

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ОВОДНЕННОСТИ ПОБЕГОВ РЕСУРСНЫХ ВИДОВ КУСТАРНИКОВ В УСЛОВИЯХ СРЕДИЗЕМНОМОРСКИХ СУБАРИДНЫХ СУБТРОПИКОВ

С.Х. Вышегуров, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Д.А. Сакович, инженер по благоустройству

Е.В. Пальчикова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

E-mail: ruguzv@rambler.ru

Ключевые слова: возобновление ресурсов, адаптация, декоративные кустарники, оводненность побегов, низкие температуры, цветение.

Реферат. Привлекательный для туризма регион – Южный берег Крыма, в том числе окрестности Никитского ботанического сада – испытывает высокую круглогодичную антропогенную нагрузку. Это отрицательно сказывается на сохранении и возобновлении древесных и травянистых ресурсных видов, многие из которых являются декоративными, пищевыми и лекарственными. В рамках изучения возможностей возобновления ресурсов декоративных кустарников и оценки их адаптивного потенциала в условиях средиземноморских субтропиков в статье даётся характеристика содержания воды в почках и побегах на основе методики определения процентного содержания воды на сухую массу. Показана динамика оводненности побегов в зимний, весенний и осенний период. Проведен сравнительный анализ насыщения побегов водой у неустойчивых и устойчивых видов в разное время года. Определены виды с минимальным и максимальным насыщением водой почек и побегов. Указана разница, у изучаемых видов, в показателях содержания воды до насыщения в природных условиях и после, уже в лабораторных. Обращено внимание на зависимость устойчивости видов от месяца насыщения. Дана характеристика насыщения водой тканей растений при изменении погодных условий весной (дождливая и сухая погода, оттепель) при моделировании климатических условий в лаборатории. Выделены виды, у которых максимальное насыщение водой наступает как при имитации дождливой погоды, так и при оттепели. Данные исследования проведены впервые на описываемых видах в условиях средиземноморских субтропиков.

SEASONAL DYNAMICS OF HYDRATION OF SHOOTS OF RESOURCE SPECIES OF SHRUBS IN THE MEDITERRANEAN SUBARID SUBTROPICS

S.H. Vyshegurov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

D.A. Sakovich, landscaping engineer

E.V. Palchikova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Novosibirsk, State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

E-mail: ruguzv@rambler.ru

Key words: renewal of resources, adaptation, ornamental shrubs, hydration of shoots, low temperatures, flowering.

Abstracts. An attractive region for tourism - the Southern Coast of Crimea, including the vicinity of the Nikitsky Botanical Garden – is experiencing a high year-round anthropogenic load. This has a negative impact on the conservation and renewal of woody and herbaceous resource species, many of which are ornamental, food and medicinal. As part of the study of the possibilities of renewing the resources of ornamental shrubs and assessing their adaptive potential in the conditions of the Mediterranean subtropics, the article characterizes the water content in buds and shoots based on the methodology for determining the percentage of water per dry mass. The dynamics of the hydration of shoots in winter, spring and autumn is shown. A comparative analysis of the saturation of shoots with water in unstable and stable species at different times of the year is carried out. Species with minimum and maximum water saturation of buds and shoots have been identified. The difference is indicated in the studied species in terms of water content before saturation in natural conditions and after, already in the laboratory. Attention is drawn to the dependence of species stability on the month of saturation. The characteristic of saturation of plant tissues with water is given when weather conditions change in spring (rainy and dry weather,

thaw) when modeling climatic conditions in the laboratory. The species in which the maximum saturation with water occurs both during imitation of rainy weather and during a thaw are highlighted. These studies were conducted for the first time on the described species in the conditions of the Mediterranean subtropics.

Для более широкого понимания возможностей возобновления ресурсов декоративных кустарников в новых условиях произрастания необходимо оценить способности их приспособления к низким температурам. Один из способов приспособления – это уменьшение содержания воды в организме. Низкотемпературная устойчивость обусловлена регуляцией в побегах водного баланса. С наступлением первых холодов уменьшается оводненность побегов за счет снижения содержания воды в запасающих тканях [1].

Знание о динамике изменения содержания воды в побегах позволяет понять сроки перехода вида на новый этап приспособления в неблагоприятный низкотемпературный период года, в частности характер понижения оводнённости тканей.

В связи с этим целью нашего исследования является изучение динамики изменения содержания воды в однолетних побегах декоративных кустарников в осенне-зимне-весенний период года для расширения представления о приспособительных механизмах к низким температурам и возобновления их ресурсов в условиях Южного берега Крыма (далее – ЮБК)

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований являются 19 видов древесных интродуцентов разных сроков цветения: зимне- и ранневесеннецветущие, средневесеннецветущие, поздневесеннецветущие и летнецветущие, – произрастающие на территории арборетума и в окрестностях Никитского ботанического сада – Национального научного центра (Ялта, Крым). Зимне- и ранневесеннецветущие: *Mahonia aquifolia*, *Chaenomeles speciosa*, *Lonicera fragrantissima*,

Jasminum nudiflorum, *Forsythia viridissima*; средневесеннецветущие и поздневесеннецветущие: *Cotoneaster horizontalis*, *Cotoneaster glaucophyllus* 'Serotinus' Hutchins, *Crataegus crus-galli*, *Cotoneaster microphulla*, *Exochorda alberti*, *Laburnum anagyroides*, *Spiraea vanhouttei*, *Pyracantha coccinea*; летнецветущие: *Cotoneaster salicifolius*, *Hibiscus syriacus*, *Spartium junceum*, *Deutzia scabra*, *Symphoricarpos alba*, *Euonymus japonica*. Исследования проводились в 2004–2006 гг. в условиях субаридных субтропиков. Тип климата – средиземноморский (табл. 1).

Определение содержания воды проводили путем высушивания навески в термостате при 105°C [2]. Для оценивания процентного содержания воды в почках и побегах в период действия оттепелей и проливных дождей при разных температурных режимах в зимне-весенний период времени мы провели имитацию этих условий, разделив опытный материал на 4 варианта: I вариант (+3°C) – открытый грунт; II вариант (+15°C) – комнатные условия; III вариант (+3°C) – открытый грунт, высокая влажность; IV вариант (+15°C) – комнатные условия, высокая влажность. Для имитации влажности дождей мы помещали на 36 ч. в уличные и комнатные условия по 10 побегов каждого выбранного вида в емкость с водой, а для имитации оттепелей – в пленку без плотного заворачивания на такую же продолжительность и в таком же количестве.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Морозостойкость декоративных кустарников основана на способности, переносить сильное обезвоживание. В связи с этим, мы проанализировали изменение динамики содержания воды у взятых нами видов.

Таблица 1

Температурные показатели Южного берега Крыма на примере г. Ялта
 Temperature indicators of the Southern coast of Crimea on the example of Yalta.

Показатель	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Ср. максимум, °С	7,1	7,1	9,5	14,4	19,8	24,7	28,2	28,4	23,4	17,8	12,4	8,6
Ср. температура, °С	4,4	4,0	6,1	10,7	15,8	20,6	24,1	24,1	19,3	14,2	9,2	5,9
Ср. минимум, °С	2,3	1,6	3,5	7,7	12,6	17,2	20,5	20,5	15,9	11,2	6,7	3,7
Норма осадков, мм	76	60	51	33	34	36	31	46	41	53	68	83

Так, весной и осенью, в период возвратных заморозков, низкое содержание воды характерно для таких морозостойких видов, как *Mahonia aquifolia*, *Spiraea vanhouttei*, *Crataegus crus-galli* (см. табл. 2).

Ранее было установлено, что клетки различных видов растений имеют свой критический предел обезвоживания и сжатия, превышение которого, а не только снижение температуры, приводит к гибели [3].

Как показано на рис. 1–3, содержание воды в почках и побегах у большинства видов имеет тенденцию к снижению к концу вегетации.

Определённая разница в содержании воды в почках и побегах прослеживается в течение всего года. Эта разница зависит от этапа органогенеза при внутривидовом развитии. Подтверждением этому является результат анализа динамики содержания воды на сухую массу, выраженный в процентах, в почках однолетних побегов у некоторых видов.

Таблица 2

Содержание воды в побегах древесных интродуцентов, % на сухое вещество, 2005 г.
Water content in shoots of woody introducents (percentage per dry matter), 2005.

Название вида	Дата					
	21.03.05	30.03.05	31.08.05	27.09.05	24.10.05	10.11.05
<i>Группа зимне- и ранневесеннецветущих видов</i>						
<i>Forsythia viridissima</i>	108,9	101,7	75,9	111,5	112,3	118,1
<i>Lonicera fragrantissima</i>	126,1	96,8	96,5	68,0	61,6	89,6
<i>Jasminum nudiflorum</i>	94,5	97,2	67,0	78,2	93,5	106,7
<i>Chaenomeles superba</i>	77,1	87,6	71,6	55,6	59,7	63,6
<i>Mahonia aquifolium</i>	63,9	64,5	94,4	83,5	80,9	86,8
<i>Группа средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих видов</i>						
<i>Spiraea vanhouttei</i>	51,7	64,2	54,5	50,4	55,4	62,5
<i>Cotoneaster microphylla</i>	73,4	83,6	104,2	90,2	78,7	69,7
<i>Cotoneaster horizontalis</i>	92,0	96,3	82,6	78,2	77,3	82,4
<i>Cotoneaster glaucophyllus</i> 'Serotinus' Hutchins	68,3	79,3	74,8	79,4	62,5	100,7
<i>Laburnum anagyroides</i>	93,9	100,4	81,2	83,5	112,4	75,0
<i>Exochorda alberti</i>	94,2	106,0	85,0	56,9	76,6	77,4
<i>Crataegus-crus galli</i>	73,6	71,5	56,3	56,3	67,3	61,7
<i>Pyracantha coccinea</i>	70,7	72,5	86,9	82,5	99,1	98,7
<i>Группа летнецветущих видов</i>						
<i>Symphoricarpus alba</i>	106,5	99,4	160,8	78,9	83,1	87,7
<i>Deutzia scabra</i>	95,6	115,0	97,6	89,9	131,5	112,3
<i>Cotoneaster salicifolia</i>	74,9	97,2	104,2	107,0	105,9	110,9
<i>Euonymus japonica</i>	197,9	184,3	213,0	115,3	257,9	254,7
<i>Hibiscus syriacus</i>	91,3	121,4	122,9	82,0	86,2	82,1
<i>Spartium junceum</i>	105,4	121,6	168,9	109,3	117,8	103,2
<i>Spiraea bumalda</i>	75,2	63,2	89,4	64,2	62,8	73,4

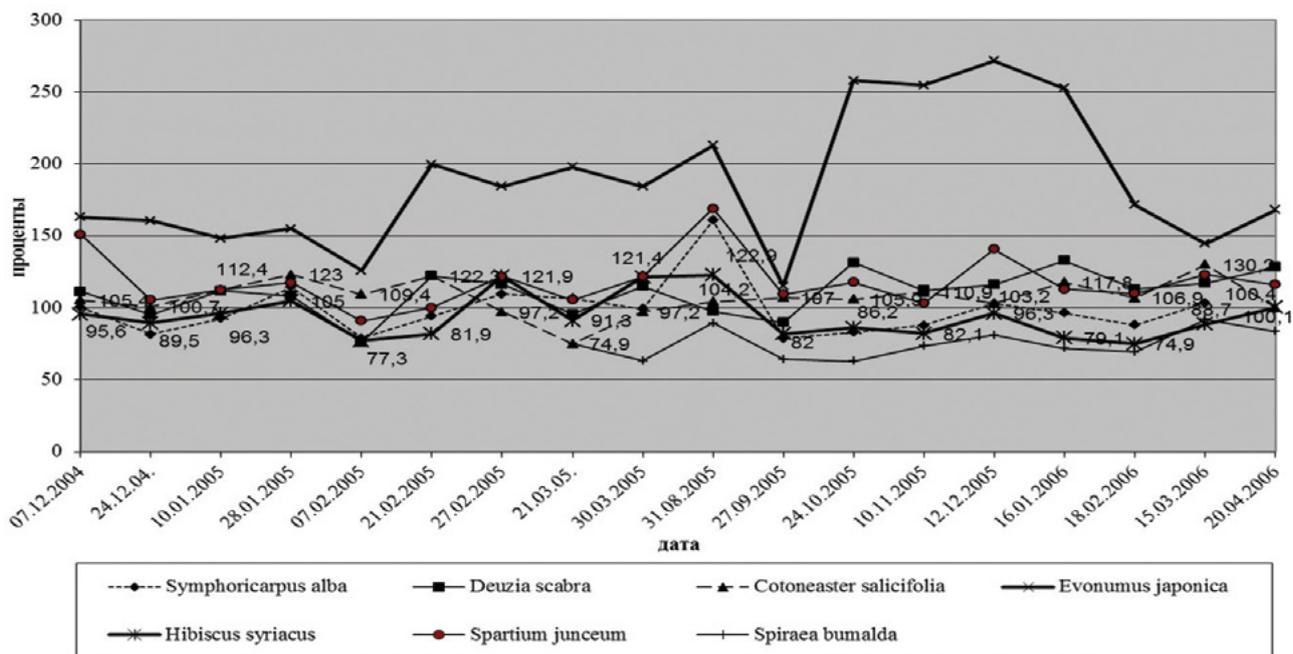


Рис. 1. Оводнение однолетних побегов летнецветущих видов кустарников в условиях Южного берега Крыма
Watering of annual shoots of summer-flowering shrub species in the conditions of the Southern Coast of Crimea

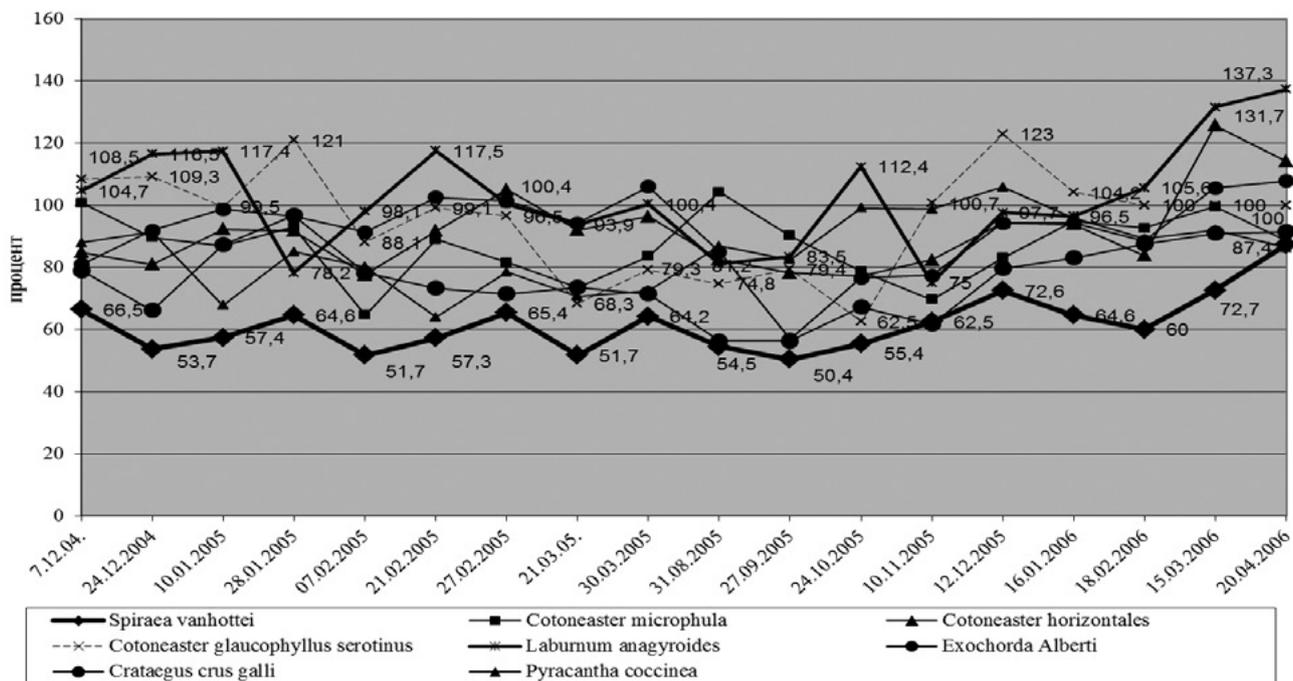


Рис. 2. Оводнение однолетних побегов средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих видов кустарников в условиях Южного берега Крыма
Watering of annual shoots of medium-spring-flowering and late-spring-flowering shrub species in conditions The southern coast of Crimea

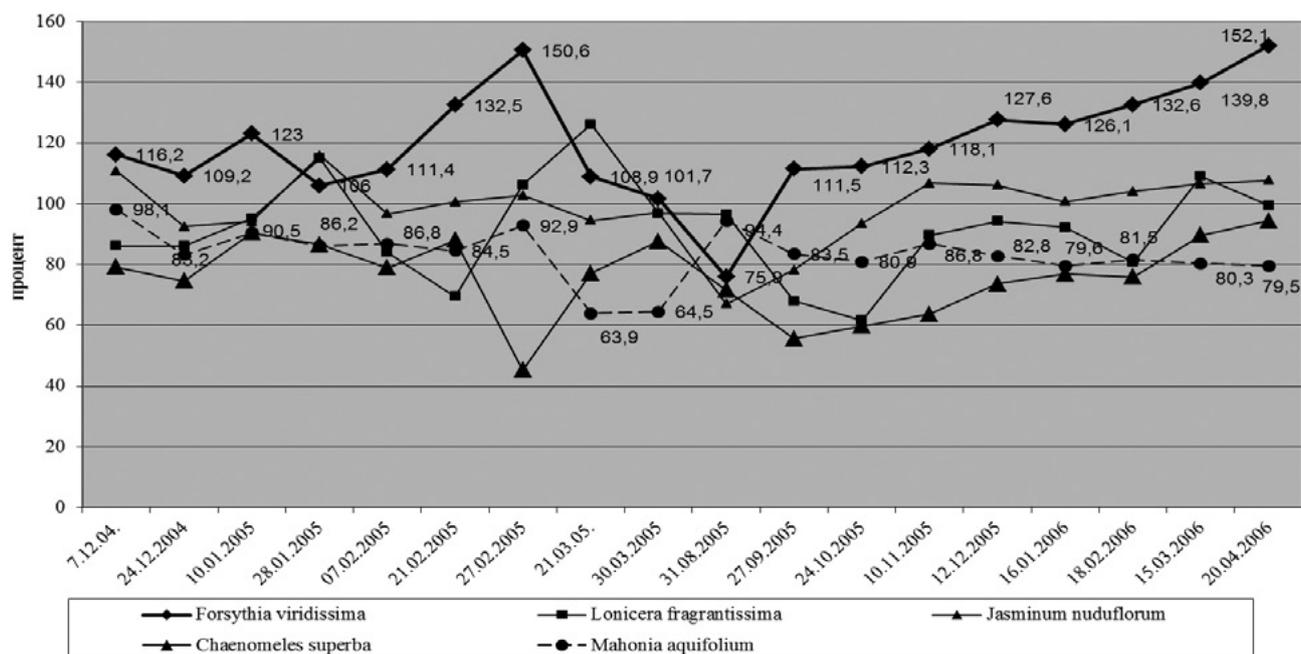


Рис. 3. Оводнение однолетних побегов зимне- и раневесеннецветущих видов кустарников в условиях Южного берега Крыма

Watering of annual shoots of winter- and early-flowering shrub species in the conditions of the Southern Coast of Crimea

Таблица 3

Содержание воды в почках однолетних побегов декоративных интродуцентов, %
Water content in the buds of annual shoots of ornamental introduced plants, %

Название вида	Дата							
	27.02.05	27.09.05	24.10.05	10.11.	12.12.05	16.01.06	18.02.	15.03.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Группа зимне-и раневесеннецветущих видов</i>								
Mahonia aquifolium	193,0	185,9	246,5	255,0	164,3	221,7	179,6	180,3
Forsythia viridissima	---	---	85,2	131,6	210,8	166,6* 100,0**	159,5* 91,5**	278,5° 108,4**
Lonicera fragrantissima	92,2	39,3	88,3	123,5	151,3	145,8	27,9 ¹	364,8
Jasminum nudiflorum	197,3	78,2	98,3	106,2	206,8* 143,6**	67,4° 87,7**	166,3° 110,2**	399,9° 199,9**
Chaenomeles superba	---	---	---	---	262,7°	279,9°	292,0° 114,0**	320,5° 283,1**
<i>Группа средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих видов</i>								
Cotoneaster microphylla	---	---	---	---	---	---	547,0 ¹	123,1
Cotoneaster glaucophyll.	153,0	46,5	76,3	92,2	108,2	100,2	47,7 ¹	74,2
Cotoneaster horizontalis	---	---	---	---	---	---	---	---
Spiraea vanhottei	---	---	---	---	---	---	---	---
Pyracantha coccinea	---	---	---	---	---	---	784,2 ¹	213,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Crataegus crus-galli	---	---	75,6	80,2	102,8	110,4	119,0	125,6
Laburnum anagyroides	96,2	68,9	68,8	80,8	102,6	96,5	92,6	131,7
Exochorda alberti	---	---	---	---	---	---	252,7	325,6
<i>Группа летнецветущих видов</i>								
Spartium junceum	---	---	---	---	---	---	---	---
Euonymus japonica	134,2	115,3	257,9	265,5	163,9	146,2	166,0	262,0
Symphoricarpus alba	---	---	---	---	---	---	---	---
Spiraea bumalda	---	---	---	---	---	---	---	---

* генеративные почки; ° бутоны; ¹ поврежденные листья; ** вегетативные почки; °° цветки.

Таблица 4

Процентное содержание воды в побегах декоративных интродуцентов, % (2005, 2006 гг.)
Percentage of water content in shoots of ornamental introduced plants, % (2005, 2006)

Название вида	Дата				
	12.12.05	16.01.06	18.02.06	15.03.06*	20.04.06
<i>Группа зимне- и раневесеннецветущих видов</i>					
Mahonia aquifolium	82,8	79,6	81,5	80,3	79,5
Forsythia viridissima	127,6	126,1	132,6	139,8	152,1
Lonicera fragrantissima	94,2	92,2	80,7	109,0	99,5
Jasminum nudiflorum	106,1	100,7	104,1	106,5	107,7
Chaenomeles superba	73,6	76,8	75,9	89,7	94,4
<i>Группа средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих видов</i>					
Cotoneaster microphylla	83,1	94,9	92,7	99,5	88,6
Cotoneaster glaucophyllus 'Serotinus' Hutchins	123,0	104,2	100,0	100	100
Cotoneaster horizontalis	94,4	93,8	83,9	125,7	114,1
Spiraea vanhottei	72,6	64,6	60,0	72,7	87,4
Pyracantha coccinea	105,9	95,8	89,3	92,0	86,3
Crataegus crus-galli	79,6	83,1	87,5	90,9	91,5
Laburnum anagyroides	97,7	96,5	105,6	131,7	137,3
Exochorda alberti	94,2	94,3	88,4	105,6	107,8
<i>Группа летнецветущих видов</i>					
Spartium junceum	140,7	113,1	109,8	123,0	116,1
Euonymus japonica	271,8	252,7	171,5	144,7	168,2
Symphoricarpus alba	102,8	96,6	88,0	103,5	---
Spiraea bumalda	81,2	71,9	69,3	92,0	83,6
Hibiscus syriacus	96,3	79,1	74,9	88,7	100,4
Deutzia scabra	116,0	132,9	113,1	117,1	128,5
Cotoneaster salicifolia	103,2	117,8	106,9	130,2	100,1

Примечание: * В этот день был дождь.

Он показал, что особенности накопления зависят от сезона года. Самый высокий показатель в зимний период и отмечен у *Lonicera fragrantissima* и *Forsythia viridissima* из группы зимне- и ранневесеннецветущих видов (см. табл. 2). Содержание воды в почках у видов других групп цветения уменьшается осенью.

Зимой в условиях ЮБК содержание воды сильно отличается в зависимости от погодных условий в период взятия проб. Помимо зимнецветущих видов, высокое содержание воды в побегах отмечено у представителей группы средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих – *Cotoneaster glaucophyllus* 'Serotinus' Hutchins, *Laburnum anagyroides*.

К весне возрастает содержание воды у *Exochorda alberti*, а в группе летнецветущих высокое содержание воды отмечено у *Euonymus japonica*, *Cotoneaster salicifolius* и *Deutzia scabra*. Наименьшее содержание воды отмечалось в группе зимне- и ранневесеннецветущих у *Mahonia aquifolia* и *Chaenomeles superba*, в

группе средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих видов у – *Spiraea vanhouttei*, в группе летнецветущих у *Spiraea bumalda* (см. табл. 2, 3).

В целом за весь период исследований, наибольшая степень оводнённости в группе зимнецветущих видов отмечена у *Mahonia aquifolium*, *Jasminum nudiflorum*, *Laburnum anagyroides*, *Euonymus japonica* (см. табл. 2–5). Осенью (в сентябре и октябре) некоторые наиболее устойчивые виды, в частности *Spiraea vanhouttei*, *Crataegus crus-galli*, имеют незначительные средние показатели насыщения по сравнению с другими видами (см. табл. 5).

В табл. 2–4 показано, что насыщение водой тканей однолетних побегов во всех группах цветения наступает во второй декаде марта – третьей декаде апреля. Особенности поглощения воды изученными видами хорошо отслеживаются после прохождения дождей (15.03.06).

Таблица 5

Содержание воды в побегах древесных интродуцентов, % на сухое вещество (с декабря 2004 по февраль 2005 г.)

Water content in shoots of tree introducers, percentage per dry matter (from December 2004 to February 2005.)

Название вида	Дата						
	7.12.	24.12.	10.01	28.01.	07.02.	21.02.	27.02.
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Группа зимне- и ранневесеннецветущих видов</i>							
<i>Forsythia viridissima</i>	116,2	109,2	123,0	106,0	111,4	132,5	150,6
<i>Lonicera fragrantissima</i>	86,1	86,2	95,2	115,0	84,0	69,5	106,2
<i>Jasminum nudiflorum</i>	110,8	92,5	94,1	115,9	96,7	100,6	102,7
<i>Chaenomeles superba</i>	79,2	74,5	90,4	86,5	78,9	88,0	45,2
<i>Mahonia aquifolium</i>	98,1	83,2	90,5	86,2	86,8	84,5	92,9
<i>Группа средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих видов</i>							
<i>Spiraea vanhouttei</i>	66,5	53,7	57,4	64,6	51,7	57,3	65,4
<i>Cotoneaster microphylla</i>	100,9	89,6	87,0	93,0	64,7	89,0	81,6
<i>Cotoneaster horizontalis</i>	84,9	81,0	92,3	91,8	77,7	91,7	105,0
<i>Cotoneaster glaucophyllus</i> 'Serotinus' Hutch	108,5	109,3	99,5	121,0	88,1	99,1	96,5
<i>Laburnum anagyroides</i>	104,7	116,5	117,4	78,2	98,7	117,5	100,4
<i>Exochorda alberti</i>	81,0	91,9	98,7	96,4	91,3	102,5	101,4
<i>Crataegus crus-galli</i>	79,0	66,2	87,3	96,8	78,2	73,3	71,5
<i>Pyracantha coccinea</i>	88,0	91,5	67,8	85,0	80,2	64,0	78,5

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Группа летнецветущих видов</i>							
Symphoricarpus alba	100,5	81,6	92,7	114,3	78,9	94,2	109,6
Deutzia scabra	111,4	95,1	111,8	108,2	76,1	122,3	116,4
Cotoneaster salicifolia	105,4	100,7	112,4	123,0	109,4	122,3	97,2
Euonymus japonica	163,0	160,5	148,3	155,0	125,8	199,7	184,3
Hibiscus syriacus	95,6	89,5	96,3	105,0	77,3	81,9	121,9
Spartium junceum	151,1	105,5	112,4	117,5	90,9	100,0	121,9

Таблица 6

**Средняя степень насыщения водой почек и побегов декоративных древесных интродуцентов, %
Degree of water saturation of buds and shoots of ornamental tree introducers, %**

Название вида	Место насыщения	До насыщения		После насыщения
		27.09.05	24.10.05	13.10.05
<i>Группа зимне- и ранневесеннецветущих видов</i>				
Mahonia aquifolium	генеративные почки*. побег	185,9 83,5	200,5 80,9	430,4 146,8
Forsythia viridissima	ген. почки вег. почки. побег	108,5 --- 111,5	85,2 --- 112,3	128,2 --- 112,9
Lonicera fragrantissim	ген. почки побеги	39,3 68,0	30,5 61,6	45,6 97,3
Jasminum nudiflorum	ген. почки побег	87,5 78,2	132,2 93,5	158,3 128,2
Chaenomeles superba	побег	55,6	59,7	85,9
<i>Группа средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих видов</i>				
Cotoneaster microphylla	побег	90,2	78,7	101,8
Cotoneaster glaucophyllus	вег. почки побег	46,5 89,3	55,7 62,5	85,9 128,1
Cotoneaster horizontalis	побег.	79,4	77,3	108,6
Spiraea vanhottei	вег.-ген. п. **. побег	48,8 50,4	52,3 55,4	68,3 66,1
Pyracantha coccinea	побеги	82,5	99,1	130,0
Crataegus crus-galli	вег.-ген. побег	56,3 67,8	75,6 67,3	79,2 68,0
Laburnum anagyroides	вег.-ген. п. побег	68,9 83,5	68,8 102,4	127,7 107,0
<i>Группа летнецветущих видов</i>				
Spartium junceum	побеги	109,3	117,8	177,1
Spiraea bumalda	вег.почки. п. побег	118,5 71,3	105,3 62,3	138,7 82,2
Euonymus japonica	ген.-вег. п. побег	115,3 212,3	257,9 219,9	360,4 300,8
Deutzia scabra	ген. п. побег	89,9 100,3	167,4 131,5	174,3 140,2
Cotoneaster salicifolia	вегет. побег	107,9 112,6	105,9 115,3	365,9 145,4

Примечание: * – далее сокращение вег., ген. почки; ** – вегетативно-генеративные почки

Так, у *Spartium junceum*, *Cotoneaster salicifolius*, *Cotoneaster microphulla*, *Cotoneaster horizontalis*, *Lonicera fragrantissima* степень оводнённости однолетних побегов была выше, чем в последующий сухой период. В конце третьей декады февраля в побегах у зимне- и ранневесеннецветущих видов и летнецветущих видов отмечается рост содержания воды, а у средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих – в начале данной декады. Исключение составляют *Pyracantha coccinea*, *Crataegus crus-galli* (см. табл. 5)

Если говорить о сроках, когда отмечено максимальное значение насыщения водой побегов, то у разных видов они различны. У *Mahonia aquifolium*, *Jasminum nudiflorum*, *Forsythia viridissima*, *Chaenomeles superba*, *Lonicera fragrantissima* это вторая декада января и вторая декада марта. У большинства видов, цветущих весной, – третья декада сентября и вторая–третья декады февраля.

Во второй декаде декабря рост содержания воды в побегах отмечен у декоративных кустарников группы средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих. Этот рост равномерный и наступает одновременно (см. рис. 2). У *Spartium junceum*, *Cotoneaster salicifolia*, *Deutzia scabra*, кроме февраля, рост динамики водного насыщения отмечен во второй декаде марта.

Кроме того, подобный рост отмечен у *Spiraea bumalda*, *Spartium junceum*, *Euonymus japonica* в третьей декаде августа. Наименьшее содержание воды в зимнее время было отмечено у *Mahonia aquifolium*, *Chaenomeles superba*, *Spiraea vanhottei*, *Hibiscus syriacus*, *Spiraea bumalda*. (см. табл. 2–5, рис. 1–3).

Общая динамика содержания воды в побегах в различный период года коррелирует с их устойчивостью. У видов с низкой морозоустойчивостью, которые входят в состав всех групп цветения (*Cotoneaster glaucophyllus* 'Serotinus' Hutchins, *Jasminum nudiflorum*, *Cotoneaster salicifolia*), отмечается высокое содержание воды в побегах.

Наивысшая степень адаптивности присуща интродуцентам, которые способны сохранять

за счет корреляционных перестроек относительную устойчивость уровня взаимодействия с погодными факторами.

Немаловажную роль в этом играет пластичность адаптации к влиянию неблагоприятных факторов в осенне-зимне-весенний период года. Она отражает широту потенциала устойчивости растений.

Давно известно, что на растения оказывают влияние не отдельные показатели климата – температура, влажность, а закономерный ход этих факторов в их сочетании, напряжении и колебании в течение всего года [4].

Высокое содержание воды в вегетативных почках, как правило, зимне- и ранневесеннецветущих кустарников, коррелирует с уровнем адаптации к низким температурам.

Негативно влияют на подготовку к зимовке дождливые годы, когда в период вегетации растения не проходят всех этапов закалывания. Напротив, в годы с засушливыми вегетационными периодами у растений наступает торможение ряда морфофизиологических процессов.

Известно, что менее морозоустойчивые растения имеют больший запас воды осенью, чем более морозоустойчивые. Это согласуется с данными наших исследований.

Так, изучение особенностей динамики содержания воды в осенний период года показало, что максимум прослеживается в почках и побегах у *Euonymus japonica*, а минимум наблюдается у *Spiraea vanhottei*, *Crataegus crus-galli*, *Lonicera fragrantissima*. По степени уменьшения насыщения водой в процентном отношении виды распределены следующим образом: в почках независимо от специализации – *Euonymus japonica*, *Mahonia aquifolium*, *Jasminum nudiflorum*; в побегах – *Euonymus japonica*, *Spartium junceum*, *Cotoneaster salicifolia*, *Deutzia scabra*, *Pyracantha coccinea*, *Mahonia aquifolium*. (см. табл. 2–7).

Важным этапом в режиме насыщения водой почек и побегов является действие оттепели и осадков. Кроме того, по литературным данным, избыточная увлажненность препятствует нормальному закалыванию растений [5].

Содержание воды в побегах древесных интродуцентов, % на сухое вещество (2005 г.)
Water content in shoots of woody introduced species (percentage on dry matter), 2005

Название вида	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата
	21.03.05	30.03.05	31.08.05	27.09.05	24.10.05	10.11.05
<i>Группа зимне и ранневесеннецветущих видов</i>						
<i>Forsythia viridissima</i>	108,9	101,7	75,9	111,5	112,3	118,1
<i>Lonicera fragrantissima</i>	126,1	96,8	96,5	68,0	61,6	89,6
<i>Jasminum nudiflorum</i>	94,5	97,2	67,0	78,2	93,5	106,7
<i>Chaenomeles superba</i>	77,1	87,6	71,6	55,6	59,7	63,6
<i>Mahonia aquifolium</i>	63,9	64,5	94,4	83,5	80,9	86,8
<i>Группа средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих видов</i>						
<i>Spiraea vanhottei</i>	51,7	64,2	54,5	50,4	55,4	62,5
<i>Cotoneaster microphylla</i>	73,4	83,6	104,2	90,2	78,7	69,7
<i>Cotoneaster horizontalis</i>	92,0	96,3	82,6	78,2	77,3	82,4
<i>Cotoneaster glaucophyllus</i> ‘Serotinus’Hutchins	68,3	79,3	74,8	79,4	62,5	100,7
<i>Laburnum anagyroides</i>	93,9	100,4	81,2	83,5	112,4	75,0
<i>Exochorda alberti</i>	94,2	106,0	85,0	56,9	76,6	77,4
<i>Crataegus-crus galli</i>	73,6	71,5	56,3	56,3	67,3	61,7
<i>Pyracantha coccinea</i>	70,7	72,5	86,9	82,5	99,1	98,7
<i>Группа летнецветущих видов</i>						
<i>Symphoricarpus alba</i>	106,5	99,4	160,8	78,9	83,1	87,7
<i>Deutzia scabra</i>	95,6	115,0	97,6	89,9	131,5	112,3
<i>Cotoneaster salicifolia</i>	74,9	97,2	104,2	107,0	105,9	110,9

Анализ содержания воды в органах однолетних побегов в период действия различных положительных температур в третьей декаде марта 2005 г. показал, что для видов, обладающих высокой устойчивостью – *Deutzia scabra*, *Spiraea vanhottei*, *Forsythia viridissima*, характерно активное насыщение водой в период имитации дождей. Для *Forsythia viridissima* характерно водное насыщение не только в период дождей, но и при имитации оттепели. Степень оводнения как почек, так и побегов, как правило, в этот период не зависит от условий.

Исключение составляет период оттепели при +15°C. У *Forsythia viridissima* состояние насыщения в органах распределялось по степени уменьшения: генеративные почки – вегетативные почки – побеги. Насыщение генеративных почек у вышеуказанного вида зависело от температуры: при +3°C оно меньше, при +15°C увеличивалось. При +15°C и «дождливой

погоде» самый высокий показатель насыщения почек характерен для *Spiraea vanhottei* (192,7%) и *Deutzia scabra* (234,5%)

У побегов *Spiraea vanhottei* повышение приурочено к тем же условиям, но при +3°C, а у *Deutzia scabra* совпадает с датой увеличения содержания воды (табл. 8). Для почек большинства видов характерен осенний рост насыщения водой (третья декада октября – вторая декада ноября). Максимум отмечен у почек *Mahonia aquifolium* и *Euonymus japonica*, а минимум у *Laburnum anagyroides*, *Cotoneaster glaucophyllus* ‘Serotinus’Hutchins и *Jasminum nudiflorum*. Максимум составил от 185 до 260%, а минимум – от 39 до 110%.

Второй рост насыщения отмечен со второй декады февраля у *Lonicera fragrantissima*, *Jasminum nudiflorum*, *Deutzia scabra*, *Laburnum anagyroides*, *Cotoneaster glaucophyllus* ‘Serotinus’Hutchins (см. рис. 1–3). Эти осо-

бенности сопоставимы с характером развития элементов почек. Большинство видов, у которых прослеживался в ноябре большой процент оводнения почек, были на V–VI этапах развития, что соответствует завершению развития цветковых элементов и подготовки их к созреванию пыльцы; исключение составляет *Deutzia scabra* (IV этап). У тех видов, у которых в почках отмечалось начало роста водного насыщения, были в большинстве случаев на III–IV этапе органогенеза, что соответствует началу формирования элементов почки, развитию зачаточных соцветий и закладки цветков соцветия. В

феврале у всех видов, за исключением *Mahonia aquifolium*, отмечен V этап, а у двух видов – *Jasminum nudiflorum*, *Lonicera fragrantissima* – VIII этап, что соответствует цветению. Таким образом, наблюдается зависимость насыщения почек водой от этапа развития и сроков его наступления.

У *Mahonia aquifolium*, *Jasminum nudiflorum*, *Lonicera fragrantissima* повышенное содержание воды наблюдается в ноябре. Большая потребность в водном насыщении почек повторно отразится только в период цветения.

Таблица 8

Содержание воды в почках декоративных древесных интродуцентов, %
Percentage of water content in buds of ornamental tree introduced species.

Название вида	Специализация почек	21.03.05	Контроль	Опыт		
		I в оттепель улица. +3°C	II в комната. +15°C	III в ул. вода. +3°C	IV в комн. вода. +15°C	19.03.05.
<i>Группа зимне- и ранневесеннецветущих видов</i>						
<i>Mahonia aquifolium</i>	Генеративные	---	---	---	---	---
<i>Forsythia viridissima</i>	Генеративно- Веgetативные	157,6 97,3	245,2 108	230,5 114,8	291,6 125,0	186,4 123,0
<i>Lonicera fragrantissima</i>	Генеративные	---	---	---	---	---
<i>Jasminum nudiflorum</i>	Генеративные	---	---	---	---	---
<i>Группа средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих видов</i>						
<i>Cotoneaster glaucophyllus</i> 'Serotinus' Hutchins	Веgetативные	100,2	45,0	88,2	101,0	96,4
<i>Spiraea vanhottei</i>	Генеративно- Веgetативные	90,0	33,9	97,5	192,7	185,0
<i>Laburnum anagyroides</i>	Генеративно- Веgetативные	---	---	---	---	---
<i>Группа летнецветущих видов</i>						
<i>Deutzia scabra</i>	Генеративные	135,7	32,0	177,5	234,5	39,0

У некоторых видов, таких как *Deutzia scabra*, *Euonymus japonica*, *Cotoneaster salicifolia*, которые цветут летом, наблюдается высокая степень оводнённости почек в ноябре и резкое повышение её в феврале, наряду с другими

видами, характерно пролонгированное прохождение IV и V этапов.

У *Mahonia aquifolium*, *Forsythia viridissima* с первой декады февраля по третью декаду марта и с третьей декады сентября по вторую декаду декабря отмечен активный процесс насыщения

побегов водой. Так, например, в первый период с февраля по март процентное содержание у *Forsythia viridissima* составило 111,4–150,6%, у *Mahonia aquifolium* – 86,8–92,9%. С третьей декады сентября у *Forsythia viridissima* отмечено стабильное насыщение побегов водой – 111,5–152,1% (см. рис. 3).

У *Spiraea vanhottei*, *Laburnum anagyroides*, *Pyracantha coccinea*, *Cotoneaster glaucophyllus* ‘Serotinus’ Hutchins начало увеличения процентного содержания воды отмечено с третьей декады сентября по вторую декаду декабря. В данный период у зимостойких видов таких, как *Spiraea vanhottei*, содержание воды увеличивается и составляет от 50,4 до 72,6%, а максимальным оно было у *Laburnum anagyroides* (79,4–97,7%). У незимостойких видов в указанный период содержание воды увеличивалось в большей степени. Так, у *Pyracantha coccinea* оно составило 83,5–105,9%, а у *Cotoneaster glaucophyllus* ‘Serotinus’ Hutchins 62,5–123% (см. рис. 2).

У зимостойких видов *Deutzia scabra*, *Hibiscus syriacus*, *Symphoricarpos alba* оводненность имеет среднее значение 95% (третья декада декабря) и 140% (третья декада августа). Виды, обладающие низкой зимостойкостью, имеют показатели более высокие, например, *Cotoneaster salicifolia* – 130% (вторая декада марта) и *Spartium junceum* – 105% (третья декада декабря). Самая большая оводненность – 160–265% была обнаружена во второй–третьей декадах декабря у *Euonymus japonica*. В побегах зимостойких видов во второй декаде февраля и третьей декаде марта отмечено поэтапное возрастание показателей оводненности. Процент оводненности в почках и побегах в период оттепелей в январе у видов, которые входят в число устойчивых, составила в почках *Spiraea vanhottei*, *Laburnum anagyroides* 53–56%, в побегах – 88–98%. Это наименьшие показатели среди всех видов (см. табл. 2–7).

Анализируя содержание воды в тканях растений в марте 2005 г. при температуре +3°C, +15°C, мы пришли к выводу, что по сравнению с контрольным вариантом все исследованные нами растения в опыте имели максимальное количество воды. По сравнению с другими видами минимальное количество воды содержится у *Spiraea vanhottei*, в почках (90%) (см. табл. 8).

Сравнивая средние показатели насыщения водой почек некоторых видов в марте 2005 г. при различных природных условиях (оводнение, оттепель) по степени насыщения водой от большего значения к меньшему, можно выстроить следующий ряд: *Forsythia viridissima* – *Deutzia scabra* – *Cotoneaster glaucophyllus* ‘Serotinus’ Hutchins – *Spiraea vanhottei*.

Таким образом, динамика содержания воды входит в число важных механизмов адаптации. Несмотря на общие схемы их протекания, существуют и определённые особенности. Например, чем устойчивее вид, тем ниже содержание воды. Для зимостойких видов характерно равномерное распределение воды в почках и тканях. Как уже было сказано, особенности накопления воды зависят от сезона года.

Изучая влияние низких температур на устойчивость древесных растений, П.А. Генкель [6] отмечает, что неблагоприятное воздействие стресс-фактора на растение зависит от степени, глубины и продолжительности этого действия. Это подтверждается и другими исследованиями [7].

Большое содержание воды в тканях у «южан» является, по-видимому, приспособлением против зимне-весеннего иссушения, которое часто отмечается в местах их исконного произрастания.

В ряде исследований отмечено снижение оводненности тканей и более высокое содержание сухого вещества у видов, которые хорошо переносят неблагоприятные факторы среды [8].

Определено, что низкое содержание воды в зимний период года характерно для большинства древесных растений, которые хорошо закаливаются с дальнейшим повышением морозостойкости [9].

Ряд авторов считают, что гибель древесных растений от зимнего иссушения не происходит в силу того, что вызревшие побеги с хорошо развитыми покровными тканями надежно защищены от зимнего иссушения [10–12]. По мнению некоторых ученых, побеги по мере созревания обезвоживаются [13, 14]. Зимостойкие виды имеют большее обезвоживание, как в коре, так и в древесине. Некоторые исследования показали, что растения, сохраняющие воду в межклеточном пространстве в незамерзшем

состоянии, могут переносить морозы до -40°C [15].

В условиях Южного берега Крыма, если процесс насыщения водой протекает в течение всей зимы или начинается поздней весной, её содержание в побегах достаточно высокое. Примером могут быть *Mahonia aquifolium*, *Jasminum nudiflorum*, *Laburnum anagyroides*, *Euonymus japonica*.

Для почек большинства видов с различными сроками цветения отмечен осенний рост насыщения водой (третья декада октября – вторая декада ноября).

Минимум насыщения отмечен у *Laburnum anagyroides*, *Cotoneaster glaucophyllus* ‘Serotinus’ Hutchins и *Jasminum nudiflorum*. Вторая волна роста насыщения отмечена со второй декады февраля у *Lonicera fragrantissima*, *Jasminum nudiflorum*, *Deutzia scabra*, *Laburnum anagyroides*, *Cotoneaster glaucophyllus* ‘Serotinus’ Hutchins.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что причины разной динамики содержания воды в почках и тканях однолетних побегов у декоративных кустарников разных сроков цветения в неблагоприятный период года, как элемент, влияющий на потенциал их устойчивости к низким температурам, могут быть различными. Понимание этого явления позволяет более точно определить ассортимент видов для потенциального возобновления их ресурсов на Южном берегу Крыма.

2. В состоянии покоя у декоративных кустарников содержание воды в побегах коррелирует с устойчивостью видов. Чем ниже содержание воды, тем выше устойчивость. В то же время ритм насыщения тканей в период

вегетации может быть разным. Прежде всего, это зависит от этапа развития вида. К примеру, у цветущих зимой видов содержание воды в почках больше, чем в побегах, а весной оно достигает максимума.

3. Для видов с низкой устойчивостью, характерна высокая степень насыщения водой тканей побегов в период дождей по сравнению с сухими днями. Кроме дождливой погоды, на повышение содержания воды влияет и оттепель при высоких температурах.

4. Максимальное насыщение водой в обычных условиях для зимнецветущих видов наступает во второй декаде января и второй декаде марта, в группе средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих подобное насыщение отмечено во второй декаде декабря, а у летнецветущих видов – в третьей декаде августа. Наименьшее содержание воды отмечено у побегов *Mahonia aquifolia*, *Chaenomeles superba*, *Spiraea vanhouttei*, *Hibiscus syriacus*, *Spiraea bumalda*. Для почек большинства видов характерен осенний рост насыщения водой (третья декада октября – вторая декада ноября). В процентном выражении наибольшее насыщение водой у зимнецветущих видов отмечено с первой декады февраля по третью декаду марта и с третьей декады сентября по вторую декаду декабря. К примеру, у *Forsythia viridissima* – 111,4–150,6%, у *Mahonia aquifolia* – 86,8–92,9%. У летнецветущих интродуцентов всё зависит от устойчивости того или иного вида. Так, у *Spartium junceum* насыщение водой составило 105,5% в третьей декаде декабря, *Cotoneaster salicifolia* – 130% – во второй декаде марта, у устойчивых видов, таких как *Hibiscus syriacus*, *Symphoricarpus alba*, *Deutzia scabra*, – 95% в третьей декаде августа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Визгин Р.Я. Механизмы адаптации древесных растений. – М.: Аура, 2017. – С. 25.
2. Физиологические и биофизические методы в селекции плодовых культур / Т.С. Елманова, А.И. Лищук, Ю.В. Иващенко [и др.]. – М.: ВАСХНИЛ, 1991. – С. 23–38.
3. Климентова Е.Г., Сатаров Г.А., Зудова Т.А. Приспособление и устойчивость растений: учеб. пособие. – Ульяновск, 2006. – С. 5, 8.
4. Гирник Д.В. Водный режим древесных пород зимой и зимняя засуха // Тр. Ин-та леса. – М: Изд-во АН СССР, 1956. – Т. XXVII. – С. 58.
5. Лучник З.И. Интродукция деревьев и кустарников в Алтайском крае. – М: Колос, 1970. – 560 с.

6. Генкель П.А. Физиология устойчивости растительных организмов // Физиология сельскохозяйственных растений. – М.: МГУ, 1967. – Т. 3. – С. 87–265.
7. Шматько И.Г. Водный режим растений в связи с действием факторов среды. – Киев: Наукова думка, 1983. – 157 с.
8. Коновалова Т.Ю. Лучшие декоративные кустарники: монография. – 2005. – С. 134–144.
9. Боліджян Н.Б. Особенности содержания воды в побегах древесных видов в неблагоприятный низкотемпературный период года // Бюл. Бот. сада Арм. АН. – 2008. – Вып. 28. – С. 34–39.
10. Раскатов П.Б. К изучению водного режима деревьев и кустарников в зимний период в условиях лесостепи Европейской части СССР // Советская Ботаника. – 1939. – № 2. – С. 39.
11. Иванов Л.А. Свет и влага в жизни наших древесных пород // Тимирязевское чтение. – М.: Изд-во АН СССР, 1946. – С. 78.
12. Гурский А.В. Основные итоги интродукции древесных растений в СССР. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1957. – С. 111.
13. Васильева З.В. Регуляция водного баланса в клетках тканей растений. – М.: Просвещение, 1930. – 45 с.
14. Васильева З.В. Устойчивость растений и обезвоживание тканей. – М.: Просвещение, 1956. – 34 с.
15. Трунова Т.И. Растения и низкотемпературный стресс. – М.: Наука, 2007. – С. 54.

REFERENCES

1. Vizgin R. Ya., *Mehanizmy adaptacii drevesnyh rastenij* (Mechanisms of adaptation of woody plants), Moscow: Aura, 2017, p. 25.
2. Elmanova T.S., Lischuk A.I., Ivashchenko Yu.V. et al., *Fiziologicheskie i biofizicheskie metody v selekcii plodovyh kul'tur* (Physiological and biophysical methods in the selection of fruit crops), Moscow: VASHNIL, 1991, pp. 23.
3. Klimentova E.G., Satarov G.A., Zudova T.A., *Prisposoblenie i ustojchivost' rastenij* (Adaptation and resistance of plants), Ulyanovsk, 2006, pp. 5, 8.
4. Girnik D.V., *Trudy instituta lesa*, Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1956, Vol. XXVII, pp. 58. (In Russ.)
5. Luchnik Z.I., *Introdukcija derev'ev i kustarnikov v Altajskom krae* (Introduction of trees and shrubs in the Altai Territory), Moscow: Kolos, 1970, 560 p.
6. Genkel P.A., *Fiziologija sel'skohozjajstvennyh rastenij*, Moscow: MSU, 1967, Vol. 3, pp. 87–265. (In Russ.)
7. Shmatko I.G., *Vodnyj rezhim rastenij v svyazi s dejstviem faktorov sredy* (Water regime of plants in connection with the action of environmental factors), Kiev: Naukova Dumka, 1983, 157 p.
8. Konovalova T. Yu., *Luchshie dekorativnye kustarniki* (The best ornamental shrubs), 2005. – pp. 134–144.
9. Bolijyan N.B., *Bjulleten' Botanicheskogo sada Armjanskoj akademii nauk*, 2008, Issue 28, pp. 34–39. (In Russ.)
10. Raskatov P.B., *Sovetskaja botanika*, 1939, No. 2, pp. 39. (In Russ.)
11. Ivanov L.A., *Timirjazevskoe chtenie*, Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1946, p. 78. (In Russ.)
12. Gursky A.V., *Osnovnye itogi introdukcii drevesnyh rastenij v SSSR* (The main results of the introduction of woody plants in the USSR), Moscow, Leningrad: Izd-vo AN SSSR, 1957, pp. 111.
13. Vasilyeva Z.V., *Reguljacija vodnogo balansa v kletkah tkanej rastenij* (Regulation of water balance in plant tissue cells), Moscow: Prosveshhenie, 1930, 45 p.
14. Vasilyeva Z.V., *Ustojchivost' rastenij i obezvozhivanie tkanej* (Plant resistance and tissue dehydration), Moscow: Prosveshhenie, 1956, 34 p.
15. Trunova T.I., *Rastenija i nizkotemperaturnyj stress* (Plants and low-temperature stress), Moscow: Nauka, 2007, pp. 54.