

УДК 582.573.47:581.46:581.47:581.48+581.522.4

М. Гайдаржи, д-р біол. наук
Ботанічний сад ім. акад. О.В. Фоміна, "Навчально-науковий центр Інститут біології та медицини",
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

РЕПРОДУКТИВНА БІОЛОГІЯ РОСЛИН РОДИНИ *ALOACEAE* В УМОВАХ ОРАНЖЕРЕЙНОЇ КУЛЬТУРИ

Представлено результати дослідження репродуктивної біології сукулентних рослин родини *Aloaceae* в умовах інтродукції. Представники родини є складовою частиною колекції сукулентних рослин ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна, в якій утримуються понад 190 видів, різновидів та гібридів рослин з трьох родів: *Aloe* Linne, що нараховує 86 таксонів, *Haworthia* Duval – 74, *Gasteria* Duval – 23 таксони. Окрім цього, представлено мікродові гібриди – *xGasteraloe* Guillaumin (*Gasteria* *x* *Aloe*), *xGasterhaworthia* Guillaumin (*Gasteria* *x* *Haworthia*), *xAstroworthia* G.D Rowley (*Astroloba* *x* *Haworthia*). Більшість видів рослин включені до міжнародних червоних списків. У процесі формування цієї частини колекції досліджено морфологію квіток, суцвіть і насіння; проведено фенологічні спостереження за цвітінням та плодоношенням; розроблено методи вегетативного та насіннєвого розмноження представників родини. Фенологічні спостереження показали, що основний термін цвітіння весняно-літній період, але для *Aloe* в умовах оранжерей характерні ще два піки (серпень, грудень). Встановлено, що крім простої або складної китиці в основній більшості видів, для *Aloe* *haworthioides* характерне суцвіття колос; форма оцвіттини трубчаста або циліндрична, притаманна для переважної більшості видів і виконує, на нашу думку, захисну функцію. Цвітіння однієї квітки проходить у три етапи, що передбачає ефект самозапилення, який характерний в умовах культури тільки для окремих видів *Aloe*, а життєздатність пилку тісно пов'язана з температурою оточуючого середовища. Свіжозібране насіння, отримане при самозапиленні або перехресному запиленні, має достатньо велику схожість, але при збереженні будь-яким способом через три місяці схожість збільшується. Запропоновано метод збільшення життєздатності насіння рослин родини *Aloaceae* у 2,5–3 рази та розроблено метод вегетативного розмноження представників родів *Haworthia* і *Gasteria* листковими живцями.

Ключові слова: родина *Aloaceae*, суцвіття, квітка, насіння, насіннєве та вегетативне розмноження.

Вступ. Репродуктивна біологія є науковою проблемою, що включає всебічне дослідження процесу репродукції та взаємопов'язаних з ним етапів онтогенезу: органогенез квітки, цвітіння, запилення, запліднення, ембріогенез, визрівання насіння, дисемінація. До репродуктивної біології приєднують також питання вегетативного розмноження рослин, в тому числі і в культурі *in vitro* [14, 22].

Проблеми вивчення особливостей репродуктивної біології рослин в умовах *ex situ* завжди стоять перед інтродукторами. Особливо актуальними ці проблеми є в сучасному світі, коли питання збереження фіторізноманіття є головними для збереження життя на планеті в цілому.

В умовах захищеного ґрунту вивчення різних аспектів репродукції тропічних та субтропічних рослин завжди було необхідним адже відтворення та розмноження рідкісних рослин насіннєвим чи вегетативним способами є запорука збереження та розширення колекції, збереження раритетних та ендемічних видів тощо.

Питанням вивчення особливостей репродуктивної біології рослин в умовах *ex situ* присвячена значна кількість робіт [16, 21, 24, 33, 34]. Здебільшого вони стосуються рослин відкритого ґрунту та тієї частини проблеми репродукції, що пов'язана з питаннями отримання повноцінного насіння рослин-інтродуцентів. Так цитуючи подібні роботи тільки співробітників Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна, можна згадати монографічні роботи з роду магнолія [17], рододендрон [15], роду кизильник [13], роду таволга [4]. Значно менше наукових досліджень з репродуктивної біології тропічних та субтропічних рослин. З питань репродукції рослин тропікогенних флор необхідно процитувати роботи наукових співробітників національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України [6, 21, 22].

У більшості в колекціях тропічних та субтропічних рослин вирощуються, або поодинокі деревні рослини, що знаходяться в цих колекціях багато десятків років, або трав'янисті рослини, що легко розмножуються вегетативно. Крім цього донедавна між ботанічними садами світу існувала система "Списків насіння...", яка надавала можливість за рахунок обміну отримати значну кількість насіння або живців рослин, які цікавили співробітників ботанічного саду. На сьогодні ця система обміну

рослинами між ботанічними садами значно скоротилася. Особливо це стосується насіння або живців тропічних та субтропічних рослин. Причин тут декілька і в першу чергу економічна, адже пересилка відправлень коштує достатньо дорого. На менш важливу причину, на погляд автора, є існуючі міжнародні списки рідкісних та зникаючі видів рослин та цілий ряд міжнародних документів, що лімітують збір та вивіз рослин за межі їх ареалів. З одного боку, це є позитивним моментом для збереження популяцій зникаючих рослин. Але тут виникає деяке протиріччя. Адже для збору та вивезення рослин за межі їх ареалів необхідно отримати дозволи численних комісій, але в "Глобальній стратегії..." при цьому відмічене, що до 2020 року бажано зберігати в ботанічних садах не менше 75 % рідкісних видів рослин світу [29].

З цього випливає тільки те, що той об'єм рослинного матеріалу, особливо рослин тропіків та субтропіків, що був накопичений в ботанічних садах України необхідно зберегти, якомога повніше і для цього є необхідність активно вивчати репродуктивну біологію інтродукованих видів, розмножувати їх та досліджувати їх властивості, в першу чергу лікарські та декоративні.

Еколого-морфологічна група сукуленти нараховує за сучасними даними близько 10 000 видів, що відносяться до 60–65 родин [27]. У межах більшості родин часто представлені сукуленти з різним набором ксероморфних ознак. Зрозуміло, що репродуктивна біологія рослин різної систематичної приналежності, які мають різний набір ксероморфних ознак, різнитися між собою.

У процесі формування колекції сукулентів в Ботанічному саду часто виникали питання пов'язані з агротехнікою та репродуктивними особливостями окремих видів рослин. На основі спостережень за ростом та розвитком рослин, порівняння, по можливості, літературних даних з еколого-кліматичними факторами в природних умовах з умовами в оранжереях розроблялась агротехніка, приходило розуміння особливостей та методів їх розмноження в умовах інтродукції.

Метою даної статті є системний аналіз репродуктивної біології представників родини *Aloaceae* в умовах інтродукції.

Матеріали та методи. В межах колекції сукулентних рослин Ботанічному саду ім. акад. О.В. Фоміна ро-

дина *Aloaceae* представлена понад 190 видами, різновидами та гібридами, з яких рід *Aloe* Linne нараховує 86 видів та гібридів, рід *Haworthia* Duval – 74 види та різновидів, *Gasteria* Duval – 23 види та різновидів. Крім цього представлені міжродові гібриди – *xGasteraloe* Guillaumin (*Gasteria* *x* *Aloe*), *xGasterhaworthia* Guillaumin (*Gasteria* *x* *Haworthia*), *xAstroworthia* G.D Rowley (*Astroloba* *Uitewaali* *x* *Haworthia*) [19]. Ботанічні назви рослин уточнювали за [23, 26, 28, 31, 32].

Більшість рослин роду *Aloe* з колекції Ботанічного саду внесені до червоного списку МСОП та CITES, близько 56% видів та різновидів роду *Haworthia* включені до Червоного списку рослин Південної Африки [25, 30, 35].

Рослини вирощені з насіння або стеблових живців. Більшість рослин введено в колекцію сукулентів в 60-х – 90-х роках XX ст. [6].

При характеристиці суцвіть, квіток та насіння використовували [1, 2, 20]. Схеми вегетативного розмноження *Haworthia* та *Gasteria* та вивчення схожості насіння розроблено нами самостійно [7].

Результати та їх обговорення. Рослини родини *Aloaceae* поширені у аридних, напіваридних та іноді семиаридних районах Африканського континенту та Мадагаскару, що характеризуються більш менш тривалими посушливими періодами [3, 18, 26]. Якщо рослини родів *Haworthia* та *Gasteria* є ендеміками Південної Африки, то рослини роду *Aloe* поширені в Південній та Східній Африці, південній частині Аравійського півострова, о. Сокотра та на Мадагаскарі. У природних умовах рослини роду *Aloe* представлені деревами, кущами, кущиками та трав'янистими, *Haworthia* та *Gasteria* – кущиками та трав'янистими життєвими формами [7]. Усі характерні для родини життєві форми представлені в колекції [8, 12].

Суцвіття та квітки. Рослини цієї родини в колекції Ботанічного саду характеризуються боковими, брактеозними, відкритими суцвіттями-китицями, які можуть бути як простими так і складними. Для представників роду *Aloe* характерні як багатоквіткові, густі китиці з кількістю квіток до 200 (*A.arborescens*), так і малоквіткові китиці з кількістю квіток 6–20 (*A.descoingsii*). Для представників родів *Gasteria* та *Haworthia* в більшості характерні рідкі китиці, у багатьох видів вони малоквіткові. Єдиним виключенням нами було відмічене суцвіття-колос, що характерне для *Aloe haworthioides* Baker [10]. Для рослин, що формують наземні розетки листків або розетки з редукованим до 10–20 см заввишки стеблом, характерні суцвіття, висота яких у 3–7 разів перевищує висоту розетки в той час як рослини, що мають більш менш високе стебло мають невисокі суцвіття. Зауважимо, що подібні особливості мають і представники родини *Agavaceae* [11].

Квітки, як і у значної кількості однодольних рослин розташовані на більш-менш довгих квітконіжках в основі яких знаходяться білі або зеленкуваті видовжені або широкотрикутні приквітки, що прикривають бутони на перших етапах розвитку. У *Aloe* та *Gasteria* квітконіжки рухомі. Їх положення в просторі змінюється протягом бутонізації, цвітіння квітки та визрівання плодів [7, 9].

Оцвітина, частіше різних відтінків червоного або рожевого кольору, рідше жовта, дихотична, частіше зигморфна, трубчаста до яйцеподібної або циліндрична, зрослопелюсткова або різного ступеня роздільнопелюсткова. Для представників родів *Gasteria* та *Haworthia* виключень немає, а для окремих трав'янистих видів *Aloe* (*A. bellatula* Reynolds, *A. albiflora* Guillaumin) характерні конусоподібні оцвітини.

Органогенез квітки. Пелюстки оцвітини розташовані у двох колах, зовнішні вузькі і загострені, внутрішні більш широкі і тупозагострені, деякі види мають зовнішні пелюстки коротші за внутрішні. Пелюстки можуть бути зрослими на 2/3 (*A.saponaria* (Aiton) Haworth) або 1/3 (*A.bakeri*

Scott-Elliot). Такі види, як *A.arborescens* Millertta *A.lutescens* Groenewald мають роздільнопелюсткові оцвітини, а *A.jacksonii* Reynolds *A.ciliaris* Haworth – зрослопелюсткові оцвітини. Тичинки прикріплені основою, підматочкові, також у двох колах, у *Aloe* можуть досягати довжини трубки оцвітини, а у *Gasteria* та *Haworthia* – частіше досягають 2/3 довжини трубки оцвітини. Зав'язь верхівкова, циліндрична. Зеленого або жовто-зеленого кольору. Складається з трьох плодолистків, що також характерно для більшості представників родини.

В цілому цвітіння однієї квітки складається з декількох етапів:

чоловічий, починається з моменту відкриття квітки і характеризується ростом тичинкових ниток і розкриттям пиляків;

двостатевий етап, коли пиляки ще розкриті, а маточка вже почала збільшуватися в довжину і приймочка готова вже до прийняття пилку;

жіночий-характеризується зигзагоподібним рухом тичинкових ниток в зворотному напрямку, відсутністю пилку в пиляках та ще збільшенням довжини маточки, яка залишається на рівні оцвітини або вивиснується над нею на 1–3 мм.

Двостатевий етап цвітіння квіток передбачає наявність самозапилення у представників родини. Наприклад, у *A.puinosa* Reynolds при самозапиленні вона становить $25 \pm 11,26\%$, а при перехресному запиленні – $50,2 \pm 12,6\%$ [6, 8]. Слід зауважити, що помірною насінневою продуктивністю *Aloe* тісно пов'язана з життєздатністю пилку, яка в свою чергу пов'язана з температурою в умовах оранжерей. Нами встановлено, що при температурах в оранжерей у нижче 15°C життєздатність пилку наближується до 0. У цілому нами встановлено, що самозапилення в умовах нашої оранжерейної культури характерно крім *A.puinosa*, для *A.macrocampa* Todaro, *A.lineata* (Aiton) Haworth, *A.tornicrophitii* Pole-Evans. Для *Haworthia* самозапилення не характерно. Досить часто можна побачити плоди у гібридні особини роду *Gasteria*, для видових рослин самозапилення в оранжерейних умовах не відмічене.

Цвітіння. Фенологічні спостереження за цвітінням представників родини показали, що чим швидше проходить ріст рослини в прегенеративному періоді та чим менше лінійний розмір рослин даного виду, тим швидше наступає генеративний період (хоча зрозуміло є і виключення з цього спостереження). Представники роду *Haworthia* збільшого починають цвісти на 2-3 рік, коли вже сформована материнська розетка і формування дорослої життєвої форми (материнська+дочірні розетки) та цвітіння материнської розетки проходять паралельно. У представників роду *Gasteria* прегенеративний розвиток значно довший. Залежно від виду він триває 5 і більше років, але так само, як і для представників попереднього роду цвітіння та формування дорослої життєвої форми проходить паралельно. Рослини роду *Aloe* за швидкістю росту можна умовно розділити на декілька груп. Рослини, що за швидкістю росту подібні до *Haworthia*. Це трав'янисті види: *A. haworthioides*, *A. bellatula*, *A. albiflora*. Ще одна група швидкозростаючих рослин – *A. arborescens*, *A. dawei* A. Berger, *A. ciliaris* – ростуть швидко, але вступають в генеративний період у віці не менше 6–9 років. Помірнозростаючі види (*A. humilis* (Linne) Miller, *A. lutescens*, *A. macrocarpa* та інші), їх більшість в колекції, вступають у генеративний період у віці 4–6 років, а рослини, що ростуть повільно (*A. africana* Miller, *A. ferox* Miller) – у віці 15 і більше років. Зауважимо, що суцвіття у представників роду *Aloe* в умовах інтродукції менші за кількістю квіток ніж у природних умовах.

У цілому цвітіння представників роду *Aloe* відмічено у майже 60%, *Haworthia* – 95%, *Gasteria* – 84% видів колекції. Для представників останніх двох родів характерно

ремонтантне цвітіння, що відбувається переважно впродовж травня-вересня. Цвітіння рослин роду *Aloe* відбувається частіше одноразово, але впродовж року є декілька

піків цвітіння. Основна більшість видів починає цвітіння у травні, на початку періоду активного росту (рис. 1).

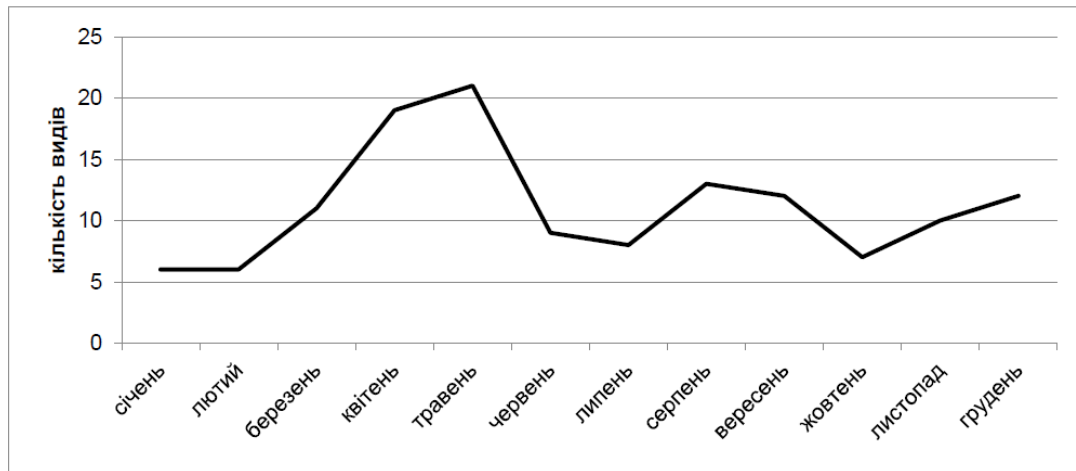


Рис. 1. Цвітіння представників роду *Aloe* L. колекції сукулентних рослин Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна

Насіння. Збереження схожості насіння. Розкривання квіток та визрівання плодів у рослин родин відбувається в акропетальній послідовності. Плоди у представників всіх трьох родів – синкарпні коробочки, що складаються з трьох плодолистків і при дозріванні розтріскуються по швах [2,7]. За формою коробочки циліндричні до яйцеподібних. Найменші за розмірами коробочки у *Haworthia* – близько 10 мм, у *Gasteria* – до 25 мм, а у *Aloe* від 5 до 40 мм завдовжки. Насінини у *Aloaceae* гемітропні з ендоспермом, чорні, блискучі. Їхні розміри коливаються від 1.9х1.4 до 6.1х4.0 мм. Особлива різноманітність за розмірами як насінин, так і арилусів спостерігається у *Aloe*. Всі досліджувані види мають тонкий арилус з більшими або меншими крилами від білого до різних відтінків коричневого кольору. Арилус у *Gasteria* виключно чорного кольору, *Haworthia* – світло коричневого до майже білого кольору.

Як і більшість рослин тропічної флори, насіння *Aloaceae* відносяться до мікробіотиків, що зберігають схожість впродовж 2-3 років [5]. Схожість свіжозібраного насіння складає 60–80% залежно від виду. Через три місяці схожість насіння збільшується до 80-90%. При збереженні насіння в лабораторних умовах при температурі 18–20°C схожість різко знижується вже після 12 місяців збереження, при 30 місяцях збереження схожість знижується до 0 при зберіганні в паперових пакетах і до 10–12% при зберіганні в герметично закритих емкостях. Як приклад наводимо графіки зміни схожості насіння *A. Grandidentata* Salm-Dyck (рис. 2).

Для підвищення термінів збереження схожості насіння *Aloe* було запропоновано зберігання насіння в умовах пониженої температур (4–6°C) в контейнері без доступу повітря. Це дозволило збільшити термін схожості насіння більше ніж у 2.5–3 рази.

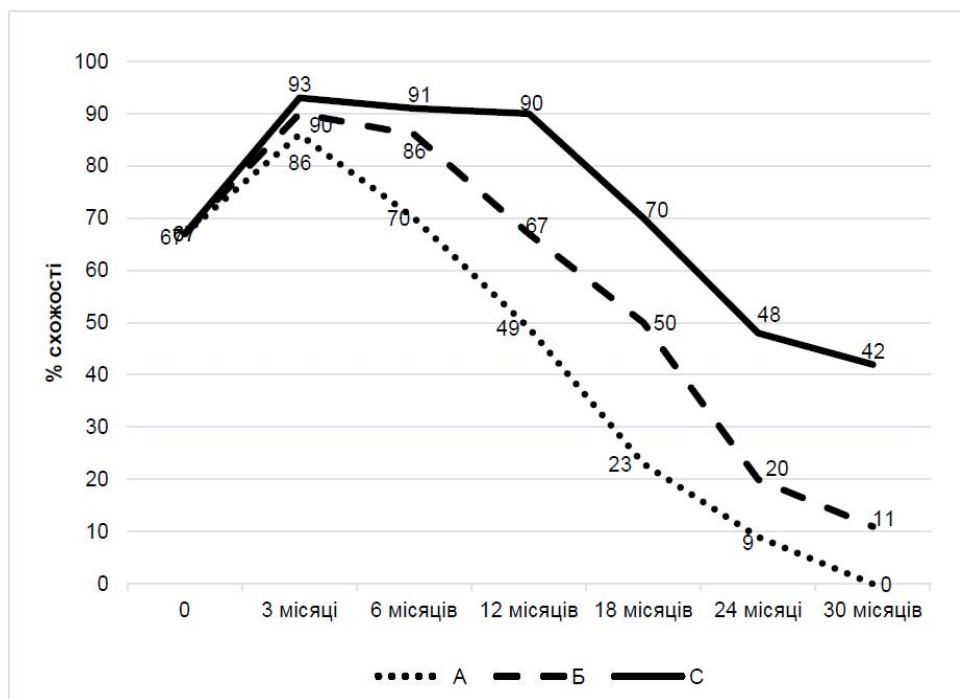


Рис. 2. Схожість насіння *Aloe grandidentata* за різних умов зберігання (А – паперові пакети в лабораторних умовах; Б – лабораторні умови в закритих контейнерах; В – закриті контейнери при понижених температурах)

Вегетативне розмноження. У багатьох випадках вегетативний тип розмноження переважає над насіннєвим. Так в оранжерейній культурі більшість представників родів *Haworthia* та *Gasteria* розмножують стебловими живцями внаслідок здатності рослин утворювати більш-менш великі клони. Особливо це характерно для *Haworthia*. Ми розробили метод розмноження рослин цих

двох родів листовими живцями [7]. Як показали наші дослідження найбільша кількість молодих рослин утворюється у представників роду *Gasteria* при висоті живця від 4 см і вище. Таким чином, з одного листка (у деяких видів його довжина становить близько 30 см) можна отримати значну кількість молодих рослин (табл).

Таблиця. Розмноження рослин роду *Gasteria* листовими живцями (на прикладі *G. carinata* (Miller) Duval)

Висота живця, см	Відсоток вкорінення живців, %	Кількість молодих рослин на 1 живець, шт
1	51.7	1.9±0.6
2	63.7	2.3±0.5
3	88.4	2.9±1.1
4	96.3	4.4±0.9
5	98.0	3.5±1.2
6	97.6	3.6±0.9
7	98.1	3.5±0.9
8	98.5	3.5±1.3
9	97.2	3.4±1.1
10	97.0	3.6±1.2

Представники роду *Haworthia*, а також можуть бути розмножені листовими живцями. За виключенням таких видів як *Haworthia coarctata* Haworth, *H. reinwardtii* (Salm-Dyck) Haworth, *H. viscosa* (Linne) Haworth та деякі інші, що мають довжину листків 2-3 см та формують стебло до 30 см завдовжки. Види *Haworthia*, що формують розетки розмножуються листовими живцями, при цьому відсоток вкорінення листків коливається від 35 до 90 % залежно від виду та термінів вкорінення. Слід зауважити, що для представників обох родів має значення ярусність листків, що вкорінюють [7, 9].

Отже результати наших досліджень можна розділити таким чином. Пристосування репродуктивної сфери рослин родини *Aloaceae* до виживання у аридних умовах Південної Африки та Мадагаскару, які ми спостерігаємо в умовах інтродукції: високі квітконоси та достатньо яскраві квіти, прикриття бутонів на ранніх стадіях розвитку за допомогою приквіткових, трубчасту або циліндричну оцвітину характерну для більшості видів, що захищає андроцей та гінецей від впливу високих температур, а також рухому квітконіжку у *Aloe* та *Gasteria*, як пристосування для перехресного запилення та розсіювання насіння. Цвітіння однієї квіткої проходить в декілька етапів, що передбачає як перехресне запилення так і самозапилення. Спостереження за цвітінням рослин в оранжерейі показало, що в окремих видів *Aloe* самозапилення відбувається в умовах культури, але при цьому насіннєва продуктивність невисока, в той час як при перехресному запиленні при тих же умовах насіннєва продуктивність може бути вдвічі вищою. Інші особливості репродуктивної біології *Aloaceae* ймовірно пов'язані з температурою, вологістю та рівнем освітленості в умовах оранжерей: відсутність регулярного цвітіння окремих видів, суттєве зниження життєздатності пилку при понижених температурах під час цвітіння, можливість розмноження листками (*Haworthia*) або відрізками листків (*Gasteria*).

Більша частина рослин колекції цвіте щорічно. Для представників родів *Gasteria* та *Haworthia*, характерне ремонтантне цвітіння впродовж весняно-літнього періоду. Для рослин роду *Aloe* основне цвітіння характерне у травні, але два невеликих піки цвітіння наявні у серпні-вересні та грудні. Можна передбачити, що початок бутонізації в умовах оранжерейної культури спостерігається в період, коли світловий день починає збільшуватися (квітень-травень) або зменшуватися (серпень-вересень), а температурний фактор достатньо високий (від 26–30°C і вище), що наближається до таких в місцях природного зростання цих рослин. З високими температурами на

батьківщині рослин родини *Aloaceae* пов'язані також і невисокі показники життєздатності пилку при температурах нижче 15°C. Рослини, що цвітуть в зимовий період зав'язують насіння тільки коли температурні показники перевищують відмітку 15–17°C, але і при цьому їх насіннєва продуктивність залишається низькою.

Нами виявлена приналежність представників родини *Aloaceae* до мікробіотиків – рослин, що втрачають схожість впродовж одного – максимум трьох років. Такі особливості характерні для більшості тропічних та пустельних рослин [5]. Збереження насіння при понижених температурах в закритих ємностях дозволило збільшити термін схожості насіння та рекомендувати цей метод насіннєвим лабораторіям ботанічних садів, а розробка методів вегетативного розмноження рослин листовими живцями або відрізками листків дозволяє отримати більшу кількість рослинного матеріалу чим при розмноженні цих рослин стебловими живцями.

Таким чином, нами підведений підсумок багаторічних досліджень репродуктивної біології рослин родини *Aloaceae* в умовах оранжерейної культури: здійснений системний опис морфології квіток, суцвіть та насіння, проаналізована фенологія цвітіння та плодоношення рослин родини *Aloaceae* з колекції Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна, яка нараховує понад 190 видів, різновидів та гібридів з шести родів, що необхідно для розуміння механізмів пристосування рослин до умов зростання їх в природі та збереження за умов інтродукції. Розроблені методи вегетативного та насіннєвого розмноження представників родини для збереження їхнього розмаїття в колекції та для обміну з іншими ботанічними установами.

Список використаних джерел:

1. Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений (Соцветие) / З.Т. Артюшенко, Ал.А. Федоров. – Л.: Наука, 1979. – 293 с.
2. Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений (Плод) / З.Т. Артюшенко, Ал.А. Федоров. – Л.: Наука, 1986. – 392 с.
3. Пустыни / А.Г. Бабаев, И.С. Зонн, Н.Н. Дроздов и др. – М.: Мысль, 1986. – 318 с.
4. Бонюк З.Г. Таволги (*Spiraea* L.): монографія / З.Г. Бонюк. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2008. – 248 с.
5. Справочник по морфологии плодов и биологии прорастания семян пустынных растений Центральной Азии / А.А. Бутник, К.Н. Тодерич, Т.Е. Матюнина и др. – Ташкент: Yangi Nashr, 2016. – 322 с.
6. Буюн Л.И. Тропичні орхідні (*Orchidaceae* Juss.): репродуктивна біологія та структурно-функціональні адаптації за умов збереження *ex situ* / автореф. ... д-ра біол. наук / Л.И. Буюн. – Київ, 2011 – 46 с.

7. Гайдаржи М.М. Алое, Гастерія, Гавортія: інтродукція, біологія, екологія / М.М. Гайдаржи. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2003. – 174 с.
8. Гайдаржи М.М. Соматичні зміни у сукулентних рослин родини Асфоделові в онтогенезі та філогенезі / М.М. Гайдаржи // Вісн. львів. ун-ту. Серія біологічна, 2003. – Вип. 36. – С. 101–107.
9. Гайдаржи М.М. Репродуктивна стратегія сукулентних рослин родини Асфоделові (Asphodelaceae) / М.М. Гайдаржи // Інтродукція рослин, 2004. – № 4. – С. 28–34.
10. Гайдаржи М.Н. Соцетия сукулентных растений семейства Асфоделовых / М.Н. Гайдаржи // Ботанический журн., 2005. – Т. 90, 2. – С. 233–243.
11. Гайдаржи М. Нікітіна В. Генеративний період рослин роду Agave / М. Гайдаржи // Вісн. Київ. ун-ту імені Тараса Шевченка. Інтродукція та збереження рослинного різноманіття, 2007. – Вип. 12. – С. 10–13.
12. Гайдаржи М.М. Життєві форми і онтоморфогенезу сукулентних рослин: автореф. ... д-ра біол. наук / М.М. Гайдаржи. – Київ, 2009. – 40 с.
13. Гревцова А.Т. Кизильники в Україні: монографія / А.Т. Гревцова, Н.А. Казанская. – К.: изд. Нива, 1997. – 192 с.
14. Биоморфология растений: иллюстрир. словарь / П.Ю. Жмылев, Ю.Е. Алексеев, Е.А. Карпухина, С.А. Баландин. – М., 2005. – 256 с.
15. Зарубенко А.У. Культура рододендронів в Україні: монографія / А.У. Зарубенко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2006. – 175 с.
16. Коршук Т.П., Палагача Р.М. Магнолії (*Magnolia L.*): монографія / Т.П. Коршук, Р.М. Палагача. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2007. – 207 с.
17. Мадагаскар. / пер. с англ. М.А. Аршиновой; отв. ред. В.Е. Соколов. – М.: Прогресс, 1990. – 280 с.
18. Каталог тропічних і субтропічних рослин захищеного ґрунту / В.В. Нікітіна, К.М. Баглай, М.М. Гайдаржи та ін. // Природно-заповідні території України. Рослинний світ. Ботанічний сад ім. акад. О.В. Фомина, 2007. – Вип. 7. – С. 131–266.
19. Федоров Ал.А. Атлас по описательной морфологии высших растений (Цветок) / Ал.А. Федоров, З.Т. Артюшенко. – Л.: Наука, 1975. – 358 с.
20. Харченко И.И. Особенности семенного размножения камелии японской (*Camellia japonica L.*) / И.И. Харченко // Інтродукція рослин, 2000. – № 1. – С. 133–134.
21. Черевченко Т.М. Биотехнология тропических и субтропических растений *in vitro* / Т.М. Черевченко, А.Н. Лаврентьева, Р.В. Иванников. – К.: Наук. думка, 2008. – 558 с.
22. Bayer B. *Haworthiarsa revisited: A revision of genus* / B. Bayer. – Pretoria, 1999. – 250 p.
23. Checklist of Cites species. – UNEP world conservation Monitoring Centre. Cites Secretariat. – Geneva, 2017.
24. Court D. Succulent Flora of Southern Africa / D. Court – Rotterdam: Brookfield, 2000. – 300 p.
25. Illustrated Handbook of Succulent Plants: Monocotyledons / Ed. by U. Eggli. – Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2001. – 254.
26. Jaarsveld van E.J. Gasterias of South Africa. South Africa / Van E.J. Jaarsveld. – Ferwood Press, 1995. – 96 p.
27. Global Strategy for Plant Conservation. <http://biodiv.org/programmes/cross-cutting/plant/default.asp>
28. Red List of South African Plants / D. Raimondo et al. – Pretoria: Strelitzia, 2009. – 668 p.
29. Reynolds G.W. The Aloes of South Africa / G.W. Reynolds. – Johannesburg: Aloes book Fund, 1950. – 520 p.
30. Reynolds G.W. The Aloes of tropical Africa and Madagascar / Reynolds G.W. – Mbabane (Swasilend): Aloes book Fund, 1966. – 548 p.
31. The IUCN Red List of Threatened Species. 2014. <http://www.iucnredlist.org>.
32. Artyushenko Z.T., Fedorov Al. A. Atlas po opisatelnoy morfologii vysshih rasteniy (Sotsvetie). – L.: Nauka, 1979. – 293s.
33. Artyushenko Z.T., Fedorov Al. A. Atlas po opisatelnoy morfologii vysshih rasteniy (Plod). – L.: Nauka, 1986. – 392 s.
34. Babaev A.G., Zonn I.S., Drozdov N.N. i dr. Pustyni. – M.: Myisl, 1986. – 318s.
35. Boniuk Z.H. Tavalhy (SpiraeaL.): monohrafiia. Kyiv: Vydavnyche-polihrafichnyi tsentr "Kyivskiy universytet", 2008. 248s.
36. Butnik A.A., Toderich K.N., Matyunina T.E. i dr. Spravochnik po morfologii plodov i biologii prorstaniya semyan pustynnykh rasteniy Tsentralnoy Azii. Tashkent: YangiNashr, 2016. – 322s.
37. Buiun L.I. Tropichni orkhidni (OrchidaceaeJuss.): reproduktivna biolohiia ta strukturno-funktsionalni adaptatsii za umov zberezhennia eksitu. Avtoref.... Doktora biolohichnykh nauk, Kyiv, 2011 – 46s.
38. Haidarzhly M.M. Aloe, Hasteriia, Havortiiia: introduksiia, biolohiia, ekolohiia. – Kyiv: VPTs Kyivskiy universytet, 2003.-174s. 8.
39. Haidarzhly M.M. Somatychni zminy u sukulentnykh roslyn rodyny Asfodelovi v ontogenezi ta filogenezi// Visnyk Iyvskoho universytetu. Seria biolohichna. – 2003. – Vyp.36. – S.101-107.
40. Haidarzhly M.M. Reproduktyvna stratehiia sukulentnykh roslyn rodyny Asfodelovi (Asphodelaceae)// Introduksiia roslyn. – 2004. – № 4. – S.28-34.
41. Gaydarzhi M.N. Cotsvetiya sukulentnykh rasteniy semeystva Asfodelovykh // Botanicheskiy zhurnal. – 2005. – T.90, 2. – S. 233-243.
42. Haidarzhly M. Nikitina V. Henerativnyi period roslyn rodu Agave // Visnyk Kyivskoho universytetu imeni tarasa Shevchenka. Introduksiia ta zberezhennia roslynnoho riznomanittia. 2007. – Vyp.12. – S.10-13.
43. Haidarzhly Zhyttievi formy i ontomorfogenezsukulentnykh roslyn. Avtoref... doktora biolohichnykh nauk, Kyiv, 2009. – 40 s.
44. Grevtsova A.T., Kazanskaya N.A. Kizilniki v Ukraine: monografiya. Kiev: izd. Niva, 1997. 192 s.
45. Zhmylev P.Yu., Alekseev Yu.E., Karpuhina E.A., Balandin S.A. Bi-omorfologiya rasteniy: illyustirovannyi slovar.M., 2005. – 256s.
46. Zarubenko A.U. Kultura rododendroniv v Ukraini: monografiya. Kyiv: Vydavnyche-polihrafichnyi tsentr "Kyivskiy universytet", 2006.175s.
47. Kirillova I.A., Kirillov D.V. Reproduktyvnaya biologiya Platanthera bifolia (L.) Rich (Orchidaceae) na severnoy granitse areala (respublika Komi) // Vesnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya. – 2017. – # 36. – S.68-88
48. Korshuk T.P., Palahecha R.M. Mahnoli (MagnoliaL.): monohrafiia. Kyiv: Vydavnyche-polihrafichnyi tsentr "Kyivskiy universytet", 2007. 207s.
49. Madagaskar. / per. s angl. M.A.Arshinovoy,otv. red. V.E.Sokolov. – M.: Progress, 1990. – 280 s.
50. Nikitina V.V.,Bahlai K.M., Haidarzhly M.M. ta in. Katalog tropichnykh i subtropichnykh roslyn zakhyschenoho gruntu // Pryrodno-zapovidni terytorii Ukrainy. Roslynniy svit. – 2007. – Vyp.7. Botanichnyi sad im.akad.O.V.Fomina. – S.131-266.
51. Fedorov Al. A.,Artyushenko Z.T. Atlas po opisatelnoy morfologii vysshih rasteniy (Tsvetok). – L.: Nauka, 1975. – 358 s.
52. Harchenko I.I. Osobennosti semennogo razmnzheniya kamelii yaponskoy(Camellia japonica L.). // Introduksiya roslin. – 2000. – #1. – S.133-134
53. Cherevchenko T.M., Lavrenteva A.N., Ivannikov R.V. Biotehnologiya tropicheskikh i subtropicheskikh rasteniy in vitro. Kiev: Naukova dumka, 2008. – 558 s.
54. Bayer B. Haworthiarsa revisited. A revision of genus. – Pretoria, 1999. – 250 p.
55. Cabahug R., Sang Yohg Nam, Ki-Byeng Lim, Jae Kyung Jeon, Yoon-Jung Hwang Propagation Techniques for Ornamental Succulents // Flower Res.J. – 2018. – 26(3). – P.90-101.
56. Checklist of Cites species. – UNEP world conservation Monitoring Centre. Cites Secretariat. – Geneva, 2017.
57. Court D. Succulent Flora of Southern Africa. Rotterdam: Brookfield, 2000. – 300 p.
58. Illustrated Handbook of Succulent Plants: Monocotyledons./Ed.by Eggli U. Berlin,Heidelberg:Springer-Verlag, 2001. – 254.
59. Jaarsveld van E.J. Gasterias of South Africa. South Africa: Ferwood Press, 1995. – 96 p.
60. Global Strategy for Plant Conservation. <http://biodiv.org/programmes/cross-cutting/plant/default.asp>
61. Red List of South African Plants/ Raimondo D. et all. – Pretoria: Strelitzia. 2009. – 668p.
62. Reynolds G.W. The Aloes of South Africa. Johannesburg: Aloes book Fund. – 1950. – 520 p.
63. Reynolds G.W. The Aloes of tropical Africa and Madagascar. / Reynolds G.W. – Mbabane (Swasilend): Aloes book Fund, 1966. – 548p.
64. Rowley G. D. Name that succulent. Keys to the families and genera of succulent plantsin cultivation / G. D. Rowley. – Cheltenham: Stanley Thornes Ltd., 1980. – 268 p.
65. Rowley G. The pollination mechanism of Adenium (Apocynaceae) / G. Rowley // The National Cact. and Succ. J. – 1980. – Vol. 35, № 1. – P. 2-5.
66. The IUCN Red List of Threatened Species. 2014. <http://www.iucnredlist.org>.

Reference (Scopus):

1. Artyushenko Z.T., Fedorov Al. A. Atlas po opisatelnoy morfologii vysshih rasteniy (Sotsvetie). – L.: Nauka, 1979. – 293s.
2. Artyushenko Z.T., Fedorov Al. A. Atlas po opisatelnoy morfologii vysshih rasteniy (Plod). – L.: Nauka, 1986. – 392 s.
3. Babaev A.G., Zonn I.S., Drozdov N.N. i dr. Pustyni. – M.: Myisl, 1986. – 318s.
4. Boniuk Z.H. Tavalhy (SpiraeaL.): monohrafiia. Kyiv: Vydavnyche-polihrafichnyi tsentr "Kyivskiy universytet", 2008. 248s.
5. Butnik A.A., Toderich K.N., Matyunina T.E. i dr. Spravochnik po morfologii plodov i biologii prorstaniya semyan pustynnykh rasteniy Tsentralnoy Azii. Tashkent: YangiNashr, 2016. – 322s.
6. Buiun L.I. Tropichni orkhidni (OrchidaceaeJuss.): reproduktivna biolohiia ta strukturno-funktsionalni adaptatsii za umov zberezhennia eksitu. Avtoref.... Doktora biolohichnykh nauk, Kyiv, 2011 – 46s.

М. Гайдаржи, д-р биол. наук
Ботанический сад им. А.В. Фомина, УНЦ "Институт биологии и медицины",
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина

РЕПРОДУКТИВНАЯ БИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА ALOACEAE В УСЛОВИЯХ ОРАНЖЕРЕЙНОЙ КУЛЬТУРЫ

Представлены результаты исследований репродуктивной биологии растений семейства Aлоасеае в условиях интродукции. Представители семейства являются составляющей частью коллекции сукулентных растений ботанического сада им. акад. А.В. Фомина, в которой содержатся более 190 видов, разновидностей и гибридов растений трех родов: Aloe Linne – 86 таксонов,

Надійшла до редколегії 07.10.19
Отримано виправлений варіант 08.11.19
Підписано до друку 08.11.19

Received in the editorial 07.10.19
Received revised version on 08.11.19
Signed in the press on 08.11.19

Haworthia Duval – 74, *Gasteria Duval* – 23 таксона. Кроме этого в коллекции представлены межродовые гибриды – *xGasteraloe Guillaumin* (*Gasteria* *x* *Aloe*), *xGasterhaworthia Guillaumin* (*Gasteria* *x* *Haworthia*), *xAstroworthia G.D Rowley* (*Astroloba* *Uitewaal* *x* *Haworthia*). Большинство растений включены в международные красные списки. В процессе формирования этой части коллекции были проведены исследования морфологии цветов, соцветий и семян; проведены фенологические наблюдения за цветением и плодоношением; разработаны методы вегетативного и семенного размножения представителей семейства. Фенологические наблюдения показали, что основные сроки цветения характерны в весенне-летние месяцы, но для *Aloe* в условиях оранжерей характерны еще два пика цветения (август, декабрь). Показано, что кроме простой и сложной кисти у большинства видов, для *Aloe haworthioides* характерно соцветие колос; форма околоцветника трубчатая или цилиндрическая, что, вероятнее всего, выполняет защитную функцию. Цветение одного цветка проходит в три этапа, что предполагает эффект самоопыления, который подтвержден в условиях культуры для некоторых видов *Aloe*, а жизнеспособность пыльцы тесно связана с температурой окружающей среды. Свежесобранные семена, полученные в результате само- или перекрестного опыления имеют достаточно высокую всхожесть, которая увеличивается через три месяца. Предложен метод увеличения жизнеспособности семян растений семейства *Aloaceae* в 2,5-3 раза и разработан метод вегетативного размножения представителей родов *Haworthia* и *Gasteria* листовыми черенками.

Ключевые слова: семейство *Aloaceae*, соцветие, цветок, семя, вегетативное и семенное размножение.

M. Gaidarzhly, Dr. Sci.

O.V. Fomin Botanical Garden, Education and Science Center "Institute of Biology and Medicine",
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

REPRODUCTIVE BIOLOGY OF THE PLANTS OF THE ALOACEAE FAMILY IN THE GREENHOUSE

The article presents the results of the study of the reproductive biology of succulent plants of the *Aloaceae* family in the introduction. Representatives of the family are part of the collection of succulent plants of the O.V. Fomin Botanical Garden, which contains over 190 species, subspecies and hybrids of plants of three genera: *Aloe* Linne – 86, *Haworthia* Duval – 74, *Gasteria* Duval – 23 taxa. In addition, *xGasteraloe Guillaumin* (*Gasteria* *x* *Aloe*), *xGasterhaworthia Guillaumin* (*Gasteria* *x* *Haworthia*), *xAstroworthia G.D Rowley* (*Astroloba* *Uitewaal* *x* *Haworthia*). Most plant species are included in the international red lists. In the process of forming this part of the collection, the morphology of flowers, inflorescences and seeds was investigated, phenological observations of flowering and fruiting were conducted, methods of vegetative and seed reproduction of family members were developed. Phenological observations have shown that the main flowering period is the spring-summer period, but *Aloe* under greenhouse conditions is characterized by two more peaks (August, December). We have found that, in addition to simple or complex tics, in the vast majority of species, *Aloe haworthioides* is characterized by inflorescences of ears; perianth shaped tubular or cylindrical, inherent in the vast majority of species and performs, in our opinion, a protective function. The flowering of a single flower takes place in three stages, providing a self-pollination effect that is characteristic of crop conditions only for certain *Aloe* species, and the viability of the pollen is closely related to the ambient temperature. Freshly harvested seeds obtained by self-pollination or cross-pollination have a sufficiently large germination, but if stored in any way after three months, the germination increases. We have proposed a method of increasing the viability of seeds of plants of the *Aloaceae* family 2.5-3 times and developed a method of vegetative propagation of representatives of the genera *Haworthia* and *Gasteria* leaf cuttings.

Keywords: *Aloaceae* family, inflorescences, flower, seeds, seed and vegetative reproduction.

UDC616-006.48-039.

N. Senchylo, Ph. D.
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine,
O. Gorbach, Ph. D.
National Cancer Institute, Kyiv, Ukraine,
L. Dubovtseva, stud.
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine,
O. Skachkova, Ph. D.
National Cancer Institute, Kyiv, Ukraine,
P. Yakovlev, Ph. D.
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine,
T. Skaterna, Ph. D.
Palladin Institute of Biochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine (NASU), Kyiv, Ukraine,
L. Drobot, Dr.Sci.
Palladin Institute of Biochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine (NASU), Kyiv, Ukraine,
L. Garmanchuk, Dr.Sci.
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

TEICHOIC ACID DIFFERENTIALLY MODULATES TLR4 EXPRESSION IN SENSITIVE AND RESISTANT TO CISPLATIN SMALL CELL LUNG CARCINOMA H69 CELLS

The Toll-like receptor family plays crucial role in the innate immune system, recognizing the molecular structures associated with pathogens derived from different microbes. TLRs also recognize the molecular structures associated with damage associated with certain diseases, such as cancer. They can either promote tumorigenesis, or suppress it. Besides, the promotion of the tumor cells growth may be associated with the acquisition of drug resistance. The data on the TLR4 expression level changes during this pathological process are controversial. That is why the purpose of our study was to determine the expression level of TLR4 in cisplatin-sensitive and cisplatin-resistant lung cancer cells. Cells line NCI-H69 (human small cell lung carcinoma) and a drug resistant subline of NCI-H69/CPR were used to determine the expression level of TLR4. Incubation of cells with teichoic acid (1 µg / ml) was performed under standard conditions for two days. The level of TLR4 expression in the cell was determined with RT-PCR at 7500 Real-Time PCR Systems ("Applied Biosystems", USA) and specific primers and asymmetric cyan cationic fluorochrome SYBRGreen (C32H37N4S⁺) with spike of consumption at $\lambda_{max} = 488$ nm and fluorescence at $\lambda_{max} = 522$ nm. It was shown that TLR4 expression level was almost two times lower in WT H69 cells compared with H69 cells resistant to cisplatin. In contrast, teichoic acid oppositely influenced TLR4 expression level: increased by 1.3-times in WT H69 cells whereas decreased 4-times in H69 cells resistant to cisplatin compared with corresponding control samples without teichoic acid. In cisplatin-resistant lung cancer cells found high expression of TLR4 can be inhibited by adding teichoic acid ligand to TLRs.

Key words: TLR4 expression, NCI-H69 and NCI-H69/CPR cisplatin-resistant cells line, teichoic acid.

Introduction. The Toll-like receptor family (TLR) is a member of the interleukin-1 (IL-1R) / TLR receptor superfamily. This superfamily was described in 1998 as a family

of type I transmembrane proteins containing an intracellular TIR domain with common basic structure [1]. TLRs play crucial role in the innate immune system, recognizing the