

МЕЛИОРАЦИЯ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ (СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 68.47.15.07:68.47.33

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2022_1_108

Оценка состояния и биологических особенностей древесно-кустарниковых видов растений в условиях аридной зоны

Людмила Петровна Рыбашлыкова^{1✉}, Александра Сергеевна Соломенцева²,
Андрей Валерьевич Солонкин³

^{1, 2, 3}Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, Волгоград, Россия

¹ludda4ka@mail.ru✉

Аннотация. Природно-климатические условия аридной зоны оказывают влияние на особенности агроландшафтов, которые отличаются низким уровнем биоразнообразия и привлекательности. Уменьшение видового и генотипического состава насаждений требует определения возможности и целесообразности защитного лесоразведения. Представлены результаты исследований, в круг задач которых входило изучение биологических, экологических, ценных пищевых и лекарственных свойств древесно-кустарниковых видов, фенологических особенностей, а также особенностей их роста и развития с целью составления методических рекомендаций по созданию индивидуальных перспективных коллекций для насаждений различного типа. Объектами исследований являлись абрикос обыкновенный (*Prunus armeniaca* L.), облепиха крушиновидная (*Hippophaë rhamnoides* L.), смородина золотистая (*Ribes aureum* Pursh.), черемуха обыкновенная (*Prunus padus* L.), шиповник коричный (*Rosa cinnamomea* L.), шиповник морщинистый (*Rosa rugosa* Thunb.). В ходе наблюдений установлена высокая зимостойкость и засухоустойчивость изучаемых видов растений, влияние погодных условий на их рост и развитие и даны рекомендации по их орошению в условиях опытного участка для выращивания в аридных условиях. Выявлены биологические особенности цветения, его интенсивности и продолжительности, процент формирования завязей и влияние заморозков на генеративные и репродуктивные способности. Выделены две перспективные группы растений (1 – засухоустойчивые, 2 – средnezасухоустойчивые), которые наиболее пригодны для лесовосстановления и рекультивации земель в аридной зоне, так как обладают различным потенциалом эколого-биологических и хозяйственно ценных признаков. Все исследуемые виды могут быть рекомендованы для выращивания в аридной зоне с минимальным орошением, а также при проведении комплекса агролесомелиоративных мероприятий.

Ключевые слова: агролесомелиоративные мероприятия, древесно-кустарниковые виды, адаптация, рост, развитие, зимостойкость, засухоустойчивость

Для цитирования: Рыбашлыкова Л.П., Соломенцева А.С., Солонкин А.В. Оценка состояния и биологических особенностей древесно-кустарниковых видов растений в условиях аридной зоны // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 108–120. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_108–120.

LAND MELIORATION, RECULTIVATION AND LAND CONSERVATION (AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

Assessment of the state and biological features of hardy shrub plant species in the arid zone

Ludmila P. Rybashlykova^{1✉}, Aleksandra S. Solomentseva², Andrey V. Solonkin³

^{1, 2, 3}Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia

¹ludda4ka@mail.ru✉

Abstract. Agricultural landscapes of the arid zone are characterized by a low level of biodiversity and attractiveness, which is due to the peculiarities of natural and climatic conditions. Reduction in the number of species and genotypic composition of plantations requires determining the possibility and expediency of protective afforestation. The authors present the results of research, the scope of which included studying the biological, ecological, valuable nutritional and medicinal properties of hardy shrub species and their phenological characteristics, as well as the peculiarities of their growth and development in order to compile the methodological recommendations for creating individual promising collections for various types of plantations. The objects of research were common apricot (*Prunus armeniaca* L.), sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.), golden currant (*Ribes aureum* Pursh.), bird cherry (*Prunus padus* L.), cinnamon rose (*Rosa cinnamomea* L.), and beach rose

(*Rosarugosa* Thunb.). Observations revealed high winter hardiness and drought resistance of species. The influence of weather conditions on the growth and development of the studied plantings was established, and recommendations were given for irrigating plants in the experimental plot for growing in arid conditions. The authors have identified the biological features of flowering, its intensity and duration, as well as the percentage of ovary formation and the effect of frost on generative and reproductive abilities. The authors have also identified two promising groups of plants (1 – highly drought-resistant, and 2 – medium drought-resistant), which are most suitable for reforestation and land reclamation in the arid zone, since they have different potential for ecological, biological and economically valuable traits. All studied species can be recommended for cultivation in the arid zone with minimal irrigation, as well as for performing a complex of measures for reclamative afforestation.

Key words: reclamative afforestation, hardy shrub species, adaptation, growth, development, winter hardiness, drought tolerance

For citation: Rybashlykova L.P., Solomentseva A.S., Solonkin A.V. Assessment of the state and biological features of hardy shrub plant species in the arid zone. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(1):108-120. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_108-120.

Введение

Чрезмерная эксплуатация человеком сельскохозяйственных и лесных ресурсов приводит к разрушению среды обитания и сокращению биоразнообразия на планете [13, 17, 18]. Интродукция, всестороннее изучение и промышленное возделывание древесно-кустарниковых видов растений имеют большое хозяйственное, экономическое и социальное значение для всех регионов России [4, 11, 15, 16]. Перспективные виды деревьев и кустарников обладают высокой устойчивостью к засухам, пыльным бурям и суховеям, морозоустойчивостью, зимостойкостью, декоративными свойствами, содержат ряд полезных пищевых и лекарственных элементов [11, 19].

Как известно, агроландшафты аридной зоны отличаются низким уровнем биоразнообразия и привлекательности, так как природно-климатические условия делают невозможным произрастание большого количества деревьев и кустарников [7, 10], поэтому при выборе видов растений, пригодных для выращивания в засушливых регионах, необходимо учитывать прежде всего степень их устойчивости к неблагоприятным погодным условиям.

В связи с этим вопросы изучения засухо- и жароустойчивости растений с целью выявления видов, обладающих наиболее высокой адаптивностью по этим параметрам, являются весьма актуальными [8, 12].

Материалы и методы

Объектами исследований являлись:

- абрикос обыкновенный (*Prunus armeniaca* L.),
- облепиха крушиновидная (*Hippophaë rhamnoides* L.),
- смородина золотистая (*Ribes aureum* Pursh.),
- черемуха обыкновенная (*Prunus padus* L.),
- шиповник коричный (*Rosa cinnamomea* L.),
- шиповник морщинистый (*Rosa rugosa* Thunb.).

Ареалы видов устанавливали на основе карт сайта AgroAtlas (рис. 1) [2].

Сезонное развитие изучали методом фенологических наблюдений по следующим фазам [1]:

- весеннее возобновление вегетации;
- отрастание побегов;
- летняя вегетация;
- отмирание вегетативных органов;
- отрастание генеративных побегов;
- бутонизация;
- цветение;
- плодоношение;
- обсеменение.

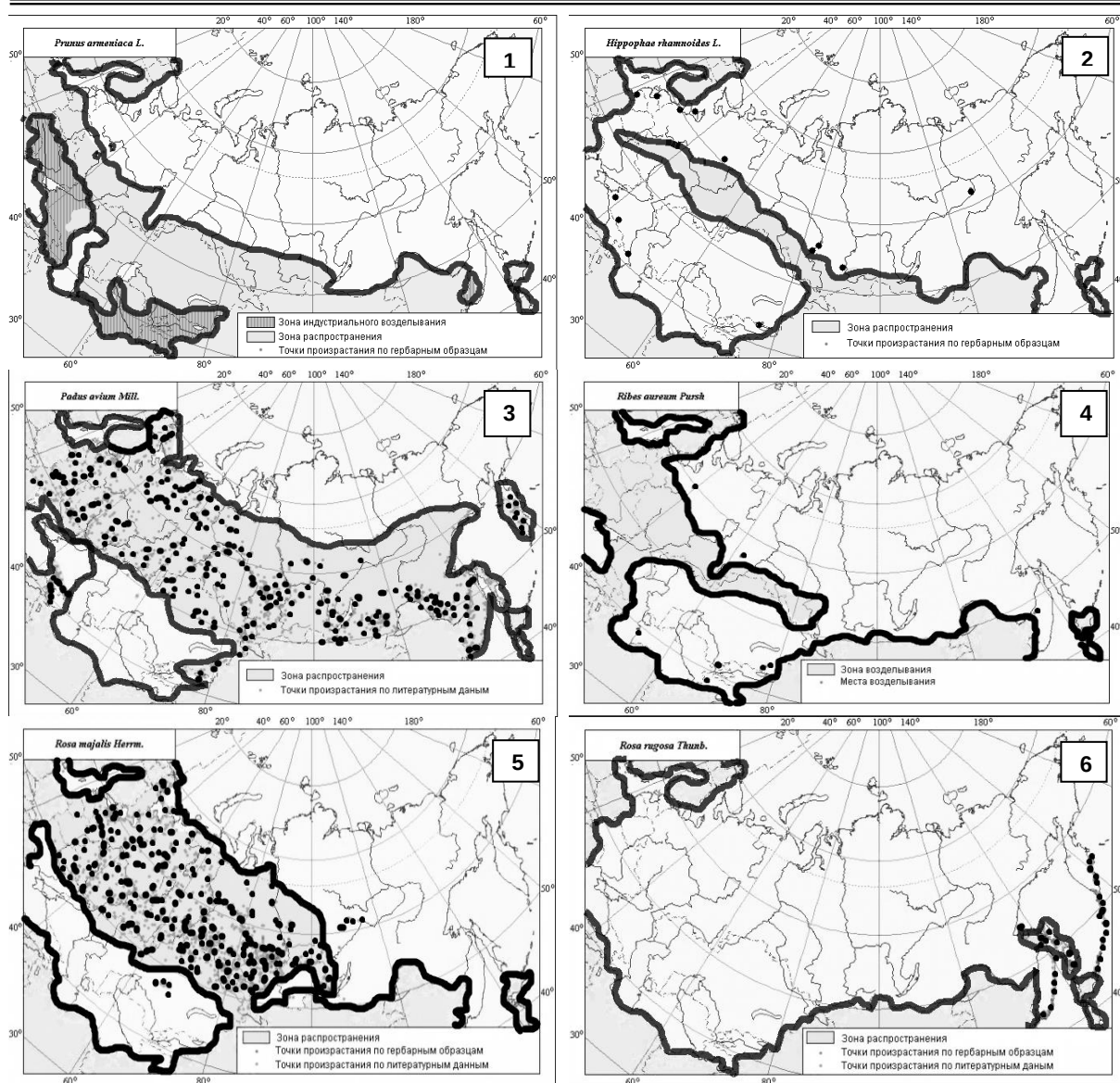


Рис. 1. Ареалы объектов исследований:

1 – *Prunus armeniaca* L.; 2 – *Hippophaë rhamnoides* L.; 3 – *Ribes aureum* Pursh.;
4 – *Prunus padus* L.; 5 – *Rosa cinnamomea* L.; 6 – *Rosa rugosa* Thunb. [2]

Зимостойкость изучаемых видов древесно-кустарниковых растений по годам проведения исследований оценивали по 5-балльной шкале:

- 1 – повреждений нет (растение не обмерзает);
- 2 – обмерзают цветочные почки и/или часть однолетних побегов;
- 3 – обмерзает выше снежного покрова;
- 4 – обмерзает вся надземная часть;
- 5 – растение вымерзает полностью.

Диаметры крон и высоту растений измеряли при помощи рулетки (мерной ленты).

Приросты побегов определяли на деревьях и кустарниках каждого вида в конце периода вегетации.

Оводненность листьев определяли методом измерения водного дефицита листьев в % до и после насыщения [6].

Данные по погодным условиям брали из раздела «Климатический монитор» Справочно-информационного портала «Погода и климат» [14].

Критерий наименьшей существенной разности ($HCP = t_{0,5} \cdot Sd$) указывал предельную ошибку для разности двух выборочных средних: $d \geq HCP_{0,5}$ – фактическая разность

существенна, $d \leq HCP_{0,5}$ – фактическая разность несущественна. По данным дисперсионного анализа сначала вычислялась обобщенная ошибка средней: $S_x = \sqrt{S^2/n}$ и ошибка разности средних $S_d = \sqrt{2S^2/n}$. Вегетационный опыт представлял собой несколько независимых выборок (вариантов) [5]. Общее варьирование результативного признака вегетационного опыта разложилось на два компонента – варьирование вариантов и случайное варьирование и общее число степеней свободы. Значения t-критерия для принятого уровня значимости и числа степеней свободы остаточной дисперсии брали из таблицы.

Достоверность данных по опытам подтверждается математическим анализом, который проводили методом корреляции с использованием стандартных программ Excel и программы Statistica [5].

Опыты были заложены по методике Б.А. Доспехова «дерево – делянка» в систематическом порядке на площади 0,20 га [3]. Из отобранных однородных саженцев методом случайной выборки выделяли опытные растения для каждого варианта.

На экспериментальные участки, расположенные в Северо-Западном Прикаспии, были интродуцированы виды *R. cinnamomea*, *R. rugosa*, *P. padus* и *H. rhamnoides*. Расстояние между *R. cinnamomea* и *R. rugosa* составляло 1 м, между *H. rhamnoides*, *R. aureum* и *P. padus* – 2 м, между *P. armeniaca* – 2,5 м, ширина междурядий – 4 м.

Почвы опытных участков представлены светло-каштановыми типами с низким содержанием гумуса (0,7%). Рост и развитие растений наблюдали в условиях нерегулярного орошения (полив по бороздам).

Характеристика изучаемых видов, завезенных из Мичуринска (облепиха, черемуха), Краснодара (шиповники, абрикос) и Волгограда (смородина), представлена в таблице 1.

Таблица 1. Объекты исследования

Виды		Количество растений, шт.
Русское название	Латинское название	
Деревья и высокорослые кустарники		
Абрикос обыкновенный	<i>Prunus armeniaca</i> L.	21
Облепиха крушиновидная	<i>Hippophaë rhamnoides</i> L.	26
Черемуха обыкновенная	<i>Prunus padus</i> L.	14
Средне- и низкорослые кустарники		
Шиповник коричный	<i>Rosa cinnamomea</i> L.	25
Шиповник морщинистый	<i>Rosa rugosa</i> Thunb.	20
Смородина золотистая	<i>Ribes aureum</i> Pursh.	15

Посадку саженцев в открытый грунт проводили в соответствии с общепринятыми правилами посадки [10].

Лучшие сроки посадки саженцев – ранняя весна (до 10–15 апреля), оптимальная глубина – 10–15 см, а на рыхлых песках или повышенных элементах рельефа – до 25 см ниже корневой шейки. Послепосадочный полив обязателен из расчета 10 л на одно посадочное место. В период посадки нельзя допускать иссушения корневой системы. Подобные нарушения приводят к резкому снижению приживаемости.

Характеристика погодных условий периода исследований.

Аридная зона расположена в пределах северо-западной части Прикаспийской низменности, климат – резко континентальный, характеризуется засушливым летом, сухой жаркой весной, холодной ветреной зимой. Основные черты климата определяются как радиационными процессами, так и своеобразием циркуляции и трансформации воздушных масс. На данной территории засушливость выражена очень ярко, что объясняется уменьшением осадков до 300–400 мм в год и испаряемости до 1000 мм в год. Большая сухость поверхностного слоя почвы приводит к формированию здесь пыльных бурь, часто сопровождающихся суховеями, губительно действующими на растительность.

В 2018, 2019 и 2020 гг. самыми жаркими месяцами были соответственно июль, июнь и июль, самым холодным – январь (табл. 2).

Таблица 2. Температурные показатели места проведения исследований по годам (2018–2020 гг.)

Месяц	Температура воздуха, °C				
	среднемесячная	фактическая	отклонение от нормы	t min	t max
2018 г.					
I	–3,7	–5,9	–2,2	–17,4 (17.01)	3,5 (08.01)
II	–3,7	–2,4	+1,3	–11,2 (13.02)	7,5 (04.02)
III	2,3	1,0	–1,3	–12,6 (12.03)	14,7 (28.03)
IV	11,1	11,1	0,0	–3,8 (01.04)	27,3 (28.04)
V	17,7	21,2	+3,5	7,3 (28.05)	34,2 (23.05)
VI	23,1	23,0	–0,1	5,4 (03.06)	38,1 (27.06)
VII	25,6	28,7	+3,1	19,5 (20.07)	40,6 (02.07)
VIII	24,9	24,2	–0,7	10,7 (25.08)	37,3 (07.08)
IX	17,7	19,4	+1,7	7,5 (30.09)	32,5 (01.09)
X	10,4	12,6	+2,2	2,1 (07.10)	25,2 (04.10)
XI	3,1	2,2	–0,9	–11,9 (30.11)	14,9 (04.11)
XII	–1,9	–0,9	+1,0	–9,4 (29.12)	6,3 (23.12)
2019 г.					
I	–3,7	–2,0	+1,7	–11,2 (23.01)	4,1 (12.01)
II	–3,7	–1,2	+2,5	–14,8 (04.02)	9,4 (23.02)
III	2,3	5,1	+2,8	–5,5 (31.03)	17,9 (12.03)
IV	11,1	12,0	+0,9	–2,1 (19.04)	27,7 (27.04)
V	17,7	20,4	+2,7	7,8 (21.05)	34,6 (31.05)
VI	23,1	26,8	+3,7	13,7 (15.06)	38,4 (23.06)
VII	25,6	25,6	0,0	15,4 (02.07)	37,4 (25.07)
VIII	24,9	23,9	–1,0	9,6 (30.08)	38,6 (23.08)
IX	17,7	16,6	–1,1	5,5 (27.09)	27,9 (02.09)
X	10,4	12,7	+2,3	0,3 (31.10)	25,5 (15.10)
XI	3,1	2,1	–1,0	–14,6 (21.11)	18,5 (07.11)
XII	–1,9	0,9	+2,8	–9,7 (03.12)	10,0 (19.12)
2020 г.					
I	–3,7	0,0	+3,7	–8,9 (04.01)	9,4 (30.01)
II	–3,7	1,8	+5,5	–12,4 (10.02)	11,3 (27.02)
III	2,3	7,6	+5,3	–2,0 (17.03)	19,5 (31.03)
IV	11,1	10,2	–0,9	–3,2 (08.04)	23,2 (19.04)
V	17,7	18,9	+1,2	7,5 (15.05)	33,1 (29.05)
VI	23,1	26,5	+3,4	13,8 (01.06)	38,3 (13.06)
VII	28,3	30,0	+1,7	17,2 (04.07)	40,8 (13.07)
VIII	22,7	25,8	+3,1	11,4 (17.08)	36,0 (07.08)
IX	18,0	20,2	+2,2	3,1 (21.09)	34,9 (01.09)

Результаты и их обсуждение

Метеорологические условия в годы проведения исследований были благоприятными и способствовали росту и развитию исследуемых видов древесно-кустарниковых растений на опытном участке. Все изучаемые виды хорошо цвели и плодоносили. Общая сохранность растений в 2020 г. по отношению к 2019 и 2018 гг. составила 100%.

Устойчивая к монилиозу (плодовой гнили) черемуха обыкновенная в период исследований росла хорошо, болезнью не было поражено ни одно растение [9]. Общее состояние растений оценивалось как хорошее.

Биометрические показатели и динамика роста древесно-кустарниковых видов являются одними из важных критериев для оценки их адаптационных возможностей, поэтому были выполнены промеры высоты растений, диаметра кроны, окружности штамба, боковых и верхушечных побегов (табл. 3).

Таблица 3. Биометрические показатели изучаемых на опытном участке видов древесно-кустарниковых растений по годам проведения исследований

Вид	Год	Возраст растений, лет	Диаметр кроны, см		Прирост боковых побегов, см	Высота, см		Прирост верхушечных побегов, см	Окружность штамба, см		Прирост штамба, см	Прирост однолетних побегов за сезон, см
			весна	осень		весна	осень		весна	осень		
Деревья и высокорослые кустарники												
Prunus armeniaca L.	2018	4	141	205	64	112	142	30	4,8	10,2	5,4	72
	2019	5	205	285	80	203	292	89	11,9	22,0	10,1	92
	2020	6	285	320	35	300	356	56	20,0	26,4	6,4	56
Hippophaë rhamnoides L.	2018	2	21	46	25	7	29	22	1,7	2,4	0,7	33
	2019	3	46	102	56	29	86	57	2,4	9,2	6,8	54
	2020	4	100	125	25	90	142	52	9,0	15,3	6,3	34
Prunus padus L.	2018	4	115	149	34	55	78	23	4,3	5,0	0,7	45
	2019	5	149	187	38	76	122	46	5,6	11,3	5,7	34
	2020	6	187	219	32	125	153	28	11,5	15,0	3,5	32
Среднерослые кустарники												
Rosa cinnamomea L.	2018	4	127	142	15	89	106	17	3,7	3,8	0,1	39
	2019	5	142	160	18	127	153	26	3,9	4,4	0,5	34
	2020	6	160	168	8	150	172	22	4,5	5,0	0,5	25
Rosa rugosa Thunb.	2018	4	62	103	41	77	141	64	2,2	3,5	1,3	65
	2019	5	103	132	29	145	160	15	3,5	4,1	0,6	40
	2020	6	135	170	35	162	180	18	4,0	4,5	0,6	17
Ribes aureum Pursh.	2018	5	122	131	9	91	106	15	2,1	2,4	0,3	37
	2019	6	131	141	10	110	151	41	2,4	3,3	0,9	32
	2020	7	140	154	14	150	172	22	3,0	3,5	0,5	34

Плодовые саженцы должны иметь в первом ярусе 4–5 скелетных суков, высоту штамба 65–70 см, толщину у корневой шейки 2–3 см. По мере роста дерева количество скелетных суков первого порядка увеличивается. Из-за сильных восточных ветров кроны деревьев становятся почти однобокими, нередко при мелкой заделке корневой системы образуется общий наклон с востока на запад, поэтому при отсутствии защитных полос необходимо устраивать оттяжку против восточного ветра для штамба и скелетных суков и устанавливать прочные посадочные колья, способные удерживать деревья от раскачивания.

В молодом саду для защиты деревьев от солнечных ожогов, засекания или повреждения зайцами штамбы деревьев и нижние скелетные суки первого порядка следует в зиму обвязывать камышом. Солнечные ожоги особенно опасны в феврале и в начале марта, когда суточные перепады температуры воздуха могут быть очень значительными (от +20 до –10 ...–15 °С). В результате комбиальная ткань погибает, и на этих местах впоследствии отмирает кора.

В 2018 г. основное развитие у растений было направленно на укоренение и прирост штамбов, тогда как в последующие годы отношение между ростом растений в высоту и приростом штамба уменьшалось. Наиболее интенсивный рост однолетних побегов за вегетационный период наблюдался у *P. armeniaca* (до 72 см), средний – у *R. aureum* и *P. padus* (соответственно до 37 и 45 см), минимальный – у *H. rhamnoides* (33 см).

В 2019 г. самый интенсивный рост в высоту наблюдался у абрикоса обыкновенного – 89 см за сезон. Хороший рост отмечен у шиповника коричневого и смородины золотистой – соответственно 26 и 41 см. Облепиха крушиновидная выросла на 57 см, черемуха обыкновенная – на 46 см за вегетационный период. В 2019 г. у всех видов деревьев и кустарников отмечен незначительный прирост однолетних побегов, что связано с очень жарким и сухим летом (до 38 °С в июле и августе). Несмотря на такие критические условия, все изучаемые виды дали хороший урожай (от 0,4 до 5,2 кг с растения), что говорит об их высоких адаптационных возможностях.

Наиболее интенсивным приростом как верхушечных, так и боковых побегов в период исследований отличались *P. armeniaca* (соответственно 35/64 см), *H. rhamnoides* (25/56 см) и *P. padus* (32/38 см). У среднерослых кустарников отмечен менее значительный прирост верхушечных побегов: у шиповника морщинистого – 15–64 см, у смородины золотистой 15–41 см, у шиповника коричневого – 17–26 см. В 2018–2020 гг. наиболее интенсивно рос и развивался абрикос обыкновенный, что объясняется его биологическими особенностями и подтверждается ранее опубликованными в различных источниках информации данными [12]. Большое количество «нулевых» побегов отмечено на растениях *R. cinnamomea*, что говорит о хорошей побегообразовательной способности этого вида в возрасте 4–6 лет.

В 2018 г. самое раннее распускание вегетативных почек наблюдалось у видов рода *Rosa*, *R. aureum* и *P. padus* (март), немного позже почки распустились у *H. rhamnoides*. В течение первой декады апреля почки распустились у всех исследуемых видов. В 2019 г. фаза распускания вегетативных почек наступила раньше, чем в 2018 г., что связано с погодными условиями. В 2020 г. фаза распускания вегетативных почек наступила позднее на 4–8 дней по сравнению с 2019 г., кроме того, влияние погодных условий отразилось и на продолжительности фаз цветения, которые были дольше в среднем на 7 дней по сравнению с 2018–2019 гг.

В 2020 г. цветковые почки стали распускаться в апреле – начале мая, также как и в 2019 г., за исключением вида *R. cinnamomea*, у которого распускание почек началось позже – 18 мая (табл. 4).

Таблица 4. Сроки распускания цветочных почек и листопада у древесно-кустарниковых видов в годы проведения исследований

Вид	Год	Начало распускания цветочных почек	Листопад	
			начало	окончание
<i>P. armeniaca</i> L.	2018	14.04	26.10	09.11
	2019	03.04	23.10	06.11
	2020	10.04	18.10	01.11
<i>H. rhamnoides</i> L.	2018	11.04	28.10	08.11
	2019	10.04	14.10	28.10
	2020	16.04	20.10	10.11
<i>P. padus</i> L.	2018	16.04	12.09	05.10
	2019	11.04	18.09	15.10
	2020	18.04	30.09	10.10
<i>R. cinnamomea</i> L.	2018	12.05	16.10	03.11
	2019	11.05	22.10	30.11
	2020	18.05	10.10	06.11
<i>R. rugosa</i> Thunb.	2018	14.05.	09.10	06.11
	2019	05.05	05.11	12.11
	2020	09.05	06.11	28.11
<i>R. aureum</i> Pursh.	2018	12.05	16.10	03.11
	2019	31.04	22.10	30.11
	2020	03.05	10.10	06.11

В 2020 г. продолжительность цветения у всех видов была короче, чем в 2019 г., что связано с отклонениями средней температуры воздуха от нормы. Виды *H. rhamnoides* и *P. padus* цвели 9–12 дней – так же, как и в предыдущие годы проведения исследований, у видов *P. armeniaca*, *R. aureum* и *R. cinnamomea* цветение продолжалось 8–15 дней, продолжительность цветения вида *R. rugosa* составила 96 дней, что незначительно отличалось от предыдущего периода наблюдений.

В 2020 г. в фазу активного плодоношения вступили такие виды, как *R. rugosa*, *R. cinnamomea*, *P. armeniaca* и *P. padus*. Листопад был ранним и непродолжительным. Уже в начале октября листья полностью опали у *P. padus*. У основной части видов начало листопада отмечено во второй декаде октября (20.10), а окончание – в третьей декаде ноября (20.11). Самый ранний листопад был отмечен у *P. padus* – с 01 октября, что также подтверждается физиологическими характеристиками этого вида в естественных условиях произрастания. Значительных различий продолжительности листопада у всех изучаемых видов по годам проведения исследований не отмечено.

Самый короткий вегетационный период зарегистрирован у шиповника морщинистого (*R. Rugosa*) – до 150 дней в среднем за период наблюдений. Самый продолжительный период вегетации отмечен в 2018 г. у смородины золотистой (*R. aureum*) – 224 дня. У остальных видов деревьев и кустарников значения этого показателя были очень близкими.

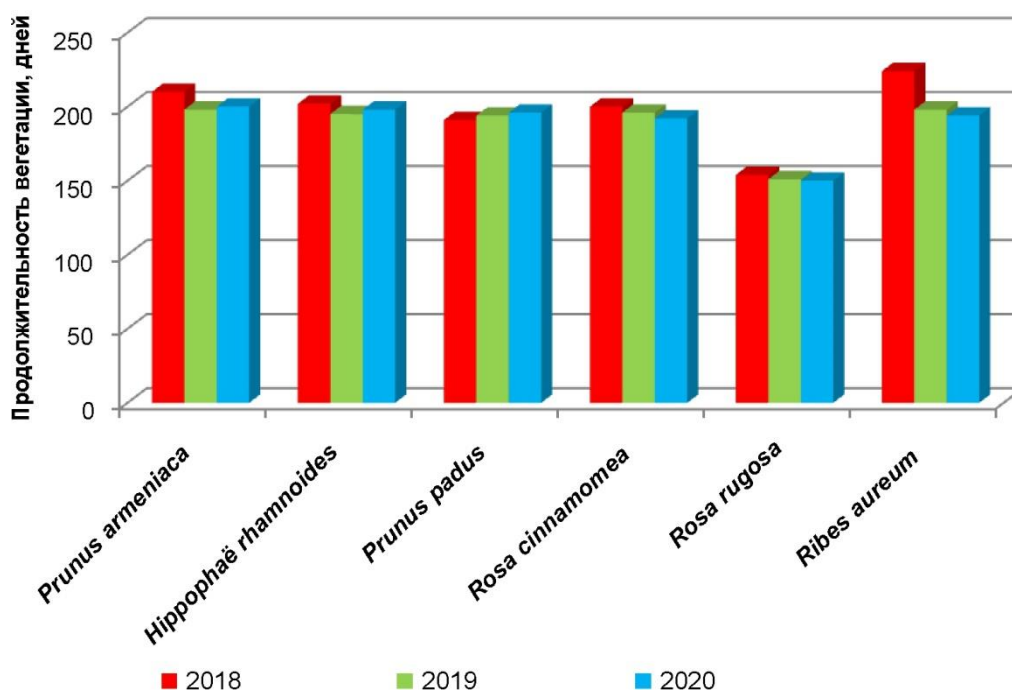


Рис. 2. Продолжительность периода вегетации исследуемых видов древесно-кустарниковых растений, 2018–2020 гг., дней

В период исследований наблюдения велись и за цветением растений, отслеживалась его интенсивность и продолжительность, процент сформировавшихся завязей у каждого исследуемого вида.

Продолжительность фазы цветения была максимальной у шиповника морщинистого (*R. rugosa*) – от 93 дней в 2018 г. до 97 дней в 2019 г.; менее продолжительной – у смородины золотистой (*R. aureum*) – от 11 дней в 2019 и 2020 гг. до 15 дней в 2018 г.; у шиповника коричневого (*R. cinnamomea*) – от 10 дней в 2019 г. до 14 дней в 2020 г.; у черемухи обыкновенной (*P. padus*) – от 9 дней в 2019 г. до 12 дней в 2018 г.; у обле-

пихи крушиновидной (*H. rhamnoides*) – от 5 дней в 2018 г. до 9 дней в 2019 г.; у абрикоса обыкновенного (*P. armeniaca*) – от 5 дней в 2019 г. до 8 дней в 2018 г.

У раноцветущих видов фазы цветения были немного длиннее, что связано с низкими температурами воздуха в период цветения. Количество сформировавшихся завязей у видов было различным: 100% сформировавшихся завязей отмечено у *P. armeniaca*, *R. rugosa* и *H. rhamnoides*, 80% – у *P. padus* и *P. armeniaca* в 2019 и 2020 гг. Цветки *P. padus* повреждались возвратными заморозками (-7°C) в ночной период, что снижало процент сформировавшихся завязей. Небольшой процент сформировавшихся завязей у *P. armeniaca* в 2019 и 2020 гг., а также у *P. padus* в 2018–2020 гг. можно объяснить малым количеством насекомых-опылителей. Холодная весна с низкими температурами ночью способствовала позднему выходу энтомофагов из зимней спячки.

Интенсивность цветения у исследуемых видов была оценена на 5 баллов, кроме двух видов – *P. padus* и *P. armeniaca*. Влажность воздуха менее 30% способствовала усыханию пестиков и тычинок у цветков *R. rugosa* (табл. 5).

Таблица 5. Фазы цветения исследуемых видов древесно-кустарниковых растений по годам проведения исследований

Вид	Год	Цветение		Количество дней	Баллы*	Формирование завязей, %
		начало	конец			
<i>Prunus armeniaca</i> L.	2018	21.IV	28.IV	8	4	100
	2019	10.IV	15.IV	5	5	80
	2020	21.IV	28.IV	7	4	80
<i>Hippophaë rhamnoides</i> L.	2018	24.IV	29.IV	5	5	100
	2019	11.IV	20.IV	9	5	100
	2020	24.IV	29.IV	7	5	100
<i>Prunus padus</i> L.	2018	29.IV	10.V	12	4	80
	2019	19.IV	28.IV	9	5	80
	2020	29.IV	10.V	11	4	80
<i>Rosa cinnamomea</i> L.	2018	21.V	02.VI	13	5	100
	2019	17.V	27.V	10	5	100
	2020	21.V	06.VI	14	5	100
<i>Rosa rugosa</i> Thunb.	2018	24.V	17.VIII	93	5	100
	2019	16.V	24.VIII	97	5	100
	2020	18.V	27.VIII	96	5	100
<i>Ribes aureum</i> Pursh.	2018	09.V	25.V	15	5	100
	2019	11.V	23.V	11	5	100
	2020	16.V	30.V	11	5	100

Примечание: 4 – хорошее плодоношение, 5 – полное плодоношение.

По степени адаптации к засухе и водному дефициту листьев исследуемые виды расположились в следующем порядке:

- засухоустойчивые (1-я группа) – *P. armeniaca*, *H. rhamnoides*, *R. aureum*;
- средnezасухоустойчивые (2-я группа) – *R. cinnamomea*, *R. rugosa*, *P. padus*.

По данным визуальных наблюдений, все исследуемые виды имели хорошую морозостойкость.

При отсутствии близости грунтовых вод необходимо орошение, особенно во второй половине лета. Данные наблюдений за ростом и развитием растений, а также их засухоустойчивостью позволили рекомендовать их для выращивания в условиях аридного климата с орошением (табл. 6).

Таблица 6. Режим орошения изучаемых видов деревьев и кустарников на исследуемом опытном участке

Вид	Группа засухоустойчивости	Сроки полива	Поливная норма, м ³ /га и л/растение
<i>Prunus armeniaca</i> L. <i>Hippophaë rhamnoides</i> L. <i>Ribes aureum</i> Pursh.	Первая	IV, V, VI VII, VIII Осенний влагозарядковый полив	500 м ³ /га, 20–50 л/растение 700 м ³ /га, 30–70 л/растение 1000 м ³ /га, 40–100 л/растение
<i>Rosa cinnamomea</i> L. <i>Rosa rugosa</i> Thunb. <i>Prunus padus</i> L.	Вторая	IV, V, VI VII, VIII (2 полива) Осенний влагозарядковый полив	500 м ³ /га, 20–50 л/растение 600 м ³ /га, 20–70 л/растение 1000 м ³ /га, 40–110 л/растение

R. aureum и виды рода *Rosa* выдерживают воздушную и почвенную засуху (30% от наименьшей влагоемкости в метровом слое почвы) до 30–40 дней, после чего им требуется обильный полив. На опытном участке полив осуществлялся поверхностным способом по бороздам с соблюдением вышеуказанных поливных норм.

За вегетационный период 2019 г. было проведено 8 поливов в рядах среднезасухоустойчивых видов и 6 поливов – в рядах засухоустойчивых видов.

Стабильное плодоношение является показателем признака хорошей адаптации видов к новым условиям произрастания. Все исследуемые древесно-кустарниковые виды обладают различным потенциалом хозяйственно ценных признаков и способностью адаптироваться к аридным условиям.

Существенных различий между показателями урожайности у растений не отмечено у основной части исследуемых видов – в однофакторном вегетационном опыте наименьшая существенная разность составила менее 5 (по ошибке средней и ошибке разностей средних – несущественно), что говорит об их стабильном плодоношении в аридных условиях и высоком биоклиматическом потенциале. У *R. rugosa* и *P. padus* наименьшая существенная разность составляла более 5, что говорит об их низких адаптационных возможностях в данных условиях.

Выводы

В условиях аридной зоны факторами, ограничивающими рост и развитие растений, являются континентальность климата, малое количество осадков, высокие летние температуры в период вегетации.

Наиболее адаптированными и перспективными видами для аридной зоны являются *Hippophaë rhamnoides* L. и *Prunus armeniaca* L. Эти виды показали высокий уровень адаптируемости к суровым климатическим условиям Северо-Западного Прикаспия.

По отношению к засухоустойчивости выделены две группы древесно-кустарниковых видов:

- 1-я группа – засухоустойчивые виды: *Prunus armeniaca* L. и *Hippophaë rhamnoides* L.;

- 2-я группа – средnezасухоустойчивые виды – *Ribes aureum* Pursh., *Rosa cinnamomea* L., *Rosa rugosa* Thunb., *Prunus padus* L.

Выявлено, что все исследуемые виды способны быстро приспосабливаться к суровым климатическим условиям Северо-Западного Прикаспия, пригодны для лесовосстановления и рекультивации земель в аридной зоне, а также обладают различным потенциалом эколого-биологических и хозяйственно ценных признаков.

Все виды могут быть рекомендованы для выращивания в насаждениях различного типа в аридной зоне, их можно использовать при проведении комплекса агролесомелиоративных мероприятий.

Работа выполнена по теме Государственных заданий № 0713-2019-0009 «Теоретические основы, создание новых конкурентоспособных биотипов сельскохозяйственных культур с высокими показателями продуктивности, качества, устойчивости и сортовых технологий на основе новейших методов и технологических решений в условиях изменяющегося климата», № 0713-2020-0002 «Разработать научные основы, новые методы, модели и технологии эффективного лесомелиоративного освоения и многоцелевого использования низкопродуктивных и деградированных земель засушливой зоны Российской Федерации».

Список источников

1. Абаимов В.Ф. Дендрология с основами лесной геоботаники и дендроиндикации. Оренбург: Изд. центр ОГАУ, 2014. 396 с.
2. Агрономический атлас. URL: http://www.agroatlas.ru/ru/content/cultural/Prunus_armeniaca_K/map/index.html (дата обращения: 18.02.2020).
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Евдокимов И.В., Корчагов С.А., Карабасникова Е.Б. и др. Интродукция древесно-кустарниковых видов Дальнего Востока и Китая в дендрологическом саду Вологодской государственной молочно-хозяйственной академии им. Н.В. Верещагина // Труды БГТУ. 2016. № 1(183). Серия Лесное хозяйство. С. 191–195.
5. Ивченко Г.И., Медведев Ю.И. Математическая статистика: учебник. Москва: Книжный дом «Либроком». 2014. 352 с.
6. Косулина Л.Г., Луценко Э.К., Аксенова В.А. Физиология устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды: учебное пособие. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского гос. ун-та, 1993. 240 с.
7. Крети́нин В.М. Биологические основы выращивания лесных насаждений для агролесомелиоративных целей // Агролесомелиоративная наука в XX веке: сборник научных трудов. Волгоград, 2001. С. 224–241.
8. Кулик К.Н., Барабанов А.Т., Рулев А.С., Юфёров В.Г. Атлас тематических карт для агролесомелиорации и защитного лесоразведения. Волгоград: ВНИАЛМИ. 2007. 150 с.
9. Мозолевская Е.Г., Голубев А.В., Шарапа Т.В., Денисова Н.Б. Методы оценки состояния насаждений и негативной роли вредителей и болезней // Лесной вестник. 2013. № 3. С. 52–58.
10. Семенютина А.В., Зеленьяк А.К., Долгих А.А., Хужахметова А.Ш. Научно-методические указания по оптимизации дендрофлоры лесомелиоративных комплексов: научно-методические рекомендации. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2012. 40 с.
11. Ситдикова Г.З. Оптимизация размещения плодово-ягодных насаждений // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2015. № 2. С. 133–139.

12. Солонкин А.В., Семенютина А.В., Никольская О.А., Киктева Е.Н. Оценка засухоустойчивости и жаростойкости сортов и форм косточковых культур в условиях Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 4(56). С. 55–64. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-04-6.
13. Соломенцева А.С., Рыбашлыкова Л.П. Продуктивность *Rosa cinnamomea* (Rosaceae) в условиях Волгоградской области // Растительные ресурсы. 2020. Т. 56, № 1. С. 34–41. DOI:10.31857/S0033994620010069.
14. Справочно-информационный портал «Погода и климат». URL: <http://www.pogodaiklimat.ru> (дата обращения: 28.06.2020).
15. Рыбашлыкова Л.П., Сурхаев Г.А. Интродукция *Rosa cinnamomea* в Восточном Предкавказье, особенности роста и развития в плантационной культуре // Материалы II Международной научной конференции «Роль метаболизма в совершенствовании биотехнологических средств производства» по направлению «Метаболизма и качество жизни». 2019. С. 390–396.
16. Diane R., Appleton B. Selecting Landscape Plants: Ground Covers // Environmental Horticulture Publication. 1999. Pp. 426–609.
17. Herrmann J.-M., Haug S., Pillar V., Pfadenhauer J. Shrubs versus 'gullivers': woody species coping with disturbance in grassland // Plant Ecology. 2012. Vol. 213. Pp. 1757–1768.
18. Kulik K.N., Semenyutina A.V., Kryuchkov S.N., Kolmukidi S.V. Biotechnologies for agroforest landscapes development // Proceedings of the VIII Moscow International Congress "Biotechnology: State of the Art and Prospects of Development (March 17–20, 2015, Moscow, Russia). Moscow: JSC "Expo-biochem-technologies", D.I. Mendeleyev University of Chemistry and Technology of Russia. 2015. P. 165.
19. Takhtajan A. Flowering plants: second edition. Switzerland: Springer, 2009. 871 p.

References

1. Abaimov V.F. Dendrologiya s osnovami lesnoj geobotaniki i dendroindikatsii [Dendrology with the basics of forest geobotany and dendroindication]. Orenburg: Orenburg State Agrarian University Press; 2014. 396 p. (In Russ.).
2. Agronomicheskij atlas [Agronomic atlas]. URL: http://www.agroatlas.ru/ru/content/cultural/Prunus_armeniaca_K/map/index.html. (In Russ.).
3. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). 5-e izd., dop. i pererab. [Field-plot Technique (with the Basics of Statistical Processing of Results of Research and Experiments). 5th ed., revised and enlarged] Moscow: Agropromizdat; 1985. 351 p. (In Russ.).
4. Evdokimov I.V., Korchagov S.A., Karabasnikova E.B., et al. Introduktsiya drevesno-kustarnikovyykh vidov Dal'nego Vostoka i Kitaya v dendrologicheskoy sadu Vologodskoy gosudarstvennoy molochno-khozyajstvennoy akademii im. N.V. Vereshchagina [The introduction of tree and shrub species from the Far East and China in the dendrological garden of N.V. Vereshchagin Vologda State Dairy Academy]. *Trudy BGTU. Seriya Lesnoe khozyajstvo = Proceedings of Belarussian State Technological University. Forestry series*. 2016;1(183):191-195. (In Russ.).
5. Ivchenko G.I., Medvedev Yu.I. Matematicheskaya statistika: uchebnik [Mathematical statistics: Textbook]. Moscow: Librokom Press; 2014. 352 p. (In Russ.).
6. Kosulina L.G., Lutsenko E.K., Aksenova V.A. Fiziologiya ustojchivosti rastenij k neblagopriyatnym faktoram sredy: uchebnoe posobie [Physiology of plant resistance to unfavorable environmental factors: Study guide]. Rostov-na-Donu: Rostov State University Press; 1993. 240 p. (In Russ.).
7. Kretinin V.M. Biologicheskie osnovy vyrashchivaniya lesnykh nasazhdenij dlya agrolesomeliorativnykh tselej [Biological bases of cultivation of forest plantations for agroforestry purposes]. *Agrolesomeliorativnaya nauka v XX veke: sbornik nauchnykh trudov [Agroforestry science in the XX century: collection of scientific papers]*. Volgograd; 2001:224-241. (In Russ.).
8. Kulik K.N., Barabanov A.T., Rulev A.S., Yuferev V.G. Atlas tematiceskikh kart dlya agrolesomelioratsii i zashchitnogo lesorazvedeniya [Atlas of thematic maps for agroforestry and protective afforestation]. Volgograd: VNIALMI Press; 2007. 150 p. (In Russ.).
9. Mozolevskaya E.G., Golubev A.V., Sharapa T.V., Denisova N.B. Metody otsenki sostoyaniya nasazhdenij i negativnoj roli vreditel'nykh i boleznej [Methods for assessing the state of plantings and the negative role of pests and diseases]. *Lesnoj vestnik = Forestry Bulletin*. 2013;3:52-58. (In Russ.).
10. Semenyutina A.V., Zelenyak A.K., Dolgih A.A., Huzhahmetova A.Sh. Nauchno-metodicheskie ukazaniya po optimizatsii dendroflory lesomeliorativnykh kompleksov: nauchno-metodicheskie rekomendatsii [Scientific and methodological guidelines for optimizing the dendroflora of forest reclamation complexes: scientific and methodological recommendations]. Volgograd: VNIALMI Press; 2012. 40 p. (In Russ.).
11. Sitdikova G.Z. Optimizatsiya razmeshcheniya plodovo-yagodnykh nasazhdenij [Location optimization of fruit and berry plantations]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Michurinsky State Agrarian University*. 2015;2:133-139. (In Russ.).
12. Solonkin A.V., Semenyutina A.V., Nikol'skaya O.A., Kikteva E.N. Otsenka zasukhoustojchivosti i zharostojkosti sortov i form kostochkovykh kul'tur v usloviyakh Volgogradskoy oblasti [The assessment of drought

resistance and heat resistance of varieties and forms of stone fruits in the conditions of the Volgograd region]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* = *Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex*. 2019;4(56):55-64. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-04-6. (In Russ.).

13. Solomentseva A.S., Rybashlykova L.P. Produktivnost' *Rosa cinnamomea* (Rosaceae) v usloviyakh Volgogradskoy oblasti [Productivity of *Rosa cinnamomea* (Rosaceae) in the Volgograd region]. *Rastitel'nye resursy* = *Plant resources*. 2020;56(1):34-41. DOI:10.31857/S0033994620010069. (In Russ.).

14. Spravochno-informatsionnyj portal "Pogoda i klimat" [Reference and information portal "Weather and climate"]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru>. (In Russ.).

15. Rybashlykova L.P., Surkhaev G.A. Introduktsiya *Rosa cinnamomea* v Vostochnom Predkavkaz'e, osobennosti rosta i razvitiya v plantatsionnoj kul'ture [Introduction of *Rosa cinnamomea* in the Eastern Caucasus, features of growth and development in plantation culture]. *Materialy II Mezhdunarodnoj nauchnoj konferentsii "Rol' metabolomiki v sovershenstvovanii biotekhnologicheskikh sredstv proizvodstva" po napravleniyu "Metabolomika i kachestvo zhizni"* [Proceedings of the II International Scientific Conference "Role of metabolomics in the improvement of biotechnological means of production" in the direction of "Metabolomics and quality of life"]. 2019:390-396. (In Russ.).

16. Diane R., Appleton B. Selecting Landscape Plants: Ground Covers. *Environmental Horticulture Publication*. 1999:426-609.

17. Herrmann J.-M., Haug S., Pillar V., Pfadenhauer J. Shrubs versus 'gullivers': woody species coping with disturbance in grassland. *Plant Ecology*. 2012;213:1757-1768.

18. Kulik K.N., Semenyutina A.V., Kryuchkov S.N., Kolmukidi S.V. Biotechnologies for agroforest landscapes development. Proceedings of the VIII Moscow International Congress "Biotechnology: State of the Art and Prospects of Development (March 17–20, 2015, Moscow, Russia). Moscow: JSC "Expo-biochem-technologies", D.I. Mendeleyev University of Chemistry and Technology of Russia. 2015:165.

19. Takhtajan A. Flowering plants: second edition. Switzerland: Springer; 2009. 871 p.

Информация об авторах

Л.П. Рыбашлыкова – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории защитного лесоразведения и фитомелиорации низкопродуктивных земель ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», г. Волгоград, Россия, ludda4ka@mail.ru.

А.С. Соломенцева – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции, семеноводства и питомниководства ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», г. Волгоград, Россия, alexis2425@mail.ru.

А.В. Солонкин – доктор сельскохозяйственных наук, зам. директора, руководитель селекционно-семеноводческого центра, зав. лабораторией селекции, семеноводства и питомниководства ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», г. Волгоград, Россия, nwniish@mail.ru.

Information about the authors

L.P. Rybashlykova, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Protective Afforestation and Phytomelioration of Low-productive Lands, Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia, ludda4ka@mail.ru.

A.S. Solomentseva, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Selection, Seed and Nursery Production, Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia, alexis2425@mail.ru.

A.V. Solonkin, Doctor of Agricultural Sciences, Deputy Director, Head of the Breeding and Seed-Growing Centre, Head of the Laboratory of Selection, Seed and Nursery Production, Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia, nwniish@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 25.09.2021; одобрена после рецензирования 25.12.2021; принята к публикации 28.01.2022.

The article was submitted 25.09.2021; approved after revision 25.12.2021; accepted for publication 28.01.2022.

© Рыбашлыкова Л.П., Соломенцева А.С., Солонкин А.В., 2022