



УДК 582.542.51

## МІКРОМОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЛОФІТА *JUNCUS GERARDII* LOISEL. SUBSP. *GERARDII* (JUNCACEAE)

О.А. ФУТОРНА<sup>1,2\*</sup> ТА І.Г. ОЛЬШАНСЬКИЙ<sup>1\*\*</sup>

**Анотація.** Досліджено анатомічну будову вегетативних органів галофіта *Juncus gerardii* subsp. *gerardii*. Показано, що вона характеризується поєднанням ксероморфних та галоморфних ознак. Зокрема, наявність паренхімної обкладки, добрий розвиток моторних клітин, слабкий розвиток механічної тканини є ознаками галоморфізму. В той час як дрібноклітинність тканин, високий ступінь палісадності, високий коефіцієнт видовженості палісадних клітин (у листку і у стеблі) – ознаками ксероморфізму. Також досліджено морфологічну будову насінин *J. gerardii* subsp. *gerardii*. З'ясовано, що насінини цього виду не мають спеціальних морфолого-анатомічних пристосувань до проростання за умов високого засолення.

**Ключові слова:** *Juncus gerardii*, Juncaceae, галофіти, морфологія, листок, стебло, насінина

<sup>1</sup> Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, вул. Терещенківська, 2, м. Київ, 01601, Україна, \*olshansky1982@ukr.net

<sup>2</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. С. Петлюри, 1, м. Київ, 01032, Україна, \*\*oksana\_drofa@yahoo.com

### Вступ

Відомо, що переважна кількість рослин розвивається в умовах високого вмісту солей, оскільки 25% поверхні Землі в різній мірі засолені, а 2/3 її вкрито водами Світового океану, де вміст солей сягає 3-4%. Спеціалізовану групу рослин, що здійснюють цикл свого розвитку при наявності у ґрунті високої концентрації солей називають галофітами. Галофіти виробили комплекс фізіологічних, біохімічних, морфологічних і анатомічних адаптивних механізмів. Галофіти, представляючи вузькоспеціалізовану екологічну групу, свідчать про зв'язок рослин з оточуючим середовищем, а їх ценози є індикаторами ґрунтів, хімічного складу і глибини залягання ґрунтових вод (Нагалевский и Николаевский 1981). Пізнання механізму дії солей і пристосувальних реакцій рослин має не лише теоретичне, а й практичне значення (Rožema & Blom 1977; Нагалевский 2003; Бирюлева и др. 2008; Grigore et al. 2010).

© The Author(s), 2013

Великий інтерес представляють галофіти з точки зору встановлення природи їх походження, географії та формування еколого-фізіологічних особливостей.

Існуюча література містить лише фрагментарні дані по анатомії галофітів України. Зокрема, на сьогодні недостатньо вивчено анатомічну будову однодольних галофітів України, так як в більшості робіт об'єктами досліджень виступали дводольні рослини. Також, практично відсутні дані про особливості структурної адаптації облигатних та факультативних ситників-галофітів у різних філогенетичних гілках цього роду.

Дослідження мікроморфологічних ознак вегетативних органів галофітів роду *Juncus* L. можуть бути корисними для пізнання їх екології, а також для вирішення питань філогенії та таксономії. В зв'язку з цим, метою нашого дослідження було всебічно дослідити мікроморфологічні ознаки одного з представників роду *Juncus* – *J. gerardii* Loisel. subsp. *gerardii*.

Цей вид поширений в Європі,

Середземномор'ї, Сибіру та Північній Америці, був занесений та натуралізувався у Гренландії, Австралії та Новій Зеландії.

*J. gerardii* – поліморфний вид, у якому виділяють три підвиди (KIRSCHNER *et al.* 2002), що розрізняють за висотою рослин, розмірами листків, суцвіть, квіток, листочків оцвітини, коробочок, тичинок тощо. *J. gerardii* subsp. *gerardii* поширений у Європі, Західній і Центральній Азії, Північній Америці, занесений до Австралії, Нової Зеландії та Гренландії. *J. gerardii* subsp. *montanus* Snogerup представлений у Піренейських та Атлаських горах, а *J. gerardii* subsp. *atrofuscus* (Rupr.) Printz – у Північній Європі (НґМЕТ-АНТІ 1966; KIRSCHNER *et al.* 2002). У флорі України вид представлений типовим підвидом *J. gerardii* subsp. *gerardii*, який поширений майже по всій території, окрім Карпат. Найчастіше ці рослини ростуть на засолених ґрунтах (KIRSCHNER *et al.* 2002; ОЛЬШАНСЬКИЙ 2009а, б). Окремі їх макроморфологічні ознаки варіюють у широких межах, однак найбільш варіабельними залишаються висота рослин та кількість квіток у суцвітті (ОЛЬШАНСЬКИЙ 2009а, б).

Анатомічну будову вегетативних органів представників роду *Juncus*, переважно з Центральної Європи, досліджували ВЛАУ (1904), АВРАМСЬКИЙ (1911), НАСЛІНґЕР (1914). Вивчення мікрморфологічних ознак, у тому числі анатомічної структури вегетативних органів, видів роду *Juncus* в Україні досі не проводили. Однак, результати попередніх досліджень показали, що ознаки анатомічної будови листків можуть бути діагностичними на видовому та секційному таксономічних рівнях (ФУТОРНА і ОЛЬШАНСЬКИЙ 2010). Більше того, відомості по анатомічній будові вегетативних органів рослин видів роду *Juncus* допоможуть краще зрозуміти їх екологію, а також будуть корисними для вирішення питань філогенії та систематики як самого роду, так і родини Juncaceae в цілому.

### Результати та їх обговорення

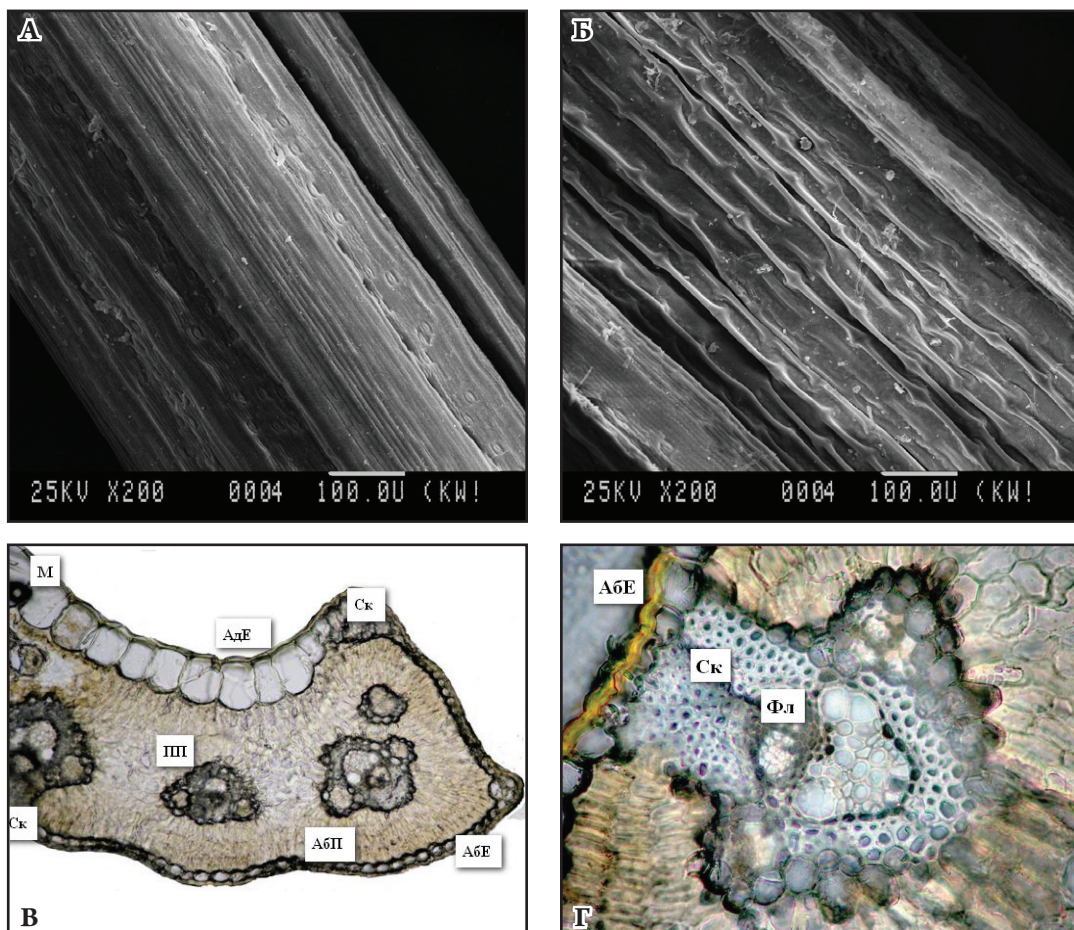
#### Листок

Листки *J. gerardii* subsp. *gerardii* пласкі або

жолобчасті, піхвові вухка округлі, 0,4-0,7 мм завдовжки. На поперечному перерізі форма листкової пластинки дугоподібна з загорнутими догори краями.

**СЕМ** (Рис. 1 А, Б). Парацитні продихи розміщені на обох поверхнях листкової пластинки, на одному рівні з іншими епідермальними клітинами, впорядкованими рядами, які містяться між провідними пучками. Адаксіальна епідерма характеризується значно меншою кількістю продихів порівняно з абаксіальною. Значний відсоток епідерми складають моторні клітини, між якими продихи відсутні, натомість вони наявні між основними епідермальними клітинами які розташовуються латерально. Рельєф адаксіальної поверхні остистий, проекції клітин витягнуті, обриси звивисті. Рельєф абаксіальної епідерми на відміну від адаксіальної – складчастий. Клітини абаксіальної поверхні також характеризуються витягнутими проекціями та звивистими обрисами. Їх антикаінальні стінки потовщені, периклінальні – випуклі. Наявний добре розвинений епікутикулярний віск.

**СМ** (Рис. 1 В, Г). Листок середньої товщини. На обох епідермах спостерігається добре розвинена кутикула. Клітини епідермальної тканини на поперечному розрізі округлої форми. Адаксіальна епідерма сформована клітинами двох типів: переважну частину епідерми складають крупні моторні клітини, які містяться над мезофілом, латерально від них наявні смужки дрібних основних епідермальних клітин, які спостерігаються над пучками склеренхіми. Абаксіальна епідерма сформована дуже дрібними товстостінними клітинами, на відміну від клітин адаксіальної епідерми. Іноді під клітинами епідерми по краях листкової пластинки спостерігається гіподерма. Мезофіл центричний, багат шаровий, представлений 10-13 шарами щільно розміщених клітин. Клітини палісадної тканини щільно розміщені, дуже довгі (коефіцієнт видовженості сягає 3-3,5).



**Рис. 1.** Листок *Juncus garardii* subsp. *garardii*: А – абаксiальна поверхня; Б – адаксiальна поверхня; В – поперечний перерiз; Г – поперечний перерiз через середню жилку; АБЕ – абаксiальна епiдерма; АБП – абаксiальна паренхіма; АДЕ – адаксiальна епiдерма; М – моторні клітини; ПП – провідний пучок; Ск – склеренхіма; Фл – флоема.

**Fig. 1.** Leaf of *Juncus garardii* subsp. *garardii*: А – ultrastructure of abaxial epidermis; Б – ultrastructure of adaxial epidermis; В – cross-sections; Г – cross-sections trough the midrib; АБЕ – abaxial epidermis; АБП – abaxial mesophyll; АДЕ – adaxial epidermis; М – bulliform cells; ПП – vascular bundle; Ск – sclerenchyma; Фл – phloem.

Губчастий мезофіл міститься між провідними пучками і сформований щільно розміщеними округлими клітинами.

Провідна система представлена центральним та дрібними бічними провідними пучками. Центральний провідний пучок середнього розміру оточений паренхімною та добре розвинутою местомною обкладками. Спостерігаються бічні провідні пучки двох типів: повноцінні (наявна флоема і ксилема) і неповні, які мають лише флоему. Повноцінні бічні провідні

пучки, як і центральний пучок, оточені добре розвинутою местомною і паренхімною обкладкою. Неповні провідні пучки оточені лише паренхімною обкладкою. Механічна тканина – склеренхіма. Спостерігається абаксiальна, субепiдермальна, прямокутна балка, сформована 10–12-рядним шаром склеренхіми, яка супроводжує центральний провідний пучок. Крім того, пучки склеренхіми містяться по краях листової пластинки з її адаксiальної сторони.

У листків *J. gerardii* subsp. *gerardii* особливу увагу привертають наступні анатомічні ознаки: наявність добре розвинених моторних клітин, незанурені продихи, слабкий розвиток механічних тканин, тип мезофілу та компактність розміщення його клітин, ступінь видовженості палісадних клітин.

Екологічне значення та функціонування моторних клітин залишається досить дискусійним питанням. На думку НАВЕРЛАНДТ (1914), моторні клітини представників родини Роасеае виконують функцію згортання та розгортання листової пластинки, оберігаючи таким чином рослину від надмірної втрати вологи. ВЕАЛ (1886) називав ці клітини "blister"-клітинами, на його думку вони відповідають за скручування листової пластинки в двох або трьох площинах. ДУВАЛ-ЖУВЕ (1875), дослідивши моторні клітини представників родини Роасеае, встановив, що вони приймають участь у русі листових пластинок та регулюють випаровування з листової поверхні. КЕАРНЕЙ (1900) виявив моторні клітини у деяких трав'янистих рослинах і відмітив що краї листової пластинки стають більш-менш евольвентними у період дефіциту вологи і, навпаки, плоскими, коли вологи достатньо.

БРИТТОН (1903) висунув припущення, що наявність моторних клітин (за його визначенням "water-cells") у злаків та осок, є одним з яскравих прикладів спеціалізованих пристосувань до ксерофітних умов зростання. Ці клітини містяться в адаксіальних балках, продихи розміщуються вздовж них, і коли моторні клітини втрачають вологу, балки закриваються, запобігаючи таким чином значній втраті води через продихи. АЛВАРЕЗ *et al.* (2003) також вважають, що скручування листків є характерною ксероморфною ознакою, яка має адаптивне значення, захищаючи рослини від надмірної інсоляції, втрати вологи та перегріву, при цьому зберігаючи навколо продихів мікроклімат з підвищеною вологістю. БРОНГНІАРТ (1860) один з перших вчених, який спостерігав рух листків у представників родини Роасеае,

нічого не згадує про моторні клітини. ЕЛЛІС (1976) з обережністю називав моторні клітини «органами руху», оскільки у деяких видів моторні клітини накопичують велику кількість кремнію, а їх зовнішні стінки потовщуються стають жорсткими, і навряд чи такі клітини можуть приймати участь в гігроскопічному русі листків.

ФАНН & СІТЛЕР (1992) встановили, що моторні клітини більш розвинені у рослин пустель і висунули припущення, що ці клітини є адаптацією у відповідь на водний та сольовий стрес. Інші автори вважають, що ці клітини сагують для запасання води. На думку СЛАЙТОН & РЕНВОЙЗЕ (1999), моторні клітини відповідають за надходження світла до мезофілу листка.

### Стебло

На поперечному розрізі стебло *J. gerardii* subsp. *gerardii* округлої форми. Епідермальна тканина одношарова, її клітини дрібні, ізодіаметричні, мають дуже товсті зовнішні стінки та потужний шар кутикули. Субепідермальна хлоренхіма складена 4-5 шарами щільно розміщених палісадних клітин. Луб'яні волокна розміщуються пучками над провідними елементами. Провідні пучки варіюють за розміром. Спостерігаються пучки середнього розміру, між якими містяться дрібні провідні пучки. Серцевина змішана, добре розвинена, займає 2/3 частини поперечного розрізу стебла. Її клітини варіюють за розміром, від крупних у центрі стебла, до дрібних – у перимедулярній зоні.

Отже, анатомічна структура стебла *J. gerardii* subsp. *gerardii* характеризується потужним розвитком серцевини, хлоренхіми та товстостінними епідермальними клітинами.

Ми підтримуємо думку про те, що розвинутість моторних клітин у листках *J. gerardii* subsp. *gerardii* є пристосуванням до запасання води в умовах фізіологічної сухості. Розвиток водозапасаючих структур (моторних клітин та обкладок навколо провідних пучків, добрий розвиток серцевини,

виповненої тонкостінними паренхімними клітинами) властивий багатьом ксерофітам і вважається ксероморфною ознакою.

За даними Ю.В. ГАМАЛЕЯ (1984), розвиток цих ознак по різному проявляється у рослин аридної зони, а розвиток кутикули, воску та зовнішніх клітинних стінок є видоспецифічним. Ми вважаємо, що потужний розвиток кутикули та воску на листках та стеблах, а також наявність товстостінних клітин епідерми мають виражене адаптивне значення у рослин *J. garardii* subsp. *gerardii*.

На думку Ю.В. ГАМАЛЕЯ (1984), ізолатеральний тип мезофілу з великою кількістю його шарів, а також великий відсоток палісадної паренхіми та симетричне розміщення її шарів є наслідком високої інсоляції та певної орієнтації листків рослин. Це підтверджують і наші дані, оскільки досліджувані нами рослини *J. garardii* subsp. *gerardii* зростали за умов високої інсоляції (400-1425 KWh/m<sup>2</sup>) та випаровуваності (при річній сумі опадів 300-360 мм, випаровуваності 900-1000 мм) і характеризуються багатошаровим центричним мезофілом (різновид ізолатерального) з симетрично розміщеним палісадним мезофілом (адаксіальний та абаксіальний мезофіл складений трьома шарами клітин) та добре розвинутою хлоренхімою стебла.

Посилення жорсткості листків та стебел за рахунок потужного розвитку склеренхіми спостерігається у рослин, що зростають у посушливих умовах і вважається однією з характерних рис ксерофітів (склерофітів). Рослини *J. garardii* subsp. *gerardii* мають жорсткі листки та стебла, поряд з незначним розвитком механічної тканини. Ми підтримуємо думку Ю.В. ГАМАЛЕЯ (1984), який довів, що жорсткість листків може виникати внаслідок потовщення стінок клітин епідерми та високої щільності мезофілу.

На думку В.Я. НАГАЛЕВСЬКОГО (2003), такі ознаки як наявність паренхімної обкладки, виражений розвиток моторних клітин, слабкий розвиток механічної тканини є рисами галоморфізму. Поряд з

цим, у досліджених рослин спостерігаються ознаки, які вважаються ксероморфними: дрібноклітинність тканин, високий ступінь палісадності та високий коефіцієнт видовженості палісадних клітин (як у листку, так і у стеблі).

### Насінина (Рис. 2)

За даними А.Г. ВОВК (1985), у формуванні насінної шкірки представників *Juncaceae* беруть участь обидва інтегументи (зовнішній та внутрішній). Клітини зовнішньої епідерми зовнішнього інтегументу після запліднення розростаються, вакуолізуються, їх зовнішні оболонки потовщуються. У видів роду *Juncus* клітини зовнішньої епідерми насінної шкірки крупні, витягнуті, на поперечному зрізі прямокутні, з тонкими антиклінальними і внутрішніми периклінальними стінками. Вони утворюють прозору саркотесту, яка краще виражена біля халази та мікропіле (SOUÉGES 1933; ПОДДУБНАЯ-АРНОЛЬДИ 1964; ПЕТРОВА и ВОВК 1984; ВОВК 1985, 1990).

Згідно наших досліджень, насінини *J. garardii* subsp. *gerardii* за формою видовжені, дещо зігнуті, 0,5-0,7мм завдовжки, забарвлення варіює від темно-коричневого, бурого до іржастого. Придатки насінин малопомітні. Рубчик базальний, насінний шов чітко виражений. Поверхня насінин ребриста. Клітини тести прямокутні, орієнтовані довшою віссю перпендикулярно осі насінини. Дистальні та проксимальні антиклінальні стінки клітин тести помітно потовщені, периклінальні стінки увігнуті, їх текстура складчаста.

Результати наших досліджень узгоджуються з раніше отриманими даними інших дослідників. Зокрема, морфологічні і анатомічні ознаки насінин видів роду *Juncus* флори Сибіру досліджувала Н.К. КОВТОНЮК (КОВТОНЮК 1986; КОВТОНЮК 1999), флори Єгипту – ЕЛ HUSSEINY (1980) та АВДЕЛ КНАЛІК (2010), окремих регіонів США (у тому числі, ультраструктуру поверхні насінин *J. garardii* subsp. *gerardii*) – BROOKS & KUNN (1986) та ZECH & WUJEK (1990). За літературними даними та у ході оригінальних

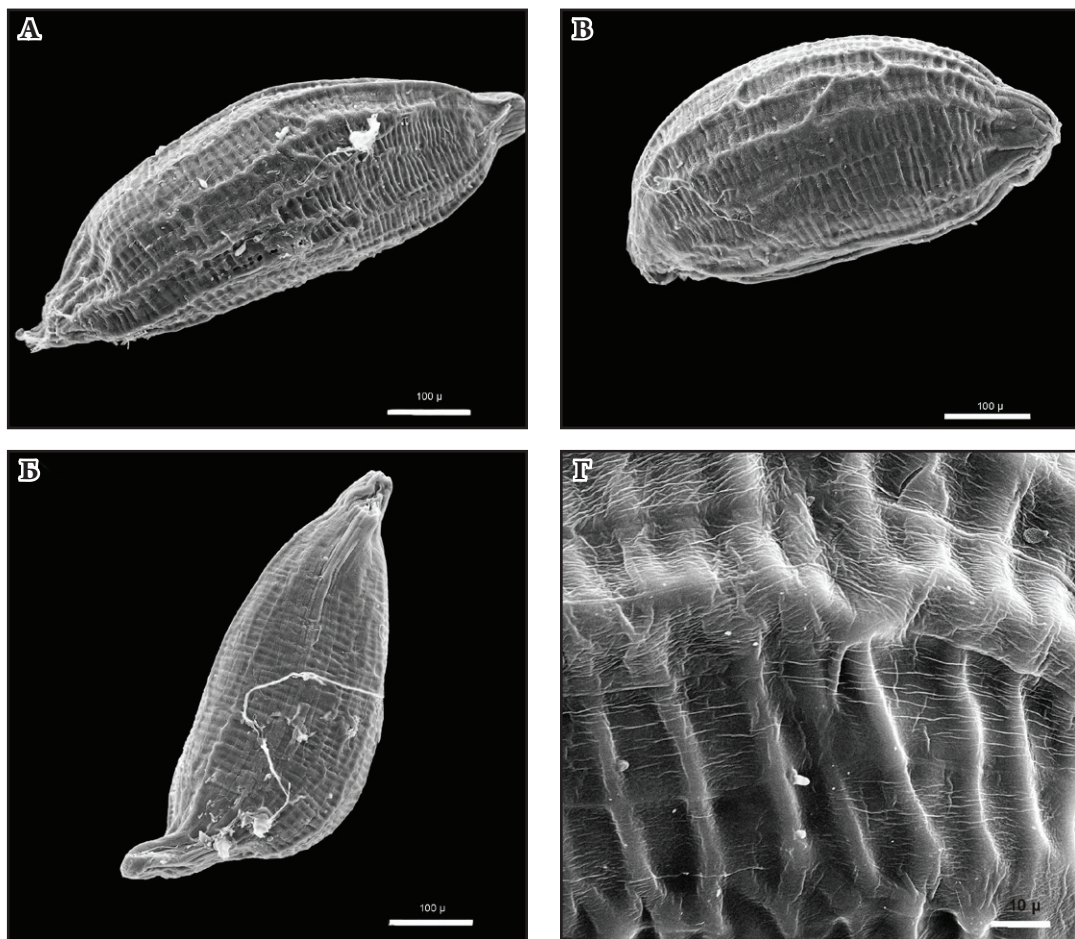


Рис. 2. Насінина *Juncus gerardii* subsp. *gerardii*: А-В – загальний вигляд; Г – ультраструктура поверхні.

Fig. 2. Seed of *Juncus gerardii* subsp. *gerardii*: А-В – general view; Г – surface ultrastructure.

досліджень (Ольшанський 2009а, б, 2012; Ольшанський та Федорончук 2011) встановлено, що ознаки насінини можна успішно використовувати у систематиці роду *Juncus* на видовому та секційному рівнях.

Насінини галофіта *J. gerardii* subsp. *gerardii* не мають спеціальних морфолого-анатомічних пристосувань до проростання за високого засолення. ЗНУ (2003) було з'ясовано, а пізніше підтверджено Г.А. Шалахметовою (Шалахметова и др. 2011), що насінини галофітів за високої концентрації солей не здатні проростати, тобто процес проростання насіння не корелює зі стійкістю дорослих рослин до високої концентрації солей, воно проростає

при низькому вмісті солей, наприклад після дощу. Проблема відтворення рослин родини Juncaceae, а саме роду *Juncus* в екстремальних умовах (в умовах надмірної інсоляції, засолення та водному дефіциті) остаточно не вирішена.

### Висновки

Отже, у результаті дослідження встановлено, що анатомічна будова вегетативних органів *J. gerardii* subsp. *gerardii* характеризується поєднанням ксероморфних та галоморфних ознак. Такі ознаки, як наявність паренхімної обкладки, добрий розвиток моторних клітин, слабкий розвиток

механічної тканини є рисами галоморфізму. Поряд з цим, у досліджених рослин спостерігаються ознаки, які вважаються ксероморфними: дрібноклітинність тканин, високий ступінь палісадності та високий коефіцієнт видовженості палісадних клітин (у листку і в стеблі). Також встановлено, що насінини *J. garardii* subsp. *garardii* не мають спеціальних морфо-анатомічних пристосувань до проростання за високого рівня засолення.

### Використані джерела

- Артюшенко З.Т. 1990.** Атлас по описательной морфологии высших растений. Семья. Л.: Наука.
- Бирюлева Э.Г., Жалдак С.Н., Симагина Н.О. 2008.** Особенности анатомо-морфологического строения вегетативных органов галофитов рода *Halimolobos* Aell. Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана: 22–28.
- Васильев Б.Р. 1988.** Строение листа древесных растений различных климатических зон. Л.: ЛГУ.
- Вовк А.Г. 1985.** Порядок Juncales Сравнительная анатомия семян. Т. 1. Однодольные: 158–161. Наука, Ленинград.
- Вовк А.Г. 1990.** Особенности анатомии семян ситниковых. *Ботанические исследования на Украине: Доклады УБО*: 16–17.
- Гамалей Ю.В. 1984.** Анатомия листа у растений пустыни Гоби. *Бот. журн.* **69** (5): 569–584.
- Данилова М.Ф., Кирпичников М.Э. 1985.** Словарь терминов. Сравнительная анатомия семян. Т. 1: 8–32. Наука, Ленинград.
- Ковтонюк Н.К. 1986.** Изучение поверхности семян сибирских видов рода *Juncus* L. (Juncaceae) с помощью сканирующего электронного микроскопа. АН СССР. Сиб. Отд-е. Центр. Сиб. Ботан. сад. Новосибирск. Деп. ВИНТИ, 27.10.1986, №7861-В 86.
- Нагалевский В.Я. 2003.** Галофиты Северного Кавказа: Флористико-систематический, физиологический, географический, фитоценотический и эколого-анатомический анализ. Автореф. дисс... д.б.н., Краснодар.
- Нагалевский В.Я., Николаевский В.Г. 1981.** Экологическая анатомия растений. Краснодар.
- Ольшанський І.Г. 2009а.** До варіабельності ознак *Juncus garardii* Loisel. (Juncaceae). *Актуальні проблеми ботаніки і екології (Мат-ли міжнар. конф. молодих учених, м. Кременець, 11-15 серпня 2009)*: 114–116.
- Ольшанський І.Г. 2009б.** Морфологічна будова та ультраструктура поверхні насінин видів родини Juncaceae Juss. флори України. *Укр. ботан. журн.* **66** (2): 179–190.
- Ольшанський І.Г. 2012.** Морфологічна будова й ультраструктура поверхні насінин ожики кримської (*Luzula taurica* (V.I. Krecz.) Novikov, Juncaceae). *Mod. Phytomorphol.* **1**: 157–160.
- Ольшанський І.Г., Федорончук М.М. 2011.** Рід *Juncus* L. (Juncaceae) у флорі України. *Укр. бот. журн.* **68** (5): 686–700.
- Петрова А.Р., Вовк А.Г. 1984.** Структура поверхности семян некоторых представителей сем. Juncaceae. *Всесоюз. конф. по анат. раст. (Ленинград, октябрь 1984)*: 127–128.
- Подабунья-Арнольди В.А. 1964.** Общая эмбриология покрытосеменных растений. Наука, Москва.
- Фурст Г.Г. 1979.** Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей. Наука, Москва.
- Футорна О.А., Ольшанський І.Г. 2012.** Анатомо-морфологічна будова листка *Juncus garardii* Loisel. (Juncaceae). *Актуальні питання природничих наук та методики викладання. До 70 річниці з дня народження науковця і педагога І.І. Кочерги (Тези доповідей, Ніжин, 22-23 лютого 2012 р.)*: 115–116.
- Шалахметова Г.А., Мырзабаева М., Атайұлы С., Адикулов З. 2011.** Изучение осммопротектанта, стимулирующего прорастание семян галофитов в условиях засоления. *Вестник ЕНУ им. А.Н. Гумилева* **4**: 188–194.
- Abdel Khalik K.N. 2010.** Seed coat morphology and its systematic significance in *Juncus* L. (Juncaceae) in *Egypt. Journ. Syst. Evol.* **48** (3): 215–223.
- Abramski T. 1911.** Beiträge zur Kenntnis der Juncaceen. Breslau: Wilh. Gottl. Korn.
- Alvarez J.M., Rocha J.F., Machado S.R. 2003.** Ultrastructural aspects of bulliform cells in two Cerrado Grass species. *Proc. XIX Congr. Brazil. Soc. Microscopy & Microanalysis*. Abstract.
- Beal W.B. 1886.** The bulliform or hygroscopic cells of grasses and sedges compared. *Bot. Gaz.* **2**: 321–326.
- Blau J. 1904.** Vergleichend anatomische Untersuchung der schweizerischen *Juncus*-Arten. Zürich.
- Britton W.E. 1903.** Vegetation of the North Haven sand plains. *Bull. Torr. Bot. Club.* **30**: 571–620.
- Brongniart A. 1860.** Note sur le sommeil des feuilles dans une plante de la famille de Graminées, le *Strepium guianense*. *Bull. Soc. Bot. Fr.* **7**: 470–472.
- Brooks R.E., Kuhn C. 1986.** Seed morphology under SEM and light microscopy in Kansas *Juncus* (Juncaceae). *Brittonia* **38** (3): 201–209.
- Clayton S.D., Renvoize S.A. 1999.** Genera of graminum. Grasses of the world. Roy. Bot. Gard., Kew.
- Duval-Jouve J. 1875.** Histotaxie des feuilles de Graminées. *Ann. Sci. Nat., ser. 6, Bot.* **1**: 294–371.

- EL HUSSEINY N. 1980.** Studies in the genus *Juncus* in Egypt. M. Sc. Dissertation. Cairo: Cairo University, Botan. Depart.
- ELLIS R.P. 1976.** A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. I. The leaf-blade as viewed in transverse section. *Bothalia* **12**: 65–109.
- FAHN A., CUTLER D. F. 1992.** Xerophytes. Handbuch der Pflanzenanatomie. B. **13**, T. **3**. Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart.
- GRIGORE M.-N., TOMA C., BOȘCAIU M. 2010.** Ecological implications of bulliform cells on halophytes, in salt and water stress natural conditions. *Anal. științifice Univers. Al. I. Cuza.* **61**: 5–15.
- HABERLANDT G. 1914.** Physiological plant anatomy. Macmillan & Co., London.
- HÄMET-AHTI L. 1966.** Variation of *Juncus gerardii* Lois. in Northern Fennoscandia. *Ann. Bot. Fennici* **3**: 391–398.
- HASLINGER H. 1914.** Vergleichende Anatomie der Juncaceen. *Sitzungsber. Akad. Wiss. Math.-Nat. Kl. Wien* **123**: 1147–1193.
- KEARNEY T.H. 1900.** The plant covering of Ocracoke Island: a study in the ecology of the North Carolina strand vegetation. *Contr. U.S. Nat. Herb.* **5**: 261–319.
- KIRSCHNER J., SNOGERUP S., NOVIKOV V.S. et al. 2002.** Species Plantarum: Flora of the World. **8** (3). Juncaceae. *Juncus* subg. *Agathryon*. Australian Biological Resources Study, Canberra
- KOVTONJUK N.K. 1999.** Systematic significance of some Juncaceae and Caryophyllaceae. In: KURMANN M.H., HAMSLEY A.R. (eds.), The Evolution of Plant Architecture: 367–374. Roy. Bot. Gard., Kew.
- ROZEMA J., BLOM B. 1977.** Effects of salinity and inundation on the growth of *Agrostis stolonifera* and *Juncus gerardii*. *J. Ecol.* **65**: 213–222.
- SOUÉGES R. 1933.** Reserches sur l'embryogenie des Joncaceés. *Bull. Soc. Botan. France* **80** (1-2): 51–69.
- ZECH J.C., WUJEK D.E. 1990.** Scanning electron microscopy of seeds in the taxonomy of Michigan *Juncus*. *Michigan Bot.* **29** (1): 3–18.
- ZHU J. 2003.** Regulation of ion homeostasis under salt stress. *Curr. Opin. Plant Biol.* **6**: 441–445.

#### MICROMORPHOLOGY OF THE HALOPHYTE *JUNCUS GERARDII* LOISEL. SUBSP. *GERARDII* (JUNCACEAE)

O. FUTORNA<sup>1,2\*</sup> & I. OLSHANSKYI<sup>1\*\*</sup>

**Abstract.** It has been established that anatomical structure of vegetative organs of the halophyte *Juncus gerardii* subsp. *gerardii* combines xeromorphic and halomophic features. Such features as parenchyma lining, good development of bulliform cells, and weak development of mechanical tissue are typically halomophic. However, plants also have features considered as xeromorphic: e.g. smaller cells of the tissues, the high length of the cells in palisade mesophyll (in the leaves), and length of the cells in chlorenchyma (in the stem). The seeds of *J. gerardii* subsp. *gerardii* have not special morphological or anatomical adaptations to germination at the high level of salinity.

**Key words:** *Juncus gerardii*, Juncaceae, halophyte, morphology, leaf, stem, seed

<sup>1</sup> M.G. Kholodny Institute of Botany NASU, 2, Tereshchenkivska st., 01601, Kyiv, Ukraine, \*olshansky1982@ukr.net

<sup>2</sup> Taras Shevchenko National Universiti of Kyiv, 1, Symona Petlury st., 01032, Kyiv, Ukraine, \*\* oksana\_drofa@yahoo.com