

УДК 577. 635.6. 58.056.

Л.О. Перепелиця

к.б.н.

Житомирський державний університет ім. І. Франка

ГОРМОНАЛЬНІ РЕЧОВИНИ ПРОРОСТКІВ СОЇ ПРИ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОМУ СТРЕСІ

Роботу присвячено дослідженню захисних реакцій адаптаційного синдрому рослин та механізмів їх індукції таким екзогенним чинником, як посуха. З'ясування пристосувальних механізмів проведено на основі вивчення комплексного аналізу фітогормону цитокініну органів сої. Виявлені залежності в складі гормонів свідчать про те, що специфічними реакціями на посуху у загальному механізмі адаптаційного синдрому рослин можуть виступати трансформації вільних та зв'язаних форм цитокінінів, пов'язаних зі зміною балансу фітогормонального комплексу з переважаючим продукуванням стресових гормонів.

Постановка проблеми

Температура безпосередньо впливає на ріст і розвиток рослин, у значній мірі визначає їх морфологічні ознаки та поширення. Зацікавленість вивченням ролі температури обумовлена тим, що температурні умови у природному оточенні майже не регулюються. Проте здебільшого саме температура є перепоною для вирощування рослин у нових районах. Навіть тимчасовий вплив підвищеної температури призводить до швидких змін у метаболізмі рослин [7]. Є багато доказів участі фітогормонів у формуванні пристосувальної реакції рослин до несприятливих умов середовища [4]. Найвідомішим «стресовим» гормоном є АБК. Однак останнім часом все більше уваги приділяється множинному гормональному контролю відповіді рослин на стрес [5]. Дана робота є продовженням досліджень впливу високої температури на накопичення фітогормонів, а саме цитокінінів, проростками сої.

Аналіз останніх досліджень та постановка завдання

Проблемі дослідження антиоксидантної системи у відповідь рослин на тепловий стрес присвячені роботи вітчизняних та зарубіжних вчених: Н. Власова, Г. Зятчина, Е. Романова, Е. Садихова, А. Серова, Н. Войнова, С. Угланова, А. Петрова та ін. [2, 8]. Разом з тим, питання захисних реакцій адаптаційного синдрому рослин, а саме зміна гормонального балансу рослин та механізмів їх індукції таким екзогенним чинником, як посуха, є невивченим. Саме тому метою нашого дослідження є вивчення гормонального статусу рослин сої в умовах температурного стресу, що дасть можливість більш повно оцінити адаптивні можливості рослин у стресових умовах.

Об'єкти та методика досліджень

Об'єктами дослідження були 6-добові проростки двох гібридів сої, що

відрізнялися за стійкістю до високої температури (Сула — стійкий та Амфор — слабостійкий до впливу високих температур). Проростки вирощували на живильному середовищі Гельрігеля при температурі 26°C і 18-годинному фотоперіоді. Для дослідження реакції проростків на дію підвищеної температури їх переносили у фітокамеру з температурою 42°C на 4 год. Фітогормони екстрагували 80%-им етиловим спиртом. З водного залишку цитокініни виділяли водонасиченим бутанолом при рН 8, з додатковим очищенням за допомогою Dowex 50WX8. Тонкошарову хроматографію цитокінінів проводили у системі розчинників (ізопропанол : аміак : вода — 10:1:1). Як маркери використовували стандартні розчини зеатинрибозиду та зеатин-глюкозиду (Sigma, США). Кількісне визначення цитокінінів проводили методом вискоєфективної рідинної хроматографії на хроматографі фірми Pye Unicam з УФ-детектором при 269 нм [6]. Всі аналізи були трикратними, цифровий матеріал обробляли статистично.

Результати досліджень

У результаті проведених експериментів встановлено особливості накопичення і перерозподілу цитокінінів (зеатинрибозид, зеатинглюкозид) у проростках різних за стійкістю гібридів сої при високотемпературному стресі. Визначено, що у безстресових умовах у надземній частині проростків стійкого до дії високих температур гібриду Сула кількість зеатинрибозиду удвічі перевищувала таку зеатинглюкозиду (таблиця 1). Дія підвищеної температури призводила до пропорційного зниження рівня цитокінінів обох екстрактів.

У контрольних умовах у коренях проростків гібриду Сула вміст цитокінінів був вищим, ніж у надземній частині, але співвідношення між зеатинрибозидом та зеатинглюкозидом було таким самим. При стресі у коренях проростків рівень зеатинрибозиду знижувався удвічі, а зеатинглюкозиду – більш ніж утричі.

Надземна частина проростків сої гібриду Амфор містила лише слідові кількості зеатинрибозиду і невисокий рівень зеатинглюкозиду (рис.1). Під впливом високої температури вміст зеатинрибозиду не змінювався, а зеатинглюкозиду – підвищувався майже у 6 разів. Ці речовини виявлені у значно меншій кількості у БФ, тому можна припустити, що вони синтезуються рослиною у відповідь на стрес.

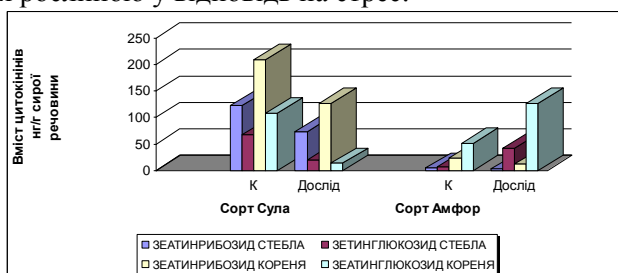


Рис. 1. Вплив високотемпературного стресу на вміст цитокінінів у рослинах гібридів сої (нг/г сирої речовини)

Для коренів гібриду Амфор характерний вищий вміст цитокінінів порівняно з надземною частиною (рис. 1). Рівень зеатинглюкозиду там був удвічі більшим, ніж зеатинрибозиду. При стресі дещо знижувався рівень зеатинрибозиду, а кількість зеатинглюкозиду зростала більш, ніж в 2 рази.

Таким чином, у результаті проведених експериментів встановлено, що різні за стійкістю до високої температури гібриди відрізняються за характером накопичення та розподілу фітогормонів як у нормі, так і при стресі.

У нормальних умовах проростки гібриду Сула відрізнялися значно вищим вмістом цитокінінів порівняно з гібридом Амфор. Так, надземна частина сої гібриду Амфор містила лише слідові кількості зеатинрибозиду, тоді як у гібриду Сула його вміст досягав 270 нг/г сирової речовини. У коренях проростків гібриду Сула вміст зеатинрибозиду був майже удвічі більшим, ніж вміст зеатинглюкозиду, а у гібриду Амфор, навпаки, переважав зеатинглюкозид. Проте підвищений вміст цитокінінів у коренях порівняно з надземною частиною був характерним для обох гібридів, що є типовим для багатьох видів рослин і вважається одним з непрямих доказів синтезу цитокінінів у цьому органі [7]. Переважання в рослинах гібриду Сула вмісту зеатинрибозиду над зеатинглюкозидом також є типовим, адже молоді ростучі тканини відрізняються вищим рівнем активних форм гормонів відносно зв'язаних. Тому не зовсім зрозумілим є більший рівень зеатинглюкозиду на фоні слідових кількостей зеатинрибозиду у рослин гібриду Амфор. Можливо, у нього домінували інші форми вільних цитокінінів, які ми не визначили, якісний та кількісний склад гормонів у рослин є видоспецифічною ознакою, тому може варіювати і у різних сортів.

Температурний стрес передусім впливає на листки і стебла рослин. На прикладі дії температури на окремі органи рослин встановлено, що корені є менш чутливими до дії високих температур [8]. Однак для двох сортів яблуні показано, що нетривалий вплив температури та дефіцит води збільшують щільність та масу кореневої системи [13]. При високотемпературному стресі збільшення кількості фітогормонів цитокінінового типу у коренях є потрібним для росту та розвитку самої кореневої системи. Крім того, можливо в умовах, коли основне температурне навантаження припадає на листки, відбувається включення запасних механізмів продукування фітогормонів саме у коренях і їх активне транспортування у надземну частину.

Таблиця 1. Локалізація вільних та зв'язаних форм цитокінінів у рослинах сої в умовах високотемпературного стресу

Варіант дослід	Надземна частина		Корені	
	зеатинрибозид	зеатинглюкозид	зеатинрибозид	зеатинглюкозид
Сорт Сула				
Контроль	122+0,23	67+0,45	209+0,47	109+0,53
Дослід	74 + 0,35	21+0,31	127+0,13	14+0,42
Сорт Амфор				
Контроль	5+0,15	7+0,11	24+0,35	52+2
Дослід	3+0,23	42+0,26	12+0,4	127+9

За результатами наших досліджень, під впливом температурного стресу відбуваються досить швидкі зміни вмісту цитокінінів (табл.1). При цьому характер перетворень цих гормонів залежить від сорту рослин, зокрема від ступеня їх стійкості. Так, у стійкішого гібриду Сула після дії температурного стресу знижувалися рівні як активної (зеатинрибозиду), так і кон'югованої (зеатинглюкозиду) форми цитокінінів. У менш стійкого, навпаки, значно підвищувався вміст кон'югованої форми. Останній факт можна розглядати як інактивацію гормону, адже зв'язані форми біологічно є малоактивними і виконують переважно запасуючу функцію [12]. Таким чином, наші дані свідчать про те, що в цілому температурний стрес призводить до зменшення рівня активних цитокінінів у рослинах сої. Це узгоджується з даними багатьох авторів, які спостерігали зниження рівнів цитокінінів при стресах у рослин різних видів [10], а також з даними про підвищення вмісту глюкозидів цитокінінів при високотемпературному стресі [3].

Висновки

Таким чином, у цілому температурний стрес знижує рівень активних цитокінінів у рослинах сої. Тип метаболізму цих гормонів є сортоспецифічним і відрізняється у різних за стійкістю гібридів як до стресу, так і після нього. Можна припустити, що вищий рівень фітогормонів у контрольних рослин гібриду Сула відіграє захисну роль і пов'язаний з підвищенням його стійкості до стресу. Вірогідно також, що

спосіб перетворень фітогормонів у гібриду Сула є адаптаційно доцільнішим, ніж у гібриду Амфор.

Перспективи подальших досліджень

Подальша робота буде спрямована на дослідження захисних реакцій адаптаційного синдрому рослин та механізмів їх індукції такими екзогенними чинниками, як фізіологічно активні речовини та мінеральні добрива.

Література

1. *Агнстикова В.Н.* Методы определения регуляторов роста растений и гербицидов / *В.Н. Агнстикова.* – М.: Наука, 1966. –93 с.
2. *Васов Н.Ф.* О сортовой специфичности изоферментов супероксиддисмутазы кормовых белков / *Н.Ф. Васов, Г.П. Зятчина* // *Сельскохозяйственная биология.* –2000. –№5. –С. 93–96.
3. *Веселое С.Ю.* Сравнение динамики содержания эндогенных цитокининов в побегах трансгенных и нетрансформированных проростков табака под влиянием теплового шока/ *С.Ю. Веселое, Г.Р. Кудоярова.* // *Физиология растений.* – 1995. – №5. – С. 694–697.
4. *Косаківська І.В.* Фітогормональна регуляція процесів адаптації рослин до стресів / *І.В. Косаківська.* // *Укр. ботан. журн.* – 1997. – Т. 54, №4. – С. 330–333.
5. *Кудоярова Г.Р.* Гормональная регуляция соотношения биомассы побег/корень при стрессе / *Г.Р. Кудоярова, С.Ю. Веселое.* // *Журн. общей биологии.* –1999. – №6. – С. 633–641.
6. *Методические рекомендации по определению фитогормонов / Л.И. Мусатенко, В.А. Васюк, І.В. Косаківська, В.Н. Нестерова.* – К.: Наук. думка, 1988. – 78 с.
7. *Муромцев Г. С.* Основы химической регуляции роста и продуктивности растений / *Г. С. Муромцев, Д.И. Чкаников, О.Н. Кулаева.* – М.: Агропромиздат, 1987. – 383 с.
8. *Романова Е.В.* Ферменты в антиокислительной системе растений / *Е.В. Романова.* // *Агро XXI.* – 2008. – № 7. – С.27–30.
9. *Шматько И.Г.* Устойчивость растений к водному и температурному стрессам / *И.Г. Шматько, И.А. Григорюк, О.Е. Шведова.* – К.: Наук. думка, 1989. – 224 с.
10. *Jackson M.B.* Are plant hormones involved in root to shoot communications? / *M.B. Jackson* // *Advances in Botanical Research.* – 1993. – № 19. – P. 104–167.
11. *Letham P.S.* The biosynthesis and metabolism of cytoklinins / *P.S. Letham, L.M.S. Palm* // *Plant Physiol.* – 1983. – № 34. –P. 163–197.