

УДК 633.2:631.53.01
DOI: 10.7868/S25000640230210

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СЕМЯН ДИКОРАСТУЩИХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ

© 2023 г. М.А. Старостина¹, К.А. Катков¹

Аннотация. На основе анализа результатов всхожести и характера прорастания семян дикорастущей флоры степей Ставрополя проведена оценка качества семян по группам. Исследование качества семян основывалось на таких характерных признаках прорастания семян, как средняя всхожесть семян, процент проросших семян на пятый день, процент проросших семян на десятый день, длительность прорастания семян. Всхожесть и характер прорастания семян определены в лабораторных условиях. Зрелые семена 39 видов проращивали при температуре 20–22 °С в чашках Петри (по 25 семян) в четырехкратной повторности. Цель работы – оценка качества семян дикорастущих травянистых растений путем построения обобщенного числового показателя по результатам всхожести и характеру прорастания семян. Для построения обобщенного числового показателя применена обобщенная функция Харрингтона. Измерения проведены во временных интервалах 0 и 6 месяцев. Свежесобранные семена (0 месяцев), находясь в состоянии покоя, не смогли преодолеть заданные параметры и показали слабую всхожесть или вовсе не взошли. В процессе хранения (6 месяцев) всхожесть и характер прорастания семян дикорастущих видов растений изменились. Оценка качества семян дикорастущих травянистых растений путем анализа показала четкое разделение семян на 5 групп. Большая часть семян (костер безостый, кострец береговой, овсяница восточная (Регеля), чабрец Маршалла, эспарцет песчаный и др.), находясь в состоянии неглубокого физиологического покоя, преодолела состояние покоя и показала отличные, хорошие или удовлетворительные результаты всхожести. Полученные результаты исследования позволяют рационально подойти к воспроизводству видов дикорастущей флоры для создания коллекционного фонда в ботанических садах или проведению реинтродукционных мероприятий с целью сохранения их популяций.

Ключевые слова: всхожесть, дикорастущие растения, качество семян, обобщенный числовой показатель, период хранения, растительное сообщество.

EVALUATION OF THE QUALITY OF SEEDS OF WILD HERBACEOUS PLANTS

M.A. Starostina¹, K.A. Katkov¹

Abstract. Based on the analysis of the germination results and the nature of seeds germination of the wild flora of Stavropol steppes, an assessment of the quality of seeds by groups was carried out. The study of seed quality was based on such characteristic signs of seed germination as: the average germination ability of seeds, the percentage of germinated seeds on the fifth day, the percentage of germinated seeds on the tenth day, the term of seed germination. Germination ability and the nature of seed germination were determined in laboratory conditions. Mature seeds of 39 species were germinated (at a temperature of 20–22 °C) in Petri dishes (25 seeds each) in fourfold repetition. The purpose of the work is to assess the quality of seeds of wild herbaceous plants by constructing a numerical index based on the results of germination ability and the nature of seed germination. The generalized Harrington function is used to construct a generalized numerical indicator. The measurements were carried out in time intervals of 0 and 6 months. It was revealed that the freshly harvested seeds (0 months), being at rest, could not overcome the set parameters and showed weak germination or did not rise at all. During storage (6 months), the germination ability and germination pattern of seeds of

¹ Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр (North Caucasus Federal Agrarian Research Centre, Stavropol Region, Russian Federation), Российская Федерация, 356241, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, 49, e-mail: sniish_stepi@mail.ru

wild plant species have changed. Evaluation of the seed quality of wild herbaceous plants by analysis showed a clear division of seeds into five groups. Most of the seeds (*Bromopsis inermis*, *B. riparia*, *Festuca regeliana*, *Thymus marschallianus*, *Onobrychis arenaria*, etc.), being in a state of shallow physiological rest, overcame this condition and showed excellent, good or satisfactory seed germination results. The obtained research results make it possible to rationally approach the reproduction of wild flora species to create a collection fund in botanical gardens or to carry out reintroduction activities in order to preserve their populations.

Keywords: germination, wild plants, seed quality, generalized numerical indicator, storage period, plant community.

ВВЕДЕНИЕ

Сохранение степных экосистем юга России, их природно-ресурсного потенциала в условиях непрерывного антропогенного и абиотического воздействия на экосистемы во многом зависит от семенного возобновления, включающего цветение, плодоношение, сохранность семян, их всхожесть и жизнеспособность – основные звенья жизненного цикла травянистых растений в сообществах и развития самого природного сообщества [1; 2].

Немаловажную роль в устойчивом развитии растительного сообщества играют такие показатели качества семян растений, как всхожесть и характер их прорастания, наличие первичного покоя у семян [3; 4].

Цель работы – оценка качества семян дикорастущих травянистых растений путем построения обобщенного числового показателя по результатам всхожести и характеру прорастания семян.

Постановка задачи. Имеется 39 образцов семян различных растений. Каждый образец характеризуется четырьмя признаками:

- средней всхожестью семян, %;
- процентом проросших семян на пятый день, %;
- процентом проросших семян на десятый день, %;
- длительностью прорастания семян, дни.

Измерения проведены во временных интервалах 0 и 6 месяцев.

Требуется построить обобщенный числовой показатель (ОЧП), позволяющий оценить представленные образцы. На основе полученного ОЧП провести кластеризацию семян по группам:

- отлично;
- хорошо;
- удовлетворительно;
- плохо;
- очень плохо.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

На основе анализа данных всхожести и характера прорастания семян дикорастущей флоры степей Ставрополя проведена кластеризация семян по группам.

Для удобства разделения семян на указанные выше кластеры в общий исходный список семян введены четыре пороговых значения: порог 1, порог 2, порог 3, порог 4.

Кластеризация проводится следующим образом:

- семена растений, значения ОЧП которых окажутся выше порога 1, относятся к группе «отлично»;
- семена, ОЧП которых ниже порога 1 и выше порога 2 – к группе «хорошо»;
- семена, ОЧП которых ниже порога 2 и выше порога 3 – к группе «удовлетворительно»;
- семена, ОЧП которых ниже порога 3 и выше порога 4 – к группе «плохо»;
- семена, ОЧП которых ниже порога 4 – к группе «очень плохо».

Определение всхожести и характера прорастания семян проведено нами в лабораторных условиях. Зрелые семена 39 видов, наиболее распространенных в растительном сообществе степей Ставрополя и имеющих важное хозяйственное значение, проращивали при температуре 20–22 °С в чашках Петри (по 25 семян) в четырехкратной повторности. В основу изучения всхожести семян были положены такие характерные для растений дикорастущей флоры признаки прорастания семян, как средняя всхожесть семян, процент проросших семян на пятый день, процент проросших семян на десятый день, длительность прорастания семян [5].

Для построения ОЧП применяли обобщенную функцию Харрингтона [6; 7]. Удобство использования этой функции, выведенной эмпирическим путем, состоит в обладании ею свойствами гладкости, непрерывности и монотонности. Обобщен-

ная функция желательности устанавливает зависимость желательности (d) от безразмерной величины, называемой частным показателем (\hat{Y}). Соотношение между величинами d и \hat{Y} устанавливается выражением [7; 8]:

$$d = \exp \left[-\exp \left(-\hat{Y} \right) \right].$$

Величина d изменяется в диапазоне от нуля до единицы. Вся шкала желательности разделена на 5 качественных оценок (уровней): «очень плохо», «плохо», «удовлетворительно», «хорошо», «очень хорошо».

Значение \hat{Y} , соответственно, определяется на основании выражения:

$$\hat{Y} = \ln \left(\ln \left(\frac{1}{d} \right)^{-1} \right). \quad (1)$$

Обобщенный показатель качества (D) рассчитывается на основании желательности отдельных признаков, входящих в оценку семян. Выражение для расчета величины D для каждого j -го растения имеет вид [7; 8]:

$$D = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n d_i^{k_i}},$$

где n – количество признаков, участвующих в оценке семян; d_i – значение желательности для каждого i -го признака; k_i – весовость i -го признака.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, для расчета ОЧП необходимо определить значения желательности и весовость каждого признака, входящего в оценку семян.

Исходные данные, полученные в результате лабораторного проращивания свежесобранных семян (0 месяцев) и семян после 6 месяцев хранения представлены в таблицах 1, 2.

Значения признаков для различных уровней желательности d показаны в таблице 3. Значения признаков для различных уровней желательности одинаковы для временных периодов 0 и 6 месяцев хранения семян.

Весовые коэффициенты для используемых признаков показаны в таблице 4.

Аппроксимирующие полиномы для используемых признаков, построенные на основании значений из таблицы 3 и выражения (1), а также значения коэффициентов детерминации (R^2), опре-

деляющих качество аппроксимации, показаны в таблице 5.

Результаты расчета ОЧП для семян с различными периодами хранения, а также кластеризация на основе полученных значений ОЧП представлены в таблицах 6, 7.

По результатам кластерного анализа качества семян с учетом всех показателей, наиболее значимыми из которых являются лабораторная всхожесть и процент проросших семян на десятый день опыта, отметим, что свежесобранные семена (0 месяцев), находясь в состоянии покоя, не смогли преодолеть заданные параметры (пороги 1, 2, 3) и показали слабую всхожесть или вовсе не взошли (табл. 6).

В процессе хранения семян (6 месяцев) всхожесть и характер прорастания семян дикорастущих видов растений ставропольской флоры в одинаковых условиях хранения и проращивания (в нашем случае сухое хранение и проращивание в лаборатории) изменились. Оценка их качественных показателей путем построения ОЧП с учетом всех заданных параметров выявила четкое разделение семян на 5 групп (табл. 7). Большая часть семян (костер безостый, кострец береговой, овсяница восточная (Регеля), чабрец Маршалла, эспарцет песчаный и др.), находясь в состоянии неглубокого физиологического покоя, преодолела состояние покоя и, по данным кластеризации, показала отличные и хорошие (пороги 1, 2) или удовлетворительные (порог 3) результаты всхожести и характер прорастания. Часть семян характеризуется затрудненным прорастанием, то есть семена слабо прорастают или вовсе не прорастают. Вероятная причина – более глубокий период покоя семян или недоразвитый зародыш.

В целом же лабораторное хранение семян дикорастущих видов растений оказывает положительное воздействие на всхожесть и характер прорастания семян большинства видов. Это подтверждается результатами расчета обобщенного числового показателя для различных периодов хранения семян, а также кластеризацией на основе полученных значений.

Полученные результаты исследования позволяют рационально подойти к воспроизводству видов дикорастущей флоры для создания коллекционного фонда в ботанических садах или проведению реинтродукционных мероприятий с целью сохранения их популяций.

Таблица 1. Исходные данные всхожести свежесобранных семян (0 месяцев)
Table 1. Initial germination data of freshly harvested seeds (0 months)

Название вида* Species name*	Средняя всхожесть семян, % / Average germination ability of seeds, %	Процент проросших семян / Percentage of germinated seeds		Длительность прорастания семян, дни / Term of seed germination, days
		день 5 day 5	день 10 day 10	
Ежа сборная <i>Dactylis glomerata</i> L.	67	1	6	54
Житняк гребенчатый <i>Agropyron pectinatum</i> (Bieb.) Beauv.	66	0	45	30
Келерия стройная <i>Koeleria cristata</i> (L.) Pers.	1	0	0	34
Ковыль волосовидный <i>Stipa capillata</i> L.	0	0	0	60
Кострец безостый <i>Bromopsis inermis</i> (Leys.) Holub	32	0	2	42
Кострец береговой <i>Bromopsis riparia</i> (Rehm.) Holub	82	0	15	37
Мятлик узколистный <i>Poa angustifolia</i> L.	33	0	0	43
Овсяница валлисская <i>Festuca valesiaca</i> Gaudin	6	0	0	41
Овсяница Регеля <i>Festuca regeliana</i> Pavl.	86	0	1	57
Осока низкая <i>Carex humilis</i> Leys.	0	0	0	60
Тимофеевка степная <i>Phleum phleoides</i> (L.) Karst.	1	0	0	30
Вязель пестрый <i>Securigera varia</i> (L.) Lassen	0	0	0	60
Горошек тонколистный <i>Vicia tenuifolia</i> Roth	3	0	0	6
Клевер луговой <i>Trifolium pratense</i> L.	3	0	1	17
Люцерна румынская <i>Medicago romanica</i> Prod.	1	1	0	60
Эспарцет (Ксантобрихис) Васильченко	0	0	0	60
<i>Xanthobrychis vassilczenkoi</i> (Grossh.) Galushko	0	0	0	60
Эспарцет невооруженный <i>Onobrychis inermis</i> Stev.	31	0	10	34
Эспарцет песчаный <i>Onobrychis arenaria</i> (Kit.) DC.	34	5	12	34
Василек восточный <i>Centaurea orientalis</i> L.	23	0	13	23
Гвоздика Рупрехта <i>Dianthus ruprechtii</i> Schischk.	0	0	0	60
Гипсолюбка метельчатая <i>Gypsophila paniculata</i> L.	0	0	0	60
Гипсолюбка скученная <i>Gypsophila glomerata</i> Pall. ex Adams	6	0	2	30
Девясил германский <i>Inula germanica</i> L.	0	0	0	60
Зверобой продырявленный <i>Hypericum perforatum</i> L.	0	0	0	60
Лабазник обыкновенный <i>Filipendula vulgaris</i> Moench	0	0	0	60
Лен жилковатый <i>Linum nervosum</i> Waldst. et Kit.	24	0	0	34
Лук беловатый <i>Allium albidum</i> Fisch. ex Bieb.	6	0	2	35
Лук круглый <i>Allium rotundum</i> L.	3	0	2	30
Подмаренник русский <i>Galium ruthenicum</i> Willd.	0	0	0	60
Подорожник средний <i>Plantago media</i> L.	52	3	19	31
Синяк русский <i>Echium russicum</i> J.F. Gmel.	0	0	0	60
Скабиоза бледно-желтая <i>Scabiosa ochroleuca</i> L.	6	0	2	40
Тысячелистник обыкновенный <i>Achillea millefolium</i> L.	26	0	12	24
Тысячелистник щетинистый <i>Achillea setacea</i> Waldst. et Kit.	4	0	4	30
Чабрец Маршалла <i>Thymus marschallianus</i> Willd.	24	0	0	35
Черноголовник многобрачный <i>Poterium polygamum</i> Waldst. et Kit.	1	0	0	20
Чистец чашечковый <i>Stachys atherocalyx</i> C. Koch	0	0	0	60
Шалфей мутовчатый <i>Salvia verticillata</i> L.	0	0	0	60
Шалфей сухостепной <i>Salvia tesquicola</i> Klok. et Pobed.	0	0	0	60
Порог 1 / Threshold 1	80	50	70	10
Порог 2 / Threshold 2	60	30	40	20
Порог 3 / Threshold 3	40	20	30	30
Порог 4 / Threshold 4	20	10	10	40

Примечание. * – латинские названия растений приведены по С.К. Черепанову [9].

Note. * – Latin names of plants are given according to S.K. Cherepanov [9].

Таблица 2. Исходные данные всхожести семян со сроком хранения (6 месяцев)
Table 2. Initial data of seeds with a shelf life (6 months)

Название вида Species name	Средняя всхожесть семян, % / Average germination ability of seeds, %	Процент проросших семян / Percentage of germinated seeds		Длительность проращивания семян, дни / Term of seed germination, days
		день 5 day 5	день 10 day 10	
Ежа сборная <i>Dactylis glomerata</i>	88	16	65	18
Житняк гребенчатый <i>Agropyron pectinatum</i>	96	17	96	11
Келерия стройная <i>Koeleria cristata</i>	33	0	3	21
Ковыль волосовидный <i>Stipa capillata</i>	53	0	32	27
Кострец безостый <i>Bromopsis inermis</i>	92	59	92	8
Кострец береговой <i>Bromopsis riparia</i>	94	42	94	13
Мятлик узколистый <i>Poa angustifolia</i>	22	0	0	60
Овсяница валлиская <i>Festuca valesiaca</i>	96	1	93	13
Овсяница Регеля <i>Festuca regeliana</i>	100	39	100	10
Осока низкая <i>Carex humilis</i>	0	0	0	60
Тимофеевка степная <i>Phleum phleoides</i>	88	0	87	14
Вязель пестрый <i>Securigera varia</i>	9	2	7	27
Горошек тонколистый <i>Vicia tenuifolia</i>	22	8	20	33
Клевер луговой <i>Trifolium pratense</i>	14	4	0	53
Люцерна румынская <i>Medicago romanica</i>	5	1	0	7
Эспарцет Васильченко <i>Xanthobrychis vassilczenkoi</i>	17	0	3	29
Эспарцет невооруженный <i>Onobrychis inermis</i>	82	12	63	27
Эспарцет песчаный <i>Onobrychis arenaria</i>	86	16	65	18
Василек восточный <i>Centaurea orientalis</i>	92	76	89	28
Гвоздика Рупрехта <i>Dianthus ruprechtii</i>	93	54	68	30
Гипсолюбка метельчатая <i>Gypsophila paniculata</i>	65	25	64	17
Гипсолюбка скученная <i>Gypsophila glomerata</i>	82	0	55	20
Девясил германский <i>Inula germanica</i>	5	0	3	13
Зверобой продырявленный <i>Hypericum perforatum</i>	50	0	9	39
Лабазник обыкновенный <i>Filipendula vulgaris</i>	81	0	32	28
Лен жилковатый <i>Linum nervosum</i>	96	0	83	23
Лук беловатый <i>Allium albidum</i>	71	0	68	27
Лук круглый <i>Allium rotundum</i>	82	0	47	27
Подмаренник русский <i>Galium ruthenicum</i>	88	0	47	34
Подорожник средний <i>Plantago media</i>	100	0	56	20
Синяк русский <i>Echium russicum</i>	1	1	0	4
Скабиоза бледно-желтая <i>Scabiosa ochroleuca</i>	63	0	44	23
Тысячелистник обыкновенный <i>Achillea millefolium</i>	78	15	68	31
Тысячелистник щетинистый <i>Achillea setacea</i>	82	0	55	20
Чабрец Маршалла <i>Thymus marschallianus</i>	73	33	59	28
Черноголовник многобрачный <i>Poterium polygamum</i>	97	33	97	18
Чистец чашечковый <i>Stachys atherocalyx</i>	62	1	61	29
Шалфей мутовчатый <i>Salvia verticillata</i>	0	0	2	8
Шалфей сухостепной <i>Salvia tesquicola</i>	1	1	2	8
Порог 1 / Threshold 1	80	50	70	10
Порог 2 / Threshold 2	60	30	40	20
Порог 3 / Threshold 3	40	20	30	30
Порог 4 / Threshold 4	20	10	10	40

Таблица 3. Значения признаков для различных уровней желательности
Table 3. Attribute values for different desirability levels

Признаки Parameters	Уровень желательности, d Desirability level, d									
	очень плохо very bad		плохо bad		удовлетворительно satisfactory		хорошо well		очень хорошо very well	
	от from 0,01	до to 0,2	от from 0,21	до to 0,36	от from 0,37	до to 0,62	от from 0,63	до to 0,79	от from 0,8	до to 0,95
Средняя всхожесть семян, % Average germination ability of seeds, %	0	19	20	39	40	59	60	79	80	100
Процент проросших семян, день 5 Percentage of germinated seeds, day 5	0	10	11	20	21	30	31	50	51	100
Процент проросших семян, день 10 Percentage of germinated seeds, day 10	0	10	11	30	31	40	41	70	71	100
Длительность прорастания семян, дни Term of seed germination, days	60	41	40	31	30	22	21	11	10	5

Таблица 4. Весовые коэффициенты признаков
Table 4. Weighting coefficients of parameters

Признаки Parameters	Весовой коэффициент Weight factor	Ранг Rank
Средняя всхожесть семян, % Average germination ability of seeds, %	0,4	1
Процент проросших семян, день 5 Percentage of germinated seeds, day 5	0,15	3
Процент проросших семян, день 10 Percentage of germinated seeds, day 10	0,3	2
Длительность прорастания семян, дни Term of seed germination, days	0,15	3

Таблица 5. Аппроксимирующие полиномы для признаков и значения R^2
Table 5. Approximating polynomials for parameters and R^2 values

Признаки Parameters	Аппроксимирующий полином Approximating polynomial	R^2
Средняя всхожесть семян, % Average germination ability of seeds, %	$\hat{Y} = 0,0001x^2 + 0,0256x - 1,2451$	0,977
Процент проросших семян, день 5 Percentage of germinated seeds, day 5	$\hat{Y} = -0,0003x^2 + 0,0734x - 1,3256$	0,99
Процент проросших семян, день 10 Percentage of germinated seeds, day 10	$\hat{Y} = 0,000006x^3 - 0,0009x^2 + 0,0764x - 1,3597$	0,979
Длительность прорастания семян, дни Term of seed germination, days	$\hat{Y} = 0,0008x^2 - 0,1241x + 3,0322$	0,958

Таблица 6. Результаты расчета обобщенного числового показателя для семян с периодом хранения 0 месяцев
Table 6. Results of calculation of the generalized numerical indicator for the seed storage period of 0 months

Название вида Species name	Обобщенный числовой показатель / Generalized numerical indicator	Кластер Cluster
Порог 1 / Threshold 1	0,9497	
Порог 2 / Threshold 2	0,8800	
Порог 3 / Threshold 3	0,7899	
Житняк гребенчатый <i>Agropyron pectinatum</i>	0,7767	плохо bad
Подорожник средний <i>Plantago media</i>	0,7307	
Кострец береговой <i>Bromopsis riparia</i>	0,7161	
Эспарцет песчаный <i>Onobrychis arenaria</i>	0,6647	
Тысячелистник обыкновенный <i>Achillea millefolium</i>	0,6300	
Василёк восточный <i>Centaurea orientalis</i>	0,6257	
Эспарцет невооруженный <i>Onobrychis inermis</i>	0,6184	
Порог 4 / Threshold 4	0,6128	
Ежа сборная <i>Dactylis glomerata</i>	0,6039	очень плохо very bad
Овсяница Регеля <i>Festuca regeliana</i>	0,5549	
Кострец безостый <i>Bromopsis inermis</i>	0,5423	
Мятлик узколистный <i>Poa angustifolia</i>	0,5206	
Лен жилковатый <i>Linum nervosum</i>	0,5172	
Чабрец Маршалла <i>Thymus marschallianus</i>	0,5154	
Тысячелистник щетинистый <i>Achillea setacea</i>	0,4922	
Гипсолюбка скученная <i>Gypsophila glomerata</i>	0,4838	
Лук беловатый <i>Allium albidum</i>	0,4762	
Клевер луговой <i>Trifolium pratense</i>	0,4746	
Лук круглый <i>Allium rotundum</i>	0,4721	
Горошек тонколистный <i>Vicia tenuifolia</i>	0,4684	
Скабиоза бледно-желтая <i>Scabiosa ochroleuca</i>	0,4669	
Черноголовник многобрачный <i>Poterium polygamum</i>	0,4550	
Овсяница валлисская <i>Festuca valesiaca</i>	0,4464	
Тимофеевка степная <i>Phleum phleoides</i>	0,4456	
Келерия стройная <i>Koeleria cristata</i>	0,4402	
Люцерна румынская <i>Medicago romanica</i>	0,3923	
Ковыль волосовидный <i>Stipa capillata</i>	0,3850	
Осока низкая <i>Carex humilis</i>	0,3850	
Вязель пестрый <i>Securigera varia</i>	0,3850	
Эспарцет Васильченко <i>Xanthobrychis vassilczenkoi</i>	0,3850	
Гвоздика Рупрехта <i>Dianthus ruprechtii</i>	0,3850	
Гипсолюбка метельчатая <i>Gypsophila paniculata</i>	0,3850	
Девясил германский <i>Inula germanica</i>	0,3850	
Зверобой продырявленный <i>Hypericum perforatum</i>	0,3850	
Лабазник обыкновенный <i>Filipendula vulgaris</i>	0,3850	
Подмаренник русский <i>Galium ruthenicum</i>	0,3850	
Синяк русский <i>Echium russicum</i>	0,3850	
Чистец чашечковый <i>Stachys atherocalyx</i>	0,3850	
Шалфей мутовчатый <i>Salvia verticillata</i>	0,3850	
Шалфей сухостепной <i>Salvia tesquicola</i>	0,3850	

Таблица 7. Результаты расчета обобщенного числового показателя для семян с периодом хранения 6 месяцев
Table 7. Results of calculation of the generalized numerical indicator for the seed storage period of 6 months

Название вида Species name	Обобщенный числовой показатель / Generalized numerical indicator	Кластер Cluster
Кострец безостый <i>Bromopsis inermis</i>	0,9714	отлично very well
Овсяница Регеля <i>Festuca regeliana</i>	0,9693	
Кострец береговой <i>Bromopsis riparia</i>	0,9645	
Черноголовник многобрачный <i>Poterium polygamum</i>	0,9558	
Порог 1 / Threshold 1	0,9497	
Василек восточный <i>Centaurea orientalis</i>	0,9472	хорошо good
Житняк гребенчатый <i>Agropyron pectinatum</i>	0,9359	
Гвоздика Рупрехта <i>Dianthus ruprechtii</i>	0,9304	
Ежа сборная <i>Dactylis glomerata</i>	0,9098	
Эспарцет песчаный <i>Onobrychis arenaria</i>	0,9084	
Гипсолюбка метельчатая <i>Gypsophila paniculata</i>	0,9046	
Чабрец Маршалла <i>Thymus marschallianus</i>	0,9034	
Порог 2 / Threshold 2	0,8800	
Эспарцет невооруженный <i>Onobrychis inermis</i>	0,8777	удовлетворительно satisfactory
Тысячелистник обыкновенный <i>Achillea millefolium</i>	0,8773	
Овсяница валлисская <i>Festuca valesiaca</i>	0,8559	
Тимофеевка степная <i>Phleum phleoides</i>	0,8408	
Лен жилковатый <i>Linum nervosum</i>	0,8338	
Подорожник средний <i>Plantago media</i>	0,8265	
Гипсолюбка скученная <i>Gypsophila glomerata</i>	0,8162	
Тысячелистник щетинистый <i>Achillea setacea</i>	0,8162	
Лук беловатый <i>Allium albidum</i>	0,8027	
Лук круглый <i>Allium rotundum</i>	0,7999	
Чистец чашечковый <i>Stachys atherocalyx</i>	0,7918	
Порог 3 / Threshold 3	0,7899	
Подмаренник русский <i>Galium ruthenicum</i>	0,7880	плохо bad
Скабиоза бледно-желтая <i>Scabiosa ochroleuca</i>	0,7843	
Лабазник обыкновенный <i>Filipendula vulgaris</i>	0,7809	
Ковыль волосовидный <i>Stipa capillata</i>	0,7484	
Горошек тонколистный <i>Vicia tenuifolia</i>	0,6700	
Зверобой продырявленный <i>Hypericum perforatum</i>	0,6431	
Порог 4 / Threshold 4	0,6128	
Келерия стройная <i>Koeleria cristata</i>	0,5908	очень плохо very bad
Вязель пестрый <i>Securigera varia</i>	0,5472	
Эспарцет Васильченко <i>Xanthobrychis vassilczenkoi</i>	0,5340	
Девясил германский <i>Inula germanica</i>	0,5025	
Шалфей мутовчатый <i>Salvia verticillata</i>	0,4838	
Люцерна румынская <i>Medicago romanica</i>	0,4808	
Шалфей мутовчатый <i>Salvia verticillata</i>	0,4749	
Синяк русский <i>Echium russicum</i>	0,4654	
Клевер луговой <i>Trifolium pratense</i>	0,46154	
Мятлик узколистный <i>Poa angustifolia</i>	0,4513	
Осока низкая <i>Carex humilis</i>	0,3850	

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

1. Чадаева В.А., Шхагапсоев С.Х. 2016. Теоретические аспекты стратегии жизни дикорастущих видов растений. *Юг России: экология, развитие*. 11(4): 93–109. doi: 10.18470/1992-1098-2016-4-93-109
2. Дзыбов Д.С. 2018. *Растительность Ставропольского края*. Ставрополь, АГРУС: 492 с.
3. Чибилёв А.А. (мл.), Чибилёв А.А. 2019. Современное состояние и проблемы модернизации природно-экологического каркаса регионов степной зоны Европейской России. *Юг России: экология, развитие*. 14(1): 117–125. doi: 10.18470/1992-1098-2019-1-117-125
4. Гулянов Ю.А., Чибилёв А.А. (мл.), Чибилёв А.А., Левыкин С.В. 2022. Проблемы адаптации степного землепользования к антропогенным и климатическим изменениям (на примере Оренбургской области). *Известия Российской академии наук. Серия географическая*. 86(1): 28–40. doi: 10.31857/S258755662201006X
5. Вайнагий И.В. 1974. О методике изучения семенной продуктивности растений. *Ботанический журнал*. 59(60): 826–831.
6. Пичкалев А.В. 2012. Обобщенная функция желательности Харрингтона для сравнительного анализа технических средств. *Исследования наукограда*. 1(1): 25–28.
7. Катков К.А., Криворучко А.Ю., Каниболоцкая А.А. 2021. Использование комплексного показателя для оценки параметров продуктивности у овец породы российский мясной меринос. *Вестник аграрной науки*. 4(91): 62–72. doi: 10.17238/issn2587-666X.2021.4.62
8. Катков К.А., Скорых Л.Н. 2021. *Информационные технологии в животноводстве. Учебное пособие*. Ставрополь, Ставрополь-Сервис-Школа: 310 с.
9. Черепанов С.К. 1995. *Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР)*. СПб., Мир и семья: 900 с.
1. Chadaeva V.A., Shkhagapsoev S.H. 2016. [Theoretical aspects of life strategies of wild plant species]. *South of Russia: ecology, development*. 11(4): 93–109. (In Russian). doi: 10.18470/1992-1098-2016-4-93-109
2. Dzybov D.S. 2018. *Rastitel'nost' Stavropol'skogo kraya*. [Vegetation of Stavropol Region]. Stavropol', AGRUS: 492 p. (In Russian).
3. Chibilyov A.A. (jr.), Chibilyov A.A. 2019. [Current state and problems of modernization of ecological framework of regions in the steppe zone of European Russia]. *South of Russia: ecology, development*. 14(1): 117–125. (In Russian). doi: 10.18470/1992-1098-2019-1-117-125
4. Gulyanov Yu.A., Chibilyov A.A. (jr.), Chibilyov A.A., Levykin S.V. 2022. [Problems of steppe land use adaptation to anthropogenic and climatic changes (the case of Orenburg oblast)]. *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya geograficheskaya*. 86(1): 28–40. (In Russian). doi: 10.31857/S258755662201006X
5. Vaynagiy I.V. 1974. [On the method of studying the seed productivity of plants]. *Botanicheskiy zhurnal*. 59(60): 826–831. (In Russian).
6. Pichkalev A.V. 2012. [Generalized Harrington's desirability function for the comparative analyses of technical facilities]. *Issledovaniya naukoграда*. 1(1): 25–28. (In Russian).
7. Katkov K.A., Krivoruchko A.Yu., Kanibolotskaya A.A. 2021. [Using of a comprehensive indicator for estimating productivity parameters in Russian meat merino sheep]. *Vestnik agrarnoy nauki*. 4(91): 62–72. (In Russian). doi: 10.17238/issn2587-666X.2021.4.62
8. Katkov K.A., Skorykh L.N. 2021. *Informatsionnye tekhnologii v zhivotnovodstve. Uchebnoe posobie*. [Information technologies in animal husbandry. Study guide]. Stavropol, Stavropol-Servis-Shkola: 310 p. (In Russian).
9. Cherepanov S.K. 1995. *Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nykh gosudarstv (v predelakh byvshego SSSR)*. [Vascular plants of Russia and the adjacent states (within the former USSR)]. St Petersburg, Mir i sem'ya: 900 p. (In Russian).

Поступила 01.03.2023