

УДК [57.044+58.04](547.466)

**ТОКСИЧНИЙ ВПЛИВ DL-МЕТІОНІНУ ТА DL-ЛЕЙЦИНУ
НА *LEPIDIUM SATIVUM* L.**

Степко М.В.¹, Бондаренко А.О.¹, Ткачук Н.В.¹, Зелена Л.Б.²

¹Національний університет «Чернігівський колегіум»
імені Т.Г.Шевченка

²Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К.Заболотного НАН
України

E-mail: nataliia.smykun@gmail.com

На сьогодні накопичено чимало інформації щодо метаболізму D-амінокислот рослинами та реакцій рослин у відповідь на ці сполуки [3, 4]. Так, перші дослідження з метаболізму D-амінокислот у рослинах, у 1960-х і 1970-х роках, були спрямовані на вивчення процесів поглинання і засвоєння цих сполук рослинами та аналіз їх впливу на фізіологічні реакції рослин. Вони включали ряд експериментів, в яких екзогенно постачалися D-амінокислоти. Результати показали (серед іншого), що рослини *Hordeum vulgare* (ячмінь) при обробці D- і L-ізомерами фенілаланіну, валіну, лейцину, ізолейцину, тирозину, триптофану, аланіну і глутамінової кислоти, утворювали малонільні похідні від усіх D-ізомерів, але не L-ізомерів. Aldag і Young (1970) повідомили, що саджанці як *Lolium perenne* (райграс), так і *Zea mays* (кукурудза) легко абсорбують D-валін, D-лейцин, D-аланін, D-метіонін і D-лізин. Вони припустили, що принаймні деякі з початкових метаболічних перетворень були аналогічні тим, які пов'язані з відповідними L- α -амінокислотами. Pokorny et al. (1970) провели велике порівняльне дослідження метаболізму L- та D-метіоніну в різних таксонах рослин, грибів, водоростей та бактерій. Вони виявили, що всі рослини (але тільки рослини) утворювали N-малонільні кон'югати, коли росли на D-метіоніні, але не на L-метіоніні. Деякі хвойні породи також утворили N-ацетил-D-метіонін [4].

Було повідомлено про ряд досліджень, що описують вплив D-амінокислот на ріст рослин, розвиток та відповідні фізіологічні реакції [4]. Деякі ранні звіти стосувалися впливу рацемічних сумішей DL-амінокислот, ймовірно, через труднощі з отриманням енантіочистих амінокислот, що ускладнює

інтерпретацію результатів. Наприклад, продемонстровано інгібуючу дію різних екзогенних рацемічних DL-амінокислот на формування квіток та листя у ряски (Nakashima 1964). Valle і Virtanen (1965) повідомляють про вплив на показники росту ячменю і гороху різних D-, L- і DL-амінокислот, виключно або в комбінації з нітратом. Їх дослідження показало, що кілька D-, а також L-амінокислот (наприклад, D-аланін, D-метіонін, D-гістидин, L-метіонін, D-гістидин і L-гістидин) знижують ростові показники (менше, ніж контроль без Нітрогену) ячменю і гороху, при забезпеченні як єдиного джерела Нітрогену. Додавання нітрату знівелювало негативний ефект деяких амінокислот (наприклад, L-гістидину і D-гістидину), тоді як D-аланін і L-валін знижували ростові показників не залежно від додавання нітрату [4].

Зупинку проростання насіння *Arabidopsis thaliana* на ранніх етапах розвитку спостерігали у випадку вирощування рослин на середовищі, що містило 3 мМ D-серину або 3 мМ D-аланіну. Деякі інші види рослин продемонстрували чутливість до D-серину при аналогічних концентраціях. Було висунуто гіпотезу про те, що D-серин конкурує з ендogenous β-аланіном у синтезі пантотенової кислоти. Проте саджанці дикого типу *A. thaliana* при інкубації їх з екзогенним β-аланіном і пантотеновою кислотою не вдалося врятувати від впливу D-серину [3].

Концепція про те, що D-амінокислоти не можуть бути використані для росту рослин, підтверджується даними, що жодна D-амінокислота, у разі використання її як єдиного джерела Нітрогену, не сприяє, а іноді й інгібує, ріст *Arabidopsis* [4]. Інші дані показують, що відбувається деякий метаболізм (принаймні трансамінування, декарбоксілювання або рацемізація) D-амінокислот (Hill et al. 2011, Gördes 2011, Gördes 2013), однак немає доказів росту і розвитку рослин з використанням D-амінокислот як єдиного джерела Нітрогену [4]. Це не вичерпний огляд відповідних повідомлень, а скоріше ілюстрація того, що різні D-амінокислоти не викликають однакових реакцій у рослин [4]. При цьому у доступних нам літературних джерелах відсутні повідомлення токсичності DL-метіоніну та DL-лейцину щодо *Lepidium sativum* L. (крес-салат), хоча даний вид рослин рекомендують використовувати у тестуванні токсикантів [2].

Тому метою даної роботи було дослідити токсичність різних концентрацій зазначених DL-амінокислот щодо тест-рослини *L. sativum*.

У дослідженні використали водні розчини DL-метіоніну та DL-лейцину за концентрацій 0,1% та 1,0%. Тест рослиною слугував крес-салат, насіння якого (по 10 штук) розміщували на фільтрувальному папері у чашках Петрі так, щоб відстань між сусідніми насінинами була за можливістю однаковою [2]. Фільтрувальний папір змочували відповідним розчином амінокислоти (дослід) або дистильованою водою (контроль). Повторність досліду трикратна. Чашки Петрі з насінням крес-салату розміщували у термостаті за температури 23°C. Вміст чашок регулярно зволожували досліджуваними розчинами (за необхідності). Протягом 5-ти днів спостерігали за проростанням насіння, підтримуючи вологість на одному рівні. На 3-ю добу дослідження визначали енергію проростання насіння, а на 5-у добу – схожість насіння та довжину проростків (надземної частини та коріння).

Статистичну обробку даних здійснювали з використанням пакету прикладних програм Microsoft Excel 2010. Розраховували середнє арифметичне та похибку середнього арифметичного [1]. Як критерій оцінки достовірності змін, що спостерігали, використали t-критерій Ст'юдента. Статистичну обробку результатів дослідження проводили для рівня значимості 0,05.

Встановлено, що навіть 0,1%-ний розчин DL-метіоніну може негативно вплинути на ріст і розвиток насіння крес-салату. При цьому довжина надземної частини та коріння достовірно зменшилися порівняно з контролем у 1,5 рази та 2,1 рази відповідно. Відмічено візуальні морфологічні зміни: деякі корінці покручені і ламкі.

При збільшенні концентрації до 1,0% DL-метіоніну довжина надземної частини тест-рослини виявилася меншою, ніж у контролі-у 1,9 рази, а довжина корінців – у 3,7 рази, при цьому всі корінці були сильно покручені. У той же час енергія проростання та схожість насіння за впливу досліджених концентрацій DL-метіоніну були на рівні контролю.

Встановлено, що DL-лейцин у концентрації 0,1% не вплинув на енергію проростання, схожість насіння та довжину

надземної частини, проте інгібував ріст коріння, довжина якого достовірно менша (у 1,9 рази), ніж у контролі. За зовнішніми ознаками рослини, що оброблювали лейцином, майже не відрізнялися від контролю.

Збільшення концентрації DL-лейцину до 1,0% призвело до зменшення довжини надземної частини проростків (у 1,9 рази) та коріння (у 6,2 рази). Це свідчить про те, що сполука за даної концентрації має негативну дію на крес-салат. При цьому коріння покручене, а надземна частина блідо-зеленого кольору на відміну від контролю.

Отже, DL-метіонін та DL-лейцин у концентраціях 0,1% та 1,0% проявили токсичний вплив на крес-салат, зокрема на надземну частину проростків (DL-метіонін) та їх кореневу систему (DL-метіонін та DL-лейцин). Проте на енергію проростання та схожість крес-салату досліджені амінокислоти не вплинули.

1. Плохинский Н.А. Биометрия / Плохинский Николай Александрович. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1970. – 368 с.
2. Федорова А. И. Практикум по экологии и охране окружающей среды / А. И. Федорова, А. Н. Никольская – М.: Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС, 2001. – 288 с. – ISBN 5-691-00309.
3. Bosacchi M. Selective plant growth using D-amino acids / Massimo Bosacchi. - New Jersey, 2008. – 50с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до джерела <https://pdfs.semanticscholar.org/2614/d9e5fa163edc1ab7533cb3d10b4ee5e9390d.pdf>
4. Forsum O. On plant responses to D-amino acids / Oskar Forsum // Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. – Umeå, 2016. – P. 75. – ISBN (electronic version) 978-91-576-8541-4.