

**О.О. Авксентьева**

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,  
майдан Свободи, 4, Харків, 61022, Україна,  
e-mail: avksentyeva@karazin.ua

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕКСТРАКТУ *ALOE VERA* НА МОРФОГЕНЕТИЧНІ РЕАКЦІЇ ЗА МІКРОКЛОНАЛЬНОГО РОЗМНОЖЕННЯ ДЕКОРАТИВНИХ СУКУЛЕНТІВ

**Мета.** Метою роботи було з'ясувати вплив екстракту *Aloe vera* на ефективність введення в культуру *in vitro* та морфогенетичні реакції за умов мікрোকлонального розмноження представників декоративних сукулентів. **Методи.** В роботі використовували стандартні біотехнологічні методи мікрোকлонального розмноження шляхом індукції адвентивного гомогенезу. Вихідний матеріал відбирали з рослин-донорів декоративних сукулентів – *Crassula ovata* “Hobbit” (Mill), *Kalanchoe blossfeldiana* (Poelln.), *Natiara salicornioides* і *Schlumbergera truncata*. Як експланти використовували висічки зрілих листків, які після поверхневої поетапної стерилізації культивували на регенераційному середовищі Мурасиге-Скуга (МС) з додаванням синтетичних регуляторів росту – 6-бензиламінопурину (БАП) цитокінінового типу дії та  $\alpha$ -нафтилоцтової кислоти (НОК) ауксинової дії. В контрольному варіанті регенераційне середовище (РС) за складом містило половинний набір макро- та мікроелементів та синтетичні фітогормони –  $\frac{1}{2}$  МС + 3,0 мг/л БАП + 0,5 мг/л НОК, а в дослідному варіанті в живильне середовище вносили екстракт *Aloe vera* у співвідношенні 1:100. Досліджували ефективність стерилізації та утворення мериклонів за введення в культуру *in vitro* та швидкість і ефективність різноманітних морфогенетичних реакцій: калусогенез, гомогенез та ризогенез. **Результати.** За результатами досліджень встановлено, що екстракт *Aloe vera* у складі живильного середовища не впливає на ефективність стерилізації листових експлантів у досліджуваних представників декоративних сукулентів. Морфогенетичний потенціал листових експлантів реалізується шляхом розвитку процесів калусогенезу протягом першого тижня культивування та інтенсивного адвентивного гомогенезу через 6–8 тижнів культивування. Інтенсивний ризогенез показаний тільки для листових експлантів – *Schlumbergera truncata*. Екстракт *Aloe vera* у складі живильного середовища стимулює ефективність процесу гомогенезу, в 1,3–2,3 рази збільшує кількість мериклонів на одному експланті та на 7–8 діб прискорює швидкість процесу. Досліджувані декоративні сукуленти різняться за ефективністю мікрোকлонального розмноження – максимальні показники у *Crassula ovata* “Hobbit” (Mill) та *Natiara salicornioides*, мінімальні – у *Kalanchoe blossfeldiana*. **Висновки.** Екстракт *Aloe vera* у складі живильного середовища для мікрোকлонального розмноження декоративних сукулентів проявляє стимулювальний ефект і може бути запропонований як ефективний біостимулятор для збільшення



коефіцієнту розмноження досліджуваних культур.

Ключові слова: екстракт *Aloe vera*, декоративні сукуленти, мікроклональне розмноження, морфогенетичні реакції.

Методи рослинних культур *in vitro* широко використовують у сучасних фітобіотехнологіях – в тому числі для мікроклонального розмноження рослин [5,7]. Оптимізація складу живильних середовищ для спрямування різноманітних шляхів морфогенезу та підвищення його ефективності в умовах культури *in vitro* є актуальним завданням фітобіотехнології.

В наш час в світі інтенсивно розвивається декоративне квітникарство: озеленення міст, проектування «зелених дахів», «зелених шпалер» та ін., де як рослинний матеріал широко використовують декоративні сукуленти. В зв'язку з цим є потреба отримання достатньої кількості посадкового матеріалу для робіт з озеленення. Для цього необхідно розробляти більш ефективні протоколи мікроклонального розмноження рослин, що можна робити, використовуючи різноманітні біодобавки у складі живильного середовища за культивування *in vitro*.

Як біологічні добавки до складу живильних середовищ для введення в культуру *in vitro* використовують різноманітні рослинні екстракти: кокосове молоко, витяжки із зернівок кукурудзи у молочній стиглості, ендосперму гіркокаштану та ін. [6, 7, 10].

Екстракт *Aloe vera* – це біогенний стимулятор поліфункціональної дії, який має адаптогенну та загальнотонізуючу дію на тваринний організм [13]. На сьогоднішній день *Aloe vera* широко використовується у медицині, біотехнологіях, парфумерії, косметології та ін. [3, 13, 14]. Екстракт *Aloe vera* представляє собою суміш багатьох біологічно активних речовин – антраглікозидів, похідних смолистих речовин, ферментів, замінних і незамінних амінокислот, вітамінів (група В, холін, фолієва кислота, бета-каротин, вітаміни А, С, Е), мінералів – кальцій, калій, натрій, магній, цинк, мідь, хром, фосфор, саліцилової кислоти, поліцукридів, фітонцидів [13].

Відомо також, що сік *Aloe vera* позитивно впливає на рослинний організм – стимулює проростання насіння, процеси ризогенезу, нарощування вегетативної біомаси, регенерацію рослинних клітин, запобігає швидкому старінню, а також пригнічує ріст бактерій [11, 12, 15].

Однак, відомості щодо використання як біодобавку у складі живильного середовища екстракту *Aloe vera* в культурі *in vitro* є малочисельними та фрагментарними. Дослідження впливу екстракту листя *Aloe vera* на ріст гібридної осики показало позитивний вплив на висоту і вагу рослини, кількість пагонів, листя та коріння, довжину кореня, та приживаність акліматизованих рослин в теплиці [15]. Використання екстракту алое для оптимізації мікроклонального розмноження кісточкових культур призводило до скорочення термінів розмноження та підвищення коефіцієнтів розмноження [9].

Виходячи з вищесказаного метою роботи було з'ясувати вплив екстракту *Aloe vera* на ефективність введення в культуру *in vitro* та морфогенетичні реакції за умов мікроклонального розмноження представників декоративних сукулентів.



### Матеріали та методи

Дослідження проводилися в лабораторії «Морфогенез вищих рослин *in vitro*» на кафедрі фізіології та біохімії рослин і мікроорганізмів біологічного факультету Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна.

Як рослинний матеріал використовували рослини декоративних сукулентів – *Crassula ovata* “Hobbit” (Mill), *Kalanchoe blossfeldiana* (Poelln.), *Hatiora salicornioides* та *Schlumbergera truncata*.

Екстракт алое виготовляли зі зрілих, сформованих листків, які попередньо витримували 10 діб за температури 4–6 °С (для стимуляції біосинтезу біологічно активних речовин), потім рослинний матеріал гомогенізували, готували водну витяжку з додаванням 0,7% розчину NaCl та фільтрували (Муравьев И.А., 1980). Готовий екстракт стерилізували шляхом переривчастої стерилізації та вносили у регенераційне середовище (РС) ½ МС + 3,0 БАП мг/л + 0,5 мг/л НОК у співвідношенні 1:100.

Як експланти використовували сформовані (зрілі) листки рослин сукулентів по 5–10 з вихідної рослини. Експланти розміром 1,5×2 см, ступінчато стерилізували за протоколом: 5 хв у мильному розчині → 1 хв 70% спирт → 20 хв у 15-ному % розчині комерційного препарату «Білізна» → 3 рази по 5 хв у стерильній воді [1]. Стерильні експланти переносили у чашки Петрі по 5–12 на кожен в залежності від виду сукулента та розміру листка. Культивували по 2–3 чашки кожного варіанту на регенераційному середовищі з додаванням екстракту (дослідний варіант) та без екстракту алое (контрольний варіант) за 16-годинного фотоперіоду, освітленості 1,5 клк, температури 22/18 °С (день/ніч) протягом 1,5–2 місяці, проводячи пасажі (за необхідністю) протягом експерименту.

У дослідах визначали: ефективність стерилізації (% неінфікованих експлантів), ефективність введення в культуру – динаміку утворення мериклонів на 28, 42 та 56-ту добу культивування (у відсотках та кількості мериклонів на експланті штук/експлант); морфогенетичні реакції: калусогенез, гемогенез та ризогенез – їх швидкість та ефективність. Ефективність процесів розраховували як відношення кількості експлантів, що утворили морфогенні структури, до загальної їх кількості, виражену у відсотках. Швидкість процесів – кількість діб від пасажу до початку морфогенної реакції на експланті.

Проведено 2 біологічні серії експериментів. У таблицях наведені середні значення показників та їх стандартне відхилення. Статистичну обробку даних здійснювали з використанням програмного пакету Microsoft Excel 2007 методом оцінки значущості різниці середніх по варіантах. Істотність відмінностей між варіантами визначали з використанням t-критерія Ст'юдента при  $P \leq 0,05$  [2].

### Результати та обговорення

Результати показали (табл. 1), що ефективність стерилізації для листових експлантів *C. ovata* складала 100%, для *K. blossfeldiana* – від 91 до 98%, для *H. salicornioides* – 100%, для *S. truncata* від 89 до 95% неінфікованих експлантів. Високий рівень виходу стерильних експлантів для представників декоративних сукулентів також показаний іншими дослідниками [6, 8]. Мож-



ливо це пов'язано з особливостями анатомічної будови їх листків. У сукулентів багато адаптацій для захисту від випарування – восковий шар, кутикула та інші структури, що є також механічним бар'єром для проникнення в тканини мікроорганізмів.

Додавання екстракту *Aloe vera* до складу живильного середовища дещо знижувало показники ефективності стерилізації у *K. blossfeldiana* і *S. truncata* (табл. 1) – що, можливо, пов'язано з біологічними особливостями цих видів за біохімічним складом листків. В цілому, вплив екстракту *Aloe vera* на показник – ефективність стерилізації для досліджуваних представників декоративних сукулентів проявлявся неістотно.

Наступним етапом дослідження було вивчення впливу екстракту *Aloe vera* на ефективність введення в культуру *in vitro* – динаміку утворення мериклонів у представників декоративних сукулентів.

Результати показали (табл. 1, рис. Д, Е), що максимальна кількість мериклонів серед досліджуваних сукулентів характерна для *C. ovata* – 24–32 шт./екс. та *H. salicornioides* – 15–23 шт./екс. за культивування, як в контрольному варіанті, так і в дослідному – з додаванням екстракту алое.

Для сукулентів *K. blossfeldiana* та *S. truncata* показана значно менша кількість морфогенних структур на експланті 3–7 і 5–9, відповідно. Отже коефіцієнт мікроклонального розмноження для цих культур є нижчим. Додавання екстракту *Aloe vera* до живильного середовища значно підвищувало кількість утворених мериклонів на одному експланті – тобто стимулювався етап «власне розмноження» – основний етап мікроклонального розмноження представників декоративних сукулентів.

В ході експериментів показано, що *C. ovata* та *H. salicornioides* максимально швидко утворюють мериклони – вже на 42 добу культивування ефективність у цих культур становить 100% (табл. 1). *S. truncata* повільніше та поступово збільшує ефективність досліджуваного процесу. Найповільніше розвивається досліджуваний процес у *K. blossfeldiana* – тільки через 56 діб культивування на експлантах починають з'являтися мериклони. Вплив екстракту *Aloe vera* у складі живильного середовища стимулює ефективність утворення мериклонів у всіх досліджуваних представників декоративних сукулентів.

За результатами дослідів показано, що максимальне утворення меристематичних клонів, як і максимально ефективна стерилізація, характерна для *C. ovata* “Hobbit” та *H. salicornioides* – становить 100% як у контрольному варіанті, так і при додаванні екстракту алое у складі живильного середовища. За введення в культуру *in vitro* *S. truncata* – наприкінці експерименту ефективність процесу в контрольному варіанті складала 90%, в дослідному (+ алое) – 100%. Для *K. blossfeldiana* встановлені мінімальні значення показника утворення мериклонів – 35% в контролі та 67% в досліді. Контрольним живильним середовищем для всіх культур було регенераційне середовище такого складу – ½ МС + 3мг/л БАП + 0,5 мг/л НОК. Можливо, що для *K. blossfeldiana* такий склад не є ефективним, тому ця культура проявляє такий низький показник утворення мериклонів.

Таблиця 1  
Table 1

Вплив екстракту *Aloe vera* на ефективність введення в культуру *in vitro* представників декоративних сукулентів  
The effect of *Aloe vera* extract on the efficiency of *in vitro* introduction of the representatives of ornamental succulents

Сукулент, вид	Варіант	Стерильність, %	Динаміка утворення мериклонів					
			28 дб		42 доби		56 дб	
			ефективність %	шт/експ	ефективність %	шт/експ	ефективність %	шт/експ
<i>Crassula ovata</i> "Hobbit"	PC**	100,0±1,0	33,0±1,5	5,1±0,3	100,0±1,0	17,0±0,8	100,0±1,0	24,6±1,2
	PC+Aloe vera	100,0±1,0	55,0±2,6*	11,2±0,5*	100,0±1,0	29,3±1,5*	100,0±1,0	32,3±1,6*
<i>Kalanchoe</i> <i>blossfeldiana</i>	PC	98,0±1,0	0	0	0	0	35,0±1,8	3,1±0,2
	PC+Aloe vera	91,0±1,0	0	0	0	0	67,0±3,5*	7,2±0,3*
<i>Hatiora</i> <i>salicornioides</i>	PC	100,0±1,0	12,0±0,1	2,1±0,1	100,0±1,5	9,3±0,5	100,0±1,0	15,0±0,8
	PC+Aloe vera	100,0±1,0	25,0±1,3*	5,1±0,3*	100,0±1,0	14,0±0,7*	100,0±1,0	23,2±1,2*
<i>Schlumbergera</i> <i>truncata</i>	PC	95,0±1,0	33,0±1,5	1,1±0,1	50,0±2,5	2,2±0,1	90,0±1,5	5,1±0,3
	PC+Aloe vera	89,0±1,0	50,0±2,1*	2,4±0,1*	77,0±3,8*	7,3±0,4*	100,0±1,0*	9,0±0,5*

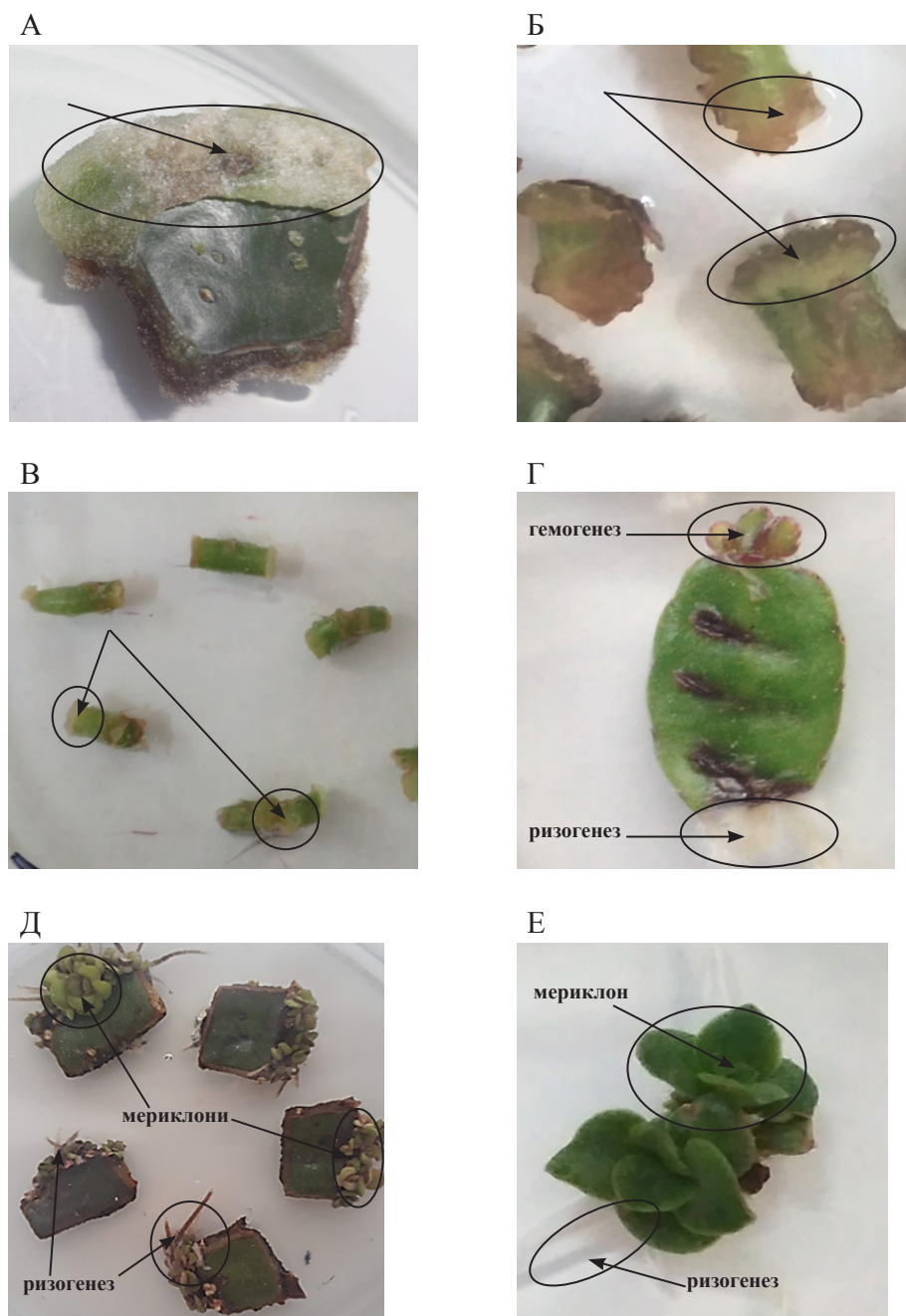
Примітки : 1 \*) – відмінності істотні при  $P \leq 0,05$ ;

2 \*\*) – PC регенераційне середовище – 1/2 MS + 3,0 БАП мг/л + 0,5 мг/л НОК

Notes: 1 \*) – the differences are significant at  $P \leq 0,05$ ;

2 \*\*) – RM regeneration medium – 1/2 MS + 3.0 BAP mg / l + 0.5 mg / l NAA





**Рис. Морфогенетичні реакції декоративних сукулентів**

А, Б, В – інтенсивний калусогенез (А – *Kalanchoe blossfeldiana*; Б – *Crassula ovata* "Hobbit", В – *Hatiora salicornioides*); Г, Д, Е – гемогенез, ризогенез, утворення мериклонів (Г – *Schlumbergera truncata*, Д, Е – *Crassula ovata* "Hobbit")

**Fig. Morphogenetic reactions of ornamental succulents**

А, Б, В – intensive callusogenesis (А – *Kalanchoe blossfeldiana*; Б – *Crassula ovata* "Hobbit", В – *Hatiora salicornioides*); Г, Д, Е – gemmogenesis, rhizogenesis, mericlone formation (Г – *Schlumbergera truncata*, Д, Е – *Crassula ovata* "Hobbit")



Треба зауважити, що за мінімальних показників ефективності утворення мериклонів додавання до складу живильного середовища екстракту *Aloe vera* значно стимулює цей процес – у *S. truncata* на 10–27%, а у *K. blossfeldiana* – майже у два рази з 35% до 67%.

Отже стимулювальний вплив екстракту *Aloe vera* у складі живильного середовища встановлений для тих культур, які демонструють нижчі показники ефективності утворення мериклонів за контрольних умов. Вірогідно, це пов'язано з їх біологічними особливостями.

Морфогенетичні реакції в культурі *in vitro* можуть відбуватися різноманітними шляхами: утворення калусу – калусогенез, утворення меристематичних клонів – гомогенез, утворення коренів – ризогенез [1,4].

Результати вивчення калусогенезу показали (табл. 2, рис. А–В), що на експлантах *C. ovata* “Hobbit”, *H. salicornioides* і *S. truncata* практично з однаковою швидкістю утворювалося по 100% калусів як у контролі, так і за додавання екстракту *Aloe vera*. На експлантах *K. blossfeldiana* цей процес був повільнішим і значно менш ефективним. На регенераційному середовищі (РС) утворювалося 75% калусів, а за додавання екстракту *Aloe vera* – 83%. Тобто екстракт стимулював калусогенез тільки у *K. blossfeldiana*.

Дослідження гомогенезу показало (табл. 2, рис. Г–Е), що найшвидше він відбувався у *C. ovata* “Hobbit”, дещо повільніше у *H. salicornioides* за обох варіантів досліду. Хоча додавання екстракту *Aloe vera* прискорювало гомогенез у обох видів на 6–7 днів. У *K. blossfeldiana* і *S. truncata* швидкість гомогенезу була практично однаковою, але меншою ніж у інших видів, як на РС, так і з додаванням екстракту алое. Разом з тим ефективність гомогенезу у *K. blossfeldiana* була найнижчою серед усіх досліджених видів – 35% на РС і 67% з додаванням екстракту, проти 90–100% у інших видів (табл. 2).

Додавання екстракту алое не змінювало ефективність гомогенезу у *C. ovata* “Hobbit”, *H. salicornioides*, дещо підвищувало її у *S. truncata* і зумовлювало майже подвійне зростання у *K. blossfeldiana* (табл. 2).

Результати дослідження ризогенезу, показали (рис. Г–Е), що найшвидше він проявився у *S. truncata* – вже на 21–28 добу культивування, пізніше та з однаковою швидкістю у *C. ovata* “Hobbit” та *H. salicornioides* за обох варіантів досліду. Водночас у *K. blossfeldiana* ризогенез був відсутнім до завершення експерименту (табл. 2). Показники ефективності ризогенезу були значно нижчими ніж ефективність гомогенезу у *C. ovata* “Hobbit” та *H. Salicornioides* та майже однаковими у *S. truncata*.

Додавання екстракту алое підвищувало ефективність ризогенезу і особливо сильно – майже втричі у *H. salicornioides*.

Отже, стимулювальний ефект екстракту *Aloe vera* на морфогенетичні процеси *in vitro* проявляється у досліджених видів сукулентів. Однак він до певної міри є видоспецифічним.

Екстракт *Aloe vera* у складі живильного середовища не впливає на перший етап введення в культуру *in vitro* – ефективність стерилізації листових експлантів у досліджуваних представників декоративних сукулентів

За умов культивування на регенераційному середовищі ½ МС + 3 мг/л БАП + 0,5 мг/л НОК морфогенетичний потенціал листових експлантів реа-



Таблиця 2

Вплив екстракту *Aloe vera* на прояв морфогенетичних реакцій за мікроклонального розмноження представників декоративних сукулентів

Table 2

Influence of *Aloe vera* extract on the manifestation of morphogenetic reactions microclonal propagation of the representatives of ornamental succulents

Сукулент, вид	Варіант	Калусогенез		Гемогенез		Ризогенез	
		ефективність, %	швидкість, діб	ефективність, %	швидкість, діб	ефективність, %	швидкість, діб
<i>Crassula ovata</i> "Hobbit"	PC**	100,0±1,0	5,0±1,0	100,0±1,0	42,0±2,0	23,0±1,2	49,0±2,0
	PC+Aloe vera	100,0±1,0	5,0±1,0	100,0±1,0	35,0±1,0*	56,0±2,8*	56,0±3,0*
<i>Kalanchoe blossfeldiana</i>	PC	75,0±3,7	7,0±1,0	35,0±1,7	56,0±2,0	-	-
	PC+Aloe vera	83,0±4,8*	8,0±2,0	67,0±3,4	53,0±2,0	-	-
<i>Hatiora salicornioides</i>	PC	100,0±1,0	7,0±1,0	100,0±1,0	49,0±2,0	13,0±0,6	49,0±2,0
	PC+Aloe vera	100,0±1,0	7,0±1,0	100,0±1,0	42,0±2,0*	38,0±1,9*	56,0±2,0*
<i>Schlumbergera truncata</i>	PC	100,0±1,0	7,0±1,0	90,0±1,5	56,0±2,0	85,0±4,0	28,0±1,0
	PC+Aloe vera	100,0±1,0	7,0±1,0	100,0±1,0*	48,0±1,0*	100,0±1,0*	21,0±1,0*

Примітки : 1 \*) – відмінності істотні при  $P \leq 0,05$ ;

2 \*\*) – PC регенераційне середовище – 1/2 MS + 3,0 БАП мг/л + 0,5 мг/л НОК

Notes: 1 \*) – the differences are significant at  $P \leq 0,05$ ;

2 \*\*) – RM regeneration medium – 1/2 MS + 3.0 BAP mg / l + 0.5 mg / l NAA



лізується шляхом розвитку процесів калусогенезу протягом 1-го тижня культивування та інтенсивного адвентивного гомогенезу через 6–8 тижнів культивування. Інтенсивний ризогенез показаний тільки для листових експлантів *S. truncata*.

Ефективність утворення мериклонів – основного етапу мікроклонального розмноження рослин – максимальна у представників *C. ovata* “Hobbit” та *H. salicornioides*, мінімальна – у *K. blossfeldiana*. Екстракт *Aloe vera* у складі живильного середовища стимулює ефективність і на 7–8 діб прискорює швидкість цього процесу та в 1,3–2,3 рази збільшує кількість мериклонів на одному експланті.

Екстракт *Aloe vera* у складі живильного середовища для мікроклонального розмноження декоративних сукулентів проявляє стимулювальний ефект і може бути запропонований як ефективний біостимулятор для збільшення коефіцієнту розмноження досліджуваних культур.

### О.А. Авксентьева

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина,  
пл. Свободы, 4, Харьков, 61022, Украина,  
e-mail: avksentyeva@karazin.ua

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКСТРАКТА *ALOE VERA* НА МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ПРИ МИКРОКЛОНАЛЬНОМ РАЗМНОЖЕНИИ ДЕКОРАТИВНЫХ СУККУЛЕНТОВ

### Реферат

**Цель.** Целью работы было выяснить влияние экстракта *Aloe vera* на эффективность введения в культуру *in vitro* и морфогенетические реакции в условиях микроклонального размножения представителей декоративных сукулентов. **Методы.** В работе использовали стандартные биотехнологические методы микроклонального размножения путем индукции адвентивного гомогенеза. Исходный материал отбирали у растений-доноров декоративных сукулентов – *Crassula ovata* “Hobbit” (Mill), *Kalanchoe blossfeldiana* (Poelln.), *Natiora salicornioides* и *Schlumbergera truncata*. В качестве эксплантов использовали высадки зрелых листьев, которые после поверхностной поэтапной стерилизации культивировали на регенерационной среде Мура-сиге-Скуга (МС) с добавлением синтетических регуляторов роста – 6-бензиламинопурина (БАП) цитокининового типа действия и  $\alpha$ -нафтилуксусной кислоты (НОК) ауксинового действия. В контрольном варианте регенерационная среда (РС) по составу содержала половинный набор макро- и микроэлементов и синтетические фитогормоны – 1/2 МС + 3,0 мг/л БАП + 0,5 мг/л НОК, а в опытном варианте в питательную среду вносили экстракт *Aloe vera* в соотношении 1:100. Исследовали эффективность стерилизации и образования мериклонов при введении в культуру *in vitro*, скорость и эффективность различных морфогенетических реакций: калусогенез, гомогенез и ризогенез. **Результаты.** В ходе проведенных исследований установлено, что экстракт *Aloe vera* в составе питательной среды не влияет на эффективность стерилизации листовых эксплантов у исследуемых представите-



лей декоративных суккулентов. Морфогенетический потенциал листовых экплантов реализуется путем развития процессов каллусогенеза течение первой недели культивирования и интенсивного адвентивного геммогенеза через 6–8 недель культивирования. Интенсивный ризогенез показан только для листовых экплантов *Schlumbergera truncata*. Экстракт *Aloe vera* в составе питательной среды стимулирует эффективность процесса геммогенеза, в 1,3–2,3 раза увеличивает количество меристематических клонов на одном экпланте и на 7–8 суток ускоряет скорость процесса. Исследуемые декоративные суккуленты различаются по эффективности микроклонального размножения – максимальные показатели у *Crassula ovata* "Hobbit" (Mill) и *Hatiora salicornioides*, минимальные – у *Kalanchoe blossfeldiana*. **Выводы.** Экстракт *Aloe vera* в составе питательной среды для микроклонального размножения декоративных суккулентов проявляет стимулирующий эффект и может быть использован как эффективный биостимулятор для увеличения коэффициента размножения исследуемых культур.

*Ключевые слова:* экстракт *Aloe vera*, декоративные суккуленты, микроклональное размножения, морфогенетические реакции.

**O.O. Avksentieva**

V. N. Karazin Kharkiv National University,  
4, sq. Freedom, Kharkiv, 61022, Ukraine,  
e-mail: avksentyeva@karazin.ua

## INVESTIGATION OF *ALOE VERA* EXTRACT EFFECT ON MORPHOGENETIC REACTIONS DURING MICROCLONAL PROPAGATION OF ORNAMENTAL SUCCULENTS

### Summary

**Aim.** The aim of the work was to elucidate the effect of *Aloe vera* extract on the efficiency of *in vitro* introduction into the culture and morphogenetic reactions under the conditions of microclonal propagation of the representatives of ornamental succulents. **Methods.** The work used standard biotechnological methods of microclonal propagation by induction of adventitious shoot formation. The source material was selected from donor plants of decorative succulents – *Crassula ovata* "Hobbit" (Mill), *Kalanchoe blossfeldiana* (Poelln.), *Hatiora salicornioides* and *Schlumbergera truncata*. As explants, die cuts of mature leaves were used, which, after surface phased sterilization, were cultivated on Murasige-Skoog (MS) regeneration medium with the addition of synthetic growth regulators, 6-benzylaminopurine (BAP) of cytokinin type of action and  $\alpha$ -naphthylacetic acid (NAA) of auxin action. In the control variant, the regeneration medium (RS) in its composition contained a half set of macro- and microelements and synthetic phytohormones –  $\frac{1}{2}$  MS + 3.0 mg/l BAP + 0.5 mg/l NAA, and in the experimental version, *Aloe vera* extract was added to the nutrient medium 1:100 ratio. The efficiency of sterilization and the formation of mericlones for introduction into culture and the speed and efficiency of various morphogenetic reactions: callus formation, shoot formation, and root formation were studied. **Results.** According to the results of the research, it was found that in the composition of the nutrient medium *Aloe vera*



extract does not affect the efficiency of sterilization of leaf explants in the studied representatives of ornamental succulents. The morphogenetic potential of leaf explants is realized through the development of callus formation process during the first week of cultivation and intensive adventitious shoot formation after 6–8 weeks of cultivation. Intensive root formation is indicated only for leaf explants *Schlumbergera truncata*. *Aloe vera* extract in the nutrient medium stimulates the efficiency of the shoot formation process, increases the number of meristematic clones on one explant by 1.3–2.3 times and accelerates the process speed by 7–8 days. The studied decorative succulents differ in the efficiency of microclonal propagation – the maximum values are for *Crassula ovata* "Hobbit" (Mill) and *Hatiora salicornioides*, the minimum are for *Kalanchoe blossfeldiana*. **Conclusions.** *Aloe vera* extract in the composition of the nutrient medium for microclonal propagation of ornamental succulents exhibits a stimulating effect and can be offered as an effective biostimulator for increasing the propagation coefficient of the studied cultures.

*Key words:* *Aloe vera* extract, ornamental succulents, microclonal propagation, morphogenetic reactions.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Авксентьєва О. О., Шулік В. В. Біотехнологія вищих рослин: культура *in vitro*. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. – 90 с.
2. Атраментова Л. А., Утевская О.М. Статистические методы в биологии: учебник. – Горловка: Ліхтар, 2008. – 248 с.
3. Дроботюк К.О., Романишина Т.О., Прокопенко В.С. Особливості застосування екстракту алое у технології культивування герпесвірусів // Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. – 2017. – Т. 19, № 82. – С. 3–7.
4. Журавлев Ю.Н., Омелько А.М. Морфогенез у растений *in vitro* // Физиология растений. – 2008. – Т. 55, № 5. – С. 643–664.
5. Иванова Н.Н., Митрофанова И.В., Митрофанова О.В. Методические основы клонального микроразмножения некоторых декоративных культур // Сборник научных трудов ГНБС. – Т. 138, 2014. – С. 57–101.
6. Ишмуратова М.М. Влияние экстрактов родиолы розовой на развитие эксплантов родиолы розовой и ирмельской в культуре *in vitro* // Биотехнология. – 2002. № 6. – С. 52–56.
7. Кушнір Г.П., Сарнацька В.В. Мікроклональне розмноження рослин. Теорія і практика. – К.: Наук. думка, 2005. – 270 с.
8. Наниева Л.Б. Получение и цитологический анализ каллусной культуры отитков *in vitro* // Аграрный вест. Урала. – 2013. – Вып. 10(116). – С. 15–17.
9. Патент России 1680021. Питательная среда для микроклонального размножения косточковых культур / Фардзинова И.М.; №2045891 заявл. 06.08.1992; опубл. 20.10.1995. Бюл. 4.
10. Шумихин С.А. Оптимизация питательной среды при микроклональном размножении георгины культурной // Вестник Пермского университета. Серия биология. – 2005. – Вып. 5. – С. 59–63.
11. Ahmed S. K., Hammam K.A., Amer A A. Effect of biofertilization and some plant extracts on the growth, yield and chemical constituents of basil plants // Journal Plant Production Mansoura Univ. – 2014. – № 5. – P. 23–31.



12. Fadia El Sherif. Aloe vera leaf extract as a potential growth enhancer for populus trees grown under *in vitro* conditions // American Journal of Plant Biology. 2017. –Vol. 2(4). – P. 101–105.

13. Hamman H J. Composition and applications of Aloe vera leaf // Molecules. – 2008. – Vol. 13 (8). – P. 1599–616.

14. Nordqvist C. Nine health benefits and medical uses of Aloe vera // Medical News Today. – 2017. – P. 34–46.

15. Padmaja C. K., Kowsalya B., Seethalakshmi C. Efficacy of Aloe vera leaf powder as biostimulant in enhancing the growth and yield of Lady's Finger (*Abelmoschus esculentus* L.) // Research on Crops. – 2007. Vol. 8. – P. 456–461.

### References

1. Avksentieva OO, Shulik VV. Higher plant biotechnology: *in vitro* culture. – Kh.: VN Karazin KhNU, 2017. 90 p. (in Ukrainian)

2. Atramentova LA, Utevskaja OM. Statistical methods in biology: a textbook. Horlovka: Likhtar, 2008. 248 p. (in Russian)

3. Drobotiuk KO, Romanyshyna TO, Prokopenko V.S Features of application of aloe extract in the technology of cultivation of herpes viruses. Scientific Messenger LNUVMB, 2017. 19(82): -3-7 (in Ukrainian) doi:10.15421/nvlvet8201

Zhuravlev YuN, Omelko AM. Plant morphogenesis *in vitro*. Russian journal of plant physiology. 2008. 55 (5) : 643–664 (in Russian)

5. Ivanova NN, Mitrofanova IV, Mitrofanova OV. Methodological principles of clonal micropropagation of some decorative cultures. Works of the state Nikita botanical garden. 2014. 138:57-101 (in Russian)

6. Ishmuratova MM. The influence of *Rhodiola rosea* extracts on the development of explants of *Rhodiola rosea* and *Iremel* *in vitro*. Biotechnology. 2002. 6 :52–56 (in Russian).

7. Kushnir HP, Sarnatska VV. Microclonal reproduction of plants. Theory and Practice. K: Naukova dumka, 2005. 270 p. (in Ukrainian)

8. Nanieva LB. Obtaining and cytological analysis of callus culture of stone-crops *in vitro*. Agrarian Bulletin of the Urals. 2013. 10(116):15-17 (in Russian)

9. Patent Russian 1680021. Nutrient medium for microclonal propagation of stone fruits / Fardzinova IM. №2045891 decl. 06.08.1992; publ 20.10.1995. Bull. №4 (in Russian)

10. Shumihin SA. Optimization of the culture medium during microclonal propagation of cultural dahlias. Bulletin of Perm University. Biology. 2005. 5:59–63 (in Russian).

11. Ahmed SK, Hammam KA, Amer AA. Effect of biofertilization and some plant extracts on the growth, yield and chemical constituents of basil plants. Journal Plant Production Mansoura Univ. 2014. 5:23-31. doi: 10.21608/jpp.2014.53504

12. Fadia El Sherif Aloe vera leaf extract as a potential growth enhancer for populus trees grown under *in vitro* conditions. American Journal of Plant Biology. 2017. 2(4):101-105. doi: 10.11648/j.ajpb.20170203.13

13. Hamman HJ. Composition and applications of Aloe vera leaf. Gel. Molecules. 2008. 13 (8):1599-616. doi: 10.3390 / molecules13081599



14. Nordqvist C. Nine health benefits and medical uses of Aloe vera. *Medical News Today*. 2017: 34-46.
15. Padmaja CK, Kowsalya B, Seethalakshmi C. Efficacy of Aloe vera leaf powder as biostimulant in enhancing the growth and yield of Lady's Finger (*Abelmoschus esculentus* L.). *Research on Crops*. 2007. (8): 456-461.

Стаття надійшла до редакції 21.10.2019 р.

