

О.О. Гридько

АНАТОМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДЕКОРАТИВНИХ ЗЛАКІВ, ІНТРОДУКОВАНИХ НА ПІВДЕННИЙ СХІД УКРАЇНИ

анатомічна будова, листкова пластинка, стебло, пігментний склад

Декоративні злаки зі строкатим забарвленням листкової пластинки, а саме види з незакономірними поздовжніми зеленими, білими та жовтими смугами на листковій пластинці, заслуговують особливої уваги. Використовують їх в озелененні у вигляді поодиноких кущів, групових посадок з квітково-декоративними рослинами.

Структурні елементи анатомічної будови листкової пластинки характеризуються пластичністю та знаходяться у залежності від екологічних умов середовища. Анатомічна будова листків є додатковою діагностичною ознакою, що містить в собі інформацію про умови місцезростання видів. Дослідження анатомічної структури листкової пластинки видів рослин має важливе значення для встановлення пристосувальних особливостей їх внаслідок інтродукції, з'ясування екологічних ознак тощо.

Мета дослідження – встановлення особливостей анатомічної будови листків та структури епідерміса вегетативного та генеративного пагонів, визначення сортових ознак анатомічної будови стебла строкатих форм інтродукованих декоративних злаків на південний схід України.

Об'єкт дослідження – сорти декоративних злаків (Poaceae Barnh.) різних років інтродукції зі строкатим забарвленням листків, котрі за своєю екологічною природою суттєво відрізняються від вихідних видів. *Arrhenatherum bulbosum* (Willd.) C. Presl. (райграс бульбоподібний) – мезофіт, рослина лісових луків; *Dactylis glomerata* L. (грястиця збірна) – ксеромезофіт з широкою екологічною амплітудою місцезростань від надмірного зволоження до посушливих умов, лучно-лісова рослина; *Molinia caerulea* (L.) Moench. (молінія блакитна) – гігромезофіт, зростає на болотах, вологих луках та в лісах; *Phalaroides arundinaceae* (L.) Rausch. (очеретянка звичайна) – гігромезофіт, зростає на берегах річок та на болотистих луках. Досліджені такі декоративні злаки, інтродуковані на південний схід України [8]: *Arrhenatherum bulbosum* 'Variegata' (2003 року інтродукції) *Dactylis glomerata* 'Variegata' (2004 р.), *Molinia caerulea* 'Variegata' (2004 р.), *Phalaroides arundinaceae* var. *picta* (L.) Tzvel. (2003 р.). Регіон інтродукції характеризується весняними суховіями, тривалим спекотним та посушливим літнім періодом з незначними опадами. Досліджені рослини штучно зрошували двічі – тричі на тиждень.

Для анатомічного аналізу відбирали середні частини пластинки другого зверху листка на генеративному пагоні, стебло (біля цього ж листка) в серединній частині меживузля, а також листок вегетативного пагона. Зразки відбирали з нормально розвинутих рослин, що перебували у фазі цвітіння (*A. bulbosum* 'Variegata', *M. caerulea* 'Variegata', *P. arundinaceae* var. *picta*) та у фазі вегетації (*D. glomerata* 'Variegata'). Виготовлення тимчасових препаратів, вимірювання окремих елементів проводили за загальновідомими методиками [6, 12].

Для характеристики структури абаксіального та адаксіального епідермісу досліджували обриси, форми і розміри епідермальних та продихових клітин, форму та тип продихового апарату. Визначення кількості продихів проводили на постійних препаратах епідермісу листків шляхом підрахування їх в полі зору з наступним розрахунком на 1мм²

листка. Складові елементи епідермісу листкової пластинки вимірювали при збільшенні мікроскопа Ergaval 15 x 20, елементи анатомічної будови поперечних зрізів – при збільшенні 15 x 8. При дослідженні епідермісу листкової пластинки використовували класифікацію Н.А. Анелі [1], типу провідних пучків на поперечному зрізі – А.Г. Константинової [7]. Коефіцієнт ребристості, що виражає ступінь розвитку ребер та борозенок на верхньому епідермісі листка, встановлювали шляхом поділу довжини контуру верхньої поверхні на поперечному розрізі на довжину лінії, яку проводили паралельно площині листка дотично до найбільш поглиблених точок «дна» борозенок. Насиченість листків пігментами у досліджуваних злаків визначали спектрофотометричним методом [10]. Статистичну обробку проводили за загальноприйнятими методиками [5] та з використанням програм “Microsoft Excel”, “Londis”.

Клітини епідермісу часто залишають без уваги, а отже втрачають важливі параметри діагностичних ознак при визначенні структурних відмінностей видів та сортів різних місць зростання, що є важливим показником успішності інтродукції.

Анатомічна будова листка вегетативного пагона в основному подібна до анатомічної будови листка генеративного пагона, тому ми обминаємо докладнішу її характеристику.

Листки досліджених сортів лінійні, жорсткі (*D. glomerata* 'Variegata') або трав'янисті з паралельним жилкуванням. Епідермальні клітини досліджених видів представлені різноманітним формам, обрисів та розмірів основних клітин на абаксіальному та адаксіальному епідермісі.

Клітини епідермісу злакових рослин розміщені паралельними рядами, причому видовжені клітини чергуються з короткими [9, 13]. Обриси та форми епідермальних клітин верхнього та нижнього епідермісу не мають принципових відмінностей; відміна спостерігається лише у величині основних клітин. Встановлено такі форми основних клітин верхнього та нижнього епідермісу у поєднанні з їх обрисами [1, 11]: прямокутна (*P. arundinaceae* var. *picta*) і ромбовидна (*A. bulbosum* 'Variegata') з прямолінійними обрисами, округло-видовжена (*D. glomerata* 'Variegata') з неправильними обрисами клітин та видовжена форма мультипорядку (кількість вершин звивин перевищує 7) зі звивистими бічними антиклінальними стінками (*M. caerulea* 'Variegata'). Крім основних, для *M. caerulea* 'Variegata' та *P. arundinaceae* var. *picta* встановлено специфічні клітини: гантелеподібні та округлі, відповідно. Клітини, що знаходяться над жилками, ромбовидної форми й великі за розмірами у порівнянні з основними клітинами (крім *M. caerulea* 'Variegata').

Абаксіальний епідерміс листків всіх досліджених сортів включає крупні вакуалізовані моторні клітини, розміщені між пучками. На поперечному зрізі клітини утворюють віялоподібні смужки шириною у 5 – 7 клітин з тонкими радіальними стінками (рис. 1 Б). У листків *D. glomerata* 'Variegata' моторні клітини розташовані з обох боків від головної жилки. Основна їх функція пов'язана зі скручуванням й розкриванням листкової пластинки при зміні температури і вологості повітря.

За розподілом продихів листки досліджених сортів належать до амфістоматичних, що є ознакою більшості ксерофітів або мезофітів, що зростають у посушливих умовах [4]. Продихи розташовані правильними рядами уздовж жилок над клітинами асиміляційної паренхіми. Розміщення продихового апарату нижче рівня епідермальних клітин. Продиховий апарат парацитного типу, складається з гантелеподібних замикаючих та навколопродихових клітин однакового розміру [2]. Найбільші розміри замикаючих клітин продихового апарату за довжиною та шириною на абаксіальному (42,14±0,78 мкм; 10,70±0,27 мкм) та адаксіальному (45,67±0,49; 9,84±0,28) епідермісі характерні для *A. bulbosum* 'Variegata', найменші – для *M. caerulea* 'Variegata' (відповідно, 32,25±0,33 та 5,55±0,08; 30,06±0,2 та 6,42±0,19). Кількість продихів верхнього епідермісу перевищує їх кількість на нижньому лише у *P. arundinaceae* var. *picta* (табл. 1).

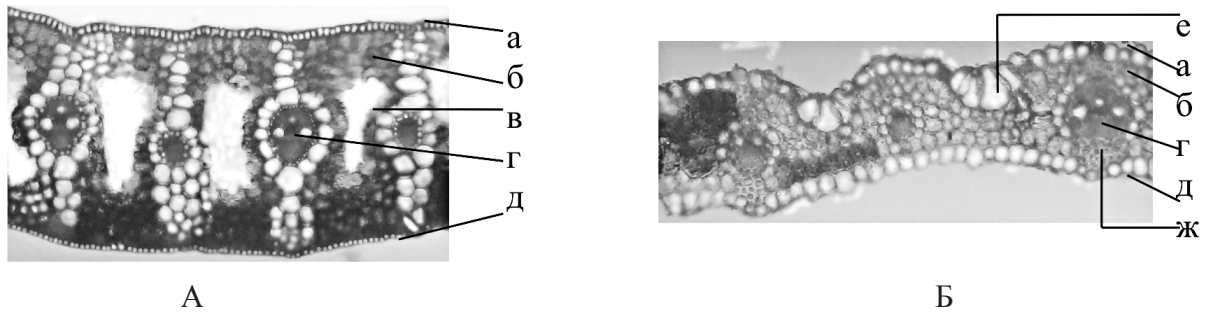


Рис. 1. Поперечний зріз вегетативного листка *Dactylis glomerata* L. 'Variegata' (А) та *Phalaroides arundinaceae* (L.) Rausch. var. *picta*(L.) Tzvel. (Б) (збільшення 15 x 8 мікроскопа Ergaval):
 а – верхній епідерміс, б – хлоренхіма, в – повітряна порожнина,
 г – судинний провідний пучок, д – нижній епідерміс, е – моторні клітини, ж – склеренхіма;

Таблиця 1. Показники анатомічної будови епідермісу листкової пластинки декоративних злаків

Досліджені елементи		Декоративні злаки			
		<i>Arrhenatherum bulbosum</i> (Willd.) C. Presl. 'Variegata'	<i>Dactylis glomerata</i> L. 'Variegata'	<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench. 'Variegata'	<i>Phalaroides arundinaceae</i> (L.) Rausch. var. <i>picta</i> (L.) Tzvel.
M±m					
Верхній епідерміс					
Довжина клітин, мкм	витягнутих	123,51±24,72	101,59±9,90	142,96±3,17	233,31±2,95
	коротких	62,53±2,94	36,00±3,53	14,36±0,79	46,60±6,04
Ширина клітин, мкм		21,30±1,09	19,35±0,82	8,66±0,27	20,43±1,84
Продихи мкм	довжина	42,14±0,78	41,68±0,75	32,25±0,33	34,04±0,63
	ширина	10,70±0,27	6,30±0,13	5,55±0,08	8,34±0,33
Кількість продихів на 1 мм ²		67	167	111	144
Нижній епідерміс					
Довжина клітин, мкм	витягнутих	254,56±8,38	139,35±6,05	110,91±6,44	192,80±1,94
	коротких	61,89±7,88	13,95±0,37	39,56±5,95	42,39±4,33
Ширина клітин мкм		11,97±0,78	7,56±0,70	6,26±0,34	28,51±4,07
Продихи мкм	довжина	45,67±0,49	42,93±0,44	30,06±0,2	32,72±0,46
	ширина	9,84±0,28	6,46±0,19	6,42±0,19	8,53±0,21
Кількість продихів на 1 мм ²		67	222	178	122

Примітка. M±m – середнє арифметичне значення, знак ± – похибка

Дані таблиці вказують, що клітини верхнього епідермісу листків досліджених сортів крупніші нижнього, крім листків *A. bulbosum* 'Variegata' й *D. glomerata* 'Variegata', що характерно для більшості односім'ядольних [11, 13].

Одержані результати анатомічної будови листкової пластинки показали, що листки склероморфні, фестукоїдного типу з відносно тонкою (*M. caerulea* 'Variegata') та потовщеною (*D. glomerata* 'Variegata') пластинкою (табл.2). Форма поперечного зрізу листкової пластинки лінійна, ребра та борозенки на верхній поверхні розвинуті слабо (*P. arundinaceae* var. *picta*) або зовсім відсутні (*D. glomerata* 'Variegata') (див. рис. 1). Ребра абаксіальної поверхні листкової пластинки відповідають судинним провідним пучкам. Провідні пучки паралельні, колатеральні закриті, з'єднані між собою анастомозами, їх обкладка має один шар широкопросвітних, тонкостінних паренхімних клітин. У дрібніших провідних пучків (недорозвинуті провідні пучки II та III ступеня) обкладка має форму незамкнутого кільця, своєю опуклою стороною обернута в бік верхнього епідермісу, у крупніших провідних пучків (I ступеня) – форму кільця, розірваного зверху й знизу тяжами механічної тканини. Склеренхімні тяжі у вигляді прямих або розширених смуг з'єднують провідні пучки з нижнім та верхнім епідермісом (див. рис. 1Б). Або склеренхімні

Таблиця 2. Показники анатомічної будови листкової пластинки декоративних злаків на поперечному розрізі

Досліджені елементи		Декоративні злаки			
		<i>Arrhenatherum bulbosum</i> (Willd.) C. Presl. 'Variegata'	<i>Dactylis glomerata</i> L. 'Variegata'	<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench. 'Variegata'	<i>Phalaroides arundinaceae</i> (L.) Rausch. var. <i>picta</i> (L.) Tzvel.
M±m					
Листкова пластинка					
Товщина листка, мкм		218,31±10,78	317,63±16,77	117,38±5,38	134,11±11,61
Коефіцієнт ребристості		1,12	1	1,13	1,07
Епідерміс, мкм	верхній	15,60±2,15	22,51±0,87	11,19±0,52	17,07±1,90
	нижній	17,94±1,38	14,88±0,71	13,50±0,71	9,75±0,00
Кількість провідних пучків		19 – 23	26 – 37	28 – 30	39 – 43
Відстань між провідними пучками, мкм		136,86±12,94	87,77±1,38	144,04±8,16	173,79±7,45
Стебло					
Товщина епідермісу, мкм		10,31±1,63	—*	10,75±0,66	10,75±1,75
Діаметр стебла, мм		1,25±2,41	—*	0,91±7,07	1,54±4,48
Кількість провідних пучків у колах	зовнішнє	9	—*	14	27
	внутрішнє	12	—*	10	32

Примітка. —* вимірювання не проводили в зв'язку з тим, що *Dactylis glomerata* 'Variegata' в умовах південного сходу України генеративних пагонів не формує.

тяжі прилягають до епідермісу й ізольовані від провідних пучків (*D. glomerata* 'Variegata', див. рис.1А) [7]. Для досліджених сортів чергування крупних та дрібних провідних пучків неоднакове. Їх співвідношення сортоспецифічне: 1:1 (*D. glomerata* 'Variegata'), 1:2 (*A. bulbosum* 'Variegata'), 1:3 (*M. caerulea* 'Variegata') та 1:4 (*P. arundinaceae* var. *picta*).

Листки досліджених сортів ізолатеральні: мезофіл однорідний. Наявність великих повітряних порожнин характерна лише для листків *D. glomerata* 'Variegata' (див. рис. 1А). Мезофіл строкатих форм декоративних злаків складається з хлорофілоносною та безхлорофільної тканини. Хлоренхіма розміщена між провідними пучками окремими смугами. Специфічне розміщення хлорофілоносною та безхлорофільної тканин є результатом різноманітних мутацій, що порушують синтез хлорофілу [8]. На нашу думку, ці мутації пов'язані з потовщенням елементів коленхіми та створенням окремих камер. Про існування хлорофілу у безхлорофільній паренхімі свідчать результати спектрофотометрії (табл. 3). Співвідношення вмісту хлорофілів $a+b$ у хлоренхімі та безхлоренхімній паренхімі листків складає 12,56 – *P. arundinaceae* var. *picta*, 3,77 – *A. bulbosum* 'Variegata', 1,08 – *M. caerulea* 'Variegata' та 0,48 – *D. glomerata* 'Variegata'. Отже, у безхлорофільній паренхімі хлоропласти існують, але забарвлення у зелений колір не відбувається.

Найбільша кількість суми каротиноїдів в безхлорофільній паренхімі та хлоренхімі листків та їх перевага над зеленими пігментами є у *M. caerulea* 'Variegata' (відповідно $0,41 \pm 0,01$ та $0,43 \pm 0,01$ мг/г сирової маси).

Таблиця 3. Фракційний склад фотосинтезуючих пігментів строкатих форм декоративних злаків за спектрофотометричним аналізом, мг/г сирової маси

Декоративні злаки	Безхлорофільна паренхіма			
	A_a	A_b	A_{a+b}	A_{k+kc}
М±m				
<i>Arrhenatherum bulbosum</i> (Willd.) C. Presl. 'Variegata'	0,29±0,01	0,50±0,02	0,79±0,03	0,27±0,01
<i>Dactylis glomerata</i> L. 'Variegata'	0,09±0,00	0,14±0,00	0,23±0,01	0,07±0,00
<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench. 'Variegata'	0,11±0,00	0,15±0,01	0,26±0,01	0,41±0,01
<i>Phalaroides arundinaceae</i> (L.) Rausch. var. <i>picta</i> (L.) Tzvel.	0,10±0,00	0,15±0,00	0,24±0,01	0,10±0,00
Хлоренхіма				
<i>Arrhenatherum bulbosum</i> (Willd.) C. Presl. 'Variegata'	0,94±0,02	2,04±0,04	2,98±0,06	0,58±0,01
<i>Dactylis glomerata</i> L. 'Variegata'	0,05±0,00	0,06±0,00	0,11±0,00	0,08±0,00
<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench. 'Variegata'	0,11±0,00	0,15±0,00	0,26±0,01	0,43±0,01
<i>Phalaroides arundinaceae</i> (L.) Rausch. var. <i>picta</i> (L.) Tzvel.	1,50±0,03	1,64±0,04	3,14±0,06	1,77±0,04

Примітка. A_a – вміст пігмента хлорофіла *a* в рослинному матеріалі, A_b – вміст пігмента хлорофіла *b*, A_{a+b} – вміст суми хлорофілів $a+b$, A_{k+kc} – вміст суми каротиноїдів в рослинному матеріалі.

Поперечний зріз стебла. Епідерміс, що оточує стебло, складається з клітин з надзвичайно потовщеною зовнішньою оболонкою. За епідермісом розташоване склеренхімне кільце, яке переривається пучками хлорофілоносної паренхіми різної товщини. Далі, до центра стебла, клітини стають більш крупнішими, більш тонкостінними і поступово переходять у крупні тонкостінні клітини основної паренхіми. В центрі стебла утворюється порожнина, крім *M. caerulea* 'Variegata', сердцевина якої виповнена паренхімою (рис. 2). Провідні пучки розташовані по колу, вони утворюють два кола: внутрішнє – із крупніших провідних пучків і зовнішнє, що прилягає і вклинюється в склеренхімну тканину, – із дрібніших провідних пучків. Структура стебла досліджених сортів більш стала, відмінності у будові пов'язані з діаметром стебла, наявності порожнини та кількості провідних пучків (табл. 2).

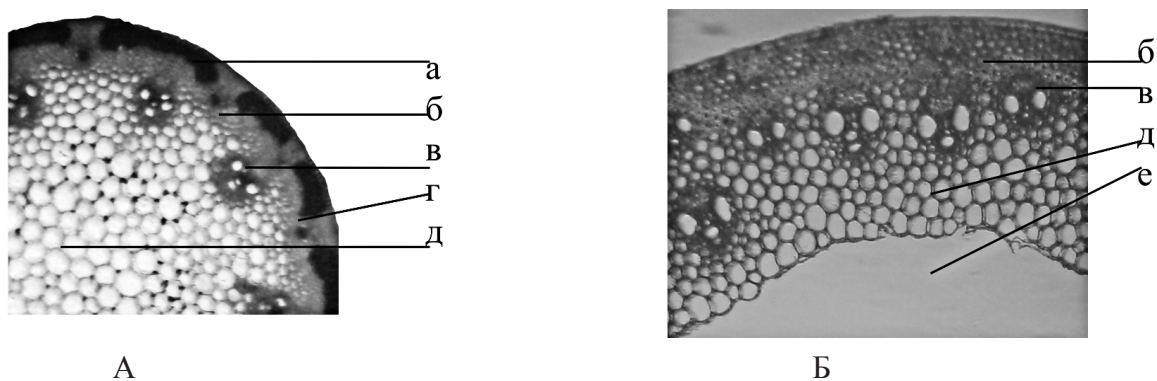


Рис.2. Поперечний зріз пагону *Molinia caerulea* (L.) Moench. 'Variegata' (А) та *Phalaroides arundinaceae* (L.) Rausch. var. *picta*(L.) Tzvel. (Б) (збільшення 15 x 8 мікроскопа Ergaval):
а – хлоренхіма, б – склеренхіма, в – провідні колатеральні судинні пучки, г – пучки зовнішнього кола, д – паренхіма, е – порожнина стебла.

Проведені анатомічні дослідження чотирьох видів декоративних злаків дали змогу зробити певні висновки, які підтверджують доцільність використання анатомічного методу для встановлення особливостей анатомічної будови листків інтродукованих сортів декоративних злаків. Припускаємо, що анатомічні особливості можна використовувати як додаткові діагностичні ознаки при визначенні успішності інтродукції видів та сортів злаків. Слід зазначити, що листок щодо анатомічної будови значно пластичніший від стебла. До діагностичних ознак відносимо рельєф листка, форму та обриси епідермальних клітин, характер і розміщення моторних клітин, дані про характер склеренхімних тяжів і провідних пучків.

Таким чином, проведений аналіз інтродукованих сортів декоративних злаків показав, що рослини характеризуються сортоспецифічними ознаками, що відбиваються на особливостях анатомічної будови листків та їх пігментного складу як захисно-регуляторної системи, що свідчить про їх пластичність та адаптацію до умов південного сходу України.

1. Анели Н.А. Атлас эпидермы листа. – Тбилиси: Мецниереба, 1975. – 110 с.
2. Баранова М.А. Классификация морфологических типов устьиц // Ботан. журн. – 1985. 70, №12. – С.1585 – 1595.
3. Буинова М.Г. Анатомия и пигменты листа растений Забайкалья. – Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, 1988. – 96 с.

4. Василевская В.К. Формирование листа засухоустойчивых растений. – Ашхабад: Изд-во АН Тадж.ССР, 1954. – 184 с.
5. Зайцев Г.Н. Математический анализ биологических данных. – М.: Наука, 1991. – 184 с.
6. Клейн Р.М., Клейн Д.Т. Методы исследования растений. – М.: Колос, 1974. – 528 с.
7. Константинова А.Г. Ключ для визначення українських костриць за анатомічними ознаками // Укр. ботан. журн. – 1968. – 25, №1. – С. 35 – 41.
8. Кудина Г.А., Качур Л.Ю. Интродукция декоративных злаков и перспективы их использования в Донбассе // Промышленная ботаника. – 2005. Вып. 5. – С.39 – 45.
9. Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 528 с.
10. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із спецкурсу «Фотосинтез» (для студентів спеціальності «Фізіологія рослин») / Ю.Г. Приседський, М.І. Бойко. – Донецьк: Донецьк. нац. ун-т, 2001. – 45 с.
11. Мирославов Е.А. Структура и функция эпидермиса листа покрытосеменных растений. – Л.: Наука, 1974. – 184 с.
12. Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. – М.: Высшая школа, 1960. – 206 с.
13. Прокудин Ю.Н., Вовк А.Г., Петрова О.А. и др. Злаки Украины. – Киев: Наук. думка, 1977. – 518 с.

Донецький національний університет

Надійшла 07.09.2007

УДК 635.9:581. 522.4 (477.60)

АНАТОМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДЕКОРАТИВНИХ ЗЛАКІВ, ІНТРОДУКОВАНИХ НА ПІВДЕННИЙ СХІД УКРАЇНИ

О.О. Грідько

Донецький національний університет

Виявлено особливості анатомічної будови листків та стебла строкатих форм декоративних злаків: *Arrhenatherum bulbosum* (Willd.) C. Presl. 'Variegata', *Dactylis glomerata* L. 'Variegata', *Molinia caerulea* (L.) Moench. 'Variegata' та *Phalaroides arundinaceae* (L.) Rausch. var. *picta*(L.) Tzvel. Визначено особливості їх сортових ознак в посушливих умовах південного сходу України.

UDC 635.9:581. 522.4 (477.60)

ANATOMIC PECULIARITIES OF ORNAMENTAL GRASSES INTRODUCED TO THE SOUTH - EAST OF UKRAINE

O.O. Hrydko

Donetsk National University

The article provides analysis of anatomic structure of stripe foliage and stem of such ornamental grasses as *Arrhenatherum bulbosum* (Willd.) C. Presl. 'Variegata', *Dactylis glomerata* L. 'Variegata', *Molinia caerulea* (L.) Moench. 'Variegata', and *Phalaroides arundinaceae* (L.) Rausch. var. *picta*(L.) Tzvel. Their sort peculiarities in the arid conditions of the Ukrainian south-east have been determined.