

## **КУЛЬТИВУВАННЯ КОРЕНЕВИХ МУТАНТІВ ARABIDOPSIS THALIANA (L.) HEYNH. IN VIVO**

*Наведено дані щодо морфолого-анатомічних ознак кореневих мутантів рослин Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. під час його культивування in vivo з метою підбору оптимальних умов вирощування рослин. Відмічено позитивний вплив на рост і розвиток рослин A. thaliana наявності у субстраті діатомових водоростей (Bacillariophyta).*

Арабідопсис (*Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.) — ефемер із родини хрестоцвітих (Brassicaceae). Завдяки своїм біологічним особливостям (невибагливість до умов росту, короткий термін онтогенезу, висока продуктивність, малі розміри), а також розшифрованому геному ця рослина є зручним об'єктом для цитогенетичних, фітокосмічних, радіо- та молекулярно-біологічних досліджень [1—5, 8—11].

Особливий інтерес для вирішення теоретичних і практичних завдань космічної фітобіології становлять кореневі мутанти *A. thaliana*. Фактично, вони стали зручною моделлю дослідження розвитку кореневої системи в умовах дії гравітації, при зміні сили тяжіння та формуванні стабільної мікрофлори, для відпрацювання методів космічного рослинництва з метою забезпечення космонавтів киснем і свіжою рослинною їжею під час тривалих польотів.

Метою нашого дослідження було відпрацювання оптимальних умов вирощування кореневих мутантів *A. thaliana* та його культивування *in vivo*.

### **Матеріали та методи**

У лабораторних умовах відповідно до рекомендацій, наведених у [2], *A. thaliana* вирощували при цілодобовому або при 16-годинному освітленні розсіяним світлом біло-блакитного спектра інтенсивністю щонаймен-

ше 10 тис. люкс при відносній вологості 80% та використанні стандартного квітникарського ґрунту. Температурний оптимум для рослин становив 20—24 °С.

Для нашого експерименту за каталогом [www.arabidopsis.info/MultiResult?phenotype=root](http://www.arabidopsis.info/MultiResult?phenotype=root) були відібрані такі лінії *A. thaliana*: № 2261 — короткий хвилястий головний корінь, розгалужені кореневі волоски; № 2922 — сильно розвинені головний корінь і розетка листків; № 2925 — коренева система у вигляді радіально-розгалужених від головного кореня бічних корінців; № 2929 — розгалужений головний корінь і стебла (похідний від двох фенотипічних мутантів); № 2932 і № 2934 — короткий товстий головний корінь; № 3070 — довгі головний корінь і гіпокотиль, не чуттєвий до впливу етилену; сильно розвинена розетка листків; № 3074 — сильно розвинена коренева система, резистентний до фітогормонів (етилену та ауксину); № 3077 — сильно розвинена коренева система, резистентний до ауксину.

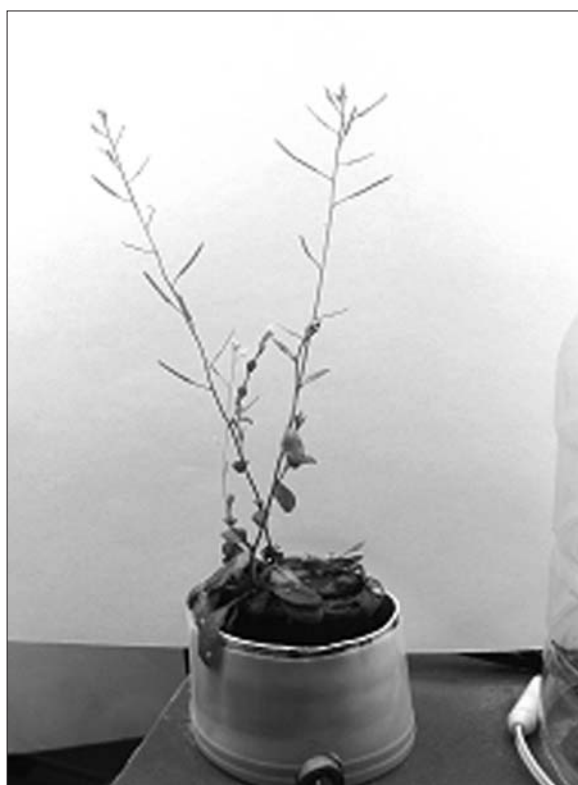
Зразки субстрату досліджували методом електронної скануючої мікроскопії (СЕМ) із застосуванням мікроскопа JSM-35С.

### **Результати та обговорення**

За морфолого-анатомічними ознаками проростків *A. thaliana* на різних стадіях онтогенезу [3, 6, 7] було визначено початок настання фаз розвитку рослини. На 7-му добу спостерігалось формування сім'ядольних листків проростків і закладання перших



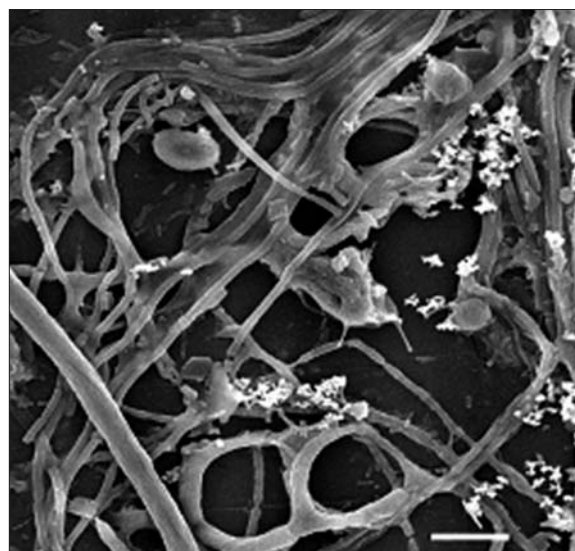
А



Б

Рис. 1. Загальний вигляд рослин *A. thaliana*:  
А — фаза формування розетки (14-а доба);  
Б — фаза початку цвітіння (21-а доба)

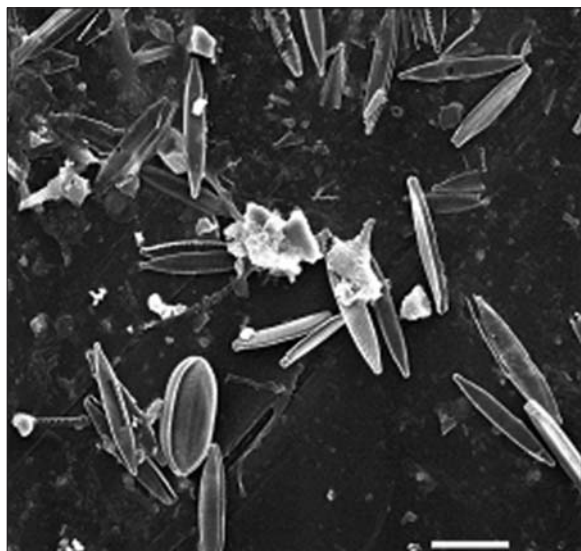
справжніх листків розетки, в яких більшість клітин листових примордіїв перебуває у фазі поділу або росту клітини розтягненням. До 14-ої доби рослини закладали



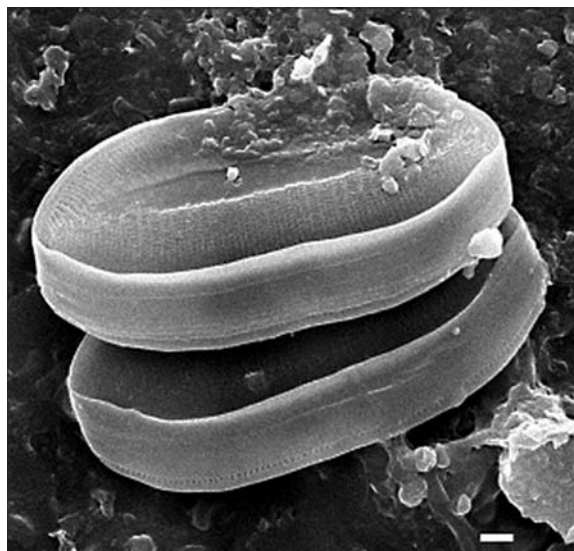
А

Рис. 2. Мікрофлора, виявлена в субстраті на різних  
А — фаза формування розетки (14-а доба): міцелій грибів та паличкові бактерії;

розетку із 5—8 листків, які мали мілкозубчасті дистальні кінці листової пластинки (рис. 1, А). Ріст молодих 7—8 листків розетки припинявся на 21-у добу, коли рослина переходила до генеративного періоду розвитку (рис. 1, Б). На стеблі рослини утворювались менші за розміром від розеткових сидячі листки і китиці з білих 4-пелюсткових квіток. Стебло формувалося переважно одне, заввишки 4,5—7,0 см, тонке, пряме, просте або розгалужене, вкрите, як і листки, простими або 2—3-роздільними волосками. Листки подовжені або подовжено-ланцетоподібні із віддаленими один від одного зубцями на дистальному кінці листової пластинки. Ярусна морфобіологічна мінливість листків визначається умовами, за яких відбувається їх формування, і корелює із розвитком пагона [3]. Китиці при цвітінні стиснуті, згодом вони сильно подовжуються і стають пухкими. У китиці 8—14 квіток з чашолистками 1,5—2,0 мм завдовжки та пелюстками завдовжки 3—4 мм. Плоди (тонкі стручки) з'являлися на 28-у добу розвитку



Б



В

стадіях росту кореневих мутантів *A. thaliana*:

Б, В — фаза початку цвітіння (21-а доба): Б — *Nitzschia* sp., В — *Tryblionella debilis* Arott.  
СЕМ, масштаб: А, Б — 10 мкм, В — 500 нм

рослини, їх досягання припадало на 40—45-у добу після висівання насіння. Першими починали жовтіти сім'ядольні листки ще під час цвітіння рослини, згодом ознаки старіння виявлялись у листків розетки.

У наших дослідженнях 37% рослин припиняли свій розвиток у фазі розетки. Вивчення методом СЕМ ґрунтового субстрату з-під цих рослин виявило домінуючу мікрофлору із міцелію грибів та паличкових бактерій (рис. 2, А). Там, де рослини переходили у фазу цвітіння, у субстраті, крім вищезазначених організмів, було знайдено клітини діатомових водоростей (рис. 2, Б, В). Зареєстровано п'ять видів діатомових водоростей, серед яких чотири визначені до роду: *Amphora* sp., *Luticola* sp., *Navicula* sp., *Nitzschia* sp. (рис. 2, Б), один — *Triblioella debilis* Arott. (рис. 2, В) — до видового рангу. Найбільша кількість водоростей належала до *Nitzschia* sp. Отримані результати дозволяють зробити припущення про позитивний вплив діатомових водоростей на розвиток *A. thaliana* за умов його культивування

*in vivo* і потребують подальшого більш докладного вивчення.

1. Ежова Т.А., Солдатова О.П., Машанова Л.Б. и др. Изучение активности ферментов антиоксидантной системы в онтогенезе мутантов *Arabidopsis thaliana*, толерантных к норфлуразону // Онтогенез. — 2000. — **31**. — С. 40—46.

2. Иванов В.И. Радиобиология и генетика арабидопсиса // Проблемы космической биологии. — 1974. — **24**. — С. 28—50.

3. Кондратьева-Мельвиль Е.А., Водолазский Л.Е. Морфологическое и анатомическое строение *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. (Brassicaceae) в онтогенезе // Ботан. журн. — 1982. — **67**. — С. 1060—1069.

4. Кордюм Е.Л., Ваулина Э.Н., Гречко Г.М. и др. Изучение скорости биологических процессов в условиях микрогравитации и клиностатирования: Препринт. — К., 1989. — 39 с.

5. Меркис А.И., Лауринавичус Р.Л., Швякжде-не Д. Влияние условий невесомости на начальные фазы развития проростков салата и арабидопсиса // 9-е Всесоюзное рабочее совещание по вопросам круговорота веществ в замкнутых системах на основе жизнедеятельности низших организмов (Канев, сент. 1981 г.). — К., 1983. — С. 113—117.

6. *Arabidopsis* an atlas of morphology and development / J. Bowman (ed.) — New York: Springer-Verlag, Inc., 1994. — 450 p.

7. Brown A.H., Dahl A.O., Chapman D.K. Morphology of *Arabidopsis thaliana* (L.) grown under chronic centrifugation and on the clinostat // *Plant Physiology*. — 1976. — **57**. — P. 358—364.

8. Koinorneef M., Alonso-Blanco C., Vrengdenhil D. Naturally occurring genetic variation in *Arabidopsis thaliana* // *Ann. Rev. Plant Biol.* — 2004. — **55**. — P. 141—172.

9. Lange B.M., Ghassemian M. Genome organization in *Arabidopsis thaliana* a survey for genes involved in isoprenoid and chlorophyll metabolism // *Plant Mol. Biol.* — 2003. — **51**. — P. 925—948.

10. Ristic Z., Ashworth E.N. Changes in the leaf ultrastructure and carbohydrates in *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. cv Columbia during rapid cold acclimation // *Protoplasma*. — 1993. — **172**. — P. 111—123.

11. Tsugane K., Kobayashi K., Niwa Y. et al. A recessive *Arabidopsis* mutant that grows photoautotrophically under salt stress shows enhanced active oxygen detoxification // *Plant Cell*. — 1999. — **11**. — P. 1195—1206.

Рекомендував до друку  
Б.О. Левенко

Н.И. Адамчук-Чала, Л.Н. Бухтиярова

Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,  
Украина, г. Киев

#### КУЛЬТИВИРОВАНИЕ КОРНЕВИХ МУТАНТОВ ARABIDOPSIS THALIANA (L.) HEYNH. IN VIVO

Приведены данные о морфолого-анатомических признаках корневых мутантов *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. при его культивировании in vivo с целью подбора оптимальных условий выращивания растений. Отмечено позитивное влияние на рост и развитие растений *A. thaliana* наличия в субстрате диатомовых водорослей (*Bacillariophyta*).

N.I. Adamchuk-Chala, L.N. Bukhtiarova

M.G. Kholodny Institute of Botany, National  
Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine, Kyiv

#### CULTURE OF ARABIDOPSIS THALIANA (L.) HEYNH. ROOT MUTANTS IN VIVO

The information on morphological and anatomical features of *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. root mutants cultured in vivo and searching of an optimal conditions for plants growth is presented. The positive effect of presence into substrate of diatoms (*Bacillariophyta*) on *A. thaliana* plants growth and development is recorded.