Наука та інновації. 2008. Т 4. № 3. С. 32–42.

І.В. Драговоз, В.П. Антонюк, М.В. Волкогон, В.К. Яворська

Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, Київ

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО РЕГУЛЯТОРА РОСТУ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР "БІОВІТРЕКС"

Розроблено технологію виготовлення комплексного регулятора росту зернових культур "Біовітрекс", представлено схеми його виробництва та використання. Експериментальний зразок препарату "Біовітрекс" містить водну та лужну витяжки вермикомпосту і комплекс мікроелементів, необхідних для життєдіяльності зернових культур. Встановлено оптимальні концентрації препарату для різних сільськогосподарських культур. Вивчено його вплив на фізіологічні процеси озимої пшениці протягом онтогенезу, що дозволяє оптимізувати її продуктивність. Теоретично обґрунтовано використання препарату як важливого елемента технології вирощування озимої пшениці.

К л ю ч о в і с л о в а: технологія, регулятори росту, вермикомпост, мікроелементи, продукційний процес.

Одним із важливих завдань прикладної фізіології рослин є інтенсифікація виробництва сільськогосподарської продукції з одночасним скороченням енергетичних витрат. При їх вирішенні виникають труднощі, пов'язані з пошуком шляхів підвищення якості продукції, що потребує розробки нових технологій вирощування сільськогосподарських культур [1].

Крім агротехнічних прийомів та впровадження досягнень селекції новим елементом аграрних технологій є застосування регуляторів росту рослин синтетичного та природного походження як засобів оптимізації та підвищення продуктивності. На думку багатьох вчених, збільшення виробництва сільськогосподарської продукції в наш час буде базуватися на досягненнях генетичної інженерії, селекції нових сортів з більш ефективним фотосинтезом та застосуванні природних регуляторів росту рослин [2, 3, 4]. Створення теорії гормональної регуляції росту і розвитку рослин, яка включає уявлення про гормональний статус та його генетичну детермінованість — велике досягнення фізіологів у XX ст. Встановлення послідовності подій, пов'язаних з дією фітогормонів, створило підґрунтя для досягнення реальної можливості керування онтогенезом і продуктивністю рослин, формуванням урожаю та його якості [5].

Знання дії регуляторів росту рослин на генетичному та метаболічному рівнях регуляції клітинних процесів стало теоретичною основою їх застосування. Практичною основою використання біологічно активних речовин є з'ясування механізмів їхньої специфічної дії на певні системи авторегуляції, характерні для стану рослинної клітини залежно від фази її онтогенетичного розвитку. Однак скоординована система дії біологічно активних речовин на рослину залишається ще недостатньо з'ясованою; це стосується і сполук із фітогормональними властивостями. Регуляція росту і розвитку рослин за допомогою

© І.В. ДРАГОВОЗ, В.П. АНТОНЮК, М.В. ВОЛКОГОН, В.К. ЯВОРСЬКА, 2008

фітогормонів та їх синтетичних аналогів нині знаходить широке застосування. А на думку багатьох вчених, у майбутньому це відіграватиме не менш важливу роль, ніж застосування добрив чи засобів захисту рослин. Фітогормони стимулюють енергію проростання насіння та проходження окремих етапів онтогенезу, прискорюють дозрівання плодів та овочів, захищають рослини від стресових чинників [6, 7, 8].

Останнім часом як в Україні, так і за кордоном ведеться пошук, вивчення та впровадження в практику землеробства регуляторів росту різного походження. Серед синтетичних препаратів привертає увагу група регуляторів росту (*івін*, *агростимулін*, *зеастимулін*, *бетастимулін* та *потейтін*), створена в Інституті біоорганічної хімії НАН України на основі N-оксидів 2,6-диметилпіридину та його комплексів з органічними кислотами [9]. Дослідженнями в різних науково-дослідних установах показана можливість застосування цих препаратів для стимуляції проростання та схожості насіння, регуляції процесів вегетативного росту, цвітіння, прискорення дозрівання [9, 10]. Найбільші економічні ефекти мають роботи по створенню та використанню етилен-продуцентів, ретардантів та сполук з цитокініновою активністю, що викликають антистресові ефекти у рослин [7, 11, 12, 13, 14]. Водночас такі препарати за певних умов можуть бути шкідливими для людини, тварин і довкілля, створюючи проблеми екологічного характеру, тим самим викликаючи певні застереження щодо їх широкого використання у сільському господарстві [15]. Тому пошуки науковців все частіше спрямовуються на створення регуляторів росту на основі природної сировини, висока ефективність яких органічно поєднувалась би з екологічною безпекою та порівняно невисокою собівартістю. Про це свідчать і матеріали останніх численних міжнародних конференцій, присвячених регуляторам росту [1, 16, 17, 18].

Серед потенційних джерел для отримання регуляторів росту природного походження привертають увагу ендомікоризні гриби [19], деякі фенольні сполуки та вільні амінокислоти [20, 21, 22], композиції на основі екстрактів макро- та мікроводоростей, грибів та відходів від їх культивування [18, 19, 23], відходи спиртової промисловості та окремі штами мікроорганізмів і їх асоціацій, що використовуються для утилізації органічних речовин у цих відходах [24, 25, 26]. Проте отримання препаратів регуляторів росту з названих джерел вимагає значних енергозатрат та, крім того, в Україні на сьогодні відсутні потужності для їх масштабного виробництва [5].

Серед нових видів природних субстратів важливе місце займають вермикомпости — продукти переробки органічної маси дощовими черв'яками і мікроорганізмами. Вермикомпостування є прийомом, який дає можливість включати в кругообіг додаткові ресурси органічної сировини, що накопичується внаслідок життєдіяльності людини й тварин і, таким чином, позитивно впливає на охорону довкілля. Препарати вермикомпосту (біогумуси) містять гумінові та фульвокислоти, макро- та мікроелементи і позитивно впливають на ростові процеси сільськогосподарських культур [27]. Але саме макро- і мікроелементів в біогумусах недостатньо [28, 29]. Ця проблема має особливо велике значення для степових районів України, де баланс доступних елементів живлення у ґрунті є від'ємним [30]. Цей факт зумовлює недостатню ефективність використання вермикомпосту на збіднених ґрунтах, тому включення до складу препаратів мікроелементів може суттєво підвищити їх ефективність. Серед недоліків зареєстрованих в Україні препаратів, створених на основі вермикомпосту, можна назвати їх низькі експлуатаційні властивості, пов'язані зі значними транспортними витратами та термінами зберігання, обумовленими високими нормами витрат на одиницю площі (12—15 л на 1 га) або маси насіння (15 л на 1 т), що обробляється [22].

На основі досліджень, проведених в ІФРГ НАН України, можна стверджувати, що най-

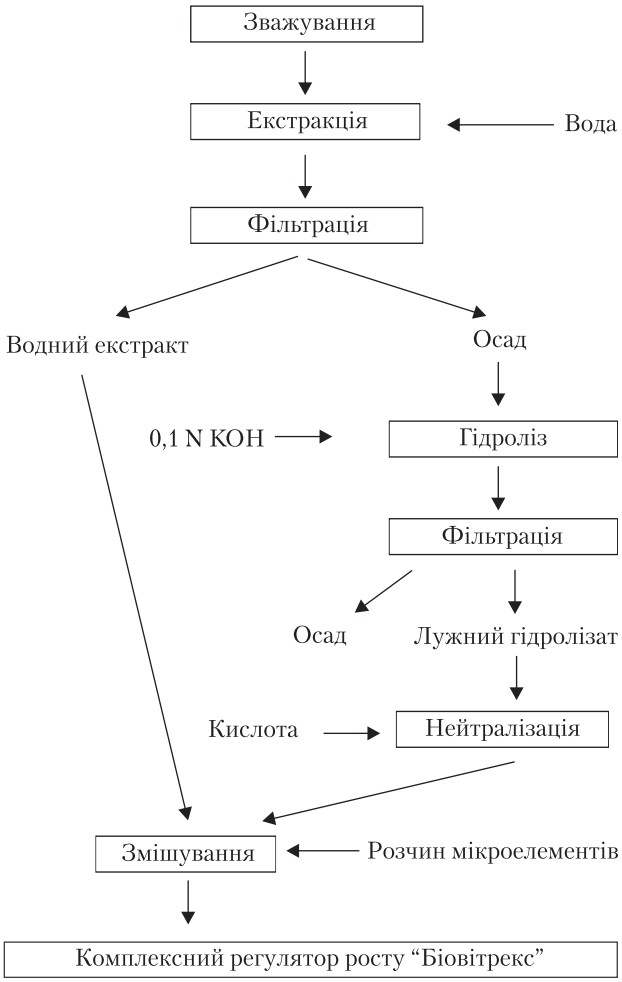

Рис. 1. Схема матеріальних потоків виробництва комплексного регулятора росту "Біовітрекс"

перспективнішим напрямком створення нових комплексних регуляторів росту рослин є створення препаратів, які б поєднували властивості стимуляторів росту, елементів живлення та засобів, що підвищують стійкість рослин до стресових факторів. Саме продукти, які отримують з природного субстрату — вермикомпосту, надають таку можливість, оскільки містять сполуки, що стимулюють ріст рослин, біологічна ефективність яких підсилюється основними елементами живлення. Нестача мікроелементів у складі вермикомпостів може бути скомпенсований за рахунок введення до складу препаратів, створених на його основі, хелатованих мікроелементів. Завдяки цьому застосування різноманітних технологічних засобів дає можливість одержати з вермикомпосту препарат, який поєднує властивості регуляторів росту, елементів живлення та засобів, що підвищують стійкість рослин до стресових факторів.

Наказом по Міністерству Агропромислового комплексу та УААН №330/113 від 18 червня 1999 року "Про впровадження нових регуляторів росту рослин" було передбачено застосування регуляторів росту рослин як обов'язкового агрозаходу в технологіях виробництва продукції рослинництва. Технологія комплексного регулятора росту "Біовітрекс" розроблялась у відділі фізіології росту та розвитку рослин Інституту фізіології рослин і генетики НАН України в рамках наукового проекту "Створення біологічно-активних препаратів для зернових культур з метою підвищення їх продуктивності та покращення якості продукції рослинництва", а також при виконанні науково-технічного інноваційного проекту "Впровадження високоефективного комплексного регулятора росту зернових культур та біопрепаратів на основі азотфіксуючих бактерій".

Технологічні стадії отримання комплексного препарату "Біовітрекс" представлені на рис. 1: 1) зважування; 2) водна екстракція; 3) фільтрація з отриманням водного екстракту та осаду; 4) лужний гідроліз осаду; 5) фільтрація лужного гідролізату; 6) нейтралізація лужного гідролізату кислотою; 7) змішування водного екстракту та нейтралізату з хелатованими мікроелементами; 8) концентрування препарату.

На рис. 2 представлена апаратурно-технологічна схема виробництва комплексного препарату "Біовітрекс".

Партію біогумусу зважують на вагах *1*. В екстрактор *2* додають воду в співвідношенні 1 кг біогумусу: 3 л води, вмикають мішалку і поступово додають біогумус. Водну екстракцію біогумусу проводять при t = 20—30 °С і постійно

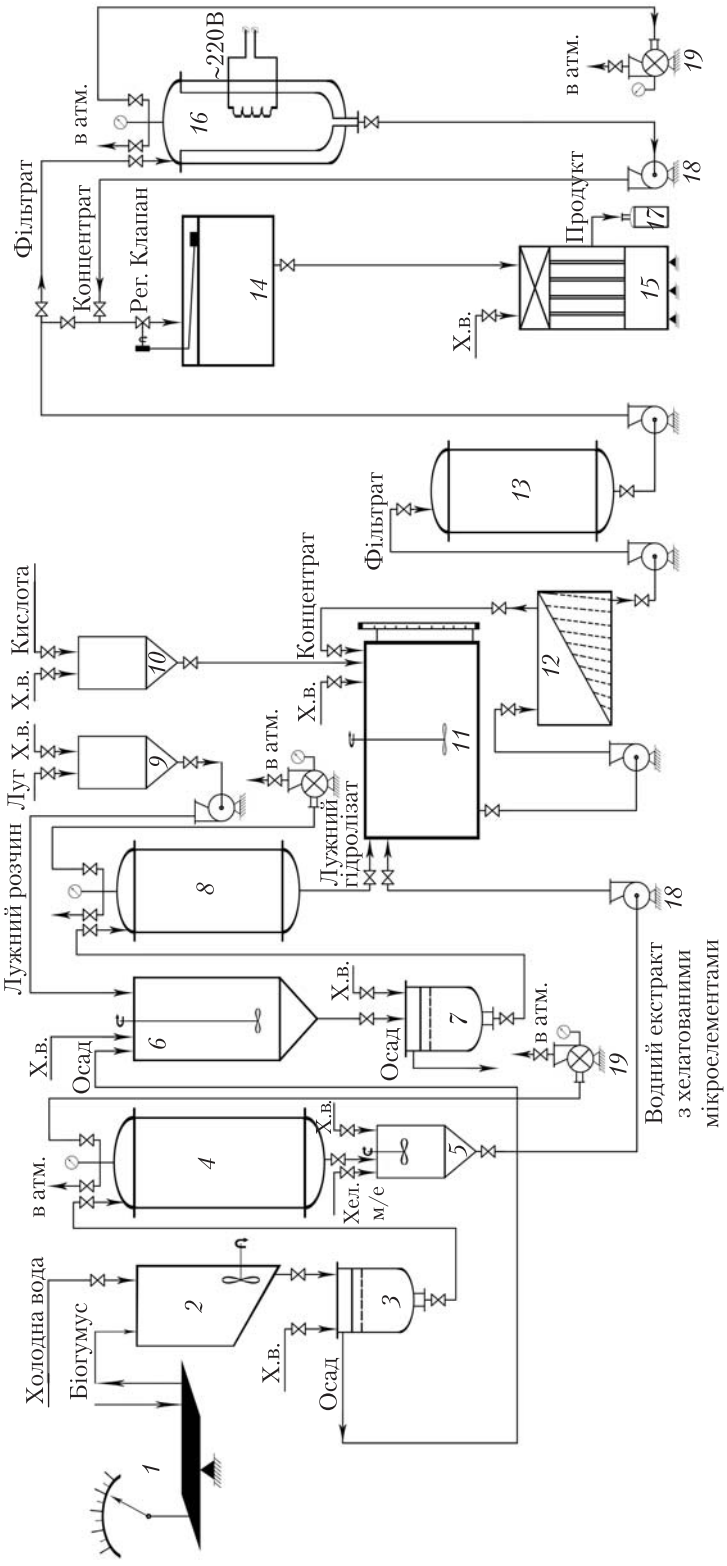

Рис. 2. Апаратурно-технологічна схема отримання комплексного препарату "Біовітрекс"

працюючій мішалці протягом 30 хв. Отримана водяна суспензія містить водорозчинні сполуки біогумусу і ґрунтову мікрофлору. Водну суспензію з екстрактора *2* направляють на НУТЧ-фільтр *3*. Осад з НУТЧ-фільтра *3* поступає в гідролізатор *6*, а фільтрат збирається в збірнику водного екстракту *4*. У гідролізаторі *6* проводиться лужний гідроліз осаду 0,1 N розчином КОН протягом 30 хв. Розчин лугу 0,1 N КОН готується в збірнику лужного розчину *9*. Слід зазначити, що гумати в біогумусі знаходяться в водонерозчинному стані в формі солей дівалентних іонів. При обробці біогумусу розчином лугу (наприклад, КОН) відбувається утворення водорозчинних гуматів. У збірнику-змішувачі *5* на фільтраті водного екстракту біогумусу готується розчин хелатованих мікроелементів Fe^{3+}, Mn^{2+}, Zn^{2+}, Cu^{2+}. Лужний гідролізат осаду із гідролізатом *6* направляють на НУТЧ-фільтр *7*, промивають водою і утилізують, а фільтрат лужного гідролізату направляють у збірник лужного гідролізату *8*. У збірнику кислотного розчину *10* готується водний розчин лимонної кислоти. В нейтралізатор *11* поступає водяний розчин з хелатованими мікроелементами зі збірника-змішувача *5*, фільтрат лужного гідролізату *8* та кислотний розчин із збірника *10*. У нейтралізаторі *11* суміш постійно перемішують мішалкою і доводять до pH 7,0. Водний розчин із нейтралізатора *11* відцентровим насосом *18* подають на фільтраційну установку *12*. Фільтрат збирають у збірнику *13*. Із збірника *13* фільтрат через компенсатор з регулювальним клапаном *14* подають безпосередньо на дозувально-розливний автомат *15* або на вакуумвипарну установку *16*. Концентрований продукт з вакуум-випарної установки *16* подають через компенсатор з регулювальним клапаном *14* на дозувально-розливний автомат *15*. Таким чином, є можливість випуску двох видів препарату — звичайного (1,5 % абсолютно сухої речовини) і концентрованого (20 % абсолютно сухої речовини). З дозувально-розливного автомата *15* препарат розливають у полімерні пляшки *17*. Тару з комплексним препаратом "Біовітрекс" зважують і упаковують.

Перш ніж розпочати вивчення впливу препарату на основі вермикомпосту як регулятора росту на рослинні організми, було проведено роботу з тестування його фізіологічної активності з використанням специфічних біотестів — на ауксини, цитокініни та гібереліни [28, 29].

Отримані результати свідчать, що для водної витяжки вермикомпосту властива ауксинова, цитокінінова і гіберелова активність. Чітка концентраційна залежність спостерігалася в біотестах на ауксини і цитокініни. Так, максимальна ауксинова активність була відмічена при розведенні в 25 разів і становила 13,3 % приросту колеоптилів пшениці у порівнянні з контрольною. Розведення водної витяжки біогумусу в 50 і 100 разів мали дещо меншу активність, і забезпечували 10,3 і 6,1 % приросту колеоптилів пшениці відповідно. Максимальну цитокінінову активність (55 %) також спостерігали при розведенні водної витяжки біогумусу в 25 разів. Цитокінінова активність зберігалася і при наступних розведеннях у 50 і 100 разів і становила 16,3 і 12,6 % приросту маси сім'ядолей огірка відповідно. При максимальному розведенні в 150 разів приріст маси сім'ядолей огірка, як і довжини відрізків колеоптилів пшениці не відрізнявся від контрольного варіанту (дистильована вода). Ауксинову активність водної витяжки вермикомпосту також було підтверджено у біотесті на індукцію коренеутворення живців квасолі. При розведенні у 150 разів її активність була навіть вищою, ніж індолілоцтової кислоти. Характерно, що у варіантах, оброблених досліджуваними розчинами, збільшувалася не тільки кількість коренів, але й їх маса, що обумовлено наявністю речовин різної фізіологічної природи, які сприяють, з одного боку, індукції ризогенезу, а з іншого — збільшенню маси самих коренів [31, 32]. Висока гіберелова активність водної витяжки вермикомпосту спостерігалася у всіх досліджених

розведеннях і становила 6,8—23,8 % у порівнянні з контрольним варіантом. Наявність трьох класів фітогормонів-стимуляторів була підтверджена фізико-хімічними методами аналізу.

У подальшому вивчали вплив водної витяжки біогумусу на інтенсивність ростових процесів різних сортів озимої пшениці на ранніх етапах онтогенезу, а також досліджували ефективність лужного гідролізату біогумусу та об'єднаного водного і лужного екстрактів. Такий підхід зумовлений тим, що лужний гідролізат містить гумінові та фульвокислоти [33, 34], які є фізіологічно активними сполуками [31]. На нашу думку, поєднання в одному препараті фітогормонів-стимуляторів з гуміновими та фульвокислотами може забезпечити адитивний ефект стимуляції росту і розвитку рослини, і таким чином позитивний вплив на урожайність важливих сільськогосподарських культур. Було встановлено, що водна витяжка біогумусу і лужний гідролізат у різних концентраціях стимулювали ріст надземної та кореневої маси паростків пшениці сорту *Київська 8* та кукурудзи гібриду *Комета МВ*. Спостерігалася певна сортова специфічна чутливість до дії концентрату: найчутливішим виявився сорт озимої пшениці *Подолянка*, а найменш чутливим виявився сорт *Білоцерківська напівкарликова*, що свідчить про специфічність реакції сортів озимої пшениці на дію екзогенних фітогормонів [28, 35].

Нашими дослідженнями, а також роботами інших авторів було доведено, що вміст важливих для зернових культур мікроелементів у вермикомпості складав від 0,0005 до 0,0563 % мас. Літературні дані свідчать, що цієї кількості недостатньо для використання вермикомпосту як джерела важливих мікроелементів для зернових культур, тому при створенні препарату на основі вермикомпосту необхідно підвищити в ньому вміст мікроелементів [29, 36].

В процесі роботи на основі дослідження біологічних властивостей екстрактів вермикомпосту було створено експериментальний комплексний препарат "Біовітрекс" на основі водної і лужної витяжок біогумусу та важливих для зернових культур мікроелементів [28, 29]. Проведено його випробування в польових умовах при обробці вегетуючих рослин озимої пшениці [35]. Вивчення біологічної ефективності нового препарату в польових умовах та вплив як самого препарату, так і окремих його складових на фізіологічні параметри, особливості формування ризосферних мікроорганізмів та урожайність озимої пшениці проводили на полях науково-виробничого відділу ІФРГ НАН України в смт Глеваха.

Обробка рослин озимої пшениці сорту *Подолянка* дослідними препаратами призводила до позитивних змін у накопиченні фотосинтезувальних пігментів у листках озимої пшениці. Так, вміст хлорофілів *a* і *b* у листках рослин, оброблених препаратом "Біовітрекс", уже в фазі виходу в трубку відрізнявся від контрольного варіанту на 12 і 68,5 % і складав відповідно 1,84 та 0,45 мг на 1 г маси сухої речовини. Тенденція до накопичення фотосинтезувальних пігментів спостерігалася і на подальших етапах онтогенезу рослин. Істотне збільшення вмісту хлорофілу *a* спостерігалося у варіантах, оброблених біогумусом та препаратом "Біовітрекс". Суттєвими змінами у вмісті хлорофілу *b* відрізнялися варіанти з обробкою препаратами "Біовітрекс" та "Агростимулін" (регулятор росту рослин, створений в ІБОНХ НАН України і зареєстрований в переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні), які були включені у варіанти досліду для позитивного контролю. Статистично достовірне підвищення вмісту каротиноїдів було відмічено лише у варіанті з обробкою мікроелементами (21,7% або 0,94 мг на 1 г абсолютно сухої маси) у фазі колосіння та у варіантах з обробкою біогумусом та препаратом "Біовітрекс" у фазі воскової стиглості — 21,7 і 22,9 % або 2,33 і 2,36 мг на 1 г АСМ відповідно [37].

Збільшення вмісту фотосинтезувальних пігментів у листках рослин, оброблених препара-

том "Біовітрекс", обумовлено в першу чергу присутністю у складі препарату фітогормонів стимулювальної дії. Відомо, що біосинтез хлорофілу значною мірою залежить від умов мінерального живлення [38]. Не менш важливою є наявність у складі препарату "Біовітрекс" необхідних для життєдіяльності рослини мікроелементів, а саме йонів заліза та міді в легкодоступній для рослин формі, які безпосередньо впливають на процеси біосинтезу хлорофілів.

За допомогою прямого методу визначення фотосинтетичної активності досліджено інтенсивність фотосинтезу в листках рослин озимої пшениці сорту Подолянка у фазі цвітіння. Найбільш істотне збільшення цього показника спостерігалося у варіанті з використанням препарату "Біовітрекс" — 102 %, або 2,89 г, CO_2 на 1 мг хлорофілу у порівнянні з контрольним варіантом. Обробка іншими досліджуваними препаратами також збільшувала інтенсивність фотосинтезу, але менш суттєво — 36, 16 та 23 % відповідно у варіантах із застосуванням суміші екстрактів біогумусу, розчину мікроелементів та регулятора росту "Агростимулін" [28].

Обробка посівів озимої пшениці сорту Подолянка названими препаратами сприяла зростанню надземної і кореневої маси рослин у всіх досліджуваних варіантах. Найбільш вагомий приріст надземної маси спостерігали у варіантах з рослинами, обробленими препаратами "Біовітрекс" та "Агростимулін" протягом періоду від цвітіння до воскової стиглості. Таке суттєве наростання надземної маси, ймовірно, пов'язане з формуванням і наливом зерна, причому різниця у швидкості наростання надземної маси порівняно із контрольним варіантом сягала 90—100 %. При визначенні приросту кореневої маси найбільш ефективним виявилося застосування препарату "Біовітрекс" та окремих його складових у порівнянні не лише з контрольним варіантом, а і із регулятором росту "Агростимулін" [28, 29].

Окремими дослідженнями було показано [39, 40], що застосування регуляторів росту і розвитку рослин для обробки сільськогосподарських культур може опосередковано через активацію процесів хлоропластогенезу, фотосинтезу (і, вірогідно, зміни в об'ємі та складі кореневих виділень) змінювати перебіг мікробіологічних процесів у ризосфері рослин.

Як свідчать одержані результати, вплив біологічно активних речовин суттєво позначається на кількісному і якісному складі мікробного угруповання ризосфери озимої пшениці. Усі випробувані нами чинники суттєво стимулювали зростання загальної чисельності та групового складу сапрофітної мікрофлори, яка трансформує елементи живлення у прийнятні та доступні для рослин форми у ризосфері пшениці вже через два тижні після обробки відповідними розчинами. У динаміці відмічаються сукцесійні зміни в складі мікробного ценозу, зумовлені наявністю чи відсутністю трофічних субстратів та інших умов розвитку тих чи інших мікроорганізмів. Обробка посівів експериментальним препаратом "Біовітрекс" опосередковано впливала на активність процесу асоціативної азотфіксації через макросимбіонт, свідченням чого є отримані дані з інтенсифікації процесу фотосинтезу, що сприяє зв'язуванню атмосферного азоту через збільшення надходження до бульбочок асимільованого рослиною вуглецю. Крім того, зростає як загальна (за рахунок збільшення кореневої системи), так і питома (внаслідок додаткового припливу вуглецю) чисельність азотфіксаторів, типових для рослини, що забезпечує ефективну змішану аутобактеризацію [41].

Отже, застосування препарату "Біовітрекс" позитивно впливало на формування мікробного угруповання в кореневій зоні озимої пшениці. Зміни ж чисельності та активності мікроорганізмів приводили до оптимізації перебігу окремих біологічних процесів в агроценозі (фіксації атмосферного азоту) і сприяли покращенню мінерального живлення рослин.

Кінцевим результатом позитивних цілеспрямованих змін фізіологічного стану рослин озимої пшениці сорту *Подолянка* стало підви-

щення її врожайності. Обробка всіма препаратами статистично достовірно підвищувала врожайність озимої пшениці сорту *Подолянка*. При цьому найбільшою, в порівнянні з контрольним варіантом, прибавка врожаю була на ділянках, оброблених препаратом "Біовітрекс": 14,9 %, або 7,2 ц/га, додаткової продукції. Прибавка врожаю при застосуванні "Агростимуліна", біогумусу та мікроелементів була дещо нижчою — 13,6, 10,9 та 11,8 % відповідно (або на 6,6, 5,2 та 5,7 ц/га більше за контрольний варіант). Отримані дані свідчать про те, що прибавка врожаю на дослідних ділянках, можливо, забезпечувалася завдяки збільшенню кількості зерен у колосі. Маса 1000 насінин, як генетично детермінований показник, у дослідних варіантах відрізнялася від контрольної не більше 1,9 % [35, 37].

Ці результати узгоджуються з даними наших лабораторних досліджень, якими було виявлено рістстимулюючу активність препарату на озимій пшениці та кукурудзі. Так, з літературних даних відомо, що обробка рослин пшениці гібереловою кислотою приводить до підвищення урожаю за рахунок збільшення кількості зерен у колосі [4]. Це частково пояснює природу дії препарату "Біовітрекс", створеного на основі вермикомпосту, і його вплив на структуру врожаю озимої пшениці.

Стабільне зростання інтенсивності росту зернових культур і відповідно їх урожайність можливі лише при використанні хімічного захисту. Крім того, рослина повинна найповніше використовувати власний потенціал самозахисту, що включає безпосередньо стійкість та механізм уникнення інфекції шляхом перешкоджання її поширенню, тобто створення механічних бар'єрів, безпосередній фунгіцидний або фунгістатичний ефект. Механізми, які підвищують фізіологічну витривалість рослин до біотичних факторів, лежать в основі індукції стійкості.

Базуючись на роботах низки авторів щодо можливості підвищення стійкості рослин пшениці до хвороб [42, 43, 44, 45], ми дослідили вплив препарату на основі об'єднаної витяжки біогумусу на ростові параметри та ураженість паростків озимої пшениці хворобами з використанням штучної інокуляції збудниками кореневих гнилей. Отримані дані свідчать, що обробка дослідним розчином певною мірою нівелювала зменшення маси паростків після зараження різними патогенними грибами, а в деяких випадках повністю знімала негативний ефект патогена. Це, вочевидь, відбувалося за рахунок прискореного проходження окремих, найбільш вразливих для зараження, фаз розвитку рослин (напр., скорочення періоду між сівбою і сходами) і, таким чином, давало можливість зменшити вплив інфекції на подальші ростові процеси та продуктивність зернових культур. Цим, зокрема, може бути обумовлена стійкість певних сортів (напр., *Колумбія*) до фітопатогенних грибів, про що свідчить збільшення рівня стресового гормону АБК, з одного боку, та підвищення вмісту ІОК — з іншого [28, 46].

Ефективність застосування біогумусу, мікроелементів, препаратів "Біовітрекс" та "Агростимулін" в польових умовах проти септоріозу у фазі колосіння пшениці була майже на рівні ефективності фунгіцидного препарату "Альто-супер". Ступінь розвитку септоріозу складала відповідно 8,35, 10,35, 8,39, 8,53 та 6,77 %. У фази цвітіння та молочно-воскової стиглості перелічені препарати за ефективністю поступалися фунгіциду Альто-супер, однак відносно контрольного варіанту їх ефективність залишалася на рівні 16—42 % [28, 29].

Можна припустити, що ефект від застосування суміші екстрактів вермикомпосту та препарату "Біовітрекс" пов'язаний як із рістстимулюючою активністю препарату, так і з індукцією стійкості рослин до фітопатогенів під впливом сполук, що містяться в екстрактах біогумусу. Не виключена також конкурентна взаємодія мікроорганізмів у складі біогумусу з патогенними грибами та мікроорганізмами.

В цілому, рістстимулююча дія препарату, створеного на основі вермикомпосту, ймовір-

но, забезпечується за рахунок його властивостей як регулятора росту, рідкого добрива та біофунгіцида [28, 29]. Мікроелементи в складі препарату є важливими структурними елементами росту та розвитку рослин, в той час як фітогормони регулюють важливі процеси метаболізму, підсилюючи синтез багатьох фізіологічно активних речовин, що сприяє накопиченню сухої маси на пізніших етапах онтогенезу озимої пшениці. Це, в свою чергу, приводить до підвищення врожайності даної культури.

Таким чином, препарат "Біовітрекс" виявився досить ефективним і може бути використаний як елемент інтенсивної технології вирощування озимої пшениці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Регуляция роста, развития и продуктивности растений: материалы четвертой международной научной конференции (26—28 октября 2005 года). — Минск: Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси, 2005. — 289 с.
2. Регулятори росту на основі природної сировини та їх застосування в рослинництві / Яворська В.К. та ін. — К.: Логос, 2006. — 176 с.
3. *Мананков М.К., Мусиенко М.М., Мазанкова О.П.* Регуляторы роста растений и практика их применения: Монография. — Симферополь: Юг-Бумага, 2003. — 174 с.
4. *Никелл Л.Д.* Регуляторы роста и развития растений. Применение в сельском хозяйстве: Пер с англ. Кочанкова В.Г., под ред. В.И. Кефели. — М.: Колос, 1984. — 192 с.
5. *Моргун В.В., Яворська В.К., Драговоз І.В.* Проблема регуляторів росту у світі та її вирішення в Україні // Фізіологія і біохімія культурних рослин. — 2002. — 34, № 5. — С. 371—376.
6. *Кефели В.И.* Проблемы регуляторов роста и перспективы // Регуляторы роста и развития растений. —К.: Наук. думка, 1989. — С. 24—39.
7. *Григорюк І.П.* Реакція рослин на водний і температурний стреси та способи їх регуляції: Автореф. дис. д-ра біол. наук. 03.00.12. — К., 1996. — 40 с.
8. Основы химической регуляции роста и продуктивности растений: Монографія / Муромцев Г.С., Чкаников Д.И., Кулаева О.Н., Гамбург К.З. — М.: "Агропромиздат", 1987. — 383 с.
9. *Пономаренко С.П.* Регулятори росту рослин на основі N-оксидів похідних піридину (фізико-хімічні властивості й біологічна активність). — К: Техніка, 1999. — 272 с.
10. *Пономаренко С.П.* Українські регулятори росту рослин // Елементи регуляції в рослинництві. — 1998. — Київ, ВВП "Компас". — С. 10—16.
11. *Кулаева О.Н., Хохлова В.А., Фофанова Т.А.* Цитокинины и абсцизова кислота в регуляции роста и процессов внутриклеточной дифференцировки // Гормональная регуляция онтогенеза растений. — М.: Наука, 1984. — С. 71—86.
12. *Григорюк И.А., Шматько И.Г., Мануильский В.Д., Закордонец О.А.* Действие полистимулина К на структуру и водообмен листьев озимой пшеницы и картофеля при засухе // Физиология и биохимия культ. растений. — 1990. — 22, № 6. — С. 573—577.
13. *Кур'ята В.Г.* Фізіолого-біохімічні механізми дії ретардантів і етилпродуцентів на рослини ягідних культур: Автореф. дис. ... д-ра біол. наук: 03.00.12. — К., 1999. — 35 с.
14. *Курчий Б.А., Калинин Ф.Л.* Влияние этефона на анатомо-морфологическое строение стебля озимой ржи // Физиология и биохимия культ. растений. — 1989. — 21, № 5. — С. 459—462.
15. *Шевелуха В.С.* Новый этап в развитии теории и практики фитогормональной регуляции растений // Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях: Материалы шестой международной конференции (26—28 июня 2001 г.). — Москва: МСХА. — 2001. — С. 3—6.
16. Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях: Материалы шестой международной конференции (26—28 июня 2001 г.). — Москва: МСХА. — 2001. — 341 с.
17. Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі. Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти: Тези другої міжнародної конференції (18—21 серпня 2004 р.). — Львів: СПОЛОМ, 2004. — С. 356.
18. Third International Symposium on microalgae and seaweed products in agriculture. — 2006. — Mosonmaqnarovar, Hungary, — Book of abstracts. — 59 p.
19. Гормональний комплекс рослин і грибів: Монографія / Ситник К.М., Мусатенко Л.І., Васюк В.А., Веденічева Н.П., Генералова В.М., Мартин Г.Г., Несторова А.Н. — К.: Академперіодика, 2003. — 186 с.
20. *Соколова Е.М., Корнева Л.Г., Копорова Т.И., Кульнев А.И., Байданова Е.А.* Иммуноцитофит-элемент технологической защиты зерновых культур от комплекса биотических и абиотических стрессовых факторов // Регуляторы роста и развития растений: Труды пятой международной конференции (29 июня — 1 июля, 1999 г.). — Т. 2. — Москва: МСХА. — 1999. — С. 257—258.
21. *Малеванная Н.Н.* Ростстимулирующая и иммуномодулирующая активности природного комплекса гид-

роксикоричных кислот (препарат Циркон) // Регуляция роста, развития и продуктивности растений: материалы четвертой международной научной конференции (26—28 октября 2005 года). — Минск: Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси, 2005. — С. 141.
22. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. — Київ: "Юнівест маркетинг". — 2003. — С. 167—175.
23. *Ковтун Т.І., Перепелиця Л.О.* Застосування екологічно чистих рістрегулювальних речовин // Вісн. Аграр. ДААУ. — 2000. — № 2. — С 84—89.
24. *Яворська В.К., Драговоз І.В, Кошель М.І., Монастирський М.А.* Вплив концентрату метанового бродіння на підвищення продуктивності сільськогосподарських культур // Вісник аграрної науки. — 1997. — № 4. — С. 42—44.
25. *Савинский С.В., Яворская В.К., Драговоз И.В.* Новые экологически чистые цитокининовые препараты // Доповіді НАН України. — 1995. — № 5. — С. 117—120.
26. *Kostenberg D., Marchaim U., Watad A.A., Epstein E.* Biosyntesis of plant hormones during anaerobic digestion of instant coffee waste // Plant Growth Regul. — 1995. — 17, № 1. — P. 127—132.
27. Дождевые черви и плодородие почв: Материалы второй международной научно-практической конференции (17—19 марта 2004 г.). — Владимир: "Х — Press" (ПБОЮЛ), 2004. — С. 294.
28. *Волкогон М.В.* Оптимізація продукційного процесу рослин озимої пшениці за використання регулятора росту природного походження, створеного на основі вермикомпосту: Автореф. дис... к-та біол. наук. 03.00.12. — К., 2007. — 20 с.
29. *Драговоз І.В., Волкогон М.В., Яворська В.К., Мусієнко М.М., Богданович А.В.* Фізіологічна активність компонентів вермикомпосту та створення на його основі комплексного регулятора росту // Фізіологія і біохімія культ. рослин. — 2006. — 38, № 4. — С. 292—300.
30. *Назаренко І.І., Польчина С.М., Нікорич В.А.* Грунтознавство. Підручник, Чернівці, 2003. — 400 с.
31. *Горовая А.И., Орлов Д.С., Щербенко О.В.* Гуминовые вещества. Строение функции, механизм действия, протекторные свойства, экологическая роль: Монография. — К.: Наук. думка, 1995. — 304 с.
32. *Canellas L.P., Olivares A.L., Okorokova-Facanha A.L., Facanha A.R.* Humic acids isolated from the earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence and plant plasma membrane H+-ATPase activity in maize roots // Plant Physiol. — 2002. — 4. — P. 1951—1957.
33. *Мерзлая Г.Е.* Методика и результаты исследований эффективности компостов и вермикомпостов // Дождевые черви и плодородие почв: Материалы второй международной научно-практической конференции (17—19 марта 2004 г.). — Владимир: Владимирский государственный университет. — 2004. — С. 150—152.
34. *Ушаков І.П., Тітов І.М.* Спосіб одержання біостимулятора росту і розвитку рослин з гумусовміщувальних речовин // Патент на винахід. — UA 14916 (A). — 1993.
35. *Волкогон М.В.* Біологічна ефективність регулятора росту "Біовітрекс" на озимій пшениці // Вісник аграрної науки. — 2006. — № 1. — С. 78—80.
36. Власюк П.А. Биологические элементы в жизнедеятельности растений: Монография. — К.: Наук. думка, 1969. — 516 с.
37. *Волкогон М.В., Драговоз І.В., Богданович А.В., Яворська В.К., Мусієнко М.М.* Вплив препарату, створеного на основі вермикомпосту на врожайність озимої пшениці // Вісник аграрної науки. — 2006. — № 5. — С. 29—32.
38. *Мусієнко М.М.* Фотосинтез. Навчальний посібник. — К.: Вища школа, 1995. — 247с.
39. *Волкогон В.В., Сальник В.П.* Значення регуляторів росту рослин у формуванні активних азотфіксувальних симбіозів та асоціацій // Физиология и биохимия культ. растений. — 2005. — 37, № 3. — С. 187—197.
40. *Коць С.Я., Драговоз І.В., Яворська В.К.* Підвищення насіннєвої продуктивності люцерни при інокуляції різними штамами Rhizobium meliloti та застосуванні регуляторів росту // Бюл. ІСГМ. — 2000. — № 6. — С. 28—30.
41. *Volkogon M.V., Dragovoz I.V., Yavorska V.K.* Microbiological processes in rhizosphere of winter wheat at plants treatment with the growth regulating preparation Biowheatrex // International scientific conference "S.P. Kostychev and contemporary agricultural microbiology", Yalta, Ukraine, 2007. — Abstracts. — P. 119.
42. *Крючкова Л.О., Гладун Г.П., Драговоз І.В., Яворська В.К., Волкогон М.В., Маковейчук Т.І.* Вплив регуляторів росту природного походження на індукцію стійкості до церкоспорельозу у паростків озимої пшениці // Фізіологія і біохімія культ. рослин. — 2005. — 37, № 5. — С. 422—428.
43. *Дмитрієв А.П.* Фітоалексини та імунітет рослин // Физиология и биохимия культ. растений. — 2005, № 3. — С. 220—229.
44. *Korves T.M., Bergelson J.* A developmental response to pathogen infection in Arabidopsis // Plant Physiol. — 2003. — 133, № 1. — P. 339—347.
45. *Murray T. D., Ye H.* Papilla formation and hypersensitivity at penetration sites and resistance to Pseudocercosporella herpotrichoides in winter wheat // Phytopathology. — 1986. — 76. — P. 737—744.

46. *Драговоз І.В., Крючкова Л.О., Яворська В.К., Волкогон М.В., Гладун Г.О.* Вміст фітогормонів та активність лізоформ пероксидази в проростках озимої пшениці, різних за стійкістю до Fusarium graminearum / Проблеми фітогормонології / К.М. Ситник. — К.: Фітосоціоцентр, 2007. — С. 189—198.

И.В. Драговоз, В.П. Антонюк,
М.В. Волкогон, В.К. Яворская

ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОГО РЕГУЛЯТОРА РОСТА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР "БИОВИТРЕКС"

Разработана технология производства комплексного регулятора роста зерновых культур "Биовитрекс", представлены схемы его производства и использования. Экспериментальный образец препарата "Биовитрекс" содержит водную и щелочную вытяжки вермикомпоста и комплекс важных микроэлементов, необходимых для зерновых культур. Установлены оптимальные концентрации препарата для разных сельскохозяйственных культур. Показаны физиологические эффекты препарата на озимой пшенице в процессе ее онтогенеза, что дает возможность оптимизировать ее продуктивность. Теоретически обоснованно использования препарата как важного элемента технологии выращивания озимой пшеницы.

Ключевые слова: вермикомпост, технология, регуляторы роста, микроэлементы, зерновые культуры, продукционный процесс.

I.V. Dragovoz, V.P. Antonyuk, M.V. Volkogon, V.K. Yavorska

TECHNOLOGY OF COMPLEX GROWTH REGULATOR FOR CEREAL CROPS "BIOWHEATREX"

The technology of complex preparation for cereal crops Biowheatrex is elaborated. The manufacturing material flows and instrumental-technological schemes are presented. Experimental preparation of Biowheatrex includes water and alkaline extracts of vermicompost and complex of microelements vital for cereal crops. Its optimal concentrations for various agricultural crops were revealed. The physiological mechanisms of winter wheat plants' production process optimization during ontogenesis were studied. Preparation application as the important element of winter wheat cultivation technology is theoretically proved.

Key words: technology, growth regulators, vermicompost, microelements, production process.

Надійшла до редакції 11.12.07.