

АДАПТАЦІЙНА РОЛЬ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН У ПІДВИЩЕННІ СТІЙКОСТІ РОСЛИН ПРОТИ СТРЕСОВИХ УМОВ СЕРЕДОВИЩА

П.П. ЯВОРОВСЬКИЙ, кандидат сільськогосподарських наук

Науковий центр екомоніторингу та біорізноманіття мегаполісу НАН України

Вивчено літературні джерела щодо впливу адаптаційної ролі біологічно активних речовин у підвищенні стійкості рослин в стресових умовах середовища.

Біологічні активні речовини, стресові умови середовища, адаптація рослин.

У підвищенні стійкості рослин проти стресових умов довкілля значне місце займають біологічно активні речовини (БАР). За прогнозами спеціалістів при існуючих тенденціях змін клімату, які спричиняють до стресових умов росту і розвитку рослин, застосування БАР дозволить нівелювати негативний вплив глобального потепління, викидів у атмосферу вуглекислого та інших газів і спричиненого останніми парникового ефекту. Впровадження при вирощуванні деревних та трав'янистих рослин БАР з адаптогенними та стреспротекторними властивостями дозволяє усунути або пом'якшити негативні впливи низьких і високих температур, посух, та інших несприятливих абіотичних факторів довкілля, а також ураження рослин патогенами (біотичні фактори).

Останнім часом проблемам фосфорного живлення рослин приділяється значна увага, оскільки гострий дефіцит фосфору для рослин є стресом не менш небезпечним, ніж посуха. Нові антистресові препарати, розроблені фахівцями науково-інженерного центру "АКСО" НАН України, позитивно впливають на розвиток і активність кореневої системи, інтенсивність поглинання нею органічних кислот, кислих фосфатаз, процес фотосинтезу, накопичення органічної речовини, проявляють антиоксидантну дію та сприяють засвоєнню

рослинами фосфору з ґрунту.

Доведено, що препарати триман-1, РОСТ-3, ДГ-735, Д-8А, ДГ-032, які є похідними N-оксиду піридину та ди- і тетрагідротіофендіодсиду, характеризуються високою ауксиною або цитокініноюю активністю. При використанні препаратів індивідуально або в комплексі з мікроелементами (МЕ) та засобами захисту рослин вони стимулюють розвиток і фізіологічну активність кореневої системи рослин, посилюють процеси азотного і вуглецевого обміну, активізують процеси фотосинтезу, підвищуючи стійкість рослин проти посухи, гіпоксії, фітозахворювань, та проявляючи хемопротекторну дію, зменшують негативний вплив пестицидів. Антиоксиданти і деякі МЕ сприяють зменшенню в стресових умовах середовища інтенсивність процесів окислення ліпідів клітинних мембран та знижують активність багатьох ензимів [1].

На розвиток рослин впливає сумісна дія чинників довкілля. При цьому фітогормони відіграють важливу роль у реагуванні рослин на зовнішні впливи, що мають стресовий характер. У цих випадках включаються в роботу механізми фітогормональної регуляції процесів росту і розвитку рослин у стресових умовах. Стійкість рослин проти стресів забезпечується завдяки їх адаптації до умов середовища під дією ендогенних та екзогенних фітогормонів або їх екологічно безпечних синтетичних аналогів.

За О.І. Терек [2], головними факторами довкілля, від дії яких залежить ріст і розвиток рослин, є фізичні, біотичні та едафічні. Із фізичних — найважливішими є світло (його інтенсивність, тривалість, періодичність); сила тяжіння; магнітне поле; склад і вологість повітря; механічна дія (вітер) та температура. Із біотичних — вплив рослин та продуктів їх життєдіяльності (алелопатія), різних мікроорганізмів та тварин. Із едафічних — вплив механічного складу та структури ґрунту, мінеральних і органічних поживних речовин.

Світло є одним із найважливіших зовнішніх факторів, від якого залежить ріст і розвиток рослин. Під впливом випромінювання відбуваються такі

процеси як фотосинтез, фотоморфогенез, фототропізм, фотоперіодизм, біосинтез хлорофілу та деяких вітамінів, а також пошкодження ультрафіолетовим випромінюванням біологічних структур та молекул рослин, що призводить до мутаційних або летальних наслідків (фітореактивізація).

Температура є також одним із найважливіших абіотичних чинників довкілля, від якого залежить географічне поширення видів рослин, їх ріст і розвиток. Механізм захисної дії цитокінінів, ймовірно, відбувається через їх вплив на мембрани і генетичний апарат клітин рослини, що в свою чергу спричиняє синтез специфічних білків, необхідних для виживання в стресових умовах довкілля і повернення до норми метаболізму.

Водозабезпечення є необхідною умовою для нормального росту і розвитку рослин. Його дефіцит спричиняє порушення процесів життєдіяльності рослинного організму: гальмується ріст пагонів і листків, а ріст коренів на початку посухи навіть дещо пришвидшується в пошуках вологи і сповільнюється за умов тривалої нестачі води в ґрунті. Надлишок води в ґрунті призводить до низького вмісту в ньому кисню та гіпоксії коренів. За цих умов корені змушені переходити від аеробного до анаеробного дихання, що призводить до синтезу білків — анаеробних ферментів.

Кисень та вуглекислий газ невід’ємна частина біологічних та фізіологічних процесів, які відбуваються в клітинах рослин. При нестачі кисню (до 5%) ріст рослин послаблюється та цілком припиняється в безкисневому середовищі. Водночас його надлишок спричиняє гальмування росту рослин. При нестачі кисню корені буріють, вкорочуються, потовщуються і утворюють дуже мало кореневих волосків або їх зовсім втрачають. Низький вміст вуглекислого газу — CO_2 (0,03%) може збільшуватись вночі внаслідок дихання рослин та знижуватись вдень внаслідок фотосинтезу. Підвищення концентрації CO_2 в повітрі сприяє зростанню інтенсивності фотосинтезу і росту рослин. Водночас високі концентрації CO_2 (у 10 разів більші) витримують не всі рослини.

Мінеральне живлення рослин має величезний вплив на перебіг фізіологічних процесів у рослинному організмі. Азот міститься в складі всіх

амінокислот, а отже, і білків, які є частинами протопласту і компонентами мембран. Азот містять нуклеїнові кислоти, АТФ, АДФ, АМФ, хлорофіл, фітогормони та ін. Фосфор є структурним компонентом нуклеїнових кислот, фітину, форсорних ефірів, фосфорильованих сахаридів тощо. Калій — осмотично активний елемент, який сприяє гідратації протоплазми. Його нестача гальмує фотосинтез, оскільки закриваються продихи листків і зростає опір дифузії CO₂ в рослину. Сірка є складовою трипептиду глутатіону, який бере участь в альтернативних шляхах дихання рослин. Регуляторна роль магнію полягає в активізації численних ферментів (глутаматсинтетази, корбоксилази, ДНК і РНК-полімерази, АТФ-ази та ін.), які забезпечують білковий і вуглеводний обміни, процеси дихання і фотосинтезу рослин. МЕ беруть участь в окисно-відновних процесах дихання, фотосинтезу, азотному та вуглецевому обмінах.

До біологічно активних речовин (БАР) належать регулятори росту рослин (РРР), які виявляють властивості фітогормонів. У наш час відомо п'ять основних їх груп: ауксини, цитокініни, гібереліни, абсцизова кислота (АБК) та етилен. До гормонів росту належать так звані нетрадиційні фітогормони, основним представником яких є брасиностероїди (БС).

Ауксини — одні із найважливіших гормонів росту, основним природним представником яких є індолілоцтова кислота (ІОК). Вони регулюють поділ клітин, ріст осьових органів, диференціювання кореневої системи, гравітропічні реакції кореня, стовбура і стебла тощо.

Цитокініни — хімічні сполуки групи зеатинів. Основний природний представник — транс-зеатин. Вони беруть участь у регуляції поділу клітин, диференціюванні хлоропластів, транспортуванні метаболітів у рослині. Проявом біологічної активності цитокінінів є регуляція біосинтезу хлоропластів, носіїв фотосинтетичної активності рослин. Цитокініни забезпечують надходження сигналів від коренів до надземних органів рослин. Встановлено, що охолодження коренів пшениці, дія на них підвищених температур, осмотичного шоку або часткової обрізки, призводить протягом

короткого часу (20 хв.) до зміни фітогормонів у надземних органах. При зневодненні коренів відбувається накопичення АБК у надземних органах рослин.

Гібереліни — (дитерпеноїди) є гормони, які беруть участь в активізації росту рослин, спричиняючи перехід до цвітіння та сприяючи виходу із стану спокою насіння.

Абсцизова кислота (АБК) відіграє важливу роль в утворенні та накопиченні запасних речовин у насінні, в зневодненні рослин при переході його до стану спокою. Накопичення АБК при стресах включає захисні програми рослин, спрямовані на підвищення їх стійкості проти стрес-факторів.

Етилен є дуже важливим фітогормоном, який активізує процеси визрівання плодів, старіння рослин, індукує опадання листя, квіток і плодів, утворення коренів, що ростуть на надземній частині рослин, та регулює ростові процеси в них.

Брасиностероїди — група стероїдних гормонів рослин, які у низьких концентраціях активізують мембранний транспорт цукрів у вакуоль.

У цьому плані нами розглянуто питання фізіологічної активності АБК при різних стресах [3]. Вміст АБК підвищувався у 2-30 разів при посуші, засоленні та дефіциті мінерального живлення. Максимальне збільшення (у 23-30 разів) мало місце у пойкилоплоїдних покритонасінних рослин, найменше (у 2 рази) — у томаті при засоленні та у деяких видах люпину при посуші.

В Інституті біології Карельського НЦ РАН провели дослідження впливу низьких і високих температур, засолення і важких металів на динаміку вмісту АБК та ІОК у рослинах [4, 5, 6], які підтвердили, що фітогормони, зокрема АБК, безумовно беруть участь у стресовій відповіді рослин. Несприятливі умови проростання призводять до різкого збільшення АБК у клітинах. При досягненні певного рівня, необхідного для формування адаптивних реакцій рослинної клітини, вміст АБК поступово починав зменшуватись.

Про вплив цитокінінів на накопичення і розподіл асимілятів при тепловому шоку, який інгібує фотосинтез, що призводить до зниження в рослинах

швидкості накопичення біомаси, йдеться в роботі [7]. Встановлено, що цитокініни здатні знижувати ступінь пошкодження високою температурою фотосинтезуючого апарату рослин.

В Інституті ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України досліджували зміни балансу фітогормонів у паростках кукурудзи при високотемпературному стресі, зокрема співвідношення ІОК / АБК та цитокінінів і гібереліноподібних речовин. Аналіз накопичення вільних та зв'язаних форм ІОК та АБК показав, що співвідношення стимуляторів та інгібіторів, а саме вільних форм у надземній частині і коренях не залежить від зовнішніх умов зростання рослин. Встановлено, що під впливом високотемпературного стресу вміст зеатинрибозиду і зеатинглюкозиду в паростках стійкого гібрида кукурудзи був більшим, ніж у паростках нестійкого. Під дією високої температури в паростках стійкого гібрида відбувалося зниження рівня як активних форм цитокінінів, так і зв'язаних. Однак суттєві зміни фракційного складу гібереліноподібних речовин можуть свідчити про активізацію стресом взаємоперетворень різних форм гібереліноподібних речовин [8, 9].

Формування підвищеної стійкості рослин проти низьких і високих температур, хлоридного засолення та вмісту в ґрунті важких металів супроводжувалось підвищенням рівня АБК у листках рослин. Вважають, що підвищення рівня АБК є неспецифічною захисно-приспосувальною реакцією, яка має важливе значення для процесів адаптації рослин.

У ВНДІ захисту рослин (Санкт-Петербург) опрацьовано гіпотезу щодо можливості підвищення стійкості рослин проти хвороб, посухи, засолення та інших стресових факторів шляхом регуляції гормонального обміну і стимуляції імунних реакцій рослин обробкою їх деякими БАР, в основному тригерного характеру. Встановлено, що застосування захисно-стимулюючих препаратів з погляду регуляції стійкості проти стресів перспективніше, ніж застосування лише біоцидів, зокрема фунгіцидів, при обробці насіння [10].

Отже, ріст і розвиток рослин залежать від сукупної дії чинників довкілля і відбувається під контролем фітогормонів. Відхилення стандартних параметрів

зовнішніх впливів спричиняє стресовий стан, при якому включаються механізми фітогормональної регуляції. Дія ендогенних та екзогенних фітогормонів та їх екологічно безпечних природних і синтетичних аналогів сприяє адаптації та формуванню стійкості рослин проти стресових умов середовища.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Давыдова О.Е. Новые элементы биорегуляции для устойчивого развития в агроэкосистемах / О.Е. Давыдова, В.А. Вещицкий, Н.Н., Мальцева и др. – К.: Наукова думка, 2004. – 350 с.

2. Терек О.І. Ріст рослин: Навчальний посібник / О.І. Терек. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І.Франка, 2007. – 248 с.

3. Hartung Wolfram. Physiology of abscisic acid (ABA) in roots under stress. A review of the relationship between root ABA and radial water and ABA Allows: [Symposium on Adaptation of Plant to Water-Limited Mediterranean-type Environments, Perth 20-24 June, 2004]. / Hartung Wolfram, Schraut Daniela, Jiang Fan // Austral. J. Agr. Res. – 2005. – 56, № 11. – С. 1253–1259.

4. Таланова В.В. Влияние стресс-факторов разной природы на содержание АБК и ИУК в тканях растений / В.В. Таланова, А.Ф. Титов // Иммуноанализ регуляторов роста в решении проблем физиологии растений, растениеводства и биотехнологии: Материалы III конференции, Секция 5. Стресс и адаптация. Уфа, 3-6 октября 2000 г. 224, с. 15.

5. Таланова В.В. Роль АБК в повышении устойчивости растений к действию высоких температур и хлоридного засоления / В.В. Таланова, Л.В. Топчиева, А.Ф. Титов // Карелия и РФФИ: Тезисы докладов научной конференции, посвященной 10-летию РФФИ, Петрозаводск, 1-3 октября 2002. – Петрозаводск, 2002. – С. 46–47.

6. Таланова А.В. Влияние неблагоприятных факторов среды на содержание АБК и устойчивость растений / В.В. Таланова, А.Ф. Титов // Годичное собрание Общества физиологов растений России. Международная конференция «Проблемы физиологии растений Севера», Петрозаводск, 15-18

июня, 2004: Тезисы докладов. – Петрозаводск, 2004. – С. 175.

7. Иванов И.И. Влияние цитокининов на накопление и распределение ассимилятов при тепловом шоке / И.И. Иванов, М.В. Симонян, Г.Р. Ахиярова и др. // Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях. Тез. докл. конф. (26-28 июня 2001 г.) – М.: Изд-во МСХА, 2001. – С. 30–31.

8. Васюк В.А. Соотношение ИУК/АБК в проростках кукурузы при высокотемпературном стрессе / В.А. Васюк, Н.П. Веденичева, В.Н. Генералова // Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях. Тез. докл. конф. (26-28 июня 2001 г.) – М.: Изд-во МСХА, 2001. – С. 16.

9. Веденичева Н.П. Влияние высокотемпературного стресса на баланс цитокининов и гибберелиноподобных веществ в проростках кукурузы / Н.П. Веденичева, В.А. Васюк, Л.И. Мусатенко // Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях. Тез. докл. конф. (26-28 июня 2001 г.) М.: Изд-во МСХА, 2001. – С. 17.

10. Тютюрев С.Л. Физиолого-биохимические основы управления стрессоустойчивостью растений в адаптивном растениеводстве / С.Л. Тютюрев // Вестник защиты растений. – 2000. – № 1. – С. 11–35.

Адаптационная роль биологически активных веществ в повышении стойкости растений к стрессовым условиям среды

П.П. Яворовский

Изучены литературные источники о влиянии адаптационной роли биологически активных веществ на повышение стойкости растений в стрессовых условиях среды.

Биологически активны вещества, стрессовые условия среды, адаптация растений.

The adaptive role of biologically active substance in the increasing of plant's constancy in the stressful environment conditions

P.P. Yavorivskiy

The literature sources about influence of adaptive role of biologically active substance in the increasing of plant's constancy in the stressful environment conditions have been learned.

Biologically active substance, stressful environment conditions, adaptation of plants.