

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПЫЛЬЦЫ У НЕКОТОРЫХ СОРТОВ ОВСЯНИЦЫ КРАСНОЙ В УСЛОВИЯХ г. САРАТОВА

К.Е. Крайнов, А.Х. Миндубаева, Н.Х. Еналсева

*Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, г. Саратов*

Вид овсяница красная (*Festuca rubra* L.) - представитель низовых многолетних злаков, широко применяется в зонах с умеренным климатом в качестве газонной культуры. Согласно имеющейся информации, популяции данного вида обладают морфобиологической пластичностью и высокими адаптационными возможностями (Faircy, Lefkovitch, 1996 а,б; Мальцев, 2001; Мифтахова, 2005; Herben et al., 2003), что открывает большие перспективы для поиска наиболее приспособленных форм к экстремальным климатическим условиям Нижнего Поволжья (высокая температура в летние месяцы, нередко сопровождающаяся засухами, низкая – в зимний период, часто сменяющаяся оттепелями). Одним из существенных факторов, определяющих успех интродукции и способствующих практическому внедрению сортов овсяницы, является высокая семенная продуктивность, которая в свою очередь определяется состоянием элементов системы размножения.

По некоторым сведениям для овсяницы красной характерна значительная внутривидовая вариабельность цитологических и эмбриологических показателей (Mariany et al, 2000; Шишкинская, Юдакова, 2003; Шишкинская и др., 2004), свидетельствующая о тенденции к апомиктичному способу размножения (Шишкинская и др., 2004).

Одним из объективных критериев, используемых при диагностике системы размножения, служит состояние пыльцы. Эмпирически установлено, что степень дефектности пыльцы (СДП), превышающая 11,7% указывает на возможность апомиксиса (Куприянов, Жолобова, 1983; Куприянов, 1989), при этом в случае варьирования пыльцевых зерен (ПЗ) по размеру вероятность наличия апомиксиса у растений данных популяций существенно возрастает (Шишкинская, Юдакова, 2003; Шишкинская и др., 2004).

Целью настоящего исследования было изучение мужской генеративной сферы у шести сортов *F. rubra* L., произрастающих на коллекционном участке Ботанического сада СГУ.

### Материал и методика

В качестве материала использовали сорта овсяницы красной: Арета, Выдубецкая славная, ГЭС 202, Саласпилс, Тамара, и №116. Число растений каждого сорта в выборке варьировало от 20 до 30. В период массового цветения соцветия фиксировали ацетоалкоголем (1:3) на стадии перед выбрасыванием пыльников. Для анализа брали пыльники нижних цветков из колосков, расположенных в центральной части соцветия. Пыльцу окрашивали азокармином, и заключали в глицерин-желатиновую смесь. Подсчет разных морфологических типов проводили в ходе анализа выборки из 300 пыльцевых

зерен на микроскопе МБИ-6. Статистический анализ производили с использованием компьютерной программы Excel. Микрофотографии изготовлены с помощью цифровой камеры Praktica.

### Результаты

У растений всех исследованных сортов, наряду с нормальными пыльцевыми зернами, то есть, окрашенными, почти изометрической формы (рис. В, Г), встречались дефектные. К ним отнесены ПЗ, остановившиеся на ранних стадиях развития (Рис. Д-И), с признаками плазмолиза (Рис. К-М), с дегенерирующим содержимым (Рис. Н-Ф) и полностью пустые (Рис. Х-Ч). СДП у исследованных растений варьировала в диапазоне от 0,3 до 97% , при этом разные сорта в отношении этого показателя существенно различались (табл. 1).

Таблица 1.

Степень дефектности пыльцы у растений исследованных сортов  
овсяницы красной

№ растения	СДП (%) сортов					
	Арега	Выдубецкая славная	ГБС 202	Саласпилс	Тамара	№116
1	5	10	33	7,7	8	2
2	2	0,3	2	19,7	6,7	1,7
3	1	10,3	2,3	18	57,7	7,3
4	3,3	3,3	47,9	26	53	42
5	1,3	0,3	11	1,3	6,3	4,3
6	3	2,3	9	7,3	46,3	0,7
7	12,7	2,3	10,7	10,3	41	6,7
8	7	0,7	66,7	4,7	11,3	5,7
9	3,3	0,7	4,7	4,3	34	6,7
9	3	6	6	3	11	50
10	4,7	3,7	3,3	2	8,7	51
11	7,7	2	3,7	11,7	26	43
12	7,3	29	5,3	14,3	28,7	4,3
13	7,7	3,3	9	16,3	32,3	16,7
14	5	2	2,7	7,3	16,7	3
15	7,3	1,7	24,7	5,7	4	2,3
16	8,3	3	2,7	7	24	48,3
17	5	4,3	10	6,3	3,7	29,7
18	0,7	4	3,3	5,3	38,3	11,7
19	4	1,3	78,7	1,5	4,7	4

20	0,3	19,3	14,3	3,3	9,7	47
21	1,3	4,7	7,3		31,7	5,3
22	7,7	2	17,7		19	1,7
23	1,3	2,7	0,3		97	4,7
24	0,7	1,7	31		4,7	42,3
25	1	3	84,3		65	3,3
26	0,7	3	7,3		39,3	0,7
27	1,3	1,7	5,7			11,3
28	0,7	2,3	15,3			1,7
29	8	1,7	7			11,8
30		0,7				5,3

В исследованных выборках доли растений с высокой дефектностью пыльцы, то есть растений, у которых СДП превышал порог 11,7%, весьма значительно варьировали. Наиболее часто такие растения встречались у сорта Тамара (61,5%), наиболее редко (3,4%) – в выборке сорта Арета. У сорта Тамара зарегистрирована самая высокая индивидуальная СДП – 97% (Табл. 2). У единственного из 29 изученных растений сорта Арета уровень дефектности составлял всего 12,7% (Табл.1).

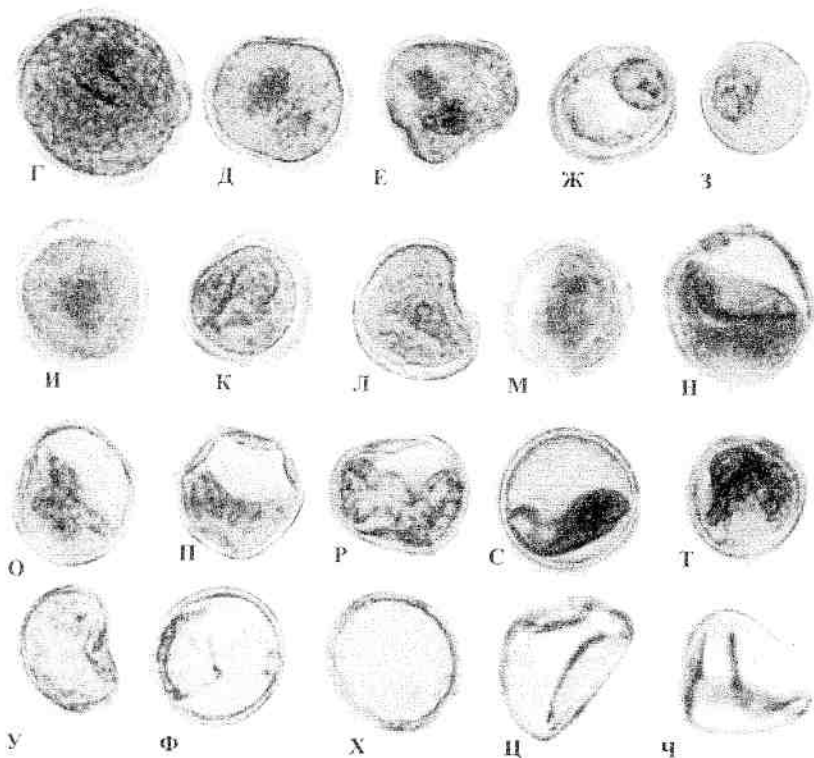
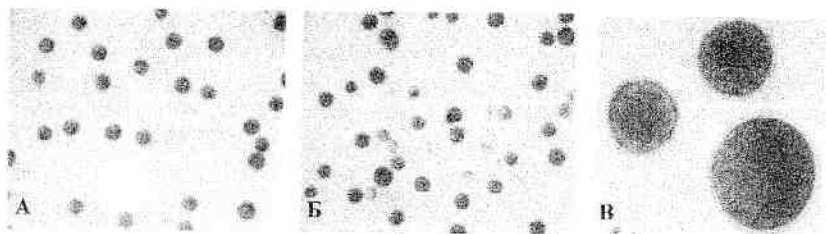
Таблица 2.

Частоты встречаемости растений с высокой СДП у исследованных сортов овсяницы красной

Сорт	Число исследованных растений	Растений с высокой СДП	
		шт.	%
Тамара	26	16	61,5
Саласпилс	20	7	35
ГБС 202	29	10	34,5
№116	30	10	33,3
Выдубецкая славная	30	2	6,7
Арета	29	1	3,4
F			22,9***

Примечание: \*\*\* различия значимы при  $P < 0,001$

Результаты анализа морфологических типов дефектных ПЗ в группах с высокой СДП показали, что основную долю у всех исследованных сортов составляют дегенерирующие ПЗ (Табл. 3). Плазмозиз не отмечен лишь у растений сортов ГБС 202 и Выдубецкая славная. Какой-либо закономерности в частотах встречаемости определенных морфологических типов в зависимости от степени дефектности пыльцы не выявлено.



Пыльцевые зерна *Festuca rubra* L.: А, Б – пыльца растений с низкой и высокой СДП (общий вид); В – нормально окрашенная пыльца разного размера; Г – типичное зрелое ПЗ; Д – И – остановка развития: на стадиях двухклеточного ПЗ (Д, Е), одноядерной микроспоры (Ж – И); К – М – плазмолизированные ПЗ; Н – Ф – ПЗ с дегенерацией содержимого; Х, Ч – устье ПЗ.

Морфологические типы пыльцевых зерен у растений овсяницы красной  
с высокой СДП

Сорт	№ расте- ния	Пыльцевые зерна, %				
		норма- льные	остановив- шиеся в развитии	плазмо- лизиро- ванные	дегенера- рующие	пустые
Тамара	3	42,3	8,7	7,3	38	3,7
	4	47	4,3	4	39,3	5,3
	6	53,7	5,7	1,3	37,7	1,7
	7	59	6	0,7	29	5,3
	9	66	7,7	5,7	18	2,7
	11	74	2,7	1,7	18,7	3
	12	73,3	1	1,3	25	1,3
	13	67,7	0,3	4	27	1
	14	83,3	1,7	0,7	14	0,3
	16	76	2	0,3	20,7	1
	18	61,7	2,7	1,7	32,7	1,3
	21	68,3	5,7	0	23,3	2,7
	22	81	3	2	9,7	4,3
	23	0	16	1,7	78	1,3
25	18,3	8	1,3	54	1,7	
26	60,7	2,3	2	32,7	2,3	
Саласпилс	1	92,3	0,3	1	3,7	2,7
	2	80,3	2,7	0,6	15	1,3
	3	82	6,7	0,6	9,3	1,3
	4	74	8,3	0,7	11,3	5,7
	11	88,3	3	0,3	3,3	5
	12	85,7	2,3	0	7,7	4,3
	13	83	6	0,3	5,3	4,7
ГБС 202	4	52,1	6,3	0	41,3	0,3
	8	33,3	6,7	0,3	59,7	0
	15	75,3	3	0	21,7	0
	19	21,3	8	0	70,7	0
	20	85,7	3,3	0	10,7	0,3
	22	82,3	2,3	0	15	0,3
	24	69	4,7	0	25	1,3
	25	15,7	11,7	0	71,7	1

	28	84,7	0,3	0	13,7	1,3
№116	4	58	14,3	0	27,7	0
	10	49	5	1	45	0
	11	57	8,3	0,3	33,7	0,7
	13	83,3	3,7	0,3	11	1,7
	15	51,7	1,7	2	43,7	1
	17	70,3	0,3	0	29	0,3
	18	88,3	0,7	0,3	9,3	1,3
	20	53	6,7	0,3	39,3	0,7
	24	57,7	2	3,7	36,7	0
	29	85	1	0	0,7	10,1
Выдубецкая	12	71	3,7	0	23,7	1,7
славная	20	80,7	1	0	18	0,3
Арега	7	87,3	5	1	4,3	2,3

### Обсуждение

В результате проведенного исследования пыльцы шести сортов вида *Festuca rubra* L. выявлено внутрисортное разнообразие растений в отношении СДП. Наличие растений с высоким уровнем дефектности, то есть растений с частотой аномалий выше 11,7%, отмечено практически у всех образцов, хотя последние с высокой достоверностью различались как в отношении долей таких растений в выборках, так и количественной выраженности индивидуальной СДП. Самым «высокодефектным» оказался сорт Тамара, а сорта Выдубецкая славная и Арега обнаружили минимальную дефектность пыльцы. То обстоятельство, что все растения произрастали на одной и той же территории, цветение и фиксация пыльников проходили практически одновременно, а для анализа использовались зрелые пыльники одновозрастных цветков, локализованных в одной и той же части соцветия, дает основание заключить, что установленные различия обусловлены генетическими особенностями сортообразцов. Усредненные показатели дефектности пыльцы для каждого сорта, представленные в таблице 4, могут служить их популяционными характеристиками.

Сравнительный анализ морфологических признаков дефектных ПЗ дает основание для предположения, что выделенные нами типы являются проявлениями последовательных стадий процесса дегенерации ПЗ. В большинстве случаев этому процессу подвержены ПЗ, развитие которых по каким-либо причинам оказалось заблокированным на стадии одноядерной микроспоры (Рис. Ж-И), либо на более поздних стадиях, вплоть до двуклеточного ПЗ (Рис. Д, Е). В ряде случаев пыльца на этих стадиях не имеет признаков дегенерации, и ее присутствие наряду с нормально выполненными зрелыми ПЗ можно объяснить асинхронностью развития микроспор в пыльниках. Плазмолиз — это начало дегенерационного процесса, который

наступает вслед за блокадой развития, а далее проявляются явные признаки деструкции – пикноз ядерной массы, деградация и уменьшение

Таблица 4.

Средние показатели дефектности пыльцы для исследованных сортов овсяницы красной

Сорт	Дефектные пыльцевые зерна, %				
	Всего	остановившиеся в развитии	плазмолизированные	дегенерирующие	пустые
Саласпилс	9,00 ± 0,96	2,38 ± 0,33	0,37 ± 0,07	4,35 ± 0,57	1,9 ± 0,30
Тамара	27,63 ± 2,74	3,58 ± 0,46	1,49 ± 0,25	20,60 ± 2,18	1,85 ± 0,21
№116	14,34 ± 1,85	1,9 ± 0,38	0,28 ± 0,09	10,97 ± 1,63	1,09 ± 0,21
ГБС 202	17,52 ± 2,52	2,18 ± 0,37	0,02 ± 0,02	14,69 ± 2,23	0,62 ± 0,10
Выдубецкая славная	4,19 ± 0,76	0,43 ± 0,10	0	3,38 ± 0,64	0,38 ± 0,08
Арета	4,03 ± 0,45	0,91 ± 0,15	0,09 ± 0,04	2,06 ± 0,30	0,98 ± 0,17

объема цитоплазмы и, наконец, полное исчезновение содержимого ПЗ. Последняя стадия диагностируется как тип «пустые ПЗ». На микрофотографиях (Рис. М-Ч) представлены последовательные этапы процесса дегенерации ПЗ.

Наряду с дегенерационными процессами, пыльца отдельных растений характеризовалась весьма существенным варьированием по размеру нормально выполненных и окрашенных зерен (Рис. В).

Таким образом, полученные нами данные в значительной степени совпадают с известными в литературе сведениями о внутривидовой изменчивости генеративных признаков *Festuca rubra* L. (Мальцев, 2001; Шишкинская, Юдакова, 2003; Шишкинская и др., 2004). Особый интерес представляет обнаружение в имеющейся коллекции образцов с контрастным проявлением признака «СДП», открывающее перспективы дальнейшего комплексного исследования этих форм в связи с проблемой апомиксиса и его генетических предпосылок.

#### Литература

- Куприянов П.Г. Диагностика систем семенного размножения в популяциях цветковых растений. Саратов, 1989. 160 с.
- Куприянов П.Г., Жолобова В.Г. Уточнение понятий нормальная и дефектная пыльца в антоморфологическом методе // Апомиксис и цитозембриология растений. Саратов, 1975, вып. 3. С. 47-52.
- Мальцев А.В. Изучение репродуктивной биологии овсяницы красной (*Festuca rubra* L.) при интродукции // Итоги интродукции и селекции травянистых растений на Урале. Екатеринбург, 2001. С. 225-240.

Мифтахова С.А. Биологические основы интродукции некоторых видов злаковых трав для газонов среднетаежной подзоны Республики Коми // Автореф. дисс... канд. биол. наук, Сыктывкар, 2005. 22 с.

Шишкинская Н.А., Юдакова О.И., Тырнов В.С. Популяционная эмбриология и апомиксис у злаков. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2004. 148 с.

Шишкинская Н.А., Юдакова О.И. Новый подход к использованию антоморфологического метода для диагностики апомиксиса у злаков // Бюлл. Ботанического сада Саратов. гос. ун-та. Саратов, 2003. С. 180-187.

Fairey, N. A. and Lefkovich, L. P. Crop density and seed production of creeping red fescue (*Festuca rubra* L. var. *rubra*). 1. Yield and plant development. Can. J. Plant Sci. Vol. 76. 1996. P. 291-298.

Fairey, N. A. and Lefkovich, L. P. Crop density and seed production of creeping red fescue (*Festuca rubra* L. var. *rubra*). 2. Reproductive components and seed characteristics // Can. J. Plant Sci. Vol. 76. 1996, P. 299-306.

Herben T, Krahulec F, Hadincova V, Pechackova S, Wildova R Year-to-year variation in plant competition in a mountain grassland // Journal of Ecology Vol. 91. 2003, P. 103-113.

Mariani A., Roscini C., Basili F., Paoletti R., Rosafio M. Cytogenetic study of forage grasses and legumes // Legumes for Mediterranean forage crops, pastures and alternative uses = Légumineuses pour cultures fourragères, pâturages et autres usages en région méditerranéenne. Zaragoza, CIHEAM-IAMZ, 2000. p. 79-83.

УДК 633.174

#### ВОПРОСЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ И СИСТЕМАТИКИ *SORGHUM MOENCH.*

Г.И. Костина, А.Г. Ишин  
ФГНУ РосНИИСК «Россорго»

Сорго выращивают в 85 странах мира на площади более 45 млн. га (Якушевский, 1969; Щербаков, 1983; Шепель, 1981; Заварзин, 1994). В России сорго по данным учёных может возделываться на площади 12 - 14 млн. га, в том числе зерновое – на 3 - 3,5, сахарное 5 - 6, травянистое – на 4 - 5 млн. га (Малиновский, 1990).

На земном шаре имеется несколько очагов видового разнообразия сорго: Африка, Индия и Китай. Вопрос о точном времени и месте введения сорго в культуру является дискуссионным. Предполагают, что предки сорго возникли в первой половине мела в период горообразования, в результате одного из расколов Гондваны на границе юрского и мелового периодов (140 млн. лет назад), когда Африкано-Южноамериканский блок раскололся на две части.

По мнению Н. Н. Цвелёва и Л. К. Иванюкович культурные виды сорго произошли полиитоно на Африканском континенте от разных дикорастущих видов в результате многократной гибридизации (Иванюкович, 1980, 1990). Кроме гибридизации важную роль в процессе эволюции, селекции и продвижения этой теплолюбивой культуры к северу от границ естественного ареала сыграли мутации фотопериодической реакции. Эволюция рода *Sorghum*,