володіючих при цьому меліоративною дією на ґрунт [Гергокаев, 2005].

Природні системи (біогеоценози) у силу своєї складної організації виявляються значно більш стійкими, ніж агроценози [Дмитриев, 2006]. Важливу роль у біомеліорації відіграє вирощування рослин, які покращують агроеліоративний стан зрошуваних земель, що одержали назву фітомеліоранти. При підборі фітомеліорантів враховується їх відношення до ареалу росту, дію на ґрунт та можливе сільськогосподарське використання. Із традиційних культур у якості меліорантів дослідники рекомендують сорго, суданську траву, буркун, ячмінь, соняшник, люцерну, амарант, топінамбур, козлятник, солодку та інші [Константинов и др., 2001, Титов, Мамонов, 2011].

Механізм фітомеліорації складається із наступного. У результаті життєдіяльності коренів виділяється вуглекислий газ, водний розчин якого називається вугільною кислотою. Реагуючи із нею, карбонат кальцію, що знаходиться у ґрунті, перетворюється у бікарбонат – воднорозчинну та хімічно активну сіль кальцію. Катіон кальцію витісняє із ґрунтово-поглинаючого комплексу ґрунту катіон натрію, який з'єднуючись із аніоном, утворює бікарбонат натрію, що досить легко розчинний у воді, та вимивається по пустотах, утворених на місці згнилих коренів. Більш глибокі шари ґрунту часто багаті кальцієм. Рослини коренями виносять кальцій на поверхню ґрунту. Після їх перегнивання шар перебування коренів збагачується не тільки азотом, але і фосфором та кальцієм. Таким чином під дією рослин кальцій піднімається із нижніх горизонтів ґрунту до верхніх, а вивільнений натрій промивається із верхніх шарів до нижніх [Мушинский, 2005].

Меліоруючий ефект від дії біомеліорантів на меліоративно неблагополучні ґрунти в основному полягає у наступному: зниження рівня ґрунтових вод у результаті транспірації вологи сильною кореневою системою; винос солей надземною рослинною масою; накопиченні кальцію біомеліорантами та покращення агрохімічних властивостей ґрунтів; зниженні фізичного випаровування із поверхні ґрунту, дякуючи її затіненню; накопиченні органічної речовини; кращому використанню опадів, у тому числі у результаті снігозатримання на полях із багаторічними меліорантами; покращенні водно-фізичних властивостей ґрунту та їх стійкість за рахунок додаткового окультурювання та проробленості кореневою системою; залуженні поверхні ґрунту; підвищенні біологічної активності ґрунтів [Закиров, 2009].

Використання солестійких сільськогосподарських культур та галофітів у системі меліоративних сівозмін забезпечує зниження рівня ґрунтових вод, винос солей надземною масою, збагачення ґрунту органічними речовинами, зростання біологічної активності ґрунтів [Ильина, 2010, Bullitta, 2010]. Хоча процес розсолення ґрунту відбувається повільно, все рівно він є єдиним способом видалення шкідливих для культурних рослин

солей із ґрунту. При дренажі, промивці та промивному режимі зрошення – солі тільки перерозподіляються, але не виносяться із біологічного круговороту [Дубенок и др., 2009].

При переході до технологій із гетерогенною будовою орного шару пропонується у зернових сівозмінах системи обробки ґрунту із безвідвальним рихленням чорного пару та сидеральних парів на 28-30 см у поєднанні із мінімальними обробками на 10-12 см під ярі зернові культури [Обущенко, 2014].

Меліоруючий ефект бікарбонатів у нижніх шарах зростає із зростанням розмірів оводненості ґрунту та при поєднанні доломітового борошна із гіпсом. У присутності гіпсу більш високий меліоративний ефект бікарбонату кальцію у зниженні гідролітичної кислотності обумовлений встановленням динамічної рівноваги із катіонами поглинаючого комплексу, що знаходяться як на поверхні, так і всередині агрегатів, із-за високої концентрації катіонів кальцію і магнію у рідкій фазі. Це знижувало у ній величину рН та збільшувало повноту гідролізу бікарбонат-іонів. У випадку застосування лише доломітового борошна динамічна кислотнo-лужна рівновага пересувної рідкої фази устанoвлювалася лише із поглинутими катіонами, що знаходяться на поверхні ґрунтових агрегатів [Окорков, 2014].

При вмісті у звичайному чорноземі 4,35-4,52% гумусу для підтримання бездефіцитного балансу необхідно вносити 6,7-8,0 т/га гною щорічно. Введення до сівозміни сидератів, багаторічних трав, використання соломи у якості добрив підвищує, порівняно із зерно-паровою сівозміною вміст у ґрунті нітратного азоту на 32-35%, рухомого фосфору на 7,0-7,6%, стабілізує калійний режим. Тривале застосування сучасних технологічних комплексів стабілізує забезпеченість ґрунтів азотом із традиційною технологією, збільшує вміст рухомого фосфору на 14,1-17,8%, обмінного калію на 14,9-22,7%. Диференційовані обробітки ґрунту забезпечують, порівняно із контролем, достовірне зниження мінералізації гумусу у шарі 0-30 см. Для збереження родючості ґрунту звичайних чорноземів рекомендовано введення до сівозмін сидератів, багаторічних трав, використання соломи у якості добрив [Горянин, Чичкин, 2014].

Вивчено вплив мікробного препарату ембіко на ріст та плодоутворення огірка сортів Конкурент та Фенікс плюс, а також гібриду F₁Пасалімо. Показано, що ефективність обробки мікробним препаратом залежить від строків та способів внесення до середовища вирощування рослин. Установлено, що ембіко збагачує природні ґрунтові мікробіоценози агрономічно корисними групами мікроорганізмів, а конкретно азотфіксаторами, амоніфіксаторами, нітрифікаторами, олігонітрифікаторами, фосфатмобілізаторами та целюлозолітиками. Препарат ембіко покращує фізико-хімічні властивості ґрунту, покращує

його ферментативну активність, що стимулює зростання родючості ґрунту, і як наслідок – стабілізація продуктивності [Ржевская и др., 2014].

Виконано комплексні дослідження по вивченню можливостей використання перспективного носія (золоніт) для симбіотичних та асоціативних ризо бактерій із метою впровадження нової технологічної та ефективної форми мікробних біопрепаратів в умовах еколого-географічних зон республіки Татарстан. Виявлено фунгіцидну активність бактеріальних біопрепаратів на основі асоціативних ризобактерій та симбіотрофних мікроорганізмів у відношенні до місцевих популяцій фітопатогенних мікроорганізмів, що інфікували насіння зернових та зернобобових культур. Для симбіотрофних мікроорганізмів аоказано фунгіцидну активність у відношенні до фітопатогенів ґрунтів, що указує на відновлення супресивності ґрунтів після вирощування бактеризованих зернобобових культур. Підібрано оптимальні співвідношення мінерального живлення та біопрепаратів в умовах різних типів ґрунтів. Виявлено можливість використання нової форми біопрепарату фітотрікс у якості біофунгіцида для передпосівної обробки насіння зернових. Показано можливість поєднання біопрепаратів на основі мікроскопічних грибів та бактерій [Ибатуллина, 2011].

Ризосфера, як зона взаємодії рослин та мікроорганізмів

Для життя рослин важливе значення має не тільки мікрофлора ґрунту у цілому, але особливо мікробне населення зони корневих систем рослин, що називається ризосферою. Корені змінюють структуру ґрунту, виділяють значну кількість вуглекислоти, яка досить різко впливає на розчинність деяких мінеральних сполук, енергетичні речовини (цукри, органічні кислоти, амінокислоти, спирти та ін.), вітаміни, стимулятори росту, що обумовлюють розмноження тут багатой сапрофітної мікрофлори [Дараселия, 1950]. Органічна речовина, яка синтезується автотрофними організмами, включається в біологічний колообіг, де споживається консументами. Частина цієї продукції поїдається представниками тваринного світу — фітофагами. Вони засвоюють не більше 10 % енергії, акумульованої в рослинній продукції. Інша частина цієї продукції (близько 90 %), у тому числі й перетравлена фітофагами, потрапляє у так званий сапротрофний ярус, в якому відбувається споживання і розклад відмерлих і частково спожитих рослинних решток [Курдиш, 2010].

Ризосфера та ризоплана являються областю інтенсивної мікробної активності, керованої корневими екsudатами та умовами середовища проростання рослин. У ризоплані слабо розмножуються целюлозо розкладаючі мікроорганізми, актиноміцети і гриби, яких досить багато у

ризосфері. Кількість сапрофітних бактерій у ризоплані значно вища, ніж у ризосфері. У ризосфері та у ризоплані на різних стадіях розвитку рослин переважають грам негативні сапрофітні бактерії роду *Pseudomonas*. Найбільша кількість бактерій як у ризосфері, так і у ризоплані знайдено у фазу цвітіння рослин. Найменша ж їх кількість відповідає стадії дозрівання. Безпосередня дія на ґрунт приводить до зміни у мікробних ценозах ризосфери та ризоплани у цілому. За допомогою підтримання рівня вологості на оптимальному рівні (60%) та регулярному рихленні ґрунту можна компенсувати негативну дію нафто забруднення ґрунту на мікробний ценоз поверхні кореня рослин [Снисаренко, Алексина, 2014].

Біохімічна та мікробіологічна характеристика ґрунтів традиційно вважається найбільш складними розділами ґрунтової біодіагностики. Мікроорганізми досить чутливо реагують на зміни різної природи, які відбуваються в оточуючому середовищі, що визначає більшу рухливість та динамічність мікробіологічних показників. Загальновідомим є той факт, що чисельність мікроорганізмів у ґрунті постійно змінюється. Але у всякому ґрунтовому покриві є певний природний рівень чисельності мікробіоти, який можна розглядати як якість пула, іншими словами, того запасу мікроорганізмів ґрунту, який не забезпечується енергетичною речовиною, необхідною для безперервного розмноження, але знаходиться у стані підтримання. На величину такого запасу не впливає сезонність, пул обумовлюється особливостями самого ґрунту та факторами середовища, що впливають на ґрунтові властивості [Шлегель, 1987, Albiach et al., 2001]. Інтенсивність продукційного потенціалу ґрунтових мікроорганізмів характеризують, вимірюючи сумарну кількість синтезованої біомаси за певний період. Зазвичай біомаса, накопичена грибами у ґрунтовій товщині, перевищує таку у бактерій, і це явище характерне для усіх типів зональних ґрунтів, але особливо помітне переважання грибною біомаси у лісових ґрунтах [Виноградский, 1952].

Біохімічний гомеостаз ґрунту підтримується ферментами. Не дивлячись на значну неоднорідність ґрунту, у ній зберігається відносно стабільний вміст органічної речовини (гумусу, поліцукридів, амінокислот, вітамінів), характерна для даного виду ґрунту актуальна кислотність, вміст рухомих форм елементів і т.д. Привнесення органічних та мінеральних добрив, пестицидів, індустриальних та сільськогосподарських відходів змінює біохімічну рівновагу (гомеостаз) ґрунтів, що відрізняються бідністю ферментами та низькою біологічною активністю. Якщо ж ґрунт багатий мікроорганізмами, має високу ферментативну активність та буферність, зміни, що виникли, швидко зникають, рівновага відновлюється [Elliott, 2007].

Імобілізовані, тобто закріплені на ґрунтових частинках, ферменти у ґрунті володіють досить високою стійкістю в умовах, при яких життєдіяльність

мікробіоти пригнічується, дякуючи чому, метаболізм у ґрунті може залишатися довгий час відносно незмінним. виходячи із цього, значення ферментів у екстремальних умовах (підвищена вологість, антибіотичні препарати, пестициди, важкі метали) особливо велике [Гельцер, 1986].

У ґрунті одночасно знаходяться різноманітні екзо- та ендоферменти, що виділяються після лізису клітин. Ферменти, які попадають у ґрунт у результаті руйнування клітин. Ще досить тривалий час зберігають свою активність. Спрямованість та інтенсивність багатьох біохімічних процесів, що відбуваються у ґрунті, обумовлюються ферментами. Ферментативна активність може бути використана у якості додаткового показника біологічної активності та родючості ґрунтів [Безуглова и др., 2012].

Основні патогени можуть конкурувати за ризосферу із мікоризними грибами та виявляти прямий або опосередкований вплив на склад бактеріальних груп у ризосфері. У кінцевому підсумку взаємодія у ній між бактеріями, мікоризою та кореневими патогенами може у значній мірі визначати формування рослинно-мікробної системи в цілому. Функціональна життєдіяльність мікроорганізмів має вирішальне значення для формування стартових умов, визначення функцій, відповідей учасників біохімічних процесів і т.д. Існують умови, при яких запуск мікробних механізмів, що лежать в основі екосистемних процесів, оказують вирішальну взаємодію, особливо при формуванні різних сценаріїв, при яких зміна мікробного співтовариства має зворотний зв'язок та може безпосередньо контролювати проходження цих процесів. Відомі два сценарії, при яких склад та взаємодія ризосферних мікробних груп впливають на тропізм та цикли поживних речовин у екосистемах. У першому взаємодія між мікроорганізмами ризосфери та рослинами при допомозі кореневої системи визначають загальні темпи мінералізації азоту і, відповідно поступання, запаси та наявність поживних речовин. У другому диференційований склад мікробних груп посередництвом різних комплексів біохімічних механізмів впливає на темпи та особливості процесів, безпосередньо визначаючи мінералізацію азоту. Нітрифікація та денітрифікація пропорціонально відрізняються багатством, представленістю та складом нітрифікуючих та денітрифікуючих груп мікроорганізмів у ґрунті [Cavigelli, Robertson, 2000, Патыка, Патыка, 2015].

Необхідно відмітити, що метаболічний потенціал мікробного населення конкретної екологічної ніші визначається активністю специфічних ферментів. Активність таких ферментів, як сумарні дегідрогенази, естерази, фосфатази віддзеркалюють ензиматичний потенціал усього суспільства, а активність інших (целюлозна, хітиназна, нітрогеназна, денітрифікуюча) характеризують потенціал лише специфічної частини суспільства, але і це дає можливість оцінити той або інший потенціал. Особливе значення для екологів та мікробіологів мають ферменти

мікроорганізмів, які приймають участь у біогеохімічному циклі елементів. Із них найбільш важливі ферменти, що входять у азотний та вуглецевий цикл, тому що іменно вони дозволяють характеризувати стійкість суспільств та екосистем, а також їх здатність мінералізувати органічну речовину. Одночасно із указаними вище параметрами при дослідженні ферментативного потенціалу популяцій вимірюють також активність ліпаз, целюлоз, протеаз, амілаз [Margesin et al., 1999].

Вивчення особливостей формування епіфітотій основних хвороб сільськогосподарських культур указує на небезпечні тенденції погіршення фітосанітарного стану агрофітоценозів, внаслідок цілого ряду факторів. Значну негативну дію на агробіоценози у цьому зв'язку радіонуклідне забруднення територій. У результаті чого розвиваються процеси деградації екосистем, а мутагенний ефект радіонуклідів та інших ксенобіотиків індукує зміну генетичного пулу. Гриби групи порядків піреноміцетів. До якого відносяться і ерізіфові, є досить поширеними та шкодочинними грибами-паразитами багатьох сільськогосподарських культур. Останнім часом відмічено епіфітотії борошнистої роси злакових, бобових, овочевих, плодово-ягідних, фузаріозу колосу, снігової плісняви пшениці, білої плямистості вівса та інших, де у багатьох випадках не удалося обійтися без застосування засобів захисту рослин [Youssef et al., 2001]. В умовах інтенсивного сільськогосподарського виробництва особливу загрозу екосистемам являють пестициди хімічного синтезу. Широке застосування пестицидів у сільському господарстві створює цілком певну загрозу забруднення ґрунту шкідливими сполуками негативної дії біологічно активних речовин на біологічну активність ґрунту. При цьому варто відмітити, що, не дивлячись на численну експериментальну інформацію, чітких закономірностей про взаємодію мікроорганізмів ґрунту із пестицидами до цих пір ще не встановлено. Відомо, що найбільш небезпечними із точки зору негативного ефекту є фунгіциди, особливо препарати із широким спектром дії та тривалим періодом зберігання у ґрунті. Такі сполуки можуть у значній мірі пригнічувати розвиток мікроскопічних грибів, бактерій, актиноміцетів ризосфери, що може стимулювати порушення екологічної рівноваги у ґрунті. У зв'язку із цим дослідження по вивченню порівняльної токсичності сучасних фунгіцидів для сапрофітних компонентів ризосфери, а також виявлення здатності ризосфери детоксикувати фунгіциди, є досить актуальними як для одержання екологічно безпечної продукції, так і для охорони оточуючого середовища [Симонов, 2012].

Внесення препаратів на основі гумінових кислот у ґрунт під передпосівну культивування підвищувало мікробіологічну активність ґрунту на 14,9-20,7%, запаси нітратного азоту у орному шарі ґрунту на 8,8-13,9

кг/га, урожайність ярого ячменю на 2,1-3,6 ц/га або 6,6-11,3% [Шамардина, 2006].

Застосування біологічних препаратів на основі діазотрофів виявило позитивний вплив на активність ґрунтової мікрофлори: розкладання полотна із льону під посівом ярої пшениці у середньому за три роки досліджень зросло на 9% та не поступалося у цьому відношенні мінеральним добривам. Найвища целюлозо розкладаюча активність спостерігалася при сумісному застосуванні препарату БісолбіФіт супер та фосфорно-калійним добривам ($P_{40}K_{40}$) та склала 48%. Біологічні препарати БісолбіФіт стандарт та БісолбіФіт супер при застосуванні як у чистому вигляді, так і на фоні мінеральних добрив сприяли підтриманню у орному шарі чорнозему вилугуваного більш високого рівня доступних рослинам елементів живлення на протязі усього вегетаційного періоду ярої пшениці. При цьому вміст нітратного азоту, порівняно із контролем був вищим на 2,3 мг/кг, фосфору на 15-15 мг/кг, калію на 7-10 мг/кг. Біопрепарати та мінеральні добрива сприяли кращому розвитку листової поверхні ярої пшениці, накопиченню сухої речовини, та у цілому, фотосинтетичній активності [Плечова, 2013].

Використання флавобактерину викликало активацію мікробіологічних процесів у ґрунті, а при сумісному використанні із пестицидами виконувало буферну, нейтралізуючу функцію при негативній дії на ґрунт препаратів хімічного синтезу. За рахунок цього у ґрунтовому профілі агроценозу відбувалося наростання біомаси по усіх функціонально значимих групах мікроорганізмів, крім мікроскопічних грибів, і у цілому зростала біогенність педоценозів [Иванцова, 2003].

У контрольному дерново-підзолистому ґрунті переважають відновлювальні процеси у колообігу сірки та заліза. Тривале внесення мінеральних добрив окремо та сумісно із органічними стимулює розвиток сіркобактерій, тонових бактерій та мікроорганізмів, що окислюють залізо, що стимулює збалансованість процесів окислення і відновлення у верхніх горизонтах. У чорноземі вилугуваному чисельність мікроорганізмів колообігу сірки невисока, тривалість застосування добрив у незначній мірі впливає на їх розвиток. У колообігу фосфору у досліджених ґрунтах відбувається перегрупування мікробних співтовариств на фоні внесення добрив. Мінеральні добрива приводять до зростання чисельності мікроорганізмів, що розчиняють мінеральні важкодоступні фосфати (доля впливу складає 69,2%), а органо-мінеральні – до посилення розвитку мікроорганізмів, мінералізуючи органічний фосфор (доля впливу складає 83,0%). У ґрунтах різних екологічних зон прослідковується закономірність зростання їх ферментативної активності при тривалому внесенні добрив. Установлено, що сумісне внесення мінеральних та органічних добрив збільшує амілазну активність у 1,2-1,6, протеолітичну – 3,7-5,0,

целюлозолітичну – 1,8-2,0 рази, порівняно із неудобреним фоном. При тривалому застосуванні мінеральних добрив на дерново-підзолистому ґрунті відмічено зниження опору мікробоценозу до даного антропогенного фактора та, як наслідок, проявлення ґрунтом фітотоксичних властивостей. Мікробний комплекс чорнозему вилюгованого має вищу стійкість – фітотоксичний ефект при внесенні добрив не виявлено [Кукишева, 2011]. Для успішного розвитку рослинництва та кормовиробництва в умовах Калінінградської області необхідно включати люцерну у сівозміни і збільшувати площу вирощування цієї культури у кілька разів. Для зростання ефективності вирощування люцернових травостоїв та підвищення симбіотичної азотфіксації у регіональних умовах на середньо-суглинкових дерново-підзолистих ґрунтах рекомендується обробляти насіння люцерни перед посівом ризоторфіном. Для найбільш сприятливого розвитку симбіотичних взаємовідносин люцерни мінливої та бульбочкових бактерій на кислих ґрунтах рекомендується вапнуванням довести реакцію едафітного середовища до майже нейтральної. На досить сильно кислих ґрунтах розвиток бульбочкових бактерій інгібується і знижується їх здатність утворювати бульбочки та фіксувати молекулярний азот повітря [Троян, 2010].

Установлено, що патогенні мікроорганізми *Listeria monocytogenes* та *Yersinia pseudotuberculosis* розмножуються у ґрунтах автоморфного ряду та ґрунтах міських газонів. При цьому найбільш оптимальними умовами для розмноження являється ґрунт, який відрізняється від досліджуваних ґрунтів низьким вмістом сумарної кількості гумусових кислот. Розмноження лістерій та ієрсиній у буро-підзолистому ґрунті обумовлено наявністю у ґрунтово поглинаючому комплексі підвищеного вмісту іонів кальцію та магнію, необхідних для нормального росту та розмноження патогенних бактерій. Температура впливає на розмноження лістеріозного та псевдо туберкульозного мікробів у ґрунті. Гумінові та фульвокислоти досліджених ґрунтів, незалежно від їх типу є біологічно активними по відношенню до розмноження *Listeria monocytogenes* та *Yersinia pseudotuberculosis*, але окремі витяжки фракцій гумінових та фульвокислот кожного типу ґрунтів виявляють різний вплив на ріст та розмноження патогенних бактерій. Застосування мінеральних добрив сприяє активному розмноженню лістерій та ієрсиній у досліджених ґрунтах. При цьому найбільш сприятливо впливає внесення азотного або фосфорного добрива. Леткі метаболіти проростаючого насіння рослин стимулюють ріст та розмноження патогенних бактерій, що знаходяться у ґрунті. Відмічено специфічність дії летких органічних сполук рослин на розмноження вивчених бактерій [Сидоренко, 2003].

У ґрунті можна виділити два основних типи мікробних ценозів [Lynch, 1990]. Життєдіяльність першого зв'язана із наявністю органічних решток,

в основному рослинного походження, без коренів. Другий тип ценозу – ризосфера і його існування визначається метаболічною активністю кореневої системи [Pussard , 1986, Тихонович, Проворов, 2009]. Згідно сучасних уявлень, у ризосфері виділяють ряд вузьких шарів із різним ступенем специфічності, порівняно із рештою ґрунту. Товщина їх може складати від кількох міліметрів до декількох сантиметрів, залежно від ґрунтових умов та виду колонізованої рослини, що виділяє енергетично багаті вуглець вмісні компоненти – ризодепозити, які включають ексудати та кореневий опад [Jones et al., 2004, Barber, 1995]. Втрати вуглецю із епідермальних та кортикальних клітин кореня приводять до швидкого розмноження мікроорганізмів усередині (ендоризосфера), на поверхні (ризоплана) та із зовнішньої сторони кореня (екторизосфера) [Lynch, 1990]. Таким чином, у ризосфері складаються специфічні умови для місцеперебування особливого мікробного суспільства – ризоценозу, який відрізняється за складом та структурою біологічних компонентів та знаходиться у біохімічній взаємодії із рослиною [Селиверстова, Верховцева, 2011].

У більшості літературних джерел указується на підвищену (у 10-100 разів) чисельність та активність мікроорганізмів у ризосферній зоні, порівняно із рештою частиною ґрунту [Тихонович и др., 2011]. Це явище відоме, як ризосферний ефект, було вперше описано ще Гільтнером у 1904 році [Шапошников, 2003]. Цей ефект обумовлений поступанням у ґрунт додаткової кількості органічної речовини у вигляді кореневого опадів та корневих екзаметаболітів, що сягають 20-40% продуктів фотосинтезу, поступаючих до рослини [Lynch, 1990]. До їх складу входять органічні кислоти, цукри, амінокислоти та інші азотовмісні сполуки, а також широке коло вторинних метаболітів, виконуючих роль молекулярних сигналів [Иутинская и др., 2010].

Ґрунтові мікроорганізми, як гетеротрофи живляться виділеною рослинами органічною речовиною та внаслідок високої біохімічної активності суттєво і більшості випадків позитивно впливають на ріст рослин, постачаючи до оточуючого ґрунту свої продукти метаболізму. Таким чином між рослинами та мікроорганізмами розвиваються симбіотичні взаємовідносини – трофічні, захисні та здійснюючі біологічний контроль [Тихонович, Проворов, 2011]. Це мутуалістичний біотрофний симбіоз, а також позитивний взаємозв'язок між мікроорганізмами та рослиною-господарем, коли ризосферна мікробіота здійснює біоконтроль, тобто пригнічує цілий ряд рослинних патогенів, таких як *Fusarium oxysporum*, деякі види грибів із родів *Pythium* та *Phytophthora* та ін. [Whipps, 1997; Punja, 1997; van Loon, 1997].

Чисельність більшості вивчених груп мікроорганізмів у мерзлотних ґрунтах криоарідної території центральної Якутії мають два піки сезонної

активності – на початку та у кінці періоду вегетації. Численність мікроорганізмів у цих ґрунтах залежить у основному від ступеня їх вологості. Характерною особливістю мерзлотних ґрунтів Якутії є висока чисельність бактерій по усьому профілю досліджених ґрунтів і цей показник не залежить від погодно-кліматичних умов року [Иванова, 2006]. Досить широке застосування мікроорганізмів почалося після усвідомлення шкідливості надмірної хімізації сільського господарства. Масове використання пестицидів та мінеральних добрив забруднює агробіоценози та водні ресурси і приносить значну шкоду людині та оточуючому середовищу. У той же час воно не обов'язково супроводжується адекватним зростанням урожайності або збереженням сільськогосподарської продукції. Установлено, що пестициди стають фактором штучного відбору резистентних рас та популяцій шкідників та фітопатогенів. У результаті систематичного застосування інсектицидів набули стійкості до фосфорорганічних сполук більше 200 видів комах, до карбаматів – 51, до піретроїдів – 22 види [Waardetal., 1993, Иванова и др., 1997, Toropova, 1998].

Однією із ключових проблем рослинництва у даний час є низький вміст доступного для живлення рослин фосфору у ґрунті. У зв'язку із цим агротехнології із застосуванням хімічних форм добрив не дозволяють у повній мірі вирішити проблему фосфорного живлення. З іншого боку, останнім часом розвиток біотехнологій дозволяє досягнути суттєвих успіхів при застосуванні симбіотичних бульбочкових бактерій бобових рослин, що посилюють азотне живлення рослин [Кожемяков, Тихонович, 1998], а також інших азот фіксуючих ризосферних симбіозів рослин із бактеріями [Проворов, Воробьев, 2012]. Показано, що симбіоз із мікроорганізмами дозволяє суттєво знизити норми застосування добрив.

Використання фосфат мобілізуючих бактерій при розробці препаратів для сільського господарства має ряд проблем, зв'язаних у першу чергу із нестабільністю їх дії та поступання сполук фосфору до рослин у залежності від типу, агрохімічного складу ґрунту та у залежності від виду рослин. А із іншої сторони, утворення симбіозу рослин із грибами арбускулярної мікоризи монофілетичної групи *Glomeromycota* дозволяє суттєво підвищити фосфорне живлення рослини-господаря при вирощуванні у широкому діапазоні типів ґрунтів, що володіють низьким і середнім вмістом доступного для живлення рослин фосфору [Holford, 1997, Smith , Read, 2008]. Показано, що вміст фосфору у надземних частинах та коренях люцерни хмелевидної у середньому вищий при мікоризації, ніж у немікоризованому контролі на 120% [Юрков и др., 2011]. Згідно літературній інформації гриби арбускулярної мікоризи виявляють полі функціональну дію на рослину-господаря: 1) підвищують показники продуктивності рослин за рахунок посиленого поступання до

рослини елементів живлення, особливо фосфору [Karthikeyan et al., 2007]; 2) інактивують важкі метали, знижуючи їх пагубну дію на рослини [Weissenhorn et al., 1995, Burke et al., 2000, Lanfranco et al., 2002, Schützendübel, Polle, 2002, Göhre, Paszkowski, 2006]; 3) підвищують стійкість рослин проти хвороб за рахунок синтезу антибіотиків, конкуренції за субстрат, або індукції захисних реакцій самої рослини [Linderman, Part, 1994, Marsh, Schultze, 2001]; 4) змінюють гормональний статус рослини-господаря, посилюючи його ріст та прискорюючи розвиток [Allen, Allen, 1980, Danneberg et al., 1992].

Вперше вивчено генетичний поліморфізм гороху по ефективності взаємодії із комплексним мікробним добривом, що містить основні види корисної ґрунтової мікрофлори та відібрано контрастні за цією ознакою генотипи. Виявлено найбільш перспективні генотипи, що відрізняються високою симбіотичною корисністю при взаємодії із комплексним мінеральним добривом, із метою використання у селекції при створенні нових сортів. Показано, що відбір таких генотипів повинен супроводжуватися селекцією на рівні індивідуальних рослин. У результаті порівняльного аналізу розвитку ендосимбіотичних систем та параметрів урожаю показано, що у якості параметрів, характеризуючих симбіотичну активність рослин, доцільно використовувати зміну рівня накопичення надземної біомаси, насінневої продуктивності та вмісту білка у насінні при інокуляції комплексним мінеральним добривом, порівняно із контролем [Данилова, 2011].

Крім того бобові культури унікальні тим, що вони здатні формувати два типи мутуалістичних ендосимбіозів: арбускулярну мікоризу із грибами відділу *Glomeromycota* [Küster et al., 2007; Borrios, 2007], а також азот фіксуєчий симбіоз із бульбочковими бактеріями філогенетично віддалених один від одного таксонів, які забезпечують відповідно, фосфорне та азотне живлення рослин [Smith et al., 2003, Stark, 2003] у обмін на фотосинтати [Oldroyd et al., 2005]. Ендосимбіози рослин із грибами арбускулярної мікоризи та ризобіями вивчено найглибше, і ці мікроорганізми усе більш широко використовуються у сільськогосподарській практиці. Обидва ці симбіози характеризуються високим ступенем інтеграції генетичних та метаболічних систем партнерів [Pamiske, 2000, 2004, Genke et al., 2005; Stark, 2003]. Багаточисленні ознаки, що визначають подібність між цими типами симбіозів, указують на загальні механізми взаємодії між макро- та мікросимбіонтом, або хоча б на деяких стадіях розвитку [Gianinazzi-Pearson, 1996]. Не менш важливими є і ефекти взаємодій із корисними ризосферними ендofітними бактеріями (наприклад *Azospirillum*, *Arthrobacter*, *Pseudomonas*, *Bacillus* та ін.) у сучасній літературі називаються «бактерії, стимулюючі розвиток рослин» (від англ. Plant Growth Promoting Bacteria, PGPB; Sood, 2003; [Compant et

al., 2005]. Інокуляція багатьма із цих бактерій підвищує урожай рослин за рахунок покращення мінерального живлення, пригнічення патогенів, зростання стійкості до стресових факторів середовища [Belimov et al., 1995; Glick, 2004; Mayak et al., 2004; Cheng et al., 2007; Saravanakumar, Samiyarappan, 2007]. Необхідно відмітити, що гриби арбускулярної мікоризи несуть на своїй поверхні асоційовані з ними бактерії із даної групи, а часто і ендосимбіотичні бактерії всередині цитоплазми, що являє собою нероздільний комплекс гриба арбускулярної мікоризи та бактерій.

Було показано, що існують загальні рослинні гени, що контролюють взаємодію із ендосимбіонтами та даною групою бактерій [Sanders, 2002; Проворов, 2009; Stark, 2003]. Усе це примушує розглядати генетичну систему бобових рослин, що контролює взаємодію із корисною ґрунтовою мікрофлорою, як єдину для розвитку комплексного симбіозу, а іменно: бобова рослина + гриби арбускулярної мікоризи + бульбочкові бактерії + бактерії, стимулюючи розвиток рослин, та вирішальну роль в установленні симбіозу необхідно надати рослині-господарю, який володіє найбільш стабільним геномом і представляє екологічні ніші та джерело вуглецю [Данилова, 2011].

Виявлена бінарна асоціація виробничих штамів *Azospirillum lipoferum* 137 та *Agrobacterium radiobacter* 10, у якій азоспіріли активніше фіксують азот та краще приживаються на коренях рослин. Вперше показано, що проявлення симбіотичних властивостей партнерів асоціації азот фіксуючих та фосфатмобілізуєчих бактерій у ризосфері може бути важливим механізмом посилення позитивного ефекту інтродуцентів на ріст рослин. Із використанням методу ізотопної індикації встановлено, що фосфатмобілізуєчі бактерії здатні покращувати фосфорне живлення рослин за рахунок активізації поглинання фосфорного добрива. Вивчена динаміка чисельності виробничих штамів ріст регулюючих бактерій у ризосфері різних сільськогосподарських культур у ґрунті. Показано, що штами активно колонізують корені у різних ґрунтово-кліматичних умовах, у тому числі і при вирощуванні рослин на забруднених та кислих ґрунтах, а також в умовах посухи. Знайдено індивідуальні особливості штамів, обумовлені генетичним контролем можливості інтродуцентів підтримувати чисельність популяції у ризосфері на певному рівні. Отримано оригінальну інформацію про можливість взаємодії інтродукованих штамів із аборигенною бактеріальною мікрофлорою ризосфери рослин. Виділена та охарактеризована асоціація ріст регулюючого інтродуцента із фітопатогенним видом бактерій та описана здатність біоконтрольних інтродуцентів інгібувати активність корисних форм аборигенних бактерій. Запропоновано метод селекції ефективних штамів ріст стимулюючих бактерій, які володіють високим ступенем асоціативності, яка проявляється у їх здатності активно колонізувати

корені проростків рослин у нестерильному ґрунті. Були вивчені властивості та вплив на рослини представників спілок культурабельних бактерій, домінуючих на коренях проростків ячменю, гороху та гірчиці сатептської при вирощуванні на різних ґрунтах, у тому числі і на забруднених важкими металами [Белимов, 2008].

Бактерії родів *Agrobacterium* та *Rhizobium* відносяться до однієї родини *Rhizobiaceae*, але мають різні стратегії взаємодії із вищими рослинами. Агробактерії різних видів, що живуть у ґрунті, при певних умовах переходять у патогенну форму, викликаючи неконтрольований ріст рослинних клітин у місці ураження (гали на стеблах, листках та ефект «бородатого кореня» у рослин). Різобії різних видів, також перебуваючи у ґрунті сапрофітами, при певних умовах інфікують корені відповідних видів рослин та переходять у симбіотичну форму, викликаючи утворення диференційованих бульбочок на коренях та стеблах бобових рослин. При цьому симбіозі партнери здатні зв'язувати атмосферний азот [Чумаков, 2010].

Для підвищення потенційної симбіотичної азотфіксації, білкової продуктивності гороху посівного та урожайності необхідно проводити передпосівну обробку насіння ризоторфіном у дозі 1,35 кг/т. Застосування цього бактеріального препарату підвищує урожайність гороху на 0,5-0,6 т/га та сприяє накопиченню у ґрунті до 82 кг/га азоту [Фомина, 2009].

Аналіз наявної експериментальної інформації для достатньо вивчених систем (окремі бобово-ризобіальні, а також деякі асоціативні та ендofітні симбіози) переконливо свідчать про те, що утворення та функціонування цих надорганізмних систем визначається цілою сіткою низькомолекулярних та високомолекулярних сигналів, частина із яких має досить широку специфічність. До цієї групи молекулярних сигналів входять алкіл резорцини та деякі інші алкілоксібензоли, що продукуються як вищими рослинами, так і багатьма мікробами. Відомо, що бактерій-симбіонти синтезують також ацілгомосерінлактони, які регулюють окремі процеси, важливі для успішної колонізації рослини-господаря [Антонюк, Соболева, 2010].

Мікробіоценози вилугуваних чорноземів Канського лісостепу представлені на: 79,5% – неспороутворюючими, 3,4% – спороутворюючими, 12,5% – актиноміцетами та 2,6% – мікроскопічними грибами. При цьому вивчення фізіолого-біохімічних особливостей мікроорганізмів цього комплексу показало, що при порівнянні із штамами ґрунтів Сухобузимського району вони володіють більш сильним ферментативним апаратом, здатні проводити глибоке розщеплення органічних сполук, а відповідно, і більш стійкі до дії несприятливих факторів. Указані особливості мікробіоценозу та виявлена мікробна сукцесія трофічних груп мікроорганізмів у ньому сприяють завершенню

мінералізації свіжих рослинних залишків у строки, коли сільськогосподарські культури агроценозу потребують елементів живлення, і при цьому свіжі рослинні залишки починають розкладатися уже у цьому вегетаційному сезоні. Наслідком цього є високі урожаї, що одержуються при добрій забезпеченості рослин елементами живлення, із переважанням у ґрунті процесу гуміфікації над мінералізацією [Полонская, 2000].

У підзоні крайньої північної тайги ґрунтова мікробіота має менше видове та родове різноманіття, порівняно із такою у аналогічних рослинних суспільствах середньої тайгової зони. У її складі переважають *Geomyces pannorum*, види роду *Penicillium*, *Mortierella*. У цілинному тундровому ґрунті прослідковується подальша тенденція концентрації пулу грибів у верхніх горизонтах ґрунту (до 3-4 см) та зниження видового багатства міксоміцетів. Органогенний горизонт характеризується невисоким різноманіттям та незначною кількістю міксоміцетів, які представлені головним чином у міцеліальній формі. Величезну кількість та частоту знаходження у ґрунтах мали гриби *Geomyces pannorum*, *Penicillium camemberti*, *P. kapuscinskii*, *P. simplicissimum*, *Mortierella alpina* – здатні до росту при понижених температурах, а також гриби із широкою екологічною амплітудою – *Mortierella isabellina* (= *Umbelopsis isabellina*), *Cladosporium herbarum*, *Penicillium lanosum*. Целюлозорозкладаючі організми у тундрових ґрунтах представлені в основному грибами та актиноміцетами із роду *Streptomyces*. Мікробіота сіяних луків на Півночі характеризується переважанням представників зігоміцетів, зменшенням у кількісному та видовому відношенні пеніцилінів, появою нехарактерних для тундри видів родів *Aspergillus*, *Fusarium*. Серед домінуючих та частих видів виявлені типові для тундрових ґрунтів *Penicillium lanosum*, форми, представлені стерильним міцелієм та *Fusarium oxysporum* [Хабибуллина, 2009].

Проведено системні дослідження ґрунтів по оцінці ступеня розвитку мікоризної інфекції у фітоценозах Ставропольського краю шляхом визначення кількості спор ендомікоризних грибів у ґрунтах 11 районів, розташованих у різних ґрунтово-кліматичних зонах, дозволили установити, що найбільша кількість спор (від 8-10 до кількох сотень) спостерігається у ґрунтових пробах глибиною не більше 10-15 см, а із зростанням глибини до 40 см кількість спор знижується до 5-28 на 100 г повітряно сухого ґрунту. Установлено також, що кількісний склад спор у ґрунтових пробах варіює залежно від пори року. У осінніх пробах ґрунтів спор більше, ніж у пробах, взятих весною. Найбільша кількість спор спостерігається у чорноземних ґрунтах, збалансованих за поживними елементами, розташованих у ґрунтово-кліматичних районах із оптимальною вологістю та сприятливими метеорологічними умовами для

проростання флори степових та лісостепових фітоценозів. Також вивчено вплив симбіотрофізму ендомікоризи на адаптогенні властивості зернових агрокультур. Установлено, що мікоризована пшениця при дії на неї гербіциду системної дії ділену повністю стабілізує процес перекисного окислення ліпідів через 9 годин, у той же час як не мікоризована пшениця – через 12 годин і більше. Дія на рослини аміачної селітри є менш активним стрес-фактором, ніж дія діаленом, що підтверджується значно нижчим значенням максимального піку перекисного окислення ліпідів. Розроблено біотехнологічну схему досліджень біологічно активних речовин із метою знаходження індукторів мікоризо утворення, яка дозволяє визначити, що найвищу ефективність мають гумат натрію та гідроптерін [Добронравова, 2000].

Виявлено, що у ризосфері пшениці переважали мінералізаційні процеси, інтенсивність яких зростала до фази наливу зерна. Інокуляція біопрепаратом ризоагрін сприяла активзації цього процесу, і до моменту дозрівання зерна цей процес нівелювався. Найбільш інтенсивно процес мінералізації відбувався у ризосфері сортів Пам'яті Азієва та Омська 35 [Аужанова, 2015].

Загальна чисельність мікроорганізмів у ризосфері м'якої пшениці, ячменю двохрядного та вівса посівного змінюється у онтогенезі рослин. Максимальна кількість їх відмічається у фазу колосіння. У процесі онтогенезу вивчених рослин відбувається перебудова мікробного комплексу ризосфери: від фази кущіння до повної сплості встановлено послідовний ріст актиноміцетів та целюлозо рушійних мікроорганізмів; динаміка чисельності бактерій має вигляд кривої лінії із максимумом у фазі виходу у трубку та колосіння. Із віком рослин у ризосфері зростає доля споро утворюючих бактерій [Гордеева и др., 2012].

При вивченні кількісного складу органічних кислот та цукрів у ризосфері рослин томату, огірка та різних генотипів пшениці виявлена їх специфічність. Високий вміст цих рослинних метаболітів у ризосфері зберігалася у овочевих культур при інокуляції штамом *Pseudomonas chlororaphis* SPB1217. Сучасний розвиток ідей С.П. Костичева, який передбачив важливе значення корневих виділень для ґрунтових мікроорганізмів та нормальної життєдіяльності рослин показує, що створення перспективних для стійкого землеробства рослинно-мікробних систем потребує селекції рослин, здатних збагачувати ризосферу корисними для себе мікроорганізмами, які, у свою чергу будуть формувати сприятливе середовище проживання за рахунок регулювання метаболічної активності кореневої системи. Тобто, найбільш перспективною є тісна функціональна інтеграція партнерів асоціативних рослинно-мікробних симбіозів [Краченко и др., 2011].

Рецепторні кінази відіграють ключову роль у реакціях рослини на зміну умов зовнішнього середовища. Симбіотичні рецепторні кінази визначають специфічність взаємодій із бульбочковими бактеріями, приймають участь у сигналінгу при розвитку симбіозів, а також регулюють інтенсивність мікробної колонізації. Показано, що при розвитку ендомікоризи та азот фіксуючих бульбочок рослина використовує один і той же сигнальний каскад, центральною ланкою якого є кальцій/кальмодулін-залежна кіназа. Рецептори, що сприймають сигнальні молекули бактерій та грибів, навпаки, різні та характеризуються різним ступенем специфічності по відношенню до сигналу мікросимбіонта. Надзвичайно висока специфічність взаємодії із бульбочковими бактеріями визначається наявністю у рослини рецепторних кіназ, що розпізнають структуру Nod-фактора – сигнальної молекули, що виділяється бактеріями. Вивчення поліморфізму генів, кодуєючих ці рецепторні кінази, у серії природних генотипів гороху посівного показало, що різні домени рецепторних кіназ характеризуються різним ступенем мінливості у різних генотипів, що віддзеркалює варіабельність механізмів розпізнавання сигнальних молекул, які виділяються мікроорганізмами [Тихонович, Жуков, 2010, Дмитрієв та ін., 2015].

Вплив екологічних факторів на якісний та кількісний склад мікробіоти у ґрунтах різних типів ландшафту

Загальновідомо, що стійке функціонування природних біоценозів у значній мірі визначається стабільністю біогенного обміну хімічних елементів, важлива частина якого – мінералізація органічної речовини у ґрунтах. Ключова роль у цих процесах належить мікробіоценозам. Комбінована дія фізичних, хімічних та біологічних факторів оточуючого середовища може призвести до дестабілізації та втрати вихідних мікробіологічних властивостей ґрунту, із-за чого можливі зміни стратегії виживання мікроорганізмів, патогенізація вільноживучих форм, посилення росту паразитарної та патогенної мікрофлори [Наїмі, Нухта, 1987, Артамонова, 2002].

Мікроорганізми знаходяться в оточуючому природному середовищі практично повсюди. Однак із усіх відомих середовищ їх знаходження найбільш багатими як кількісно так і якісно являються ґрунти, у одному ґрвмі яких може знаходитися до 10 мільярдів бактерій і навіть більше [Мишустин, 1975]. Довжина грибного міцелію у грамі ґрунту може перевищувати кілька кілометрів [Мирчик, 1988]. Мікробна біомаса сягає від 10-15 г/кв. м у тундровій зоні і до 30 г/кв. м у лісових ґрунтах [Ковда, 1988]. Основними представниками ґрунтовими мікрофлори є бактерії, актиноміцети, мікроскопічні гриби. Бактерії здатні досить швидко

розмножуватися при поступанні свіжої органічної речовини. Неспорові форми бактерій розмножуються швидше, ніж спороутворюючі. А тому бацили зустрічаються на більш пізніх етапах сукцесії. До того ж бацили, як і мікроскопічні гриби володіють більш сильним ферментативним апаратом і можуть живитися речовинами, які недоступні для неспороносних бактерій [Амбулос и др., 1992].

Як відомо, рівень потенційної родючості ґрунту залежить не тільки від кількісних та якісних показників вмісту гумусу та комплексу поживних речовин, визначаючих її поживний режим. Поряд із іншими показниками він визначається мікробіологічною та ферментативною активністю орного шару. Мікробне співтовариство, яке в основному визначає біохімічні властивості ґрунту, представляє собою сукупність сумісно живучих організмів різних видів, що складають певну екологотрофну єдність. Із усіх біотичних компонентів екосистеми мікробне товариство найбільш чутливе до змін екологічної обстановки, що відбуваються у ході сільськогосподарського освоєння екосистем, та до наявності інших форм антропогенної взаємодії, у тому числі забруднюючих речовин. Складність та різноманітність взаємовідносин різних мікроорганізмів між собою та із рослиною, а також із іншими компонентами агробіоценозу визначає фітосанітарний стан ґрунту та його стабільність, як системи у цілому [Круглов, 1990].

Рослини для ґрунтової мікрофлори є джерелом енергетичного матеріалу. Важливим фактором розвитку мікроорганізмів та їх біохімічної активності є кореневі виділення [Bais et al., 2006]. Їх маса досить велика і може складати від 30 до 50% від загального фотосинтезу рослин [Звягинцев и др., 2005]. Кореневі екзометаболіти представлені спектром органічних сполук із різних класів: це воднорозчинні речовини, високомолекулярні поліцукриди (муцигель), що утворюють тонкі шари на поверхні коренів; клітини, які відшаровуються від кореневого чохла, відмипаючи клітини епідермісу; леткі та газоподібні метаболіти проростаючого насіння та коренів [Кравченко и др., 2003]. Але головний запас потенціальної біогенної енергії для мікроорганізмів у ґрунті сконцентрований у відмерлій біомасі коренів рослин, мікроорганізмів, у гумусі [Коржов, 2005], а також у біомасі ґрунтових тварин. Якщо порівняти розкладання органічної речовини ґрунтовими мікроорганізмами і тваринами, то на долю тварин припадає 5%, а на долю мікроорганізмів – 95% [Звягинцев, 1987]. А тому основна роль у перетвореннях органічної речовини у ґрунті належить іменно мікробним співтовариствам, приурочених до верхніх шарів ґрунту та до ризосфери [Аристовская, 1980].

Бактерії роду *Pseudomonas* [*Pseudomonas chlororaphis* ІБ 51, *Pseudomonas chlororaphis* ІБ 6 і *Pseudomonas putida* ІБ 17] здатні до утилізації основних джерел вуглецю (органічних кислот, амінокислот та

вуглеводів) у ризосфері та секреції анти грибних метаболітів, що дозволяє їм інтегруватися із рослиною у сумісному функціонуванні у системі бактерії – рослини – фітопатогени. Метаболіти бактерій роду *Pseudomonas* здатні до утворення міжмолекулярних комплексів із компонентами екзаметаболітів рослин – органічними кислотами, амінокислотами та вуглеводнями, лімітуючи по субстрату фітопатогени [Сулейманова, 2009].

Загальновідома незамінна роль ґрунтових мікроорганізмів у деструкції органічних сполук, у тому числі рослинних залишків, у ґрунтовому бактеріо- та фунгістазі, зростанні родючості ґрунту та оптимізації живлення рослин. Тісний позитивний зв'язок між урожайністю сільськогосподарських культур та біологічною активністю ґрунту відмічена багатьма дослідниками. Установлено, що значна частина населяючих ґрунт мікроорганізмів, приймають досить активну участь у трансформації органічної речовини та важко доступних форм елементів мінерального живлення у легкозасвоювані для рослин форми. Ця група мікроорганізмів і визначає біологічну активність ґрунту. У засушливій зоні каштанових та світло-каштанових ґрунтів при гострому дефіциті атмосферного зволоження найбільш активна мікробіологічна діяльність у ґрунті відбувається весною – у період найвищої його забезпеченості вологою [Иванцова, 2013].

Вивчено вплив агротехнічних міроприємств на накопичення біомаси мікрофлори сірим лісовим ґрунтом Опольної зони у системі адаптивно-ландшафтного землеробства. Показано, що інтенсифікація агрофонів веде до зниження біомаси мікроорганізму шарі 0-20 см (3,3 т/га), порівняно із цілиною (10,9 т/га) та зміні структури мікробного комплексу. Самий низький рівень мікробної біомаси виявлено на фоні високоінтенсивного застосування мінеральних добрив – 1,94 т/га. Максимальні показники біологічної активності відмічено на фонах сумісного застосування мінеральних та органічних добрив. Установлено, що інтенсивність розкладання целюлози обумовлюється прийомом основного обробітку ґрунту та рівнем інтенсифікації застосування добрив. Найбільш активний розклад целюлози (43%) відмічено на високоінтенсивному мінеральному фоні при відвальній оранці. Тривале застосування високих доз мінеральних добрив не виявило інгібуючого впливу на мінералізацію целюлози на цьому фоні [Зинченко, 2011]. Установлено зниження загальної активності мікробного співтовариства при активації окремих груп мікроорганізмів під впливом тривалого застосування мінеральних добрив. Визначено, що використання мінеральних добрив протягом 15 років стимулює зростання вмісту у чорноземі вилугуваному основних елементів живлення рослин на фоні збільшення гідролітичної та обмінної кислотності [Белебезьев, 2002].

Як показують дослідження останніх років, багато пестицидів виявляють неоднозначний, часто негативний вплив на ґрунтову біоту. Застосування пестицидів може приводити до перебудови екологічної обстановки у ґрунті, змінюючи його мікробіоценоз – пригнічуючи одні групи мікроорганізмів та стимулюючи розмноження інших, представники яких здатні продукувати фітотоксичні речовини та тим самим посилювати негативний вплив препаратів, що застосовуються. Установлено, що комплексне застосування хімічних засобів захисту рослин у рекомендованих дозах приводить до зниження чисельності амоніфікуючих бактерій, відбувається зсув мікроценозу целюлозо рушійних мікроорганізмів у ґрунті. Відмічається також, що пестициди не тільки обумовлюють токсичність ґрунту, але і акумулюються у кореневій системі та кінцевій продукції, що приводить до одержання екологічно неповноцінної продукції [Коваленко, 1993].

Домінуючими у ґрунтових співтовариствах, серед ідентифікованих видів грибів, виявилися представники відділу *Ascomycota* (90-96%). По наявності зигоміцетів, грибні співтовариства у різосфері трьох видів досліджених рослин, суттєво не відрізнялися. У ґрунтових зразках виявлено 12 видів грибів із відділу *Glomeromycota*, що належать до трьох порядків. Показано, що структура та багатство арбускулярно-мікоризних співтовариств визначається в основному типом ландшафту, видом рослини-господаря та значенням топовологості [Налян, 2010].

Ресурсозберігаюча поверхнева обробка ґрунту на 8-10 см у незначній мірі впливає на запас вологи під багаторічними травами та щільність складання темно-сірого лісового ґрунту, але сприяє зростанню урожайності зерна ячменю та сухої речовини конюшино-тимофіївського травосуміші. Під впливом засобів обробки ґрунту відбувалася диференціація орного шару за біологічною активністю. Заміна оранки поверхневою обробкою приводила до зростання активності целюлозо руйнуючих мікроорганізмів у верхньому шарі ґрунту (0-10 см) та зниженню цього показника у нижньому шарі (10-20 см). Органічні добрива, внесені під попередню культуру, посилювали їх діяльність. Установлено пряму корелятивну залежність між целюлозо рушійною активністю мікроорганізмів орного шару під травами першого року та урожайністю сухої речовини конюшино-тимофіївського травосуміші ($r=0,87$ та $0,61$). Внесення під попередню культуру органічних добрив у післядії на конюшино-тимофіївській травосуміші є досить ефективним засобом посилення діяльності бульбочкових бактерій. Застосування мінеральних добрив знижувало рівень фіксації азоту. У варіантах із внесенням одних мінеральних добрив активність симбіотичної азотфіксації знижувалася у 7,0-9,2 рази, порівняно із контрольним варіантом [Петров, 2000].

Виявлено, що комплексне застосування засобів хімізації підвищує стійкість ґрунту проти вітрової ерозії (дефляції), забезпечує оптимізацію складання верхнього (0-30 см) шару чорнозему до $1,24 \text{ г/см}^3$ (на 8% більше контролю); при комбінованій обробці ґрунту зростає кількість агрономічно цінних агрегатів на 9,6%, коефіцієнт структурності на 31%, запаси продуктивної вологи (на 12 мм у шарі 0-100 см) та знижує витрату вологи на формування 1 т зерна на 47,6 мм (41%) відносно контрольного варіанту [Речек, 2006].

Ґрунтовий мікробний комплекс – важлива ланка природних екосистем – розглянуто у якості одного із факторів, визначаючих стабільність лугових співтовариств. В умовах середнього Уралу у градієнті багаторічного забруднення лугових ґрунтів важкими металами вивчені різноманіття та чисельність основних екологічно значимих груп мікроорганізмів. Одержано інформацію, що свідчить про стабільність сформованого мікробного співтовариства. Виявлено ініціювання функціональної активності окремих фізіологічних груп (азот фіксаторів, денітрифікаторів, целюлозо руйнівних бактерій) та дихальної активності мікробних співтовариств в умовах забруднення ґрунту важкими металами. Розглянуто можливість впливу цих змін на процеси мінералізації рослинних залишків у лугових співтовариствах [Ившина и др., 2014].

Встановлено стимулюючий вплив невисоких норм добрив на чисельність ґрунтових мікроорганізмів та біохімічну активність ґрунту. Екологічно чисті добрива комплексної дії – бактеріальні препарати позитивно впливають на фізіологічний оптимум поживних речовин у ґрунті. Визначено закономірності мікробної трансформації гумусу та доведено,

що за умов біологічного землеробства вміст його в ґрунті підвищується.

Використання мікробних препаратів – біотрансформаторів рослин, в т.ч. ЕМ-технологій, в системі органічного (біологічного) землеробства, дозволяє підвищити родючість ґрунту, збільшити врожайність сільськогосподарських культур, оздоровити навколишнє середовище [Остапчук та ін., 2015].

Найільш чутливим тестом, що характеризує вплив градієнта токсичного техногенного навантаження на мікробіоту, необхідно вважати варіювання чисельності та співвідношення еколого-трофічних груп мікроорганізмів із обов'язковим урахуванням груп, які приймають участь у циклах перетворення сполук азоту, вуглецю та сірки [Giasson et al., 2010].

Молекулярно-біологічними методами вперше виявлено метагеномний склад та показано структуру прокаріотного комплексу чорнозему типового в агроценозі пшениці озимої. Встановлено, що до її складу входять представники 22 бактеріальних та 2 архейних філ, абсолютними домінантами серед яких є *Proteobacteria*–79,6% (родини:

Alcaligenaceae, Pseudomonadaceae, Enterobacteriaceae, Xanthomonadaceae, Sinobacteraceae, Comamonadaceae, Rhodobiaceae) та *Actinobacteria*—12,9% (родини: *Solirubrobacteraceae, Micrococcaceae, Gaiellaceae, Intrasporangiaceae, Nocardioideae, Geodermatophilaceae, Streptomycetaceae*). Показано, що застосування екологічної та біологічної систем землеробства обумовлює формування складної філотипової структури та високий рівень біорізноманіття (394 та 459 таксонів) за рахунок представників філ: *Actinobacteria, Proteobacteria, Acidobacteria, Bacteroidetes, Firmicutes, Spirochaetes, Verrucomicrobia*, що об'єднують 32 порядки ґрунтових прокаріот. Встановлено, що високий рівень біорізноманіття досягається за рахунок збільшення представленості до 46 – 58% активних форм прокаріот, що не культивуються на елективних поживних середовищах. Уперше вивчено метагеномний склад прокаріотного комплексу ґрунту, що формується при внесенні соломи переважно за рахунок представників філи *Proteobacteria*, зокрема порядків *Desulfovibrionales, Burkholderiales, Pseudomonadales, Vibrionales, Alteromonadales, Chromatiales, Rhizobiales, Pasteurellales*. Встановлено, що оптимальне збільшення біорізноманіття метагеному прокаріот відбувається при заробці соломи на глибину 0 – 3 см. За рахунок цього чисельність бактерій у шарі ґрунту 6 – 12 см збільшується до 22,53 млн/г ґрунту, а мікроміцетів зменшується до 14,41 тис./г та відповідно підвищується функціональна активність мікробних угруповань ґрунту. Виділені ізоляти домінуючих мікроорганізмів родин *Streptomycetaceae* (St 5.2-3, St3), *Alcaligenaceae, Pseudomonadaceae, Clostridiaceae*, (Pr 1 3/3, Pr 1 1/3, Pr 1 2/2) мають високу антагоністичну активність (діаметр зони відсутності росту – 25 – 30 мм), що є важливим фактором при формуванні мікробного комплексу чорнозему типового. Ізоляти домінуючих мікроорганізмів родин *Bacillaceae, Streptomycetaceae* (Pr 3.5-1 та St 3) проявляли стимулюючий ефект на ріст рослин до (23 – 39)% та розвиток кореневої системи до (47 – 53)% пшениці озимої. Ізоляти домінуючих мікроорганізмів родин *Streptomycetaceae* (St 1.3-3) та *Hydrocreaceae* (Tr 5.3-2) проявляли фітотоксичну дію на схожість насіння та ріст проростків пшениці озимої. Тому виділені ізоляти домінуючих мікроорганізмів є перспективними в якості агрономічно цінних агентів мікробних препаратів для сільського господарства [Колодяжний, 2015].

Інтенсивна технологія вирощування цибулі суттєво не впливає на трофічну структуру агроценозу: видовий склад бур'янів, важливих фітофагів та грибний паразитичний комплекс вегетуючих рослин. Його склад на однорічній культурі цибулі виявився однаковим із традиційною для Приоб'я сірковою культурою. Постійними та домінантними видами патогенів були *Fusarium spp.* та *Peronospora destructor*. Вторинний

комплекс включав види *Stemphyllium spp.* і *Alternaria spp.* У патокомплексі готової продукції посівної культури виявлено гриби родів *Penicillium* та *Fusarium*. Інтенсивне вирощування ріпчастої цибулі у посівній культурі є важливим регуляторним екологічним фактором для ризосферної мікрофлори. Вона викликає екологічну перебудову у бактеріальному співтоваристві коло обігу азоту, знижуючи в 1,8 та більше разів чисельність автотрофних нітрифікаторів, денітрифікаторів та анаеробних азот фіксаторів і підвищуючи насиченість олігонітрофільними мікроорганізмами. У мікрофлорі, яка приймає участь у коло обігу вуглецю, відбуваються негативні зміни у чисельності актиноміцетів та формуються специфічні по видовому багатству мікоценози. Пестицидний стрес змінює домінуючу екологічну стратегію бактеріального співтовариства ризосфери. Серед амоніфікаторів більш численними стають К-стратегі із звуженими коливаннями популяційної щільності, тоді як при обмежених пестицидних навантаженнях у ризосфері переважають амоніфікатори – г-стратегі, із широкими межами мінливості великої кількості. Амілолітичним бактеріям властива зворотня залежність. Ці зсуви указують на зниження у ризосфері цибуль після застосування пестицидів вмісту органічного азоту [Ферапонтова, 2015].

Представлені результати дослідження впливу використання різних меліорантів (вапно, цеоліт природний та штучний, гіпс, мінеральні добрива) та способів їх внесення на рухомість важких металів у чорноземі звичайному з надмірно небезпечним рівнем забруднення, транслокацією їх у рослини та продуктивність культур агроценозу. Надано аналіз стану вивченості питання в Україні. Запропоновано у кризових зонах і зонах константної дії фактора забруднення важкими металами для збільшення ефективності мінеральних добрив та зниження токсичності важких металів внесення мінеральних добрив сумісно з меліорантами локальним способом. Підкреслюється необхідність проведення моніторингових досліджень у техногенних зонах [Самохвалова, 2004].

У складі мікробного ценозу бактерії займають домінуюче положення, їх чисельність складала 98% від загальної кількості мікроорганізмів, на долю актиноміцетів випадало 1,4%, а грибів – 0,6%. Найбільш сприятливі умови для розвитку бактерій та актиноміцетів були при застосуванні органічної системи удобрення. Для грибної мікрофлори кращі умови створювалися при сумісному внесенні гною та мінеральних добрив. Різні способи обробки ґрунту не виявляли суттєвого впливу на загальну чисельність мікроорганізмів та чисельність бактеріальної популяції. Відмічався позитивний вплив на ріст актиноміцетів мілкої та поверхневої обробок ґрунту, а на ріст мікроскопічних грибів – глибоке рихлення. Органічна система удобрення сприяла зростанню активності каталази та швидкості розкладання рослинних залишків. Целюлозо рушійна активність ґрунту

була вищою при застосуванні інтенсивної органо-мінеральної системи удобрення [Нечаева, 2003].

Установлено, що інтродуковані у ризосферу рослин вівсяниці різних видів, бактерії *Raoultellaplanticola*, штам ТСХА-91 Amp^R можуть виявляти ріст стимулюючу дію, компенсуючи негативний вплив забруднення ґрунту солями важких металів на рослини. При цьому максимальну стимулюючу дію інокуляція виявляє на кореневу систему, її маса на забрудненому ґрунті може зростати більше, ніж у 4 рази порівняно із не інокульованою. Проективне покриття рослин у результаті інтродукції бактерій також помітно зростає. Виявлено, що вирощування рослин, інокульованих *Raoultellaplanticola* на забрудненому важкими металами ґрунті, виявляє позитивний вплив на ґрунтову мікрофлору, збільшуючи інтенсивність дихання, а також нормалізуючи метаболічний коефіцієнт. Установлено, що основні ефекти бактеризації, такі як загальний стимулюючий вплив на рослини, культивовані на забрудненому ґрунті та значно більш сильний стимулюючий вплив на кореневу систему, зберігаються на різних типах ґрунтів, при дії різних типів забруднювачів, а також і на рослинах різних видів. Проведені дослідження дозволили встановити, що інокуляціями бактеріями *Raoultellaplanticola*, штам ТСХА-91 Amp^R може забезпечити зростання життєздатності газонних трав в умовах забруднення ґрунту важкими металами та органічними ксенобіотиками, характерного для сучасного міста. При цьому інокуляція методом поливу сходів більш ефективна, ніж інокуляція за допомогою замочування насіння. Варто однак врахувати, що інокуляція приводить до зростання концентрації важких металів у тканинах оброблених рослин. Це у деякій мірі обмежує застосування *Raoultellaplanticola* для захисту кормових та харчових рослин, однак робить цей метод захисту рослин досить перспективним для фіторе mediaції ґрунтів [Колесников, 2012].

Встановлено порушення мікробіоценозу ґрунту призалізничних екосистем околиць м. Ужгород. Показано, що ґрунт, який прилягає до залізничної колії (відстань – 0 м), характеризується зниженням амоніфікаторів, мікроміцетів, азотфіксаторів, міксобактерій, підвищеною кількістю актинобактерій, олігонітрофілів, спорової мікробіоти, пониженою целюлозолітичною активністю, що свідчить про несприятливий екологічний стан ґрунту. При віддаленні від залізничної колії відбувається стабілізація мікробіологічних показників, підвищення загальної біологічної активності ґрунту [Бобрик та ін., 2013].

Зростання чисельності ґрунтових мікроміцетів сприяє росту стомлюваності ґрунту, і у цьому випадку його фітотоксичність проявляється уже у період сходів. При цьому змінюється співвідношення між окремими групами та співтовариствами мікроорганізмів із домінуванням фітопатогенних видів [Гродзинский, 1990]. Разом із тим,

агротехнічні міроприємства сприяють посиленню біогенності ґрунту, знижуючи його фітотоксичність [Мишустин, 1972].

При здійсненні біологічного моніторингу доцільно використовувати колекційні культури *Azorobacter chroococcum*, *Pseudomonas fluorescens*, *Candida*, *Streptomyces* та *Fusarium*, а також ферментативну активність інвертаз, протеаз та нітрогеназ [Мынбаева, 2014].

Квантитативні показники епіфітної мікрофлори на екологічних нішах філосфери відображають динамічну модель життєдіяльності епіфітної мікрофлори у результаті якої установлений «філосферний ефект», який закладається у зміні чисельності мікроорганізмів у різні періоди вегетаційного стану рослин. Їхній вік відіграє суттєву роль у формуванні бактеріальних комплексів у кількісному відношенні та якісному складі. Абіотичні фактори оточуючого середовища виявляють суттєвий вплив на ріст епіфітної мікрофлори (рН середовища, сонячна радіація, вологість і т.д.). Кислотні дощі стимулюють зсув водневого показника в ацидофільну сторону, внаслідок чого зростає ріст мікроскопічних грибів, які сприяють виникненню фітопатогенних захворювань рослин. Епіфітна мікрофлора володіє антибактеріальними та фунгіцидними властивостями і є первинним бар'єром, що перешкоджає розвитку умовно-патогенних та патогенних мікроорганізмів. Епіфітна мікрофлора має високу екологічну валентність, пластичність та біотичний потенціал [Заикина, 2008].

Установлено, що на окультурених ґрунтах спостерігається скорочення чисельності або зникнення природних стабілізаторів екосистем, вищих базидіоміцетів та займання їх місця бактеріями та дейтероміцетами, які стають домінантами у цих екосистемах. Відбувається скорочення видового різноманіття міксоміцетів та зміна домінантів. Виявлено, що інтродукція високоактивних штамів антагоністів (*Trichoderma* spp.), поряд із позитивною фітотерапевтичною дією, виявляє інгібуючий вплив на широке коло організмів, які не є мішенню біометоду, скорочує їх чисельність та видове різноманіття, що необхідно враховувати при розробці біологічних методів захисту рослин та складанні екологічних прогнозів таких міроприємств. Показано, що одним із можливих шляхів часткового відновлення та стабілізації угруповань мікробіоти окультурених ґрунтів може стати створення комплексних препаратів грибів-інтродуцентів, які поєднують види із різними життєвими стратегіями. Ці препарати інтродуцентів стимулюють ріст рослин, захищають їх проти фітопатогенів та пом'якшують дію на екосистему моно видових препаратів антагоністів. Розроблено новий методичний підхід для вивчення розвитку біотичних зв'язків вищих базидіоміцетів, побудований на багаторічному картуванні цих грибів у поєднанні із мікологічним та мікробіологічними аналізами ґрунтів, взятих із місць колоній та поза ними, виконаних за допомогою прямих та побічних

методів, який дозволяє виконувати одночасний диференційований облік біомаси міцеліїв базидіоміцетів та інших груп грибів і клітин бактерій, виявляти видовий склад основних фізіологічних груп мікроміцетів та бактерій, що перебувають у колоніях базидіоміцетів, виявляти характер взаємодії названих організмів у сезонній та річній динаміці. Проведена оцінка ролі грибів у регуляції розвитку екологічних систем та пошук на цій основі шляхів та способів підвищення продуктивності і стабільності порушених екосистем та агроценозів із використанням грибів-інтродуцентів і механізмів регуляції екосистем, що складаються на рівні гетеротрофного блоку організмів [Великанов, 1997].

При внесенні різних видів органічних добрив відбувається зміна комплексів мікроартропод. Використання соломи у якості органічного добрива приводить до формування акаридієво-тромбідіформного комплексу, суріпиці – до орібатидно-колембольному, а при послідовному внесенні соломи та суріпиці – до акаридієво-тромбідіформного, але із більшим розмахом між комплексами (25%). Сапропель та торфогній виявляють стимулюючу дію на ґрунтові гриби та інші мікроорганізми, так як основна маса мікроартропод агроландшафту – мікрофаги. Зростання швидкості розкладання та інтенсивності розпаду органічних речовин відбувається за рахунок вагового навантаження мікроартропод на одиницю рослинного матеріалу, що розкладається. При утилізації субстанцій органічного походження можна використовувати дощових черв'яків місцевої популяції. Вони добре переробляють залишки трав'янистої рослинності, листопад, гній домашніх тварин, пташиний послід, домашні харчові відходи. Склад корму виявляє безпосередній вплив на активність роботи дощових черв'яків, їх розмноження та якість біогумусу. При внесенні у ґрунт вермікомпост відбувається оптимізація функціонування агробіоценозу. Спостерігається зростання видового різноманіття угруповань мікроартропод (із 12 до 18 видів у орібатид). Відбувається перебудова співвідношення угруповань мікроартропод на протязі сезону. Із зростання внесеної дози вермікомпосту спостерігаються більш тісні кореляційні зв'язки ($r = 0,7-0,9$). Внесення соломи, суріпиці на сидерат, торфогною, сапропелю дозволяє збільшити видове різноманіття орібатид, із 5-ти до 9-ти видів та їх чисельність; вміст водостійких агрегатів на 2,4-4,6% та вміст гумусу на 0,23-0,33%. Висока щільність чорнозему вилугуваного ($1,30 \text{ г/см}^3$) негативно впливає на загальну чисельність мікроартропод, де кореляція досить висока та негативна ($r = -0,99$), крім преімагінальних стадій орібатид ($r = 0,24$) та мезостигматичних кліщів ($r = 0,14$). При щільності ґрунту для зернових $0,98-1,14 \text{ г/см}^3$ чисельність мікрофауни на протязі сезону зростає, але суттєвої реакції мікроартропод на коливання щільності ґрунту не відмічалось [Лящев, 2004].

Вплив засобів біологізації на стабілізацію (зростання) родючості ґрунтів

Найважливішою властивістю ґрунту є його родючість, тобто здатність створювати урожай рослин. Ґрунт служить основним джерелом хімічних речовин, які поступають через рослини до організму тварин та людини, а тому без обліку кількості та доступності мікро- і мікроелементів, що містяться в ній, неможливо дати теоретичне обґрунтування рекомендацій по диференційованому застосуванню мікродобрив під культури. У зв'язку із цим дослідження вмісту та форм сполук хімічних елементів у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах, вивчення шляхів їхньої міграції у ландшафтах, кругообігу у системі «ґрунт – рослина» складає одну із найважливіших задач агрономічної хімії та ґрунтознавства [Баб'єва, Зенова, 1983, Дубовик, 2011].

Існуюча система землеробства не забезпечує збереження родючості ґрунту: у ґрунтах агроценозів мікробна біомаса нижче у 4 рази, дихання у 2 рази, вміст гумусу – у 2 рази порівняно із незадіяними у сільськогосподарське виробництво земельними угіддями. При вирощуванні багаторічних культур у агроценозі формуються бідні по видовому різноманіттю комплекси мікроорганізмів менш стійкі проти несприятливих факторів середовища [Defago, 2011].

Установлено, що антропогенні фактори суттєво впливають на родючість ґрунту, що віддзеркалюється на її властивостях, кінцевій продукції рослин та її якості [Рейнгард, Долженко, 2002]. Найбільш енергоємним та сильним фактором взаємодії є глибока відвальна оранка ґрунту, внаслідок якої у цілому зростає продуктивність ріллі, але відбувається значний винос із ґрунту поживних елементів, збільшуються втрати гумусу, зростає еродованість ріллі [Егорова, 2014]. Інтенсифікація землеробства зростає настільки, що потреба починає обганяти відтворення родючості ґрунту, приводячи із часом до погіршення водно-фізичних властивостей ґрунту, зниження її протиерозійної стійкості та продуктивності поля. І як наслідок цього, водна та вітрова ерозії захоплює все більші території ріллі, оголяючи поверхню ґрунту, та посилюючи втрату вологи, гумусу, дрібнозему, активізуючи мінералізацію органічної речовини [Буянкин, Слесарев, 2006].

Установлено, що за сукупністю мікробіологічних та фізико-хімічних властивостей складовими органічних сумішей визнано напіврідкий гній, сухий рлслід та низинний торф. З метою утилізації допускається використання інших видів відходів тваринництва. Застосування рослинних залишків визначається необхідністю регулювання вуглецево-азотного співвідношення та рівня вологості. Виявлено загальні закономірності у розвитку мікробіоценозів, що визначають інтенсивність процесу аеробної

твердо фазної ферментації та властивості кінцевих продуктів: мпівставленість вкладу мезофільних та термофільних груп мікроорганізмів у розкладання органічної сировини; тісний кореляційний зв'язок ($R \sim 0.89$) між чисельністю мезофільних домінантів процесу – мікроорганізмів, що використовують азот мінеральних та органічних джерел; переважний розвиток аеробів та пригнічення анаеробних груп мікроорганізмів під дією примусової аерації, слабкий розвиток денітрифікаторів, свідчать про незначні втрати азоту [Рабинович, 2000].

У незрошуваних умовах посушливого Заволжя на темно-каштанових солонцюватих ґрунтах із метою попередження втрати гумусу, покращення колоїдно-хімічних та агрофізичних властивостей ґрунту більш ефективним засобом, що діє на протязі 4 років, є внесення бактеріального препарату «Байкал ЕМ-1» у комплексі із гноєм (35 т/га) або соломною (4 т/га) [Дмитриев, 2007].

Різка скорочення застосування у сільськогосподарському виробництві органічних та мінеральних добрив ставить необхідність пошуку додаткових джерел живлення рослин. У зв'язку із цим вивчення взаємодії рослин із мікроорганізмами має у даний час особливу актуальність. Для досягнення збалансованості сільського господарства необхідно звернути увагу на такі процеси, як біологічна фіксація азоту та реутилізація елементів живлення, а також пам'ятати про те, як важливо підтримувати біорізноманіття у екосистемах. Поряд із фіксацією азоту ризосферні мікроорганізми продукують фізіологічно активні речовини (ауксини, цитокініни, гібереліни та ін.), які здатні стимулювати ріст та розвиток рослин. У останні роки виявлені також нові штами мікроорганізмів, які пригнічують розвиток патогенної мікрофлори, що сприяє у кінцевому підсумку зниженню захворюваності рослин, зростанню урожайності та якості сільськогосподарських культур [Никитин, 2014].

Біологічне землеробство базується на принципах забезпечення екологічно безпечної продукції, сприянню зниження техногенного навантаження та охороні ґрунтів. Біологічне землеробство є напрямком точного землеробства у основу якого покладено застосування органічних добрив (перегною, торфу, сапропелів, сидератів, вторинної продукції рослинництва та ін.). Воно повністю виключає застосування отрутохімікатів та неякісних мінеральних добрив, але потребує дотримання усіх строків, вимог до обробітку ґрунту та догляду за рослинами, застосування біологічного методу захисту рослин [Владимиров, 2009].

Несимбіотичні (вільноживучі) азот фіксуючі бактерії досить широко поширені у ґрунтах різних кліматичних зон. Їх значення особливо важливе, так як їх діяльність зв'язують із активною азотфіксацією у прикореневій зоні злакових рослин, які виявилися високо відзивними на

бактеризацію [Нестеренко и др., 1989; Садыков, Пропадушая, 1991; Мирюгина, 1997]. Позитивну дію на ріст та продуктивність рослин встановлено для багатьох штамів бактерій, що відносяться до різних систематичних груп, причому механізм цієї дії не завжди відомий [Van Veen et al., 1997; Bashan, Holguin, 1998].

Біопрепарати флавобактерин та арбускулярна мікориза позитивно впливають на схожість насіння, збереженість рослин до збирання та їх висоту. Інокуляція насіння гороху арбускулярною мікоризою сприяє зростанню на коренях загальної кількості бульбочок і їх активних форм, а також позитивно відображається на мікоризації кореневої системи [Безгородова, 2009].

Показано, що рівень активності азотфіксації в кореневій зоні рослин гречки в 2 і більше разів вище відповідного показника в ґрунті б рослин і не поступається показникам, відміченим у ризосфері ярове ячменю та озимої пшениці. З ризосфери гречки виділено понад 600 ізолятів бактеріальних культур, які мали високу азотфіксуючу активність. Вони представлені різними таксономічними підрозділами, домінуючими з яких є: *Arthrobacter*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Klebsiella*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*. Встановлено, що найбільш високі показники азотфіксації (до 10 мг азоту і більше на 1 мл середовища за добу в залежності від штамів) мають бактерії роду *Azospirillum* [Лохова, 1997].

Дякуючи результатам досліджень останніх десятиріч значно розширене коло рослин, що позитивно відкликаються на інокуляцію кореневими діазототрофами [Oron, 1985, Берестецкий, 1995, Иванова, 2002]. Мало дослідженими залишаються питання, зв'язані із вивченням рослинних та мікробних компонентів азот фіксуючих асоціацій та умов, що впливають на інтенсивність процесу. Відомо, що на поширення, чисельність та активність асоціативних азот фіксаторів значну дію виявляють генотип рослини, у ризосфері та на коренях якого розвиваються ці бактерії. Про вплив не тільки виду, але і сорту рослини на активність азот фіксуючих асоціацій вказується у численних роботах різних дослідників [Kuk-ki Lee, Yoshida, 1977; Beunard, Pichot, 1981; Hubbel, Gaskins, 1984; Lee et al, 1986]. Одночасно активність процесу асоціативної азотфіксації визначається цілим рядом факторів оточуючого середовища: вологістю та гранулометричним складом ґрунту, розподілом у ньому органічної речовини [Мишустин, 1972], температурою ґрунту та повітря, концентрацією вуглекислого газу у атмосфері і освітленістю рослин, наявністю у ґрунті сполук азоту, фосфору і калію, багатьох інших елементів, та чисельністю, складом і взаємодією мікробних популяцій у фітоплані [Звягинцев, 1985], які впливають не тільки на життєдіяльність мікроорганізмів та рослин, але і на ступінь керованості кореневого шару. Обробка ґрунту змінює водний та тепловий режими, його фізичний стан є

важливим фактором, який впливає на інтенсивність мікробіологічних процесів ґрунту [Куликова, 1997]. Установлено, що при інтенсивній та традиційних схемах землеробства спостерігається максимальна ферментативна активність, сама висока чисельність мікроорганізмів та мікробної біомаси у ґрунті [Благовещенская и др., 1990].

На основі аналізу багаторічних даних рекомендовано використовувати для оцінки впливу вапнування на вилугуваний чорнозем – облік чисельності міксоміцетів (у присутності *Trichoderma*), фосфат мобілізуючих та азот фіксуєчих мікроорганізмів (при наявності *Azotobacter*). При цьому можна стверджувати, що мікробіологічний моніторинг ґрунтів агроценозів інтенсивного землеробства є важливою та необхідною ланкою у системі управління та збереження родючості сільськогосподарських угідь, а біологічна активність є одним із самих чутливих індикаторів, які віддзеркалюють екологічний стан та рівень родючості ґрунтів [Дегтярева и др., 2010].

Однією із основних ознак, що характеризують ефективну родючість ґрунту, та умов для одержання високих урожаїв, є процес утворення та накопичення у ґрунті доступних для рослин форм поживних речовин [Максютов, 1996]. Запаси поживних речовин ґрунту під впливом мікробіологічної діяльності переходять у засвоювані рослинами форми. Тут мова іде про мікробіологічну трансформацію поживних речовин ґрунту добрив у доступний стан, про збалансованість процесів синтезу та мінералізації гумусових речовин. Механічний обробіток ґрунту, що проводиться у сівозміні на фоні системи добрив, виявляє суттєвий вплив на спрямованість біологічних процесів, режим органічної речовини, що у кінцевому підсумку характеризує рівень її родючості. А тому мікробіологічна діяльність є критерієм оцінки родючості ґрунту та визначає його біохімічний потенціал [Sauerbeck, 1985, Гельцер, 1986, Сидоров, 1995].

Установлено, що компоненти біогумусу стимулюють проростання насіння, підвищуючи їх схожість на 14-16%, порівняно із контролем. При вирощуванні сіянців огірка у ґрунтовій культурі із додаванням біогумусу спостерігалось прискорення росту, що виражалось у зростанні значень морфологічних показників у середньому на 12-23%, порівняно із контрольним варіантом. На фоні біогумусу у листках 45-денних рослин огірка відмічалось зростання вмісту вуглецю, органічних речовин та інтенсивності фотосинтезу у середньому на 23,7 та 28,8% відповідно, порівняно із контролем [Подоляк, Отурина, 2014].

У польовому досліді на темно-сірому лісовому важкосуглинистому ґрунті апробована сівозміна із насиченням зерновими культурами до 83%. Установлено, що систематичне щорічне поступання у ґрунт свіжої органічної речовини сприяє збереженню та підвищенню родючості ґрунту

та одержання високого урожаю пшениці із оптимальною якістю зерна [Гладышева, Пестряков, 2014].

Мінералізація рослинних залишків, що важко розкладаються у червні у фаху кушіння при напруженому азотному режимі у ґрунті здійснюється із використанням азоту аліфатичної частини гумінових кислот, та їх відновлення у кінці вегетаційного періоду здійснюється за рахунок азоту ароматичних груп. Подібні зміни у складі гумінових кислот зв'язані не тільки із діяльністю мікроорганізмів, що виділяються на нітритному агарі, але також і із зміною біогенності та відношенням трофічних груп мікроорганізмів, що приймають участь у мінералізації рослинних залишків. Особливості складу комплексу мікроорганізмів під агроценозами така, що активність фермента пероксидази, який приймає участь у розкладанні гумусу вища, ніж поліфенолоксидази. Висока потенційна нітрифікаційна здатність ґрунту та низький рівень автотрофної нітрифікації (зниження чисельності автотрофних нітрифікаторів у десятки разів) у чорноземах вилугуваних свідчить про те, що у агроценозах із низьким рівнем мобілізаційних процесів, нітрифікація здійснюється гетеротрофними мікроорганізмами. Дія сільськогосподарської культури агроценозу проявляється шляхом зміни: 1 – біогенності орного шару ґрунту, що цілком природно, оскільки склад кореневих виділень та потреби у елементах живлення к різних рослин та сортів неоднакова та відрізняється за фазами вегетації; 2 – співвідношення у ґрунті мікроорганізмів, що будують мікробну плазму із мінеральних форм азоту та споживаючих азот органічних сполук. Системи тривалого сільськогосподарського використання не дивлячись на збереження тонкостей перетворення елементів живлення та гумусу у агроценозах культур, є визначаючим фактором [Полонская, 2000].

Установлено прямий зв'язок накопичення гумусу із віком лісопосадок на сірих лісових ґрунтах та вилугуваних чорноземах. Із віком на полях відбувається не тільки зростання вмісту гумусу у ґрунті, але і покращення його якісного складу: зростає вміст воднорозчинного гумусу, підвищується вміст гумінових кислот, відбувається також посилення поглинання основ [Кретинин, 1996]. У лісостепу на 1 га ріллі, захищеної лісополосами, порівняно із відкритою ріллею, гумусу більше на 4-13 т, азоту – на 100-400 кг, фосфору – на 30-100 кг. На захищених полях чисельність корисних мікроорганізмів вище у 1,5-2 рази. Значно, на 15-45%, зростає і біокліматичний потенціал угідь – комплексний показник теплових та водних ресурсів, від якого залежить продуктивність угідь. Відповідно, на 2,5-19,3 бали зростає і бонітет ґрунту [Степанов 2001; Чеканьшкін, Ялманов, 2002].

Для формування високопродуктивних агрофітоценозів та удосконалення елементів біологізації системи землеробства у зоні центрального

Передкавказзя рекомендується у зернопропашних сівозмінах на чорноземі вилугуваному застосовувати систему диференційованої основної обробки ґрунту, у якій поверхневі та дрібні безвідвальні обробки на глибину не більше 12 см під однорічні трави та зернові культури чергувати із оранкою або глибоким безвідвальним рихленням на 22-25 см під пропашну культуру. У системі інтегрованого захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів при поверхневих та дрібних обробках застосовувати гербіцидні обробки, внаслідок зростання забур'яненості посівів. Вводити у сівозміну бобові та злаково-бобові фітоценози у якості попередників озимої пшениці, використання побічної продукції у якості органічних добрив [Власова, 2014].

Технологія вирощування ярої та озимої пшениці, що включає передпосівну обробку насіння гуматом натрію у якості індуктора мікоризо утворення, забезпечує зростання урожайності на 29% та 36% відповідно, при цьому прибавка урожаю склала 6,8 ц/га і 8,0 ц/га відповідно і при цьому якісні показники зерна агрокультури переважають контрольні результати, одержано екологічно чисту продукцію [Добронравова, 2000].

Запропоновано новий синтетичний регулятор росту гідроптерин, обробка яким стимулює насичення коренів арбускулярно-мікоризними грибами, як нативними так і інтродукованими штамми, а також підвищує продуктивність рослин. Розроблено метод активації росту та розвитку природних та інтродукованих ендомікоризних грибів арбускулярного типу у коренях рослин, що базується на обробці насіння гідроптерином [Нусинская, 2000]. Гідроптерин активує роботу ферментів, а це стимулює потік цукрів із рослини до гриба та мінеральних елементів і води від гриба до рослини [Ferguson, Woodhead, 1982].

Роль сучасних ресурсозберігаючих технологій на зростання родючості ґрунту та ефективність ведення сільськогосподарського виробництва

Із агроєкологічних позицій агроландшафт являє собою сукупність екосистем та агроєкосистем на геоморфологічні конструєції природного ландшафту. Поняття «агроєкосистема», стосовно до агроландшафтів, повинно бути конкретизоване та визначене, як «агробіоценоз». Основна стратегія по створенню високопродуктивного та стійкого агроландшафту повинна базуватися на екологічних законах та заключатися у збереженні та примноженні його різноманітності. Екологізація сільськогосподарського виробництва заключається у наближенні структури та функціонування агроландшафтів до природних умов, імітації на сільськогосподарських землях природних режимів та механізмів саморегуляції [Карчагина, 2007].

У виробничих умовах рекомендується частіше використовувати високо інтенсивні технології точного землеробства, що нівелюють фон ґрунтової неоднорідності та забезпечують зростання ефективності виробництва основної продукції [Лекомцев, 2015].

Поняття «технологія» у рослинництві означає сукупність засобів при вирощуванні сільськогосподарських культур, починаючи із підготовки ґрунту та посіву, до збирання та обробки одержаної продукції. По факту інтенсифікації розрізняють чотири категорії технологій: екстенсивна, нормальна, інтенсивна та високо інтенсивна (табл. 5).

5. Порівняльна оцінка агротехнологій різного рівня інтенсифікації

[Федоренко, Тихонравов, 2006]

Показник	Агротехнології			
	екстенсивні	нормальні	інтенсивні	високі
сорт	толерантні	пластичні	інтенсивні	із заданими параметрами
ґрунтово-ландшафтні умови	різної складності	помірно складні	КУ більше 0,6 плоскі ЕАА	КУ більше 0,8 плоскі ЕАА однорідні ПК
добриво	немає	підтримуюче	програмо-не	точне
захист рослин	епізодичний	обмежений, проти найбільш шкідливих видів	інтегрований	екологічно збалансований
обробка ґрунту	система обробки	ґрунтозахисна комбінована	диференційовано мінімізована	оптимізована
техніка	першого покоління	третього покоління	четвертого покоління	прецизійна
якість продукції	невизначена	нестійка задовільна	відповідаюча вимогам переробки та ринку	збалансована по усіх компонентах
земле оціночна	ґрунтові карти	ґрунтові карти	ґрунтово-ландшафт-	ГІС

основа	1:25000	1:10000	тні карти	
екологічний риск	активна деградація грунтів	деградація грунтів	риск за- бруднення	мінімальний риск

У даний час досить загострилася проблема збереження та підвищення родючості ґрунтів. Виходом із цієї ситуації є насамперед біологізація землеробства, тобто використання біологічних факторів у системі землеробства: чергування культур на принципах плодозміни, використання нетоварної частини урожаю на добриво, розміщення по найбільш ефективних попередниках та інше. Аналіз сучасного стану земельного фонду показав, що існуюча інтенсивна багато затратна система ведення господарства у даний час веде до подальшого погіршення екологічної обстановки, прискореному розвитку ерозійних та дефляційних процесів, зниженню родючості ґрунтів, а у цілому, до подальшої деградації сільськогосподарських угідь. Така форма господарювання, без урахування природних умов, негативно позначається і на економічних показниках господарства, стимулює зростання затрат, що не покриваються вартістю реалізованої продукції, що у кінцевому підсумку веде до неконкурентної здатності цієї продукції [Дорожко, Тивиков, 2013].

Родючість більшості ґрунтів залежить переважно від динаміки живої та мертвої органічної речовини, що відіграє вирішальну роль у процесах ґрунтоутворення, у створенні оптимальних фізико-хімічних особливостей ґрунту, постачання рослин елементами мінерального живлення та біологічно активними речовинами. Масштаби абіотичних процесів у ґрунті нерозмірно малі, порівняно із процесами, визначаючими життєдіяльністю вищих рослин, мікроорганізмів та тварин [Кононова, 1963; Тюрин, 1965, Witkamp, Ausmus, 1976, Dormaar, Pittman, 1980]. Проведені нами дослідження показали, що розвиток основних захворювань на овочевих культурах у сівоzmіні та при беззмінному їх вирощуванні суттєво відрізнявся (табл. 6).

6. Вплив сівоzmіни на зниження уражуваності овочевих культур основними хворобами

Хвороба рослин	Розвиток хвороби, %:		Ефективність сівозміни, %
	у сівозміні	у монокультурі	
Томат, сорт Київський 139			
фітофтороз	5,8	12,4	- 6,6
альтернاریоз	4,8	7,2	- 2,4
Огірок, сорт Ніжинський 12			
пероноспороз	8,4	14,8	- 6,4

бактеріоз	6,4	9,8	- 3,4
Капуста, сорт Амагер 611			
кила	6,3	56,9	- 50,6
Цибуля, сорт Стригунівська носівська			
пероноспороз	12,4	18,3	- 5,9

Система землеробства, як природно-виробнича категорія, орієнтована на одержання економічно та екологічно обумовленої кількості та якості рослинницької продукції із одночасним забезпеченням стійкості агроландшафту та відтворення родючості ґрунту потребує агроекологічної відповідності природних (рослина, земля) та техногенних засобів виробництва, що досягається у адаптивно-ландшафтних системах землеробства (АЛСЗ). Адаптація землеробства до природних умов у АЛСЗ здійснюється на основі ландшафтної організації землекористування через агроекологічну оцінку елементарних ареалів агроландшафту та групування їх у агроекологічні типи земель, які спільністю території поєднуються у агроекологічну групу земель, що трансформується у агроландшафт. Структура посівних площ та сівозміни у АЛСЗ формуються у відповідності із суспільною потребою у рослинницькій продукції, агробіологічним вимогам культур (сортів), агроекологічними особливостями типів земель та рівнем ресурсно-виробничого забезпечення (рівнем інтенсифікації). На техногенно забруднених землях, які включають декілька агроекологічних груп, для формування АЛСЗ із прийомами оздоровлення ґрунтів необхідне виділення підгруп земель, що відрізняються як за природними особливостями, так і за вмістом різних забруднюючих речовин, включаючи і радіонукліди. Ефективними прийомами оздоровлення земель цієї групи є двоярусна оранка, внесення вапна на кислих ґрунтах та посилення доз органічних та мінеральних добрив. Стійке рентабельне функціонування землеробської галузі потребує соціальної, екологічної та економічної оцінок при проектуванні та освоєнні АЛСЗ при любых формах власності та організації праці [Шипилин, 2002].

Відмінною рисою адаптивно-ландшафтної системи землеробства є принцип диференціації землеробства у структурно-функціональній ієрархії, а не на рівні зони або провінції, як це було прийнято раніше. При розробці адаптивно-ландшафтної системи землеробства у основу покладено пізнання системних зв'язків між елементами землеробства всередині системи та взаємодії їх із зовнішніми факторами. Поряд із оцінкою взаємозв'язку елементів землеробства між собою враховується характер та глибина їх системної взаємодії із природними факторами. Із виявленням цієї взаємодії зв'язана проблема адаптації землеробства до тієї або іншої екологічної обстановки із урахуванням екологічних вимог

сільськогосподарських рослин та їх вплив на утворення середовища. Принципова новизна розробки адаптивно-ландшафтної системи землеробства базується у визначенні конкретної агроекологічної адреси системи землеробства, якою є агроекологічна група земель. Механізм формування її полягає у тім, щоб виходячи із агробіологічних вимог рослин знайти їм агроекологічну обстановку або створити її шляхом послідовної оптимізації лімітуючи факторів із урахуванням обмежень техногенезу, тобто вихідним посилом є система агроекологічної оцінки сільськогосподарських культур, що користуються попитом на ринку або необхідних для внутрішньогосподарського використання [Кирюшин, 1996, 2000].

В умовах північної частини центрального району РФ, виключаючи екстремальні роки, можна одержувати урожай ярої пшениці на рівні 25-30 ц/га доброї якості при вирощуванні її по екологічно безпечній технології із застосуванням біологічних препаратів – планрізу для сорту Іволга, нарцису – для сорту Іргіна та хімічних засобів боротьби із шкідниками і бур'янами при перевищенні економічних порогів шкодочинності. Біологічні препарати – планріз, нарцис, екост 1/3 посилюють інтенсивність накопичення сухої фітомаси та підвищують її кінцевий урожай. Застосування біологічних препаратів та вінциту не виявило суттєвого впливу на загальну та продуктивну кустистість. Густота продуктивного стеблостою залежить, в основному, від числа рослин на одиниці площі. Із параметрів колосу біологічні препарати значний вплив виявили на масу 1000 насінин. Більш високих значень у сорту Іволга вона досягла у варіантах із нікфаном і планрізом, а у сорту Іргіна – нарцисом, планрізом та нікфаном + планрізом [Гущина, 2001].

Для Уральського регіону РФ визначено склад та структуру мікробно-рослинних асоціацій зернових культур, виділено домінуючі види. Показано, що агроценоз зернового поля являє собою біологічну систему, яка дискретна, структурована, та включає крім едификатора – ярої пшениці (ячменю) 10 видів найбільш поширених та шкодо чинних збудників захворювань (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler.; *Pyrenophora graminea* S. Ito & Kurib.; *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem.; *Fusarium culmorum* (W.G. Sm.) Sacc. та ін. види; *Stagonospora nodorum* (Berk.) Berk.; *Ustilago nuda* f. sp. *tritici* Schaffni; *Ustilago hordei* (Pers.) Lagerh.; *Blumeria graminis* (DC.) Speer; *Puccinia triticina* Eriks.; *Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* A.L. Guyot, Massenot & Saccas; та більше 40 видів сапрофітної конкурентної антагоністичної або індіферентної міко- та мікрофлори [Евсеев, 2011].

Установлено, що у відносно сухі роки вищі показники вмісту сиров'язковини у зерні ярої пшениці відмічено на фоні глибоких обробок ґрунту (відвальниць та глибокий плоско різний обробітки ґрунту), а у більш

зволожені роки – у варіантах із застосуванням поверхневого обробітку ґрунту. У сухі роки відмічено більша ефективність невисоких норм мінеральних добрив. Оптимізація мінерального живлення виявляла суттєвий вплив на зростання урожайності зерна ярої пшениці та його якості [Морковкин и др., 2014].

Біогумус забезпечує найвищий ефект у перший рік його дії. А у після дії його удобрювальна ефективність знижується, у той же час, як гній найвищий вплив на урожайність виявляє у післядії. Вплив сидеральних добрив на урожайність однакова, як у дії, так і у після дії, при цьому вища урожайність ярої пшениці одержана від сидератів люпину та рапсу [Гайнуллин, 2010].

Застосування доломітового борошна, вермікомпосту та мінеральних добрив для реабілітації техногенного забруднення є екологічно доцільним та ефективним засобом. Використання меліорантів та добрив підвищували мікробіологічну та ензиматичну здатність ґрунту, підсилюючи процеси трансформації органічних азотовмісних сполук, підвищуючи забезпеченість рослин поживними елементами, у першу чергу азотом. Ефективність хімічних та біологічних засобів на урожай та якість продукції була різною. Найвищі прибавки зерна було одержано при використанні гумусу при дозі 6 т/га, а дія доломітового борошна була менш вираженою. Суттєві прибавки урожаю одержано від мінеральних добрив на фоні вапнування [Шаркова, 2009].

У числі конкретних завдань екологізації землеробства на перший план виходять: збереження та відновлення біорізноманіття; розміщення культур к відповідності із агроекологічними умовами, оптимізація співвідношення природних та різних сільськогосподарських угідь, гармонізація тваринництва та землеробства; створення оптимальної інфраструктури агроландшафтів із врахуванням енерго масового переносу, підвищення екологічної стійкості агроценозів; оптимізація біологічного кругообігу речовин у агроландшафтах, а особливо у системі ферма – поле – луг; зростання ролі біологічного азоту за рахунок збільшення долі бобових культур та стимулювання процесів азотфіксації; регулювання поверхневого стоку, гідрогеологічного та гідрологічного режимів у межах стійкості агроландшафтів та суміжних природних ландшафтів; підтримання поверхні ґрунту під покривом рослин та рослинних залишків, мульчування; скорочення механічних дій на ґрунт, створення умов для біологічного само рихлення; оптимізація структури та функціонування агроценозів із врахуванням біоценотичних зв'язків; регулювання чисельності шкідливих організмів та корисних ентомофагів із використанням біологічних засобів та хімічних препаратів, близьких за своїми властивостями до природних сполук. Усі ці задачі вирішуються шляхом освоєння адаптивно-ландшафтних систем землеробства, які

реалізуються за допомогою пакетів агротехнологій, приурочених до різних агроекологічних типів земель та рівня інтенсифікації виробництва [Кирюшин, 2000]. У інтенсивних і особливо високих агротехнологіях ставиться завдання послідовної оптимізації усіх регульованих лімітуючих факторів, максимально можливого використання ФАР, тепла, вологи та генетичного потенціалу сортів рослин. У результаті чого зводяться до мінімуму екологічні ризики хімічного забруднення, порівняно із інтенсивними агротехнологіями та попереджається деградація ґрунтів та ландшафтів, порівняно із нормальними та більш екстенсивними агротехнологіями. Таким чином, адаптивно-ландшафтний підхід до розвитку землеробства та зростання наукоємкості агротехнологій дозволяє у значній мірі перебороти традиційні протиріччя між інтенсифікацією та екологізацією землеробства у сільському господарстві у цілому [Степанова и др., 2012].

Доказано можливість інтродукції сої в умовах лісостепу Поволжя. Дано рекомендації по підборі адаптивних сортів. Вперше для умов лісостепу на основі багаторічних польових та виробничих дослідів підібрано вірулентні, активні штами ризобій для сої. Обґрунтовано доцільність інокуляції гороху активним штамом ризобій. Відпрацьовано прийоми передпосівної обробки насіння гороху та сої, що забезпечують покращення посівних якостей насіння. Встановлено кореляційні зв'язки між деякими фізіологічними процесами та урожаєм гороху та сої. Вивчено вплив молібдену, марганцю та інокуляції насіння активним штамом ризобій на формування, величину і активність симбіотичного апарату, фотосинтетичну діяльність посівів, біохімічний склад, урожай та якість насіння гороху та сої. Обґрунтована енергетична ефективність засобів оптимізації продукційних процесів сої і гороху у лісостепу Поволжя. Визначено роль гороху і сої у біологізації землеробства, розраховано долю участі біологічного азоту у живленні рослин та у формуванні насіння [Дозоров, 2003].

Основним напрямком у розвитку систем землеробства Білорусії повинно бути інтегроване землекористування, що базується на поєднанні адаптивно економічно та екологічно обґрунтованої інтенсифікації із більш повним використанням природних факторів, біологічних законів землеробства, ґрунтово-екологічних умов та біологічних особливостей самих рослин. Для умов Білорусії у якості основних напрямків екологізації та біологізації землеробства є: розробка та впровадження адаптивних систем землеробства на базі ландшафтного землекористування із максимальним врахуванням ґрунтово-екологічних умов, розробка систем землекористування та технологій вирощування сільськогосподарських культур на основі ресурсоенергозбереження при економічно та екологічно обґрунтованому застосуванні хімічних засобів у землеробстві, розробка та впровадження ґрунтозахисних систем землеробства на еродованих та

ерозійно небезпечних землях, удосконалення систем використання меліорованих земель. У практичному землеробстві Білорусії основу біологізації та екологізації землеробства повинні складати: впровадження контурно-екологічних сівозмін, раціональної структури посівних площ із вирощуванням бобових культур у якості біологічних азотних фіксаторів, ресурсозберігаючих систем обробки ґрунту, науково обґрунтованих систем удобрення, включаючи і раціональне використання гноєвих стоків, широке застосування агротехнічних засобів боротьби із бур'янами поряд із регламентованими хімічними засобами [Никончик, 2008].

Диференційований та безвідвальний обробіток ґрунту у зерно-пропашній сівозміні на чорноземі вилугуваному забезпечує більш інтенсивне розмноження ґрунтових мікроартропод та створює після ячменю більш стабільні та стійкі комплекси, що безпосередньо посилюють інтенсифікацію ґрунтотворчого процесу. При різних способах обробки ґрунту формуються специфічні комплекси домінуючих мікроартропод; після відвального обробітку відбуваються коливальні процеси із 4-річним процесом у вигляді синусоїди. При диференційованій обробці комплекси після ячменю стабілізуються та постійно переважаючим стає орібатидно-колембольний, а максимальний розмах між комплексами знаходиться у межах 8-15%. При безвідвальному обробітку спочатку проходять синусоїдальні коливальні процеси впритул до пшениці (попередник кукурудза) і лише після неї здійснюється стабілізація рівня співвідношення комплексів із невеликим розмахом (0,7 – 2,6%) [Лящев, 2004].

Введення лісових полос до агроландшафту є одним із важливих факторів екологічно безпечного захисту рослин. Лісомеліоративне обладнання агроценозів культур сприяє зниженню чисельності шкідливого комплексу. Для лісо захищених полів характерна яскраво виражена агрегированість шкідливих комах у зонах, що прилягають до лісо полос, що свідчить про можливість обмеження хімічної боротьби із ними [Иванцова, 2009].

Одним із найбільш ефективних методів вирішення проблеми розвитку галузі рослинництва, її гармонізація із іншими сферами природокористувального комплексу є застосування прецизійних сільськогосподарських технологій, так званого точного землеробства, як комплексного засобу управління природно-техногенними системами [Якушев, Полуэктов, 2004]. Точне землеробство можна визначити як сукупність технологічних засобів, які забезпечують диференційовану обробку окремих ділянок поля з урахуванням його неоднорідності за показником родючості, поширення шкідників, хвороб та бур'янів при раціональному дозуванні дії із метою створення основи для економічно ефективного та екологічно обґрунтованого землекористування [Blackmore, Marsshal, 1996]. Розвиток точного землеробства став можливим дякуючи

появі програмно-апаратних засобів, глобальної системи визначення координат та геоінформаційних систем, а також сільськогосподарських машин, здатних проводити диференційовану обробку поля [Domsch, 2001]. Як показує світова практика, впровадження цієї технології обіцяє революційні перетворення у сільському господарстві, тому що значно підвищує ефективність виробництва, покращуючи продуктивність, рентабельність, якість продукції, охорону оточуючого середовища, що у кінцевому підсумку піднімає не тільки культуру виробництва, але і сприяє розвитку сільських районів у цілому. При впровадженні технології точного землеробства необхідно враховувати, що різні сорти одного виду сільськогосподарської культури мають різну відзивчивість на рівень інтенсифікації в умовах ґрунтових неоднорідностей та дають різний економічний ефект. Це необхідно враховувати при сортозаміні у процесі впровадження АЛСЗ. У виробничих умовах рекомендується використовувати високо інтенсивні технології точного землеробства, які нівелюють фон ґрунтової неоднорідності та забезпечують зростання ефективності виробництва основної продукції. При впровадженні у виробництво нових сортів необхідно підбирати сорти із найвищою стійкістю проти несприятливих погодно-кліматичних умов [Лекомцев, 2015].

Система землеробства у сучасній уяві складається із семи основних складових: організації території господарства, організації сівозмін, технологій вирощування сільськогосподарських культур, систем добрив та захисту рослин, системи обробки ґрунту та насінництва [Кадыров, 2004]. Кожна із цих ланок являє собою складну, із спеціальними знаннями у області сільськогосподарських наук систему, а для одержання гармонічної схеми, у кінцевому підсумку, ці ланки повинні бути у об'єднаному вигляді самим ретельним чином узгоджені. Необхідною умовою існування цих ланок є ґрунтово-кліматичні, матеріально-технічні, організаційно-економічні, фінансові та соціальні фактори, які визначають ефективність цього проекту. У кінцевому підсумку буде продукція, її якість, ступінь впливу на оточуюче середовище, у тому числі і на родючість ґрунту.

Вирощування соняшника без обробки ґрунту сприяє зростанню накопичення та кращому збереженню продуктивної вологи на протязі усього періоду вегетації, ґрунт не переущільнюється та знаходиться у оптимальних параметрах для чорноземних ґрунтів. Однак технології та добрива не показали суттєвого впливу на урожайність культури – вона була у межах помилки досліду та складала 25,1-26,7 ц/га [Паньков, 2014]. Установлено, що вирощування озимого ріпаку по нульовій технології сприяє зниженню польової схожості насіння, інгібування процесів росту рослин та достовірному зниженню урожайності, порівняно із традиційною технологією вирощування із застосуванням оранки, що обумовлено

алелопатичною дією рослинних залишків попередника озимої пшениці, що залишилися на поверхні ґрунту [Попова, Дридигер, 2014]. Вирощування озимої пшениці без обробки ґрунту сприяє більшому, на 20-25% накопиченню та збереженню продуктивної вологи у ґрунті на протязі усього періоду вегетації, ніж по традиційній технології вирощування. Ґрунт у орному шарі не переущільнюється та знаходиться у оптимальних межах для чорноземних ґрунтів. Урожайність при нульовій технології складала 5,02 т/га, що на 15,3% вище, ніж при традиційній – 4,25 т/га, але якість зерна озимої пшениці виявилася кращою при традиційній технології вирощування [Стукалов, 2014].

Показано, що формування продуктивних показників рослин пшениці озимої головним чином залежить від систем землеробства. Встановлено, що застосування екологічної системи землеробства дозволяє отримати очікувані адекватні біокліматичному потенціалу агроландшафту продуктивні показники пшениці озимої. Систематичне внесення органічної речовини в ґрунт та поєднання її з невисокими дозами мінеральних елементів живлення (екологічна система) дозволяє оптимізувати мікробні процеси та трофічний режим ґрунту, підвищує загальну біогенність чорнозему типового, що сприяє формуванню рослинно-мікробних взаємодій та забезпеченню рослин доступними елементами живлення [Колодязний та ін., 2015].

Численні спроби учених та практиків знизити енергозатрати на обробіток ґрунту у рамках традиційних способів, шляхом оптимізації параметрів та режимів роботи машино-тракторних агрегатів, удосконалення традиційних робочих органів та ґрунтообробних машин давали ефект у кращому випадку у межах 5-20% [Панов, 1993]. Проблему енергозбереження неможливо вирішити із позицій класичних підходів землеробської механіки, яка розглядає ґрунт як суцільне гомогенне середовище із ізотропними властивостями. Цю проблему необхідно вирішувати на основі статистичних теорій, що враховують неоднорідні властивості ґрунту, а також нетрадиційні способи взаємодії на ґрунт [Панов, Ветохин, 2008].

Горох та гречка у коротких ротаційних сівоzmінах із використанням їх післязбиральних залишків є добрими середовищем покращуючими попередниками зернових культур та при застосуванні менш інтенсивного обробітку ґрунту забезпечують підтримку родючості ґрунту [Новиков, 2012].

При вирощуванні багатокomпонентних кормових сумішей до їх складу необхідно вводити ентомофільні рослини. При вирощуванні суміші овес + горох + ячмінь + пшениця + віка на фураж бджолоопилення сприяло росту продуктивності, яка складала 0,6 ц/га. Поживність та хімічний склад рекомендованої суміші покращувався при внесенні торфо-гумінових добрив із нормою висіву віки ярої у суміші 15 кг/га. Площа листків та

чиста продуктивність фотосинтезу рослин у суміші була вищою, ніж у одно видових посівах, відповідно – по вівсу на 44 і 11%, по ячменю – на 50 і 10%, по пшениці – на 146 і 29%, по гороху – на 46 і 43%, по віці – на 13 і 5% [Панков, 2015].

На сучасному етапі землеробства оцінку сівозміни необхідно проводити із позицій біологізації по таких критеріях, як регулювання режиму органічної речовини ґрунту та елементів живлення, підтримання задовільного структурного стану ґрунту і водного балансу, запобігання ерозії та дефляції, регулювання фітосанітарного стану агрофітоценозів та ґрунту. Сівозміни, які не підвищують родючості ґрунту та урожайності культур, не організуючі кормову базу та не забезпечуючи ріст тваринництва, повинні бути переглянутими у сучасних системах землеробства [Зеленский, Луганцев, 2005]. При переході на біологізовані системи землеробства у основу сівозміни повинен бути покладений принцип введення різних у біологічному та агротехнічному відношенні польових культур. Це дозволить досить ефективно використовувати морфологічні та біологічні особливості рослин, родючість ґрунту, а також трудові та енергетичні ресурси регіонів [Наумкин и др., 2010].

За допомогою сівозмін, набору різновидових культур у сівозміні та способів обробки ґрунту, застосовуючи органічні та мінеральні добрива, можна регулювати та спрямовано діяти на вміст гумусу у орному шарі ґрунту. Різні сівозміни формують неоднаковий вміст гумусу у орному шарі. Більш різноманітний видовий склад культур у занотрав'яній сівозміні, порівняно із зернопаровою сівозміною та відсутність на протязі чверті століття землекористування чистого пару, що прискорював процеси мінералізації органічної речовини, забезпечили кращі умови для стабілізації та відтворення гумусу у орному шарі ґрунту, а тому вміст гумусу у зернотрав'яній сівозміні складав 7,34-7,72%, а у зерно паровому – 6,15-6,59%. Вміст гумусу у чотирипольній зернотрав'яній сівозміні за 25 років використання ріллі, порівняно із вихідним середнім вмістом 6,9%, не тільки не знизився, але навіть зріс на 0,6%, у той же час як у чотирьохпольній зерно паровій сівозміні, навпаки, знизився на 0,5%. Стерня та рослинні залишки на поверхні поля при безвідвальних способах обробки у зимовий період сприяють більшому накопиченню снігу, а весною служить надійним захистом від вітрової ерозії, у результаті чого зростає урожайність культур. Однак у лісостепу південного Уралу плоско різний обробіток ґрунту поступався відвальному та комбінованому. Проведені багаторічні дослідження дозволили виявити позитивні та негативні сторони плоскорізної обробки при використанні її у різних варіантах у зернопропашному, зерно паровій, зернотрав'яній та зернопаротрав'яній сівозмінах. Виявлено, що застосування плоско різної обробки на вилугуваному чорноземі більше трьох років приводить до

значного зниження родючості шару 20-30 см (зростає щільність, знижується шпаруватість аерації, біологічна активність), особливо при мілкому плоско різному обробітку, у результаті чого знижується проникаюча здатність коренів культурних рослин, зменшується об'єм ґрунту, із якого корені одержують поживні речовини, що у кінцевому підсумку впливає на урожайність культур [Манторова, 2002].

Встановлено, що застосування екологічної та біологічної систем землеробства сприяє збільшенню у фазу цвітіння пшениці озимої чисельності амоніфікувальних мікроорганізмів до 13,56, мікроорганізмів, що використовують мінеральний азот, до 20,40, олігонітрофільних до 17,57, спороутворюючих до 6,57 млн/г ґрунту та целюлозоруйнівних до 975,68 тис./г ґрунту. У фазу воскової стиглості відбувається зменшення чисельності мікроорганізмів, що використовують мінеральний азот, до 7,65, оліготрофних до 6,60 та педотрофних до 7,62 млн/г ґрунту. В цілому протягом онтогенезу культури відбувається збільшення біорізноманіття ґрунтових бактерій та більш рівномірна представленість морфотипів з кількістю домінуючих форм, що не перевищує 5,8% у фазу цвітіння та 2,5% у фазу стиглості пшениці озимої. Застосування екологічної системи землеробства сприяє оптимізації мікробних процесів у чорноземі типовому, що супроводжують ріст і розвиток пшениці озимої у фазу воскової стиглості, з переважанням амоніфікації азоту над його іммобілізацією, при цьому відбувається зниження педотрофності ґрунту до 50 % та оліготрофності до 36 % [Колодяжний, 2015].

Показано, що зниження гумусу, азотних та фосфорних добрив привело до зниження урожайності сільськогосподарських культур. При проектуванні та оцінці параметрів родючості ґрунту на систем агрономічної дії на нього рекомендується використовувати експертно-описувальну модель родючості ґрунту, корелятивні взаємозв'язки продуктивності із агрохімічними, фізико-хімічними та іншими властивостями ґрунтів, дозами добрив та погодними умовами. Показано, що входящі у модель показники сили ґрунтових горизонтів, гранулометричний склад, водно-фізичні властивості ґрунту мають стійкий характер. Установлено, що тривале застосування у сівозмінах різних варіантів безплужних диференційованих та мінеральних обробок ґрунту із використанням у якості органічних добрив соломи та зеленої маси сидератів позитивно впливає на вміст гумусу у порівнянні із контролем на 0,3-0,6%, дякуючи менш інтенсивному його розкладанню. Найбільш ефективне використання мінеральних добрив забезпечується у ресурсозберігаючих технологіях [Обущенко, Гнеденко, 2013].

Техногенний принцип розвитку сільського господарства не забезпечує безпеки виробництва. У зв'язку із цим, головним напрямком його розвитку стає освоєння екологічних методів господарювання. Стратегічними

напрямами екологізації сільськогосподарського виробництва необхідно вважати впровадження екологічно орієнтованого сільськогосподарського виробництва у великих сільськогосподарських підприємствах; організацію спеціалізованих підприємств або внутрішньогосподарських підрозділів по виробництву екологічної продукції у відповідності із стандартами екологічного агровиробництва, яке передбачає часткове або повне виключення засобів хімізації. Організаційно-технологічною основою переходу на екологічно орієнтоване виробництво у великих підприємствах є цілий комплекс міроприємств по організації раціональної системи ведення рослинництва на основі проектування ефективної системи посівних площ на базі адаптивно-ландшафтної системи землеробства [Никитина, 2010].

Багаторічні комплексні дослідження показують, що ресурсозберігаюча ярусна система у поєднанні із наступною дрібною обробкою стійко підвищує урожайність сільськогосподарських культур, дає значну прибавку, порівняно із традиційною щорічною відвальною оранкою. При цьому періодичне переміщення донизу верхньої частини орного шару, більш багатого мікрофлорою та доступними елементами живлення, сприяє кращому постачанню основної частини діяльних коренів, розташованих у нижній частині орного горизонту. Суттєвою перевагою ярусної обробки у системі є створення у нижній частині ріллі сприятливого прошарку. При цьому ґрунт не піддається періодичному пересиханню. Така будова зберігається на протязі усієї ротації сівозміни, при цьому обертання орного шару щорічно проводити не потрібно. Створюється також краща забезпеченість вологою, покращуються агрофізичні та біологічні властивості вилугуваного чорнозему, відмічається ріст урожайності сільськогосподарських культур та якості одержуваної продукції [Ильясов и др., 2010].

Установлено особливості дії деяких екологічних факторів на динаміку біологічної активності та складу гумусових речовин у чорноземі типовому, які можуть бути покладені в основу регулювання екологічного стану чорноземів та управління функціонуванням екосистем. Сумісне внесення органічних та мінеральних добрив приводить до суттєвого зростання біологічної активності ґрунту. Ступінь та специфічність впливу добрив на показники біологічної активності чорнозему типового визначається видом сівозміни та місцем розташування у рельєфі: у екосистемі зернотрав'яної сівозміни вони більше діють на вміст мікробної біомаси та інтенсивність розкладання целюлози, а у екосистемі зернопропашної – на емісію діоксину вуглецю [Велюханова, 2002].

Екологічно безпечна технологія виробництва продукції рослинництва виключає забруднення ґрунту, поверхневих та ґрунтових вод та повітря токсичними речовинами. Вона передбачає використання головним чином

біологічного азоту, але і не виключає можливості застосування невеликих доз дробних азотних підживлень, не забруднюючих оточуюче середовище та продукцію нітратами. Ця технологія не виключає також застосування швидко детоксикуючих пестицидів, що не накопичуються у ґрунті та у рослинах, хоча вона і базується на широкому використанні біологічних та механічних засобів захисту посівів. Екологічно безпечні технології виробництва біологічно чистої продукції повинні бути із елементами біологізації, енерго- та ресурсозбереження. Критерії атестації виробництва продукції рослинництва по екологічно безпечній технології наступні: 1) віддаленість полів не менше 25-30 км від великих промислових центрів та на 5-7 км – від автострад, забруднюючих атмосферу викидами; 2) відсутність застосування засобів хімічного захисту рослин та високих доз мінеральних добрив у останні 3 роки; 3) відсутність залишкових кількостей пестицидів та радіонуклідів у ґрунті; наявність спеціальної біологічної сівозміни для виробництва рослинницької продукції по екологічно безпечній технології; 4) наявність сертифіката, що підтверджує вирощування культур без застосування екологічно небезпечних доз пестицидів та мінеральних добрив. Основні міроприємства по забезпеченню екологічно безпечної технології виробництва продукції рослинництва наступні: 1) створення діагностичної комісії по обстеженню полів та проведенню екологічного, радіологічного та агрохімічного вивчення ґрунтів господарства; на поля необхідно одержати сертифікат відповідності, паспорт, або інший документ, підтверджуючий екологічний, агрохімічний та агрофізичний стан та придатність поля для виробництва біологічно чистої продукції; 2) вибір необхідних полів на основі проведення аналізів та їх сертифікація; 3) розробка та освоєння спеціалізованої сівозміни для виробництва біологічно чистої продукції; 4) розробка біологізованої системи удобрення; 5) розробка системи ресурсозберігаючої обробки ґрунту; 6) розробка екологічно безпечної системи засобів боротьби із бур'янами; 7) розробка екологічно безпечної системи машин, що забезпечує повну механізацію технологій вирощування культур; 8) розробка екологічно безпечних агротехнологій; 9) створення системи агроконтролю, яка забезпечить успішне впровадження агротехнологій одержання екологічно безпечної продукції [Федотов и др., 2011].

Підсумок

Десятиріччя інтенсифікації сільськогосподарського виробництва: багаторазовий обробіток ґрунту, застосування високих доз мінеральних добрив та пестицидів – привела до негативних наслідків: зниженню

родючості ґрунтів, урожайності та якості продукції. А тому останнім часом у розвинутих країнах все більш актуальною стає проблема біологізації (екологізації) землеробства, заміна його техногенної спрямованості на максимальне використання біологічних, природних шляхів зростання ефективності землеробства, які не виявляють негативного впливу на екологію та навіть сприяють її покращенню. Природноагрономічне обґрунтування відновлення родючості ґрунтів базується на експериментально встановлених та теоретично повністю пояснених положеннях первинності та незамінності родючості у створенні урожаю, його матеріальності, енергетичному та екологічному значенні.

Сучасний стан сільськогосподарського виробництва викликає необхідність удосконалення екотоксикологічного та санітарно-гігієнічного підходів до вивчення та вирішення назрілих агроекологічних проблем використання пестицидів при виробництві продуктів харчування. Заходи обмеження міграції токсичних речовин у об'єктах оточуючого середовища набули надзвичайно важливе та актуальне значення, та безсумнівно складають у наш час основи раціонально цілеспрямованої господарської діяльності і життєвого благополуччя людини та світового суспільства у цілому [Киян, 2004].

Процес удосконалення виробництва продукції рослинництва до змінних ґрунтово-кліматичних та екологічних умов багато у чому визначається успіхом переходу на нові ресурсозберігаючі та природоохоронні технології.

Для більш ефективного використання ґрунтів у аграрному виробництві досить широко застосовується система агротехнічних, фітолісотехнічних та меліоративних міроаприємств самостійно або у поєднанні із біологічними та хімічними методами. Важливе місце при цьому належить ресурсозберігаючим технологіям, при яких застосовується мінімальний обробіток ґрунту, а рослинні залишки зберігаються на поверхні ґрунту. При використанні зберігаючої нульової технології ґрунт залишається недоторканим від збирання урожаю до посіву, та від посіву до збирання урожаю. Така технологія не передбачає руйнування ґрунту, крім, як при посіві. У зв'язку із погіршенням якості сільськогосподарської продукції велике значення також надається органічному землеробству та іншим сучасним технологіям у аграрному виробництві. Застосування систем ресурсозберігаючого землеробства дозволяє раціонально використати та забезпечити прогресуючий ріст родючості ґрунту. Нові ресурсозберігаючі технології у аграрному виробництві дозволять знизити затрати праці та засобів у вологих зонах, підвищити урожайність сільськогосподарських культур та протидіяти ерозії ґрунтів, покращити оточуюче середовище. Як правило, загальним для усіх існуючих технологій залишається точне землеробство та раціональне природокористування, у основу якого

покладено принципи адаптивно-ландшафтного землекористування [Кирюшин, 1996, Горчаков, Дурманов, 2000. Шуравилин и др., 2010]. Відмінною рисою адаптивно-ландшафтної системи землеробства є принцип диференціації землеробства у структурно-функціональній ієрархії ландшафту, а не на рівні зони або провінції, як це було раніше. При розробці адаптивно-ландшафтної системи у її основу покладено пізнання системних зв'язків між елементами землеробства усередині системи та їх взаємодії із зовнішніми факторами. Поряд із оцінкою взаємозв'язку елементів землеробства між собою необхідно враховувати характер та глибину їх системної взаємодії із природними факторами. Із виявленням цієї взаємодії зв'язана проблема адаптації землеробства до тієї або іншої екологічної обстановки із урахуванням екологічних вимог сільськогосподарських рослин та їх впливу на середовище утворення. Принципова новизна розробки адаптивно-ландшафтних систем землеробства полягає у визначенні конкретної агроекологічної адреси системи землеробства, якою є агроекологічна група земель [Шумилин, 2002].

На сучасному етапі розвитку суспільства питання раціонального використання земель набувають все більшої ваги. У практичній площині раціональне використання сільськогосподарських земель можна визначити як процес, що охоплює комплекс правових, економічних, екологічних і інституціональних інструментів, методів, технологій і механізмів спрямованих на забезпечення економічно ефективного і еколого орієнтованого використання сільськогосподарських земель, збереження, відтворення і поліпшення їх екологічного стану на державному, регіональному і господарському рівнях. Для оптимізації агроландшафтів принципово важливим є пристосування систем землеробства до конкретних властивостей ґрунтів не тільки для підвищення продуктивності агроландшафтів, але і для запобігання деградації ґрунтів та сприяння відновленню та покращенню родючості [Бриндзя, 2014].

В основу концепції розвитку землеробства покладено активізацію природних ґрунтоутворюючих процесів, покращення біологічних властивостей ґрунтів, використання змішаних посівів сільськогосподарських культур, плодозмінних сівозмін та створення лісоагрозних ландшафтів. Ведення землеробства із врахуванням цих положень дозволить поступово знизити вплив аграрної сфери на оточуюче середовище та досягти високої продуктивності ниви без негативної дії на біосферу планети [Овсянников, 2000].

Отже, шляхи екологізації сільського господарства включають: бережне відношення, збереження та підвищення родючості ґрунтів, суттєве покращення екологічної ситуації на меліорованих землях, раціональне використання добрив та засобів захисту рослин, утилізація відходів

тваринництва, а також одержання чистої продукції рослинництва і тваринництва на забруднених радіонуклідами територіях.

Бібліографічний список

- Абизгильдина Р.Р., Максимов И.В., Пусенкова Л.И., Умаров И.А.* Влияние биопрепаратов на проантиоксидантный статус растений картофеля в период хранения // Научное обеспечение устойчивого ведения сельскохозяйственного производства в условиях глобального изменения климата. Казань. – 2010. – С. 8-11.
- Абрамов Н.В.* Совершенствование основных элементов систем земледелия в лесостепи Западной Сибири // Автореф. дис. . докт. с.-х. наук – Омск. – 1992. – 32с.
- Азаматова, А.Б., Габрилович И.М.* Деструкция гербицидов микроорганизмами в почве // Микробиологические методы защиты окружающей среды: тез. докл. – Пушино. – 1988. – С. 16.
- Акимова Е.Е.* Исследование влияния бактерий *Pseudomonas* sp. В-6798 на фитопатогенные грибы и высшие растения // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Томск. – 2007. – 23 с.
- Алексеев Ю.В.* Тяжелые металлы в почвах и растениях.- Л.: Агропромиздат. – 1987. – 142 с.
- Алексеев В.А. и др.* Цинк и кадмий в окружающей среде – М.: Наука, 1992. – 199 с.
- Амбулос, Н. (мл.), Арчибальд Р., Аткинсон Т. и др.* Бациллы. Генетика и биотехнология// Под ред. К. Харвуда; Перевод с англ. А.А. Прозорова и др.; Под ред. А.А. Прозорова. – М.: Мир. – 1992. – 530 с.
- Ананьева, Н.Д.* Микробиологическая оценка почв в связи с самоочищением от пестицидов и устойчивостью к антропогенным воздействиям // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – М. – 2001. – 45 с.
- Анохина Т.О.* Ризосферные плазмидосодержащие бактерии рода *Pseudomonas*, стимулирующие рост растений и деградирующие полициклические ароматические углеводороды // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Пушино. – 2011. – 26 с.
- Антонюк Л.П., Соболева Е.Ф.* Коммуникация в растительно-бактериальных симбиозах: современное состояние и перспективы // Стратегия взаимодействия микроорганизмов и растений с окружающей средой. Саратов. – 2010. – С. 6.
- Аристовская Т.В.* Микробиология процессов почвообразования. – М.: Наука – 1980. – 187 с.
- Артамонова В.С.* Особенности микробиологических свойств почв урбанизированных территорий // Сибирский экологический журнал – 2002. – № 3. – С. 349–354.
- Артохин К.С.* Экологические основы защиты люцерны от вредителей // Автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук. – п. Рассвет. – 2001. – 38 с.
- Астарханов И.Р.* Биоэкологические особенности фитофагов и фитопатогенов винограда (*Vitis vinifera* L.) и оптимизация их численности биологическими методами в условиях западного Прикаспия // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – Махачкала. – 2010. – 36 с.
- Астарханова Т.С.* Экотоксикологическое обоснование оптимизации применения химических средств защиты растений в системах защиты многолетних насаждений от вредителей и болезней в Северо-Кавказском регионе // Автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук. – Махачкала. – 2008. – 37 с.

Аужанова А.Д. Оценка действия абиотических факторов и биопрепарата ризоагрина на микробиологическую активность почвы, адаптивность и продуктивность яровой мягкой пшеницы // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Омск. – 2015. – 24 с.

Аусмес Н.Р., Кыйв В.М., Хейнару А.Л. Разные по происхождению штаммы бактерий имеют оди-наковые плазмиды биodeградации гербицида 2,4-Д // Микробиологические методы защиты окружающей среды: Тез. докл. – Пущино. – 1988. – С. 18.

Ачасов А.Б. Протиерозійне впорядкування агроландшафту на основі математичного моделювання ерозійних процесів // Охорона родючості ґрунтів. – 2012. – В. 8. – С. 3-9.

Бабушкин, В.М., Рычаловский Н.П. Подбор многолетних трав и их влияние на агрофизические свойства солонцов при коренном улучшении // Статьи Донского зонального НИИСХ. – 1978. – В. 10. – С. 50-52.

Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. М.: Изд-во МГУ. – 1983. – 226 с.

Байдина Н.Л. Загрязнение городских почв и огородных культур тяжелыми металлами // Агрохимия. – 1995. – №12. – С. 99-105.

Байрамбеков Ш.Б. Разработка и освоение системы защиты овощных и бахчевых культур от сорных растений в условиях орошения Волго-Ахтубинской долины и дельты Волги // Автореф. дис. . докт. с.-х. наук – М. – 1999. – 37с.

Бамбиндра Д.И., Шюссель М., Дмитренко В.Л. Экономическая оценка вариантов построения фермерского хозяйства // Экономика АПК. – 1999. – № 4. – С. 34-37.

Бараев А.И. Почвозащитное земледелие М.: Колос. – 1975. – 340с.

Безгородова И.Л. Влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на урожайность и качество ячменя и гороха в одновидовых и смешанных посевах на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве на северо-западе РФ // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. – СП(б)-Пушкин. – 2009. – 20 с.

Бездырев Г.И., Лошаков В.Г., Пупонин А.И. и др. Земледелие. М.: Колос. – 2004. – 552 с.

Безлер Н.В., Грошева Е.В., Сумская М.А. Роль бактерий в борьбе с корнеедом сахарной свеклы // Агрохимия. – 1995. – № 6. – С. 16-18.

Безлер Н.В., Колесникова М.В. Разложение соломы озимой пшеницы с помощью микромицетов-целлюлозолитиков // Биологические препараты. Сельское хозяйство. Экология. М.: ООО «Кооперация». – 2008. – С. 128-137.

Безуглова Е.В., Казыдуб Н.Г. Влияние биологических препаратов на элементы продуктивности бобов в условиях южной лесостепи западной Сибири // Вестник НГАУ. – 2014. – № 3 (32). – С. 7-12.

Безуглова О.С., Горбов С.Н., Морозов И.В., Невидомская Д.Г. Урбопочвоведение . – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ. – 2012. – 264 с.

Бекешев Н.Ш. Биологические особенности грибов рода *Trichoderma* и использование их в сельскохозяйственной практике // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Астана. – 2010. – 23 с.

Белебезьев А.С. Влияние длительного применения средств химизации на биологическую активность чернозема выщелоченного // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. – Саранск. – 2002. – 24 с.

Белимов А.А. Взаимодействие ассоциативных бактерий и растений в зависимости от биологических и абиотических факторов // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. СП(б). – 2008. – 46 с.

Беляев А.А. Защита малины от малинной побеговой галлицы и стеблевых микозов в западной Сибири // Автореф. дис. . докт. с.-х. наук – Новосибирск. – 2010. – 35с.

Берестецкий О.А. Биологические факторы повышения плодородия почв // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1986. – № 3. – С. 29-38.

- Биопрепараты в сельском хозяйстве (Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве).* М. – 2005. – 154 с.
- Благовещенская З.К., Могиндовид Л.С., Трошина Г.А.* Земледелие без химизации // Химизация сельского хозяйства. – 1990. – № 11. – С. 69-72.
- Блинов В.А., Буршина С.Н.* Особенности роста и развития семян столовой свеклы под влиянием биостимуляторов // Биологические препараты. Сельское хозяйство. Экология. М.: ООО «Кооперация». – 2008. – С. 119-122.
- Бобрик Н.Ю., Кривцова М.В., Ніколайчук В.І.* Мікробіологічна активність ґрунтів призалізничних екосистем за мікробіологічними показниками // Ґрунтознавство. – 2013. – Т. 14, № 1-2. – С. 40-48.
- Бокина И.Г.* Агроэкологическое обоснование использования энтомофагов в защите злаковых культур от тлей в лесостепи Западной Сибири // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Кинель. – 2009. – 44 с.
- Бородин С.Г., Пивень В.Т., Котлярова И.А., Шуляк И.И.* Грибные болезни подсолнечника // Защита и карантин растений. – 2006. – № 5. – С. 20-23.
- Браун, Э.Э., Мухамбеткалиев Э.Э.* Влияние приемов ухода за посадками картофеля на агрофизические свойства почвы и засоренность // Технология производства картофеля. – Уральск. – 2007. – С. 111-125.
- Бриндзя О.* Еколого-економічні засади раціонального використання сільськогосподарських земель на ландшафтній основі [Електронний ресурс] // Соціально-економічні проблеми і держава. — 2014. — Вип. 1 (10). — С. 233-241. — Режим доступу до журн.: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2014/14boznlo.pdf>.
- Булдаков С.А.* Влияние фиторегуляторов на продуктивность и качество картофеля в оригинальном семеноводстве в условиях Сахалина // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. – Благовещенск. – 2013. – 24 с.
- Бурова Ю.А.* Изучение свойств бактерии *Pseudomonas aureofaciens* и получение на ее основе биопрепарата для защиты растений // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – М.. – 2013. – 19 с.
- Бутузов А.С.* Урожай и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от обработки регуляторами роста и агрохимикатами в условиях лесостепи ЦЧР // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. – Воронеж. – 2014. – 24 с.
- Буянкин Н.И., Слесарев В.Н.* Деграция и экологизация сибирских черноземов. – Калининград: Янтарный сказ. – 2006. – 192 с.
- Вакуленко В.В.* Регуляторы роста // Защита растений. – 2004. – № 1. – С. 24-26.
- Вальков В.Ф.* Почвенная экология сельскохозяйственных растений. М.: Колос. – 1986. – 145 с.
- Великанов Л.Л.* Роль грибов в формировании мико- и микробиоты почв естественных и нарушенных биоценозов и агроэкосистем // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – М. – 1997. – 36 с.
- Велюханова О.В.* Влияние экологических факторов на биологическую активность и состав органического вещества чернозема типичного // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Курск. – 2002. – 23 с.
- Виноградова О.В.* Использование бактерий-антагонистов против болезней томата в защищенном грунте // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – М. – 2011. – 26 с.
- Виноградский С.Н.* Микробиология почвы. Проблемы и методы: 50 лет исследований. – М.: Наука. – 1952. – 890 с.
- Владимиров И.* Экозащита продовольственных культур : [о биологических средствах защиты продовольственных культур, которые безопасны для человека и окружающей среды] // Экология и жизнь. – 2009. – № 1. – С. 92-104.

- Власова О.И.* Научное обоснование приемов сохранения плодородия почв при возделывании пшеницы озимой в условиях центрального Предкавказья // Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. – Ставрополь. – 2014. – 46 с.
- Водяницкий Ю.Н.* Тяжелые и сверхтяжелые металлы и металлоиды в загрязненных почвах. М.: ГНУ ПИ. – 2009. – 95 с.
- Воин М.И.* Возможности снижения экологической опасности эко-токсикантов в сельском хозяйстве // Химия в сельском хозяйстве. – 1995. – № 5. – С.38-40.
- Вологдин А.Н.* Обоснование применения биологически активных веществ и биологических препаратов для защиты картофеля от вредных организмов // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. – М. – 2000. – 22 с.
- Воронина Л.П.* Эффективность действия циркона на рост и развитие кормовых и злаковых культур // Тез.докл. 6-й междунаро. конф. «Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях. М. – 2001. – С.222-223.
- Воронкова, Н.А.* Биологизация земледелия южной лесостепи Западной Сибири // Длительное применение удобрений. Агрохимические, агрономические и экологические аспекты: матер. междуна. научно-практ. конф. (Новосибирск, 12-16 июля 2010 г.) / Россельхозакадемия. Сиб. отд-ние. – Новосибирск. – 2011. – С. 236-244.
- Врочинский К.К., Маковский В.Н.* Применение пестицидов и охрана окружающей среды. Киев: Вища школа. – 1979. – 208 с.
- Вятчина О.Ф.* Экологические особенности энтомопатогенных бактерий вида *Bacillus thuringiensis*, циркулирующих в биоценозах Камчатки // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Иркутск. – 2003. – 23 с.
- Гайнуллин Р.М.* Оценка применения различных видов органических и сидеральных удобрений // Научное обеспечение устойчивого ведения сельскохозяйственного производства в условиях глобального изменения климата. Казань. – 2010. – С. 81-84.
- Галиуллин Р.В.* Методологические особенности оценки персистентности пестицидов в почве // Химизация сельского хозяйства. – 1992. – № 2. – С. 88-93.
- Галиуллин Р.В.* Эколого-геохимическая оценка поведения пестицидов в системе почва-вода-донные отложения // Автореф. дисс. ... докт. геогр. наук. Пушкино. – 2002. – 44 с.
- Гельцер Ю.Г.* Биологическая диагностика почв – М. : Изд-во МГУ. – 1986. – 275 с.
- Герасимов И.П.* Экологические проблемы в прошлой, настоящей и будущей географии мира. М.: Наука. – 1985. – 247 с.
- Гергокаев Д.А.* Приемы формирования высокопродуктивных и долголетних агрофитоценозов в условиях центральной части Северного Кавказа // Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. – Нальчик. – 2005. – 46 с.
- Гладышева О.В., Пестряков А.М.* Плодородие почвы в специализированном севообороте // Экологизация земледелия и оптимизация агроландшафтов. Курск. – 2014. – С. 63-69.
- Глазырина Г.В.* Влияние биологических средств защиты растений на фитосанитарное состояние озимой пшеницы // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Йошкар-Ола. – 2003. – 24 с.
- Голованова Т.И.* Свет и микроорганизмы антагонисты в регуляции ростовых процессов растений // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – Красноярск. – 2009. – 39 с.
- Головлева Л.А., Филькеништейн З.И.* Условия микробной деградации пестицидов // Агрохимия. – 1984. – № 3. – С. 105-119.
- Горбунов М.Ю.* Эффективность применения мелкокапельного опрыскивания ярового ячменя пестицидами и их баковыми смесями в условиях Зауралья // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. – Курган. – 1999. – 20 с.

Гордеева Т.Х., Масленникова С.Н., Гажеева Т.П. Формирование микробно-растительных сообществ ризосферы в онтогенезе зерновых культур // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 81 (07). – С. 1-10.

Горчаков В.В., Дурманов Д.Н. Органическое земледелие. М. – 2000. – 398 с.

Горянин О.И., Чичкин А.П. Формирование почвенного плодородия под влиянием систем удобрений и технологий возделывания нового поколения в севооборотах степного Заволжья // Известия Самарского НЦ РАН. – 2014. – Т. 16, № 5(3). – С. 1058-1064.

Гришечкина С.Д. Механизмы действия и эффективность микробиологического препарата бацикола // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – Т. 50, № 5. – С. 685-693.

Гроздинский А.М. Симбиоз с микроорганизмами – основа жизни растений. – Минск: МСХА. – 1990. – 134 с.

Груздев В.А. Химическая защита растений. – М.: Агропромиздат. – 1987. – 415 с.

Груздева Л.П. Применение биоиндикации для выявления техногенного загрязнения агроландшафтов // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2010. – №3. – С.13-16.

Гусарова И.С. Приемы интегрированной борьбы с хлебными жуками при возделывании яровой пшеницы в степном Саратовском Заволжье // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. – Саратов. – 2009. – 21 с.

Гущина Н.Г. Экологически безопасные технологии возделывания яровой пшеницы // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Тверь. – 2001. – 24 с.

Дабахов М.В., Дабахова Е.В., Титова В.И. Тяжелые металлы: экотоксикология и проблемы нормирования. Нижний Новгород: Изд-во ВВАГС. – 2005. – 165 с.

Данилова Т.Н. Эффективность взаимодействия гороха (*Pisum sativum* L.) с комплексом полезной почвенной микрофлоры. Новый признак селекции зернобобовых культур // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. СПб(б). – 2011. – 23 с.

Дараселия Н.А. Микрофлора ризосферы чайного куста // Бюллетень ВНИИЧисК. – 1950. – № 3. – С. 42-57.

Дворецкий С.А. Влияние регуляторов роста на снижение воздействия ксенобиотиков в посевах озимой пшеницы в условиях республики Мордовия // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. – Саранск. – 2012. – 21 с.

Девяткин А.М. Экологизированная система защиты люцерны от вредителей в западном Предкавказье // Автореф. дис. ... док.с.-х. наук. – Краснодар. – 2004. – 36 с.

Дегтярева И.А., Хидиятуллина А.Я., Дмитричева Д.С. Комплексное применение средств химизации и биологическая активность выщелоченного чернозема при возделывании озимой пшеницы // Научное обеспечение устойчивого ведения сельскохозяйственного производства в условиях глобального изменения климата. Казань. – 2010. – С. 88-92.

Демарчук, Г.А. Многолетние травы в Сибири: Справ.информ. // Сиб. отд-ние. ГНУ СибНИИ кормов. – Новосибирск. – 2002. – 44 с.

Демчишин А.М., Віщак В.М., Світа Д.Я. Проблеми відтворення і підвищення родючості ґрунтів орних земель Львівської області та шляхи її вирішення // Агроекологічний журнал. – 2011. – № 2. – С. 58-63.

Диденко А.О. Биологические основы развития и контроля возбудителя фомопсиса подсолнечника в условиях Краснодарского края // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М. – 2015. – 24 с.

- Дмитриев А.А.* Биологические приемы улучшения плодородия темно-каштановых солонцеватых почв сухостепной зоны Заволжья // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Саратов. – 2007. – 22 с.
- Дмитриев В.И.* Формирование высокопродуктивных агрофитоценозов многолетних и однолетних кормовых культур в условиях Западной Сибири // Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. – Омск. – 2006. – 32 с.
- Дмитрієв О.П., Ковбасенко Р.В., Авдєєва Л.В., Лапа С.В., Ковбасенко В.М.* Сигнальні системи рослин та формування стійкості проти біотичного стресу. К.: Фенікс. – 2015. – 192 с.
- Добровольский Г.В., Гришина Л.А.* Охрана почв. – М.: МГУ. – 1985. – 224 с.
- Добровольский Г.В., Никитин Е.Д.* Функции почв в биосфере и экосистемах. М.: Наука. – 1990. – 258 с.
- Добронравова М.В.* Исследование биологических особенностей микоризы арбускулярно-везикулярного типа в фитоценозах Ставропольского края и подбор эффективных индукторов микоризообразования зерновых культур // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Ставрополь. – 2000. – 24 с.
- Доброхотов С.А., Анисимов А.И., Гришечкина С.Д., Данилов Л.Г., Леднёв Р.Г., Фурсов К.Н.* Эффективность микробиологических препаратов против основных вредителей овощных, ягодных культур и картофеля в Ленинградской области // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – Т. 50, № 5. – С. 694-704.
- Дозоров А.В.* Оптимизация продукционного процесса гороха и сои в лесостепи Поволжья // Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. – Ульяновск. – 2003. – 44 с.
- Дончева А.В., Казаков Л.К., Калуцков В.Н.* Ландшафтная индикация загрязнения природной среды. М.: Экология. – 1992. – 256 с.
- Дорожко Г.Р., Тивиков А.И.* Продуктивность звеньев зернопропашного севооборота на выщелоченном черноземе в зависимости от способов основной обработки почвы // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1. – С. 426–436.
- Дрыганов, В.Н.* Кормопроизводство в Приморском крае – Владивосток.; Дальневосточное книжное издательство. – 1972. – 280 с.
- Дубенок Н.Н., Дедова Э.Б., Адьяев С.Б.* Фитомелиоративная роль культур – освоителей засоленных земель Калмыкии // Вестник РАСХН. – 2009. – № 6. – С. 22-25.
- Дубовик В.А.* Загрязнение почв тяжелыми металлами и радионуклидами: мониторинг и приемы снижения экотоксичности // Сельскохозяйственная биология. – 2011. – № 6. – С. 27-36.
- Дурынина Е.П., Великанов Л.Л.* Почвенные фитопатогенные грибы. – М.: МГУ. – 1984. – 107 с.
- Дурынина Е.П., Чичева Т.Б.* Влияние доз минеральных удобрений на выживание *Viciasativum* L. в почве // Доклады ВАСХНИЛ. – 1078. – № 12. – С. 11-13.
- Дурынина Е.П., Чичева Т.Б.* Роль почвы в сохранении и распространении фитопатогенных грибов // Итоги науки и техники. Защита растений. ВИНТИ. – 1980. – Т. 2. – С. 73-115.
- Евсеев В.В.* Биологическое обоснование экологически безопасной защиты зерновых культур от болезней в Уральском регионе // Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. – СП(б). – 2011. – 42 с.
- Егорова Н.И.* Экологические особенности состояния агрофитоценоза пивоваренного ячменя в южной лесостепи Западной Сибири // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Омск. – 2014. – 23 с.

Емельянов, А.Н. Расширение видового разнообразия культур – основа эффективного кормопроизводства Приморья // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Дальнего Востока : сб. науч. тр. / РАСХН, ДВ НМЦ, Примор. НИИСХ. - Владивосток : Дальнаука. – 2005. – С. 284-286.

Еременко Р.С. Совершенствование системы управления энтомоценозом хлопчатника в восточном Предкавказье // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Ставрополь. – 2006. – 23 с.

Жемчужин С.Г. Биodeградация пестицидов и родственных контаминантов в окружающей среде // Агрохимия. – 2002. – № 9. – С. 76-91.

Жукова М.И., Середа Г.М., Волчкевич И.Г., Конопацкая М.В. О системе управления фитосанитарной ситуацией в агробиоценозах семенного картофеля // Защита растений. Минск. – 2015. – С. 278-290.

Заикина И.А. Экологическая роль бактериального сообщества эпифитов филлосферы в жизнедеятельности растений // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Ставрополь. – 2008. – 22 с.

Закиров Б.Ф. Биологический потенциал кормовых культур в севообороте для воспроизводства плодородия чернозема, выщелоченного в лесостепи Предуралья // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. – Уфа. – 2009. – 23 с.

Заринова Л.Х. Биология и экология почвенной цианобактерии *Cylindrospermum mikhailovskoënsе* (Cyanoprokaryota) // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Уфа. – 2009. – 17 с.

Засорина Э.В., Пигорев И.Я. Регуляторы роста на картофеле в Центральном Черноземье // Аграрная наука. – 2005. – № 7. – С. 20-22.

Захаренко В.А. Экотоксикология в фитосанитарном управлении агроэкосистемами // Вестник защиты растений. – 2009. – № 4. – С. 9-21.

Звягинцев Д.Г. Биология почв и их диагностика // Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв. – М. : Наука. – 1976. – С. 175-189.

Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы. – М.: Изд-во МГУ. – 1987. – 256 с.

Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв – Изд. 3-е, испр. и доп. – М.: Изд-во МГУ. – 2005. – 448 с.

Зеленский Н.А., Луганцев Е.П. Эколого-адаптивные системы земледелия на ландшафтной основе – залог сохранения плодородия почвы // Проблемы борьбы с засухой: Сб. науч. тр. – Т.2. – Ставрополь: АГРУС. – 2005. – С. 101–106.

Зинченко М.К. Биологические особенности серой лесной почвы Владимирского ополья при различных агротехнических приемах // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М. – 2011. – 22 с.

Злотников А.К., Умаров М.М. Влияние инокуляции ризосферной бактериальной ассоциации *Bacillus firmus* и *Klebsiella terrigena* на пораженность ярового ячменя фитопатогенными грибами // Тез. Международн. конф. "Современные проблемы микологии, альгологии и фитопатологии". М. – 1998. – С. 302.

Злотников А.К., Багирова С.Ф., Ганс В.К. и др. Биопрепарат альбит для стимулирования роста и защиты растений // Идеи В.В. Докучаева и современные проблемы сельской местности. Москва-Смоленск. – 2001. – С. 147-161.

Зозуля А.Л. Химические и биологические методы становятся ближе // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Ентомологія та фітопатологія». – 2009. – № 8. – С. 150-155.

Ибатуллина Р.П. Экологические аспекты применения биопрепаратов в республике Татарстан // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Казань. – 2011. – 22 с.

Иванов А.И., Чурзин В.И., Филлин В.И. Кормопроизводство. М.: Колос. – 1996. – 400 с.

Иванов В.М., Утеева Д.К. Формирование урожая и качества зерна сортов озимой пшеницы при применении агрохимикатов // Изв. Нижневолжского АУК. – 2012. – № 3. – С. 18-22.

Иванова Н.В. Оптимизация использования биологического азота для повышения продуктивности луговых сенокосов // Бюл. ВИУА. – 2002. – № 116. – С. 431-433.

Иванова Т.И. Структура и динамика активности микробных сообществ мерзлотных почв центральной и южной Якутии // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Якутск. – 2006. – 21 с.

Иванова Т.Н., Павловская А.А., Кузьмин В.М. Содержание токсичных элементов в некоторых видах растительного сырья // Гигиена и санитария. – 1997. – №1. – С. 21-23.

Иванцова Е.А. Влияние пестицидов на микрофлору почвы и полезную биоту // Вестн. Волгогр. гос. ун-та. Сер. 11, Естеств. науки. – 2013. – № 1 (5). – С. 35-40.

Иванцова Е.А. Влияние флавобактерина и пестицидов на продуктивность и качество горчицы сарептской на светло-каштановых почвах Волгоградской области // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Волгоград. – 2003. – 22 с.

Иванцова Е.А. Оптимизация фитосанитарного состояния агробиоценозов Нижнего Поволжья // Автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук. – Волгоград. – 2009. – 44 с.

Ивишина И.Б., Костина Л.В., Каменских Т.Н., Жуйкова В.А., Жуйкова Т.В., Безель В.С. Почвенный микробиоценоз как показатель стабильности луговых сообществ при химическом загрязнении среды тяжелыми металлами // Экология. – 2014. – № 2. – С. 83-90.

Ильина Л.П. Влияние фитомелиорации на качественный состав гумуса черноземно-луговых мочаристых почв Нижнего Дона // Материалы VIII Международного симпозиума "Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования" / ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур. – М. – 2009. – Т. 3. – С. 89-91.

Ильясов М.М., Яппаров А.Х., Дегтярева И.А. Влияние приемов энергосберегающей технологии обработки на свойства выщелоченного чернозема в севообороте // Научное обеспечение устойчивого ведения сельскохозяйственного производства в условиях глобального изменения климата. Казань. – 2010. – С. 110-116.

Иниакова С.Н. Эффективность использования фитомелиоративного потенциала сельскохозяйственных культур в условиях Приморского края // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Уссурийск. – 2014. – 22 с.

Иутинская Г.А., Пономаренко С.П., Андреюк Е.И. Биорегуляция микробно-растительных систем: Монография // Под ред. Г.А. Иутинской, С. П. Пономаренко. – К.: "НІЧЛАВА". – 2010. – 472 с.

Кадыров М.А. Стратегия экономически целесообразной адаптивной интенсификации систем земледелия Беларуси. Минск: В.И.З.А. групп. – 2004. – 135 с.

Казаков Г.И., Милюткин В.А. Экологизация и энергосбережение в земледелии среднего Поволжья. Саратов.: РИЦ СГСХА. – 2010. – 245 с.

Казнина Н.М., Титов А.Ф., Батова Ю.В., Лайдинен Г.Ф. Содержание непротеиновых тиолов в растениях *Setaria viridis* L. (Beauv.) при действии кадмия // Известия КГТУ. – 2014. – № 34. – С. 188-194.

Карпенко В.П., Притуляк Р.Н., Полторецкий С.П., Мостовяк И.И., Фоменко А.А. Влияние гербицида и регуляторов роста растений на развитие бактерий в ризосфере ярового ячменя // Тенденции развития биологии, химии, физики. Новосибирск. – 2012. – С. 65-70.

Карчагина Л.П. Формирование высокопродуктивных и экологически устойчивых агроландшафтов в условиях интенсивного сельскохозяйственного производства (на

примере Республики Адыгея) // Автореф. дис. ...канд. геогр. наук. – Ростов-на-Дону. – 2007. – 25 с.

Каширская Н.Я. Повышение продуктивности яблоневых садов на основе совершенствования системы защиты от вредных организмов в условиях экологических стрессов // Автореф. дис. ... док.с.-х. наук. – Мичуринск. – 2004. – 43 с.

Каштанов А.Н. Земледелие: избранные труды. – М., 2008. – 685 с.

Каштанов А.Н., Лисецкий Ф.Н., Швец Г.Н. Основы ландшафтно-экологического земледелия. М. – 1994. – 125 с.

Керни П., Кауфман Д. Разложение гербицидов. М.: Мир. – 1971. – 358 с.

Кирюшин В.И. Проблемы экологизации земледелия в России (Белгородская модель) // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 12. – С. 17-32.

Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика – М.: МСХА. – 2000. – 473 с.

Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия. – М.: Колос. – 1996. – 367 с.

Киян А.Т. Система экологизированного производства винограда на основе новых агротехнологических ресурсосберегающих приемов // Автореф. дис. ... док.с.-х. наук. – Краснодар. – 2004. – 42 с.

Коваленко Л. В. Экологическая оценка применения химических средств защиты растений при возделывании культур в севообороте на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве // Автореф. дис. ...канд. с.-х. наук. – М. – 1993. – 22 с.

Ковбасенко В.М. Застосування арахідонової кислоти на томаті. // Вісник аграрної науки. – 1995. – № 4. – С. 14-15.

Ковбасенко В.М., Ковбасенко К.П. Меншою кількістю розчину. – Захист рослин. – 2000. – № 9. – с. 10.

Ковбасенко В.М., Скорик В.Н., Кравченко В.А, Петрова Л.Н., Фокта М.Г., Масло А.В. Влияние густоты стояния растений на снижение потерь урожая при комбайновой уборке урожая томата. Совершенствование зональных систем машин и пути повышения производительности в сельском хозяйстве, Киев. – 1984. – С. 53-54.

Ковда В.А. Почвоведение. Часть 1 Почва и почвообразование: под ред. Б.Г. Розанова // М.: Высш. школа. – 1988. – 400 с.

Кожемяков А.П., Тихонович И.А. Использование инокулянтов бобовых и биопрепаратов комплексного действия в сельском хозяйстве // Докл. РАСХН. – 1998. – № 6. – С. 7-10.

Козлова И.К. Исследование влияния тяжёлых металлов на рост растений и микрофлору почвы // Молодежный научно-технический вестник. – 2015. – № 11. <http://sntbul.bmstu.ru/doc/819620.html>.

Кокоулина Е.М. Оптимизация системы защиты огурца от комплекса грибных болезней в теплицах Предуралья // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Санкт-Петербург-Пушкин. – 2009. – 23 с.

Колесников О.В. Влияние ксенобиотиков и тяжелых металлов на систему микроорганизм-растение // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М. – 2012. – 23 с.

Колмукиди С.В. Экологические аспекты регулирования патологического состояния агроценозов лесоаграрного ландшафта // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Волгоград. – 2007. – 23 с.

Колодяжний О.Ю. Формування мікробного комплексу чорнозему типового в агроценозі пшениці озимої за різних систем землеробства // Автореф. дис. ... канд. біол. наук. Чернігів. – 2015. – 25 с.

- Колодяжний О.Ю., Патица М.В., Танчик С.П. Формування біологічного потенціалу пшениці озимої за різних систем землеробства // Збірник наукових праць ННЦ "Інститут землеробства НААН". – 2015. – В. 1. – С. 24-33.
- Коломбет Л.В. Научное обоснование и практическая реализация технологии создания грибных препаратов для защиты растений от болезней // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – М. – 2006. – 40 с.
- Колунтаев Д.А. Оценка экологической безопасности продукции растениеводства методом группового анализа остаточных количеств пестицидов // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М. – 2012. – 23 с.
- Кондратьева Т.Д. Эколого-биогеохимическая оценка влияния микробиологических препаратов, содержащих *Bacillus subtilis*, на систему почва – растение // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М. – 2014. – 22 с.
- Конин С.С., Алтунин Д.А., Титов И.Н. Производство экологически чистых овощей, картофеля и кормов на базе интенсивных безотходных технологий // Картофель и овощи. – 2003. – № 5. – С. 28-29.
- Кононов, В.М. Диканев Г.П., Рассадников В.Н. Эффективность многолетних трав как предшественников // Кормопроизводство. – 2005. – №4. – С. 18-19.
- Кононова М.М. Органическое вещество почвы, его природа, свойства и методы изучения. М.: АН СССР. – 1963. – 314 с.
- Кононова О.М. Экологическая оптимизация фитоценозов томата в условиях защищенного грунта с использованием хитозансодержащих веществ // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Курск. – 2004. – 24 с.
- Константинов, М.Д., Ломова Т.Г., Кухарь М.А. Фитомелиоративные луговые севообороты на солонцовых почвах Западной Сибири. – Новосибирск. – 2001. – 104 с.
- Коньшева Е.Н., Коротченко И.С. Влияние тяжелых металлов и их детоксикантов на ферментативную активность почв // Вестник Красноярского ГАУ. – 2011. – № 1. – С. 114-117.
- Корж Д.А. Применение гаупсина против грушевой листоблошки (*Psyllapyri* L.) // Проблемы и перспективы исследований растительного мира. Ялта. – 2014. – С. 20.
- Коржов С.И. Микробиологическая активность чернозема выщелоченного при антропогенном воздействии. – Воронеж. – 2005. – 152 с.
- Коробов В.А. Защита мягкой яровой пшеницы от комплекса специализированных вредителей в западной Сибири и северном Казахстане // Автореф. дис. ... докт.с.-х. наук. – Новосибирск. – 2006. – 43 с.
- Королев В.А. Закономерности влияния пестицидов на показатели метаболизма агрокультур и формирование патологий раннего онтогенеза человека // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – Воронеж. – 2008. – 39 с.
- Король И.Т. Микробиологическая защита растений. – М.: Колос. – 1993. – 79 с.
- Коришнова Т.Ю., Силищев Н.Н., Бойко Т.Ф., Галимзянова Н.Ф., Логинов О.Н. Биологическая эффективность применения фунгицида микробного происхождения Елена на озимой и яровой пшенице // Агро XX1. – 2008. – № 4-6. – С. 43-44.
- Косолапов В.М. Новый этап развития кормопроизводства России // Кормопроизводство. – 2007. – № 5. – С. 3-7.
- Косолапов В.М. Современное кормопроизводство – основа успешного развития АПК и продовольственной безопасности России // Земледелие. – 2009. – № 6. – С. 3-5.
- Костин В.И., Ерофеева Е.Н. Экологическая эффективность применения природных регуляторов роста в популяции озимой пшеницы // Вестни Казанского ГАУ. – 2010. – Т. 16, № 2. – С. 127-130.

Кравченко Л.В., Азарова Т.С., Леонова-Ерко Е.И. и др. Корневые выделения томатов и их влияние на рост и антифунгальную активность штаммов *Pseudomonas* // Микробиология. – 2003. – № 72 (1). – С. 48-53.

Кравченко Л.В., Шапошников А.И., Макарова Н.М., Азарова Т.С., Львова К.А., Костюк И.И., Тихонович И.А. Видовые особенности состава корневых выделений растений и его изменение в ризосфере под влиянием почвенной микрофлоры // Сельскохозяйственная биология. – 2011. – № 3. – С. 71-75.

Кравчук С.А. Агроекологічна роль нітрагенізації у підвищенні азотфіксації у васолі звичайної // Проблемы и перспективы исследований растительного мира. Ялта. – 2014. – С. 21.

Красницкий В.М. Агроэкоотоксикологическая оценка агроценозов – Омск: ОмГАУ. 2001. – 68 с.

Кретинин В.М. Лесомелиорация почв в агроландшафте Новосильского опытного хозяйства: Сб. науч. тр. ВНИАЛМИ. Волгоград. – 1996. – Вып. 1(107). – С. 47–56.

Кривошеева А.Л., Карамова Н.С., Сташевски З. Генотоксическое действие пестицидов: роль ферментов биотрансформации // Ксенобиотики и живые системы: матер. II Междунар. научн. конф. – Минск: БГУ. – 2003. – С. 144-148.

Круглов Ю. В. Микробиологические аспекты экологизации земледелия // Труды Всесоюзного научно-исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии. – Л.: ВНИИСХМ, 1990. – Т. 60. – С. 5–9.

Круглов Ю. В. Микробиологические аспекты применения гербицидов в сельском хозяйстве // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – Л. – 1984. – 38 с.

Круглов Ю. В. Микробиологические факторы детоксикации пестицидов // Сельскохозяйственная биология. – 1979. – Т. 14, № 6. – С. 710-715.

Круглов Ю.В. Микрофлора почвы и пестициды. – М.: Агропромиздат. – 1991. – 129 с.

Крымцев, А.В. Продуктивность агрофитоценозов с однолетними и многолетними бобовыми культурами в севооборотах при различных условиях минерального питания // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – пос. Персиановский. – 2006. – 24 с.

Ксенофонтова О.Ю., Чиров П.А. Экспериментальные данные о взаимодействии микроорганизмов и пестицидов в почве // Поволжский экологический журнал. – 2005. – № 1. – С. 29-35.

Кузина Е.В., Леонтьева Т.Н., Логинов О.Н. Влияние биопрепаратов на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы // Известия Самарского научного центра РАН. – 2013. – Т. 15, № 3. – С. 1649-1652.

Кузнецов А.В., Масютенко Н.П., Шеховцова В.В. Влияние степени агрогенной нагрузки на физические свойства чернозема типичного // Экологизация земледелия и оптимизация агроландшафтов. Курск. – 2014. – С. 168-173.

Кузнецова М.А. Обоснование применения некоторых биологически активных препаратов и средств для защиты картофеля от фитофтороза // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М. – 2000. – 21 с.

Кукишева А.А. Влияние экологических факторов на микрофлору и ферментативную активность дерново-подзолистой почвы Томской области и чернозема выщелоченного Алтайского Приобья // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Новосибирск. – 2011. – 23 с.

Куликова А.Х. Воспроизводство биогенных ресурсов в агроэкосистемах и регулирование плодородия чернозема лесостепи Поволжья // Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. – Ульяновск. – 1997. – 44 с.

Кунанбаев К.К. Сапрофитные микроорганизмы чернозема южного карбонатного под влиянием гербицидов в засушливых условиях северного Казахстана // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Новосибирск. – 2013. – 22 с.

Курдиш І.К. Інтродукція мікроорганізмів у агроєкосистеми. К.: Наукова думка. – 2010. – 257 с.

Лабутова Н.М., Малиновский Б.Н., Глобус Б.А. Влияние биопрепарата на основе гриба-микопаразита *Gliocladium catenulatum* на урожай и заболеваемость подсолнечника фомопсисом // Доклады РАСХН. – 2002. – № 4. – С. 24-26.

Лапа О.М., Ковбасенко Р.В., Ковбасенко В.М., Дмитрієв О.П. Саліцилова кислота в рослинництві. К.: Колоб'іг. – 2011. – 75 с.

Лапа С.В., Ковбасенко Р.В., Ковбасенко В.М., Дмитрієв О.П. Жасмонова кислота: функції та механізми дії. К.: Колоб'іг. – 2012. – 78 с.

Лапа С.В., Ковбасенко Р.В., Ковбасенко В.М., Дмитрієв О.П. Брасиностероїди – перспективні препарати для рослинництва. К.: Колоб'іг. – 2013. – 103 с.

Латина В.В. Агроэкологическое обоснование защиты яровых зерновых культур от корневых гнилей в условиях юга нечерноземной зоны России // Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. – Саранск. – 2014. – 43 с.

Ларешин В.Г., Бушуев Н.Н., Скориков В.Т., Шуравилин А.В. Сохранение и повышение плодородия земель сельскохозяйственного назначения. М.: РУДН. – 2008. – 172 с.

Лекомцев П.В. Научно-методическое обеспечение управления продукционным процессом яровой пшеницы в системе точного земледелия // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. СПб(б). – 2015. – 45 с.

Леонтьев В.Н., Бурак И.М., Ахрамович Т.Н., Гриц Н.В. Биодegradация сим-триазиновых гербицидов бактериями рода *Pseudomonas* // Ксенобиотики и живые системы: Тез.докл. междунар. научн. конф. – Минск: БГУ. – 2000. – С. 41-42.

Лобачева, Т.Н. Экономические аспекты развития кормопроизводства России // Кормопроизводство. – 2005. – № 5. – С. 2-7.

Логинов О.Н. Новые микробиологические препараты для сельского хозяйства и восстановления окружающей среды // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Уфа. – 2004. – 45 с.

Ложниченко О.В., Волкова И.В., Зайцев В.Ф. Экологическая химия. – М.: Академия. – 2008. – 265с.

Лохова В.І. Азотфіксуючі мікроорганізми ризосфери гречкита їх вплив на продуктивність рослин // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук – Київ. – 1997. – 19 с.

Ляцев А.А. Почвенная биота и её роль в формировании плодородия почв агроландшафтов юга Западной Сибири // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Тюмень. – 2004. – 45 с.

Максютов Н.А. Плодородие почвы и урожай – Оренбург. – 1996. – 90 с.

Малашин С.Н. Влияние ассоциативных азотфиксирующих микроорганизмов на продуктивность овсяницы красной на Северо-Западе РФ // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук – Санкт-Петербург-Пушкин. – 2009. – 22 с.

Маликов М.М. Системообразующая роль кормопроизводства // Кормопроизводство. – 2004. – № 1. – С. 14-15.

Манторова Г.Ф. Теоретические основы и практические приемы воспроизводства плодородия почв лесостепной зоны южного Урала // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Челябинск. – 2002. – 44 с.

Мармулева Е.Ю. Биоэкологическое обоснование эффективности энтомофагов вредителей гороха в лесостепи Приобья // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук – Новосибирск. – 2004. – 22 с.

Мартынова Г.П. Влияние триходермина на поражение растений корневыми гнилями и урожайность ячменя на северо-востоке нечерноземья РФ // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук – М. – 1998. – 20 с.

Маслиенко Л.В. Обоснование и разработка микробиологического метода борьбы с болезнями подсолнечника // Автореф. дис... д-ра. биол. наук.. – Краснодар. – 2005. – 48 с.

Мигунова В.Д. Биоценоотические основы регуляции популяций фитопаразитических нематод // Автореф. дис... д-ра. биол. наук.. – М. – 2011. – 45 с.

Милюткин А.П., Цирулев А.П. Комплексное применение средств химизации как условие минимизации обработки почвы // Сберегающее земледелие – будущее сельского хозяйства. Ресурсосберегающие технологии – залог экономического и безопасного земледелия. Самара. – 2005. – С. 106-108.

Мирчик Т.Г. Почвенная микология. – М.: МГУ. – 1988. – 220с.

Мирюгина Т.А. Повышение продуктивности горохо-злаковых смесей путем инокуляции семян клубеньковыми бактериями в комплексе с ассоциативными и свободноживущими diaзотрофами // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук – СП(б). – 1997. – 18 с.

Мишуustin Е.Н. Ассоциации почвенных микроорганизмов. М.: Наука. – 1975. – 105 с.

Мишуustin Е.Н. Микробиология. – М.: Просвещение. – 1964. – 250 с.

Мишуustin Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия – М. : Наука. – 1972. – 344 с.

Моляко А.А., Свист В.Н., Зейрук В.Н., Борисова Н.П., Мархуленко А.В. Фунгициды и регуляторы роста при возделывании и хранении картофеля // Защита и карантин растений. – 2009. – № 11. – С.29-30.

Морковкин Г.Г., Жандарова С.В., Аверьянова И.П. Влияние способов основной обработки почвы на урожай зерна и его качество при оптимизации минерального питания яровой пшеницы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 12 (122). – С. 25-28.

Мостякова А.А. Продуктивность раннеспелых сортов картофеля в зависимости от фонов минерального питания и способов применения регуляторов роста в условиях республики Татарстан // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук – Казань. – 2015. – 23 с.

Мохамед Абд Ел Наеим Мохамед Осман Биоэкологическое обоснование использования феромонов, других биологически активных соединений и микробиологических средств в интегрированной защите яблони от вредителей // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М. – 2004. – 23 с.

Мушинский А.А. Способ обогащения почвы азотом // Земледелие. – 2005. – № 1. – С. 9-11.

Мынбаева Б.Н. Биологический мониторинг загрязнения урбаноземов тяжелыми металлами (на примере г. Алматы) // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Алматы. – 2014. – 44 с.

Надежкин, С.Н. Актуальные проблемы кормопроизводства в Башкортостане // Энергоресурсосбережение в республике Башкортостан: материалы 2-й науч.-практич. республиканской конф., Уфа, 27-28 января 1999г. – Уфа. – 1999. – Ч. 2. – С. 227-231.

Налян А.Г. Влияние экологических факторов на качественный и количественный состав микробиоты в почвах разных типов ландшафта // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Уфа. – 2010. – 23 с.

Науанова А.П., Чуркина Г.Н. Биологическая активность черноземов Северного Казахстана. – Шортанды. – 2007. – 108 с.

- Наумкин В.Н., Хлопяников А.М., Наумкин А.В. Направления биологизации земледелия в Центральном регионе // Земледелие. – 2010. – № 4. – С. 5–6.
- Недорезков В.Д. Биологическое обоснование применения эндофитных бактерий в защите пшеницы от болезней на южном Урале // Автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук. Уфа. – 2003. – 43 с.
- Нестеренко В.Н., Карягина Л.А., Редькина Т.В. Эффективность ассоциативных азотфиксаторов на зерновых и кормовых культурах в условиях Белоруссии // Труды ВНИИСХМ. – 1989. – Т. 59. – С. 76-84.
- Нечаева Е.Х. Плодородие почвы и симбиотическая активность гороха при биологизации его возделывания в лесостепи Заволжья // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Кинель. – 2003. – 24 с.
- Никитин С.Н. Эффективность применения удобрений, биопрепаратов и диатомита в лесостепи среднего Поволжья // Автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук. Ульяновск. – 2014. – 44 с.
- Никитина З.В. Организационно-экономический механизм экологизации сельскохозяйственного производства // Автореф. дисс. ... докт. экон. наук. М. – 2010. – 55 с.
- Никончик П.И. Проблемы экологизации земледелия Беларуси // Весці Нацыянальнай Акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2008. – № 4. – С. 38-43.
- Новиков В.М. Влияние гороха и гречихи на плодородие почвы и продуктивность звена севооборота при различной основной обработке почвы // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 2. – С. 72-76.
- Новичков В.Л. Влияние иммунизаторов растений на продуктивность и качество картофеля у условиях Предкамья республики Татарстан // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Казань. – 2004. – 24 с.
- Носевич М.А., Новохацкая Д.М. Продуктивность различных сортов льна-долгунца в зависимости от площади питания и инокуляции семян биопрепаратами // Вісник ЖНАЕУ. – 2015. – Т. 1, № 2 (50). – С. 286-294.
- Нусинская М.В. Активация микосимбиотрофизма регуляторами роста // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. СП(б). – 2000. – 23 с.
- Обущенко С.В. Агроэкологическое обоснование систем воспроизводства почвенного плодородия в полевых севооборотах среднего Заволжья // Автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук. Самара. – 2014. – 43 с.
- Обущенко С.В., Гнеденко В.В. Эколого-экономическая концепция сохранения и воспроизводства почвенного плодородия обыкновенных черноземов среднего Заволжья // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8-2. – С. 380-387.
- Овсянников Ю.А. Теоретические основы эклдлгл-биосферного земледелия. Екатеринбург.: Изд-во ЕУ. – 2000. – 264 с.
- Овчаренко М.М. Тяжелые металлы в системе почва – растение – удобрение. М.: Колос. – 1997. – 177 с.
- Овчинникова М.Ф. Взаимодействие гербицидов с почвами // Агрохимия. – 1987. – № 5. – С. 118-139.
- Окорков В.В. О путях снижения кислотности подпахотных горизонтов кислых почв // Экологизация земледелия и оптимизация агроландшафтов. Курск. – 2014. – С. 219-231.
- Оліфір Ю.М., Габрієль А.Й., Кочмар О.Й. Вплив різних видів органічних та органо-мінеральних добрив на родючість сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту // Охорона родючості ґрунтів. – 2012. – В. 8. – С. 100-107.

Остапчук М.О., Поліщук І.С., Мазур О.В., Максимов А.М. Використання біопрепаратів – перспективний напрямок вдосконалення агротехнологій // Сільське господарство та лісівництво. – 2015. – № 2. – С. 5-17.

Панков Д.С. Совершенствование технологии возделывания энтомофильных культур в условиях лесостепи юга западной Сибири // Автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук. Тюмень. – 2015. – 35 с.

Панов И.М. Актуальные проблемы развития современного земледелия и сельскохозяйственных орудий // Тракторы и сельхозмашины. – 1993. – № 1. – С. 24-27.

Панов И.М., Ветехин В.И. Физические основы механики почв. К.: Феникс. – 2008. – 267 с.

Паньков Ю.И. Агрофизические свойства почвы в зависимости от технологии возделывания подсолнечника на черноземе обыкновенном центрального Предкавказья // Экологизация земледелия и оптимизация агроландшафтов. Курск. – 2014. – С. 232-236.

Парахин, Н.В. Кормовые культуры как фактор стабилизации агроландшафтов // Экологические основы повышения продуктивности и устойчивости агроландшафтных систем: сб. науч. тр. / Орловский ГАУ. – 2001. – С. 174-194.

Пасічняк В.І., Нагребецький М.І., Салтановська О.П., Дорошкевич Н.Ф. Вплив сидератів на пожнивний режим ґрунту і врожайність культур у короткоротаційній сівозміні // Охорона родючості ґрунтів. – 2012. – В. 8. – С. 107-112.

Пасічняк В.І., Нагребецький М.І., Салтановська О.П., Дорошкевич Н.Ф. Зміна родючості сірого лісового ґрунту за різного його сільськогосподарського використання // Охорона родючості ґрунтів. – 2012а. – В. 8. – С. 112-120.

Патика Т.І., Гриник І.В., Патика М.В., Кошевський І.І., Москалевська Ю.П. Мікробіологічний метод захисту плодових і ягідних культур від листогризух комах як фактор стабілізації агроєкосистем // Садівництво. – 2012. – № 66. – С. 5-14.

Патыка Т.И., Патыка Н.В. Особенности основных процессов и взаимодействий микробных сообществ в почве // Садівництво. – 2015. – В. 70. – С. 161-168.

Петров В.А. Продуктивность подпокровных многолетних трав в условиях биологизации земледелия // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Орел. – 2000. – 24 с.

Петров В.Б., Чеботарь В.К. Микробиологические препараты – базовый элемент современных интенсивных агротехнологий растениеводства // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 8. – С. 18-25.

Плечова О.И. Эффективность биопрепаратов на основе diaзотрофов в технологии возделывания яровой пшеницы в условиях среднего Поволжья // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Саранск. – 2013. – 23 с.

Подольак Д.И., Отурина И.П. Влияние биогумуса на динамику ростовых процессов и интенсивность фотосинтеза растений огурцов (*Cucumis sativus* L.) // Проблемы и перспективы исследований растительного мира. Ялта. – 2014. – С. 23.

Полонская Д.Е. Экологические особенности функционирования микробиоценозов в почвах Красноярской и Канской лесостепей // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Красноярск. – 2000. – 21 с.

Полякова Е.В. Элементы биологизированной технологии возделывания томата в условиях дельты Волги // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Астрахань. – 2009. – 23 с.

Попов Л.Б., Балашова О.В., Жуков Н.Л. Влияние обработки льна-долгунца биопрепаратами на урожайность тресты и качество семян // Биологические препараты. Сельское хозяйство. Экология. М.: ООО «Кооперация». – 2008. – С. 122-128.

Попова Е.Л., Дридигер В.К. Особенности формирования урожая озимого рапса в зависимости от технологии возделывания на черноземе выщелоченном центрального

Предкавказья // Экологизация земледелия и оптимизация агроландшафтов. Курск. – 2014. – С. 242-255.

Проворов Н.А. Растительно-микробные симбиозы как эволюционный континуум // Журн. общ.биологии. – 2009. – Т. 70, № 1. – С. 10-34.

Проворов Н.А., Воробьев Н.И. Генетические основы эволюции растительно-микробного симбиоза / Под ред. И.А. Тихоновича. – СПб(б), Информ-Навигатор. – 2012. – 400 с.

Прудникова А.Г. Теоретическое обоснование земледельческих технологий экологизации воспроизводства нормативного агрофизического состояния дерново-подзолистых почв в современных системах земледелия // Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. – Смоленск. – 2004. – 44 с.

Пузанова Л.А. Биологическая защита яблони, винограда и овощных культур от мучнистой росы // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Краснодар. – 2003. – 43 с.

Пустовойт В.С. Приемы выращивания в колхозах высококачественного семенного материала подсолнечника // Сборник работ по масличным культурам. – Майкоп. – 1964. – Вып. 3. – С. 45-50.

Рабданов Г.Г. Концепция интегрированной экологизированной системы защиты виноградных насаждений от болезней и вредителей // Научные труды СКЗНИИСИВ. – 2013. – Т. 2. – С. 29-33.

Рабинович Г.Ю. Биоконверсия органического сырья // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Тверь. – 2000. – 41 с.

Рейнгард Я.Р., Долженко С.В. Формирование структуры почвенного покрова в связи с развитием процессов эрозии и дефляции в степной зоне Западной Сибири (на примере Омской области). – Омск: Изд-во ОмГАУ. – 2002. – 176 с.

Речек Ю.Ю. Экологические особенности агрофитоценоза твердой пшеницы при интенсивной технологии выращивания в южной лесостепи Омской области // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Омск. – 2006. – 22 с.

Решетов Г.Г., Тугаева Т.А. Эффективность метода микробной деструкции пестицида тетраметилтиурамдисульфида // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2012. – № 5. – С. 220-223.

Ржевская В.С., Отурина И.П., Булыгин С.В., Теплицкая Л.М. Влияние микобного препарата эмбико на плодообразование огурцов и биологическую активность почвы // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2014. – Т. 27 (66), № 3. – С. 124-137.

Розенцвет О.А., Нестеров В.Н., Розенцвет В.А. Специфичность изменения состава липидов субклеточных мембран *Hydrilla verticillata* под действием ионов кадмия // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – Т. 14, № 1. – С. 227-232.

Рыжков А.В. Совершенствование биотехнологии обработки почвы с обоснованием параметров дискового рабочего органа // Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Мичуринск. – 2004. – 23 с.

Рябчинская Т.А. Экологические основы защиты яблуневого сада от вредных организмов в условиях ЦЧР // Автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук. Рамонь. – 2002. – 40 с.

Садыков Б.Ф., Пропадуца Л.А. Инокуляция пшеницы различными препаратами бактерий и другие возможности усиления ассоциативной азотфиксации в ризосфере пшеницы // Бюллетень ВНИИСХМ. – 1991. – № 54. – С. 20-25.

Самохвалова В.Л. Применение антидотов при загрязнении системы почва – растение тяжелыми металлами // Экология та ноосферология. – 2004. – Т. 15, № 1-2. – С. 49-58.

Сатарова Т.Г. Экологически безопасные биологические способы защиты картофеля от фитофтороза при вегетации и хранении // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Ульяновск. – 2009. – 20 с.

Селиверстова О.М., Верховцева Н.В. Продуктивность агроценоза и микробное сообщество почв. Масс-спектрометрический анализ структуры микробоценоза. – LAPLAMBERTAcademicPublishing. – 2011. – 140 с.

Семенова И.Н. Биологическая активность как индикатор техногенного загрязнения почв тяжелыми металлами // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Уфа. – 2013. – 47 с.

Семенова Н.Н. Теоретические аспекты имитационного моделирования поведения пестицидов в агроценозе для оптимизации экотоксикологических параметров в защите растений // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. СП(б). – 2007. – 43 с.

Сидоренко М.Л. Влияние абиотических и биотических факторов почвенных экосистем на рост и размножение патогенной микрофлоры // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Владивосток. – 2003. – 19 с.

Сидоров М.И. Биологические процессы в используемых черноземах // Биологизация земледелия на черноземах. – Воронеж. – 1995. – С. 4-22.

Сизов А.П., Хомяков Д.М., Хомяков П.М. Проблемы борьбы с загрязнением почв и продукции растениеводства. – М.: МГУ. – 1990. – 19 с.

Симонов В.Ю. Агроэкологическая оценка фунгицидов и фитосанитарного состояния зерновых агробиоценозов в условиях Брянской области // Вестник Брянской ГСА. – 2012. – № 3. – С. 17-22.

Симонов В.Ю. Эффективность применения химических и биологических фунгицидов в посевах ярого ячменя с учётом экологических последствий на агробиоценоз // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Брянск. – 2009. – 23 с.

Сингирцев И.Н., Крестьянинов В.Ю., Корженевич В.И. Биологическая деструкция 2,4-динитрофенола // Прикл. биохимия и микробиология. – 1994. – Т.30, № 2. – С. 250-255.

Сираева З.Ю. Биопрепарат для стимуляции роста и защиты растений от болезней на основе *Bacillus amyloliquefaciens* ВКПМ В-11008 // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Казань. – 2012. – 22 с.

Смирнов О.В. Патотипы *Bacillusthuringiensis* и экологические основы их использования в защите растений // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. СП(б). – 2000. – 44 с.

Смирнова А.В. Пути повышения экологической безопасности при возделывании капусты в Приамурье // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Хабаровск. – 2011. – 20 с.

Снакин В.В. и др. Свинец в почвах и растениях России // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов: сб. науч. тр. / Ин-т научн. и техн. информации. – М.: ВИНТИ. – 1998. – № 11. – С. 73-90.

Снисаренко Т.А., Алексина Н.В. Влияние некоторых экологических факторов на микробный состав ризосферы и ризопланы на примере овса посевного (*Avenasativa*) // Вестник МГОУ. – 2014. – № 3. – С. 46-51.

Сорокань А.В., Абизгильдина Р.Р., Юлдашев Р.А., Китаев К.А., Максимов И.В. Эндифитный штамм *Bacillus subtilis* стимулирует устойчивость растений картофеля к патогенам и вредителям, активируют транскрипцию жасмонат-зависимых генов // Современная микология в России. М. – 2015. – Т. 5. – С. 136-138.

Сосницкая Т.Н. Экологическое состояние почв г. Свирска Иркутской области: особенности накопления и детоксикации тяжелых металлов // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Иркутск. – 2014. – 21 с.

Степанов А.М. Полезащитное лесоразведение и его эффективность // Агроресомелиорация: проблемы, пути их решения, перспективы. Волгоград. – 2001. – С. 21-22.

Степанова Л.П., Стародубцев В.Н., Коренькова Е.А. Влияние биопрепаратов и микроудобрения на продукционный процесс яровой пшеницы // Вестник Орловского ГАУ. – 2013. – Т. 40, № 1. – С. 17-23.

- Степанова Л.П., Цыганок Е.Л., Тихойкина О.М. Экологические проблемы земледелия // Вестник Орловского ГАУ. – 2012. – Т. 34, № 1. – С. 11-18.
- Стукалов Р.С. Влияние технологии возделывания и удобрений на агрофизические свойства почвы, урожайность и качество зерна озимой пшеницы // Экологизация земледелия и оптимизация агроландшафтов. Курск. – 2014. – С. 284-288.
- Сулейманова Л.Р. Исследование комплексобразования мета болютов бактерий рода *Pseudomonas* // Автореф. дис....канд.биол. наук. Уфа. – 2009. – 20 с.
- Сухопарова В.П., Ананьева Н.Д., Перфилова Н.В. Поведение фунгицида металаксил (ридомил) в дерново-подзолистой почве // Агрохимия. – 1990. – № 2. – С. 111-120.
- Сучкова Е.В. Продуктивность и адаптационная способность к засухе разных сортов пшеницы при обработке цирконом // Автореф. дис....канд.биол. наук. М. – 2005. – 21 с.
- Сысоева Л.Н., Бурмистрова Т.И., Трунова Н.М., Алексеева Т.П., Терещенко Н.Н. Перспективы использования гуминовых препаратов из торфа в качестве индукторов устойчивости яровой пшеницы к грибным заболеваниям // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 12. – С. 43-45.
- Сыщиков Д.В. Состояние антиоксидантной глутатионзависимой системы проростков кукурузы при действии соединений кадмия // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія біологія. – 2009. – В. 1 (16). – С. 45-51.
- Теплицкая Л.М., Ржевская В.С. Использование микробиологического препарата Эмбико и чистых культур молочнокислых бактерий для подавления бактериальных болезней земляники // Вестник ВСГУТУ. – 2014. – № 5. – С. 86-91.
- Титов А.Ф., Таланова В.В., Казнина Н.М. Физиологические основы устойчивости растений к тяжелым металлам. Петрозаводск. – 2011. – 75 с.
- Титов А.Ф., Таланова В.В., Казнина Н.М., Лайдинен Г.Ф. Устойчивость растений к тяжелым металлам. Петрозаводск.: Карельский НЦ РАН. – 2007. – 172 с.
- Титов В.Н., Мамонов А.Н. Перспективы использования различных видов донника и фацелии в качестве фитомелиорантов в условиях Саратовской области // Вестн. ОрелГАУ. – 2011. – № 2(29). – С. 15-18.
- Титова Е.М., Внукова М.А. Влияние биопрепаратов на продуктивность ячменя // Вестник Орловского ГАУ. – 2012. – Т. 37, № 4. – С. 58-61.
- Тихонович И.А. Теоретические основы и практические возможности экологизации сельскохозяйственного производства на основе микробно-растительного взаимодействия // Проблемы интенсификации и экологизации земледелия России: сб. материалов науч. сессии Россельхозакадемии (п. Рассвет Ростовской обл., 13-15 июня 2006 г.). – Москва. – 2006. – С. 56-78.
- Тихонович И.А., Жуков В.А. Микробно-растительный сигналинг и специфичность взаимодействия // Стратегия взаимодействия микроорганизмов и растений с окружающей средой. Саратов. – 2010. – С. 12.
- Тихонович И.А., Кравченко Л.В., Шапошников А.И. Корневые выделения как важный фактор формирования наномолекулярных структур ризосферы // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2011. – № 1. – С. 25-27.
- Тихонович И.А., Проворов Н.А. Кооперация растений и микроорганизмов: новые подходы к конструированию экологически устойчивых агросистем // Успехи современной биологии. – 2007. – № 4. С. 339-357.
- Тихонович И.А., Проворов Н.А. Симбиозы растений и микроорганизмов: молекулярная генетика агросистем будущего. СПб(б): Изд-во СПб(б) ун-та. – 2009. – 264 с.

Тихонович И.А., Проворов Н.А. Сельскохозяйственная микробиология как основа экологически устойчивого агропроизводства: фундаментальные и прикладные аспекты // Сельскохозяйственная биология. – 2011. – № 3. – С. 3-9.

Третьяков Н.Н. Биоэкологическое обоснование защиты яблони от вредителей в центральном регионе России // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. М. – 2006. – 45 с.

Троян Т.Н. Формирование эффективного бобово-ризобияльного симбиоза и его роль в повышении продуктивности агроэкосистем // Автореф. дис....канд. биол. наук. М. – 2010. – 21 с.

Тюрин И.В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии. – М.: Наука. – 1965. – 368 с.

Усанова, З.И., Павлючик Е.Н. Формирование урожайности многолетних бобовых и мятликовых культур при разной климатической обеспеченности посевов // Главный агроном. – 2006. – № 8. – С. 50-52.

Федоренко В. Ф., Тихонравов В.С. Ресурсосбережение в агропромышленном комплексе: инновации и опыт. – М.: Росинформагротех. – 2006. – 328 с.

Федотов В.А., Кадыров С.В., Щедрина Д.И. Агротехнологии полевых культур в Центральном Черноземье. Воронеж.: Истоки. – 2011. – 260 с.

Ферапонтова С.А. Агроценоотические последствия интенсивного возделывания *Alliutserae*L. в однолетней культуре в Приобье // Автореф. дис....канд.биол. наук Новосибирск. – 2015. – 21 с.

Филипас А.С. Агроценозы в условиях радиоактивного загрязнения: Состояние и радиобиологические последствия // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Обнинск. – 2003. – 45 с.

Фомина Н.Ю. Влияние биопрепаратов, регуляторов роста, микроудобрений и фунгицидов на продуктивность и болезнеустойчивость гороха посевного в лесостепи Зуралья // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Курган. – 2009. – 17 с.

Хабибуллина Ф.М. Почвенная микробиота естественных и антропогенно нарушенных экосисте северо-востока Европейской части России // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Сыктывкар. – 2009. – 40 с.

Харина С.Г. Оценка воздействия пестицидов на объекты агроэкосистем Среднего Приамурья и пути оптимизации экологической ситуации территории // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Благовещенск. – 2000. – 43 с.

Хатчинсон Т., Кроппер У., Гровер Г. Экологические принципы, связанные с проблемой ядерной войны // Последствия ядерной войны. Воздействие на экологию и сельское хозяйство. – М.: Мир. – 1988. – С. 33-104.

Хижняк Т.В. Бактериальная трансформация и иммобилизация тяжелых металлов и радионуклидов // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. М. – 2013. – 49 с.

Холмов В.Г., Юшкевич Л.В. Интенсификация и ресурсозбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири. Омск.: ОмГАУ – 2006. – 396 с.

Чайка, А.К. Основы интенсификации кормопроизводства в Приморском крае. – Владивосток.; Дальневосточное книжное издательство. – 1990. – 115 с.

Чайка, А.К., Емельянов А.Н. Кормопроизводство Дальнего Востока и научно-практические основы его развития // Земледелие. – 2009. – № 6. – С. 6-8.

Чащин В.П. Природопользование и охрана природы на территории Омской области. Омск.: ОиГПУ. – 2006. – 178 с.

Чеканышкин А.С., Ялманов И.В. Лесная мелиорация агроландшафтов Черноземья // Современные проблемы земледелия и экологии: Сб. докл. международной научно-практической конф. Курск. – 2002. – С. 191–194.

Черкасов, Г.Н., Бабенко А.В. Залужение — эффективный способ использования эродированных земель // Земледелие. – 2004. – № 6. – С. 4-7.

Чернышов Е.В., Кузина Л.А., Нескина С.А. Влияние химических мелиорантов и фитомелиорантов на агромелиоративное состояние чернозема выщелоченного // Агропромышленный комплекс: состояние проблемы, перспективы. Сб. мат-лов III междунаро. науч.-практич. конференции. – Пенза, Нейбраденбург: МНИЦПГСХ. – 2005. – С. 13-14.

Четвериков С.П. Идентификация новых экзометаболитов некоторых штаммов *Pseudomonas* spp. и технология биопрепаратов на их основе // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Уфа. – 2012. – 41 с.

Чкаников Д.И. Поведение 2,4-Д и других феноксикислот в почве // Агрохимия. – 1983. – № 12. – С. 111-123.

Чумаков М.И. *Rhizobium* и растения: две стратегии взаимодействия // Стратегия взаимодействия микроорганизмов и растений с окружающей средой. Саратов. – 2010. – С. 15.

Чурзин В.Н., Егорова Г.С. Роль многолетних трав в повышении плодородия светло-каштановых почв нижнего Поволжья // Аграрная наука. – 2004. – № 6. – С. 8-12.

Чухланцев А.Ю. Совершенствование элементов интегрированной системы защиты подсолнечника от болезней в Тамбовской области // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Мичуринск. – 2011. – 23 с.

Шамардина Ю.А. Агроэкологические аспекты применения биологических препаратов на основе гуминовых кислот при возделывании ячменя в условиях центрального Черноземья // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Курск. – 2006. – 23 с.

Шамин А.А. Формирование комплекса почвенной и ризосферной фитопатогенной микробиоты в агроценозе сахарной свеклы ЦЧР // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Рамонь. – 2014. – 24 с.

Шаповал О.А. Биологическое обоснование использования регуляторов роста растений в технологии выращивания озимой пшеницы // Автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук. М. – 2005. – 41 с.

Шаркова С.Ю. Экологическое состояние природных и техногенных экосистем среднего Поволжья и их реабилитация // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. М. – 2009. – 40 с.

Шапошников А.И. Механизмы антагонистического действия бактерий на фитопатогенные грибы в ризосфере овощных культур // Автореф. дис.... канд. биол. наук. – М. – 2003. – 23 с.

Швец Д.И., Тарасов В.Ю. О влиянии биогумуса на процессы ведения органического земледелия на почвах, загрязненных экотоксикантами // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля. – 2014. – № 10 (217). – С. 30-33.

Шипилин Н.Н. Экологизация земледелия в нечерноземной полосе западной Сибири // Автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук. Томск. – 2002. – 41 с.

Шлегель Г. Общая микробиология. – М.: Мир. – 1987. – 567 с.

Шумейко А.Я. Экологическая оценка взаимодействия пестицидов и радиации в агроэкосистемах Брянской области // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Брянск. – 2004. – 24 с.

Шуравилин А.В., Бушуев Н.Н., Скорилов В.Т., Салдаев А.М. Ресурсозберегающие технологии в земледелии. М.: РУДН. – 2010. – 200 с.

Шутко А.П. Биологическое обоснование оптимизации системы защиты озимой пшеницы от болезней в Ставропольском крае // Автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук. СП(б)-Пушкин. – 2013. – 41 с.

Шушкова Т.В., Васильева Г.К., Ермакова И.Т., Леонтьевский А.А. Сорбция глифосата и его микробная деградация в почвенных суспензиях // Прикладная биохимия и микробиология. – 2009. – Т. 45, № 6. – С. 664-669.

Щедрин В.А., Беляков А.В. Об испытании микробиологического удобрения «Байкал ЭМ1» на посевах сахарной свеклы // Биологические препараты. Сельское хозяйство. Экология. М.: ООО «Кооперация». – 2008. – С. 116-117.

Юданова Л.А. Пестициды в окружающей среде. Новосибирск: ГПНТБ СО АН СССР. – 1989. – 141 с.

Юрков А.П., Якоби Л.М., Дзюбенко Н.И., Шишова М.Ф., Проворов Н.А., Кожемяков А.П., Завалин А.А. Полиморфизм популяции Павловская люцерны хмелевидной по показателям продуктивности, микоризации и эффективности симбиоза с *Glomus intraradices* // Сельскохозяйственная биология. – 2011. – № 3. – С. 65-70.

Юшкевич Л.В. Ресурсозберегающая технология обработки и плодородие черноземных почв при интенсификации возделывания зерновых культур в южной лесостепи Западной Сибири // Автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук. Омск. – 2001. – 44 с.

Якуткин В.И., Таволжанский Н.П., Гончаров Н.Р. Защита подсолнечника от болезней // Приложение к журналу «Защита растений и карантин». – 2011. – № 3. – 24 с.

Якушев В.П., Полуэктов Р.А. Точное земледелие. Концептуальные положения // Материалы научной сессии Россельхозакадемии (13–14 октября 2003 г.): «Научно-технический прогресс в АПК России – стратегия машинно-технологического обеспечения производства с/х продукции на период до 2010 г.». М.: Россельхозакадемия. – 2004. – С. 115–123.

Яровий Г.І., Корецька О.О., Ковбасенко К.П., Ковбасенко В.М. Пригнічення паразитизму бактеріальних хвороб на овочевих культурах // Фітопатогенні бактерії. Фітонцидологія. Алелопатія: міжнар. наук. конф., 4–6 жовт. 2005 р.: збірник статей – Житомир: Вид-во «Державний агроєкологічний університет». – 2005. – С. 171–173.

Ячменева С.Ю. Система защиты лилий от грибных болезней // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Мичуринск-наукоград. – 2011. – 24 с.

- Abd El-Mongya M., Abd El-Ghany T.M. Field and laboratory studies for evaluating the toxicity of the insecticide Reldan on soil fungi // International Biodeterioration & Biodegradation. – 2009. – V. 63. – P. 383-388.
- Acra E., Jacques P., Wathelet B., Paguot M., Fuchs R., Budzikiewicz H., Thonart P. Influence of culture conditions on lipopeptide production by *Bacillus subtilis* // Appl. Biochem. Biotechnol. – 2001. – V. 91. – P. 553-561.
- Akbar N., Asma A., Abdul M. Determination of organochlorine pesticides in agricultural soil with special reference to γ -HCH degradation by *Pseudomonas* strains // Bioresource Technology. – 2003. – V. 88. – P. 41-46.
- Albiach R., Canet R., Pomares F., Ingelmo F. Organic matter components, aggregate stability and biological activity in a horticultural soil fertilized with different rates of two sewage sludges during ten years // Bioresource Technology. – 2001. – V. 77. – № 2. – P. 109-114.
- Allen O.N., Allen E.K. The Leguminosae, a sourcebook of characteristics, uses and nodulation. - Madison, The University of Wisconsin Press. – 1980. – 343 p.
- Angus T. A. Inspiration, sweat and serendity: the proof of *Bacillus thuringiensis* in biological control. // Comparative Pathology. vol. 7. Proc. 13th Ann. Meeting Society Invertebrate Pathology. – New York-London. – 1984. – P. 35-46.
- Aronson A. *Bacillus thuringiensis* and related insect pathogens // "Microbiology Review". – 1986. – V. 50. – № 1. – P. 1-24.
- Asaka O., Shoda M. Biocontrol of *Rhizoctonia solani* damping-off of tomato with *Bacillus subtilis* RB14 // Appl. Environ. Microbiol. – 1996. – V. 62. – P. 4081-4085.
- Bachem C.W.B., van der Hoeven R.S., de Bruijn S.M., Vreugdenhil D., Zabeau M., Visser R.G.F. Visualization of differential gene expression using a novel method of RNA fingerprinting based on AFLP analysis of gene expression during potato tuber development // Plant J. – 1996. – V. 9. – P. 745-753.
- Backman P.A., Wilson M., Murphy J.F. Bacteria for biological control of plant diseases // In Environmentally safe approaches to crop disease control. Lewis, Boca Raton. – 1997. – P. 95-109.
- Bais H.P., Weir T.L., Perry L.G. et al. The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms // Annu. Rev. Plant Biol. – 2006. – V. 57. – P. 233-266.
- Barber S.A. Soil nutrient bioavailability: a mechanistic approach. – N.Y., USA: John Wiley & Sons. – 1995. – 414 p.
- Barceló J., Poschenrieder C. Plant water relations as affected by heavy metal stress: A review // J. Plant Nutr. – 1990. – V. 13. – P. 1-37.
- Barrios E. Soil biota, ecosystem services and land productivity // Ecol. Econ. – 2007. – V. 64. – P. 269-285.
- Bashan Y., Holguin G. Proposal for the division of plant growth-promoting rhizobacteria into two classifications: biocontrol-PGPB (plant growth-promoting bacteria) and PGPB // Soil biology & biochemistry. – 1998. – V. 30. – № 8/9. – P. 1225-1228.
- Becker N. *Bacillus thuringiensis* subsp. israelensis eine microbielle Alternative in der Bekämpfung von Stechmücken und Kriebelmücken. - M. tt. Biol. Bundesanst Land und Forstwirt". Berlin – Dahlm. – 1986. – № 233. – S. 69-82.

- Becker N., Zgomba M., Ludwig H.W., Petrich D., Rettich F. Factors influencing the activity of *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* treatments // Mosquito News. – 1992. – V. 8. – № 3. – P. 285-289.
- Beeblee T.G.C., Bond R.P.M. Effect of an exotoxin from *Bacillus thuringiensis* on deoxyribonucleic acid dependent ribonucleic acid polymerase in nuclei from adult *Sarcophaga bullata* // Biochem. Journ. – 1975. – V. 36. – № 1. – P. 9-13.
- Belimov A.A., Kunakova A.M., Khamova O.F. et al. Survival of associative bacteria on roots and efficiency of inoculation under various environmental conditions.// Nitrogen Fixation: Fundamentals and Applications./ Dordrecht etc., 1995. P. 751.
- Benkova M.; Dimova L.; Simeonova T. Uptake of major and trace elements by grass biomass after amelioration of degraded soil. Bulgarian journal of plant physiology // Acad. M. Popov inst. of plant physiology. – Sofia. – 2010. – V. 36, № 1-2. – P. 12-16.
- Beunard P., Pichot J. Agron. trop. (France) // – 1981. – V. 36. – №3. – P. 212- 216.
- Blackmore B. S., Marsshal C. Yield Mapping; Errors and Algorithms. 3rd Int. Congress on Precision Agriculture. June 23-26, Minneapolis, MN, USA. – 1996. – P. 24-32.
- Brannen P.M., Kenney D.S. Kodiak – a successful biological-control product for suppression of soil-borne plant pathogens of cotton // J. Ind. Biotechnol. – 1997. – V. 19. – P. 169-171.
- Breyne P., Zabeau M. Genome -wide expression analysis of plant cell cycle modulated genes // Curr. Opin. Plant Biol. – 2001. – V. 4. – P. 136-142.
- Bullitta S. Characterization for Multipurpose Exploitations of Genetic Resources from the Germplasm Collection of Pasture Species Owned by the CNRISPAAM in Sassari, Italy. Zbornik radova / Institut za ratarstvo i povrtarstvo. – Novi Sad. – 2010. – P. 381-386.
- Burke S.C., Angle J.S., Chaney R.L., Cunningham S.D. Arbuscular mycorrhizae effects on heavy metal uptake by corn. // Int. Journal of Phytoremediation. – 2000. – V. 2, № 1. – P. 23-29.
- Carine F., Chevremont A. C., Joanico K., Capowiez Y., Criquet S. Indicators of pesticide contamination: Soil enzyme compared to functional diversity of bacterial communities // European Journal of Soil Biology. – 2011 – V. 47. – P. 256-263.
- Cavigelli M. A., Robertson G. P. The functional significance of denitrifier community composition in a terrestrial ecosystem // Ecology. – 2000. – V. 81. – P. 1402-1414.
- Chacko C.J., Lockwood J.L. Accumulation of DDT by microorganisms // Microbiology. – 1987. – V. 13, № 8. – P. 515-516.
- Chandra A.D., Debnath A., Mukherjee D. Effect of the herbicides oxadiazon and oxyfluorfen on phosphates solubilizing microorganisms and their persistence in rice fields // Chemosphere. – 2003. – V. 53. – P. 217-221.
- Chen T.W., Wu W.S. Biological control of carrot black rot // J. Phytopathol. – 1999. – V. 147. – P. 99-104.
- Cheng Z., Park E., Glick B.R. 1-Aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase from *Pseudomonas putida* UW4 facilitates the growth of canola in the presence of salt // Can. J. Microbiol. – 2007. – V. 53. – P. 912-918.
- Cobbett C.S. Phytochelatins and Their Roles in Heavy Metal Detoxification // Plant Physiol. – 2000. – V. 123. – P. 825-832.

- Cobbett C., Goldsbrough P. Phytochelatins and Metallothioneins: Roles in Heavy Metal Detoxification and Homeostasis // *Annu. Rev. Plant. – Biol.* – 2002. – V. 53. – P. 159-182.
- Compant S., Duffy B., Nowak J., Clément C., Barka E.A. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospects // *Appl. Environ. Microbiol.* – 2005. – V. 71. – P. 4951-1959.
- Costa C., Morel J.L. Cadmium uptake by *Lupinus albus* (L.): cadmium excretion, a possible mechanism of cadmium tolerance // *J. Plant Nutr.* – 1993. – V. 16. – P. 1921-1929.
- Danneberg G., Latus C., Zimmer W., Hundeshagen, B., Schneider-Poetsch H., Bothe H. Influence of vesicular-arbuscular mycorrhiza on phytohormone balances in maize (*Zea mays* L.) // *J. Plant Physiol.* – 1992. – V. 141. – P. 33-39.
- Defago G. Biological control by fluorescent pseudomonas // *Rev. microbiol.* – 2011. – № 3. – P. 307-319.
- Ditt R.F., Nester E.W., Comai L. Plant gene expression response to *Agrobacterium tumefaciens* // *Proc. Nat. Acad. Sci.* – 2001. – V. 98. – P. 10954-10959.
- Dixit V., Pandey V., Shyam R. Differential Antioxidative Responses to Cadmium in Roots and Leaves of Pea (*Pisum sativum* L. cv. Azad.) // *J. Exp. Botany.* – 2001. – V. 52. – P. 1101-1109.
- Domsch H. Was bringt die Kartierung Elektrische Bodenleitfähigkeit. Neue Landwirtschaft. – 2001. – V. 6. – P. 44-48.
- Domsch K.H. Einflub von Pesticiden auf mikrobielle Prozesse und Ekologische Beziehungen in Boden // *UbLandwirtschaft.* – 1972. – Bd. 50. – S. 392-403.
- Domsch K.H., Jagnow O., Anderson T.H. An ecological concept for the assessment of side-effects of agrochemicals on soil microorganisms // *Residue Reviews.* – 1983. – V. 86. – P. 65-105.
- Dormaar J.F., Pittman U.J. Decomposition of organic residens as affected by varions drycland sprind wheat fallow rotations // *Canad. Soil.Schi.* – 1980. – V. 60. – P. 173-271.
- Elliott G. Effects of inhibitors of microbial activity on urea hydrolysis and nitrification in a soilless potting medium // *Horticulture.* – 2007. – № 3. – P. 23-27.
- Erikson T.E. The effects of clay, organic matter and time on adsorption and plant uptake of cadmium added to the soil // *Water. Air and Soil pollution.* – 1988. – V.40. –P.359-373.
- Fallik E., Sarig S., Okon Y. Morphology and physiology of plant roots associated with *Azospirillum*. In: Okon Y, editor. *Azospirillum/plant associations.* – London: CRC Press. – 1994. – P. 77-86.
- Ferguson J., Woodhead S. Production of Endomycorrhizal inoculum // *Method and Principe Mycorrhizal Research.* St. Paul: BP. – 1982. – P. 47 – 54.
- Genre A., Chabaud M., Timmers T., Bonfante P., Barker D.G. Arbuscular mycorrhizal fungi elicit a novel intracellular apparatus in *Medicago truncatula* root epidermal cells before infection // *Plant Cell.* – 2005. – V. 17. – P. 3489-3499.
- Ghiorse W.C., Ehrlich H.L. Microbial biomineralization of iron and manganese // *Biomineralization processes of Fe and Mn. Catena Suppl.* – 1992. – V. 21. – P. 75-99.
- Gianinazzi-Pearson V. Plant cell responses to arbuscular mycorrhizal fungi: getting to the roots of the symbiosis // *The Plant Cell.* – 1996. – V. 8. – P. 1871-1883.

- Giasson P., Jaouich A., Cayer P. et al. Enhanced phytoremediation: a study of mycorrhizoremediation of heavy metalcontaminated soil // Remediation. – 2010. – V. 17. – P. 97–110.
- Gibson D.M., Gallo L.G., Krashoff S.B., Raymond E.B. Increased efficacy of *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* in combination with tannic acid // Journ. of Economic Entomology.– 1995. – V. 88. – № 2. – P. 270-277.
- Glick B.R. Bacterial ACC deaminase and the alleviation of plant stress // Adv. Appl. Microbiol. – 2004. – V. 56. – P. 291-312.
- Göhre V., Paszkowski U. Contribution of the arbuscular mycorrhizal symbiosis to heavy metal phytoremediation // Planta. – 2006. – V. 223. – P. 1115-1122.
- Goldberg S., Glaubig R.A. Anion sorption on a calcareous, montmorillonitic soil-arsenic // Soil Sci. Soc. Am. J. – 1988. – V. 52. – P. 1297-1300.
- Gray J.E., Theodorakos P.M., Bailey E.A., Tirner R.R. Distribution, speciation, and transport of mercury in stream sediment, stream water, and fish collected near abandoned mercury mines in southwestern Alaska, U.S.A. // Sci. Total. Environ. – 2000. – V. 260. – P. 21-33.
- Grunzi W.D., Bread W.E. Anaerobic biodegradation of DDT to DDD in soil // Science. – 1987. – V. 156. – P. 1116-1117.
- Gunningham J.C. Can baculoviruses compete with *Bacillus thuringiensis* as microbial insecticides ?// Proc. 18th Intern. Cong. for Entomology.– Vancouver. – 1988. – P.250-289.
- Haider M.L. Ellar D.J. Analysis of the molecular basis of insecticidal specificity of *Bacillusthuringiensis* crystal delta-endotoxyn //Biochemical Journ.– 1987. – V. 248. – P. 197-201.
- Haimi J., Huhta V. Comparison of compost produced from identical wastes by "vermistabilisation" and conventional composting // Pedobiologia. – 1987. – V. 30, № 2. – P. 137- 144.
- Handelsman J., Stabb E. Biocontrol of Soilborne Plant Pathogens // Plant Cell.– 1996. – V. 8, № 10. – P. 1855-1869.
- Harris A.R., Adkins P.G. Versatility of fungal and bacterial isolates for biological control of damping-off disease caused by *Rhizoctonia solani* and *Pythium* spp. // Biol. Control. – 1999. V. 15. – P. 10-18.
- Himeno M. Koyama N., Funato T., Komano T. Mechanism of action of *Bacillus thuringiensis* insecticidal delta-endotoxin on insect cells in vitro.// "Agricultural and biological chemistry". – 1985. – V..49. – №5. – P.1461-1468.
- Holford I.C.R. Soil phosphorus: its measurement, and its uptake by plants. // Aust. J. Soil Res. – 1997. – V. 35. – P. 227-239.
- Hubbel D.H., Gaskins M.H Associative N₂ - fixation with *Azospirillum*. Biological nitro-gen fixation // Ed. M. Alexander. N.-Y., Plenum Press. – 1984. – P. 201-224.
- Jaona S., Zonari N., Tounsi S., Ellou Z.R. Study of the delta-endotoxins produced by three recently isolated strains of *Bacillus thuringiensis* //FEMS Microbiology Letters. – 1996. – V.145. – P.349-354.
- Jones D.L., Yjdge A., Kuzyakov Y. Plant and mycorrhizal regulation of rhizodeposition // New Phytologist. – 2004. – V. 163. – P. 459–480.

José F., Ruiz E., Hellín P., Martínez C.M., Flores P. Rate of loss of insecticides during soil solarization and soil biosolarization // Journal of Hazardous Materials. – 2011. – V.185. – P.634-638.

Kapulnik Y. Plant growth promotion by rhizosphere bacteria. In: Waisel Y., Eshel A., Kafkazi U. Plant roots: the hidden half. – New York: Marcel Dekker. – 1996. – P. 769-781.

Karthikeyan A.S., Varadarajan D.K., Jain A., held M.A., Carpita N.C., Raghothama K.G. Phosphate starvation responses are mediated by sugar signaling in Arabidopsis // Planta. – 2007. – V. 225. – P. 907-918.

Kelly J.J. et al. Changes in soil microbial communities over time resulting from one time application of zinc: a laboratory microcosm study // Soil Biol. Biochem. – 1999. – V. 31. – № 10. – P. 1455-1465.

Kendig J.A., Talbot R.F. Wheat response to carryover from herbicides used on cotton, grain sorghum and soybeans // Annu. meet Southern science soc. –Nashville. – 1989. – V. 61. – P.42-54.

Kloepper J.W., Tuzun S., Kuc J.A. Proposed definitions related to induced disease resistance // Biocontrol Sci. Technol. – 1992. V. 2. – P. 349-351.

Kokke R. DDT: is action and degradation in bacterial populations // Nature. – 1970. – V. 226. – P. 978-997.

Krystyna G.L., Stefaniak O., Slizak W., Owedyk I. The response of forest soil microflora to the herbicide formulations Fusilade and Roundup // Microbiological Research. – 1997. – V. 152. – P. 319-329.

Kuk-ki, Lee., Yoshida T. Plant and Soil –1977. – V.46. – № 1. – P.127-134.

Kumakura M., Tamada M., Kasai N., Kaestu I. Enhancement of cellulase production by immobilization of Trichoderma reesei cells // Biotechnology and Bioengineering. – 1989. – V. 33. – P. 1358-1362.

Kwok O.C.H., Fahy P.C., Hoitink H.A.J., Kuter G.A. Interactions between bacteria and Trichoderma harzianum in suppression of Rhizoctonia damping-off in bark compost media // Phytopathology. – 1987. – V. 77, № 8. – P. 1206-1212.

Lanfranco L., Bolchi A., Ros E.C., Ottonello S., Bonfante P. Differential expression of a metallothionein gene during the presymbiotic versus the symbiotic phase of an arbuscular mycorrhizal fungus // Plant Physiol. – 2002. – V. 130, № 1. – P. 58-67.

Küster H., Vieweg M.F., Manthey K., Baier M.C., Hohnjec N., Perlick A.M. Identification and expression regulation of symbiotically activated legume genes // Phytochemistry. – 2007. – V. 68. – P. 8-18.

Labudova I., Gogorova L. Biological control of phytopathogenic fungi through lytic action of Trichoderma species L. // FEMS Microbiol Letters. – 1988. – V. 52, № 3. – P. 193-198.

Lee K.K., Sherman R., Klucas R.V Nitrogen fixation (acetylene reduction) by lines composing "Park" Kentucky Bluegrass // Can. J. Microbiol. – 1986. – V. 32. – № 4. – P. 348-352.

Lesinger T., Margraff R. Secondary metabolites of the fluorescent Pseudomonas // Microbiology Reviews. – 1979. – V. 43. – P. 422-442.

- Lin W., Okon Y., Hardy R.W.F. Enhanced mineral uptake by *Zea mays* and *Sorghum bicolor* roots inoculated with *Azospirillum brasilense* // Applied Environmental Microbiology. – 1983. – V. 45. – P. 1775-1779.
- Linderman R.G. Part I. Role of VAM Fungi in Biocontrol // Mycorrhizae and Plant Health. - St. Paul, APS Press,. – 1994. – P. 310-345.
- Lynch J.M. The Rhizosphere. John Wiley and Sons ltd. – 1990. – 214 p.
- Magalhaes M.O.L.; do Amaral Sobrinho N.M.B.; dos Santos F.S.; Mazur N. Potential of two species of eucalyptus in the phytostabilization of a soil contaminated with zinc. Rev.Cienc.agron. – 2011. – V.42, № 3.– P. 805-812.
- Majtkowski W., Majtkowska G. Phytosanitary functions of plants used for the reclamation of the heap of ashes in Sowlany near Bialystok // Biul.Inst.HodowliAklimat.Rosl.. Warszawa. – 2012. – № 263. – P. 55-63.
- Margesin R., Zimmerbauer A., Schinner F. Soil lipase activity - a useful indicator of oil biodegradation // Biotechnology Techniques. – 1999. – V. 13. – P. 859–863.
- Marsh J. F., Schultze M. Analysis of arbuscular mycorrhizas using symbiosis-defective plant mutants // New Phytol. – 2001. – V. 150. – P. 525-532.
- Marcinkeviciene A., Pupaliene R. The influence of crop rotation, catch crop and manure on soil enzyme activities in organic farming. Zemdirbyste // Lietuvos zemes ukio univ. – Akademija. – 2009. – P. 70-84.
- Matsuura H., Ohmori F., Kobayashi M. et all. Qualitative and quantitative analysis of endogenous jasmonoids in potato plant (*Solanum tuberosum* L.) // Biosci Biotechnol Biochem. – 2000. – V. 64 (11). – P. 2380-2587.
- Maurhofer M., Hase C., Meuwly P., Metraux J.P., Defago G. Induction of systemic resistance of tobacco to tobacco necrosis virus by the root-colonizing *Pseudomonas fluorescens* strain CHAO // Phytopathology. – 1994. V. 84. – P. 139-146.
- Mayak S., Tirosh T., Glick B.R. Plant growth promoting bacteria that confer resistance in tomato to salt stress // Plant Physiol. Biochem. – 2004. – V. 42. – P. 565-572.
- Mukhopadhyay A. N., Brahmabhatt A., Patel G. J. *Trichoderma harzianum* a potential biocontrol agent for tobacco damping-off // Tobacco Research. – 1986. – V. 12, № 1. – P. 26-35.
- Montesinos E., Bonaterra A., Badosa E., Frances J., Alemany J., Llorente I., Moragrega C. Plant-microbe interactions and the new biotechnological methods of plant disease control // Int Microbiol. – 2002.–V.5. – P. 169-175.
- Nelson, E. B., Hoitink H.A.J. Effects of fungal antagonists and compost age on suppression of Rhizoctonia damping-off in container media amended with composted hardwood bark // Phytopathology.– 1983. – V. 73. – P. 1457-1462.
- Nelson E. B., Harman G. E., Nash G. T. Enhancement of *Trichoderma* — induced biological control of pythium seed rot and pre-emergence damping-off of peas // Soil Biology and Biochemistry. – 1988. – V. 20, № 2. – P. 145-150.
- Nelson E. B. Powelson M. L. Biological control of grey mold of snap beans by *Trihoderma hamatum* // Plant Diseases. – 1988. – V. 72. – P. 727-729.

- Olayinka A., Babalola G.O.* Effects of copper sulphate application on microbial numbers and respiration, nitrifier and urease activities, and nitrogen and phosphorus mineralization in an alfisol // *Biol. Agr. Hort.* – 2001. – V. 19. – № 1. – P. 1-5.
- Oldroyd G.E.D.* Dissecting symbiosis: developments in Nod factor signal transduction // *Ann. Bot. (Lond.)*. – 2001. – V. 87. – P. 709-718.
- Oron, V.J.* Trends Biotechnol – 1985. – P. 223-228.
- Parniske M.* Intracellular accommodation of microbes by plants: a common developmental program for symbiosis and disease // *Curr. Opin. Plant Biol.* – 2000. – V. 3. – P. 320-328.
- Papavizas G.S.* Evaluation and various media and antimicrobial agents for isolation of *Fusarium* from soil // *Phytopathology*. – 1967. – V. 57. – P. 848-852.
- Papavizas G.C.* Trichoderma and Gliocladium: biology, ecology, and potential for biocontrol // *Annual Review of Phytopathology*. – 1985. – V. 23. – P. 23-54.
- Parniske M.* Molecular genetics of the arbuscular mycorrhizal symbiosis // *Curr. Opin. Plant Biol.* – 2004. – V. 7. – P. 414-421.
- Patil I. S., Srikant K., Hegde R.K.* Antagonistic action of species of *Trichoderma*, *Bacillus* and *Streptomyces* on *Drechslera sorokiniana* (Sacc) subram & jain // *Pesticides*. 1987. - V. 21, № 12. – P. 22-29.
- Pinto A.P., Serrano C., Piresa T., Mestrinho E., Dias L., Teixeira D.M., Caldeira A.T.* Degradation of terbuthylazine, difenoconazole and pendimethalin pesticides by selected fungi cultures // *Science of The Total Environment*. – 2012. – V. 435. – P. 402-410.
- Punja Z.K.* Comparative efficacy of bacteria, fungi and yeasts as biological control agents for diseases of vegetable crops // *Canadian Journal of Plant Pathology*. – 1997. – № 19. – P. 315-323.
- Pussard M.* Generalites sur le lombricompostage des dechets organic // *Compost Information*. – 1986. – № 11. – P. 20-24.
- Raaijmakers J.M., Leeman M., van Oorschot M.M.P., van der Sluis I., Schippers B., Bakker P.A.* Dose-response relationships in biological control of *Fusarium* wilt of radish by *Pseudomonas* spp. // *Phytopathology*. – 1995. – V. 85. – P. 1075-1081.
- Raupach G.S., Kloepper J.W.* Mixtures of plant growth-promoting rhizobacteria enhance biological control of multiple cucumber pathogens // *Phytopathology*. – 1998. – V. 88. – P. 1158-1164.
- Rauser W.E.* Phytochelatins // *Annu. Rev. Biochem.* – 1990. – V. 59. – P. 61–86.
- Rauser W.E.* Phytochelatins and related peptides. Structure, biosynthesis and function // *Plant Physiol.* – 1995. – V. 109. – P. 1141–1149.
- Rauser W.E.* Structure and function of metal chelators produced by plants // *Cell Biochem. Biophys.* – 1999. – V. 31. – P. 19–48.
- Reichman R., Scott R., Todd H., Dennis E.R.* Effects of soil moisture on the diurnal pattern of pesticide emission: Numerical simulation and sensitivity analysis // *Atmospheric Environment*. – 2013. – V. 66. – P. 41-51.
- Ruelle Ph., Nef L., Lebrun Ph.* Efficacité et rémanence de *Bacillus thuringiensis*: essai en conditions semi-naturelles sur *Euproctis chrisorrhola* J. // *Parasitica*. – 1978. – V. 34. - №3. – P.199-206.

- Saigusa T.; Tejima S.; Ogawa Y.; Takahashi S. Evaluation of Mixed Sward of Kentucky Bluegrass (*Poa pratensis* L.) and White Clover (*Trifolium repens* L.) for Labor-saving Grazing in Hokkaido. Pt 3. The nutrient accumulation process in fertilizer recommendation and the effects of reducing fertilizer application in short grass pasture // Grassland Sc. – 2010. – V. 55, № 4. – P. 318-325.
- Sanders I.R. Specificity in the arbuscular mycorrhizal symbiosis. / In: van der Heijden M.G.A., Sanders I.E. (eds) /Mycorrhizal Ecology // Springer, Heidelberg, Germany. – 2002. – P. 415-437.
- Saravanakumar D., Samiyappan R. ACC deaminase from *Pseudomonas fluorescens* mediated saline resistance in groundnut (*Arachis hypogea*) plants // J. Appl. Microbiol. – 2007. – V. 102. – P. 1283-1292.
- Sauerbeck D. Schadstoffeinträge in den Boden durch Industrie, Besiedlung, Verkehr und Landbewirtschaftung (anorganische Stoffe) //VDLUFA Schriftenreihe, Kongressband. – 1985. – №. 16. – S. 59-72.
- Schmid A., Antonin P. *Bacillus thuringiensis* dans la lutte contre les vers de la grappe, eudémis (*Lobesia botrana*) et cochyliis (*Ceysia ambiguella*) en Suisse romande// "Revue Suisse viticult. agroclim., et horticult." – 1977. – V. 9. – № 3. – P. 119-126.
- Schützendübel A., Polle A. Plant responses to abiotic stresses: heavy metal-induced oxidative stress and protection by mycorrhization // J. Ex. Bot. – 2002. – V. 53. – P. 1351-1365.
- Sedberry J.E. Molybdenum investigations with Soybeans in Louisiana // Bulletin, Agricultural Experiment Station, Louisiana State University. – 1973. – №670. – P. 39-45.
- Smith S.E., Read D.J. Mycorrhizal Symbiosis (3rd edition). - Cambridge, UK, Academic Press. – 2008. – 800 p.
- Smith S.E., Smith A.F., Jacobsen I. Mycorrhizal fungi can dominate phosphate supply to plants irrespective of growth responses // Plant Physiol. – 2003. – V. 133. – P. 16-20.
- Strack D., Fester T., Hause B., Schliemann W., Walter M.H. Arbuscular mycorrhiza: biological, chemical, and molecular aspects // J. Chem. Ecol. – 2003. – V. 29. – P. 1955-1979.
- Sturz A.V., Carter M.R., Johnston H.W. Are view of plant disease, pathogen interactions and microbial antagonism under conservation tillage in temperate humid agriculture // Soil and Tillage Research. – 1997. – V. 41. – P. 169-189.
- Toropova E. U. Ecological niches of Plant Pathogens in Agroecosystems // Abstr. 7th International Congress of Plant Pathology. – UK, 1998. – P. 19-27.
- Van Kan I.A., Joosten M.H., Wagemakers C.A., van den Berg-Velthuis G.C., de Wit P.J. Differential accumulation of MRNAS encoding extracellular and intracellular PR proteins in tomato induced by virulent and avirulent races of *Cladosporium fulvum* // Plant Mol. Biol. – 1992. – V. 20. – P. 513-527.
- Van Loon L.C. Induced resistance in plants and the role of pathogenesis-related proteins // European Journal of Plant Pathology. – 1997. – № 103. – P. 753-765.
- Van Veen, J.A., van Overbeek, L.S., van Elsas J.D. Fate and activity of microorganisms introduced into soil // Microbiology and molecular biology rev. – 1997. – V. 61. – № 2. – P. 121-135.

- Waard M.A., Georgopoulos S.G., Holloman D.B., Leroux H.J. Chemical Control of Plant Diseases: problems and Prospects // Ann. Rev. Phytopathol. – 1993. – V. 31. – P. 403-421.
- Wardle D.A., Parkinson D. The influence of the herbicide glyphosate on interspecific interactions between four soil fungal species // Mycological Research. – 1992. – V. 96. – P. 180–186.
- Wei G., Kloepper J.W., Tuzun S. Induced systemic resistance to cucumber diseases and increased plant growth by plant growth- promoting rhizobacteria under field conditions // Phytopathology. – 1996. – V. 86. – P. 221-224.
- Weissenhorn I., Leyval C., Belgy G., Berthelin J. Arbuscular mycorrhizal contribution to heavy metal uptake by maize (*Zea mays* L.) in pot culture with contaminated soil // Mycorrhiza. – 1995. – V. 5. – P. 245-251.
- Whipps J.M. Developments in the biological control of soil-borne plant pathogens // Advances in Botanical Research. – 1997. – № 26. – P. 129–134.
- Whipps J.M. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere // J. Exp. Bot. – 2001. – V. 52. – P. 487-511.
- Witkamp M., Ausmus B.S. Processes in decomposition and nutrient transfer in forest systems // Role of terrestrial and aquatic organisms in decomposition processes. Oxford-London. – 1976. – P. 375 - 396.
- Woodwell G.M. Effects of simulated radioactive fallout decay on growth and yield of cabbage, maize, peas and radish // Science. – 1962. – V. 139, № 222. – P. 81-98.
- Yang X. E., Long X. X., Ye H. B. et al. Cadmium tolerance and hyperaccumulation in new Zn-hyperaccumulating plant species (*Sedum alfredii* Hance) // Plant Soil. – 2004. – V. 259. – P. 181–189.
- Youssef Y.A., El-Tarabily K.A., Hussein A.M. Plectosporium tabacinum root rot disease of white lupine and its biological control by *Streptomyces species* // J. Phytopathol. – 2001. – V. 149, № 1. – P. 29-33.
- Zhao H. J., Zou Q. Protective Effects of Exogenous Antioxidants and Phenolic Compounds on Photosynthesis of Wheat Leaves under High Irradiance and Oxidative Stress // Photosynthetica. – 2002. – V. 40. – P. 523-527.
- Zehnder G.W., Murphy J.F., Sikora E.J., Kloepper J.W. Application of rhizobacteria for induced resistance // Eur. J. Plant Pathol. – 2001. – V. 107. – P. 39-50.