

УДК 57.04; 581.4

**СТИМУЛЮЮЧИЙ ВПЛИВ СОЛІ УНДЕЦЕНОВОЇ КИСЛОТИ
НА РОСТОВІ ПАРАМЕТРИ ПРОРОСТКІВ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ**

С.П. Рогальський¹, О.В. Булко², О.П. Тарасюк¹, Л.Г. Льошина²

¹Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В.П. Кухаря НАН України, 50, Харківське шосе, Київ, 02160, Україна

²Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, 148, вул. Академіка Заболотного, Київ, 03143, Україна

Жирні кислоти (ЖК) є біологічно активними природними сполуками, які проявляють широкий спектр активності проти фітопатогенних мікроорганізмів і мають значні перспективи для застосування в якості екологічно безпечних засобів захисту рослин в сучасних агробіотехнологіях [3]. Грибкові хвороби рослин є найпоширенішими видами захворювань сільськогосподарських культур, які суттєво впливають на їх врожайність та якість отриманих продуктів [4]. З цієї точки зору надзвичайно актуальними є дослідження впливу ЖК із вираженою протигрибковою активністю на ріст і розвиток рослин.

Ундеценова кислота (УК), яка є продуктом піролізу рицинової олії, має високу фунгіцидну активність і входить до складу комерційних протигрибкових медичних препаратів [6, 7]. Однак нерозчинність УК та її солей з металами у воді значно ускладнює її застосування як засобу захисту рослин. Метою цієї роботи було отримання органічної солі УК, розчинної у воді, і вивчення її впливу на ростові параметри проростків насіння пшениці.

Водорозчинну сіль синтезували за схемою 1. Суміш УК і діетаноламіну (ДЕА) у мольному співвідношенні 1:1 перемішували 2 год за температури 30 °С. Отримували в'язку прозору рідину, розчинну у воді.

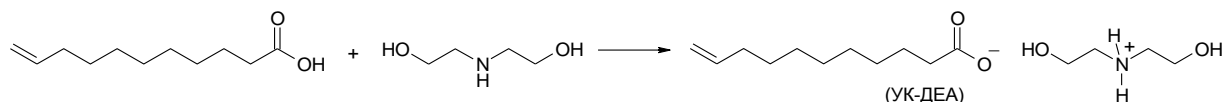


Схема 1. Синтез водорозчинної солі УК-ДЕА

Зерна пшениці *Triticum* сорту Подолянка пророщували у чашках Петрі (по 20 штук) з додаванням 5 мл дистильованої води (контроль) або водних розчинів солі УК/ДЕА з концентраціями 0.1, 0.01 і 0.001 %. Через 7 діб аналізували морфо-фізіологічні складові пагонів і коріння. Ефективність проростання, яку визначали за співвідношенням кількості пророслого насіння до загальної, була значно вищою у порівнянні з контрольними зразками (57 %) і становила 90 % і 77 % для концентрацій сполуки 0.001 % і 0.01 % відповідно. Для зразків, витриманих у розчині УК/ДЕА з концентрацією 0.01 %, встановлено суттєве збільшення довжини і маси пагонів (на 12,4 % і 37,9 % відповідно), а також маси коріння (на 25,9 %). Обробка насіння розчином солі з концентрацією 0.1 % спричиняла зменшення довжини пагонів і коріння (на 5,6 % і 19,3 % відповідно). Маса пагонів не відрізнялась від контрольних показників, а маса коріння зростала на 19 %. При цьому ефективність проростання залишалась значно вищою у порівнянні з контролем (73 %).

Вміст рослинних пігментів – хлорофілів *a* і *b* і каротиноїдів у проростках пшениці визначали вимірюванням оптичної густини спиртового екстракту пігментів на довжинах хвиль, які відповідають максимумам поглинання хлорофілів (649 і 665 нм) і каротиноїдів (479 нм) [5]. Пігментний склад в зеленій частині і співвідношення сумарного вмісту хлорофілів ($C_a + C_b$) до вмісту каротиноїдів ($C_{кар}$) є показниками стресу та фізіологічного стану рослини [2]. Додавання УК/ДЕА сприяло збільшенню вмісту хлорофілу в пагонах. Сумарна кількість хлорофілів у всіх рослин становила 0,6 – 0,7 мг/г сухої маси. Пігментний комплекс відрізнявся невисоким показником відношення хлорофілу *a* до хлорофілу *b* і нижчим вмістом каротиноїдів у порівнянні з контролем. Це свідчить про відсутність негативного впливу солі УК/ДЕА на розвиток пагонів.

Вплив солі УК/ДЕА на пігментний склад та кількість флавоноїдів у проростках пшениці

Зразок (пагін)	C_a , мг/г	C_b , мг/г	C_a/C_b	$C_{кар}$, мг/г	$(C_a+C_b)/C_{кар}$	$C_{фл}$, % від сухої маси
Контроль	0,476	0,201	2,38	0,1	6,68	0,678
0,1%	0,511	0,202	2,59	0,1	7,1	0,607
0,01%	0,405	0,260	1,58	0,07	6,6	0,535
0,001%	0,454	0,247	1,84	0,08	7,0	0,555

Накопичення низькомолекулярних антиоксидантів – флавоноїдів у рослинах відбувається у відповідь на абіотичні стреси [8]. Вміст флавоноїдів ($C_{фл}$) визначали вимірюванням оптичної густини їх комплексу з хлоридом алюмінію на довжині хвилі 510 нм [1]. Після обробки насіння розчинами УК/ДЕА з концентраціями 0,001 % та 0,01 % вміст флавоноїдів в пагонах і корінні практично не змінювався у порівнянні з контрольними зразками. Для концентрації сполуки 0.1 % встановлено збільшення вмісту флавоноїдів (на 18 %) у корінні. Таким чином, сіль УК/ДЕА в області концентрацій 0.001-0.01 % немає негативного впливу на біосинтез пігментів і не є стресором для рослин.

Слід зазначити, що для всіх рослин, оброблених розчинами УК/ДЕА, була відсутня мікотична інфікованість, в той час як контрольні зразки періодично заростали грибом (рис. 1).

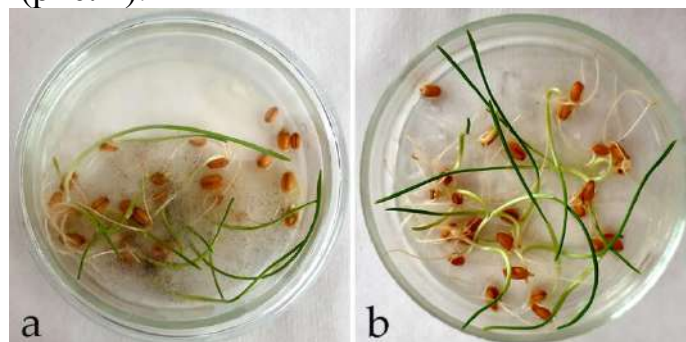


Рис. 1. Насіння пшениці після 7 діб проростання: а – дистильована вода (контроль), б – водний розчин УК/ДБУА (0.001 %)

В цілому, результати досліджень свідчать про ріст-стимулюючий вплив солі УК кислоти на насіння пшениці. Одним із факторів такого впливу може бути пригнічення досліджуваною речовиною патогенної мікрофлори на всіх стадіях культивування рослини.

Література

1. Ayele D. T., Akele M. L., Melese A. Analysis of total phenolic contents, flavonoids, antioxidant and antibacterial activities of *Croton macrostachyus* root extracts. *BMC Chemistry*. 2022. Vol. 16, 30.

2. Kancheva R, Borisova D, Georgiev G. (2014) Chlorophyll assessment and stress detection from vegetation optical properties. *Ecological Engineering and Environment Protection* 1:34–43
3. Liu S., Ruan W., Li J. et al. Biological control of phytopathogenic fungi by fatty acids. *Mycopathologia*. 2008. Vol. 166, P. 93–102.
4. Liu X., Han R., Wang Y. et al. Fungicidal activity of medium-chain fatty acids mixture comprising caprylic, pelargonic and capric acids. *Plant Pathology Journal*. 2014. Vol. 13, P. 65–70.
5. Porra R., Thompson W., Kriedemann P. Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1989. Vol. 975, P. 384-394.
6. Shi D., Zhao Y., Yan X. et al. Antifungal effects of undecylenic acid on the biofilm formation of *Candida albicans*. *International Journal of Clinical Pharmacology and Therapeutics*. 2016. Vol. 54, P. 343–353.
7. Van der Steen M., Stevens C. V. Undecylenic acid: a valuable and physiologically active renewable building block from castor oil. *ChemSusChem*. 2009. Vol. 2, P. 692–713.
8. Winkel-Shirley B. Biosynthesis of flavonoids and effects of stress. *Current Opinion in Plant Biology*. 2002. Vol. 5, P. 218–223.