

Ходаніцька О.О., к.с.-г.н.; Пасічник С.М., Бех Ю.В.

Вінницький державний педагогічний університет

імені Михайла Коцюбинського

ВПЛИВ ФІТОГОРМОНІВ ТА ФЕРМЕНТІВ НА ПРОЦЕСИ ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ

Проростання насіння є одним з найперших і найважливіших етапів онтогенезу рослини, від якого залежать наступні періоди розвитку рослини. Одним з визначальних факторів процесу проростання є баланс ендогенних фітогормонів у тканинах зародка та ендосперму. Вплив фітогормонів залежить не лише від наявності певної сполуки, але й від концентрації та співвідношення з іншими фізіологічно активними речовинами. В стані спокою до початку набухання в насініні немає потрібного для проростання збільшення концентрації фітогормонів, а безпосередньо в процесі проростання встановлюється необхідна кількість ендогенних активних сполук.

Одним з важливих регуляторів росту, розвитку і реакції на навколишнє середовище є абсцизова кислота (АБК). Вона відіграє важливу роль як в регуляції проростання насіння і вегетативного росту, так і у відповіді на стресові чинники. Роль абсцизової кислоти полягає в індукції синтезу стресових білків. Вона підтримує спокій насіння, а початок проростання пов'язано зі зниженням рівня цього гормону [1]. Низькі концентрації абсцизину необхідні для нормального проростання насіння. Введення в живильне середовище АБК концентрацією 10^{-6} М сприяє, а 10^{-4} М запобігає передчасному проростанню насіння. Адаптувальна роль АБК полягає в запобіганні проростанню в несприятливих умовах.

Гібереліни відіграють надзвичайно важливу роль при проростанні насіння. У зрілих насінин гібереліни знаходяться в неактивних формах та мають знижений кількісний вміст [4]. Вони синтезуються і перетворюються з зв'язаних форм в вільні при надходженні води в насіння. Гіберелінові сполуки

активують специфічні гени, в результаті чого з'являються гідролітичні ферменти, які розкладають резервні речовини.

Синтез гіберелінів у дводольних після набрякання необхідний для проростання. Руйнування клітинних стінок ендосперму під дією гіберелінів сприяє проростанню. Деякі гіберелінові кислоти (ГК) є сигнальними факторами. Вони індукують експресію генів, що кодують ферменти, які мобілізують поживні речовини. Одночасно відбувається перетворення неактивних гіберелінів в різні форми активних та наступна активація утворення α -амілази. Відомо, що екзогенна $ГК_3$ стимулює проростання; збільшення активності ряду катаболічних ферментів. Секреція ферментів, синтезованих від початку проростання, спостерігається через 6-8 годин після введення екзогенної $ГК_3$. Гібереліни і АБК відносяться до терпеноїдів, їх співвідношення регулюється цілою низкою чинників. Так, збільшення вмісту АБК призводить до активізації ферментів, які пришвидшують її розпад.

Важливе місце в процесі надходження води в зростаючих органах і клітинах займають ауксини, зокрема індолілоцтова кислота (ІОК). За її безпосередньої участі відбувається пластичне розтягнення клітинних стінок і збільшення об'єму вакуолі [1]. Ауксин в рослинному організмі відіграє роль тригера, що запускає ряд реакцій: вже через кілька хвилин після введення ІОК спостерігається активація синтезу білків.

Насіння, яке знаходиться в стадії глибокого спокою, містить низькі, часто невизначені рівні цитокінінів [2]. Механізм дії цитокінінів на виведення насіння із стану спокою і на усунення негативного ефекту інгібіторів пов'язаний з активацією цими фітогормонами синтезу РНК. Крім того, цитокініни в насінні впливають на проникність мембран. При проростанні сухого насіння, з нормальним вмістом цитокінінів, спостерігається швидке зниження цитокінінової активності, однак, у міру розвитку проростка, вона знову збільшується. У проростаючому насінні роль цитокінінів, очевидно, полягає в активації ферментів. У насінні бобових цитокініни стимулюють активність гідролітичних ферментів - амілаз і протеаз. Таким чином, цитокініни беруть

участь в мобілізації запасних поживних речовин у дводольних рослин, на відміну від однодольних, де цю функцію виконують гібереліни.

При проростанні насіння важливим моментом є встановлення необхідного співвідношення фітогормонів [3]. У сухому насінні в великих кількостях знаходяться АБК і ІОК, які в такій концентрації інгібують проростання. При набуханні насіння частина цих речовин виходить з тканин назовні. Надходження води – пусковий фактор для початку синтезу ГК і цитокінінів.

Під час проростання насіння різко підвищується ферментативна активність у тканинах. Збільшення активності ферментів може поліпшити функціональні властивості самої насінини. Наприклад, більш висока активність гідролаз дозволяє здійснювати більш швидкий і повний гідроліз резервних макромолекул, а також генерувати біоактивні речовини. Однак час ферментативної активації варіюється залежно від типу рослини, умов вирощування і проростання, а також від наявності гормонів. Ці гормони також здатні індукувати експресію генів, необхідних для виробництва амілази, протеаз і глюконаз. Отже, процес проростання може змінити реалізацію впливу ферментів. З іншого боку, ферментативна активність важлива під час проростання, тому що повинен відбуватися гідроліз речовин, які забезпечують рослини енергією для зростання.

Фермент амілаза зазвичай виявляється в проростках багатьох видів під час проростання. Він утворюється для мобілізації запасючих цукрів у ендоспермі, тому що простіші молекули необхідні для забезпечення енергією насіння під час проростання. Наприклад, у зерні ячменю утворення α -амілази *denovo* відбувається в алеїроновому шарі і клітинах щитка.

У зернових культурах є важливим також вплив ксиланази для контрольованих морфологічних змін клітинної стінки рослин під час росту і розвитку. Присутність фітаз в насінні сприяє гідролізу фітинової кислоти і знижує утворення комплексів, які містять мінерали і білки. Протеази важливі не

лише в гідролізі запасних білків, вони також відповідають за посттрансляційні модифікації, активацію й інактивацію ферментів і захист рослин.

Таким чином, фітогормони займають визначне місце під час проростання насіння. Ефект окремого гормону часто залежить не тільки від його концентрації в тканинах, але і від співвідношення з іншими фітогормонами і метаболітами. Важливо, що запуск процесу проростання здійснюється змінами навколишнього середовища, які впливають на вміст окремих фітогормонів. Фітогормональна регуляція визначає активність синтезу ферментів та індукує процеси руйнування запасних полімерів. Така система забезпечує злагоджену взаємодію окремих частин рослини. Механізми взаємодії частин рослинного організму, сформованих в ході розвитку, продовжують функціонувати і посилюються протягом онтогенезу.

1. Грабовий Р.В., Ходаніцька О.О. Вплив стимуляторів розвитку на проростання насіння олійного льону // Materials of the XVI International scientific and practical Conference Conduct of modern science - 2020 , November 30 - December 7, 2020 : Sheffield. Science and education LTD. – С. 3-5.
2. Веденичова, Н. П., & Косаківська, І. В. (2017). Цитокініни як регулятори онтогенезу рослин за різних умов зростання. НП Веденичова, ІВ Косаківська ІВ–Київ: Наш формат.
3. Россихіна, Г. С., Більчук, В. С., Лашко, В. В., & Вінниченко¹, О. М. (2011). Вплив стимуляторів росту на активність ферментів азотного метаболізму кукурудзи. Вісник Дніпропетровського ун-ту. Біологія. Екологія.– 2011.–Вип, 19, 137-142.
4. Ходаніцька О.О., Колісник О.М. Застосування стимуляторів розвитку в практиці рослинництва // Materiály XVI Mezinárodní vědecko - praktická konference «Moderní vymoženosti vědy», Volume 10: Praha. Publishing House «Education and Science», 2020. – С. 45-49