

УДК 677.021.15/18:677.12

ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ БАЗИЛІКУ ЗАЛЕЖНО ВІД КОМПОНЕНТНОГО СКЛАДУ СУБСТРАТУ

Прісс О.П., д.т.н, доцент,

Коротка І.О., аспірант

Таврійський державний агротехнологічний університет

(096)321-52-91

Анотація - Досліджували вплив компонентного складу субстрату на функціонування системи антиоксидантного захисту базиліку при вирощуванні на різних субстратах. Встановлено, що вирощування базиліку у чистому торфі та у субстратах з перенасиченням перлітом індукує стрес і зміщення рівноваги у системі прооксиданти↔антиоксиданти у напрямі активації пероксидного окиснення ліпідів.

Ключові слова – базилік, субстрат, стрес, малоновий диальдегід, супероксиддисмутаза.

Постановка проблеми. На сучасному рівні розвитку овочівництва забезпечення високої врожайності сільськогосподарських культур, у тому числі, і зеленних, практично неможливе без оцінки фізіологічного стану рослини в період вегетації. Відомо, що рослинний організм швидко реагує на дію стресових факторів генерацією активних форм кисню (АФК), які можуть пошкоджувати клітини. Зазвичай кількість АФК у клітині підтримується на фізіологічно нормальному, фоновому рівні завдяки наявності у біохімічному складі рослини великої кількості біологічно активних речовин (БАР), що володіють антиоксидантними властивостями та в цілому складають багаторівневу антиоксидантну захисну систему. Збереження рівноваги у системі прооксиданти↔антиоксиданти є необхідною умовою для забезпечення нормальної життєдіяльності рослинного організму. Проте, будь-який зовнішній вплив супроводжується посиленням вільнорадикальних процесів і зміщенням рівноваги у бік активації пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) [6, 7]. Активація ПОЛ індукує перебудови у захисній антиоксидантній системі, зокрема, зміни активності антиоксидантних ферментів і пулу низькомолекулярних антиоксидантів [11]. Даний процес є одним із початкових етапів, які призводять до формування стресового стану. Ступінь розвитку

© Прісс О.П., д.т.н, доцент, Коротка І.О., аспірант

* Науковий керівник – д.т.н, доцент Прісс О.П.

оксидативного стресу, а, отже, і характер його впливу на рослину можна оцінити за інтенсивністю пероксидного окиснення ліпідів біомембран (ПОЛ), кінцевим продуктом якого є малоновий диальдегід (МДА). [3]. Малоновий диальдегід є токсичною речовиною, взаємодіє з вільними аміногрупами білків, фосфоліпідів, що призводить до порушення клітинних мембран. Накопичення МДА вказує на відповідь рослини до впливу зовнішніх факторів [2].

Вирішальна роль в адаптації рослин до дії несприятливих чинників навколишнього середовища належить біохімічним системам захисту. Серед них значна увага приділяється з'ясуванню ролі антиоксидантних ферментів у метаболізмі та формуванні стійкості рослин за дії стресових факторів [8].

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводились у 2014 - 2016 роках в умовах захищеного ґрунту, відповідно до «Методики дослідної справи в овочівництві та баштанництві». Для проведення досліджень були використані сорти базилику вітчизняної селекції, внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні: Бадьорий, який має зелене забарвлення, та Філософ, з фіолетовим забарвленням.

Для приготування торфомінеральних субстратів використовували верховий торф ТМ «Флоріо» та агроперліт з розміром фракції 2 – 5 мм у різних співвідношеннях. За контроль приймали чистий торф. Досліджували вплив наступних субстратів: 1 - верховий торф – 100% (контроль); 2 - верховий торф – 80%, агроперліт-20%; 3 - верховий торф – 60%, агроперліт – 40 %; 4 - верховий торф - 40 %, агроперліт – 60%; 5 - верховий торф - 20 %, агроперліт – 80%.

Насіння висівали у другій декаді березня у ящики рядками з шириною міжрядь 5 см. Температурний режим під час проростання насіння підтримували на рівні 22 – 25 °С. При утворенні першої пари справжніх листків рослини пікірували в горшечки розміром 6×6 см. Розсаду висаджували при утворенні 3 пар справжніх листків. Площа облікової ділянки 2 м², повторення п'ятиразове. У кожній обліковій ділянці маркували 5 дослідних рослин, за якими проводили фенологічні спостереження та біометричні вимірювання.

Базилік вирощували в умовах плівкових теплиць з технічним опаленням. При вирощуванні базилику температуру повітря підтримували на рівні 27 °С вдень та 22 °С вночі. Відносна вологість повітря коливалась у межах 92,0 - 96,0 %.

Визначення рівня малонового диальдегіду проводили на початку фази бутонізації спектрофотометрично тіобарбаруровим методом [4]. Активність супероксиддисмутази встановлювали за здатністю до інгібування реакції аутоокислення адреналіну в лужному середовищі [5].

Основна частина. Нами зафіксовано, що вирощування васильків справжніх у субстратах з різним відсотковим вмістом агроперліту супроводжувалось змінами вмісту малонового діальдегіду (МДА) у листках, що свідчить про інтенсивність перебігу процесів ліпопероксидації у рослин. З таблиці 1 видно, що незалежно від субстратів обидва сорти мали показник МДА - 11,74 – 11,76 нмоль/г сирої маси.

Таблиця 1- Вміст малонового діальдегіду в листках васильків справжніх залежно від різного компонентного складу субстрату, нмоль/г сирої маси

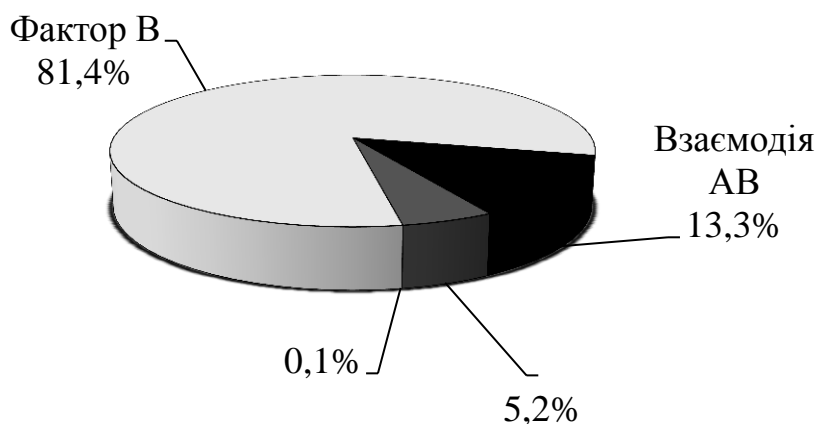
(середнє за 2014–2016 рр.)

| Сорти (А) | Субстрати (В) | МДА, нмоль/г |
|---------------------|------------------------|--------------|
| Бадьорий | 100 % торф | 15,23±0,37 |
| | 80 % торф +20 % перліт | 10,20±0,26 |
| | 60 % торф +40 % перліт | 6,25±0,17 |
| | 40 % торф +60 % перліт | 8,64±0,24 |
| | 20 % торф +80 % перліт | 18,43±0,68 |
| Середнє (А) | | 11,74 |
| Філософ | 100 % торф | 23,67±0,11 |
| | 80 % торф +20 % перліт | 10,63±0,24 |
| | 60 % торф +40 % перліт | 2,94±0,34 |
| | 40 % торф +60 % перліт | 1,27±0,18 |
| | 20 % торф +80 % перліт | 20,28±0,08 |
| Середнє (А) | | 11,76 |
| Середнє (В) | 100 % торф | 19,45 |
| | 80 % торф +20 % перліт | 10,42 |
| | 60 % торф +40 % перліт | 4,59 |
| | 40 % торф +60 % перліт | 4,96 |
| | 20 % торф +80 % перліт | 19,35 |
| НІР ₀₅ А | | 0,2 |
| НІР ₀₅ В | | 2,6 |

Дослідження показали, що кращими субстратами для вирощування васильків справжніх в умовах плівкових теплиць з технічним опаленням виявилися ті, що мали у своєму складі 40 – 60 % агроперліту. Про це свідчить найнижчий рівень МДА в листках обох сортів – 4,59-4,96 нмоль/г сирої речовини. Відсутність перліту або його надлишок у складі субстрату створювало умови менш сприятливі для росту та розвитку рослин. Вирощування базилику у таких стресових умовах супроводжувалося суттєвим підвищенням рівня малонового діальдегіду до 19,35 – 19,45 нмоль/г сирої речовини.

Значна залежність перебігу процесів оксидації у листках васильків справжніх від різного компонентного складу субстрату

підтверджена проведеним дисперсійним двофакторним аналізом, який показав, що частка впливу фактора субстрату дорівнює 81,4 % (рис. 1).



■ – сорт (А); □ – склад субстрату (В); ■ – взаємодія АВ; ■ – залишкове.

Рис. 1. Частка впливу факторів на рівень малонового діальдегіду у зелені базилику.

Головними утилізаторами активних форм кисню, що генеруються у дихальному ланцюгу та інших метаболічних процесах, є антиоксидантні ферменти, а, саме, супероксиддисмутаза [10]. Супероксиддисмутаза (СОД) є одним із ключових ферментів системи захисту клітин і тканин від окислювальної деструкції. Вона єдина каталізує реакцію дисмутації супероксидного аніон радикалу ($O^{\cdot - 2}$) до O_2 та H_2O_2 , регулюючи таким чином внутрішньоклітинну концентрацію вільних радикалів кисню. Активність СОД за дії несприятливих факторів навколишнього середовища, коли у рослинних організмах збільшується утворення активних форм кисню, може змінюватися по-різному, що залежить від тривалості й інтенсивності дії стресового чинника, а також від стійкості організму, стадії розвитку рослин тощо [1, 9, 12]. Тож деяке зростання активності СОД можна пояснити відповіддю на стрес під час вирощування базилику.

У середньому між сортами рівень СОД коливався у межах від 35,34 у.о. для сорту Бадьорій до 37,28 у.о. для сорту Філософ (табл. 2).

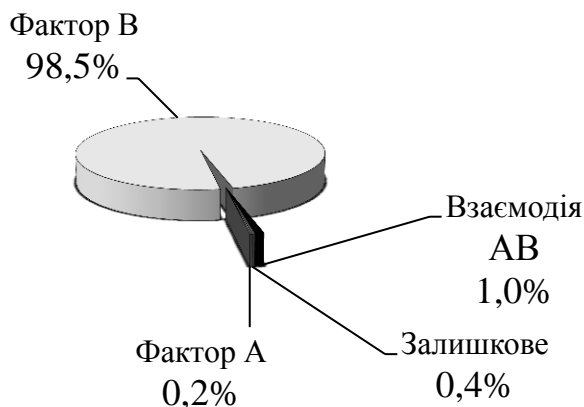
Таблиця 2 - Активність супероксиддисмутази в листках васильків справжніх залежно від різного компонентного складу субстрату, у.о.

(середнє за 2014–2016 рр.)

| Сорти (А) | Субстрати (В) | СОД, у. о. |
|---------------------|------------------------|-------------|
| Бадьорий | 100 % торф | 60,88±0,18 |
| | 80 % торф +20 % перліт | 34,0,6±0,83 |
| | 60 % торф +40 % перліт | 10,14±2,93 |
| | 40 % торф +60 % перліт | 8,96±0,09 |
| | 20 % торф +80 % перліт | 62,39±1,81 |
| Середнє (А) | | 35,34 |
| Філософ | 100 % торф | 59,03±2,21 |
| | 80 % торф +20 % перліт | 41,33±2,69 |
| | 60 % торф +40 % перліт | 7,20±0,47 |
| | 40 % торф +60 % перліт | 16,41±2,26 |
| | 20 % торф +80 % перліт | 62,43±0,76 |
| Середнє (А) | | 37,28 |
| Середнє (В) | 100 % торф | 59,96 |
| | 80 % торф +20 % перліт | 37,70 |
| | 60 % торф +40 % перліт | 8,79 |
| | 40 % торф +60 % перліт | 12,69 |
| | 20 % торф +80 % перліт | 62,41 |
| НІР ₀₅ А | | 1,1 |
| НІР ₀₅ В | | 2,1 |

У ході досліджень встановлена чітка залежність рівня даного ферменту від зміни відсоткового вмісту агроперліту у складі субстрату. Максимального значення рівень СОД у зелені базилику досягає у двох варіантах субстрату: у чистому торфі – 59,96 у. о. та у варіанті, який містив 80 % агроперліту і 20 % торфу – 62,41 у. о. Це свідчить про те, що саме в цих двох варіантах рослини перебували у стресових умовах. Натомість, базилік, вирощений у субстраті з 20-відсотковим вмістом перліту, мав рівень СОД на 37,12 % менше, а з 40-відсотковим вмістом перліту – на 85,34 % менше порівняно з чистим торфом.

Залежність рівня супероксиддисмутази підтверджена також проведеним дисперсійним аналізом, який показав, що частка впливу фактора субстрату дорівнює 98,5 % (рис. 2).



■ – сорт (А); □ – склад субстрату (В); ■ – взаємодія АВ;
■ – залишкове.

Рис. 2. Частка впливу факторів на активність супероксиддисмутази у зелені базилику.

Висновки. Дослідження показали, що кращими субстратами для вирощування васильків справжніх в умовах плівкових теплиць з технічним опаленням виявилися ті, що мали у своєму складі 40 – 60 % агроперліту. Про це свідчить найнижчий рівень МДА в листках обох сортів – 4,59-4,92 нмоль/г сирової речовини, та рівень СОД – на 85,34 % менше порівняно з чистим торфом.

Література:

1. Бараненко, В.В. Супероксиддисмутаза в клетках растений / В.В. Бараненко // Цитология. – 2006. – Т. 48, № 6. – С. 465–474.

2. Жиров, В.К. Перекисное окисление мембранных липидов холодостойких растений при повреждении отрицательными температурами / В.К. Жиров, М.Н. Мерзляк, Л.В. Кузнецов // Физиология растений. – 1982. – Т. 29, № 6. – С. 1045-1053.

3. Курганова, Л.Н. Продукты перекисного окисления липидов как возможные посредники между воздействием повышенной температуры и развитием стресс-реакции у растений / Л.Н. Курганова, А.П. Веселов, Ю.В. Сеницына, Е.А. Еликова // Физиология растений. 1999. – Т. 46, № 2. – С. 218-222.

4. Мусієнко, М.М. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин / М.М. Мусієнко, Т.В. Паршикова, П.С. Славний. – К.: Фітосоціоцентр. – 2001. – 200 с.

5. Пат. 2144674 Российская Федерация, МПК7 G 01 N33/52, G 01 N33/68. Способ определения антиоксидантной активности супероксиддисмутаза и химических соединений / Сирота Т.В.; заявитель и патентообладатель Сирота Т.В. – №99103192/14; заявл. 24.02.1999; опубл. 20.01.2000.

6. *Полесская, О.Г.* Влияние солевого стресса на антиоксидантную систему растений в зависимости от условий азотного питания / О.Г. Полесская, Е.И. Каширина, Н.Д. Алехина // Физиология растений. – 2006. – 53, № 2. – С. 207-214.

7. *Тарчевский, И.А.* Сигнальные системы клеток растений / И.А. Тарчевский. – М.: Наука, 2002. – 294 с.

8. *Турпаев, К.Т.* Активные формы кислорода и регуляция экспрессии генов / К.Т. Турпаев // Биохимия. – 2002. – 67, № 3. – С. 281-292.

9. *Alscher R.G.* Role of superoxide dismutases (SODs) in controlling oxidative stress in plants / R.G. Alscher, N. Erturk, L.S. Heath // J. Exp. Bot. – 2002. – V. 53. – P. 1331-1341.

10. *Karuppanapandian, T.* Reactive oxygen species in plants: their generation, signal transduction, and scavenging mechanisms / T. Karuppanapandian, J.C. Moon, C.Kim [et al.] // Aust J Crop Sci. – 2011. – Vol. 5, № 6. – P. 709-725.

11. *Mitteler, R.* Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance / R. Mitteler // Trends Plant Sci. – 2002. – P. 405-409.

12. *Scandalios, J.G.* Oxygen stress and superoxide dismutases / John G. Scandalios // Plant Physiology. – 1993. – Vol. 101, № 1. – P. 7-12.

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ БАЗИЛИКА ЗАВИСИМО ОТ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА СУБСТРАТА

Присс О.П., Короткая И.А.

Аннотация - исследовали влияние компонентного состава субстрата на функционирование системы антиоксидантной защиты базилика при выращивании на разных субстратах.

FUNCTIONING OF ANTIOXIDANT PROTECTION SYSTEM OF BASILIC DEPENDENT ON COMPONENT COMPOSITION OF SUBSTRATE

O. Priss, I. Korotka

Summary

The influence of the substrates on the functioning of the antioxidant protection system of basil was investigated. It has been established that the cultivation of basil in pure peat and in substrates with glut of perlite induces stress and equilibrium shift in the system of prooxidant - oxantants in the direction of activation of lipid peroxidation.