

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

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

**ГУМІНОВІ РЕЧОВИНИ – БЕЗПЕЧНІ**  
**РЕГУЛЯТОРИ ЕКОСИСТЕМ**

**Київ**

**2016**

УДК  
ББК  
С

**Рецензенти:**

**Д.М. Гродзинський**, академік НАН України

**І.П. Григорюк**, член-кореспондент НАН України

**Гумінові речовини – безпечні регулятори екосистем** / Ящук В.У.,  
Корецький А.П., Ковбасенко Р.В., Дмитрієв О.П., Ковбасенко В.М., – К.: ,  
2016. \_\_\_\_ с.

*Вкнизі викладено загальну характеристику гумінових речовин, механізми їх захисної дії проти біотичного і сольового стресів. Показано також їх антиоксидантну активність та резистентність проти стресів, викликаних важкими металами і залізодефіцитним хлорозом. Встановлено дію та покращення властивостей ґрунту та зростання продуктивності рослин.*

*Видання рекомендоване для наукових працівників та виробничників, які працюють в галузях екології, рослинництва, захисту рослин та сільськогосподарської мікро- біології, 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 \_\_\_\_\_

## ВСТУП

Теоретичні дослідження та прикладне значення гумінових речовин (ГР), як природного походження, так і вироблених у лабораторних умовах або на дослідно-промислових установках, виростають буквально із кожним роком. Сировиною для виробництва гумінових препаратів (ГП) служать різноманітні мало використовувані тіла, запаси яких цілком достатні для дослідно-промислового та промислового виробництва ГР на протязі сотень років. А тому реальна можливість застосування ГР у різних галузях народного господарства не викликає жодних сумнівів.

Дослідження стимулюючого впливу ГР на розвиток сільськогосподарських рослин одержали найбільш повний розвиток вперше у нашій країні близько 70 років тому назад. Пріоритетне значення, безсумнівно, мають роботи професора Лідії Арсенівни Христевої, яка створила у Дніпропетровську на початку 50-их років минулого століття лабораторію по вивченню гумінових добрив (ГД). Дослідниця видала цілу серію праць у яких було закладено усі фундаментальні основи сьогодинського розуміння проблеми ГР.

В останні роки зацікавленість до ГР значно розширилася та вийшла уже за рамки традиційного вивчення органічної речовини ґрунту та дослідів по впливу гумінових кислот (ГК) на ріст та розвиток рослин. Виявлено загальні біогеохімічні та екологічні функції ГР, їх вплив на розвиток планетарних процесів у біосфері.

Було показано, що ГР не можна розглядати лише як деякі відходи життєвих процесів, вони є природним продуктом сумісної еволюції мінерального та живого у історичному розвитку нашої планети і обов'язковим та необхідним компонентом, який забезпечує існування сучасних життєвих форм. Але не дивлячись на значні успіхи у царині вивчення ГР та їх використання, залишається ще досить багато не вирішених проблем, у тому числі – природа та механізми фізіологічної активності ГР, реакції утворення органо-мінеральних похідних. Необхідні подальші проробки технологічних схем та особливо методів одержання малозольних препаратів, виділення фрагментів полідисперсних сумішей, які стимулюють фізіологічну активність і т.д. [Христева, 1973]. Показано, що ГК можуть виступати у якості поживних речовин для рослин, або ж відігравати роль фізіологічно активних речовин, причому вищою фізіологічною активністю володіють найбільш низькомолекулярні фракції гумусу. Крім того показано, що фізіологічна дія властива лише істиним розчинам ГК; при їх випаданні в осад зникає як позитивний ефект на рослини, який проявляється при низьких концентраціях, так і негативний, що проявляється при високих концентраціях [Христева, 1951].

Зростаюче антропогенне навантаження на оточуюче середовище обумовило виникнення такого глобального завдання як цілеспрямоване регулювання порушеної рівноваги у екосистемах. Вирішення цього завдання включає у себе вивчення детоксикації забруднених речовин та пошук безпечних засобів захисту організмів від пошкоджуючої дії токсикантів. У якості таких засобів захисту можуть виступати природні фізіологічно активні сполуки, до яких відносяться ГР, що містяться у всіх природних середовищах, включаючи природні води, ґрунти, торфи, сапропелі та буре вугілля. Утворення ГР являє собою другий по масштабності після фотосинтезу процес трансформації органічної речовини у природі [Перминова, 2000, 2008, Куликова, 2008].

### **ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГУМІНОВИХ РЕЧОВИН**

ГР – особлива група органічних сполук, походження яких зв'язане із процесами біохімічного розкладання та перетворення рослинних залишків (листки, корені, стебла, гілки, стоволи), а також залишків тваринних та мікроорганізмів. У сучасний історичний період вони утворюються та накопичуються у ґрунті. До їх складу входять ГК, фульвокислоти (ФК), солі цих кислот – гумати і фульвати, а також гуміни – міцні сполуки ГК і ФК із ґрунтовими мінералами [Александрова, 1980]. ГР – складні суміші стійких до біодеструкції високомолекулярних темно зафарбованих органічних сполук природного походження, що утворюються при розкладанні рослинних та тваринних залишків під дією мікроорганізмів та абіотичних факторів середовища [Орлов, 1991, 1992]. ГР представляють собою основну частину органічної речовини ґрунтових та водних екосистем, а також твердих горючих корисних копалин, особливо верхнього окисленого шару бурого вугілля – леонардиту. Їх доля від загального вмісту органічних речовин у ґрунті та водах складає 60-80%, у торфах та вуглях вона коливається від 20 до 90% [Thurman, 1985].

По своєму генезису ГР являють собою окрему стадію фізичного, хімічного та мікробіологічного процесів, трансформації органічної речовини у природі. Унікальність їх властивостей та будови визначають ґрунтоутворчі процеси і родючість ґрунтів, а також розкладання гірських порід та мінералів, зв'язування, фіксацію, концентрацію, розсіювання та перевідкладення хімічних елементів [Тап, 2003].

Показано, що у водних розчинах ГК у залежності від концентрації, рН середовища, природи противіона можуть існувати у вигляді окремих молекул, агрегатів, надмолекулярних структур та міцел. Іменно стан ГК у водних розчинах і визначає багато їх фізико-хімічних властивостей. Так наявність надмолекулярної структури ГК обумовлює здатність ГК при невисоких концентраціях (~ на 3 порядки нижче ККМ) проявляти комплекс

властивостей, необхідних для їх ефективного використання у агропромисловому комплексі, а також визначаючих роль ГК у природних системах, для зв'язування, утримування, міграції речовин різної природи, сорбцію на глинистих мінералах та ін. [Кравченко и др., 2013].

Кліматичні умови нашої планети сприяли накопиченню ГР в осадках та утворенню каустобіолітів. Причому у каустобіолітах ГР збереглися переважно у вигляді ГК. В еволюційному процесі генезису ґрунту функції ГР як регулятора стійкості екосистеми постійно ускладнювалися із часом. На перших етапах ГР відігравали роль фізіологічного стимулятора життєдіяльності живих організмів. Пізніше, крім фізіологічної ролі, гумус став відігравати роль інгібітора продуктів метаболізму компонентів живих угруповань, а також імобілізатора частини мінеральних компонентів, шкідливих на певних етапах для життєдіяльності рослин або по причині надлишкового вмісту гальмуючих процес нормального стійкого функціонування екосистеми. Функціональна роль ГР зростала, диференціювалася та стала більш різноманітною у період виходу рослин на сушу, коли у них виникла необхідність добувати собі живлення із гірських порід та досягла максимального розвитку у степових умовах, ставши одним із головних механізмів підтримання стійкості екосистем. До моменту формування сучасного ґрунтового покриву гумус виконував уже значну кількість функцій [Stevenson, 1986, Тейт, 1991, Назарюк, 2007, Соловьєв и др., 2011].

Загальноприйнята класифікація ГР базується на відмінності їх розчинності у кислотах та лугах. Згідно цієї класифікації ГР розділяють на три складові: ГК – фракція ГР, розчинна у лугах та нерозчинна у кислотах (при  $\text{pH} < 2$ ); ФК – фракція ГР, розчинна і в лугах і у кислотах та гумін – залишок, нерозчинний ні у лугах ні у кислотах [Stevenson, 1982].

Дослідження методом скануючої мікрокалориметрії показали, що ГК у розбавлених водних розчинах знаходяться у вигляді міцел та складаються із двох фракцій: гідрофільної та гідрофобної, але у процесі вермикомпостування вміст гідрофобної фракції збільшується та зростає її аліфатичність [Юшкова, 2010].

Основними елементами, що утворюють молекули ГР, є вуглець, водень та кисень. Азот та сірка містяться у ГК на рівні 1-5%, а обов'язковою складовою частиною ГР є мікроелементи та вода [Кононова, 1963. Орлов, 1992]. Брутто-формулу ГР можна записати у загальному вигляді наступним чином:



де М – іони металів.

Інформація по елементарному складу дозволяє оцінити найпростіші структурні параметри: атомне співвідношення елементів, ступінь окисленості, ступінь не насиченості, відносний вклад ароматичних та аліфатичних фрагментів, граничний вміст функціональних груп [Perdue, 1984,

Орлов и др., 1996]. Ці параметри досить широко використовують для характеристики особливостей генезису ГР різних джерел походження [Stuermer, Payne, 1976, Visser, 1986].

Колоїдна структура ГК має досить високий ступінь гідрофільності їх функціональних груп, а отже в умовах ґрунту здатна утворювати гель. Цим і пояснюється здатність гумітів підтримувати водо утримуючу здатність ґрунтів. Цей аспект надзвичайно важливий для успішного ведення сільського господарства у зоні нестійкого зволоження [Reuter, Perdue, 1976].

Досліджено вплив механохімічної активації торфів на зміну складу ГК та їх кислотних і іонообмінних властивостей. Показано, що механоактивація торфів збільшує вихід ГК у 6-7 разів, підвищує якість кислих функціональних груп у їх складі, а процес обміну різних іонів у ГК супроводжується тепловими ефектами, при цьому інтенсивність виділення або поглинання тепла для ГК верхового торфу вища, ніж низинного і підвищується після механоактивації [Іванов и др., 2010].

ГР виконують цілий ряд досить важливих функцій, основними серед яких є:

а) концентруючи (акумулятивна), яка заключається у накопиченні необхідних для живих організмів макро- та мікроелементів;

- б) транспортна, яка заключається у формуванні геохімічних потоків мінеральних та органічних речовин, переважно у водних середовищах;
- в) регуляторна функція об'єднує багато різних явищ та процесів, що відбуваються у ґрунтах, водах та інших природних середовищах;
- г) стимулювання проростання насіння, підвищення стійкості організмів до різних стресових факторів та інших фізіологічних ефектів [Nardietal., 2002, Zhang, Ervin, 2004, Загорчевный и др., 2012].

Нев'ясненим залишається питання відповідності форм існування виділених ГР у розчинах та їх організації *in situ* у орґано-мінеральній матриці. Джерело різних компонентів у надмолекулярних структурах, діагностованих у розчині, також залишається незрозумілим: процедури неселективної екстракції ГР із ґрунту приводять до того, що у надмолекулярних асоціантах одержуваного екстракту присутні сполуки, що фізично не контактують один із одним у орґано-мінеральній матриці. Поки що ще не має чіткої відповіді на цілий ряд запитань: яким чином надмолекулярні структури ГР приймають участь у формуванні різних пулів органічних сполук у ґрунті; як присутні ГР впливають на швидкість оновлення вуглецю та азоту у надземних екосистемах; наскільки чутливі компоненти надмолекулярних комплексів ГР до мікробної взаємодії (швидкість та глибина біодеградації). Іншими словами, чи дають нові «супрамолекулярні» гіпотези можливість одержання інформації для описання ролі ГР у формуванні циклу вуглецю у надземних екосистемах на фоні мінливого клімату. Приймаючи до уваги, що взаємодія ГР із біологічно активними сполуками стимулюють зниження амплітуди позитивних або негативних фізіологічних взаємодій, що відбуваються як на

поверхні живих клітин, так і у внутрішньому ґрунтовому середовищі. ГР можна розглядати як «екополімери», що є «агентами гомеостазу» мікробного ценозу ґрунту та екосистем у цілому [Демин, 2012].

У Росії розроблено та запатентовано технологію виробництва гумінового препарату із низинного торфу. Гуміновий препарат Росток володіє стимулюючими та адаптогенними властивостями. Він підвищує енергію проростання, схожість, резистентність до хвороб, до стресів від пестицидів, низьких температур, посухи та інших негативних зовнішніх умов; підвищує коефіцієнт використання поживних речовин; сприяє зниженню нітратів у продукції. Він також прискорює ріст та розвиток рослин, підвищує урожайність та якість продукції [Грехова, 2014].

Гумінове добриво „Добрин – Стимул” є універсальним концентрованим екологічно чистим органо-мінеральним добривом на основі озерного сапропелю та являє собою водний розчин гумінових і фульвокислот, амінокислот, мікроелементів, вітамінів, збагачене мінеральними добавками. Добриво призначене для поліпшення родючості ґрунту, зменшення норм внесення мінеральних добрив, підвищення врожайності сільськогосподарських культур та покращення якості продукції. Застосування гуматів класу „Добрин – Стимул” отриманих із сапропелю озера „Волове” зарекомендувало себе як ефективний засіб підвищення врожайності сільськогосподарських культур, адже окрім вище зазначеного вони різко підвищують стійкість рослин до несприятливих зовнішніх умов: посух, низьких та високих температур, токсикантів, хвороб, а також впливають на фотосинтез та активують включення мінеральних макро- і мікроелементів у біосинтез [Якусик, 2007].

Одним із напрямків хімічної модифікації є одержання біохімічних сполук на основі ГР, що містять біологічно доступні форми металів, що являють собою гумати калію або натрію із додаванням необхідних мікроелементів, таких як залізо, мідь, цинк, марганець, молібден, кобальт і бор. Прикладами таких препаратів є «Гумат+7» та «Гумат Універсал». При цьому значний інтерес представляють комплексні мікродобрива, що мають високий вміст біологічно доступного заліза, яке є одним із найбільш важливих елементів мінерального живлення живих організмів. Залізо є життєво важливим елементом для участі у процесах дихання та зміною ступеня окислення.

## **МЕХАНІЗМИ ЗАХИСНОЇ ДІЇ ПРОТИ СТРЕСУ**

При дії несприятливих факторів спостерігається зміна фізіолого-біохімічних процесів у різних видів рослин. Стрес здатний індукувати експресію специфічних генів, які кодують синтез білків. Значну роль у стійкості рослин до дії несприятливих факторів зовнішнього середовища відіграють

протеолітичні ферменти та їх білкові інгібітори. Протеолітичні ферменти виконують у рослинах не тільки деструктивну роль, але і приймають активну участь у регуляції життєво важливих процесів. Один із механізмів регуляції активності протеолітичних ферментів зв'язаний із наявністю білків-інгібіторів протеаз [Мосолов, Валуева, 1993].

У даний час загальноприйнятим положенням про те, що захисна функція ГР в умовах хімічного стресу забезпечується їх здатністю зв'язувати забруднені речовини у комплекси, які недоступні живим організмам. При такому розумінні захисної дії ГР практично ігнорується роль їх фізіологічної активності у процесах детоксикації забруднених середовищ. Крім того, при такому підході залишається невирішеною проблема ГР в умовах інших абіотичних стресів, таких як несприятлива температура, дефіцит вологи, засолення та ін. Причиною цього є відсутність систематичних досліджень про роль фізіологічної активності у захисній функції ГР [Куликова, 2008].

ГР виконують цілий ряд досить важливих біосферних функцій. До їх числа відносяться структурування ґрунту [Imbuefeetal., 2005, John etal., 2005], накопичення поживних елементів та мікроелементів у доступній для рослин формі [Devevre, Horwath, 2001, García-Mina etal., 2004], регулювання геохімічних потоків металів у водних та ґрунтових екосистемах [Agbenin, Olojo, 2004, Pegoraro etal., 2005, Khwaja etal., 2006]. ГР мають здатність утворювати стійкі комплекси із іонами металів [Senesi, 1988] та стабілізувати ґрунтові колоїди, що містять наночастинки оксидів [Illes, Tombacz, 2006], а також виявляють захисну дію на організми, які перебувають у стресовому стані [Cesco etal., 2000]. ГР активізують енергетичний, нуклеїновий та білковий метаболізм, сприяють кращому опиленню рослин та заплідненню, володіють антистресовими та антимутагенними властивостями, формують повноцінний урожай. У стресових умовах вони активізують процеси репарації ДНК, нормалізують процеси метаболізму усередині клітин, знижують частоту генетичних порушень, стабілізують параметри мітотичного циклу, що адаптує рослин до дії пестицидів та несприятливих факторів оточуючого середовища [Горова и др., 1992]. Відмічено, що гумати мають фундаментальну властивість синергізму при їх сумісному застосуванні із мінеральними добривами, мікроелементами та пестицидами. Вони володіють універсальною здатністю посилювати корисну дію інших речовин [Немченко и др., 2006, Томашевич, 2014]. Природні ГР регулюють процеси росту рослин, покращують фізико-хімічні властивості ґрунту, активізують діяльність мікроорганізмів, впливають на міграцію поживних речовин, стимулюючи процеси дихання, синтезу білків та вуглеводів, ферментативну активність [Якименко, Терехова, 2011].

Механізм дії ГР полягає у стимулюванні усіх біологічних процесів у організмі рослини не тільки на початковому етапі проростання насіння та утворення кореневої системи, але і подальшого росту та розвитку рослини.

Вони змінюють проникність клітинних мембран, підвищують активність ферментів, вміст хлорофілу та продуктивність фотосинтезу. Поряд із цим гумати не токсичні, не канцерогенні та не володіють мутагенною дією, що у свою чергу створює передумови одержання екологічно чистої продукції. Використання гумітів стимулює схожість, накопичення вегетативної маси та приріст маси. Частота стебло утворення зростає на 17-32%, значно прискорюється ріст стебел та коренів. Під дією ГР помітно збільшується висота стебел, коренів та вегетативна маса рослин [Ермаков, Попов, 2003, Борисенко и др., 2015]. Одним із передбачуваних механізмів дії ГР є антиоксидантна активність [Кляйн и др., 2010].

При обробці гуматом натрію насіння томату активність пероксидази у сорту, стійкого до кладоспоріозу та альтернаріозу виросла у 1,8 рази [Поликсенова, 2009]. Зростання стійкості до несприятливих факторів при дії препаратів із ГР, супроводжується зростанням рівня пероксидаз, відмічено у насіння гороху [Юшкова, 2010]. Ауксин індоліл-3-оцтова кислота (ІОК) у складі ГР вперше було ідентифіковано Muscolo A. et al. У 1998 році і у даний час ауксиноподібний ефект зв'язують іменно із цією сполукою [Muscolo et al., 1998]. Показано, що ІОК знаходиться переважно у фракціях ГР із відносно низькою молекулярною масою ( $<3\ 500$  Да), досягаючи рівня  $37\ \text{нмоль мг}^{-1}$  вуглецю [Quaggiotti et al., 2004]. Більш значний вміст ІОК у кислих ґрунтах, порівняно із лужними, ГР яких проявляють переважно гібереліноподібний ефект [Pizzeghello et al., 2001]. У ГР, виділених із кислих ґрунтів, вищі показники відношення вуглецю до азоту, та відношення вуглецю ГР до загального вуглецю [Pizzeghello et al., 2002]. У культурі рослинних клітин ГР, одержані із кислих ґрунтів з найвищою ауксиноподібною активністю, індукували найбільш високий рівень активності та поліморфізму пероксидази [Pizzeghello et al., 2002]. У експериментах *in vitro* із використанням калюсних культур показано, що здатність стимулювати ріст клітин та підвищувати рівень пероксидази, порівнюваної із ефектами ІОК, залежить від молекулярної маси ГР та від їхньої структури. ІОК-подібний ефект відмічено переважно у фракції ГР із відносно низькою молекулярною масою ( $<3\ 500$  Да), які характеризуються наявністю карбоксильних, пептидних та вуглеводних груп, залишків органічних кислот, бетаїну. Фракції із молекулярною масою вище  $3500$  Да, що містять цукроподібні, полієфірні, фенольні та жирно кислотні залишки, цього виду активності не проявляли [Muscolo, Sidari, Attinà, 2007, Muscolo, Sidari, Francioso, 2007, Muscolo, Sidari, 2009]. Іменно низькомолекулярні фракції ГР, які містять переважно гідроксильні, хіноїдні та карбоксильні групи, проявляли найвищу антифугальну активність [Szajdak, Maryganova, 2008, Siddiqui et al., 2009]. Індукція утворення АФК у рослинах при дії ГР зв'язана наявністю у останніх прооксидантних властивостей. Ді- та тригідроксифенольні та хінонні структури ГР викликають зростання у

клітинах рівня стабільних радикалів бензосемихінів, здатних пошкоджувати клітинні структури патогенів безпосередньо або у результаті утворення радикала супероксиду, який при дефіциті фермента супероксиддисмутази перетворюється у пероксид водню [Loonet al., 2006]. Пероксид водню визначає цитотоксичну дію ГР, а конкретно по відношенню до збудника *Fusarium sp.* Trans [Saito et al., 1980].

Єдиного погляду на природу взаємодії ГР із металами взагалі, а із залізом конкретно до цих пір не існує [Соркина, 2014]. Це зв'язано із складністю якісної та кількісної інтерпретації тих методів, які застосовуються для аналізу ГР та сполук, що утворюються із металами.

Із допомогою комплексу біофізичних методів на прикладі дріжджових мікроорганізмів *Candida utilis* показано здатність ГР із торфу у концентрації 0,0001-0,001% індукувати структурну перебудову мембран, поєднану із гальмуванням рівня рівно вагової внутрішньо молекулярної динаміки структури мембранних білків та модифікацією функціональної активності клітин – зміною проникності плазматичної мембрани для вільних нуклеотидів та катіонів натрію і калію, активацією внутрішнього клітинного дихання, що може лежати у основі стимуляції репродуктивної активності дріжджових клітин [Мажуль и др., 1993].

У якості механізму впливу ГК на ріст та розвиток рослин вважається, що вони можуть діяти як фітогормони [Müller-Wegener, 1988; Раковский, Пигулевская, 1978]. А інше можливе пояснення – дія ГК як вискодисперсного золя, що збільшує проникність плазми лемми та сприяє поступанню поживних речовин до рослини [Баталкин и др., 1983, Вахмистров и др., 1987].

ГР збільшують вміст хлорофілу у листках рослин, впливають на процеси фотосинтезу, діють на механізми гормональної регуляції, тому що містять у своєму складі деякі фітогормони, а також збільшують проникність клітинних мембран, покращуючи транспорт поживних речовин та продуктів метаболізму. Дія гумінових стимуляторів на рослину багатогранна. ГР прискорюють обмінні процеси у рослинах, збільшують швидкість утворення білків, і скоріше усього білків-ферментів, впливають на баланс азоту у рослинах [Рейзвих, Верещагин, 2006].

Механізм переведення ГР до водно розчинного стану наступний: зростання оводненості ґрунтового розчину стимулює зниження осмотичного тиску ґрунтового розчину, у ґрунтовий розчин попадають кореневі виділення, що містять полі основні карбонові кислоти, які взаємодіють із металами, що зв'язують структурні фрагменти ГР і тим саме сприяють «розбиранню» структурованих колоїдних міцел гумусових сполук на водно розчинні структурні фрагменти [Попов, 2006].

У силу того, що ГР являють собою поверхнево активні речовини, то вони здатні утворювати асоційовані колоїдні міцели. У асоційованих міцелах

структурні фрагменти відділені один від одного гідратними оболонками. Посередництвом функціональних груп структурні фрагменти ГР зв'язані між собою металічними місточками, утворюючи достатньо міцні сферичні структуровані міцели. Варто відмітити, що чим міцніші ці міцели, тим нижча біологічна активність ГР. А тому для попередження утворення таких міцел до препаратів ГР необхідно вводити спеціальні стабілізатори, які попереджували б асоціацію фрагментів ГР, тим саме підвищуючи активність гумінових препаратів [Flaigetal., 1975, Goodman, 2000].

Вперше встановлено, що ГР впливають на рівень експресії генів, які кодують ферменти вуглеводного обміну базидіоміцета *Trametes maxima*: показано зростання експресії гена *eno*, кодує чого енолазу, що приймає участь у процесі гліколізу, та зниження експресії гена *pgd*, кодує чого 6-фосфоглюконатдегідрогеназу, що приймає участь у пентозофосфатному циклі [Кляйн, 2013].

Важливим моментом зростання коефіцієнта розмноження мерістемних рослин є підвищення їх резистентності при мікроклональному розмноженні. Застосування препарату Гідрогумат у дозі 1,0-1,5 мг/л у середовищі за прописом Мурасіге і Скуга при мікроклональному розмноженні дозволяє підвищити коефіцієнт розмноження цінного біотехнологічного матеріалу рослин та значно підвищити ефективність насінницької роботи. Застосування у живильних середовищах біологічно активних речовин, що активізують метаболізм рослинних тканин та процеси біосинтезу значно підвищують ефективність тиражування, крім того вони дозволяють підготувати культурні рослини при можливих стресах при пересаджуванні та іншим умовам живлення при подальшій пересадці *in vivo* [Аникина, 2015].

Якщо говорити про механізм переносу молекул ГР всередину клітини, то можна передбачити шлях цього поступання до клітини, базуючись на теорії переносу та внутрішньоклітинного переварювання великих молекул та частинок. Але цей шлях переносу виключає, що принципово важливо, безпосередній контакт молекул ГР із компонентами клітини. Захват клітинами великих молекул ГР здійснюється у результаті ендоцитозу, а подальше їх переварювання проходить у спеціальних вакуолях, які утворюються після злиття ендоцитарних пухирків із лізосомами. Усі основні класи біополімерів, що входять до «периферичної частини» молекул ГР або нековалентно захвалених ними (білки, поліцукриди, нуклеїнові кислоти, ліпіди) розкладаються ферментами, що містяться у лізосомах. Утворені у результаті ферментативного гідролізу амінокислоти, цукри, нуклеотиди дифундують у цитоплазму та включаються у метаболічні процеси. Непереварені залишки ГР (у основному «ядерна частина») виводяться із клітини у процесі екзоцитозу [Senn, Kingman, 1973].

Установлено існування другого біологічного колообігу вуглецю – колообігу органічних сполук (структурних та функціональних блоків біологічних

макромолекул), багаторазово використовуваних на різних трофічних рівнях екологічних систем для утворення структурних елементів рослин та ГР ґрунтів. Виявлено, що трофічні взаємовідносини рослин та ґрунту доцільно розглядати як специфічний подвійний ланцюг, у якому утилізація педобіотою відмерлих залишків рослин супроводжується створенням (через посередництво тієї ж біоти) органо-мінеральних фітонутрієнтів. Ґрунт у цій системі виконує трансформаційно-трофічну функцію. Цей підхід дозволяє уточнити визначення родючості ґрунтів біогеоценозів та орних ґрунтів. Побудована математична модель, яка демонструє, що збагачення атмосфери киснем має місце при умові, що поряд із фотосинтезом буде відбуватися асиміляція рослинами органічних сполук ґрунтової органічної речовини [Попов, 2006].

Лігногумат активізує клітинний метаболізм та регенеративні процеси. Механізм його дії заключається у зростанні активності деяких ферментів, у результаті чого прискорюються окисно-відновні процеси, покращується газообмін, нормалізується тканинне дихання, пригнічується інтенсивність вільно-радикального окислення у тканинах. Він сприяє збільшенню вмісту хлорофілу та продуктивності фотосинтезу, що створює передумови для одержання більш високих урожаїв та екологічно чистої продукції. Використання лігногумату у складі позакоренових підживлень забезпечує інтенсивний розвиток лисової поверхні та відповідно, ефективне повітряне живлення рослин. Додавання лігногумату помітно покращує основні функціональні властивості мінеральних добрив (запилення та злежуваність) порівняно із стандартними мінеральними аналогами. Дякуючи своїй біологічній активності лігногумат сприяє росту та розвитку цілого ряду груп мікроорганізмів (*Pseudomonas*, *Bacillus*, *Azomonas*, *Agrobacterium*, *Flavobacterium*, *Arthrobacter*), особливо ефективно він суміщається із азот фіксуючими бактеріями (симбіонтами та вільно живучими). У незначних концентраціях лігногумат стимулює ріст та розвиток бактерій, покращує характеристики зберігання та транспортування мікробіологічних препаратів. При високих концентраціях лігногумат може виступати інгібітором для ряду бактерій або консервантом [Горовая и др., 1995, Богословский и др., 2004, Безуглова, 2007, Назарюк, 2007, Тугаринов и др., 2007].

При культивуванні базидіального гриба *Trametes maxima* штам LE-BIN 0275 на повному середовищі то внесення ГР не стимулювало зміни профілю полярних ліпідів. На мінімальному середовищі, навпаки, було зареєстровано появу п'яти додаткових груп сполук, одна із яких ідентифікована як бетаїновий ліпід діацилгліцерид (N,N,N-триметил)гомосерин (ДГТС). Відомо, що ДГТС відіграє досить важливу роль у адаптації грибів до зовнішніх факторів. А тому індукція синтезу ДГТС ГР на мінімальному середовищі вказує на те, що в умовах дефіциту легко доступного джерела вуглецю ГР викликають більш сильні зміни у метаболізмі та морфології гриба

*Trametes maxima*, порівняно із умовами повного живильного середовища [Кляйн и др., 2015].

Запропоновано спектральний спосіб оцінки механізму взаємодії металів із ГР є інформативним та перспективним у зв'язку із тим, що відноситься до тих способів, які не порушують та зберігають нативну структуру досліджуваних об'єктів. Адсорбційний характер взаємодії іонів срібла із ГР обумовлює високу біологічну доступність іонів та забезпечує бактерицидну активність гумату [Аввакумова и др., 2010].

Модифікація ГК торфів у присутності лужного реагента стимулює зростання загального вмісту кислих біогенних груп. Кислотні властивості карбоксильних груп вуглеводневих ланцюжків фрагментів ГК ( $\text{pH} < 7$ ) послаблюється для торф'яних зразків та посилюється для зразків із бурого вугілля після модифікації при різних умовах. Модифіковані ГК різних каустоболітів у процесі електровідновлення кисню у електрохімічному вічку у лужному середовищі проявляють ініціюючі властивості, а у нейтральному та кислому середовищах – інгібуючі властивості [Мальцева, 2010].

## **ЗАХИСТ ВІД ПЕСТИЦИДНОЇ ДІЇ**

Вплив пестицидів на мікробіоту ґрунту багато у чому схоже із наслідками, які спостерігаються при використанні мінеральних добрив. Але на відміну від останніх отрутохімікатам властива більш жорстка дія на живі організми. Як правило, навіть одноразове їх застосування викликає хоча і зворотні, але суттєві зміни у діяльності різноманітних груп населення ґрунту. До найбільш вивчених сторін цього питання необхідно віднести взаємодію пестицидів із ґрунтовою мікрофлорою. Як правило, мікрофлора відкликається на внесення у ґрунт гербіцидів зростанням або зниженням своєї чисельності. Багато пестицидів негативно впливають на актіноміцети та гриби. Ріст чисельності окремих груп мікроорганізмів під впливом пестицидів відбувається у результаті загибелі конкуруючих із ними популяцій, а також покращення їх живлення за рахунок відмираючих ґрунтових організмів [Овсянников, 2000].

Взаємодія гербіцидів з ГР приводить до більш або менш міцному закріпленню токсикантів у ґрунтовому шарі і крім того попереджує прояв токсичних властивостей, тому що зв'язані гербіциди у більшості випадків доступні та мобільні [Hsu, Bartha, 1974; Riley et al., 1976; Kearney, 1976; Berry, Boyd, 1985; Мотовилова и др., 1994; Dec, Bollag, 1997]. Однак стійкість утвореного комплексу «ГК – гербіцид», його біодоступність для корневих систем рослин, а також для ґрунтових мікроорганізмів у значній мірі залежить від хімічного складу гербіциду та властивостей реагуючих із ним ГК [Sequi, 1986; Тейт, 1991; Genevini et al., 1994]. Гербіциди та їх метаболіти, що не володіють фітотоксичною дією у зв'язаному стані і не піддаються

екстракції, мабуть, можуть через певний час звільнитися та виявляти токсичну дію. До такого висновку дійшли Helling та Krivonak [1978], спостерігаючи дефекти у розвитку рослин у ґрунті через 5-7 місяців після внесення профлураліну, трифлураліну, хлорнітідину та дінітраміну.

Вивчення трансформації та міграції симазину у ґрунтах підзолистого та чорноземного типів у польових та лабораторних умовах показало подвійну роль гумусу у процесах деградації симазину: у перші 20-30 діб після внесення гербіциду гумус прискорює його розкладання, а потім сприяє уповільненню розкладання внаслідок закріплення гербіциду аж до включення симазину у структуру молекули ГР [Сюняев, 1984].

При вивченні токсичності атразину, прометону, діурону, лінуруну та їх комплексів із ГК, виділеної із вугілля, на водному середовищі по відношенню до проростків огірка показано, що комплекси атразину із ГК не мали токсичної дії: тест-рослини, вирощені у присутності цих комплексів, не відрізнялися від контрольних варіантів. Цілком ймовірно, що це було обумовлено біологічною недоступністю гербіцида. Токсичність прометону у присутності ГК суттєво знизилася. У той же час продукти взаємодії похідних сечовини із ГК показували інгібуючий ефект на проростках біомаси тест-рослин [Genevini et al., 1994]. Утворення комплексів «ГК – гербіцид» може сприяти зниженню токсичного ефекту, який виявляють представники триазинів, діазинів, похідних сечовини, карбамінових кислот та деяких інших хімічних класів на фото-синтетичну активність рослин [Draber et al., 1991; Manthey et al., 1993]. Молекула ГК у цьому випадку, мабуть, «зв'язує» активний центр гербіциду, перешкоджаючи таким чином його втручання у процес передачі електрона по електрон-транспортному ланцюгу.

Взаємодія гербіцидів із ГК впливає не тільки на їх доступність для рослин, але і на процеси наступної трансформації. Із однієї сторони, може спостерігатися уповільнення деградації гербіциду внаслідок асоціації із ГК та блокування органічними колоїдами [Smith et al., 1988; Кэлдербенк, 1993], а з іншої сторони, органічна речовина здатна виявляти стимулюючу дію на активність деяких ферментів, що каналізують розкладання гербіциду [Кузьмич, 1990]. Прискорити процес розкладання можна шляхом внесення у ґрунт свіжих рослинних залишків, активізуючи таким чином мікробіологічну деградацію комплексів [Smith et al., 1988; Lee et al., 1995; Berger et al., 1996].

ГК можуть сприяти зниженню токсичності не тільки вихідних препаратів гербіцидів, але і продуктів їх трансформації. Було вивчено деградацію комплексів ГК із аніліном, який є структурним компонентом багатьох органічних сполук. Результатами експерименту було показано, що комплекси «анілін – ГК» не виявляли токсичного ефекту на чисельність бактерій; швидкість деградації комплексів була значно нижчою, ніж швидкість деградації незв'язаних ГК та зростала при світловому опроміненні і збільшенні чисельності мікробних популяцій. Підвищену стійкість анілін-

гумінових комплексів до мікробного розкладання дослідники пояснили формуванням азотних гетеро циклів у результаті ковалентного зв'язування аніліну із хінонними структурами у молекулі ГК [Amador et al., 1991].

Стійкість комплексів «ГК – гербіцид» суттєво залежить від структурних особливостей ГК. Наприклад, ГК, виділені із ґрунту, утворювали більш стабільні комплекси із напропамідом, ніж водні або торф'яні ГК. Аналіз елементарного складу ГК показав, що грантові ГК характеризувалися підвищеним вмістом азоту і фосфору і зниженим – кисню; вміст амінокислот у них у 2-5 разів перевищував цей показник для торф'яних та водних ГК. Дослідники вважають, що такі відмінності у структурі ГК обумовили значний вклад гідрофобного зв'язування в утворення та стійкість комплексів виділених із ґрунтів препаратів [Liu et al., 1996].

Дослідження трансформації атразину у гомогенній системі лакказа – атразин – ГК показало, що лакказа знижувала рівень адсорбції гербіциду ГК, цей ефект зв'язаний із процесами модифікації ГК утворенням їх комплексів із лакказою. Установлено, що процес трансформації атразину у гомогенній системі лакказа – атразин – ГК – редокс-медіатор у значній мірі визначається використанням редокс-медіатором, який викликає 60%-ну трансформацію гербіциду у досліджувальній системі, є 1-гідроксібензотриазол. Вивчена трансформація у гетерогенній системі лакказа-атразин-імуномобілізовані ГК. Показано, що у присутності фермента зв'язування атразину ґрунтами відбувається за механізмом окислювального зв'язування про що свідчить аналіз ізотерм адсорбції та десорбції, а також зростання кількості незворотно зв'язаного гербіциду. Проведені лабораторно-вегетаційні експерименти показали можливість детоксикації атразину у ґрунтових умовах шляхом його зв'язування із ГК за механізмом окислювального зв'язування за участі лаккази; при цьому необхідні для проходження процесу редокс-медіатори присутні, мабуть, у ґрунті [Давидчик и др., 2003].

ГК ґрунтів можуть впливати на токсичність гербіцидів не тільки утворюючи недоступні для рослин комплекси, але і викликаючи хімічну трансформацію токсикантів. Було показано, що ГК сприяють гідролізу триазинів, стимулюючи утворення не фітотоксичних оксіпохідних [Gamble, Khan 1988]. У даний час добре відомо, що ГР впливають на поведінку різних органічних забруднюючих речовин у оточуючому середовищі. Вони здатні зв'язувати ксенобіотики та нетоксичні комплекси [McCarthy, Jimenez, 1985, Oriset al., 1990, Misra et al., 2000], або сприяти їх розкладанню [Zenget al., 2002]. Так як зв'язування токсикантів, та їх розкладання стимулює зниження концентрації вільного ксенобіотика, то у присутності ГР спостерігається зниження токсичності середовища, а захисні властивості ГР у присутності токсикантів досить часто називають детоксифікуючими.

Відмічено ефект зняття інгібуючої дії сім-триазинового гербіциду симазину при безпосередньому внесенні гумату натрію до середовища вирощування

пошкоджених гербіцидом рослин. Суха маса коренів ячменю у варіанті із сумісним внесенням гумату натрію та симазину складав 87% від контролю, тоді як внесення симазину без гумату натрію показало 50% пригнічення рослин [Кулик, Горовая, 1980]. Використання Гумі 20 (1 л/га) під час хімпрополки посівів ярої пшениці підвищує імунний статус рослин, знижуючи фіто токсичність гербіциду, сприяючи більш швидкому переборенню «гербіцидної ями». Тому найвищий вплив на урожайність та якість зерна ярої пшениці показує їх сумісне застосування [Сергеев, Дмитриева, 2015].

Рістстимулюючий торфогуміновий препарат Гумінатрін добре знімає стрес у рослин при застосуванні у баковій суміші із гербіцидами, підвищуючи їх біологічну активність. Як антидепресант до гербіцидів Гумінатрін у дозах 0,3 і 0,5 л/га підвищує біологічну активність ґрунту, а при дозі 1,0 л/га дещо обмежує її [Холдобина, 2013].

При дії ГР на пошкоджені пестицидами рослини у клітинах меристематичних тканин посилюється репаративний та реплікативний синтези ДНК, синтези РНК і білків, ліквідовуються блоки переходу клітин із однієї фази циклу у другу, відновлюється асоціація моносом у полі рибосоми, знижується число аберантних хромосом на нормалізуються процеси власне мітозу, тобто зростають адаптивні можливості клітин меристематичних тканин. Установлення взаємозв'язку між внутрішньо клітинними процесами та онтогенезом дозволило підійти ближче до розуміння адаптацій у рослинному організмі та теоретичному обґрунтуванню практичного застосування ГР. Результати вегетаційних та польових дослідів показали, що ГР у нормальних умовах стимулюють, а у екстремальних нормалізують ріст та розвиток рослин. При цьому вони виявляють позитивний вплив на анатомічну будову вегетативних органів, органогенез, функціональний стан пилку, фізіологічні процеси та продуктивність рослин [Горовая, 1993].

Установлено, що додавання Фітоспорину-М у суміші із невеликим додаванням Гумі-20 до протруйника насіння ярого ячменю Бар'єр-колор додатково підвищує урожайність на 1,2 ц/га, або на 7% [Хисамов, 2008]. При багаторічній обробці гербіцидами посівів ячмінь стає менш сприйнятливим на сприятливі умови проростання. Разом із тим він одночасно набуває властивості підвищеної стійкості до дії несприятливих факторів [Зинченко, 2002]. Показано, що застосування гербіцидів на ячмені не сприяє помітному зростанню урожайності [Шаяхметов и др., 2001].

Виявлено, що процес трансформації гербіциду атразину у гомогенній системі лактаза – атразин – ГК – редокс-медіатор у значній мірі визначається використанням редокс-медіатором; ефективним редокс-медіатором, який викликає 60% трансформацію гербіциду у використаній системі є 1-гідроксібензотриазол [Davidcviketal., 2004]. Введення антитоду до гербіцидного препарату переслідує мету зниження токсичності дії гербіциду

на культурні рослини без зміни гербіцидної активності по відношенню до бур'янів. Композиційні препарати, які містять гербіцид та його антидот, запропоновано застосовувати для обробки як посівів так і насіння [Спиридонов и др., 2009].

Веgetуючі бур'яни досить добре реагують на покращення умов живлення, серед яких виділяються види, які відзначаються генетично вищою енергією росту і розвитку та кращою схильністю при сприятливих умовах до інтенсивного накопичення біомаси, обміну речовин та формоутворенню (щириця, лобода біла, паслін чорний, осоти та ін.) у результаті чого у травостої забур'яненості знижується чисельність та зростає маса бур'янів. Установлено, що лінгогумат натрію ( $1,0 + 1,0$ ) л/га знижував чисельність бур'янів на 7,0%. Лінгогумат натрію із одним підживленням азотом ( $N_{35}$ ) – на 16,6%, а із двома підживленнями ( $N_{35} + N_{35}$ ) – 31,2%. При цьому маса бур'янів зростала відповідно на 9,5%, 33,2% та 74,7% [Ярошук, 2013].

Установлено, що застосування ГР сприяло зниженню залишкових кількостей пестицидів у ґрунті та перешкоджало їх накопиченню у рослинах, дозволяло знизити кількість протруйників при передпосівній обробці насіння [Степченко, Седых, 2010].

Виявлено основні закономірності взаємодії модифікованих ГК із біоцидами. Установлено, що модифікація ГК верхового торфу без реагента збільшує константи асоціації у 2,5 рази у випадку ципроконазолу, а модифікація ГК у присутності луґу – у 3,6 рази для тебуконазолу. У результаті взаємодії біоцидів із ГР їх токсичність послаблюється та залежить від міцності утвореного комплексу [Мальцева, 2010].

Гумінові препарати Гумі-М та Гуміфілд, застосовані при обробці бульб перед висадкою та обприскуванні сходів, нівелювали негативну дію суміші інсектицидів круйзер та престиж із фунгіцидом максим та гербіцидом тібус на ростові процеси картоплі. Вони сприяли у період проростання бульб зростання кількості бруньок, ріст коренів, їх масу, адсорбційну поверхню кореневої системи, а у період «сходи – цвітіння» – біомасу рослин, довжину стебла, площу листової повенхні. Застосування гумінових препаратів у суміші із протруйниками та гербіцидом послаблювало хімічний стрес від пестицидів, підвищувало роль антиоксидантної системи захисту рослин, що виражалося у зростанні активності ферментів каталази та пероксидази, кількості аскорбінової кислоти та стійкості хлорофілу. Гумінові препарати, що використовувалися при підготовці бульб до посадки, підвищували продуктивність картоплі, порівняно із пестцидами на 1,80-2,48 т/га. Комплексне застосування добрив, гумінових препаратів та засобів захисту рослин покращували показники якості картоплі – товарність, вміст сухої речовини. Гумінові препарати знижували вміст нітратів, важких металів цинку, свинцю та кадмію у бульбах картоплі [Бочаров, 2013].

Сумісне застосування Гумі 90 у суміші із інсектицидом, фунгіцидом та гербіцидом стимулює покращення біохімічних показників рослин пшениці, ячменю, гороху та картоплі, покращує елементи структури урожаю та збільшує біологічну і господарську ефективність пестицидів. Поряд із фунгіцидними та ріст стимулюючими властивостями їм притаманна також властивість фізіологічно активних сполук нового покоління – активація захисних механізмів рослин проти дії біогенних та абіогенних факторів. Гумі 90 гарантує екологічну безпеку препаратів [Ямалеева и др., 2005].

## **СТІЙКІСТЬ ПРОТИ СТРЕСУ, ВИКЛИКАНОГО ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ**

Важкі метали (ВМ) – група хімічних елементів, що мають щільність  $5 \text{ г/см}^3$ . Цей термін застосовується у технічній літературі, де метали класифікуються, як легкі та важкі. Для біологічної класифікації більш правильно буде керуватися їх атомною масою, тобто вважати ВМ метали із атомною масою вище 40 [Большаков, 2002]. Молекулярними мішенями, тобто об'єктами атаки іонів ВМ служать: 1) гемовмісні білки та ферменти; 2) системи перекисного та вільно радикального окислення ліпідів та білків, а також системи антиоксидантного та антипероксидантного захисту; 3) ферменти транспорту електронів та синтезу АТФ; 4) білки клітинних мембран та іонні канали мембран [Ложеченко и др., 2008]. Згідно сучасної екотоксикологічної інформації нідерландських екологів небезпечні важкі метали/металоїди утворюють у ґрунті такий ряд:  $\text{Se} > \text{Tl} > \text{Sb} > \text{Cd} > \text{V} > \text{Hg} > \text{Ni} > \text{Cu} > \text{Cr} > \text{As} > \text{Ba}$ . До цього списку необхідно також включити  $\text{Tl}$ ,  $\text{Cr}$ . Вміст у забруднених ґрунтах важких металів/металоїдів вивчено дуже нерівномірно: ераще вивчені  $\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Pb}$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{Cd}$ ,  $\text{Cr}$ ,  $\text{As}$ ,  $\text{Mn}$ ,  $\text{Co}$ ,  $\text{Hg}$ ,  $\text{Se}$ , а решта 46 вивчені набагато гірше, хоча серед них є і небезпечні:  $\text{Ba}$ ,  $\text{V}$ ,  $\text{Tl}$  [Водяницкий, 2011].

ВМ відносяться до числа найбільш поширених та небезпечних для біоти забруднювачів оточуючого середовища. Відомо, що рослинні організми досить чутливі до стану оточуючого середовища та активно реагують на його зміну. Рівень ВМ, токсичний для різних видів та сортів культурних рослин, суттєво відмінний. Особливо суттєві токсичні ефекти ВМ на культурні рослини, тому що поблизу великих міст доводиться культивувати рослини в умовах забруднення, а самоочищення ґрунтів практично не відбувається або швидкість його надзвичайно низька. Це диктує необхідність вивчення шляхів поступання ВМ у ґрунт та рослини, ролі кожного елементу та їх взаємодії у рослинному організмі, дослідження реакцій відповідей рослин різних видів на дію ВМ, а також вивчення шляхів пом'якшення «металічного процесу» [Заварзина, 2000, Башмаков, 2002]. Свинець та кадмій поширені практично усюди. Вони високотоксичні – віднесені до 1 класу небезпеки. Кадмій є

одним із найбільш пріоритетних елементів-токсикантів. Іони кадмію мають високу рухливість у ґрунті та легко транслокуються до рослин. Масова доля кадмію у ґрунті варіює у широких діапазонах. Середній вміст кадмію у ґрунті знаходиться у діапазоні від 0,07 до 1,1 мкг/кг і при цьому фонові рівні кадмію у ґрунті не перевищують 0,5 мкг/кг, а більш високі значення свідчать про антропогенний вклад у вміст кадмію у верхньому шарі ґрунту [Винокуров, Суторихин, 2000].

Реакції ГК із сполуками металів є обов'язковою і головною ланкою ґрунотворчого процесу. Взаємодія ГК із мінеральними елементами ґрунтів стимулює формування своєрідного «депо» біологічних елементів, що регулює режим живлення рослин у залежності від умов оточуючого середовища. Утворення комплексів із ГК відіграє важливу роль у процесах міграції та доставки біогенних металів до біологічних систем. ГК та ФК поряд із іншими потенційними лігандами природного походження можуть відігравати певну роль у забрудненні оточуючого середовища різними токсичними елементами [Тейт, 1991]. ГРусилу своєї неоднорідності структури та полівалентності можуть взаємодіяти із іонами ВМ через іонний обмін, поверхневої адсорбції, комплексоутворення та коагуляцію [Дубовик, 2011].

Одним із основних механізмів токсичної дії ВМ на рослини є їх здатність заміщувати іони інших металів та взаємодіяти із функціональними групами макромолекул. Негативна дія ВМ на живий організм також опосередкована пошкоджуючою дією АФК, генерація яких стимулюється ВМ. Дія ВМ носить плейотропний характер та стимулює порушення багатьох фізіологічних процесів у клітині. Відомо, що ВМ негативно впливають також на функціонування хлоропластів. Токсична дія на фотосинтетичні процеси ВМ виявляють не тільки за рахунок порушення водного статусу та газообміну, але і шляхом інактивації ключових ферментів метаболічних шляхів та білків тілакоїдних мембран, зниження вмісту пігментів [Зарипова, 2008].

Особливої уваги заслуговують адаптогенні властивості ГР, обумовлені їх здатністю зв'язувати радіонукліди, іони важких металів, руйнувати пестициди після закінчення строку їхньої дії, полегшувати та прискорювати детоксикацію культурних рослин [Борисенко, Хусид, 2015].

Дослідження комплексоутворення ГК із іонами міді та кадмію показало, що константи стійкості комплексів міді на 2-3 порядки вищі аналогічних величин для кадмію. Дослідження протекторних властивостей ГК у оптимумі біологічної дії (5-10 мг/л) показало, що ГК можуть захищати дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* та крес-салат *Lepidium sativum* при концентрації іонів кадмію та міді у розчині 0,1-5,0 мг/л коли комплекси із ГК зв'язують 20-100% іонів металу від вихідного вмісту у розчині [Семенов, 2009].

Важливою складовою антистресової дії Гумі М на рослинах пшениці при дії кадмію є попередження різких стрес-індукованих зсувів у балансі фітогормонів, зв'язаних із накопиченням АБК та зниження рівня ауксину та

цитокінінів. Виявлено, що попередня обробка Гумі М прискорювала процес лігніфікації клітинних стінок у базальній частині коренів рослин, який в умовах дії кадмію значно посилювався. Цей ефект Гумі М, мабуть, відіграє досить важливу роль у гальмуванні поступання токсичних іонів кадмію до внутрішніх тканин коренів [Нургалиєва, 2007].

Дослідження протекторних властивостей ГК у оптимумі біологічної дії (5-10 мг ГК/л) показало, що ГК можуть захищати дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* та крес-салат *Lepidium sativum* при концентрації іонів кадмію та міді у розчині 0,1-5,0 мг/л у комплекси із ГК зв'язуються 20-100% іонів металу від вихідного вмісту у розчині [Семенов, 2009].

Застосування нових меліорантів до складу яких входять гумінові кислоти, у еквівалентних кількостях на техногенно забруднених ВМ ґрунтах, дає можливість хімічно зв'язати їх катіони у гумати, що мають низьку розчинність. Вирощування після проведення детоксикації техногенно забрудненого ВМ ґрунту, сільськогосподарська продукція відповідає існуючим санітарно-гігієнічним нормам [Крамарєва, 2007].

При вивченні дії високими концентраціями кадмію на рослини пшениці підтверджено його високу фітотоксичність – тільки при 25 мкМ сульфату кадмію рослини змогли пройти усі фази розвитку, знижуючи масу на 25% до фази колосіння. Ступінь метало стійкості цих рослин зросла у процесі їх розвитку із 12,0 до 26,2% у фази кушіння та колосіння, відповідно. Висока регулююча функція кореневої системи рослин спостерігалася також при 25 мкМ – відношення вмісту кадмію у коренях та стеблах склало 19, тоді як при 50 мкМ – 11. Протекторна роль гумату спостерігалася тільки при концентрації сульфату кадмію 25 мкМ – ступінь метало стійкості рослин зросла у фазу кушіння на 9%, а у фазу колосіння – на 19%, порівняно із рослинами, вирощеними без гумату. Захисна роль гумату обумовлена зниженням накопичення токсичного іона у рослинах – при 25 мкМ у присутності гумату вміст кадмію знизився у 1,57 та у 2,42 рази у стеблах та коренях відповідно. При 50 мкМ спостерігався протилежний процес – посилене накопичення токсичного іона у кореневій системі рослин у присутності гумату [Kaschl, Chen, 2002, Кирдей, 2014].

Показано, що іммобілізовані гумінові похідні ефективно сорбують плутоній ( $1,34 \cdot 10^{-7}$  моль Pu(V)/г) та ліпополіцукрид (до 300 мг/кг) із водних розчинів. При цьому встановлено взаємозв'язок між ступенем модифікації похідних та їх реакційною здатністю по відношенню до екотоксикантів. Установлено, що використання діоксана у якості розчинника та застосування етоксіорганосіланів замість їх метоксі-аналогів дозволяє одержувати алкосісілільні похідні ГР із порівняно високою сорбційною здатністю та забезпечує виконання вимог «зеленої хімії» про мінімальну токсичність кінцевих та проміжних продуктів реакцій [Карпюк, 2008].

Величина статистичної обмінної ємкості ГК по відношенню до іонів ВМ ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ) знаходиться у прямій залежності від вмісту в ГК  $\text{COOH}$ -груп. Максимальною сорбційною здатністю Н-ГК по відношенню до іонів ВМ володіють карбоксильні групи її аліфатичних фрагментів ( $\text{pK}_a \sim 2,56$ ), дещо менш активні – карбоксильні групи ароматичних структур ( $\text{pK}_a \sim 5$ ) та гідроксили фенолів ( $\text{pK}_a \sim 8,4$ ) та ще менше активні спиртові аліфатичні гідроксили ( $\text{pK}_a \sim 13$ ). Найнижчу здатність до комплексоутворення із іонами ВМ проявляють функціональні групи із  $\text{pK}_a \sim 10$ , які можна віднести до гідроксилів фенолів із донорними замісниками у бензольному кільці [Закис, 1987]. Експериментально показано, що міцність зв'язку комплексів Метал-ГК визначається переважно механізмом взаємодії іона ВМ із функціональними групами ГК. Термічна стійкість Метал-ГК знаходиться у прямій залежності від вмісту у них вільних центрів сорбції (особливо  $\text{COOH}$ -груп), які розташовуються в ряд Н-ГК > Со-ГК > Ni-ГК > Cr-ГК і Cu-ГК. Досліджено механізм процесів взаємодії ГК з іонами важких металів, а також особливості структури і властивостей металлогумінових комплексів. За допомогою методу вилуговування соляної кислоти вивчені стійкість металлогумінових комплексів у водному середовищі, а також рухливість важких металів [Лиштван и др., 2012].

Роздільне застосування замочування насіння ячменю стимулятором фіто екстракції «Авамікс» та позакореневого обприскування препаратами «Акварин-4», «Біогумус» та «Гумат+7йод» сприяли росту стебел у довжину, збільшували біомасу та стимулювали фіто екстракцію цинку гірчицею сарептською, тим саме підвищуючи біологічний винос цинку стеблами рослин в 1,1-2 рази [Неведров, 2014].

Усе це свідчить про перспективність застосування ГР на забруднених ґрунтах із метою блокування шляхів міграції різних токсичних речовин у системі «ґрунт – рослина». Досить перспективним може виявитися використання гумінових препаратів для одержання чистої продукції на ґрунтах, забруднених ВМ та радіонуклідами.

## **РЕЗИСТЕНТНА ДІЯ В УМОВАХ ЗАЛІЗОДЕФІЦИТНОГО ХЛОРОЗУ**

В умовах інтенсивного сільського господарства може відбуватися винос заліза із ґрунту із сільськогосподарською продукцією, тоді виникає необхідність застосування мікродобрив. Найбільш гостро проблема залізодефіцитного хлорозу є на карбонатних та чорноземних ґрунтах із високим значенням рН та високим вмістом карбонату кальцію [Островская, 1993]. У зв'язку із цим розробка та застосування ефективних та безпечних коректорів дефіциту заліза має велике практичне значення.

Для переважної більшості живих організмів залізо є життєво важливим елементом, так як воно приймає участь у процесах, зв'язаних із переносом електронів та зміною ступеня окислення. Це процеси дихання та трансформації енергії у клітинах. Однією із найважливіших функцій заліза є взаємодія із АФК. У зв'язку із цим недостатня кількість заліза може викликати досить серйозні порушення у життєдіяльності живих організмів[Тейлор и др., 2004]. Основні функції заліза у рослинах представлено у таблиці 1.

**1. Основні функції заліза у рослинах[Тейлор та ін., 2004]**

| Функція                                          |                                                   | Залізовмісні біохімічні комплекси               |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Зворотний перенос електронів                     |                                                   | Залізо-сірчані білки, цитохроми aіb та оксидаза |
| Функціонування активних центрів редокс-ферментів | Окислення біомолекул                              | Цитохроми Р 450, пероксидази                    |
|                                                  | Детоксикація АФК                                  | Супероксиддисмутаза, каталаза                   |
|                                                  | Утворення АФК                                     | оксидаза                                        |
|                                                  | Утворення реакційно здатних азотовмісних частинок | NO-синтаза                                      |

У рослин виявлено два основних способи поглинання заліза, які називаються стратегіями 1 і 2 [Бобылев, 2003]. Рослини із стратегією 1, до яких відносяться усі дводольні та однодольні, крім м'ятликових, здатні знижувати значення рН у області ризосфери, що сприяє відновленню заліза із тривалентного до двохвалентного заліза [Битюцкий, 2005]. Поступання у клітину здійснюється шляхом зв'язування із залізо відновлюючими білками, які асоційовані із клітинними мембранами. Рослини із стратегією 2 м'ятликові виділяють фітосидерофори – органічні речовини, що утворюють хелатні комплекси із тривалентним залізом. Прикладом культурних рослин із стратегією 1 є картопля, соняшник, огірок, томат та усі плодові культури, а із стратегією 2 – пшениця, кукурудза, сорго, ячмінь та жито. При стратегії 1 поступання заліза у рослини відбувається після розщеплення комплексу із органічними лігандами та відновлення заліза тривалентного до заліза двохвалентного. Відновлення відбувається у результаті активності залізоредуктаз – ферментів ризосфери, виділення яких супроводжується підкисленням середовища. Так як рослини цих двох груп використовують різні механізми поглинання заліза, то біологічна доступність різних сполук

заліза може досить суттєво відрізнятися для рослин із різними стратегіями [Соркина, 2014].

Найбільш простим способом боротьби із залізодефіцитним хлорозом, що застосовувався на протязі тривалого часу, а іменно внесення у ґрунт солей заліза, є недостатньо ефективним те має тривалої дії, тому що іони заліза гідролізуються та виводяться із розчинної фази ґрунту внаслідок того, що гідроксили випадають у осад [Клечковский, Петербургский, 1964, Безуглова, 2007]. Більш ефективним є обприскування листків слабкими розчинами солей заліза, частіше усього це сульфат або хлорид заліза, лимоннокисле залізо або сіль Мора. Такий спосіб обробки зазвичай дає тільки точкове або плямисте позеленіння листків, але усе рівно сприяє значному покращенню стану рослин та зростанню їх продуктивності. Обприскування необхідно проводити двічі, або навіть тричі на протязі сезону, що підвищує вартість робіт, а крім того навіть багаторазова обробка не є достатньо ефективною. Ефективним способом усунення дефіциту заліза у плодових дерев є введення розчинів солей або органічних сполук заліза у штаб у вигляді ін'єкцій. Спосіб досить трудомісткий і для промислових садів він майже не годиться та і не завжди залишається не шкідливим для рослин [Безуглова, 2007]. Перераховані способи боротьби із залізодефіцитним хлорозом при сильних проявах захворювання не врятовують рослини від значного зниження продуктивності або навіть загибелі. Ця ситуація у корені змінилася після впровадження до сільськогосподарської практики синтетичних хелатів заліза. Комплекси заліза із органічними хелатами стійкі до гідролізу у широкому діапазоні рН та окислювально-відновлювального потенціалу середовища і являють собою джерело доступних сполук заліза для рослин [Alvarez-Fernandez et al., 2005]. Іменно вони і є найбільш поширеними препаратами, що використовуються для корекції дефіциту заліза [List, 2003]. Причиною досить широкого поширення хелатів є те, що вони повністю відповідають вимогам, що пред'являються до препаратів біологічно доступного заліза для застосування у сільському господарстві із високим вмістом заліза (більше 5% по масі), стійкістю до світлової дії та високих концентрацій кальцію у ґрунті, високою розчинністю [Bell, Dell, 2008]. Ефективність хелатів для корекції залізодефіцитного стану було продемонстровано у цілому ряді досліджень [Anderson, 1983, Antonopoulou et al., 2007, Безуглова, 2007, Alvarez-Fernandez et al., 2005].

Систематизовано та науково обґрунтовано способи одержання біологічно доступних форм заліза, стабілізованих ГР. На базі комплексного дослідження одержаних Fe-ГР сучасними методами аналізу вперше показано, що основними формами існування заліза у складі гумінових матриць є не хелатовані іони, а високодисперсні частинки гідратованих оксидів заліза. Вперше показано також, що залізо, стабілізоване ГР, є біологічно доступним для рослин як у формі заліза (+2), так і заліза (+3). Вперше здійснено

одержання наночастинок фероксигіту  $\delta'$  FeOОН у водних розчинах ГР, а також продемонстровано вплив ГР на формування та ріст частинок оксидів заліза у водних розчинах. Сформульовані у роботі теоретичні підходи та практичні рекомендації можуть бути використані для розробки технологій виробництва гумінових мікродобрив, що замінять синтетичні хелатні комплекси, спрямованих на мінімізацію дії хімічних виробництв та реагентів на оточуюче середовище. Одержані у роботі характеристики існування заліза можуть бути використані для контролю якості препаратів біологічно доступного заліза, стабілізованого ГР. Результати вивчення впливу ГР на формування та ріст частинок оксидних сполук у водних розчинах можуть бути використані для створення полі функціональних сорбентів, у тому числі магнітокерованих. Результати оцінки біодоступності заліза у складі препаратів Fe-ГР для рослин із різними стратегіями поглинання можуть бути використані для розробки оптимальних способів застосування та доз гумінових мікродобрив [Соркина, 2014].

Внесення до живильного середовища ГК вугілля у концентрації 60 мг/л сумісно із залізом у концентрації 24 мкМ у формі FeSO<sub>4</sub> показало значний позитивний вплив на довжину, біомасу та вміст хлорофілу. При цьому величина позитивного ефекту була співставна із такою, що спостерігалася у присутності хелату Fe-ДТПА [Куликова, 2008]. Результати цієї роботи перекликаються із роботами де указується на можливість посиленого поступання заліза до рослин у вигляді комплексу із ГР [Chenetal., 1999, Nicoliketal., 2003, Vocanegraetal., 2004].

## **РЕГУЛЯЦІЯ ВОДНОГО ДЕФІЦИТУ**

Засухостійкість рослин визначається, головним чином, характером водообміну, який у свою чергу, залежить від поглинання та витрат води при змінних умовах оточуючого середовища. Покращення водного режиму рослин під впливом ретардантів недоцільне через зміну проникності мембран та вмісту білків, вуглеводів, а також інших біохімічних показників. Синтетичні регулятори росту знижують також негативну дію посухи на посівах культурних рослин [Козьмина, 1990].

Останні дослідження свідчать, що АФК є необхідними сигналами у посередництві закриття продихів через регулюючу дію АБК. Рослини накопичують АБК у відповідь на дію водного стресу, викликаючи сигнальний каскад у замикаючих клітинах, що стимулює закриття продихів. Цей процес є досить важливим у стресових умовах, тому що пори продихів локалізовані у рослинному епідермісі та контролюють поступання вуглекислого газу для фотосинтезу та втрату води через транспірацію [Kwaketal.,2003]. АФК служить ключовою ланкою сигнального каскаду по активації кальцієвих

каналів у плазматичній мембрані. Таким чином, найбільш ймовірною послідовністю подій в умовах сольового стресу буде наступна: фізіологічний дефіцит води – закриття продихів листка, регульоване АБК – обмеження доступу вуглекислого газу – послаблення електрон-транспортного ланцюга та утворення АФК. Ця умова, що називається фотоокислювальним стресом, є основою реакції рослини на інші види стресу – посуху, високі та низькі температури та надмірну освітленість [Takabeetal., 1997, Jiang, Zhang, 2002]. У зв'язку із цим рослини захищені антиоксидантними механізмами, що зв'язують вільні радикали. Ці механізми складаються із двох компонентів: ферментативного та не ферментативного. Неферментативний компонент включає в себе захист із допомогою антиоксидантів, таких як токоферол, аскорбат та глутатіон, каротиноїди, які видаляють молекули вільних радикалів [Sakamoto, Murata, 2000]. Ферментативний компонент складається із ензимів, таких як каталаза, супероксиддисмутаза, аскорбатпероксидаза, моногідроаскорбатредуктаза, дегідроаскорбатредуктаза та глутатіонредуктаза [Sakamoto, Murata, 2000]. Поряд із цим залізовмісний білок ферітин також включений до процесу видалення АФК [Mittleretal.,2004].

Застосування гумінових добрив знижувало швидкість водовіддачі листків озимої пшениці по чистому пару на 8%, а по непаровому попереднику – на 13,8% [Корсаков, 2009].

В умовах польового досліду була вивчена ефективність водорозчинних доз традиційних та гуматизованих мінеральних добрив на ярих пшениці та ріпаку в умовах Нечорноземної зони РФ. Показано, що у несприятливі за погодними умовами польового сезону роки (тривала повітряна та ґрунтова посуха) зростання кількості стандартних мінеральних добрив у 2 і 3 рази не сприяло зростанню урожайності. При застосуванні аналогічних норм гуматизованих добрив одержано достовірну прибавку урожаю пшениці та ріпаку [Гармаш, Гармаш, 2012].

## **АНТИОКСИДАНТНА АКТИВНІСТЬ**

Хімічна структура ГР, що характеризується наявністю фенольних радикалів, дозволяє передбачити у них наявність антиоксидантних властивостей, які були достатньо освітлені у науковій літературі [Espeland, Wetzal, 2002, Latch, McNeil, 2006 та ін.].

Однією із важливих причин пошкоджень від різних видів стресу є утворення АФК [Sivamanieta., 2000]. Хлоропласти, мітохондрії та пероксисоми – найбільш важливі внутрішньоклітинні генератори АФК. Окислювальний стрес є результатом дисбалансу між виробництвом та видаленням АФК. У стресових умовах, таких як засолення, посуха, екстремальні температури,

рослини виробляють та накопичують АФК [Inze, VanMontagu, 1995, Noctor, Foyer, 1998].

Рослини мають достатню стійкість до окислювальних пошкоджень, що обумовлено наявністю ефективних антиоксидантних систем. Вони представлені ферментативними антиоксидантами, такими як супероксиддисмутаза (СОД), каталаза, дегідроаскорбатредуктаза, глутатіонтрансфераза, аскорбатпероксидаза, фосфоліпідгідропероксидаза та інші. Набір неферментативних антиоксидантів достатньо великий та включає ще аскорбінову кислоту, глутатіон, каротиноїди, антоціани, токофероли, убіхінони, флавоноїди, цистеїн, метіонін та багато інших сполук [Asada, 1994; Foyer et al., 1994; Polle, 2001; Arora et al., 2002; Mittler, 2002, Тодоров, Тодоров, 2003].

Порівняння інформації про локалізацію різних форм СОД показує, що найбільш представлена у клітинах рослин CuZnСОД. Її знайдено у всіх внутрішньоклітинних компарментах – у цитозолі, мітохондріях, пероксисомах, а також у апопласті. Що стосується MnСОД та FeСОД, то вони знайдені лише у певних органелах. Зокрема MnСОД розташована у мітохондріях та пероксисомах, а FeСОД – у хлоропластах та цитоплазмі бульбочок деяких бобових [Бараненко, 2006]. Каталаза міститься у всіх аеробних організмах. У рослинах було визначено кілька її лізоформ, які локалізовані переважно у пероксисомах клітини, однак вони можуть знаходитися і у асоційованому із пластидами або мітохондріями стані [Willekens et al., 1995]. Глутатіонпероксидаза локалізована у цитоплазмі, плазма лемі та матриксі мітохондрій, руйнує пероксид водню та органічні гідро пероксиди вільних жирних кислот, нуклеотидів та нуклеїнових кислот [Чиркова, 2002; Kuehn, Borschert, 2002; Ursini et al., 1995]. Аскорбатпероксидаза, будучи присутньою у рослинах у кількох лізоформах, приймає участь у реакції відновлення пероксиду водню аскорбіною кислотою у хлоропластах [Groden, Beck, 1979; Nakano, Asada, 1981; Shigeoka et al., 2002; Mittler, 2002]. Глутатіонредуктаза – досить важливий фермент системи антиоксидантного захисту рослин. Вона каталізує відновлення дисульфідного зв'язку окисленого глутатіону GSSG до його сульфідної форми GSH. У рослинах виявлено 4 ізоформи глутатіонредуктази, які асоційовані із різними клітинними компарментами. Найбільша кількість цього ферменту знаходиться у хлоропластах, виявлено також його ізоензими у цитозолі та мітохондріях [Romero-Puertas et al., 2006].

Висловлюється точка зору про декілька рівнів захисту клітин макроорганізму від АФК, які можуть бути представлені наступним чином: 1-й рівень – системний захист клітин за рахунок значного зниження напруження молекулярного кисню у тканинах, порівняно із атмосферним повітрям; 2-й рівень забезпечується у процесі чотирьох електронного відновлення основної маси внутріклітинного молекулярного кисню за участі

цитохром оксидази без звільнення вільних радикалів; 3-й рівень – ферментативне видалення утворених супероксидазного аніон-радикалу та пероксиду водню; 4-й рівень – наявність ловушок вільних радикалів (антиоксидантів); 5-й рівень – ферментативне відновлення гідро перекисів полі ненасичених жирних кислот [Петрович, Гуткин, 1986]. Число ендогенних сполук, що відносяться до антиоксидантів, постійно зростає. Поки що ще немає єдиної універсальної класифікації антиоксидантів.

ГР є прикладом природних фізіологічно активних біополімерів нерегулярної будови, які характеризуються високою полі функціональністю у екосистемах. Полі функціональність ГР є основою для широкого використання гумінових препаратів у якості регуляторів росту. Проведений кореляційний аналіз одержаних значень антиоксидантної ємкості із структурними дескрипторами ГР показав наявність значної ( $p < 0,05$ ) кореляції антиоксидантної ємкості із вмістом карбоксильних та фенольних груп у ГР, що дозволяє передбачити участь цих функціональних одиниць у реалізації антиоксидантних властивостей ГР [Кляйн и др., 2010].

Відомо, що ферменти, які виділяються у ґрунт у результаті діяльності ґрунтової мікробіоти, частково інактивуються у результаті хімічної денатурації і протеолізу, а частково зберігаються у активному стані дякуючи імобілізації на різних носіях, основним із яких є глинисті мінерали [Kissetal., 1986; Sarcaretal., 1989], вуглеводи [Mayaudon, Sarcar, 1974] та ГК [Абрамян, 1990].

Зберігаючись у ґрунті у активному стані, ферменти приймають участь у реакціях специфічних та неспецифічних ґрунтових сполук. З точки зору біогенезу ГР значний інтерес являють ферменти, що каталізують реакції окислення фенольних похідних, а конкретно поліфенолоксидаза та пероксидаза. У суміші, що містить пероксидазу утворювалася дещо більша кількість гуміноподібного полімеру, ніж у суміші, що містила фенолоксидазу. Дослідники вважають, що ферменти не синтезують полімери, а лише каталізують реакції відщеплення радикалів та атомарного водню із утворення хінонів та вільних зв'язків. Полімеризація відбувається пізніше за рахунок зв'язування вільних радикалів один із одним та іншими органічними речовинами [Martin, Haider, 1980]. Відомо, що полімери типу ГК зв'язують поступаючи до ґрунту оксидоредуктази, забезпечуючи тим саме стабільність ферментів та їх стійкість проти інактивуючих факторів. Численними дослідженнями показано, що поліфенолоксидаза та пероксидаза здатні утворювати стійкі комплекси із ГР. Ступінь їх імобілізації обумовлена молекулярною структурою ферменту, фізико-хімічними та біологічними особливостями мікрооточення фермента, природою ґрунтового поглинаючого комплексу [Гулько, 1993].

Газоволюмометричною методою доведено, що ГК з бурого вугілля виявляють виражені антиоксидантні властивості й є ефективними інгібіторами

ініційованого радикально-ланцюгового окиснення вуглеводнів (кумол і етилбензол). Це дозволяє рекомендувати ГК для застосування в медицині як перспективних нанорозмірних антиоксидантів і біологічно активних природніх полімерів для розроблення нових класів лікарських препаратів і нових наноматеріалів [Смирнова и др., 2010].

Газоволюмометричним методом досліджено дію гіматомеланової кислоти в процесах радикально-ланцюгового окиснення модельних субстратів. Показано, що гіматомеланова кислота в залежності від структури субстрату може поводитися як прооксидант чи інгібітор радикально-ланцюгового окиснення [Смирнова и др., 2012].

Як відомо, кварцетин є найбільш важливим та найбільш поширеним флавонолом та прийнятий у біохімії у якості стандарту при оцінці антиоксидантної активності ГР [Наумова и др., 2014].

Установлено, що лінгогумат натрію активізував окислювальні реакції у коренеплоді та листках цукрового буряка: інтенсивність дихання відповідно на 44 і 27%, активність пероксидази – на 28 і 31%, каталази – на 21 і 17%. Повторні обробки цим же препаратом відновлювали підвищену активність окислювальних реакцій, період наростання і спаду яких тривав на протязі 12 днів [Ярощук, 2013].

ГР проявляли антиоксидантну активність, знижуючи інтенсивність процесів перекисного окислення ліпідів, а також обеззараження продуктів цих процесів, що попереджувало їх негативну дію на плазматичну мембрану клітин організму. Ці факти особливо актуальні для регіонів України, забруднених радіонуклідами після аварії на ЧАЕС [Степченко, Седых, 2010].

Опромінення насіння пшениці у високих дозах сприяє зростанню вмісту у них перексиду водню, супероксидного та гідроксильного радикала і таким чином активізує перекисне окислення ліпідів та викликає активацію антиоксидантної системи рослин. Крім того знижується схожість насіння. Авторами показано, що попередня обробка насіння пшениці гуміновими комплексами різних металів знижує дію радіації на схожість насіння і на ріст рослин. Обробка насіння цими комплексами також впливає на активацію перекисного окислення ліпідів і таким чином захищає рослини від руйнівної дії іонізуючої радіації [Муслимова и др., 2014]. Досліджено активність антиоксидантної системи проростків, схожість насіння та динаміка росту проростків насіння пшениці, попередньо оброблених гуматами натрію, калію і заліза та опромінених  $\gamma$ -променями. Для вивчення радіопротекторних властивостей гумітів насіння на протязі 15 годин обробляли 0,001%-ними розчинами гумітів. Перекисне окислення ліпідів є індикаторною реакцією пошкодження клітинних мембран. Було встановлено, що опромінення насіння у високих дозах збільшує у них вміст перексиду водню, супероксидних та гідроксильних радикалів і таким чином активує перекисне окислення ліпідів. Зміни у динаміці накопичення вторинних продуктів

перекисного окислення ліпідів у культурі тканин пшениці після дії  $\gamma$ -опромінення виявляється достатньо чітко. Для повної уяви про дію радіації на рослинні тканини вивчена динаміка росту рослин та схожість насіння. Високі дози іонізуючого опромінення знижували схожість насіння та ріст проростків, одержаних із опроміненого насіння, стимулювали процеси перекисного окислення ліпідів у однотижневих проростків. Через 2-3 тижні спостерігалось зниження швидкості процесу перекисного окислення ліпідів у проростків, оброблених гуматом натрію. У подальшому розвитку проростків у рості та активності антиоксидантної системи нівелювалися. Вивчені дослідниками гумінові комплекси знижували пошкоджуючу дію іонізуючої радіації на рослини. При вивченні схожості насіння кращий результат було одержано після обробки гуматом калію, а по відношенню до динаміки росту – при обробці гуматом заліза [Муслимова, Азизов, 2015].

Досліджена антиоксидантна активність та інгібуюча здатність по відношенню до фітопатогенного гриба *Fusarium oxysporum* продуктів гідролітичної деструкції верхового сфагнового торфу низького ступеня розкладу. Показана їх здатність індукувати захист ярої пшениці від кореневих гнилей, що викликаються грибами *Fusarium oxysporum*, *Helminthosporium sativum* [Сысоева и др., 2008].

При окислювальному стресі ферментативна антиоксидантна система може виявитися недостатньо ефективною [Полесская и др., 2006]. Причинами цього є швидка інактивація конститутивного пулу ферментів вільними радикалами, а тому необхідний певний час для успішної реалізації їхнього синтезу. У цих умовах зростає значення низькомолекулярних не ферментативних антиоксидантів [Кения и др., 1993]. Однак неферментативні низькомолекулярні антиоксиданти є менш ефективною антиоксидантною системою, порівняно із ферментативною. А тому, від стану антиоксидантної системи багато в чому залежить стійкість рослин до стресових взаємодій [Карташов и др., 2008].

Дія ГК, як антиоксидантів проявляється у зниженні інтенсивності та затримки розвитку хемілюмінесценції люмінолу. У реакції, що приводить до хемілюмінесценції люмінолу, ГК виступають як ловушки проміжних радикалів. Коротка дія опроміненням стимулює зростання антирадикальної активності ГК. Тривале опромінення УФ-променями стимулює фотолеградацію ГК, та як наслідок, змінюється механізм взаємодії із радикалами [Чайковская и др., 2010].

Рослини у відповідь на засолення відповідають генерацією АФК. Вони викликають порушення клітинного метаболізму, у основі якого лежить перекисне окислення ліпідів мембран, пошкодження білків та нуклеїнових кислот [Mittler et al., 2011]. Інтенсивна генерація АФК у рослинах при засоленні може бути обумовлена осмотичним стресом, який викликає розвиток водного дефіциту та інгібування багатьох фізіологічних процесів,

включаючи процеси фотосинтезу та дихання. Подібний ефект може бути досягнутий за рахунок токсичної дії надлишкового вмісту неорганічних іонів на клітинний метаболізм [Hasanuzzaman et al., 2013].

## ДІЯ НА СОЛЬОВИЙ СТРЕС

Згідно сучасних оцінок одна п'ятнадцята частина земної суші, включаючи території використовувані у сільськогосподарському виробництві, зайняті засоленими ґрунтами. Приблизно 5% земель світових сільськогосподарських угідь та майже 20% зрошуваних земель у тій чи іншій мірі засолені. Якщо вміст солей більше, ніж 0,20-0,25% ґрунт вважається засоленим. Прогнозується, що у зв'язку із засоленням через чверть століття 30% земель стануть непридатними для використання у сільському господарстві. Переважна більшість сільськогосподарських культур відносяться до глікофітів, тобто до рослин, які сформувалися та ростуть на незасолених ґрунтах. При підвищеному вмісті солей у ґрунті у них порушується водний та іонний гомеостаз як на клітинному рівні, так і на рівні цілої рослини. Це сприяє розвитку різних токсичних ефектів, які виражаються у пошкодженні біополімерів цитоплазми, що у свою чергу стимулює гальмування росту та може викликати загибель рослин [Куликова, 2008].

На протязі майже усієї історії розвитку ґрунтознавства засолені ґрунти були одним із головних об'єктів досліджень у багатьох країнах світу. Це пояснюється, по-перше, досить широким поширенням засолених ґрунтів у різних регіонах планети, по-друге тим, що засолення – одна із головних генетичних властивостей та меліоративних особливостей ґрунтів аридних та семиаридних областей, а також властивість, що лімітує їх родючість. А також, по-третє, засоленість – одна із основних ознак несприятливого екологічного стану земель. У різних регіонах засолені ґрунти суттєво відрізняються за властивостями, генезису, відповідно і за методами меліорації, що викликає відмінності у їх освоєнні, раціональному використанні у боротьбі із засоленням. Однак площа засолених ґрунтів у зв'язку із посиленням ксерофітизації клімату з однієї сторони та наявністю меліоративних систем (зрошення та осушення) – з іншої постійно зростає. Усе це стимулює значне зниження родючості ґрунтів, біологічної продуктивності, та погіршення якості сільськогосподарської продукції. Для прийняття сучасних та адекватних заходів для попередження засолення та осолонцювання ґрунтів та розробки екологічно прийнятних економічних способів їх використання та відновлення необхідне комплексне вивчення ґрунтів засоленого ряду у природних та агротехногенних умовах різних регіонів [Кандрашин, 1981, Сулейманов, 2010]. Засолення викликає у рослин осмотичний стрес, токсична дія надлишкового вмісту неорганічних іонів, насамперед іонів натрію та хлору, іонний дисбаланс та окислювальний стрес, наслідком чого є

порушення клітинного метаболізму та зниження продуктивності культурних рослин. Засолення зв'язане головним чином із підвищення вмісту натрію у ґрунті. У залежності від переважного накопичення окремих солей засолення поділяють на сульфатне, хлоридне, содове та змішане. Найбільш негативний ефект на рослини виявляють іони натрію та хлору [Строгонов, 1962]. Сольовий стрес впливає на вміст каротиноїдів, а також на ефективність фіксації вуглецю, за рахунок активності рибулозо-1,5-біофосфат-карбоксилази [Delfine et al., 1998].

Формування стійкості рослин до засолення обумовлює необхідність адаптації відразу до трьох незалежних факторів: зростанню осмотичного тиску, токсичній дії іонів та окислювального стресу [Баранова, Гулевич, 2006]. Іонна токсичність, осмотичний стрес та дефіцит поступання поживних речовин при дії солей може викликати окислювальний стрес [Zhu, Scandalios, 1994]. У результаті осмотичного стресу змінюється транспорт іонів у клітині рослини і, як наслідок, порушується гомеостаз [Parida, Das, 2005]. Різні види абіотичних стресів таких як засолення, посуха, екстремальні температури досить часто спроводжуються окислювальним стресом, у процесі якого утворюються АФК, здатні пошкоджувати різні біополімери клітини [Birnboim, Doly, 1979]. Відповідно, різні види стресів можуть формувати подібні сигнальні шляхи [Zhu, 2001, Тарчевский, 2002, Дмитрієв та ін., 2015], що дозволяє клітинам рослин навіть при відсутності специфічного сприйняття сигналу використовувати однакові клітинні відповіді на дію нехарактерних для даного виду стресорів.

У відповідь на сольовий стрес рослина реагує досить численними молекулярними, метаболічними та фізіологічними реакціями, спрямованими на синтез захисних макромолекул, формування протекторних систем та адаптацію організму до нових змінених умов. Молекулярний аналіз глобальної експресії генома дозволив установити, що клітини кореня арабідопсису відповідають на засолення зміною транскрипції 5590 генів. При цьому найбільш серйозні події у зміні експресії генів спостерігаються на протязі перших трьох годин сольової дії [Geng et al., 2013]. Тисячі NCl-регульованих генів кодуєть іонні транспортери, білки іонних та водних каналів, транспортні АТФ-ази, необхідні для відновлення порушеного при засоленні градієнта водного потенціалу у системі «ґрунт – рослина», збереження внутрішньоклітинного водного гомеостазу та переборення індукованого сіллю іонного дисбалансу, а також біосинтезу осморегуляторів та поліфункціональних стрес-протекторних сполук, включаючи компоненти антиоксидантної системи. Перераховані вище гени не можуть експресуватися без максимально швидкої активації транскрипції генів, що кодуєть сенсорні молекули, транскрипційні фактори та компоненти внутрішньоклітинної передачі стресорного сигналу [Жалал, 2014]. Відомо, що солестійкість рослин корелює із їх здатністю підтримувати низький водний потенціал клітинного

вмістув умовах підвищеного вмісту солей у ґрунтовому розчині [Ashraf, Harris, 2004].

Найбільш ймовірною послідовністю подій при сольовому стресі є наступна: фізіологічний дефіцит води – закриття продихів листка, що регулюється АБК – обмеження доступу вуглекислого газу – послаблення електрон-транспортного ланцюга та утворення АФК. Ця умова, що називається окислювальним стресом і є основою реакції рослини на і на інші види стресу – посуху, високі та низькі температури та надмірнк освітленість [Takabeetal., 1997, Jiang, Zhang, 2002, Титов, Таланова, 2009].

Осмотичний шок, який зумовлюється високими концентраціями солей, призводить до порушень життєво важливих функцій, таких як клітинний розподіл, продихова провідність, асиміляція карбону, поглинання елементів мінерального живлення та може дезінтегрувати клітинні мембрани, пригнічувати активність ферментів [Amptmann, Sanders, 1999, Xiong, Zhu, 2002]. У разі сольового стресу зростає концентрація АФК у клітинах, що посилює процеси пероксидації та активує функціонування антиоксидантної системи рослинного організму. Високі концентрації солей, подібно багатьом іншим стресорам інгібують ріст рослин [Hasegawa et al., 2000].

Важливою складовою антистресової дії Гумі М на рослинах пшениці при дії засолення є попередження різких стрес-індукованих зсувів у балансі фітогормонів, зв'язаних із накопиченням АБК та зниження рівня ауксину та цитокінінів. Виявлено, що попередня обробка Гумі М прискорювала процес лігніфікації клітинних стінок у базальній частині коренів рослин, який в умовах хлоридного засолення значно посилювався. Цей ефект Гумі М, мабуть, відіграє досить важливу роль у гальмуванні поступання токсинів до внутрішніх тканин коренів [Нургалиева, 2007].

Для виявлення захисної дії гумату калію в умовах засолення нами здійснено біологічне тестування по методу проростків. У якості тест-культури використовували проростки рослин томату *Lycopersicon esculentum* L. сорту Лагідний. Для створення стресу засолення чашки Петрі із використовуваними розчинами хлористого натрію поміщували для проростання у термостат при температурі 24<sup>0</sup>С. У якості контрольних використовували проростки, вирощені на протязі 72 годин у термостаті при температурі 24<sup>0</sup>С. Нами було виявлено, що при різних концентраціях хлористого натрію величини довжин стебел та коренів знижуються, порівняно із контрольним варіантом (табл. 2).

## 2. Вплив сольового стресу на довжину коренів та стебел проростків томату

| Варіанти досліду | Довжина, мм:    |                   |                 |                   |
|------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
|                  | стебел          |                   | коренів         |                   |
|                  | через 72<br>год | відхилення<br>від | через 72<br>год | відхилення<br>від |

|                                       |      | контролю, в<br>% |      | контролю, в<br>% |
|---------------------------------------|------|------------------|------|------------------|
| Контроль,<br>дистильована<br>вода     | 12,4 | 0                | 16,3 | 0                |
| 1%-ний розчин<br>хлористого<br>натрію | 10,2 | -17,7            | 13,2 | -19,0            |
| 2%-ний розчин<br>хлористого<br>натрію | 9,4  | -24,2            | 10,7 | -34,4            |

Дослідження захисної дії гумату калію здійснювали в умовах в умовах різних концентрацій водного розчину хлористого натрію. Залежність адаптогенної дії гумату калію від запропонованої його концентрації показано у таблиці 3.

### 3. Вплив гумату калію на довжину коренів та стебел проростків томату в умовах сольового стресу

| Варіанти<br>досліджу                     | Концентрація<br>препарату,<br>мг/л | Довжина, мм:    |                                       |                 |                                       |
|------------------------------------------|------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|
|                                          |                                    | стебел          |                                       | коренів         |                                       |
|                                          |                                    | через<br>72 год | відхилення<br>від<br>контролю, в<br>% | через<br>72 год | відхилення<br>від<br>контролю,<br>в % |
| Контроль,<br>дистильована<br>вода        | 0                                  | 12,4            | 0                                     | 16,3            | 0                                     |
| 1%-ний<br>розчин<br>хлористого<br>натрію | 50                                 | 11,0            | -11,3                                 | 14,1            | -13,5                                 |
|                                          | 100                                | 11,4            | -8,1                                  | 14,5            | -11,0                                 |
|                                          | 150                                | 11,8            | -4,8                                  | 15,0            | -8,0                                  |
| 2%-ний<br>розчин<br>хлористого<br>натрію | 50                                 | 10,2            | -17,7                                 | 12,3            | -24,5                                 |
|                                          | 100                                | 10,5            | -15,3                                 | 12,9            | -20,9                                 |
|                                          | 150                                | 10,8            | -12,9                                 | 13,4            | -17,8                                 |

Виживання та тривалість життя при засоленні знижується у наступній послідовності: проростки, гіпокотильні та стеблові черенки, відрізки гіпокотилів без сім'ядоль, ізольовані листки із черенками та без них, відрізки епикотилів без листків. Цей ряд із деякими відхиленнями повторяється по активності різогенезу та пороговій дозі накопичення іонів у тканинах, а також і у експлантів у культурі *invitro* відповідних органів і рослин. Однак і

експланти проявляють органо- та видоспецифічність у стійкості до засолення [Юсуфов, Магомедова, 2007].

Експресія гена Fe-SOD1 стимулює зростання активності супероксиддисмутази у листках трансгенних рослин томату і тютюну та стійкості трансгенних рослин томату до сольового стресу та ультрафіолетового опромінення [Нодельман, 2013].

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО СТРЕСУ**

Однією із найбільш важливих властивостей рослин, що визначають ареал їхньої репродукції та інтродукції у більш холодні кліматичні зони, є низькотемпературна стійкість, яка формується у процесі адаптації при певних, відповідаючи генотипу рослин, умовах. По своїй реакції на низьку температуру рослини можна віднести до трьох основних груп: морозостійким, які виживають після дії морозу із утворенням міжклітинного або не органного льоду, холодостійким – витримуючим низькі позитивні температури, і, як правило, гинуть від нуклеації льоду, та теплолюбивим, які пошкоджуються при температурах нижче 8-10<sup>0</sup>С. На відміну від теплолюбивих холодостійкі рослини володіють більш високою конститутивною стійкістю до окислювального стресу та здатністю підвищувати ідуцибельну стійкість до гіпотермії в умовах тривалої дії низьких температур [Трунова, 2009].

Стійкість рослин до високих та низьких температур є генетично обумовленою ознакою, яка варіює у достатньо широкому діапазоні залежно від об'єкту та умов оточуючого середовища, та насамперед від інтенсивності та тривалості температурної дії [Olien, 1976, Levitt, 1980]. Характер зміни теплоустійкості рослин при дії високих за гартувальних температур у цілому виявився досить схожим із зміною холодостійкості при холодовому їх загортанні [Santarius, Müller, 1979].

Ріст холодостійких рослин в умовах постійних низьких температур супроводжується зміною експресії генів та появою нових фрагментів кДНК, що особливо помітно у першу добу дії низьких температур. У наступні дні, коли холодостійкість виходить на свій максимальний рівень або наближається до нього, зміни на рівні транскрипції генів уже не так важливі для процесу формування підвищеної стійкості, що підтверджується зниженням транскрипційної активності генетичного апарату [Шерудило и др., 2007].

Формування у рослин стійкості, як до підвищених так і до знижених температур відбувається, перш за все, за рахунок індукованого синтезу білків. Хоча у цьому процесі можуть приймати участь і різні конститутивні макромолекули. А тому для контролю за термоадаптивними реакціями

рослин, що перебувають в умовах як високих так і низьких температур задіяні як загальні так і різні системи. Останні, у свою чергу, визначають специфічних реакцій-відповідей рослинного організму у цих умовах [Титов, Таланова, 2009].

Для ґрунтових зон із прохолодним та помірним кліматом досить суттєве значення має здатність гумату зафарбовувати ґрунт у темний колір. Формуючи забарвлення, гумати змінюють його тепловий режим. Холодні глинисті ґрунти стають теплішими [Соловьев и др., 2011].

Досліджено на проростках пшениці озимої сорту Миронівська 61 зміну обводненості та коренебезпеченості після дії регуляторів росту рослин, високої і низької позитивної температури. Встановлено, що після впливу високої екстремальної та низької позитивної температури зменшується обводнення тканин проростків. Відбувається зниження забезпечення коренями проростків від дії високої температури та їх збільшення від впливу низької. Ефект загартування спостерігали від дії низьких позитивних температур та фізіологічно-активних речовин, що використовували в дослідках. Він проявлявся у підвищенні вмісту води та посилення коренеутворення через дію на активацію неспецифічних захисних реакцій організму. Регулятори росту: гарт, димекс, триман, етамон і гумат калію у нормальних умовах стабільно підвищують вміст води в тканинах і зростання маси коренів проростків. Після дії екстремальних температур досліджувані біологічно-активні сполуки збільшують коренебезпеченість проростків пшениці озимої. Інтенсивність прояву залежить від походження препарату та виду температурного стресу [Варавкин, 2013].

Висвітлено результати використання позакореневих підживлень препаратом Гумі 20К суниць у фази просування квітконосів, початку дозрівання та дозрівання ягод для управління формуванням урожаю та хімічного складу ягід суниць, вирощених у екстремальних умовах (пізньовесняні заморозки на фоні підвищених температур у кінці травня – початку червня). Показано, що застосування цього препарату на плодоносячих насадженнях сортів Клері, Ароза, Мармолада сприяло зростанню маси ягід, порівняно із контролем, на 0,7-2,2 г, що покращує товарну якість та у підсумку позитивно впливає на урожайність [Причко и др., 2014].

Виявлено, що ГР, синтезовані в умовах *invitro*, є добрими стимуляторами росту насіння льону, особливо у стресових умовах при низьких температурах (+4°C) повітря та ґрунту, що виразилося у зростанні маси рослин та дружності сходів [Прутенская, 2008].

У дослідках по вивченню впливу на рослини холодних та теплових стресів встановлено, що застосування ГР сприяло зростанню жаро- та морозостійкості проростків зернових культур, а особливо озимої пшениці [Степченко, Седых, 2010].

Обробка посівів озимого жита гумістимом у екстремальних умовах півночі Томської області забезпечила покращення показників структури урожаю. Поряд із зростанням довжини колоса на 1 см, число колосків у колосі зросло на 8,2 шт., озерненість – на 4,2 шт. Одночасно маса зерна із колоса зросла на 0,25 г, маса 1000 насінин – на 2,8 г. Різниця між усіма цими показниками достовірна [Бражников, Сайнакова, 2011].

Гумат калію позитивно впливає на ріст проростків озимої пшениці сорту Миронівська 61 після її над оптимальних температур і за звичайних умов. Замочування насіння у водному розчині гумату калію у достресовий період сприяє посиленню відновлювальних процесів після дії температурного шоку, особливо у кореневій системі. Відмічено стабілізуючі ріст ефекти або стимуляцію ростових процесів порівняно із контролем. Враховуючи, що ріст рослин є інтегральним та чутливим відгуком на коливання температури, відображення інтенсивності та спрямованості метаболізму, можна стверджувати, що одержані експериментальні показники свідчать про протекторну дію препарату. Це дозволяє застосовувати його, як адаптоген при вирощуванні пшениці у неоптимальних температурних умовах [Варавкін, 2011].

Для виявлення захисної дії гумату калію в умовах температурного стресу нами здійснено біологічне тестування по методу проростків. У якості тест-культури використовували проростки рослин томату *Lycopersicon esculentum* L. сорту Лагідний. Для створення температурного стресу чашки Петрі із використовуваними розчинами поміщували для проростання у термостат при температурі 30<sup>0</sup>С (високотемпературний стрес) та у холодильник при температурі 4<sup>0</sup>С (низькотемпературний стрес) на 72 години. У якості контрольних використовували проростки, вирощені на протязі 72 годин у термостаті при температурі 24<sup>0</sup>С. Нами було виявлено, що як при високо- так і при низькотемпературному стресі величини довжин стебел та коренів знижуються, порівняно із контрольним варіантом (табл. 4).

#### 4. Вплив температурних стресів на довжину коренів та стебел проростків томату

| Варіанти дослідів                | Довжина, мм: |                              |              |                              |
|----------------------------------|--------------|------------------------------|--------------|------------------------------|
|                                  | стебел       |                              | коренів      |                              |
|                                  | через 72 год | відхилення від контролю, в % | через 72 год | відхилення від контролю, в % |
| Контроль, оптимальна температура | 12,4         | 0                            | 16,3         | 0                            |
| Підвищена                        | 11,0         | -11,3                        | 14,2         | -12,9                        |

|                     |      |       |      |       |
|---------------------|------|-------|------|-------|
| температура         |      |       |      |       |
| Знижена температура | 10,1 | -18,5 | 11,9 | -27,0 |

Дослідження захисної дії гумату калію в умовах підвищеної та зниженої температур здійснювали із використанням різних концентрацій (50-150 мг/л). Залежність адаптогенної дії гумату калію від запропонованої його концентрації показано у таблиці 5.

#### 5. Вплив гумату калію на довжину коренів та стебел проростків томату в умовах температурних стресів

| Варіанти дослідів                | Концентрація препарату, мг/л | Довжина, мм: |                              |              |                              |
|----------------------------------|------------------------------|--------------|------------------------------|--------------|------------------------------|
|                                  |                              | стебел       |                              | коренів      |                              |
|                                  |                              | через 72 год | відхилення від контролю, в % | через 72 год | відхилення від контролю, в % |
| Контроль, оптимальна температура | 0                            | 12,4         | 0                            | 16,3         | 0                            |
| Підвищена температура            | 50                           | 11,4         | -8,1                         | 14,6         | -10,4                        |
|                                  | 100                          | 11,8         | -4,8                         | 14,9         | -8,6                         |
|                                  | 150                          | 12,1         | -2,4                         | 15,5         | -4,9                         |
| Знижена температура              | 50                           | 11,2         | -9,7                         | 12,7         | -22,1                        |
|                                  | 100                          | 11,5         | -7,3                         | 13,3         | -18,4                        |
|                                  | 150                          | 11,8         | -4,8                         | 13,9         | -14,7                        |

Стійкість виноградних рослин до кліматичних стрес-факторів зростає при внесенні усіх видів добрив незалежно від генетико-біологічних особливостей та адаптаційних можливостей сорту. Однак найбільш високої посухостійкості та зимостійкості сортів винограду в умовах південноуральського регіону можна досягти внесенням мінеральних та гумінових добрив [Русанов, Хардікова, 2008].

Результати проведених досліджень вказують на ключову роль у механізмах формування специфічної стійкості рослин до дії несприятливих факторів середовища білок синтезуючої системи клітин. Про це свідчить той факт, що пригнічення білкового синтезу при допомозі інгібіторів транскрипції або трансляції перешкоджають росту холодо- та теплостійкості рослин в умовах дії низьких або високих загартовувачих температур [Таланова, 2009, Титов, Таланова, 2009].

### СТІЙКІСТЬ ПРОТИ БІОТИЧНОГО СТРЕСУ

Відомо, що важливою складовою захисної відповіді рослин є утворення сполук, які пригнічують активність чужорідних ферментів [Захаренко, 2003, Яруллина, Ибрагимов, 2006]. Гормональна система регуляції – одна із найбільш важливих регуляторних систем, яка контролює життя кожної рослини на всіх етапах її розвитку і не тільки у нормальних умовах існування, але і при різних стресових ситуаціях [Чиркова, 1997, 2002]. Рослини протистоять інфекціям та стресам із навколишнього середовища через прояв цілого комплексу фізіолого-біохімічних реакцій [Яруллина, Ибрагимов, 2006], важливою складовою яких є пригнічення активності гідролітичних ферментів [Валуева, Мосолов, 2002]. Створення індукованої стійкості рослин за допомогою певних біологічно активних речовин – новий напрямок захисту культур від патогенів із допомогою регуляторів росту рослин [Шевелуха, 1992, Тютєрев, 2002].

При вирощуванні люпину жовтого, за умов вірусного інфікування, застосування біопрепаратів сприяє зменшенню поширення та розвитку вірусної вузьколистості на посівах культури. Найбільший інгібуючий ефект по відношенню до вірусу жовтої мозаїки квасолі (ВЖМК) встановлено при використанні Ризогуміну та Хетоміка. Передпосівна інокуляція біопрепаратами сприяє активізації росту і розвитку рослин, уражених ВЖМК, позитивно позначається на фотосинтетичній активності, продукційному процесі культури [Піріг, 2015].

Серія препаратів Гумі та Гумі-М являють собою комплекс солей гумінових кислот оптимальної молекулярної ваги (ОМВ), одержаних із молодого бурого вугілля за допомогою резонансних фізико-хімічних кавітаційних процесів. Діючою речовиною цих препаратів є як гумінові кислоти, так і макро- та мікроелементи, що входять до зольного залишку. У відповідності із технічними умовами випускаються наступні препаративні форми: Гумі-10, Гумі-10М із вмістом діючої речовини (гумінові кислоти) 10%, Гумі-20 та Гумі-20М – 20%, Гумі-90 та Гумі-90М – 85-90%. Відмінність Гумі від тих, що раніше випускалися гумінових кислот полягає в тому, що діюча речовина знаходиться у розчині (Гумі-10 та Гумі-20) або добре розчинні у воді (Гумі-90). Гумі із концентрацією діючої речовини біля 10 та 20% являють собою рідину темно-бурого кольору, 90%-ний гумат натрію знаходиться у порошковидній консистенції. Препарати Гумі за рахунок утворення гумінових кислот ОМВ, мають досить високу активність при внесенні у ґрунт, обробці насіння та вегетуючих рослин. Захистна дія Гумі зв'язана із перебудовою структури мембран рослинної клітини. При цьому, дякуючи гормоноподібним властивостям гумінових кислот ОМВ, препарати Гумі та Гумі-М збільшують вміст ауксинів та цитокінінів у рослинній клітині. Це, у свою чергу, збільшує опір рослин токсичній дії деяких пестицидів. Відповідно, ці властивості препаратів чітко проявляються і при впливі інших стресових факторів зовнішнього середовища, що стимулює посилення

ростових та обмінних процесів, посиленню власних захисних сил рослин проти негативної дії фізичних (жара, холод) та хімічних (засолення, важкі метали, радіонукліди, пестициди) та біологічних (грибні, бактеріальні, вірусні хвороби) факторів. Активація дії гумінових кислот ОМВ поєднана із оптимізацією набору біогенних мікроелементів, що дозволяють посилити властивості імуні- та росторегуляції, а також біосинтез численних захисних речовин, у тому числі і фунгіподібних сполук. Дякуючи цим якостям препарати Гумі та Гумі-М можуть бути використаними у складі багатьох захисно-стимулюючих речовин [Шеуджен, 2006, Соловьєва и др., 2011].

У даний час як стимулятори росту досить широко застосовуються гумінові препарати, або гуміни, основу яких складають гумінові кислоти [Мотовилова, Берман, 1994]. Гумінові речовини – найбільш поширені органічні сполуки у природі. Вони складають специфічну групу високомолекулярних темнозафарбованих речовин, що утворюються у процесі розкладу органічних залишків у ґрунті шляхом синтезу із продуктів розпадання та гниття відмерлих рослинних та тваринних тканин, тобто у процесі їх гуміфікації. Але гумінові речовини не просто відходять процесів життєдіяльності, але вони є природними продуктами сумісної еволюції мінерального та живого у історичному житті нашої планети [Тугуринов и др., 2007]. Гумінові речовини ґрунтів є фенольними сполуками, що проявляють не тільки структурну спорідненість, але і специфічний фізіологічний відгук, який фіксується при обробці ними рослин. Таким чином, у ґрунтовому середовищі гормональна регуляція живлення рослин може здійснюватися за рахунок гумінових речовин. Активність цих речовин зобов'язана їх хімічній структурі та функціональним групам, які можуть взаємодіяти із гормон-зв'язуючими білками у мембранних системах, викликаючи гормонально подібну відповідь. Показано, що ауксино- та гібереліно-подібна активність зв'язані із високим вмістом фенольних та карбоксильних груп гумінових речовин [Nardi et al., 1990]. Гумінові кислоти можна досить широко використовувати для біологічної корекції метаболізму рослин та у якості антистресорів, дякуючи їх регулюючій активності [Попов, 2004] та цитокініновому ефекту [Постников, Осетрова, 2009]. Використання гумату натрію, який володіє рістстимулюючими та фунгіцидними властивостями, сприяє більш швидкому проходженню онтогенезу, тим саме скорочуючи період вікової уразливості росли до корневих гнилей. Препарат також інгібує проростання конідій грибів. Наприклад, життєздатність конідій *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras* знижувалася на 26-30%, а *Botrytis cinerea* Pers. – в 1,7-3,3 рази. У концентрації 0,001% гумат натрію повністю пригнічував проростання конідій збудника борошнистої роси томату [Защита..., Справочник, 2002].

Особливу зацікавленість у якості джерела одержання нових ефективних індукторів резистентності, що функціонують через посередництво ауксин-індоліл-3-оцтової кислоти (IAA) пероксидазного сигнального шляху,

викликають гумінові речовини, які на протязі досить тривалого часу успішно застосовуються у рослинництві. Гуміти мають здатність регулювати метаболізм рослинної клітини, впливаючи на проникність мембран, транспорт іонів, процеси фотосинтезу, синтез АТФ, амінокислот, білків, вуглеводнів та нуклеїнових кислот, регулюючи активність багатьох ферментів [Pflug, Ziechman, 1982, Удинцев и др., 2011]. Гумінові речовини є регуляторами росту рослин, проявляючи ауксиноподібні властивості [Шаповал и др., 2008]. Інформація багатьох дослідників свідчить про те, що можливо фунгістатичний ефект гумітів пов'язаний із індукцією ними резистентності рослин за участі ІАА-пероксидазного механізму [Газарян и др., 2006 та ін.]. Ефективність гумітів визначається у значній мірі їхньою дією на такий механізм формування резистентності, як утворення активних форм кисню у ході ІАА-пероксидазного сигнального шляху та у значній мірі буде залежати від молекулярної маси, структури та складу гумінових речовин. Індукція утворення активних форм кисню у рослинах при дії на них гумітів пов'язана із наявністю у них прооксидантних властивостей. Ди- та тригідрофенольні і хінонні структури гумінових речовин викликають зростання у клітинах рівня стабільних радикалів бензосеміхінонів, здатних пошкоджувати клітинні структури патогенів безпосередньо або в результаті утворення радикала супероксиду, який при дефіциті фермента супероксиддисмутази перетворюється у пероксид водню [Loonet al., 2006]. Пероксид водню визначає цитотоксичну дію гумінових речовин, а конкретно по відношенню до збудника *Fusarium* sp. Trans. [Saito et al., 1980].

У польових умовах препарати на базі гумінових речовин при різних схемах їх застосування підвищували природну резистентність герані до збудника сірої гнилі *Botrytis cinerea* Pers. [Scheuerell, Mahaffee, 2006], огірка – до корневих гнилей *Pythium* sp. та антракнозу гарбузових культур *Colletotrichum lagenarium* (Pass.) Ellis et Halst. [Hoitink, Ramos, 2004], арахісу – до корневих гнилей *Fusarium oxysporum* Schlecht та збуднику антракнозу *Aspergillus niger* Vantighn [Ziedan, 2000], гороху – до корневих гнилей *Pythium ultimum* [Pascualet al., 2002], картоплі – до *Alternaria solani* (Ellis et Mart.) Jones et Grout [Золотарева и др., 2000, Abd-El-Kareem et al., 2009], бобових – до грибів *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani* [Abd-El-Kareem, 2007] та збудників шоколадної плямистості, що викликаються *Botrytis fabae* Sardine [El-Ghamry, 2009], коренів мандарину – до гнилей *Fusarium* sp. [El-Mohamedy, Ahmed, 2009], томатов – к *Cladosporium fulvum* Cookeи *Alternaria solani* (Ellis et Mart.) Jones et Grout [Золотарева и др., 2000, Поликсенова, 2009]. Відмічено також більш виражена ступінь зниження ураженості збудниками кореневої гнилі пшениці *Helminthosporium sativum* Pammel, King et Bakke, *Fusarium oxysporum* Schldtl, *Alternaria alternata* в умовах Західного Сибіру при передпосівній обробці насіння та вегетуючих рослин препаратом на основі гумінових речовин торфу [Сысоева и др., 2008]. Протруювання насіння

зернових культур препаратом Гумі знизився розвиток корневих гнилей у 1,4-2 рази [Светачев, 2008]. Обробка рослин чорної смородини у фазу цвітіння розчином гумату натрію сприяла підвищенню стійкості її до основних захворювань [Трифонов, 2014]. Поширеність та інтенсивність розвитку збудників корневих гнилей ярової пшениці при застосуванні регулятора росту Гумі знизилася на 16% [Сергеев, Дмитриева, 2014]. Лінгогумат натрію сприяв зниженню ураженості цукрового буряка хворобами листового апарату на 18-42% до контролю у початковий період їхнього розвитку [Ярошук, 2013].

Передпосадкова обробка бульб картоплі сорту Ресурс 1%-ним розчином гуміту натрію у Самарській області РФ сприяла значному зниженню ураженості паршою звичайною [Кинчарова, Бородакова, 2010]. Обробка рослин озимого жита в Мордовії РФ препаратом Гумі 30 (д. р. – гумат натрію) знижувала ступінь ураження борошнистою росою третього листка від вершини на 12%, а число пустулбурої іржі на 59% [Смолин, Савельєв, 2007]. Лінгогумат підвищує ефективність пригнічення фітопатогенів, залежно від рівня зараженості посівного матеріалу на 20-50% [Тугуринов и др., 2007]. Мікрофлора препаратів серії «Гумісол» пригнічує патогенні гриби та бактерії, які викликають захворювання рослин, знижуючи рівень уражуваності їх бурю іржею, борошнистою росою, септоріозом та корневими гнилями на ранній стадії [Здор, 2007]. Застосування при передпосівній обробці насіння ярої пшениці природного регулятора росту Гумі-20 дозволяє не тільки знизити ступінь розвитку у посівах збудників корневих гнилей, але і помітно підвищити урожайність культури, не порушуючи при цьому екологічний стан агроценозу [Исаев, Иргалина, 2014]. Фізіологічне значення біопрепарату Гумі заключається у зсуві метаболізму рослин у сторону синтезу сигнальних молекул, таких як пероксид водню, які індукують механізми підвищення стійкості рослин картоплі до збудника фітофторозу [Яруллина и др., 2014]. Попередня обробка рослин пшениці препаратом Гумі М на фоні інфікування збудником твердої сажки виявила стабілізуючий ефект на стан гормональної системи рослин та сприяла зростанню урожаю пшениці більш, ніж на 5 ц/га [Нургалиева и др., 2007]. Наші дослідження на овочевих культурах також показали достатню ефективність гумінових препаратів (табл. 6).

#### **6. Біологічна ефективність застосування гумату калію на овочевих культурах [Ящук та ін., 2015]**

| Хвороба                  | Норма витрати препарату, мг/га: |    |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------|---------------------------------|----|------|------|------|------|------|------|
|                          | Контроль, без обробки           |    | 0,30 |      | 0,35 |      | 0,40 |      |
|                          | PX                              | TE | PX   | TE   | PX   | TE   | PX   | TE   |
| Картопля, сорт Лугівська |                                 |    |      |      |      |      |      |      |
| Фітофтороз               | 57,4                            | 0  | 45,4 | 20,9 | 44,8 | 22,0 | 44,4 | 22,6 |

|                                        |      |   |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------------------|------|---|------|------|------|------|------|------|
| Альтернаріоз                           | 31,4 | 0 | 23,3 | 25,8 | 23,0 | 26,8 | 22,8 | 27,4 |
| Томат, сорт Лагідний                   |      |   |      |      |      |      |      |      |
| Фітофтороз                             | 64,2 | 0 | 49,6 | 22,7 | 48,9 | 23,8 | 48,7 | 24,1 |
| Альтернаріоз                           | 29,4 | 0 | 22,2 | 24,5 | 21,7 | 26,2 | 21,5 | 26,9 |
| Томат, сорт Флора                      |      |   |      |      |      |      |      |      |
| Фітофтороз                             | 68,3 | 0 | 51,0 | 25,3 | 50,8 | 25,6 | 50,7 | 25,8 |
| Альтернаріоз                           | 32,3 | 0 | 23,6 | 26,9 | 23,3 | 27,9 | 23,0 | 28,8 |
| Томат, сорт Зорень                     |      |   |      |      |      |      |      |      |
| Фітофтороз                             | 65,8 | 0 | 52,5 | 20,2 | 52,1 | 20,8 | 51,9 | 21,1 |
| Альтернаріоз                           | 28,6 | 0 | 22,7 | 20,6 | 22,3 | 22,0 | 22,0 | 23,1 |
| Томат, сорт Боян                       |      |   |      |      |      |      |      |      |
| Фітофтороз                             | 68,0 | 0 | 53,8 | 20,9 | 53,4 | 21,5 | 53,1 | 21,9 |
| Альтернаріоз                           | 30,0 | 0 | 23,0 | 23,3 | 22,8 | 24,0 | 22,6 | 24,7 |
| Огірок, гібрид F <sub>1</sub> Роднічок |      |   |      |      |      |      |      |      |
| Пероноспороз                           | 52,4 | 0 | 41,8 | 20,2 | 41,5 | 20,8 | 41,3 | 21,2 |
| Диня, сорт Тавричанка                  |      |   |      |      |      |      |      |      |
| Пероноспороз                           | 28,3 | 0 | 20,0 | 29,3 | 19,8 | 30,0 | 19,5 | 31,1 |
| Кавун, сорт Стокса Київський           |      |   |      |      |      |      |      |      |
| Пероноспороз                           | 32,3 | 0 | 23,5 | 27,2 | 23,3 | 27,9 | 23,1 | 28,5 |
| Цибуля 1 року, сорт Сквирська          |      |   |      |      |      |      |      |      |
| Пероноспороз                           | 48,3 | 0 | 30,4 | 37,1 | 30,0 | 37,9 | 29,8 | 38,3 |
| Цибуля 2 року, сорт Сквирська          |      |   |      |      |      |      |      |      |
| Пероноспороз                           | 75,9 | 0 | 63,7 | 16,1 | 63,5 | 16,3 | 63,3 | 16,6 |

Примітка: РХ – розвиток хвороби; ТЕ – технічна ефективність.

Удослідах із ризоторфіном у листочкових сортів гороху посівного відмічено зниження поширеності борошнистої роси та іржі на 24-30%, а у дикоростучих форм гороху посівного – зростання поширеності цих захворювань на 9-11%. При цьому у вусатих сортів гороху посівного поширеність борошнистої роси знизилась на 20%, а іржі зросла майже на 68% [Космынина и др., 2011].

Встановлено, що обробка цибулин та рослин тюльпанів у Білорусії гідро гуматом при нормі витрати 0,01 мг/л достовірно підвищувала стійкість рослин до сірої гнилі на 0,5-0,9 бала [Левая, 2010]. Для захисту картоплі від фітофторозу доцільне застосування 2-3-х обприскувань посадок водним розчином гумату калію із розрахунку 250 мл/га, починаючи із фази бутонізації із інтервалом 7-10 днів [Порсев, 2010]. Передобробка пшениці гумі-М на фоні інфікування збудником твердої сажки виявляла стабілізуючий ефект на стан гормональної системи рослин та сприяла зростанню урожаю зерна пшениці більше, ніж на 5 ц/га [Нургалиева и др., 2007]. Найвища біологічна ефективність від хвороб бульб (72% у середньому за 3 роки) була одержана при дворазовій обробці посадок картоплі композицією препаратів

фітоспорин-М та гумі-20 [Пусенкова и др., 2011]. Передпосівна обробка насіння пшениці у Казахстані штучною композицією (супергумат + цинк) сприяла зниженню ураженості сходів кореневою гниллю на 16,3%, листків септоріозом - на 5% [Койшибаев и др., 2013]. Технічна ефективність протруєння насіння ярої пшениці гумімаксом (0,75 л/т) проти корневих гнилей складала 31,8% [Цыпышева и др., 2013]. Суміш фунгіциду колосаль при нормі витрати 0,5 л/га із регулятором росту рослин лінгмдітом 0,4 л/га на протязі 23 днів після обробки пригнічувала розвиток септоріозу на рівні 83-89 %, а бурой іржі – 100 %, не поступаючись по ефективності індивідуальному використанню колосалю при оптимальній нормі витрати 0,75 л/га (84,0-89,5 та 100 % відповідно) [Хрюкина, Попова, 2013]. Проведені дослідження на різних сільськогосподарських культурах показали, що застосування гуміфілду сприяє підвищенню стійкості рослин проти ураження їх інфекційними хворобами у період вегетації [Сергиенко, Ткаленко, 2010, Ткаленко, Сергиенко, 2010. Сергієнко, 2013]. Препарат гумі-20 забезпечив як стимуляцію росту рослин картоплі, а також індукцію імунітету до хвороб [Зейрук, 2014]. Для захисту посівів пшениці із відносно низькою потенційною урожайністю на помірно сприйнятливих сортах, а також в умовах, коли не слід чекати епіфітотійного розвитку бурой плямистості, рекомендується застосовувати бігус (калієві солі гумінових кислот) із нормою витрати 0,25 л/га [Санін, 2007]. Додаток гумінового препарату ростоку до протруйників кінто дуо та вінцит форте не викликала зростання ураженості у фазі молочної зрілості і одержаного зерна. Найменший максимальний розвиток септоріозу на рослинах виявився у варіанті із обробкою насіння баковою сумішшю вінцит форте + ростоку – на 40% нижче контролю при тому, що решта вивчених варіантів дали знижку максимального розвитку на 19% [Матвеева, 2014]. Гумат натрію знижує ураженість озимої пшениці септоріозом та бурю іржею. Ступінь розвитку септоріозу у середньому за 3 роки незалежно від сорту у фазу кушіння 0,03%; у контролі – 2,36, у фазу виходу в трубку – 9,0 і 21,3; при колосінні – 26,6 і 41,5%, а по бурій іржі у фазу молочної спілості зерна відповідно 9,6 і 21,8% [Иващенко, 2010]. Досліджено антиоксидантну активність та інгібуючу здатність по відношенню до фітопатогенного гриба *Fusarium oxysporum* продуктів гідролітичної деструкції верхового сфагнового торфу низького ступеню розкладання та показано їх здатність індукувати захист ярової пшениці від корневих гнилей, викликаних *Fusarium oxysporum*, *Helminthosporium sativum* [Сысоева и др., 2002, 2008]. Попередня обробка пшениці Гумі М на фоні інфікування збудником твердої сажки показала стабілізуючий ефект на стан гормональної системи рослин та сприяла зростанню урожаю зерна пшениці більше, ніж на 5 ц/га [Нургалиева и др., 2007]. Застосування Гумі 20 на посівах ярої пшениці сорту «Омская 36» сприяло зростанню стійкості її до

основних, найбільш шкочочинних патогенів та стабілізації продуктивності [Файзулліна, 2012].

Рістрегулюючий торфогуміновий препарат гумінатрін слабо інгібує розвиток фітопатогенних грибів у насінні ярої пшениці, але підвищує стійкість рослин до хвороб. Препарат добре знімає стрес у рослин при застосуванні у баковій суміші із гербіцидами, підвищуючи їх біологічну продуктивність. Попадання гумінатріну у ґрунт із насінням вибірково впливає тільки на наявність актиноміцетів, активних мінералізаторів, збільшуючи їх чисельність до початку наливу зерна у 5 разів, що стимулює продуктивний процес рослин. Як антидепресант до гербіцидів гумінатрін у дозах 0,3 і 0,5 л/га підвищує біологічну активність ґрунту, а в дозі 1 л/га дещо обмежує її [Холдобина, 2013]. Торф'яний гуміновий препарат із верхового сфагнового торфу інгібує ріст фітопатогенних грибів, які викликають кореневі гнилі зернових культур. Причому інгібуюча здатність цього препарату вища по відношенню до *Helminthosporium sativum*. Модифіковані добавки мікроелементів також виявляють різний вплив на здатність пригнічувати ріст *Fusarium sp.* і *Helminthosporium sativum*. А найбільш ефективними є додавання солі міді по відношенню до *Helminthosporium sativum*, а солі цинку по відношенню до *Fusarium sp.* Інгібуюча здатність препарату у цих випадках зростала відповідно на 20% і 9%. Необхідно відмітити, що при більш низькій фунгіцидній активності торф'яних препаратів порівняно із протруйником насіння ТМТД використання перших є більш логічним тому, що вони не створюють навантаження на оточуюче середовище. А як стимулятори росту вони можуть підвищувати імунітет рослин і, відповідно, стійкість до інфекції [Сысоева и др., 2002].

При помірній інфікованості посівного матеріалу ярого ячменю патогенною мікрофлорою, застосування препарату гумі 90-М (0,3 кг/т) для обеззараження насіння сприяє зниженню його ураженості [Кратенко, Лавринова, 2007]. У результаті проведених досліджень [Сахарчук и др., 2012, 2013] встановлено, що гумінові препарати (гідрогумат та гідрогумат із мікроелементами) виявляють тривалий ріст стимулюючий (на протязі 3-х місяців після обробки) та імуностимулюючий (майже до останнього збору плодів) ефект. Найвищий імуностимулюючий ефект показав гідрогумат із мікроелементами (селен та йод), знижуючи долю уражених фітофторозом плодів, порівняно із контролем у 2,7-3,4 рази.

Розроблено та створено комплексний біостимулятор «EldORost» із гумату калію-натрію із мікроелементами і флавоноїдами вищих рослин. Визначено оптимальні способи застосування та норми витрати. Використання цього препарату сприяє зростанню енергії проростання та схожості пшениці, виявляє сильну коренеутворюючу дію, збільшує кількість колосків, масу зерен, володіє антимікробними та фунгіцидними властивостями [Жилкибаев и др., 2015]. Встановлено, що у оброблених гуматом калію-натрію із

мікроелементами насіння спостерігалася тенденція зростання посівних якостей та обеззараження від грибної та бактеріальної інфекції. Використання цього біостимулятора сприяло зростанню урожаю, покращення якості коренеплодів столової моркви та кращого їх зберігання у зимовий період [Коковкина, 2015].

Передпосівна обробка насіння ярої пшениці гуміновим препаратом Росток забезпечила зниження поширення кореневих гнилей у фазу виходу у трубку на 18%, а інтенсивність розвитку хвороби на 45% відносно контролю. При додаванні Ростка у протруйник інтенсивність розвитку хвороби у період молочно-воскової зрілості рослин у 2 рази нижча, ніж одного протруйника. Зниження ураженості рослин хворобами та стимулююча дія препарату сприяли зростанню урожайності зерна відносно контролю на 39% [Грехова, 2015]. Для захисту посадок картоплі від парші звичайної та фітофторозу у реабілітаційній зоні Курганської області необхідно застосовувати триразове обприскування водним розчином гумату калію із розрахунку 250 мл/га, починаючи із фази бутонізації з інтервалом 7-10 днів [Порсев, 2000].

Використання у якості засобів захисту картоплі гуматів не змінює виявлених закономірностей розподілу листових міксоміцетів, однак змінює кількісне їх співвідношення – сприяє суттєвому зниженню розвитку фітофторозу на усіх ярусах, особливо на третьому, тоді як у відношенні альтернативності цей ефект проявляється у меншій ступені. Таким чином, гумати сприяють зростанню стійкості рослин до біотрофного паразита – *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary сприяє більш широкому поширенню некротрофа – *Alternariasolani* [Колесар, 2008]. Посилення захисних властивостей гумінових речовин із метою їх застосування у сільському господарстві у якості засобів захисту рослин може бути досягнуто за допомогою відповідної спрямованої модифікації гумінових речовин, а іменно: введення хітонних фрагментів у гумінові речовини для одержання детоксикантів ґрунту, забрудненого важкими металами; збагачення залізом – для синтезу коректорів хлорозу у рослин та збагачення кремнієм – для одержання біоактиваторів [Куликова, 2008]. Ефективність різних гумінових регуляторів росту на різні культури мають неоднакову специфіку дії. Механізм дії гумінових препаратів на рослини різноплановий та різносторонній, а тому при виборі того або іншого препарату для обробки певної культури необхідно враховувати особливості фізіологічної основи дії препарату. А тому немає універсального гумінового фіторегулятора для усіх культур, а необхідно підбирати найбільш ефективний препарат для кожної культури і навіть сорту. А тому у подальшому необхідно сформувати специфічну сортову агротехнологію по використанню найбільш адаптивних засобів корекції продуктивного процесу [Комаров и др., 2015].

## **ДІЯ ГУМІНОВИХ РЕЧОВИН НА ВЛАСТИВІСТЬ ҐРУНТУ ТА ПРОДУКТИВНОСТЬ РОСЛИН**

Проблема створення сприятливих умов для оптимального функціонування системи ґрунт-рослина є актуальною, так як із однієї сторони процеси, що відбуваються у системі ґрунт-рослина, багато у чому визначають продуктивність агрофітоценозів. А з іншої сторони, знання механізмів функціонування окремих компонентів трофосистеми ґрунт-рослина, а конкретніше, ґрунтової органічної речовини агроценозів, дозволить найбільш ефективно використати різні меліоративні засоби (особливо агробіологічні), спрямовані на відновлення або підтримання родючості ґрунту та одержання екологічно безпечної продукції. Значення проблеми забезпечення оптимальних умов функціонування трофосистеми ґрунт-рослина, як показує світова практика землекористування, усе більше зростає по мірі посилення антропогенної дії на біо- та агроєкосистеми. Одним із шляхів реального відновлення продуктивності агроєкосистем є біологічна корекція фітоценозів [Попов, 2006].

Антропогенна деградація ґрунтів – одна із основних екологічних проблем сьогодення: зниження основних показників родючості, накопичення етотоксикантів, зниження стійкості та продуктивності [Шпис и др., 2008]. Ґрунту відведена ведуча роль у функціонуванні біосфери. До того часу, поки ґрунт стійкий, екологічна безпека забезпечена. Втрата або незворотна деградація ґрунтового покриву може розглядатися як загибель екосистеми [Намсараева, 2010]. По своєму генезису ГР являють собою граничну стадію фізичного, хімічного і мікробіологічного процесів трансформації органічної речовини у природі. Унікальність їх властивостей та будови визначають ґрунтоутворчі процеси і родючість ґрунтів, а також розкладання гірських порід і мінералів, зв'язування, фіксацію, концентрацію, розсіювання та перевідкладення хімічних елементів [Тап, 2003].

Основа усіх екосистем суші, початок усіх основних харчових (трофічних) ланцюгів (або сіток) приурочені до ґрунту. Утилізація відмерлих залишків різноманітних представників біоти (рослин, тварин, грибів, бактерій та протистів) і їх прижиттєвих екскретів так або інакше зв'язана із ґрунтом і відбувається або на поверхні, або всередині ґрунту. У результаті переробки ґрунтової біотою поступаючого у ґрунт органічного матеріалу частина його мінералізується, а інша частина – трансформується у ГР [Попов, 2006]. За оцінками експертів США та деяких інших країн, ріст виробництва сільськогосподарської продукції у світі буде визначатися рівнем розробки та застосування двох видів наукоємких технологій: біологічної та інформаційної. Разом із тим дослідженнями останніх років встановлено, що деякі фіторегулятори викликають не стимуляцію процесу, а його індукцію, яка не спостерігається при їх відсутності. У результаті відбувається експресія

відповідних генів, яка може супроводжуватися появою нових ферментних білків. Застосування хімічних засобів захисту рослин необхідно поєднувати із загальними та спеціальними, організаційними, агротехнічними, біологічними та іншими міроприємствами, що обумовлено не тільки регульованою ліквідацією шкідливих організмів, але і зростанням стійкості рослин до лії несприятливих факторів, зростанням як їх продуктивності, так і родючості ґрунту [Коломейченко, Лысенко, 2001].

Важливим напрямком у області регуляції продуктивності та швидкості розвитку рослин є виявлення точок прикладення окремих факторів, що лімітують продукційний процес, та узгодження засобів, спрямованих на розширення цих меж [Гамалей, 1995]. У даний час необхідна розробка на високому теоретичному рівні таких агробіологічних міроприємств, які дозволять через спрямовану біохімічну дію підвищити продукційний процес рослин, а також у ряді випадків і стійкість рослин до дії несприятливих факторів.

Кореневі виділення рослин здатні трансформувати муміфікований матеріал, так як полі основні карбонові кислоти (один із основних компонентів різо ексудатів) мають здатність переводити у водно розчинний стан: ГР із гуміфікованого матеріалу. Кількість ГР, що дістаються буферними розчинами, та містять полі основні карбонові кислоти, можуть служити додатковим показником гумусного стану ґрунтів, характеризуючи наявність гумусових сполук, які розчиняються під дією корневих виділень рослин. В умовах етіоляції та відсутності вуглекислого газу (автотрофії), наявність гумусових речовин у живильному субстраті підтримує ріст та розвиток рослин. Гуміфікований матеріал безпосередньо діє на ріст та розвиток зелених судинних рослин, що зв'язано із здатністю останніх асимілювати органічні сполуки із ґрунтової органічної речовини без участі мікроорганізмів. В умовах стерильного вирощування ГР сприяють появі морфологічних відмінностей, зв'язаних із переходом рослин на гетеротрофне живлення – зростанню маси гетеротрофних (коренів) та зниженню маси фотоасимиляційних (листки) органів рослин та діяли на зміну біохімічного складу і показника величини теплоти згорання органічної частини рослин. Експериментально підтверджена асиміляція рослинами гумусових сполук, та як наслідок, зростання вмісту лігніну у проростках амаранта. Максимальна наявність білка, та відповідно оптимальний розвиток дводольних рослин було відмічено при позакореновому використанні 0,01% розчину, а однодольних рослин – 0,001% розчин ГР. Позакоренева обробка ГР є одним із ефективних засобів біологічної корекції. Трофічна функція органічної речовини ґрунту тісно зв'язана із трофічною функцією самого ґрунту – її родючістю. Із ґрунтовою органічною речовиною зв'язаний не тільки мінеральний, але і азотний та вуглецевий кругообіг нутрієнтів рослин. В екосистемах у процесі біологічного коло обігу суттєву роль відіграє кругообіг органічних

сполук(структурних та функціональних блоків біологічних макромолекул), багаторазово використовуваних на різних трофічних рівнях екологічних систем для побудови фіто маси рослин та ГР. Кругообіг органічних речовин у фітоценозах (природних та антропогенних) можна розглядати як специфічний замкнений подвійний трофічний ланцюг, у якому утилізація ґрунтовою біотою впалих рослин супроводжується створенням джерела живлення для рослин – специфічних гумінових сполук [Попов, 2006].

Нормальний ріст та розвиток рослинного організму забезпечують ендogenous фітогормони, які є медіаторами фізіологічних процесів. Вони перетворюють специфічні сигнали оточуючого середовища у біохімічну інформацію. Синтетичні регулятори росту проявляють свою дію посередництвом зміни ендogenous рівня або рівнів природних гормонів, дозволяючи таким чином модифікувати ріст та розвиток у бажаному напрямку та необхідним ступені [Ничипорович, 1963, Муромцев и др., 1977, Горовая и др., 1995].

По своїй природі ГК є поліелектролітами . У комплексі із органічними та мінеральними частинками ґрунту вони утворюють ґрунтово-поглинаючий комплекс. Володіючи значною кількістю різних функціональних груп, ГК здатні адсорбувати та утримувати на собі поступаючі у ґрунт поживні речовини, макро- та мікроелементи. Утримувані ГК поживні речовини не зв'язуються ґрунтовими мінералами та не вимиваються водою, перебуваючи у доступному для рослин стані. Внесення гуматів забезпечує буферну ємкість ґрунтів, тобто здатність ґрунту підтримувати природний рівень рН навіть при надлишковому поступанні кислих або лужних агентів. Так при внесенні, гумати здатні знімати надлишкову кислотність ґрунтів, що із часом дає можливість висівати на цих полях культури, чутливі до підвищеної кислотності. На відміну від вільних ГК, гумати є воднорозчинними рухливими сполуками. Адсорбуючи поживні речовини та мікроелементи, вони сприяють пересуванню їх із ґрунту до рослин. При внесенні гуматів спостерігається чітка тенденція зростання вмісту рухомого фосфору (у 1,5-2 рази), обмінного калію та засвоюваного азоту (у 2-2,5 рази) у орному шарі ґрунту. Усі мікроелементи, являючись перехідними металами, крім бору та йоду, утворюють із гумітами рухомі хелатні комплекси, легко проникають до рослин, що забезпечує їх засвоєння, а залізо та марганець, за думкою багатьох учених, засвоюються виключно у вигляді гумітів цих металів. Передбачуваний механізм цього процесу зводиться до того, що гумати при певних умовах здатні поглинати іони металів, вивільняючи їх при зміні умов. Приєднання позитивно заряджених іонів металів відбувається за рахунок негативно заряджених функціональних груп ГК. У процесі поглинання коренями води розчинні гумати металів підходять до клітин кореня на близьку відстань. Негативний заряд кореневої системи перевищує негативний заряд гумітів, що сприяє відщепленню іонів металів від молекул ГК та поглинанню іонів клітинною мембраною. Дякуючи описаним механізмам

покращується ґрунтове живлення рослин, що сприяє їх більш ефективному росту та розвитку. Гумати діють на ґрунтову вологу, надаючи їй структуру, характерну для «талої води». Поглинання подібної вологи сприятливо впливає на рослини [Орлов, 1991].

ГК без сумніву впливають на ріст та розвиток рослин. Органічна речовина ґрунту служить джерелом елементів живлення для рослин [Звягинцев, Шаповалов, 2004].

ГР – основа родючості ґрунту, обов'язкові та необхідні компоненти метаболізму рослин, тварин та мікроорганізмів, які забезпечують існування сучасних життєвих форм. Це група органічних сполук, одержаних у процесі біохімічного розкладання листків, коренів, тварин та мікроорганізмів. Їх дія базується на здатності ГК діяти на фізико-хімічні та біологічні процеси [Борзенкова и др., 1988]. ГР – є складовою частиною гумінових добрив та гумінових препаратів. Перші, в основному, впливають на родючість ґрунту. Останні діють на ростові процеси рослини.

Функції гумінових речовин:

- ГР накопичують у собі важливі елементи живлення живих організмів, несуть у собі енергетичний запас, стимулюють ріст та розвиток;
- Комплексні органо-мінеральні сполуки забезпечують міграцію більшості металів, які у ґрунті знаходяться практично к нерухомому стані та мікроелементів;
- ГР регулюють фізико-хімічні властивості ґрунту, приймають участь у формуванні ґрунтової структури, активізації мікрофлори, покращують водно-фізичні властивості ґрунту та його тепловий режим, прискорюють процеси гуміфікації;
- при виникненні екстремальних ґрунтово-кліматичних умов гумати забезпечують захист та збереженість ґрунтової біоти та рослин; міцно зв'язують більшість радіонуклідів, важкі метали та залишки пестицидів, попереджуючи цим забруднення рослин і ґрунтових вод;
- ГР виявляють прямий фізіологічний вплив на рослини, мікроорганізми і тварин, тому що являються носіями незамінних амінокислот та вітамінів [Бобырь, 1980, Богословский и др., 2004].

У залежності від способів виділення ГК усі гумати поділяються на: гумати калію, гумати натрію і гумати кальцію. Препарати на основі гумату калію мають найвищу біологічну активність по відношенню до рослин. Препарати, що містять гумат натрію, виявляють стимулюючу дію на тварин та мікроорганізми [Безуглов, Гафуров, 2002]. Дякуючи своїм неординарним властивостям збільшувати енергетику рослинної клітини, стимулювати процеси життєдіяльності та посилювати комплексну дію інших речовин, нові природні гумінові добрива одержали назву енергени. Енергени – це новий стандарт гумінового добрива – агрохімікат вищої категорії якості із мінімальним баластом, найбільш високим вмістом біохімічно активних

речовин (хелатні форми мікроелементів та інші корисні речовини). Різноманітність взаємодії компонентів гормональної системи дозволяє суттєво збільшити сферу застосування регуляторів росту та розвитку рослин. Це особливо актуально для підвищення урожайності та якості сільськогосподарської продукції [Бобырь, 1980].

ГР, що містяться у корисних копалинах каустоболітах переходять у фізіологічно активний стан та досить ефективно діють як стимулятори росту рослин та джерела елементів живлення лише після активації. Активаторами можуть бути підвищення температури, гній, куриний послід, мінеральні сполуки, наприклад аміачна вода, або інші луги. Препарати частіше усього являють собою очищені від домішок ГК або солі ГК, наприклад гумат натрію. А тому їх використовують у якості стимуляторів росту для обприскування насіння (зростає схожість та урожайність), посівів, замочування бульб та черенків (покращується та прискорюється укорінення) [Гладков, 2003].

Теоретично обґрунтована можливість регулювання процесу росту та розвитку деревних рослин при застосуванні гумінових препаратів, у тому числі нового покоління – комплексонат-гумату. Показано, що позитивна дія гумінових препаратів на родючість чорнозему звичайного карбонатного обумовлена оптимізацією біологічної активності ґрунту [Неганова, 2012].

Установлено, що внесення гумату натрію при вирощуванні культури гороху активізує швидкість транспорту електронів у електронно-транспортному ланцюгу виділених із хлоропластів, циклічне та нециклічне фосфорилування. При додаванні гумату натрію безпосередньо до середовища інкубації хлоропластів гороху спостерігалось зняття трансмембранного протонного градієнта, починаючи із певної концентрації препарату. Це свідчить про те, що у високих концентраціях гумати натрію гальмують транспорт електронів та фосфорилування. Дослідники вважають, що вплив ГК на фотосинтез не є специфічним, а обумовлений їх дією на мембранну, фітогормональну, білок синтезуючу та інші системи, які індукують структурні зміни у рослинному організмі [Фокин и др., 1975].

Показано, що ГК у концентрації 5 мг/л стимулює ріст дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, а для проростків крес-салату *Lepidium sativum* ця концентрація складає 10 мг/л, а при більш високих концентраціях ГК починає проявляти інгібуючі властивості. Найвищим стимулюючим ефектом володіють ГК, виділені із чорнозему, торфу та вугілля [Семенов, 2009].

При обробці насіння сосни звичайної препаратом Росток на протязі 12 годин перед закладкою на снігування необхідно застосовувати розчин 0,001%-ної концентрації, на протязі 3 годин (як до снігування, так і перед посівом) – 0,002%-ною концентрацією. Обробку насіння ялинки сибірської необхідно проводити препаратом Росток 0,001%-ною концентрацією [Грехова, Немков, 2014]. Відмічено позитивний вплив ГР на урожай озимої пшениці при внесенні їх у ґрунт. При відносно невисоких затратах вони

дозволяють одержувати вагому прибавку урожаю та суттєво поліпшити якість продукції [Кравцов, Божков, 2014, Полиенко и др., 2014].

Установлено стимулюючий вплив обробки соломи озимої пшениці та люпину гуматом калію на накопичення біологічної маси рослинами ячменю. Це свідчить про ефективність гумату калію у відношенні активізації мікробіологічних процесів трансформації соломи зернових та зернобобових культур, зростання коефіцієнта її гуміфікації, зниження депресуючої дії свіжої соломи та стимулювання накопичення біомаси ячменем [Русакова, 2014].

Обробка насіння озимої пшениці перед посівом баковою сумішшю препаратів мелафен та бігус посилює ростові та формотворчі процеси, активізує фотосинтетичну діяльність рослин, підвищує стійкість рослин до кліматичних стресів (перезволоження, заморозки, посуха і т.д.), урожайність та якість цієї культури [Шаповал и др., 2014].

Використання препаратів на основі ГК на посівах ярого ячменю збільшувало енергію проростання насіння, польову схожість, загальну та продуктивну кущистість, виявляло суттєвий вплив на озерненість колоса та масу 1000 зерен, підвищувало темпи приросту площі листової поверхні на протязі усього періоду вегетації і фотосинтетичний потенціал посівів, сприяло зростанню тривалості періоду роботи асиміляційного апарату. Внесення препаратів на основі ГК у ґрунт під передпосівну культивуацію 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%. Використання препаратів на основі ГК у якості протруйників насіння підвищувало урожайність ярого ячменю на 4,1-5,6 ц/га або 12,9-17,6%. Найбільш ефективним препаратом виявився Гумат «Плодородие», обробка насіння яким сприяла зростанню урожайності ячменю на 5,6 ц/га, ефективність препаратів Гумат натрію та Гумі-М була майже однаковою, прирости урожаю від їх використання складала 4,1-4,3 ц/га. Найбільш ефективним способом застосування препаратів на основі ГК у всі роки досліджень було обприскування посівів ярого ячменю у фазу кушіння на початку виходу у трубку. Здійснення цього агрозаходу сприяло зростанню урожайності ячменю на 4,9-6,4 ц/га, тоді як при внесенні їх у ґрунт під передпосівну культивуацію прирости складала 2,1-3,6 ц/га, а при обробці насіння – 4,1-5,6 ц/га. Застосування препаратів на основі ГК на посівах ярого ячменю забезпечувало одержання високоякісного зерна, що відповідає вимогам стандартів пивоваріння [Шамардина, 2006].

Застосування розчинів гумату калію для передпосадкової обробки бульб картоплі (0,005-0,01%) та дворазового обприскування під час вегетації (0,005%) дозволило перебороти негативний вплив на ріст, розвиток та продуктивність рослинами картоплі екстремальних погодних та ґрунтових умов південної Якутії: а) у рослин, оброблених гуматом калію значно

прискорилося проходження етапів вегетації, наприклад фаза цвітіння наступила раніше на 2 тижні, ніж у контрольному варіанті; б) відмічено зростання урожайності на 49% і при цьому у бульбах оброблених рослин збільшився вміст сухої речовини та крохмалю. Випробування гумату натрію на культурі томату в умовах промислової технології показало прискорення розвитку оброблених рослин, скорочуючи строки дозрівання плодів та увесь вегетаційний період на 10-15 днів. Також відмічено більш сильний розвиток у рослин фотосинтетичного апарату, інтенсивне утворення фотосинтетичних пігментів, більш активний синтез сухої речовини, більш сприятливий вплив на площу листової поверхні (204% від контролю) та вмісту хлорофілу-а (179% від контролю); кількість та маса стандартних плодів на рослинах зросла на 11%; знизився вміст нітрат-іонів у листово-стебловій масі [Зайцева, 1999].

Застосування регулятора росту Росток у баковій суміші із протруйником суттєво збільшило число стебел ярої пшениці на 19,1% по відношенню до варіанту із протруйником. Маса рослин у фазу колосіння на варіанті із обробкою насіння протруйником у суміші із регулятором росту Росток суттєво перевищувала показники у варіантах із рештою бакових сумішей. За роки досліджень лише препарат Росток показав стабільний ефект дії на урожайність ярої пшениці при додаванні до протруйника [Матвеева, 2014].

Відмічено стимулюючий ефект дії гумінового добрива «Гумат калію Сахалінський» на ріст та розвиток рослин однорічної квіткової культури тагетес. Застосування добрива у концентрації 1,0% у вигляді позакореневого підживлення рослин сприяло зростанню висоти рослин тагетеса на 46,25%, кількості знову утворених стебел – на 30,0% та зростанню продуктивності цвітіння у 2,2 рази порівняно із контролем. Ці показники у варіанті із еталоном (Гідрогумін) були дещо нижчими: висота рослин тагетеса зросла на 36,25%, кількість знову утворених стебел на 33,3%, а продуктивність цвітіння в 1,6 рази [Войнило, Линник, 2011]. Аналогічні результати було одержано у центральному ботанічному саду НАН Білорусії при випробуванні цього ж добрива на культурі буяха високорослого [Линник, Войнило, 2011].

Аналіз експериментальної інформації показав, що максимальний за масою качан білоголової капусти у гібриду Парел  $F_1$  (1,55 кг) при обробці препаратом Гумат К у фазу завивки качана, також у цьому варіанті було відмічено найбільш короткий (62 дні) період від висадки розсади до дозрівання качана [Цыбульников, 2011].

Обробка гуматом калію виявила вплив на ріст та розвиток рослин картоплі. Спостерігається зростання маси бадилля на 150-180 г/кущ на варіантах: обробка бульб при висадці та обприскування по вегетації. На варіантах із обробкою препаратом на картоплі сорту Удалець отримано приріст до урожайності від 4,3 до 4,8 т/га, порівняно із контролем. Вихід товарних бульб найвищий на варіанті – обробка при посадці та по вегетації (67,5%), але при

цьому варіанти: обробка при посадці і обробка по вегетації показали найвищий вихід товарної фракції бульб картоплі – 11,9 та 12,5 т/га відповідно [Анохина, 2014].

Одержано експериментальну інформацію по розвитку, продуктивності та якості бульб у ґрунтово-кліматичних умовах Пензенської області. У польовому досліді вивчалася дія гумінового препарату Гумістим у технологічній схемі вирощування картоплі. Установлено, що більш інтенсивне накопичення урожаю бульб відмічено у варіанті із застосуванням гумінового добрива при передпосівній обробці бульб та триразовому позакореновому підживленні у період вегетації рослин картоплі [Немакин, Корягина, 2015].

Для передпосівної обробки насіння декоративних рослин найбільш ефективним регулятором росту, що підвищує енергію проростання та схожість насіння є гумат калію у суміші із гібереліном, а препаратом, який стимулює ріст корінців – епін. Використання цих регуляторів росту рослин для передпосівної обробки насіння декоративних культур – перспективний засіб оптимізації умов росту та розвитку рослин на початкових етапах онтогенезу як запорука одержання якісного садивного матеріалу, який у свою чергу, є визначаючим фактором декоративності, екологічної цінності та економічної ефективності озеленувальних міроприємств [Котляр, 2009].

Мікробіологічна активність ґрунту залежить від погодних умов та поживного режиму ґрунту. При температурному режимі 17-22°C першочергове значення має кількість опадів – із зростанням кількості вологи зростала також і активність мікроорганізмів у ґрунті. Виявилось, що лінгогумат натрію (1,0 + 1,0) л/га сприяв підвищенню мікробіологічної активності ґрунту на 10,3-23,8%, а у сполученні із N<sub>35</sub> – 31,3-47,6%, а із двома підживленнями (N<sub>35</sub> + N<sub>35</sub>) – на 37,5-80,9%, тоді як два підживлення азотом підвищували активність мікроорганізмів на 21,9-42,8%. Відмічено синергізм дії від сумісного застосування лінгогумату натрію та підживлення азотом на мікробіологічну активність ґрунту. При виключенні підживлення азотом найбільш прибутковим є застосування лінгогумату натрію (1,0 + 1,0) л/га при строках внесення із другою обробкою гербіцидами та повторно через 4 тижні [Ярошук, 2013].

Вивчалася дія лінгогумату та норм його застосування на урожайність соняшника сортк НК-Брію, озимої пшениці сорту Батько, цукрового буряка сорту Андраже. Одержані результати свідчать, що під впливом цього препарату спостерігається зростання урожаю у середньому на 8,6% для соняшника, на 3,6% на озимій пшениці та на 12,6% на цукровому буряку. Найбільш ефективними нормами застосування лінгогумату виявилися 150 г/га для соняшника, 50 г/га для озимої пшениці та 100 г/га для цукрового буряка [Слененко, 2010]. Застосування лінгогумату при вирощуванні рису має досить добрі економічні перспективи для введення у зональну технологію

виробництва рису у Краснодарському краї та інших рисосіючих регіонах [Гладков и др., 2010].

Рекомендується до впровадження у сільське господарство регулятор росту біогумат (екстракт із біогумусу, одержаного шляхом переробки подрібненої соняшnikової луски вермікультурою *Eisenia foetida*). Польові дослідження препарату на яром у ячмені сорту Галактик показали його високу ефективність. Обприскування посівів розчинами біогумату при концентрації 0,3% збільшувало коефіцієнт продуктивного кушіння рослин на 18,8%, приріст урожайності зерна – на 11,9%. Обприскування рослин у фазі кушіння розчином препарату при концентрації 0,5% забезпечило приріст урожайності зерна відносно контролю на 11,3% [Гармаш и др., 2010].

Восени 2009 року два підприємства у Німеччині виділили свої поля (у загальній кількості 39 дослідних ділянок) для експерименту по вивченню впливу осінньої обробки ґрунту препаратами на основі ГК на динаміку розвитку ґрунтової біології (гумус, азотфіксуючі та фосфатмобілізуючі бактерії) у зимовий період. Попередні результати показують, що така обробка дозволяє ґрунтовій біології краще перенести зимовий період [Новик, Бём, 2010].

Випробуваний у польовому досліді гуміновий препарат із кальцієм показав позитивний вплив на показники росту та розвитку рослин, вміст фотосинтетичних пігментів у листках ярого ячменю. Застосування препарату у концентрації 0,0001% дозволило збільшити вміст сирого протеїну, урожайність зерна ячменю. У цілому проведені дослідження свідчать про доцільність застосування Гумісолу із кальцієм при виробництві ярого ячменю [Кравец, Николаева, 2014].

У процесі проведення лабораторних дослідів було виявлено, що використання гумінового препарату Гумістим у низьких концентраціях (0,01 і 0,001%) виявляє позитивну дію на посівні якості насіння ярої та озимої пшениці: зростає енергія проростання та лабораторна схожість, стимулюється ріст проростків. Крім того, проростки мали більш розвинуту кореневу систему: переважали рослини із 4-5 корінцями, корені були більш міцнішими із достатньою кількістю корневих волосків. У контролі більшість рослин мали по 3 первинних корені із рідкими корневими волосками. При використанні нерозведеного препарату спостерігається інгібування процесів росту та розвитку проростків, значно знижується енергія проростання та схожість насіння як озимої так і ярої пшениці [Вербицкая и др., 2010].

Показано, що використання препаратів ГК механоактивованого торфу стимулює зростання чисельності основних фізіологічних груп мікроорганізмів, підвищенню ферментативної активності. Механоактивація торфу може бути причиною збільшення доступності окремих компонентів та частини молекул у тому числі мікро- і мікроелементів, що входять до складу

ГК, які використовуються для живлення ґрунтовими мікроорганізмами. Виявлено, що досліджені ГК проявляють біостимулюючі властивості по відношенню до насіння пшениці. Найвищий ефект при цьому проявили ГК торфу, механоактивованого у присутності луґу: довжина та суха маса надземної частини зростає до 60-75% по відношенню до контролю [Іванов, Филатов, 2011].

Виявлено стимулювання проростків насіння *Sinapis alba* L. під дією гумінових препаратів, виготовлених із бурого вугілля Кансько-Ачинського басейну – гумітів натрію і калію у діапазоні концентрацій 0,001-0,015%. Масові сходи насіння гірчиці білої з'явилися на 2 добу і переважали контроль на 53-102%. Установлено, що максимальний стимулюючий ефект у досліджених видів гумітів відмічався при різних концентраціях: при дії гумату натрію максимальна кількість пророслого насіння спостерігалася при концентрації 0,015%, а гумату калію – при 0,005%. Виявлений достовірний позитивний кореляційний зв'язок між показниками схожості насіння та амілолітичною активністю дводенних проростків гірчиці білої при дії гумітів натрію і калію у діапазоні концентрацій 0,001-0,015% підтверджує факт суттєвого впливу амілолітичного комплексу на процес проростання насіння [Неверова и др., 2013].

Діляночні та мікроділяночні досліді на різних гібридах кукурудзи, проведені у різні роки у різних районах Донецької області показали достатньо високу ефективність гумінових препаратів на основі буровугільних гумітів амонію. На основі усіх проведених дослідів можна зробити попередній висновок про ефективність застосування гумінових препаратів на основі буровугільних гумітів амонію на кукурудзі в умовах Донецької області. Показано, що буровугільні гумінові препарати підвищують урожайність гібридів кукурудзи по зерну на 5-31%, а по зеленій масі – на 12-20% [Бутюгин и др., 2012].

Установлено, що гідролізати сапропелю володіють більш високим рівнем біологічної активності як регулятори росту рослин, ніж аналогічні продукти гідролізу торфу. Виявлено доцільність сумісної гідролітичної переробки торфу і сапропелю для одержання препаратів із підвищеною фізіологічною дією на рослини. Польові дослідження препаратів із торф'яної та торфо-сапропельної сировини в умовах Удмуртії показали високу ефективність їх застосування на культурах кукурудзи та картоплі [Юнусова, 1995].

Застосування гумінових добрив у Пензенській області сприяє зростанню урожайності ярої пшениці на 0,37-0,91 т/га порівняно із контрольним варіантом. Обробка насіння ярої пшениці гумостимом забезпечила формування біологічної урожайності зерна на рівні 3,46 т/га, а відхилення із контролем склало 0,87 т/га. Застосування гумату калію для передпосівної обробки забезпечило одержання 2,96 т/га зерна. Обробка насіння + обприскування посівів у фазу кушіння гумостимом забезпечило прибавку

порівняно із контролем 0,91 т/га, гуматом калію – 0,60 т/га. Прибавка урожайності зерна ярої пшениці у варіантах із застосуванням гумінових добрив забезпечувалось за рахунок зростання продуктивної кущистості, маси зерна із рослини порівняно із контролем [Курганов, 2015].

Ефект від застосування гумінових препаратів при обробці посівів картоплі був нижчим, ніж при обробці насіння і складав 0,99-1,38 т/га від Гумі-М та 1,74-2,00 т/га від Гуміфілд. Використання препаратів двічі за вегетацію дозволило збільшити урожайність бульб у середньому незалежно від фонів за рахунок Гумі-М на 1,84 т/га і Гуміфілд – 2,42 т/га [Бочаров, 2015].

Обробка бульб картоплі перед посадкою гумостимом сприяє зростанню урожайності її на 23,8% більше контрольного варіанту і на 4,8 та 16,7% менше порівняно із варіантами, де гумінові добрива використовувалися для проведення передпосадкової обробки бульб із наступною дво- і триразовим позакореневим підживленням відповідно. Також відмічено, що найбільш активно суха речовина накопичується при обробці бульб із наступним триразовим позакореневим підживленням рослин картоплі – 27,6%, що на 4,2% вище, ніж у контрольному варіанті. Вміст крохмалю підпорядковувався такій же закономірності, як і зміни вмісту сухої речовини у бульбах картоплі і залишався найвищим на тому ж варіанті – 18,3%, що на 2,7% більше, порівняно із контрольним варіантом, де передпосівну обробку бульб та триразове позакореневе підживлення рослин картоплі проводили водою [Бирюлина, Нышонкова, 2015].

Застосування препарату Гумат+7 у передпосівній підготовці насіння базиліку у сорту Рубіновий букет схожість на 17%. Обробка цим же препаратом рослин базиліку сприяла зростанню кількості стебел та листків на них. Найвища урожайність формувалась у сорту Москворецький Семко при застосуванні препарату Гумат+7 і склала 24,5 т/га [Малхасян, 2015].

Застосування гумінових добрив помітно не вплинуло на вміст у ґрунті (0-40 см) нітратного азоту, обмінного амонію, доступного фосфору та обмінного калію. Не проявилось їх застосування і на характері сезонної динаміки доступних для рослин форм поживних речовин. По усіх варіантах, включаючи і контроль, озима пшениця на чистих парах мала кращу забезпеченість азотом та фосфором, порівняно із непаровим попередником. Весняне азотне підживлення, обробка насіння та обприскування вегетуючих рослин розчином гумату натрію-калію із мікроелементами практично однаково підвищували вміст хлорофілу у листках рослин. Використання гумату натрію-калію із мікроелементами сприяло формуванню рослинами озимої пшениці більш високої, порівняно із контролем, біомаси уже починаючи із фази весняного кущіння. До моменту збирання у масі сухої речовини між контрольними і удобреними рослинами по чистому пару сягали 30%, а по непаровому попереднику – 32%. Застосування гумінових добрив сприяло розширенню співвідношення між зерном і соломою, порівняно із

контрольним варіантом. Під впливом гумінових добрив у рослинах озимої пшениці на початкових стадіях її розвитку відмічався більш високий, порівняно із контролем вміст азоту. При цьому його накопичувалося у рослинах, вирощених по чистому пару більше, ніж по непаровому попереднику. Яких не будь суттєвих змін у кількості фосфору і калію після застосування гумату натрію-калію із мікроелементами виявити не удалось [Корсаков, 2009].

Обробка перед посівом насіння кукурудзи гуматом калію-натрію із мікроелементами у середньому за 4 роки збільшила урожай зерна на 6,9 ц/га або 14%. Триразове застосування регулятора росту (обробка насіння та 2 обприскування вегетуючих рослин) підвищило збір зерна на 17,2 ц/га або 34%. Максимальна прибавка урожаю зерна зрошуваної кукурудзи (45 ц/га) одержана при сумісній дії основного удобрення, двох азотних підживлень та триразового застосування регулятора росту гумата калію-натрію із мікроелементами. У загальній сумі прибавки урожаю на долю мінеральних добрив в умовах зрошення на каштанових ґрунтах приходить 62%, а на долю регуляторів росту рослин – 38%. Гумат калію-натрію із мікроелементами при його сумісному застосуванні із мінеральними добривами збільшив окупність 1 кг д.р. добрив урожаєм зерна у 2,9-3,1 рази. Вміст у зрошуваному каштановому ґрунті обмінного амонію та доступного для рослин фосфору підвищувався після внесення мінеральних добрив. На запаси обмінного калію вивчені системи добрив не впливали. Гумат калію-натрію із мікроелементами не виявив впливу на агрохімічні властивості каштанового ґрунту [Цверкунов, 2012].

Максимальна урожайність ярої пшениці в умовах степового Поволжя одержана від триразового використання гумату калію-натрію із мікроелементами: обробка насіння перед посівом та наступні обприскування вегетуючих рослин у фазу кущіння та по прапорцевому листку. Це дозволило одержати додатково 0,45 т/га зерна. На вміст у зерні ярої пшениці сировини та її якість застосування гумату калію-натрію із мікроелементами суттєвого впливу не виявило. Одержане зерно по якості відноситься до 3 класу. Застосування гумінових добрив не виявило помітного впливу на вміст у шарі (0-40 см) ґрунту нітратного азоту, обмінного амонію, доступного фосфору та обмінного калію [Гатаулин, 2009].

Для одержання 1,53-1,55 т/га насіння соняшника сорту Саратовський 20 при його вирощуванні на чорноземі південному Саратовського правобережжя рекомендується: на ґрунтах із середнім вмістом доступних форм азоту та фосфору вносити під основний обробіток  $N_{40}P_{30}$ , висівати на цьому фоні насіння, оброблене перед посівом розчином гумату калію-натрію із мікроелементами (0,25 л/т + 10 л води) та провести дві обробки по вегетуючих рослинах у фазі 3-5 пар справжніх листочків та при масовій появі бутонів (0,5 л/га для кожної обробки) [Фомичёв, 2011].

В умовах Псковської області вперше вивчено вплив гумінових препаратів на різних фонах живлення при вирощуванні картоплі на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті. Як показали результати наукових досліджень, обробка бульб картоплі та дворазове обприскування рослин під час вегетації гуміновими препаратами виявили позитивний вплив на продуктивність та якість вивченої культури. Дослідження здійснено шляхом постановки польового та мікропольового дослідів [Левченкова и др., 2014].

Препарат Гумат+7 підвищував інтенсивність фотосинтезу рослин кукурудзи до 20,15 мг/г/м<sup>2</sup>/год. У контрольних рослин інтенсивність фотосинтезу складала 19,90 мг/г/м<sup>2</sup>/год. Як відомо, накопичення сухої речовини рослин обумовлюється інтенсивністю фотосинтезу, що і було показано у дослідженнях. Застосування препарату Гумат+7 також було ефективним, а кількість сухої речовини у цьому варіанті склало 73,2%, що значно вище контрольного варіанту [Зими́на, 2006].

Застосування у технології вирощування томату Гумату К та Епіну суттєво підвищує біолого-ресурсний та продуктивний потенціал цієї культури. Обробка насіння томату цими регуляторами росту підвищила посівні якості насіння: енергію проростання, схожість та посилила інтенсивність їх проростання. По показниках якості насіння встановлено оптимальну концентрацію розчину Гумату К, яка складає 0,001%. Гумат К стимулює ріст рослин у висоту, процес листкоутворення, наростання біомаси та маси сухої речовини надземними органами. Ступінь дії на перелічені параметри росту суттєво залежала від виду та способу застосування препарату. Найбільш раціональний та міцний габітус рослин томату формувався при двохразовому застосуванні на насінні та рослинах [Тосунов, 2008].

Використання гумінових препаратів (Гумат +7, а також гумати калію, кальцію та магнію) сприяють активізації ростових процесів у задерев'янілих черенків винограду, вирощених в умовах степового клімату Оренбургської області, що у кінцевому підсумку виявляє позитивний вплив на їх приживання, а відповідно і на вихід якості саджанців [Хардікова, 2009, Хардікова, Верхошенцева, 2013].

Виявлено стимулюючі та депресивні концентрації розчинів лінгогумату марки «АМ» калійний по дії на асиміляційну поверхню листків картоплі. Для ранньостиглого сорту Жуковський та середньостиглого сорту Голубизна стимулюючою дозою був коридор 150 – 225 г/га – асиміляційна поверхня листків склала 72,2-81,0 тис. м<sup>2</sup>/га проти 62,6-69,5 тис. м<sup>2</sup>/га на контролі. Урожайність бульб при вище перерахованих умовах знаходилася на достатньо високому рівні: по сорту Жуковський ранній найвища урожайність (47,2 т/га, прибавка до контролю +8,2 т/га), а по сорту Голубизна (41,3 т/га, прибавка до контролю +7,2 т/га) виявилася при обприскуванні 225 г/га лінгогумату. Проведення повторного обприскування лінгогуматом не привело до суттєвого росту урожайності [Федотова и др., 2010].

Включення гумінових добрив, а також препаратів на основі амінокислот до технології вирощування м'якої ярої пшениці в умовах лісостепової зони Алтайського краю позитивно впливає на зернову продуктивність, а при певних умовах може покращувати якісні характеристики зерна. У той же час не виключаються випадки індиферентного відношення рослин м'якої ярої пшениці до дії гумінових добрив [Литвинцев, Литвинцева, 2015].

Проведені експерименти показали, що внесення ГР до живильного середовища сприяє зростанню концентрації глюкози у цитозолі штама 0275 гриба *Trametes maxima*. Ці результати узгоджуються із встановленим раніше [Klein et al., 2014] посиленням дихання гриба *Trametes maximata* свідчать про можливе посилення гліколізу [Кляйн и др., 2015].

Використання для поливу рослин-регенерантів фіалки узумбарської та кукурудзи 0,005%-ного розчину препарату на основі біогумату значно підвищує адаптацію їх у ґрунті, сприяє кращому росту коренів та розвитку надземної частини, знижує відсоток ураження рослин хворобами та їх загибелі [Гармаш та ін., 2012].

Обробка насіння пшениці очищеними ГК у 0,001%-ній концентрації сприяла зростанню схожості насіння. Більш сильний вплив вони виявляють на розвиток кореневої системи, ніж на формування надземної частини – проростків. Порівняно із контролем довжина та маса коренів зросла на 15-45%, а проростків – на 20-24%. У результаті обробки насіння ГК відмічено зростання енергій проростання на 8,4%, лабораторної схожості на 6,7%, порівняно із контролем [Сандрыкин, Позднякова, 2012].

При вирощуванні ярого ячменю сорту Ельф на ґрунті, забрудненому <sup>137</sup>Cs із різною забезпеченістю елементами мінерального живлення застосування гумату калію при обробці насіння та рослин виявляло переважно стимулюючий вплив на ріст та розвиток рослин, що у кінцевому підсумку стимулювало зростання урожайності культури. Особливо це було помітно у варіантах без внесення калію та азоту у ґрунт, де відмічено при передпосівній обробці насіння зростання маси зерна більш ніж на 80%, а при обприскуванні рослин у фазу кушіння – більше ніж на 40% [Маркина, 2006].

Включення регулятора росту рослин гідрогумат до складу азотних (сульфат амонію, карбамід, КАС) та комплексних (NPK) добрив забезпечує на дерново-підзолистих ґрунтах зростання продуктивності сівозмін на 10-16% та урожайності сільськогосподарських культур – на 10-28% (зернових – на 10-20%, пропасних – на 15-28%), покращення якості продукції за рахунок зниження вмісту нітратів на 15-30%, зростання білку, цукру та крохмалю, порівняно із стандартними добривами [Пироговская, 2007]. Комплексне застосування гумінових препаратів, мікроелементів у хелатній формі та препарату Марс ЕЛ дає можливість на чорноземах звичайних північного степу України підвищити урожайність зернових культур у межах 2,5-3,2 ц/га та покращити біохімічні показники його якості [Крамарёв, 2007].

Проведені випробування гумусовмісних препаратів (ГРАР, РКД) та „Байкал ЭМ-1У” як біологічно активних речовин на врожайність ячменю в умовах ФГ „СІВЕЛІР” Золочівського району, Харківської області. Найбільші прибавки урожаю отримані при застосуванні гумусовмісних препаратів. Виявлений негативний вплив „Байкал ЭМ-1У” на агрономічні властивості ґрунту [Яременко, Кривуля, 2007]. Обробка насіння із наступною обробкою посівів у випадку комбінованого гумінового препарату Реастим-гумус дає максимальну прибавку урожайності, порівняно із іншими варіантами обробки. Структура урожаю теж відрізняється. Препарат реастим-гумус стимулює зростання вегетативної маси рослин і лише небагато поступається у прибавці маси 1000 насінин максимально концентрованому препарату реаком. Прибавка урожайності для реастим-гумус склала 1,7 ц/га, а для препаратів реаком – 1,4-1,6 ц/га при контролі 15,6 ц/га [Кутолей, Полянчиков, 2007].

Використання гумату калію при замочуванні насіння тютюну із наступним посівом та подальшим додатковим обприскуванням розсади розчинами препарату (0,01% – хрестик, 0,05% – вушки та готову до висадки розсаду) доцільно включити у ресурсозберігаючу агротехнологію тютюну, що дозволяє одержати більш дружні та вирівняні сходи, підвищити якість тютюнової розсади, та у цілому урожайність цієї культури, не викликаючи негативної дії на стан оточуючого середовища [Тютюнникова, 2013].

Обробка насіння нуту гуміновим препаратом Гумат К/Na + мікроелементи сприяла кращому розвитку кореневої системи, симбіотичного апарату, що сприяло формуванню і більш сильної асиміляційної поверхні [Аленін, 2015].

При обробці насіння крес-салату розведеними у 50, 100 та 150 разів розчинами ГР, одержаних із компостів твердих побутових відходів, зростає схожість насіння на 4,2-8,7%, довжина кореня – на 11,5-38,0%, довжина проростка – на 11,2-25,9%. Після позакореневої обробки розчинами ГР листків салату маса рослин зросла на 44-107%, порівняно із контролем [Орлова, 2013].

На базі комплексних досліджень формування продуктивності озимого ріпаку встановлено оптимальні показники його продуктивності, що сприяють зростанню ступеня реалізації потенціалу культури та забезпечують одержання максимальної біологічної урожайності культури 48,7-62,2 ц/га при внесенні регулятора росту Гідрогумат у дозі 1,5 л/га у фазу початку бутонізації та у дозі 1,5 л/га у фазу повної бутонізації: густота стояння рослин перед збиранням – 37-42 шт./кв. м; кількість стручків на рослині у цій же фазі – 114-229 шт.; кількість насінин у стручку 21,6-23,2 шт.; маса 1000 насінин – 3,5-4,5 г; маса насіння із однієї рослини 12,8-18,1 г [Седляр, Андрусевич, 2012].

Дослідження показали, що навіть одноразова обробка комплексним гуманним органомінеральним добривом показує досить відчутні результати

на фоні повного мінерального живлення. Найбільш ефективною є повна схема застосування препарату, що включає обов'язкове протруювання насіння та одноразову обробку препаратом по вегетації. Результати експериментів вказують на добре виражений імуностимулюючий ефект гумітів. Застосування гумінових добрив суттєво змінює умови ґрунтового живлення рослин, викликаючи активне посилення процесів мобілізації живильних речовин у засвоюваній для рослин формі [Врагова, 2012].

При проведенні досліду виявлено, що найкращі показники при переносі рослин картоплі *in vitro* в *in vivo* досягається при попередньому замочуванні рослин картоплі із препаратом Макс Супер Гумат у концентрації 2 мл/л та наступному поливі цим же препаратом із збільшенням концентрації до 4 мл/л. Позитивно зарекомендували себе такі сорти, як Імпала, Бриз – 90% при вмісті цього препарату у розчині 2 мл, підвищення приживання на 7-10%. У сорту картоплі Тімо Ханкіян приживання при поливі гуміновим препаратом склало 93-97%, зростання приживання, порівняно із поливом водою склало 23-27%. Такі умови сприяють стабільній адаптації рослин до зовнішніх умов, меншим випадкам у ґрунтових умовах [Лебедева, Федорова, 2014].

Виявлено, що обробка препаратами гумінової природи – гідрогуматом та гідрогуматом із мікроелементами – у цілому підвищують посівні якості насіння, прискорюють ріст та розвиток сіянців томату. На основі комплексу показників можна зробити висновок, що оптимальними ріст регулюючими концентраціями для передпосівної обробки насіння томату є: для гідрогумату – 0,01 та 0,001%, для гідрогумату із мікроелементами – 0,01%. Більш високі показники було одержано у останньому випадку [Сахарчук и др., 2012].

Випробування гумату натрію на культурі томату в умовах промислової технології півдня України показали, що прискорюється строк дозрівання плодів на 10-15 днів, спостерігається більш сильний розвиток у рослин листового апарату, інтенсивне утворення фотосинтетичних пігментів, активний синтез сухої речовини, найбільш сприятливий вплив на площу листової поверхні (204% контролю) та вміст хлорофілу «а» (179% контролю). Зростає кількість та маса стандартних плодів на рослині відповідно на 18% та 11%, порівняно із контролем. Спостерігається зниження нітратів у оброблених рослинах на 30%, а у листках – на 68%. Урожайність складає 484 ц/га, або 126% від контролю [Зайцева, 2000].

Вивчено механізми впливу ГР на родючість ґрунту при обробці рослин «по листку», коли безпосереднє попадання фізіологічно активних речовин до ґрунту проблематичне. Показано, що обробка вегетуючих рослин супроводжується зростанням чисельності ґрунтових мікроорганізмів, що стає причиною росту доступності елементів мінерального живлення на покращення показників водо міцності структури [Безуглова и др., 2015]. Вивчалася застосування препарату Росток для передпосівної обробки насіння (0,5 л/т) та позакореневого обприскування рослин (0,2 л/га) самостійно або у

баковій суміші із пестицидами. Препарат підвищує опір рослин хворобам. Знижується у значній мірі поширення та інтенсивність розвитку захворювань. Застосування препарату стимулювало ріст урожайності зерна ярої пшениці на 0,3-0,7 т/га, а сої – на 0,8 т/га [Грехова, 2015].

Представлено результати досліджень порівняльної дії гумінових препаратів Лігногумат, Дарина, Ідеал, Стимулайф при виробництві ячменю, картоплі, цукрового буряка, моркви та капусти. Усі препарати використовувалися згідно рекомендацій виробників. Було показано, що ефективність різних гумінових добрив на сільськогосподарських культурах мають різну специфіку дії. При виборі того або іншого препарату для обробки певної культури необхідно враховувати особливість фізіологічної основи кожного із них [Комаров и др., 2015].

У наших дослідженнях у польових дослідах також було одержано обнадійливі результати (табл. 7).

#### **7. Вплив гумінових регуляторів росту на продуктивність основних сільськогосподарських культур**

| Сорт, гібрид     | Контроль, без обробки | Гумат натрію, 0,4 л/га | Гумат калію, 0,4 л/га |
|------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
|                  | ц/га                  |                        |                       |
| Озима пшениця    |                       |                        |                       |
| Миронівська 61   | 45,9                  | 49,8                   | 49,9                  |
| Яра пшениця      |                       |                        |                       |
| Харківська 26    | 35,6                  | 38,8                   | 38,9                  |
| Озиме жито       |                       |                        |                       |
| Дозор            | 41,0                  | 42,7                   | 43,0                  |
| Кукурудза        |                       |                        |                       |
| Суботівський 190 | 64                    | 73                     | 75                    |
| Соняшник         |                       |                        |                       |
| Гавриш 14        | 18,4                  | 21,9                   | 22,1                  |
| Соя              |                       |                        |                       |
| Чернятко         | 14,5                  | 15,9                   | 16,3                  |
| Ярий ячмінь      |                       |                        |                       |
| Вакула           | 32,4                  | 34,1                   | 34,3                  |
| Озимий ячмінь    |                       |                        |                       |
| Достойний        | 33,6                  | 35,2                   | 35,4                  |
| Овес             |                       |                        |                       |
| Чернігівський 28 | 34,0                  | 36,8                   | 36,9                  |
| Цукровий буряк   |                       |                        |                       |
| Уладівський      | 785                   | 815                    | 819                   |

|                      |     |     |     |
|----------------------|-----|-----|-----|
| однонасінний         |     |     |     |
| Картопля             |     |     |     |
| Лугівська            | 310 | 334 | 336 |
| Поліська рожева      | 305 | 327 | 329 |
| Томат                |     |     |     |
| Лагідний             | 829 | 862 | 864 |
| Хорів                | 844 | 869 | 875 |
| Борівський           | 839 | 868 | 871 |
| Бобрицький           | 833 | 862 | 865 |
| Флора                | 810 | 835 | 838 |
| Огірок               |     |     |     |
| Джерело              | 282 | 304 | 309 |
| Роднічок             | 294 | 315 | 322 |
| Капуста пізня        |     |     |     |
| Харківська<br>зимова | 911 | 947 | 951 |
| Білосніжка           | 924 | 949 | 954 |
| Яна                  | 915 | 945 | 950 |
| Цибуля               |     |     |     |
| Сквирська            | 202 | 217 | 223 |
| Штутгарт             | 210 | 229 | 235 |
| Морква               |     |     |     |
| Лосиноостровська     | 377 | 401 | 406 |
| Нантська             | 368 | 397 | 412 |
| Кавун                |     |     |     |
| Харківський 118      | 883 | 908 | 916 |

Показано результати досліджень по вивченню впливу біологічно активного препарату – гумінового добрива Віо-Дон на структурний стан чорнозему звичайного карбонатного. Установлено, що обробка гуміновим препаратом по вегетуючих рослинах сприяє зниженню рівня сезонного погіршення структурного стану ґрунту. Відмічено тенденцію до росту водо міцності структури на варіанті із обробкою посівів гуміновим добривом [Лыхман и др., 2015].

Для розробки технології застосування гумінового препарату на посівах сільськогосподарських культур була проведена серія експериментів на чорноземі та каштановому ґрунті у виробничих умовах. Детально вивчено вплив гумінового препарату на режим елементів живлення. У результаті проведеного експерименту було відмічено, що застосування гумінового препарату при внесенні його під озиму пшеницю, соняшник та цукровий

буряк на чорноземі та каштановому ґрунті виявляє позитивний ефект на динаміку вмісту рухомих форм фосфору [Полиенко и др., 2015].

Вивчено вплив добрива гумінової природи Біоплант Флора на формування розсади тютюну на тривало незмінній живильній суміші. Установлено, що позакореневе внесення препарату у розсадний період по основних фазах розвитку рослин («хрестик», «вушки» та «придатна до висадки розсада») сприяє зростанню урожайності культури на 11% за рахунок покращення якості тютюнової розсади [Сидорова, Плотникова, 2015].

Випробування біологічної ефективності регулятора росту Гідрогумат на деревних культурах та кущах проведено на сіянцях каштана кінського звичайного, ясеня та барбариса. Обробка сіянців препаратом здійснювалася шляхом їх 3-разового обприскування 1%-ним розчином, перший – у період розпускання листків, наступні – у фазу активного росту із інтервалом 15 днів. Це забезпечило приріст сіянців каштану на 60,7%, порівняно із контролем, а ясеню – у 2,8 рази. Обробка Гідрогуматом сіянців барбарису прискорила їх ріст та розвиток, що перевищив контроль на 68,6%. Відмічено також стимуляцію утворення бічних стебел, на 78,9% вище контролю. Проведено також випробування ефективності застосування Гідрогумату на газонних травах (суміш злаків: райграс пасовищний, мітлиця лугова та вівсяниця червона). Установлено, що обприскування рослин газонних трав Гідрогуматом сприяло прискоренню їх вступу до фази кушіння та забезпечило активний ріст; зростала декоративність – газон набував насиченого зеленого забарвлення та стійкості до вилягання. Маса зеленої біомаси із 1 кв. м у варіанті із застосуванням Гідрогумату склав 834,0 г/кв. м, що на 62,9% вище контролю. Таким чином, показано високу ефективність застосування регулятора росту Гідрогумату на декоративних деревних та кущових рослинах, а також на газонних травах та квітах [Тимофеев и др., 2015].

Дослідження проводили із метою вивчення ефективності застосування Гумату калію-натрію на картоплі. У результаті проведених досліджень установлено позитивний вплив комплексного концентрованого органомінерального добрива на продуктивність та якість картоплі в умовах республіки Комі. Застосування Гумату калію-натрію сприяло зростанню ранньої урожайності картоплі на 29,9-102,8%, порівняно із контрольним варіантом. Прибавка загального урожаю при використанні препарату склала 5,0-17,1 т/га (29,9-100,0%). Вивчений природний стимулятор росту дозволяє збільшити вміст у бульбах картоплі сухої речовини та крохмалю [Тулинов, 2015].

Обробка насіння озимої пшениці перед посівом, сумісно із протруйниками, підвищує енергію проростання на 8-11% і схожість насіння на 7,5-12,5%, посилює процес проростання. По сукупності дії на вивчені показники найбільш ефективними виявилися гумінові препарати (гумат калію із

сапропеля, гумат натрію із вугілля та торфу). Застосування на озимій пшениці (на насінні і рослинах роздільно або сумісно) випробуваних препаратів стимулює ріст рослин у висоту, наростання надземної біомаси та утворення сухої речовини. Із усієї серії випробуваних препаратів, найбільш активними по дії на ріст рослин виявилися гумат калію із сапропеля, особливо при обробці насіння та рослин сумісно або роздільно чи у баковій суміші. Гумат калію із сапропеля суттєво впливав на формування листового апарату. При його застосуванні зростає число листків на рослині, їх розміри (довжина і ширина), площа, подовжується термін їхнього життя та зростає їх життєздатність. Крім того у значній мірі зростає фотосинтетична діяльність рослин озимої пшениці [Шаповал, 2005].

Продукт штучної гуміфікації – гумат калію виявляє співставлений із ГК природного генезису ефект на приріст надземної маси у фазу цвітіння (40-50% до контролю). Усі штучно одержані ГК позитивно впливають на формування колоса озимої пшениці та його озерненість. Найвищий ефект відмічено для продукту штучної гуміфікації – гумату калію. Передпосівної обробки насіння гумітами цілком достатньо для одержання прибавки урожайності озимої пшениці на рівні 18-50% [Дудкин и др., 2013].

Розроблено методичні підходи до прогностичного моделювання звязуючих та детоксикуючих властивостей ГК у відношенні різних екотоксикантів на основі дискрипторів складу, у рамках яких обґрунтовано вимоги до мінімального розміру виборки препаратів, визначено найбільш ефективний метод регресивного аналізу, опрацьовано відповідне програмне забезпечення [Перминова, 2000].

Відмічено ефективність застосування гумісолу на ріст та розвиток рослин ярої пшениці. Рослини із обробленого цим препаратом насіння у порівнянні із контрольним варіантом формують більшу площу листової поверхні, висоту та сиру вегетативну масу [Прошутя, 2013].

Установлено, що добриво «Гумат Плодородие», збагачене мікроелементами активізує морфологічні процеси овочевих культур: сприяє зростанню висоти рослин на 4,2%, діаметра качана на 11,2%, а також скороченню часу проходження основних фенологічних фаз розвитку рослинами капусти та моркви на 2-5 днів. Результатами досліджень доказано, що застосування добрива «Гумат Плодородие» сприяло накопиченню фото пігментів на 6-26%, інтенсивності фотосинтезу на 31-47%. У рослин зростала інтенсивність дихання у варіантах із застосуванням одноразової обробки – на 59-76%, дворазової – на 32%, що забезпечило рослинний організм додатковою енергією. Установлена висока активність ґрунтової мікрофлори, яка у ґрунтах варіантів із застосуванням добрива «Гумат Плодородие», збагаченого мікроелементами мала більшу чисельність бактеріальної флори: амоній фіксаторів – 2,9-5 разів, азот фіксаторів – у 2,5-3,3 рази. Визначено, що прибавка урожайності овочевих культур капусти білоголової та моркви

столової складала 35 і 51,9%. Виявлено покращення якості господарсько-корисної продукції у варіантах, оброблених добривом «Гумат Плодородие», збагаченого мікроелементами [Судмантас, 2009].

Передпосівна обробка насіння озимої пшениці препаратом Гумі+Si сприяє посиленню синтезу речовин гіберелінової природи на 28,6%, зростанню активності ферментів окисно-відновлювального та гідролітичного класів. Установлена кореляційна залежність між активністю пероксидази, каталази, амілази та накопиченням гуміноподібних речовин у проростках. Активізація фізіолого-біохімічних процесів у проростаючому насінні стимулює посилення росту проростків: зростає їх маса, збільшується кількість зародкових бруньок, покращуються показники посівних якостей насіння, що підвищує їх польову схожість. Застосування препарату Гумі+Si сприяє формуванню високопродуктивного агрофітоценозу озимої пшениці. Зростає фотосинтетична активність агрофітоценозу: площа листової поверхні та продуктивність. Застосування препарату Гумі+Si для передпосівної обробки насіння озимої пшениці є екологічно безпечним, енергетично та економічно вигідним агроприйомом [Мазурова, 2006].

У представників синьозелених та діатомових водоростей у відповідь на дію ГК в концентраційно-часовому градієнті накопичуються переважно білки, а у діатомеї також і вуглеводи; у хлорели має місце аналогічний процес з частковим підвищенням накопичення ліпідів на початку дії ГК як стрес-чинника; представник еугленових водоростей має чітку білок-ліпідну стратегію адаптації до ГК, однак, при цьому, зростання вмісту білків є істотнішим порівняно з накопиченням ліпідів. Відмінні адаптаційні стратегії водоростей до ГК зумовлені, очевидно, таксономічними структурними та фізіологічними особливостями: будовою клітинних стінок, метаболічною активністю, індивідуальним адаптивним значенням окремих метаболітів, тощо [Василенко та ін., 2014].

Майже однозначно впливають на схожість насіння ялини водні розчини лігногумату концентрацією 0,01 % і акварін колор концентрації 0,1 %. Перевищення показників схожості над контрольними становило 82 і 72 %, а середня довжина коренів паростків, відповідно, на 45 і 67 % [Сірик, 2010].

Передпосівна обробка насіння позитивно вплинула не тільки на урожай зерна ячменю, але і на його якість. У зерні ячменю зріс вміст протеїну: сирого від 1% до 5%, переварюваного від 1,4% до 4,5%, а також сирого жиру від 2% до 4%. Найбільш високий вміст сирого та переварюваного протеїну та сирого жиру відмічено при передпосівній обробці насіння ячменю сумішшю гумату натрію та янтарної кислоти [Лукьяненко и др., 2010].

Застосування ГР досить ефективно впливає на ростові процеси рослин ячменю та картоплі. Максимальну урожайність сорт ячменю Сибіряк та сорт картоплі Удалец сформували при обробці їх під час вегетації гуматом амонію [Анохина и др., 2015].

При виробництві кукурудзи передпосівний обробіток насіння гуматами проводять на калібрувальних заводах при напівсухому протруєнні пестицидами з розрахунку 8,0 літрів препарату на тонну насіння. Як показали богаторічні випробування такий обробіток підвищує врожайність зерна кукурудзи у середньому на 2,0-4,0 ц/га, а силосної маси на 20,0-30,0 ц/га. В овочівництві гумати використовують, як шляхом обробки насіння і розсади, так і шляхом поливу вегетуючих рослин. Застосування гуматів під овочеві культури у відкритому ґрунті збільшує врожайність до 20,0-60,0 ц/га, а у закритому ґрунті до 1,5-2,5 кг/м<sup>2</sup>. Гумати ефективні і при використанні у плідівництві та виноградарстві. Використовують їх у вигляді 0,01-0,005% розчинів для замочування садженців плодових культур і чубуків винограду, а також при поливі дерев та кущів. Замочування перед посадкою збільшує приживаємість рослин, а полив чи оприскування – приріст врожаю до 20 ц/га при покращенні якості плодів [Корбанюк, 2010].

Можна зазначити, що сезонні зміни у сукупності з впливом гумісолу змінювали кількість і співвідношення вивчених пігментів. У більшості випадків вплив укорінювача позитивно впливав на відношення хлорофілу а до хлорофілу б. Процеси адаптації фотосинтетичного апарату листків верби білої навесні відбувалися завдяки підвищенню концентрацій хлорофілу а, восени ж спостерігалось підвищення кількості хлорофілу б у дослідних рослин порівняно з контролем. Це може бути пов'язано з більш швидким наростанням процесів апоптозу у листках під дією гумісолу, який у даному випадку проявляв стимулюючі властивості [Кулік та ін., 2010].

## ПІДСУМОК

Вирішення проблеми біологізації землеробства можливе на принципах інтегрованого екологізованого підходу, основу якого складає переважне застосування агротехнічних, біологічних, селекційних міроприємств, спрямованих на управління фітосанітарним станом, що допускають екологічно безпечний технологічний процес. Такий підхід базується на адаптації до природно-антропогенних властивостей регіонів та раціональному використанні природно-ресурсного потенціалу агроландшафту із метою зростання якості сільськогосподарської продукції, охороні навколишнього середовища та здоров'я людини. У даний час у якості стимуляторів росту та добрив широко використовуються ГР – гумати.

ГР різного походження мають подібний елементарний склад, однотипний набір структурних фрагментів та функціональних груп, близькі хімічні та фізичні властивості. Усе це дає підставу для об'єднання їх у один великий клас природних органічних сполук, що формується у ході трансформації

компонентів рослинних і тваринних тканин мікробних клітин. У той же час видно і відмінності між окремими представниками ГР. Знайдені відмінності дають підставу для розробки принципово нової класифікації ГР, що об'єднують представників цього класу сполук різного походження. У класифікації повинні знайти місце також ГР штучного походження.

При вивченні властивостей та будови ГР усе ширше застосовуються новітні фізичні методи, включаючи ядерний магнітний резонанс (ЯМР), інфрачервону спектроскопію із Фур'є-перетвореннями, газову хроматографію, електронний парамагнітний резонанс, піроліз-мас-спектрографію та інші методи.

Для ефективного вирішення проблем, які виникають при адаптивній інтенсифікації продукційного процесу культурних рослин а агроландшафтному землеробстві, особливо в умовах неоднорідності ґрунтового покриву, доцільно поєднувати еколого-аналогові підходи, що враховують природні закономірності розвитку та функціонування екосистем, із технічними рішеннями, які застосовуються у точному землеробстві.

Результати проведених експериментів, спрямованих на вивчення захисної дії ГР в умовах різних фізико-хімічних стресів указують на те, що ГР володіють здатністю знижувати негативну дію різних стресорів на живі організми у різних середовищах. При цьому захисна дія ГР може бути обумовлена як безпосереднім зв'язуванням токсикантів, так і дією на рослинний організм.

Використання гумінових препаратів у якості позакореневих обробок сільськогосподарських культур дозволяє: 1) полегшити транспорт та кругообіг поживних речовин у рослинах; 2) покращити дихання рослин; 3) прискорити проходження біосинтезу; 4) знизити вміст нітратів у рослинах; 5) підвищити якість продукції рослинництва; 6) збільшити коефіцієнт використання добрив рослинами; 7) оздоровити рослини.

Особливі уваги заслуговують адаптогенні властивості ГР, обумовлені їх здатністю зв'язувати радіонукліди, іони ВМ, руйнувати пестициди після закінчення строку їхньої дії, полегшувати та прискорювати процес детоксикації культурних рослин.

Необхідно відмітити, що формування підвищеної стійкості рослин у початковий період дії стрес-факторів являє собою досить складний багатокомпонентний процес, поєднаний із швидкою зміною рівня фітогормонів, а також їх балансу за активної участі екзогенних ГР, що стимулює до переключання функціональної активності клітин із звичайних програм (ростова, онтогенетична) на адаптивні, забезпечуючи тим саме виживання рослин у несприятливих умовах.

Таким чином, проблема ГР у нашому житті стає усе більш важливою та всеохопною. Таке велике значення цих сполук пояснюється, як уже неодноразово підкреслювалося, специфікою їхнього генезису: формування ГР

відбувалося сумісно із еволюцією живих співтовариств, так що кінцевим продуктом перетворень органічних залишків стали фізіологічно активні хімічні та біохімічні полі функціональні сполуки, які не просто відіграють досить важливу роль у всіх біосферних процесах, але і створюють у природному середовищі досить оптимальні умови для існування та продовження життя [Горовая и др., 2010].

Застосування новітніх фізико-хімічних методів дослідження ГР, виділених із різних природних об'єктів, дасть можливість охарактеризувати їх якісно та кількісно. Одержана інформація дасть можливість пояснити будову та функції екологічно безпечних ГР та механізм впливу на рослинні тканини, а також причини зміни імунного статусу культурних рослин.

## Література

- Абрамян С.А. Природа регуляции ферментативных процессов в почве // Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М. – 1990. – 46 с.
- Аввакумова Н.П., Криволапова М.А., Жернов Ю.В. ИК-спектроскопическое изучение гуматов магния и серебра пелоидов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2010. – Т. 12, № 1 (8). – С. 2003-2006.
- Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. Л.: Наука. – 1980. – 287 с.
- Аленин П.Г. Влияние обработки семян регуляторами роста и микроудобрениями на продуктивный процесс нута // Инновационные технологии в АПК: теория и практика. Пенза. – 2015. – С. 17-21.
- Аникина И.Н. Гидрогумат как фактор повышения резистентности растений *in vitro* // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 2-2 (33). – С. 8-9.
- Анохина О.В. Влияние гумата калия на показатели роста и продуктивность картофеля в условиях лесостепной зоны Кемеровской области // Вестник Кемеровского ГАУ. – 2014. – № 5. – С. 5-10.
- Анохина О.В., Чуманова Н.Н., Самаров В.М. Действие гуминовых препаратов на продуктивность ячменя и картофеля в лесостепи Кемеровской области // Вестник РАЕН. – 2015. – В. 17. – С. 100-104.
- Бараненко В. В. Супероксиддисмутаза в клетках растений // Цитология. – 2006. – № 6. – С. 465—474.
- Баранова Е.Н., Гулевич А.А. Проблемы и перспективы генно-инженерного подхода в решении вопросов устойчивости растений к засолению // Сельскохозяйственная биология. – 2006. – № 1. – С. 39-55.
- Баталкин Г.А., Кочанов М.М., Махно М.Ю. Проницаемость мембран для некоторых веществ гумусовой природы и их вклад в физиологическую активность препарата гуматов Na. Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. – 1983. – № 8. – С. 117-121.
- Башмаков Д.И. Эколого-физиологические аспекты аккумуляции и распределения тяжелых металлов у высших растений // Автореф. дис... канд. биол. наук. – Нижний Новгород – 2002. – 18 с.

Безуглов В.Г., Гафуров Р.М. Эффективность удобрений, содержащих гумат натрия в баковых смесях с гербицидами на посевах озимой пшеницы // Агрохимия. – 2002. – № 9. – С. 41-46.

Безуглова О.С. Удобрения, биодобавки и стимуляторы роста для вашего урожая. Ростов на Дону: Феникс. – 2007. – 254 с.

Безуглова О.С., Полиенко Е.А., Горовцов А.В., Лыхман В.А. К вопросу о механизмах влияния гуминовых препаратов на почвенное плодородие // Теория, практика и перспективы применения биологически активных соединений в сельском хозяйстве. Сыктывкар. – 2015. – С. 22-24.

Бирюлина Т.Н., Нышонкова К.В. Влияние гуминового удобрения на продуктивность растений картофеля // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России. Пенза. – 2015. – Т. 1. – С. 34-35.

Битюцкий Н.П. Необходимые микроэлементы растений. Учебник. – СПб.: Издательство ДЕАН. – 2005. – 245 с.

Бобылев С.Н. Воздействие изменения климата на сельское хозяйство и водные ресурсы России. – М.: Фонд "Защита природы". – 2003. – 36 с.

Бобырь Л.Ф. Интенсивность фотосинтеза, состояние электронно-транспортной цепи и активность фосфорилирующей системы под воздействием гуминовых веществ // Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. – 1980. – Т. VII. – С. 54-63.

Богословский, В.Н. Левинский Б.В., Сычев В.Г. Агротехнологии будущего. Книга 1. Энергены – М.: РИФ «Антиква», 2004. – 163 с.

Большаков В.А. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах // Почвоведение. – 2002. – № 7. – С. 844-849.

Борзенкова, Р. А. Лунева Е.О., Зорина М.В. Гормональная регуляция донорно-акцепторных отношений в растении // Фотосинтез и продукционный процесс. – Свердловск: Изд-во Уральского института. – 1988. – С. 125-137.

Борисенко В.В., Хусид С.Б. Изучение влияния обогащенного биогумата «ЭКОСС» на продуктивность овощных культур / Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 107 (03).

Борисенко В.В., Хусид С.Б., Лысенко Ю.А., Фолиянц Б.В. Биологическая активность гуминового комплекса различного происхождения и его влияние на рост и развитие растений // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 110 (06). – С. 1-11.

Бочаров С.С. Совершенствование приемов позделывания картофеля при орошении в условиях лесостепи среднего Поволжья // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Пенза. – 2013. – 27 с.

Бочаров С.С. Использование удобрений и средств защиты растений для повышения урожайности картофеля // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России. Пенза. – 2015. – Т. 1. – С. 8-9.

Бражников П.Н., Сайнакова А.Б. Приемы повышения урожайности озимой ржи в экстремальных условиях севера Томской области // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 7. – С. 34 -37.

Бутюгин А.В., Зубкова Ю.Н., Зуза В.А., Погромская Я.А. Влияние буроугольных гуминовых препаратов на продуктивность кукурузы в условиях Донбасса // Вісник Донецького НУ. Сер. А: Природничі науки. – 2012. – № 2. – С. 167-170.

Валуева Т.А., Мосолов В.В. Роль ингибиторов протеолитических ферментов в защите растений // Успехи биологической химии. – 2002. – Т. 42. – С. 193-216.

Варавкін В.О. Ріст проростків озимої пшениці після дії температурного стресу та гумату калію // Наукові доповіді НУБіП 2011-2 (24) [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011\\_2/11vvo.pdf](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_2/11vvo.pdf)

Варавкин В.А. Влияние температурного стресса и регуляторов роста на оводненность и корнеобеспеченность проростков озимой пшеницы // Вісник Сумського НАУ. Серія «агрономія і біологія». – 2013. – В. 3 (25). – С. 151-155.

Василенко О.В., Синюк Ю.В., Гоцуляк Л.М., Грубінко В.В., Клоченко П.Д. Вміст вуглеводів, білків і ліпідів у клітинах прісноводних водоростей за дії гумінових кислот // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол. – 2014. – № 4 (61). – С. 44-48.

Вахмистров Д.Б., Зверкова О.А., Дебеец С.Ю., Мишустина Н.Е. Гуминовые кислоты: связь между поверхностной активностью и стимуляцией роста растений. – Докл. АН СССР. – 1987. – Т. 293, № 5. – С. 1277-1280.

Вербицкая Н.В., Кондратенко Е.П., Соболева О.М. Использование препарата гуминовой природы для предпосевной обработки семян пшеницы // Экология и охрана труда. – 2010. – С. 128-131.

Винокуров Ю.И., Суторихин И.А. Краткое заключение по хоздоговорной теме 10/99 “Сбор, анализ и подготовка архивной экологической информации по Локтевскому району и г. Горняку для оценки объема работ с целью классификации территории по степени экологического неблагополучия” // Ин-т водных и экологических проблем СО РАН. Барнаул. – 2000. – 211 с.

Водяницкий Ю.Н. Об опасных тяжелых металлах/металлоидах в почве // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2011. – Вып. 68. – С. 56-82.

Войнило Н.В., Линник Л.И. Эффективность применения гуминового удобрения «Гумат калия Сахалинский» при выращивании однолетней цветочной культуры тагетес // Регуляция роста, развития и продуктивности растений. Минск. – 2011. – С. 47.

Врагова Е.В. Определение биологической активности некоторых образцов гуматов на различных субстратах // Мир науки, культуры, образования. – 2012. – № 3 (34). – С. 349-352.

Газарян И.Г., Хуштульян Д.М., Тишков В.И. Особенности структуры и механизма действия пероксидаз растений // Успехи биологической химии. – 2006. – Т. 46. – С. 303–322.

Гамалей Ю. В. Флоэма листа: развитие структуры и функций в связи с эволюцией цветковых растений. – Л.: Наука. – 1990. – 144 с.

Гармаш Н.Ю., Гармаш Г.А. Гуминовые препараты как средство повышения эффективности минеральных удобрений // Мікробні біотехнології: актуальність і майбутнє. К. – 2012. – С. 84-85.

Гармаш С.М., Абраїмова О.С., Деркач К.В., Сатарова Т.М. Вплив біогумату на адаптацію рослин у ґрунті після культивування *invitro*// Мікробні біотехнології: актуальність і майбутнє. К. – 2012. – С. 86-87.

Гармаш С.Н., Сметанин В.Т., Дудка Н.И., Харитонов Н.Н. Эффективность использования биогумата при выращивании ярового ячменя // Биологические препараты и регуляторы роста растений в сельском хозяйстве. Краснодар. – 2010. – С. 94-96.

Гатаулин Т.С. Влияние гуматов и минеральных удобрений на продуктивность яровой пшеницы в степном Поволжье // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Саратов. – 2009. – 23 с.

Гладков О. Производство гуминовых удобрений приобретает промышленные масштабы // Журнал химии. – 2003. – № 1. – С. 33-37.

Гладков О.А., Тугаринов Л.В., Барчукова А.Я. Эффективность применения Лингогумата при выращивании риса // Биологические препараты и регуляторы роста растений в сельском хозяйстве. Краснодар. – 2010. – С. 90-91.

- Горовая А. И. Роль физиологически активных гуминовых веществ в адаптации растений к действию ионизирующей радиации и пестицидов // Гуминовые вещества в биосфере. – М.: Наука. – 1993. – С. 144-151.
- Горовая А. И., Орлов Д. С., Щербенко О. В. Гуминовые вещества. Киев: Наук.думка. – 1995. – 304 с.
- Горовая А.И., Редько Е.С., Скворцова Т.В. Обоснование применения торфяных препаратов для целей экологизации сельскохозяйственного производства // Торфяная промышленность. – 1992. – № 2. – С. 29-30.
- Горовая А.И., Скворцова Т.В., Павличенко А.В., Климкина И.И. Экологическая роль гуминовых веществ в уменьшении асрессивности тяжелых металлов в биоценозах // Гумінові речовини і фітогормони в сільському господарстві. Дніпропетровськ. – 2010. – С. 77-79.
- Грехова И.В. Характеристика низинных торфов Зауралья и их использование для воспроизводства плодородия почв // Автореферат дисс. ... докт. биол. наук. Тюмень. – 2005. – 44 с.
- Грехова И.В. Влияние препарата Росток на устойчивость растений к заболеваниям // Теория, практика и перспективы применения биологически активных соединений в сельском хозяйстве. Сыктывкар. – 2015. – С. 47-49.
- Грехова И.В. Гуминовый препарат из низинного торфа // Гуминовые вещества в биосфере. Сыктывкар. – 2014. – С. 121-124.
- Грехова И.В., Немков П.С. Влияние гуминового препарата на сеянцы хвойных пород // Гуминовые вещества в биосфере. Сыктывкар. – 2014. – С. 124-127.
- Гулько А.Е. Выделение из почвы гуминовых кислот, обладающих оксидазной активностью // Гуминовые вещества в биосфере. – М.: Наука. – 1993. – С. 221-227.
- Давидчик В.Н., Королева О.В., Степанова Е.В., Куликова Н.А. Исчезновение атразина в растворе в присутствии гуминовых кислот угля и лакказы // Материалы 2-го Московского международного конгресса по биотехнологии «Биотехнология: состояние и перспективы развития». – М. – 2003. – С. 59-60.
- Демин В.В. Роль гуминовых веществ в функционировании надземных экосистем // Почвы России: современное состояние, перспективы изучения и использования. Петрозаводск-Москва. – 2012. – Кн. 1. – С. 31-32.
- Дубовик В.А. Загрязнение почв тяжелыми металлами и радионуклидами: мониторинг и приемы снижения экотоксичности // Сельскохозяйственная биология. – 2011. – № 6. – С. 27-36.
- Дудкин Д.В., Змановская А.С., Литвинцев П.А. Влияние продуктов искусственной гумификации на рост и урожайность озимой пшеницы, возделываемой в условиях лесостепной зоны // Вестник Югорского ГУ. – 2013. – В. 30 (3). – С. 19-24.
- Ермаков Е. И., Попов А.И. Некорневая обработка растений гуминовыми веществами, как экологически гармоничная корректировка продуктивности и устойчивости агроэкосистем // Вестн. Рос.акад. с.-х. наук. – 2003. – № 4. – С. 7-11.
- Жалал Абду Каид Хасан Альмиклафи Исследование протекторного действия эпибрассинолида на растения рапса при хлоридном засолении // Автореф. дис... канд. биол. наук. – М. – 2014. – 20 с.
- Жилкибаев О.Т., Серик Г.Б., Курманкулов К.Н. Разработка и создание нового комплексного биостимулятора «EldORost» // Теория, практика и перспективы применения биологически активных соединений в сельском хозяйстве. Сыктывкар. – 2015. – С. 64-65.
- Заварзина А.Г. Взаимодействие гуминовых кислот различного происхождения с ионами металлов и минеральными компонентами почв // Автореф. дис... канд. биол. наук. – М. – 2000. – 22 с.

- Зайцева Н.В.* Влияние регуляторов роста природного происхождения на рост, развитие и продуктивность сельскохозяйственных растений в неблагоприятных условиях возделывания // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Нерюнгри. – 1999. – 24 с.
- Закус Г.Ф.* Функциональный анализ лигнинов и их производных. – Рига: Зинатне. – 1987. – 182 с.
- Закорчевный И. И., Михальская Л. Н., Швартау В. В.* Гуминовые вещества и удобрения на их основе // Грунтознавство. – 2012. – Т. 13, № 1–2. – С. 60–78.
- Заринова Н.Р.* Действие избыточных концентраций тяжелых металлов на экспрессию хлоропластных генов растений ячменя // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – М. – 2008. – 19 с.
- Захаренко В.А.* Современная защита растений и её научное обеспечение // Агро XXI. – 2003. – № 1–6. – С. 34–36.
- Защита растений от болезней в теплицах. Справочник. М. – 2002. – 194 с.
- Звягинцев Д.Г., Шаповалов А.А.* Устойчивость гуминовых кислот к микробной деструкции // Вестн. МГУ. – Сер.17. Почвоведение. – 2004. – № 2. – С. 47–52.
- Здор Г.В.* Продукція фірми та нові можливості її застосування в сучасному агропромисловості // Гуминовые кислоты и фитогормоны в растениеводстве. Киев. – daRadostim, 2007. – С. 45–47.
- Зейрук В.Н.* Разработка и совершенствование технологического процесса защиты и хранения картофеля в центральном регионе Российской Федерации // Автореферат дисс. ... докт. с.-х. наук. М. – 2014. – 44 с.
- Зими́на Ж.А.* Влияние микроэлементов и препарата Гумат +7 на интенсивность фотосинтеза и накопление сухого вещества в растениях кукурузы // Успехи современного естествознания. – 2006. – № 4. – С. 16–18.
- Зинченко В.А.* О потенциальных скрытых потерях при применении гербицидов на зерновых культурах // Агро XXI. – 2002. – № 2. – С. 2–3.
- Золотарева Е.В., Федотова О.В., Ошлакова З.В.* Применение фиторегуляторов в качестве элемента системы защиты картофеля и томатов от болезней в Приамурье // Вестник защиты растений. – 2000. – № 2. – С. 46–49.
- Иванов А.А., Филатов Д.А.* Биологическая активность гуминовых кислот торфа, полученных методом механоактивации // Вестник ТГПУ. – 2011. – Вып. 5. – С. 131–134.
- Иванов А.А., Юдина Н.В., Ильина А.А.* Кислотные и ионообменные свойства гуминовых кислот механоактивированных торфов // Химия растительного сырья. – 2010. – № 4. – С. 145–150.
- Иващенко И.Н.* Влияние регуляторов роста на устойчивость к стрессовым факторам, урожайность и качество зерна озимой пшеницы на черноземе выщелоченном // Автореферат дисс. ... канд. с.-х. наук. Ставрополь. – 2010. – 24 с.
- Исаев Р.Ф., Иргалина Р.Ш.* Влияние стимуляторов роста на корневые гнили и урожайность яровой пшеницы // Биотехнология – от науки к практике. Уфа. – 2014. – Т. 1. – С. 134–137.
- Кандрашин Е.Р.* Проведение сельскохозяйственной рекультивации земель, нарушенных при открытой добыче каменных углей в зоне степи, лесостепи и подтайги Сибири // Биологическая рекультивация земель в Сибири и на Урале. – Новосибирск. – 1981. – С. 3 – 5.
- Карпюк Л.А.* Алкоксисильные производные гуминовых веществ: синтез, строение и сорбционные свойства // Автореф. дисс. ... канд. хим. наук. М. – 2008. – 24 с.
- Карташов А. В., Радюкина Н. Л., Иванов Ю. В., Пашиковский П.П., Кузнецов Вл.В.* Роль систем антиоксидантной защиты при адаптации дикорастущих видов растений к солевому стрессу // Физиология растений. – 2008. – Т. 55, № 4. – С. 516–522.

Кения М.В., Лукаш А.И., Гуськов Е.П. Роль низкомолекулярных антиоксидантов при окислительном стрессе // Успехи современной биологии. – 1993. – Т. 113, № 4. – С 456-470.

Кинчарова М.Н., Бородакова Н.Н. Влияние регуляторов роста и биопрепаратов на устойчивость к болезням, урожайность и накопление тяжелых металлов в растениях картофеля в условиях Самарской области // Вестник Алтайского гос. ун-та. – 2010. – № 5(67). – С. 40-44.

Кирдей Т.А. Роль гумата в снижении фитотоксичности кадмия // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12–9. – С. 1921-1925.

Клечковский В.М., Петербургский А.В. Агрохимия. М.: Колос. – 1964. – 527 с.

Кляйн О.И. Взаимодействие базидиальных грибов с гуминовыми веществами // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М. – 2013. – 26 с.

Кляйн О.И., Куликова Н.А., Ландесман Е.О., Королева О.В. Влияние гуминовых веществ на состав углеводов в цитозоле *Trametes maxima* // Современная микология в России. – 2015. – Т. 4. – С. 32-33.

Кляйн О.И., Николаев И.В., Куликова Н.А., Степанова Е.В., Королева О.В. Оценка антиоксидантной емкости гуминовых и гуминоподобных веществ // Биоантиоксидант. М. – 2010. – С. 207-209.

Кляйн О.И., Сеник С.В., Куликова Н.А., Псурцева Н.В., Королева О.В. Влияние гуминовых веществ на липидный профиль базидиомицета *Trametes maxima* // Тезисы докладов 3 (11) Международной батанической конференции молодых ученых в Санкт-Петербурге. – 2015. – С. 76.

Козьмина Л.М. Регуляторы роста растений – М.: ВО Агропромиздат. – 1990. – 192 с.

Койшибаев М., Копирова Г.И., Болтаева Л.А. Эффективность применения супергумата и микроэлементов на зерновых культурах в Казахстане // Защита растений в современных технологиях сельскохозяйственных культур. Новосибирск. – 2013. – С. 156-160.

Коковкина С.В. Эффективность применения биостимуляторов на моркови столовой // Теория, практика и перспективы применения биологически активных соединений в сельском хозяйстве. Сыктывкар. – 2015. – С. 80-82.

Колесар В.А. Особенности развития патогенных микромицетов листьев картофеля и влияние на них иммунизаторов растений // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Самара. – 2008. – 21 с.

Коломейченко В. В., Лысенко Н. Н. Адаптивные подходы к защите растений // Сельскохозяйственная биология. – 2001. – № 1. – С. 3-12.

Комаров А.А., Суханов П.А., Якушев В.В., Комаров А.А., Пермяков Е.Г. Сравнительный анализ действия гуминовых препаратов на различные культуры // Теория, практика и перспективы применения биологически активных соединений в сельском хозяйстве. Сыктывкар. – 2015. – С. 83-85.

Кононова М.М. Органическое вещество почвы. – М.: Изд-во МГУ. – 1963. – 176 с.

Корбанюк Р.А. Ефективність застосування гумінових препаратів у рослинництві // Гумінові речовини і фітогормони в сільському господарстві. Дніпропетровськ. – 2010. – С. 113.

Корсаков К.В. Влияние гуматов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в степном Поволжье // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Саратов. – 2009. – 23 с.

Космынина О.Н., Каплин В.Г., Кинчарова М.Н. Влияние биопрепаратов на развитие грибных болезней // Паразитизм и симбиоз. М. – 2011. – С. 108.

Котляр М.Я. Экологические особенности озеленения населенных пунктов западного Забайкалья // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Улан-Удэ. – 2009. – 23 с.

Кравец А.В., Николаева Д.Л. Влияние гуминовых препаратов из торфа на фотосинтетическую деятельность, урожайность и качество ярого ячменя // Физиология

растений – теоретическая основа агро- и фитобиотехнологий. Калининград. – 2014. – Ч. 1. – С. 261-263.

*Кравченко А.М., Трифонова М.Ю., Доленко С.А.* Структура и свойства гуминовых кислот в водных растворах // Материалы 12 международной научно-практической студенческой конференции «Химия и жизнь». Новосибирск. – 2013. – С. 31-34.

*Кравцов Н.Е., Божков Д.В.* Влияние гуминовых препаратов на урожай и качество озимой пшеницы // Гуминовые вещества в биосфере. Сыктывкар. – 2014. – С. 136-138.

*Крамарёв С.М.* Перспективы комплексного применения гуминовых препаратов, микроэлементов в хелатной форме и препарата Марс ЕL для предпосевной инкрустации семян озимых и яровых культур // Гуминовые кислоты и фитогомоны в растениеводстве. – К. – 2007. – С. 31-32.

*Крамарёва Ю.С.* Детоксикация подвижных форм тяжелых металлов в техногенно загрязненных черноземах обыкновенных Приднепровья с помощью гуминовых препаратов // Гуминовые кислоты и фитогомоны в растениеводстве. – К. – 2007. – С. 33-34.

*Кратенко В.П., Лавринова В.А.* Эффективность иммунорегуляторов и биологических препаратов против семенной инфекции ярого ячменя // Современные проблемы отрасли растениеводства и их практические решения. Мичуринск, 2007. – С. 274-277.

*Кулік А.Ф., Крючкова А.І., Барановський Б.О.* Вплив гумісолу на формування фотосинтетичного апарату верби білої // Гумінові речовини і фітогормони в сільському господарстві. Дніпропетровськ. – 2010. – С. 115-116.

*Кулик А.Ф., Горовая А.И.* Физиологически активные вещества как фактор нормализации состояния компонентов искусственных экосистем, нарушенного действием сим-триазинов // Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. – 1980. – Т. 7. – С. 151-158.

*Куликова Н.А.* Защитное действие гуминовых веществ по отношению к растениям в водной и почвенной средах в условиях абиотических стрессов // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. М. – 2008. – 42 с.

*Курганов А.В.* Влияние гуминовых удобрений на продуктивность яровой пшеницы // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России. Пенза. – 2015. – Т. 1. – С. 3-4.

*Кутолей Д.А., Полянчиков С.П.* Растворы гуминовых веществ с хелатами микроэлементов как перспективный регулятор роста сельскохозяйственных культур // Гуминовые кислоты и фитогомоны в растениеводстве. – К. – 2007. – С. 66-68.

*Кэлдербенк А.* Распространение и роль связанных почвой остатков пестицидов // В сб.: Проблемы загрязнения окружающей среды и токсикологии, под ред. Дж. Уэр, М.: Мир. – 1993. – С. 84-117.

*Лебедева Н.В., Федорова Ю.Н.* Эффективность препарата макс супер гумат при адаптации растений картофеля // Известия Великолукской ГСХА. – 2014. – № 3. – С. 10-14.

*Левая М.А.* Влияние биологически активных веществ на устойчивость тюльпанов классов Кауфмана и Грейга к серой гнили // Вестник Алтайского гос. ун-та. – 2010. – № 5(67). – С. 13-17.

*Левченкова А.Н., Булыничева Н.С., Володина Т.И.* Влияние обработки гуминовыми препаратами на продуктивность и качество культуры картофеля // Известия Великолукской ГСХА. – 2014. – № 3. – С. 15-22.

*Линник Л.И., Войнило Н.В.* Эффективность удобрения «Гумат калия Сахалинский» на голубике высокорослой // Регуляция роста, развития и продуктивности растений. Минск. – 2011. – С. 134.

*Литвинцев П.А., Литвинцева Т.А.* Гуминовые удобрения на яровой мягкой пшенице в условиях лесостепи Алтайского края // Сельскохозяйственные науки: вопросы и тенденции развития. Красноярск. – 2015. – С. 10-12.

- Лиштвак И.И., Янута Ю.Г., Абрамец А.М., Монич Г.С., Глухова Н.С., Алейникова В.Н. Взаимодействие гуминовых кислот с ионами металлов в водной среде // Химия и технология воды. – 2012. – Т. 34, № 5. – С. 359-369.
- Ложниченко, О.В., Волкова И.В., Зайцев В.Ф. . Экологическая химия. М.: Академия. – 2008. – 265 с.
- Лыхман В.А., Бузуглова О.С., Полиенко Е.А., Горовцов А.В. Влияние гуминового удобрения на физические свойства чернозема обыкновенного карбонатного под свеклой // Теория, практика и перспективы применения биологически активных соединений в сельском хозяйстве. Сыктывкар. – 2015. – С. 96-98.
- Лукьяненко Н.В., Лукьяненко А.И., Гогитидзе К.Д. Влияние биологически активных веществ и микроэлементов на ростовые процессы, продуктивность и качество зерна ячменя // Гумінові речовини і фітогормони в сільському господарстві. Дніпропетровськ. – 2010. – С. 122-125.
- Мажуль В.М., Прокопова Ж.В., Ивашкевич Л.С. Механизм действия гуминовых препаратов из торфа на структурное состояние мембран и функциональную активность дрожжевых клеток // Гуминовые вещества в биосфере. М.: Наука. – 1993. – С. 151-157.
- Мазурова О.Г. Экологические перспективы использования природных росторегуляторов для предотвращения загрязнения агрофитоценозов озимой пшеницы // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Ульяновск. – 2006. – 24 с.
- Малхасян А.Б. Формирование урожая базилика при применении гуминовых препаратов гумилакс и гумат+7 // Известия Великолукской ГСХА. – 2015. – № 2. – С. 20-22.
- Мальцева Е.В. Физико-химические свойства гуминовых кислот, модифицированных методом механоактивации каустоболитов, и их взаимодействие с биоцидами // Автореф. дисс. ... канд. хим. наук. Томск. – 2010. – 23 с.
- Маркина А.В. Влияние гумата калия на накопление  $^{137}\text{Cs}$  и макроэлементов растениями ячменя // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Обнинск. – 2006. – 24 с.
- Матвеева Н.В. Отзывчивость яровой пшеницы на предпосевную обработку семян регуляторами роста и микроудобрениями в северной лесостепи Тюменской области // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Тюмень. – 2014. – 23 с.
- Мосолов В.В., Валуева Т.А. Растительные белковые ингибиторы протеолитических ферментов. М. – 1993. – 207 с.
- Мотовилова Л.В., Берман О.Н., Скворцов О.В. Гуматы – экологически чистые стимуляторы роста и развития растений // Химия в сельском хозяйстве. – 1994. – № 5. – С. 12-13.
- Муромцев, Г.С., Корнева В.М., Герасимова Н.М. Гиббереллины и рост растений // Рост растений и природные регуляторы. – М.: «Наука». – 1977. – С. 65-98.
- Муслимова З.Г., Азизов И.В. Влияние гуматов Na, K, Fe на активность антиоксидантной системы  $\gamma$ -облученных проростков пшеницы // Известия КГТУ. – 2015. – № 35. – С. 36-43.
- Муслимова З.Г., Фараджов М.Ф., Мамедли С.А. Влияние гуматов Na, K, Fe на активность антиоксидантной системы  $\gamma$ -облученных проростков пшеницы // Физиология растений – теоретическая основа агро- и фитобиотехнологий. Калининград. – 2014. – Ч. 1. – С. 300-302.
- Назарюк В.М. Почвенно-экологические основы оптимизации питания растений. Новосибирск. – 2007. – 358 с.
- Намсараева Г.В. Анализ химического загрязнения почв сельскохозяйственных зон Иркутской области // Рациональное природопользование и энергосберегающие технологии в агропромышленном комплексе : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию Победы в Великой Отечественной войне, 13-15 апр. 2010 г. – Иркутск: ИрГСХА. – 2010. – Ч.2. – С. 128-134.

- Наумова Г.В., Томсон А.Э., Жмакова Н.А., Макарова Н.Л., Овчинникова Т.В. Антиоксидантная активность гуминовых веществ и других органических компонентов торфа // Гуминовые вещества в биосфере. Сыктывкар. – 2014. – С. 28-30.
- Неведров Н.П. Экологическая оценка загрязненных тяжелыми металлами почв Курской агломерации и приемов их селективной фиторемедиации // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М. – 2014. – 24 с.
- Неверова О.А., Егорова И.Н., Жеребцов С.И., Исмагилов З.Р. Влияние гуминовых препаратов на процесс прорастания и активность амилалитических ферментов семян *Sinapis alba* L. // Вестник Алтайского ГАУ. – 2013. – № 6 (104). – С. 43-46.
- Неганова Н.М. Экологическое обоснование применения гуминовых препаратов для оптимизации условий роста и развития декоративных древесных растений // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Ростов-на-Дону. – 2012. – 24 с.
- Немакин П.И., Корягина Н.В. Гуминовые препараты и продуктивность картофеля // Инновационные технологии в АПК: теория и практика. Пенза. – 2015. – С. 101-104.
- Немченко В.В., Рыбина Л.Д., Гилев С.Д., Кунгурцева Н.М., Степных Н.В., Копылов А.Н., Копылова С.В. Современные средства защиты растений и технологии их применения. Курган. – 2006. – 348 с.
- Ничипорович А.А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений». – М.: Издательство АН СССР. – 1963. – 234 с.
- Новик В., Бём У. Исследование влияния осенней обработки почвы гуминовыми кислотами на динамику параметров почвенной биологии в зимний период // Биологические препараты и регуляторы роста растений в сельском хозяйстве. Краснодар. – 2010. – С. 97-98.
- Нодельман Е.К. Применение гена Fe-зависимой супероксиддисмутазы для защиты хлоропластов растений томата и табака от окислительного стресса // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М. – 2013. – 24 с.
- Нургалиева Р.В. Роль гормональной системы в реализации протекторного действия Гуми М на растения пшеницы // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Уфа. – 2007. – 24 с.
- Нургалиева Р.В., Масленникова Д.Р., Исаев Р.Ф., Гилязетдинов Ш.Я., Кузнецов В.И., Шакирова Ф.М. Роль гормональной системы в защитном эффекте Гуми М на растения пшеницы к *Tilletia caries* // Современная физиология растений: от молекул до экосистем. Сыктывкар. – 2007. – Ч. 2. – С. 298.
- Овсянников Ю.А. Теоретические основы эколого-биосферного земледелия. Екатеринбург.: изд-во Уральского ун-та. – 2000. – 247 с.
- Орлов Д. С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М.: Изд-во МГУ. – 1991. – 324 с.
- Орлов Д.С. Химия почв. М. : Изд-во МГУ. – 1992. — 259 с.
- Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Суханова Н.И. Органическое вещество почв Российской федерации. – М.: Наука. – 1996. – 256 с.
- Орлова О.В. Активное органическое вещество как регулятор процессов трансформации азота и углерода в дерново-подзолистых почвах // Автореф. дисс... док.биол. наук. – СПб(б). – 2013. – 48 с.
- Островская Л.К. Железо в растительном мире и карбонатный хлороз. – Киев : Наукова думка. – 1993. – 148 с.
- Перминова И. В. Анализ, классификация и прогноз свойств гумусовых кислот // Автореф. дисс... док.хим. наук. – М. – 2000. – 43 с.
- Перминова И.В. Гуминовые вещества – вызов химикам XXI века // Химия и жизнь. 2008. – № 1. – С. 50–56.

*Петрович Ю.А., Гуткин Д.В.* Свободнорадикальное окисление и его роль в патогенезе воспаления, ишемии и стресса // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 1986. – № 5. – С. 85-92.

*Пиріг О.В.* Мікробні препарати як чинник індукції стійкості рослин люпину жовтого до ураження вірусом жовтої мозаїки квасолі // Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. Чернігів. – 2015. – 23 с.

*Пироговская Г.В.* Минеральные удобрения с добавками гуминовых кислот и фитогормонов // Гуминовые кислоты и фитогормоны в растениеводстве. – К. – 2007. – С. 12-13.

*Полесская О.Г.* Растительная клетка и активные формы кислорода. – М.: КДУ. – 2007. – 140 с.

*Полиенко Е.А., Безуглова О.С., Горовцов А.В.* Применение гуминового удобрения ВЮ-DON под озимую пшеницу на черноземе обыкновенном // Гуминовые вещества в биосфере. Сыктывкар. – 2014. – С. 142-144.

*Полиенко Е.А., Безуглова О.С., Лыхман В.А., Горовцов А.В.* Влияние биологически активного препарата гуминовой природы на режим элементов питания в черноземе и каштановой почве под различными культурами // Теория, практика и перспективы применения биологически активных соединений в сельском хозяйстве. Сыктывкар. – 2015. – С. 140-142.

*Поликсенова В.Д.* Индуцированная резистентность растений к патогенам и абиотическим стрессовым факторам (на примере томата) // Вестник БГУ. – 2009. – сер. 2. – № 1. – С. 48–60.

*Попов А.И.* Гуминовые вещества: свойства, строение, образование. Под ред. Е.И.Ермакова. СПб.: Издво СПб. унта, 2004. – 248 с.

*Попов А.И.* Органическое вещество почв агроценозов и его роль в функционировании системы почва – растение // Автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук. СПб(б). – 2006. – 45 с.

*Порсев И.Н.* Научные основы применения индукторов болезнеустойчивости на картофеле в зоне радионуклидного загрязнения Курганской области // Автореферат дисс. ... канд. с.-х. наук. Курган. – 2000. – 19 с.

*Порсев И.Н.* Адаптивные фитосанитарные технологии возделывания основных сельскохозяйственных культур в условиях Зауралья // Автореферат дисс. ... докт. с.-х. наук. Краснодар. – 2010. – 38 с.

*Постников А.Н., Осетрова О.Б.* Управление продуктивностью посадок картофеля и качеством урожая с помощью регуляторов роста // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 8. – С. 28-32.

*Причко Т.Г., Германова М.Г., Хилько Л.А.* Некорневые подкормки, повышающие урожайность и качество ягод земляники (*Fragaria ananassa*) при погодных стрессах // Сельскохозяйственная биология. – 2014. – № 5. – С. 120-126.

*Прошутя Е.Ю.* Формирование биометрических показателей растений пшеницы яровой в зависимости от норм высева и биопрепаратов // Бюллетень научных работ. Белгород. – 2013. – В. 33. – С. 22-27.

*Прутенская Е.А.* Микробиологическая конверсия растительных отходов в гуминовые вещества // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Тверь. – 2008. – 24 с.

*Пусенкова Л.Д., Максимов И.В., Марданишин И.С.* Эффективность природных регуляторов роста в активации продукционного процесса и устойчивости к болезням растений картофеля // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 8. – С. 17-24.

*Раковский В.Е., Пигулевская Л.В.* Химия и генезис торфа. М.: Недра. – 1978. – 231 с.

*Рейзвих С.В., Верещагин А.Л.* Эффективность применения стимуляторов роста при выращивании гречихи на загрязненной тяжелыми металлами среде // Ползуновский вестник. – 2006. – № 2. – С. 338-343.

- Русакова И.В. Применение гумата калия торфяного для активизации разложения соломы зерновых и зернобобовых культур // Гуминовые вещества в биосфере. Сыктывкар. – 2014. – С. 144-147.
- Русанов А.М., Харди́кова С.В. Повышение устойчивости винограда к климатическим стресс-факторам южного Урала // Вестник Оренбургского ГУ. – 2008. – № 5 (86). – С. 125-130.
- Сандрыкин Д.В., Позднякова О.Г. Применение гуминовых препаратов из торфа в растениеводстве // Наука и студенты: новые идеи и решения. Кемерово. – 2012. – С. 23-26.
- Санин С.С. Защита пшеницы от бурой пятнистости. М.: ВНИИФ – 2007. – 25 с.
- Сахарчук Т.Н., Поликсенова В.Д., Наумова Г.В., Макарова Н.Л. Влияние препаратов гуминовой природы на проростание семян и рост сеянцев томата // Вестник БГУ. – Сер. 2. – 2012. – № 2. – С. 53-57.
- Сахарчук Т.И., Поликсенова В.Д., Наумова Г.В., Макарова Н.Л. Влияние гуминовых препаратов на морфогенез и устойчивость к фитофторозу растений томата // Вест. БГУ. – сер. 2. – 2013. – № 3. – С. 56-60.
- Светачев С. Защитите растения. Бережно, с пониманием // Главный агроном. – 2008. – № 9. – С. 59-60.
- Сергеев В.С., Дмитриев А.М. Биопрепараты и биоактивированные удобрения на посевах яровой пшеницы // Биотехнология – от науки к практике. Уфа. – 2014. – Т. 1. – С. 182-185.
- Сергієнко В.Г. Рістрегулюючий та захисний ефект гумінових речовин // Агробізнес сьогодні. – 2013. – № 7. – С. 26-29.
- Сергиенко В.Г., Ткаленко А.Н. Регуляторы роста в современных технологиях выращивания культур // Настоящий хозяин. – 2010. – № 4. – С. 47-49.
- Синьков А.А. Влияние регуляторов роста на ограничение абиотических и биотических стрессов при выращивании озимой пшеницы на черноземе выщелоченном юга Нечерноземья // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Саратов. 2011. — 22 с.
- Смолин Н.В., Савельев А.С. Влияние регуляторов роста на зараженность растений озимой ржи *Russinia recondite* и *Blumeria graminis* F. sp. *secalis* // Науч. журнал Куб. ГАУ. – 2007. – № 27(3). – С. 1-15.
- Седляр Ф.Ф., Андрусевич Н.П. Влияние сроков внесения регуляторов роста гидрогумат и мальтамин на элементы структуры урожая озимого рапса // Современные технологии сельскохозяйственного производства. Гродно. – 2012. – Ч. 1. – С. 94-95.
- Семенов А.А. Влияние гуминовых кислот на устойчивость растений и микроорганизмов к воздействию тяжелых металлов // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М. – 2009. – 24 с.
- Сергеев П.Р., Дмитриев А. М., Влияние гуминовых препаратов и пестицидов на урожайность яровой пшеницы // Живые и биокосные системы. – 2015. – № 11. – С. 56-60.
- Сірик В.В. Вплив біологічно активних речовин на енергію проростання і схожість насіння ялини європейської // Гумінові речовини і фітогормони в сільському господарстві. Дніпропетровськ. – 2010. – С. 135-136.
- Сидорова Н.В., Плотникова Т.В. Отзывчивость табака на использование гуминового удобрения Биоплант Флора // Теория, практика и перспективы применения биологически активных соединений в сельском хозяйстве. Сыктывкар. – 2015. – С. 164-166.
- Слененко С.В. Влияние Лингогуматов на продуктивность сельскохозяйственных культур // Биологические препараты и регуляторы роста растений в сельском хозяйстве. Краснодар. – 2010. – С. 37-38.
- Смирнова О.В., Бережной В.С., Ефимова И.В., Хилько С.Л. Антиоксидантная и прооксидантная активность гиматомелановых кислот в процессах радикально-цепного окисления // Наукові праці ДонНТУ. Серія: Хімія і хімічна технологія. – 2012. – Вып. 19 (199). – С. 72-75.

- Смирнова О.В., Ефимова И.В., Хилько С.Л., Опейда И.А., Рыбаченко В.И. Антиоксидантные свойства гуминовых кислот в процессах радикально-цепного окисления // Наносистемы, наноматериалы, нанотехнологии. – 2010. – Т. 8, № 4. – С. 835-841.
- Соловьёв А.В., Надежкина Е.В., Лебедева Т.Б. Агрохимия и биологические удобрения. М.: РГАЗУ. – 2011. – 179 с.
- Соркина Т.А. Получение и применение биологически доступных соединений железа, стабилизированных гуминовыми веществами // Автореф. дисс. ... канд. хим. наук. М. – 2014. – 22 с.
- Спиридонов Ю.Я., Хохлов П.С., Шестаков В.Г. Антидоты гербицидов // Агрохимия. – 2009. – № 5. – С. 81-91.
- Степченко Л.М., Седых Н.И. Перспективы применения гуминовых препаратов в техногенно загрязненных зонах // Биологические препараты и регуляторы роста растений в сельском хозяйстве. Краснодар. – 2010. – С. 33-35.
- Строгонов Б.П. Физиологические основы солеустойчивости растений. М.: Изд-во Академии наук СССР. – 1962. – 365 с.
- Сулейманов Р.Р. Засоленные почвы естественных и агротехногенных ландшафтов южного Урала // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Уфа. – 2010. – 45 с.
- Судмантас О.В. Разработка приемов применения удобрения «Гумат «Плодородие» в технологии выращивания овощных культур в условиях центрального района нечерноземной зоны России // Автореф. ... канд. с.-х. наук. – СПб(б). – 2009. – 18 с.
- Сысоева Л.Н., Бурмистрова Т.И., Трунова Н.М. Применение продуктов переработки торфа в качестве индукторов защиты растений от грибных инфекций // Химия растительного сырья. – 2008. – № 1. – С. 123-126.
- Сюняев Х.Х. Радиоиндикаторное исследование трансформации и миграции симазина в почвах подзолистого и черноземного типов // Автореф. ... канд. биол. наук. – М. – 1984. – 23 с.
- Тарчевский И.А. Сигнальные системы клеток растений. – М.: Наука. – 2002. – 294 с.
- Таланова В.В. Фитогормоны как регуляторы устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Петрозаводск. – 2009. – 45 с.
- Титов А.Ф., Таланова В.В. Устойчивость растений и фитогормоны. Петрозаводск. – 2009. – 206 с.
- Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. Биология: В 3-х т. Т. 1-3 – М.: Мир. – 2004. – 454 с.
- Тейт Р.З. Органическое вещество почвы. Биологические и экологические аспекты. М.: Мир. – 1991. – 400 с.
- Тимофеев В.А., Юферева П.М., Жмакова Н.А. Эффективность применения регулятора роста растений гидрогумат в технологии выращивания декоративных культур // Теория, практика и перспективы применения биологически активных соединений в сельском хозяйстве. Сыктывкар. – 2015. – С. 183-185.
- Титов А., Таланова В.В. Устойчивость растений и фитогормоны. Петрозаводск. – 2009. – 206 с.
- Ткаленко А.Н., Сергиенко В.Г. Регуляторы роста и сфера их влияния // Огородник. – 2010. – № 4. – С. 16-18.
- Тодоров И.Н., Тодоров Г.Н. Стресс, старение и их биохимическая коррекция – М.: Наука. – 2003. – 479 с.
- Томашевич Н.С. Физиологические аспекты действия гуминовых препаратов на ростовые и формообразовательные процессы, урожайность и качество риса на почвах притомья р. Кубань // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Краснодар. – 2014. – 21 с.
- Тосунов Я.К. Повышение продуктивности и качества томата под действием регуляторов роста // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Краснодар. – 2008. – 21 с.

- Трифорова Т.М.* Ресурсозберегающие защитные мероприятия в агроценозе смородины черной в Приамурье // Автореферат дисс. ... канд. с.-х. наук. Владивосток. – 2014. – 24 с.
- Трунова Т.И.* Устойчивость и адаптация растений к гипотермии // Физико-химические механизмы адаптации растений к антропогенному загрязнению в условиях крайнего Севера. Апатиты. – 2009. – С. 11-12.
- Туганов Л.В., Алексеева С.В., Скренжевский С.С.* Сферы применения Лигногумата в растениеводстве // Гуминовые кислоты и фитогомоны в растениеводстве. – К. – 2007. – С. 37-42.
- Тулинов А.Г.* Влияние гумата калия/натрия на продуктивность и качество клубней картофеля // Теория, практика и перспективы применения биологически активных соединений в сельском хозяйстве. Сыктывкар. – 2015. – С. 189-191.
- Тютеев С.Л.* Научные основы индуцированной болезнестойкости растений. С.-П(б).:ООО«ИЦЗР» ВИЗР. – 2002. – 328 с.
- Тютюнникова Е.М.* Использование гумата калия в агротехнологии табака // Фитогормони, гумінові речовини та інші біологічно активні сполуки для сільського господарства, здоров'я людини і охорони навколишнього середовища. Львів. – 2013. – С. 148-149.
- Удинцев С.Н., Бурмистрова Т.И., Заболотская А.В., Желякова Т.П.* Механизмы индукции резистентности растений к фитопатогенам гуминовыми веществами // Вест. Томского гос. ун-та. Биология. – 2011. – № 4(16). – С. 100-107.
- Файзуллина Э.И.* Применение биопрепаратов на посевах яровой пшеницы сорта «Омская-36» с целью повышения устойчивости к фитопатогенам и урожайности культуры // Студент и аграрная наука. Уфа. – 2012. – С. 20.
- Федотова Л.С., Кориунов А.В. Кравченко А.В., Тимошина Н.А., Митюшкин А.В., Тучин С.С., Митюшкин А.В.* Методические указания по применению хелатных форм минеральных удобрений и лингогуматов при возделывании картофеля с элементами высокоточных технологий. М. – 2010. – 43 с.
- Фокин А.Д., Бобырь Л.Ф., Епишина Л.Е., Кравцова Л. и Христева Л.А.* О проникновении гумусовых веществ в клетки растений // Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. – Днепропетровск. – 1975. – Т. 5. – С. 78-93.
- Фомичёв Г.А.* Влияние удобрений и регуляторов роста на урожайность подсолнечника на черноземе южном степного Поволжья // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Саратов. – 2011. – 22 с.
- Хардинова С.В.* Биологические особенности районированных сортов винограда под влиянием режимов питания в условиях степного Предуралья // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Оренбург. – 2009. – 20 с.
- Хардинова С.В., Верхошеница Ю.П.* Влияние гуминовых препаратов на корнеобразование и укоренение черенков винограда в условиях Оренбуржья // Вестник Оренбургского ГУ. – 2013. – № 10 (159). – С. 230-232.
- Хисамов Р.Р.* Способы инактивации экологической депрессии у растений // Вестник Оренбургского ГУ. – 2008. – № 12. – С. 37-40.
- Холдобина Т.В.* Экологическое состояние агроценоза яровой пшеницы при применении препаратов природного происхождения // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Новосибирск. – 2013. – 19 с.
- Христева Л. А.* Действие физиологически активных гуминовых кислот на растения при неблагоприятных внешних условиях // Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. – Днепропетровск. – 1973. – С. 5 – 23.
- Христева Л.А.* Роль гуминовой кислоты в питании растений и гуминовые удобрения // Труды почвенного ин-та им. В.В.Докучаева, Академия Наук СССР. – 1951. – Т. 38. – С. 108-184.

- Хрюкина Е.И., Попова О.В.* Эффективность использования смесей пестицидов с регуляторами роста растений и микроудобрениями при защите зерновых культур // Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем. С-П(б). – 2013. – Т. 2. – С. 473-475.
- Чайковская О.Н., Соколова И.В., Нечаев Л.В., Юдина Н.В., Мальцева Е.В.* Исследование взаимодействия гуминовых кислот с активными формами кислорода // Биоантиоксидант. М. – 2010. – С. 509-510.
- Чиркова Т. В.* Клеточные мембраны и устойчивость растений к стрессовым воздействиям // Соросовский образовательный журнал. – 1997. – № 9. – С. 12—17.
- Чиркова Т.В.* Физиологические основы устойчивости растений. СП(б): СП(б)ГУ. – 2002. – 244 с.
- Цверкунов С.В.* Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста растений на урожайность зерна орошаемой кукурузы на каштановых почвах Волгоградского Заволжья // Автореф. дисс. ...канд. с.-х. наук. Саратов. – 2012. – 19 с.
- Цыпышева М.Ю., Заргарян Н.Ю., Немченко В.В.* Защита яровой пшеницы от комплекса патогенов в Зауралье // Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем. С-П(б). – 2013. – Т. 2. – С. 475-478.
- Цыбульников И.Ю.* Использование регуляторов роста для повышения продуктивности капусты белокачанной // Регуляция роста, развития и продуктивности растений. Минск. – 2011. – С. 218.
- 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. – 21 с.
- Шаповал О.А.* Биологическое обоснование использования регуляторов роста растений в технологии выращивания озимой пшеницы // Автореф. дисс. ...докт. с.-х. наук. М. – 2005. – 45 с.
- Шаповал О.А., Вакуленко В.В., Прусакова Л.Д.* Регуляторы роста растений // Защита и карантин растений. – 2008. – № 12. – С. 53–88.
- Шаповал О.А., Барчукова А.Я., Мухина М.Т., Кориунов А.А.* Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от применения баковой смеси регуляторов роста растений (мелафен и бигус) // Гуминовые вещества в биосфере. Сыктывкар. – 2014. – С. 153-156.
- Шаяхметов И.Т., Ямалеев А.М., Гарипова Г.Н.* Комплексная защита зерновых культур от болезней, вредителей и сорняков в республике Башкортостан. Уфа. – 2001. – 65 с.
- Шевелуха В.С.* Рост растений и его регуляция в онтогенезе. М.: Колос – 1992. – 594 с.
- Шерудило Е.Г., Марковская Е.Ф., Сысоева М.И., Топчиева Л.В.* К вопросу о механизмах реакции растений на кратковременное действие низкой закаливающей температуры // Современная физиология растений: от молекул до экосистем. Сыктывкар. – 2007. – Т. 4. – С. 432-433.
- Шеуджен А.Х.* Агрохимия. Майкоп. – 2006. – 1075 с.
- Шпис Т.Э., Сарыкин В.Н., Даммер С.Н.* Агроэкологический мониторинг окружающей среды на реперных участках // Плодородие. – 2008. – №5. – С. 4-5.
- Юнусова Л.З.* Экологобезопасные регуляторы роста растений на основе торфо-сапропельного сырья // Автореф. дисс. ... канд. тех. наук. Ижевск. – 1995. – 24 с.
- Юсуфов А.Г., Магомедова М.А.* Специфика реакции индивидуума и органов растений на засоление среды // Современная физиология растений: от молекул до экосистем. Сыктывкар. – 2007. – Т. 4. – С. 446-447.
- Юшкова Е.И.* Биологическая активность гуминового комплекса различного происхождения и его влияние на рост и развитие растений // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Воронеж. – 2010. – 44 с.

- Якименко О.С., Терехова В.А.* Гуминовые препараты и оценка их биологической активности для целей сертификации // Почвоведение. – 2011. – № 11. – С. 1334-1343.
- Якусик М.М.* Гумінові препарати марки „Добрин – Стимул” – активатори росту та розвитку рослин // Гуминовые кислоты и фитогомоны в растениеводстве. – К. – 2007. – С. 69.
- Ямалеева А.А., Кузнецов В.И., Ямалеев А.М.* Физиолого-биохимическое влияние композиции Гуми 90 с пестицидами на растения пшеницы, ячменя, гороха и картофеля // Известия Оренбургского ГАУ. – 2005. – Т. 3, № 7-1. – С. 119-123.
- Яременко О.С., Кривуля О.А.* Вплив гумусовмісних препаратів на врожайність ячменю і поживний режим чорнозему типового // Гуминовые кислоты и фитогомоны в растениеводстве. – К. – 2007. – С. 64-65.
- Яроуцук М.С.* Продуктивность сахарной свеклы в зависимости от применения средств защиты растений в сочетании с лингогуматом натрия и подкормками азотом // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Рамонь. – 2013. – 22 с.
- Яруллина Л.Г., Ибрагимов Р.И.* Клеточные механизмы формирования устойчивости растений к грибным патогенам. Уфа: Гилем, 2006. – 232 с.
- Яруллина Л.М., Умаров И.А., Исаев Р.Ф., Новоселова Е.И., Ибрагимов Р.И.* Влияние биопрепаратов на защитный потенциал и устойчивость растений картофеля к фитофторозу // Биотехнология – от науки к практике. Уфа. – 2014. – Т. 1. – С. 202-204.
- Ящук В.У., Корецький А.П., Ковбасенко Р.В., Дмитрієв О.П., Ковбасенко В.М.* Регулятори росту рослин – індуктори стійкості проти біотичного стресу. К. – 2015. – 96 с.
- Abd-El-Kareem F.* Induced Resistance in Bean Plants Against Root Rot and Alternaria Leaf Spot Diseases Using Biotic and Abiotic Inducers under Field Conditions // Res. J. Agric. & Biol. Sci. – 2007. – V. 3(6). – P. 767-774.
- Abd-El-Kareem F., Abd-El-Latif F. M., Fotouh Y.O.* Integrated Treatments Between Humic Acid and Sulfur for Controlling Early Blight Disease of Potato Plants under Field Infection // Res. J. Agric. & Biol. Sci. – 2009. – V. 5(6). – P. 1039-1045.
- Agbenin J.O., Olojo L.A.* Competitive adsorption of copper and zinc by a Bt horizon of a savanna Alfisol as affected by pH and selective removal of hydrous oxides and organic matter // Geoderma. – 2004. – V. 119. – P. 85-95.
- Alvarez-Fernandez A., Garcia-Marco S., Lucena J.J.* Evaluation of synthetic iron(III)-chelates (EDDHA/Fe<sup>3+</sup>, EDDHMA/Fe<sup>3+</sup> and the novel EDDHSA/Fe<sup>3+</sup>) to correct iron chlorosis // Europ. J. Agronomy. – 2005. – V. 22. – P. 119-130.
- Amador J.A., Alexander M., R.G. Zika.* Degradation of aromatic compounds bound to humic acid by the combined action of sunlight and microorganisms // Environ. Tox.Chem. – 1991. – V. 10. – P. 475-482.
- Amptmann A., Sanders D.* Mechanisms of Na<sup>+</sup> uptake by plant cells // Adv. Bot. Res. – 1999. – V. 29. – P. 75-112.
- Anderson C.A.* The effect of FeEDDHA on the development of lime-chlorosis in two seedling populations of Eucalyptus obliqua L'Herit. // Plant and Soil. – 1983. – V. 70. – P. 299-302.
- Antonopoulou C., Dimassi K., Therios I., Chatzissavvidis C., Papadakis I.* The effect of Fe-EDDHA and of ascorbic acid on in vitro rooting of the peach rootstock GF-677 explants // Acta Physiol Plant. – 2007. – V. 29. – P. 559-561.
- Arora A., Sairam R. K., Srivastata G. S.* Oxidative stress and antioxidative system in plants // Current Science. – 2002. – V. 82. – P. 1227-1238.
- Asada K.* Production and action of active oxygen species in photosynthetic tissue // Foyer C. H., Mullineaux P. (hrsg.). Photooxidative stresses in plants: Causes and Amelioration. CRC Press, Inc. Boca Raton. – 1994. – P. 77-104.

- Ashraf M., Harris P.J.C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants // *Plant Sci.* – 2004. – V. 166. – P. 3-16.
- Bell R.W., Dell B., eds. Micronutrients for Sustainable Food, Feed, Fibre and Bioenergy Production. Micronutrients for Sustainable Food, Feed, Fibre and Bioenergy Production. 2008, International Fertilizer Industry Association (IFA) : Paris. – 2008. – 123 p.
- Berger B.M., Bernd T., Menne H.J., Hackfeld U., Siebert C.F. Effect of Crop Management on the Fate of 3 Herbicides in Soil // *J. Agric. Food Chem.* – 1996. – V. 44. – P. 1900-1905.
- Berry D.F., Boyd S.A. Decontamination of Soil through Enhanced Formation of Bound Residues // *Environ. Sci. Technol.* – 1985. – V. 19. – P. 1132-1133.
- Birnboim H.C., Doly J. A rapid alkaline extraction procedure for screening recombinant plasmid DNA // *Nucleic Acids Res.* – 1979. – V. 7. – P. 1513-1523.
- Bocanegra M.P., Lobartini J.C., Orioli G.A. Iron-humate as a source of iron for plants // *Comm. Soil Sci. Plant Analysis.* – 2004. – V. 35, № 17-18. – P. 2567-2576.
- Cesco S., Roemheld V., Varanini Z., Pinton R. Solubilization of iron by water-extractable humic substances // *J. Plant. Nutr. Soil Sci.* – 2000. – V. 163. – P. 285-290.
- Chen Y., Clapp C.E., Magen H., Cline V.W. Stimulation of plant growth by humic substances: effects on iron availability // *R. Soc. Chem.* – 1999. – V. 247. – P. 255-263.
- Davidovik V.N., Kulikova N.A., Koroleva O.V. Laccase stabilization in the presence of coal humic acids. Proceedings of the XII International Meeting of the International Humic Substances Society (IHSS) "Humic Substances in Soil and Water Environment", Sao-Pedro, Brazil, July 25-30, 2004. – P. 545-546.
- Dec J., Bollag J.-M. Determination of covalent and noncovalent binding interactions between xenobiotic chemicals and soil // *Soil Science.* – 1997. – V. 162, № 12. – P. 1-16.
- Delfine S., Alvino A., Zacchini M. et al. Consequences of salt stress on diffusible conductances. Rubisco characteristics and anatomy of spinach leaves // *Aust. J. Plant Physiol.* – 1998. – V. 25. – P. 395-402.
- Devevre O.C., Horwath W.R. Stabilization of fertilizer nitrogen-15 into humic substances in aerobic vs. waterlogged soil following straw incorporation // *Soil Sci. Soc. Am. J.* – 2001. – V. 65 – P. 499-510.
- Draber W., Tietjen K., Kluth J., Trebst A. Herbicides in Photosynthesis Research // *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* – 1991. – V. 30, № 12. – P. 1621-1633.
- El-Ghamry A.M., El-Hai K.M.A., Ghoneem K.M. Amino and Humic Acids Promote Growth, Yield and Disease Resistance of Faba Bean Cultivated in Clayey Soil // *Australian J. Basic. & App. Sci.* – 2009. – V. 3(2). – P. 731-739.
- El-Mohamedy R. S.R., Ahmed M.A. Effect of Biofertilizers and Humic Acid on control of Dry Root Rot Disease and Improvement Yield Quality of Mandarin (Citrus reticulata Blanco) // *Research J. Agric. & Biol. Sci.* – 2009. – V. 5(2). – P. 127-137.
- Espeland E.M., Wetzel R.G. Complexation, stabilization and UV photolysis of extracellular and surface-bound glucosidase and alkaline phosphatase: implications for biofilm microbiota // *Microbial ecology.* – 2001. – V. 42. – P. 572-585.
- Flaig W., Beutelspacher H., Rietz E. Chemical Composition and Physical Properties of Humic Substances // *Soil Components/ V. 1. Organic Components.* – Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag – 1975. – P. 1-111.
- Foyer C. H., Descourvieres P., Kunert K. J. Protection against oxygen radicals: an important defence mechanism studied in transgenic plants // *Cell Plant Envir.* – 1994. – V. 17. – P. 507-523.
- Gamble D.S., S.U. Khan. Atrazine hydrolysis in aqueous suspensions of humic acid at 25.0°C // *Can. J. Chem.* – 1988. – V. 66. – P. 2605-2609.

*García-Mina J.M., Antolín M.C., Sanchez-Diaz M.* Metal-humic complexes and plant micronutrient uptake: a study based on different plant species cultivated in diverse soil types // *Plant and Soil*. – 2004. – V. 258. – P. 57-68.

*Genevini P.L., Sacchi G.A., Borio D.* Herbicide effect of atrazine, diuron, linuron and prometon after interaction with humic acids from coal // In: *Humic Substances in the Global Environment and Implication on Human Health*. Ed. by N. Senesi and T.M. Miano. – 1994. – P. 1291-1296.

*Geng Yu., Wu R., Wee C.W., Xie F., Wei X., Chan P.M.Y., Tham C., Duan L., Dinneny J.R.* A Spatio-Temporal Understanding of Growth Regulation during the Salt Stress Response in *Arabidopsis* // *Plant Cell*. – 2013. – V. 25. – P. 2132-2154.

*Goodman D.* Organic and conventional agriculture: Materializing discourse and agro-ecological managerialism // *Agriculture and Human Values*. – 2000. – V. 17. – P. 215-219.

*Groden D., Beck E.* H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> destruction by ascorbate-dependentsystems from chloroplasts // *Biochim. Biophys. Acta*. – 1979. – V. 546. – P. 426—435.

*Hasanuzzaman M., Nahar K., Fujita M.* Plant Response to Salt Stress and Role of Exogenous Protectants to Mitigate Salt-Induced Damages // In: *Ecophysiology and responses of plants under salt stress*, Ahmad P., Azooz M.M., Prasad M.N.V. (eds.) Springer. – 2013. – P. 25–87.

*Hasegawa P.M., Bressan R.A., Zhu J.-K., PBohnert H.J.* Iant Cellular and Molecular Responses to High Salinity // *Plant Physiol*. – 2000. – V. 51. – P. 463–499.

*Helling C.S., Krivonak A.E.* Physicochemical Characteristics of Bound Dinitroaniline Herbicides in Soils // *J. Agric. Food Chem*. – 1978. – V. 26, № 5. – P. 1156-1163.

*Hoitink H.A.J., Ramos L.Z.* Disease suppression with compost: history, principles and future // *Intern. Conf. «Soil & Compost Eco Biology»*. Leon – Spain. – 2004. – P. 185–198.

*Hsu T.S., Bartha R.* Biodegradation of chloroaniline humus complexes in soil and in culture solution // *Soil Sci*. – 1974. – V. 118. – P. 213-219.

*Illes E., Tombacz E.* The effect of humic acid adsorption on pH-dependent surface charging and aggregation of magnetite nanoparticles // *J Colloid Interface Sci*. – 2006. – V. 295. – P. 115-123.

*Inze D., Van Montagu M.* Oxidative stress in plants // *Cur. Opin.Biotechnol*. – 1995. – V. 6. – P. 153-158.

*Imbufe A.U., Patti A.F., Burrow D., Surapaneni A., Jackson W.R., Milner A.D.* Effects of potassium humate on aggregate stability of two soils from Victoria, Australia // *Geoderma*. – 2005. – V. 125. – P. 321-330.

*Jiang M., Zhang J.* Water stress-induced abscisic acid accumulation triggers the increased generation of reactive oxygen species and up-regulates the activities of antioxidant enzymes in maize leaves // *J. Exp. Bot*. – 2002. – V. 53. – P. 2401-2410.

*John B., Yamashita T., Ludwig B., Flessa H.* Storage of organic carbon in aggregate and density fractions of silty soils under different types of land use // *Geoderma*. – 2005. – V. 128. – P. 63-79.

*Kaschl A., Chen Y.* Interaction of humic substances with trace metals and their stimulatory effects on plant growth // *Use of humic substances to remediate polluted enviroments from theory to practice*. – 2002. – V. 52. – P. 83–115.

*Kearney P. C.* Summary of soil bound residues disscussion session. // In: Kaufman D.D., Still G.G., Paulson G.D., Bandal S.K. (eds.): *Bound and Conjugated Pesticide Residues*. ACS Symp. Series. – 1976. – V. 29. – P. 378-382.

*Khwaja A.R., Bloom P.R., Brezonik P.L.* Binding constants of divalent mercury [Hg<sup>2+</sup>] in soil humic acids and soil organic matter // *Environ. Sci. Technol*. – 2006. – V. 40. – P. 45-56.

*Kiss S., Dragan-Bularda M., Pasca D.* Activity and stability of enzyme molecules following; their contact with clay mineral surfaces // *Stud. Univ. Babes-Boliai. Biol*. – 1986. – V. 31, № 2. – P. 3-24.

- Klein OI, Isakova EP, Deryabina YI et. al. Humic substances enhance growth and respiration in the Basidiomycetes *trametes maxima* under carbon limited conditions // J Chem Ecol. – 2014. – V. 40 (6). – P. 643-652.
- Kuehn H., Borschert A. Regulation of enzymatic lipid peroxidation: the interplay of peroxidizing and peroxide reducing enzymes // Free Rad. Biol. Med. – 2002. – V. 33. – P. 154-172.
- Kwak J.M., Mori I.C., Pei Z.M. et al. NADPH oxidase *AtrbohD* and *ArtbohF* genes function in ROS-dependent ABA signaling in *Arabidopsis* // EMBO J. – 2003. – V. 22. – P. 2623-2633.
- Latch D.E., McNeil K. Microheterogeneity of singlet oxygen distributions in irradiated humic acid solutions // Science. – 2006. – V. 311. – P. 1743-1747.
- Lee S.J., Katayama A., Kimura M. Microbial Degradation of Paraquat Sorbed to Plant Residues // J. Agric. Food Chem. – 1995. – V. 43. – P. 1343-1347.
- Levitt J. Responses of plants to environmental stresses // V. 1. Chilling, freezing and high temperatures stresses. New York etc.: Acad. Press. – 1980. – 497 p.
- List of authorised organic chelating agents for micro-nutrients pursuant to Annex I, paragraph E.3.1. of Regulation (EC) N° 2003/2003 relating to fertilizers. 2003.
- Liu R., Clapp C.E., Hayes M.H.B. Stability of Complexes Formed by the Herbicide Napropamide and Soluble Humic Acids // Proc. of the 7th Int. Conf. Int. Humic Subst. Soc., Ed. by C.E. Clapp, M.H.B. Hayes, N. Senesi, and S.M. Griffith. – 1996. – P. 305-315.
- Loon L.C., Rep M., Pieterse C.M.J. Significance of inducible defence-related proteins in infected plants // Ann. Rev. Phytopathol. – 2006. V. – 44. – P. 135–162.
- Manthey M., Faust M., Smolka S., L.H. Grimme. Herbicide bioconcentration in algae: studies on lipophilicity-sorption-activity relationships (LSAR) with *Chlorella fusca* // Sci. Tot. Environ., Supplement 1993, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. – 1993. – P. 453-459.
- Mayaudon J., Sarcar J.-M. Chromatographie et purification des déphenole oxydases du sol // Soil Biol. Biochem. – 1974. – V. 6. – P. 275-285.
- Martin J.P., Haider K. A comparison of the use phenolase and peroxidase for the synthesis of model humic acid-type polymers // Soil Sci. Soc. Amer. J. – 1980. – V. 44. – P. 983-988.
- McCarthy J.F., Jimenez B.D. Reduction in bioavailability to bluegills of polycyclic aromatic hydrocarbons bound to dissolved humic material // Environ. Toxicol.Chem. – 1985. – V. 4. – P. 511-521.
- Misra V., Pandey S.D., Viswanathan P.N. Effect of humic acid on the bioavailability of  $\gamma$ -hexachlorocyclohexane in *Marsilea minuta* L. // Environ. Monitor. Assessment – 2000. – V. 61. – P. 229-235.
- Mittler R. Oxidative stress antioxidants and stress tolerance // Trends Plant Sci. – 2002. – V. 7. – P. 405-410.
- Mittler R., Van der Auwerra S., Gollery M. et al. Reactive oxygen gene network of plants // Trends Plant Sci. – 2004. – V. 10. – P. 490-498.
- Mittler R., Vanderauwera S., Suzuki N., Miller G., Tognetti V.B., Vandepoele K., Gollery M., Shulaev V. and Breusegem F.V. ROS signaling: the new wave // Trends in Plant Science. – 2011. – V. 16. – P. 63–68.
- Müller-Wegener U. Interaction of humic substances with biota // Humic substances and their role in the environment, edited by Frimmel, F.H. and Christman, R.F. John Wiley & Sons Limited. – 1988. – P. 179-192.
- Muscolo A., Cutrupi S., Nardi S. IAA detection in humic substances // Soil Biology and Biochemistry. – 1998. – V. 30(8–9). –P. 1199–1201.
- Muscolo A., Sidari M. Carboxyl and Phenolic Humic Fractions Affect *Pinus Nigra* Callus Growth and Metabolism // Soil. Sci. Soc. Am. J. – 2009. – V. 73. –P. 1119–1129.
- Muscolo A., Sidari M., Attinà E. Biological Activity of Humic Substances Is Related to Their Chemical Structure // Soil Sci. Soc. Am. J. – 2007. – V. 71. –P. 75–85.

- Muscolo A., Sidari M., Francioso O. The Auxin-like Activity of Humic Substances is Related to Membrane Interactions in Carrot Cell Cultures // J. Chem. Ecol. – 2007. – V. 33. – P. 115–129.
- Nakano Y., Asada K. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts // Plant and Cell Physiology. – 1981. – V. 22. – P. 867–880.
- Nardi S., Pizzeghello D., Reniego F., Muscole A. Biological activity of humic substances extracted from soil under different vegetation cover // Common. Soil sci. And Plant Anal. – 1999. – V. 30, № 5-6. – P. 621-634.
- Nardi S., Pizzeghello D., Muscolo A., Vianello A. Physiological effects of humic substances on higher plants // Soil Biol. Biochem. – 2002. – V. 34. – P. 1527-1536.
- Nicolik M., Cesco S., Roemheld V., Varanini Z., Pinton R. Uptake of iron ( $^{59}\text{Fe}$ ) complexed to water-extractable humic substances leaves // J. Plant Nutr. – 2003. – V. 26, № 10-11. – P. 2243-2252.
- Noctor G., Foyer C.H. Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control // Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. – 1998. – V. 49. – P. 249-279.
- Olien C.R. Freezing stresses and survival // Ann. Rev. Plant Physiol. – 1976. – V. 18. – P. 387–408.
- Oris J.T., Hall A.T., Tylka J.D. Humic acids reduce the photo-induced toxicity of anthracene to fish and daphnia // Environ.Toxicol.Chem. – 1990. – V. 9. – P. 575-583.
- Parida A.K., Das A.B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review // Ecotoxicol. Environ. Saf. – 2005. – V. 60. – P. 324-349.
- Pascual J.A., Garcia G., Hernandez T., Lynch I. Effectiveness of municipal waste compost and its humic fraction in suppressing *Pythium ultimum* // Microb. Ecol. – 2002. – V. 44. – P. 59–68.
- Pegoraro R.F., Silva I.R., Novais R.F., Mendonca E.S., Alvarez V.H., Nunes F.N., Fonseca F.M., Smyth T.J. Diffusive flux of cationic micronutrients in two Oxisols as affected by low-molecular-weight organic acids and cover-crop residue // J. Plant Nutr. Soil Sci. – 2005. – V. 168. – P. 334-341.
- Perdue E.M. Analytical constraints on the structural features of humic substances // Geochim. Cosmochim. Acta. – 1984. – V. 48, № 7. – P. 1435-1442.
- Pflug W., Ziechman W. Humic acids and disruption of bacterial cell wall by isozyme // Soil Biol Biochem. – 1982. – V. 14. – P. 165–166.
- Pizzeghello D., Nicolini G., Nardi S. Hormone-like activity of humic substances in *Fagus sylvatica* forests // New Phytologist. – 2001. – V. 151 (3). – P. 647–657.
- Pizzeghello D., Nicolini G., Nardi S. Hormone-like activities of humic substances in different forest ecosystems // New Phytologist. – 2002. – V. 155 (3). – P. 393–402.
- Quaggiotti S., Ruperti B., Pizzeghello D. Effect of low molecular size humic substances on nitrate uptake and expression of genes involved in nitrate transport in maize (*Zea mays* L.) // J. Experim. Botany. – 2004. – V. 398. – P. 803–813.
- Reuter J. H., Perdue E. M. Importance of heavy metal organic matter interaction in natural waters // Geochim. Cosmochim. Acta. – 1976. – V. 41. – P. 325-334.
- Reuter J. H., Perdue E. M. Importance of heavy metal organic matter interaction in natural waters // Geochim. Cosmochim. Acta. 1976. V. 41. P. 325-334.
- Riley D., Tucker B.V., Wilkinson W. Biological unavailability of bound paraquat residues in soil // In: Kaufman D.D., Still G.G., Paulson G.D., Bandal S.K. (eds.): Bound and Conjugated Pesticide Residues. ACS Symp. Series. – 1976. – V. 29. – P. 301-353.
- Romero-Puertas M. C., Corpas F. J., Sandalio L. M. et al. Glutathione reductase from pea leaves: response to abiotic stress and characterization of the peroxisomal isozyme // New Phytologist. – 2006. – V. 170. – P. 43-52.
- Saito M., Ichinoi M., Tsuruta O. Usefulness of gel electrophoretic comparison of peroxidase for identification of *Fusarium* spp. Trans // Mycol. Soc. Japan. – 1980. – V. 21. – P. 229–235.

- Sakamoto A., Murata N.* Genetic engineering of glycinebetaine synthesis in plants: current status and implications for enhancement of stress tolerance // *J. Exp. Bot.* – 2000. – V. 51. – P. 81-88.
- Santarius K.A., Müller M.* Investigations on heat resistance of spinach leaves // *Planta.* – 1979. – V. 146, № 5. – P. 529-538.
- Sarcar J.M., Leonowicz A., Bollag J.-M.* Immobilization of enzymes on clays and soils // *Soil Biol. Biochem.* – 1989. – V. 21. – P. 223-230.
- Scheuerell S.J., Mahaffee W.H.* Variability associated with suppression of Gray Mold (*Botrytis cinerea*) on Geranium by foliar applications of nonaerated and aerated compost teas // *Plant. Dis.* – 2006. – V. 90. – P. 1201-1208.
- Senesi N., Calderoni G.* Structural and chemical characterization of copper, iron and manganese complexes formed by paleosol humic acids // *Organic Geochemistry.* – 1988. – V. 13, № 4-6. – P. 1145-1152.
- Senn T.L., Kingman A.R.* A review of humus and humus acids. South Carolina Agricultural Experiment Station, Clemson, SC.- Research Series Report. – 1973. – № 145. – P. 245-267.
- Sequi P.* Humic substances: general influences on soil fertility // In: *Humic substances effect on soil and plants*, ed. by Burns R.G. et al., Reda edizioni per lagricoltura. – 1986. – P. 31-34.
- Shigeoka S., Ishikawa T., Tamoi M. et al.* Regulation and function of ascorbate peroxidase isoenzymes // *J. Exp. Bot.* – 2002. – V. 53. – P. 1305-1319.
- Siddiqui Y., Meon S., Ismail R.* *In vitro* fungicidal activity of humic acid fraction from oil palm compost // *Int. J. Agric. Biol.* – 2009. – V. 11. – P. 448-452.
- Smith A.E., Aubin A.J., Derksen D.A.* Loss of Trifluralin from Clay and Loam Soils Containing Aged and Freshly Applied Residues // *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* – 1988. – V. 41. – P. 569-573.
- Stevenson F.J.* Cycles of Soil Carbon, Nitrogen, Phosphorus, Sulfur, Micronutrients. New York: Chichester Brisbane; Toronto; Singapore: John Wiley & Sons. – 1986. – 380 p.
- Sivamani E., Bahieldin A., Wraith J.M. et al.* Improved biomass productivity and water use efficiency under water deficit conditions in transgenic wheat constitutively expressing the barley *HVA1* gene // *Plant Sci.* – 2000. – V. 155. – P. 1-9.
- Stevenson F.J.* Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions. New York : John Wiley & Sons. – 1982. – 443 p.
- Stuermer D.H., Payne J.R.* Investigation of seawater and terrestrial humic substances with carbon-13 and proton nuclear magnetic resonance // *Geochim. Cosmochim. Acta.* – 1976. – V. 40. – P. 1109-1114.
- Szajdak L., Maryganova V.* Quantities of indole-3-acetic acid in secondary transformed peat-moorish soils // *Вестник ТГПУ.* – 2008. – Вып. 4 (78). – С. 34-38.
- Takabe T., Hayashi Y., Nakamura T., et al.* Genetic engineering of glycinebetaine accumulation and increased salinity tolerance in plants // *Abstr. 5<sup>th</sup> Intern. Congr. Plant Mol. Biology* (21-27 Sept. 1997). – Singapore. – 1997. – P. 667-672.
- Tan K.H.* Humic matter in soil and the environment: principles and controversies. CRC Press. – 2003. – 386 p.
- Thurman E.M.* Organic geochemistry of natural waters. Dordrecht, The Netherlands : Kluwer Academic Publishers. – 1985. – P. 497-503.
- Visser S.A.* Effects Of Humic Substances On Plant Growth. – Reda, Italy. – 1986. – 78 p.
- Ursini F., Bindoli A.* The role of selenium peroxidase in the protection against oxidative damage of membranes // *Chem. Phys. Lipids.* – 1987. – V. 44. – P. 255-276.
- Willekens H., Inze D., van Montagu M. et al.* Catalases in plants // *Mol. Breed.* – 1995. – V. 1. – P. 207-228.
- Xiong L., Zhu J.K.* Molecular and genetic aspects of plant responses to osmotic stress // *Plant, Cell and Environment.* – 2002. – V. 25. – P. 131-139.

*Zhang X., Ervin E.H.* Cytokinin-containing seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytokinins and drought resistance // *Crop Sci.* – 2004. – V. 44. – P. 1737-1745.

*Zeng K., Hwang H.-M., Yu H.* Effect of dissolved humic substances on the photochemical degradation rate of 1-aminopyrene and atrazine // *Int. J. Mol. Sci.* – 2002. – V. 3. – P. 1048-1057.

*Zhu D., Scandalios J.G.* Differential accumulation of manganese-superoxide dismutase transcripts in maize in response to abscisic acid and high osmoticum // *Plant Physiol.* – 1994. – V. 106. – P. 173-178.

*Zhu J.K.* Cell signaling under salt, water and cold stresses // *Curr. Op. in Plant Biol.* – 2001. – V. 4. – P. 401-406.

*Ziedan H.E.* Soil treatment with biofertilizers for controlling peanut rot and pod Rot diseases in Nubaria Province // *Egypt J. Phytopathol.* – 2000. – V. 28. – P. 17–26.