

ПОВЕДІНКА КАТАЛАЗИ: МЕХАНІЗМИ ТА РЕГУЛЯЦІЯ АКТИВАЦІЇ

А. Л. Красовська

здобувачка вищої освіти першого (бакалаврського) рівня, 2 курс,
спеціальність «Агрономія», навчально-науковий інститут агроекології та землеустрою
Науковий керівник – к.с.-г.н., доцент Т. М. Солодка

*Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна*

У статті розглядається поведінка каталази, зокрема механізми її активації та регуляції. Проведено аналіз впливу біохімічних та фізіологічних чинників на активність ферменту. Оцінено реакцію каталази на стресові фактори навколишнього середовища. Ключові слова: каталаза, оксидативний стрес, ферментативна активність, антиоксидантний захист.

The article examines the behavior of catalase, particularly the mechanisms of its activation and regulation. The influence of biochemical and physiological factors on the enzyme activity is analyzed. The response of catalase to environmental stress factors is assessed.

Keywords: catalase, oxidative stress, enzymatic activity, antioxidant defense.

Останніми роками спостерігається значне зростання інтересу до дослідження каталази у рослинах, оскільки цей фермент відіграє ключову роль у знешкодженні активних форм кисню та підтримці клітинного гомеостазу. З огляду на зміну клімату та зростання екологічних загроз, дослідження механізмів активації та регуляції цього ферменту набуває особливого значення [1]. Дослідження показують, що активність каталази в рослинах змінюється під впливом різних стресових факторів, як-от посуха, надлишкова вологість, вплив важких металів і підвищена інсоляція. Рівень активності каталази залежить від виду рослин. Так, наприклад, у пшениці каталаза проявляє вищу стійкість до оксидативного стресу порівняно з кукурудзою, що пов'язано з особливостями їхнього метаболізму [2; 3]. Крім того, рівень активності ферменту залежить від стадії розвитку рослини: у період проростання та інтенсивного росту активність каталази є найвищою.

Метою наших досліджень було виявити залежність між вмістом хлорофілу в листках базилику від вологості ґрунту. Дослідження вперше проводилось в кліматичних умовах Рівненської області.

Каталаза – це фермент, який розкладає перекис водню на воду та кисень, захищаючи клітини від оксидативного стресу. Для визначення активності каталази в листках базилику використовують спектрофотометричний або газометричний метод. Спочатку готують ферментний екстракт із свіжого листа шляхом гомогенізації у фосфатному буфері, а потім центрифугують для отримання супернатанту. Дослідження проводять шляхом додавання перекису водню до екстракту та вимірювання швидкості його розкладу. Спектрофотометричний метод ґрунтується на зменшенні оптичної густини при 240 нм, а газометричний – на визначенні об'єму виділеного кисню. Отримані результати дозволяють оцінити антиоксидантну активність базилику та його здатність до адаптації в різних умовах.

Загальний вміст хлорофілів (a + b) у сухій масі коливається в межах 5–14 мг/г. При достатньому рівні вологості ґрунту концентрація хлорофілу *a* зазвичай вища, оскільки він є

головним пігментом, що забезпечує процес фотосинтезу. Недостатнє зволоження може спричиняти зменшення вмісту обох форм хлорофілу, особливо хлорофілу *b*, який виконує допоміжну функцію у фотосинтетичних процесах. Досліджено взаємозв'язок між рівнем хлорофілу в листках базилику, вологістю ґрунту та концентрацією каталази. Відомо, що ці показники залежать від низки чинників.

Оптимальні умови вологості сприяють активному синтезу хлорофілу. За достатнього рівня зволоження базилик інтенсивно фотосинтезує, що забезпечує насичений зелений відтінок листя. Дефіцит вологи знижує концентрацію хлорофілу. Посуха викликає стрес у рослин, що може сповільнювати формування хлоропластів або спричиняти їх руйнування. Як наслідок, листя жовтіє через нестачу поживних речовин. Надмірне зволоження також негативно впливає. Зайва волога може спричинити загнивання кореневої системи, порушення засвоєння поживних елементів і, як наслідок, зменшення рівня хлорофілу. Отже, щоб забезпечити високий вміст хлорофілу в базилику, необхідно підтримувати оптимальну вологість ґрунту, уникаючи як пересушування, так і надлишкового зволоження.

Вміст хлорофілу *a* та *b* у листках базилику залежить від сорту, умов вирощування та рівня вологості ґрунту. У середньому для базилику:

- Хлорофіл *a*: 4–10 мг/г сухої маси
- Хлорофіл *b*: 1–4 мг/г сухої маси.

Рівень активності каталази (САТ) у листках базилику залежить від умов вирощування, особливо від впливу стресових факторів, як-от нестача вологи, засоленість ґрунту чи коливання температури. Дослідження показали, що активність цього ферменту в листках базилику становить 5–50 мкат/г свіжої маси (мікромоль каталазної активності на грам). За умов стресу її рівень може зростати, оскільки каталазний фермент виконує захисну функцію, розщеплюючи перекис водню (H_2O_2) на воду та кисень.

Оптимальна вологість ґрунту (≈ 60 – 80% ППВ) забезпечує активність каталази в межах 10–30 мкат/г свіжої маси. У цьому діапазоні рослина знаходиться в комфортних умовах без значного стресу. Якщо рівень вологості опускається нижче 40% ППВ, рослина починає відчувати оксидативний стрес, що спричиняє різке підвищення активності каталази. У разі надлишкового зволоження (понад 90% ППВ) активність ферменту може знижуватися (≈ 5 – 20 мкат/г), оскільки виникає потреба в нейтралізації накопиченого перекису водню, що є наслідком недостатнього аераційного обміну.

Отримане рівняння лінійної регресії для прогнозування активності каталази залежно від рівня вологості ґрунту має вигляд:

$$y = 69.3 - 0.595x,$$

де y – прогнозована активність каталази (умовні одиниці),

x – рівень вологості ґрунту (%).

Це рівняння показує, що зі збільшенням вологості ґрунту активність каталази знижується, зокрема, при збільшенні вологості на 1% активність каталази зменшується в середньому на $0,595$ одиниці.

Крім цього, було проведено аналіз залежності рівня хлорофілу в листках базилику, який забезпечує детоксикацію активних форм кисню. Її активність змінюється залежно від впливу зовнішніх факторів та регулюється на різних рівнях. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на розробку методів підвищення активності каталази шляхом використання біотехнологічних та агротехнічних підходів, що сприятиме підвищенню стійкості сільськогосподарських культур до стресових умов, а саме вологості ґрунту та активності каталази.

Отже, каталаза є важливим ферментом антиоксидантної системи. Регуляція каталази здійснюється на рівні транскрипції, посттрансляційних модифікацій білка та за участю вторинних метаболітів, таких як абсцизова кислота, саліцилова кислота та перекис водню.

Зокрема, абсцизова кислота є потужним регулятором антиоксидантної системи та сприяє підвищенню активності каталази у відповідь на стресові умови. Експериментальні дослідження засвідчили, що застосування екзогенних антиоксидантів може підсилювати активність каталази та зменшувати негативний вплив оксидативного стресу на рослини. Зокрема, обробка насіння рослин розчинами аскорбінової кислоти або селенових сполук призводить до підвищення стійкості рослин до несприятливих умов.

1. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин. К. : Либідь, 2005. 808 с.
2. Фізіологія рослин : практикум / О. В. Войцехівська, А. В. Капустян, О. І. Косик та ін. ; за заг. ред. Т. В. Паршикової. Луцьк : Терен, 2010. 416 с.
3. Фізіологія рослин / М. М. Макрушин, Є. М. Макрушина, Н. В. Петерсон, В. С. Цибулько ; за ред. М. М. Макрушина. Вінниця : Нова книга, 2006. 416 с.