

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ. БИОТЕХНОЛОГИИ

УДК 630*181.8:634.17

СЕЗОННЫЙ РИТМ РАЗВИТИЯ ВИДОВ БОЯРЫШНИКА, ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В РЕСПУБЛИКУ МАРИЙ ЭЛ

С. В. Мухаметова, С. М. Лазарева

Поволжский государственный технологический университет
Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3
E-mail: MuhametovaSV@volgatech.net

Приведены результаты фенологических наблюдений над 23 видами боярышника, интродуцированными в Ботаническом саду-институте Поволжского государственного технологического университета. Дана характеристика метеорологических условий лет наблюдений в пункте интродукции. Изученные виды разделены на ранние, средние, поздние по 13 фенофазам и продолжительности периодов цветения, роста побегов и вегетации. Проанализированы суммы эффективных температур на даты наступления фенофаз, а также доли влияния на них факторов метеословий года и видовой специфичности.

Ключевые слова: боярышник; фенология; метеорологические условия.

Введение. Изучение закономерностей роста и развития интродуцированных видов в новых экологических условиях имеет большое значение для оценки перспективности экзотов. Растения при перенесении их в культуры *ex situ* приспосабливаются к новым условиям среды, изменяя при этом ряд жизненных функций в большей или меньшей степени [1]. Знание особенностей ритма сезонного развития даёт основные представления об отношении интродуцентов к новым условиям жизни и позволяет понять, насколько полным будет соответствие фаз их роста и развития местным климатическим, погодным и эдафическим условиям [2].

Род боярышник является одним из самых крупных по видовому и формовому разнообразию среди древесных растений. Его виды представляют интерес как декоративные, плодовые и лекарственные расте-

ния и в разное время становились объектами исследований в различных пунктах интродукции России и стран СНГ. Сезонный ритм развития видов боярышника на территории нашей страны был изучен в условиях Центрального региона (г. Москва) [3, 4], Северо-Запада (г. Санкт-Петербург) [5], Среднерусской возвышенности (г. Белгород) [6], Кубани (г. Краснодар) [7], Башкирского Предуралья (г. Уфа) [8], Урала (г. Екатеринбург) [9], Приобья (г. Новосибирск) [10], Дальнего Востока (г. Владивосток) [11]. В ближнем зарубежье исследования проводились в Белоруссии (г. Минск) [1], Украине (г. Белая Церковь) [12], Узбекистане (г. Ташкент) [2].

Целью исследований было выявление закономерностей сезонного развития растений интродуцированных видов боярышника (*Crataegus L.*) в культуре *ex situ* в Республике Марий Эл.

Решаемые задачи – анализ метеорологических условий вегетационных периодов лет наблюдений, выявление закономерностей прохождения растениями фаз сезонного развития в зависимости от динамики накопления эффективных температур, сравнительный анализ сроков прохождения фенологических фаз представителями родового комплекса.

Объекты и методики исследований.

Объектами исследования были растения 23 интродуцированных видов боярышника коллекции Дендрария Ботанического сада-института Поволжского государственного технологического университета (БСИ ПГТУ) (г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл). Растения 12 видов получены из Нижнего Новгорода, 4 – из Москвы, 2 – из Минска, по 1 – из Хабаровска, Каунаса, Саласпилса, 2 – неизвестного происхождения. Самым молодым растениям на 2010 год было 22 года, самым старым – 57 лет, возраст остальных – от 30 до 48 лет. Все наблюдаемые растения вступили в генеративную фазу развития.

Фенологические наблюдения проводились в 2005–2010 гг. согласно методике Главного ботанического сада для ботанических садов [13]. Календарные даты были переведены в непрерывный числовой ряд с 1 марта [5]. Все виды распределены по критерию $x_{cp} \pm \sigma$ на ранние, средние и поздние по изучаемым фенофазам. Последовательность прохождения фенофаз изученных видов составлена с использованием методики расчёта фенологических расстояний [14]. Характеристика метеорологических условий приведена по данным метеопоста БСИ. Даты устойчивого перехода среднесуточных температур через $+5^{\circ}\text{C}$ и $+10^{\circ}\text{C}$ определены по Л.С. Кельчевской [15]. Под продолжительностью вегетационного периода принято количество дней между датами устойчивого перехода среднесуточных температур через $+5^{\circ}\text{C}$, продолжительностью периода активной вегетации – через $+10^{\circ}\text{C}$. Сумму эффективных температур

определяли путём суммирования средних суточных температур воздуха, уменьшенных на значение биологического минимума тепла, которое нами принято $+5^{\circ}\text{C}$ (как для плодовых культур [16]). Сумму активных температур определяли путем суммирования средних суточных температур воздуха между датами устойчивого перехода через $+10^{\circ}\text{C}$. Оценка условий увлажнения за период активной вегетации дана по значению гидротермического коэффициента (ГТК) Г.Т. Селянинова [16]. Статистическая обработка данных выполнена с использованием пакета анализа данных прикладной программы Microsoft Excel на 95-процентном уровне значимости.

Территория РМЭ входит в умеренный климатический пояс, район с умеренно холодной зимой, область недостаточного увлажнения. Среднегодовая температура воздуха составляет $+3,6^{\circ}\text{C}$. Средняя годовая сумма осадков – 580 мм, в том числе 206 мм приходятся на зимний период. Продолжительность вегетационного периода составляет 175 дней, периода активной вегетации – 138 дней. Средние даты перехода среднесуточных температур воздуха через $+5^{\circ}\text{C}$ приходятся весной на 16 апреля, осенью – 7 октября, через $+10^{\circ}\text{C}$ – 7 мая и 21 сентября. Обеспеченность теплом характеризуется следующими показателями: сумма эффективных температур $+5^{\circ}\text{C}$ – 1583 градусо-дня, сумма эффективных температур $+10^{\circ}\text{C}$ – 834 градусо-дня, сумма активных температур $+10^{\circ}\text{C}$ – 2046°C [17].

Результаты исследований. Характеристика метеорологических условий 2005–2010 гг. приведена в табл. 1 и на рис. 1. Можно видеть, что годы анализируемого периода были неравнозначны по погодным условиям. Самое раннее наступление вегетационного периода и самое позднее его окончание наблюдали в 2008 году, когда его продолжительность составила 223 дня. Самый короткий вегетационный период был отмечен в 2010 году за счёт самой ранней даты осеннего

Таблица 1

Характеристика метеорологических условий района расположения БСИ ПГТУ 2005-2010 гг.

Показатели	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Дата устойчивого перехода через +5°C весной (числитель) и осенью (знаменатель)	<u>06.IV</u> 18.X	<u>18.IV</u> 07.X	<u>16.IV</u> 25.X	<u>25.III</u> 03.XI	<u>26.IV</u> 21.X	<u>15.IV</u> 30.IX
Продолжительность вегетационного периода, дни	195	172	192	223	178	168
Сумма эффективных температур +5°C, градусо-дни	1823	1653	1848	1777	1781	2122
Сумма активных температур +5°C, градусо-дни	2778	2463	2738	2838	2621	2947
Дата устойчивого перехода через +10°C весной (числитель) и осенью (знаменатель)	<u>05.V</u> 05.X	<u>08.V</u> 13.IX	<u>09.V</u> 30.IX	<u>11.V</u> 10.IX	<u>27.IV</u> 19.IX	<u>01.V</u> 30.IX
Продолжительность периода активной вегетации, дни	153	128	144	122	145	152
Сумма эффективных температур +10°C, градусо-дни	953	867	1028	847	959	1328
Сумма активных температур +10°C за период активной вегетации, градусо-дни	2475	2138	2452	2041	2391	2815
Сумма осадков за период активной вегетации, мм	230	363	328	367	228	177
ГТК Селянинова Г.Т.	0,93	1,70	1,34	1,80	0,96	0,63

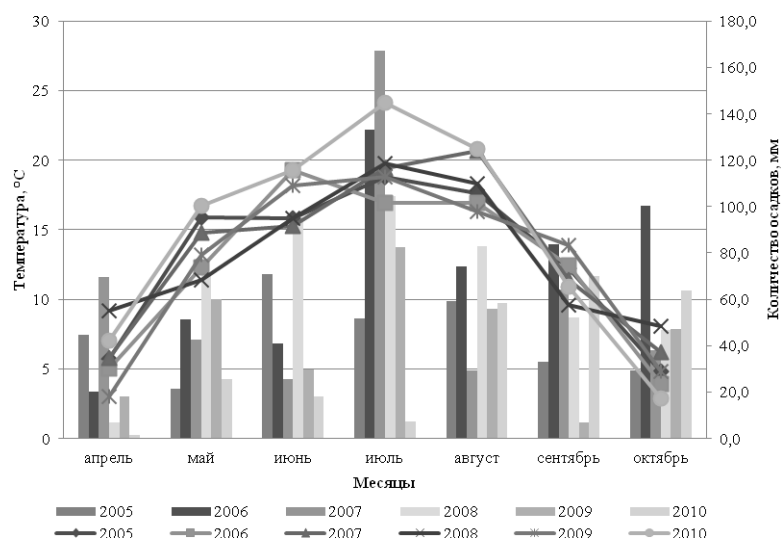


Рис. 1. Среднемесячные температуры и количество осадков в 2005–2010 гг.

перехода среднесуточной температуры через +5°C. Этот же год характеризовался самыми высокими значениями сумм эффективных и активных температур, низким значением выпавших осадков за период активной вегетации. Условия увлажнения за период активной вегета-

ции 2006 и 2008 годов были избыточно влажными, 2007, 2011 и 2012 – влажными, 2005 – засушливыми, 2010 – очень засушливыми.

Результаты фенологических наблюдений за вегетативными побегами растений приведены в табл. 2.

Таблица 2

Средние многолетние фенодаты и стандартная ошибка (дни) вегетативных органов, продолжительность роста побегов и периода вегетации видов рода боярышник – в числителе, в знаменателе – сумма эффективных температур (градусо-дни)

Наименование вида	Начало разверзания почек (1Пч2)	Период роста побегов	Окончание роста побегов (2Пб2)	Полное облиствление (2Л3)	Полное одревеснение побегов (2О2)	Массовый листопад (2Л5)	Продолжительность вегетации
1	2	3	4	5	6	7	8
Евро-азиатские виды							
<i>C. almaatensis</i> Pojark.	$\frac{26.IV \pm 4,1}{44 \pm 7,7}$	29±4,1	$\frac{02.VI \pm 3,7}{350 \pm 18,4}$	$\frac{05.VI \pm 3,0}{393 \pm 10,2}$	$\frac{28.VIII \pm 4,9}{1519 \pm 53,4}$	$\frac{02.X \pm 3,6}{1781 \pm 72,3}$	159±7,1
<i>C. chlorocarpa</i> Lenne et K.Koch	$\frac{26.IV \pm 3,8}{47 \pm 8,6}$	30±3,6	$\frac{03.VI \pm 3,1}{371 \pm 7,7}$	$\frac{07.VI \pm 2,2}{408 \pm 7,2}$	$\frac{28.VIII \pm 4,8}{1529 \pm 55,7}$	$\frac{03.X \pm 4,0}{1782 \pm 72,0}$	160±7,1
<i>C. chlorosarca</i> Maxim.	$\frac{23.IV \pm 3,1}{32 \pm 5,6}$	30±4,1	$\frac{28.V \pm 3,0}{305 \pm 17,9}$	$\frac{04.VI \pm 3,5}{379 \pm 25,9}$	$\frac{05.VIII \pm 2,1}{1206 \pm 37,7}$	$\frac{26.IX \pm 2,7}{1757 \pm 75,8}$	156±3,9
<i>C. maximowiczii</i> C.K. Schneid	$\frac{23.IV \pm 3,3}{33 \pm 5,7}$	29±3,5	$\frac{27.V \pm 2,8}{307 \pm 12,8}$	$\frac{30.V \pm 1,7}{337 \pm 22,3}$	$\frac{09.VIII \pm 2,6}{1269 \pm 35,0}$	$\frac{21.IX \pm 1,8}{1736 \pm 72,1}$	151±4,4
<i>C. monogyna</i> Jacq.	$\frac{29.IV \pm 3,7}{61 \pm 7,4}$	27±3,3	$\frac{02.VI \pm 3,0}{366 \pm 10,3}$	$\frac{07.VI \pm 3,7}{416 \pm 20,2}$	$\frac{29.VIII \pm 3,4}{1553 \pm 55,4}$	$\frac{04.X \pm 3,4}{1785 \pm 70,4}$	158±6,1
<i>C. nigra</i> Waldst. et Kit.	$\frac{23.IV \pm 3,2}{31 \pm 5,2}$	28±4,6	$\frac{25.V \pm 2,7}{266 \pm 21,4}$	$\frac{01.VI \pm 2,5}{341 \pm 20,0}$	$\frac{04.VIII \pm 2,7}{1189 \pm 46,6}$	$\frac{26.IX \pm 2,7}{1756 \pm 70,5}$	156±4,3
<i>C. pinnatifida</i> Bunge	$\frac{28.IV \pm 4,2}{46 \pm 5,4}$	24±2,4	$\frac{26.V \pm 2,5}{290 \pm 10,5}$	$\frac{02.VI \pm 3,1}{355 \pm 19,6}$	$\frac{02.VIII \pm 5,4}{1160 \pm 64,2}$	$\frac{16.IX \pm 2,3}{1700 \pm 67,4}$	141±4,7
<i>C. sanguinea</i> Pall.	$\frac{22.IV \pm 3,0}{28 \pm 5,6}$	25±3,1	$\frac{22.V \pm 1,8}{245 \pm 16,0}$	$\frac{29.V \pm 2,0}{323 \pm 20,7}$	$\frac{21.VII \pm 4,5}{1009 \pm 76,4}$	$\frac{18.IX \pm 1,8}{1719 \pm 72,3}$	149±3,6
<i>C. turkestanica</i> Pojark.	$\frac{27.IV \pm 4,0}{50 \pm 11,5}$	33±3,6	$\frac{06.VI \pm 2,1}{397 \pm 11,0}$	$\frac{11.VI \pm 4,7}{467 \pm 36,0}$	$\frac{06.IX \pm 6,4}{1617 \pm 41,9}$	$\frac{10.X \pm 4,4}{1795 \pm 68,3}$	166±7,0
<i>C. volgensis</i> Pojark.	$\frac{30.IV \pm 4,1}{55 \pm 6,6}$	30±3,5	$\frac{04.VI \pm 2,6}{377 \pm 9,5}$	$\frac{07.VI \pm 3,2}{408 \pm 14,2}$	$\frac{30.VIII \pm 3,7}{1566 \pm 51,1}$	$\frac{07.X \pm 3,5}{1794 \pm 70,1}$	160±5,9
Североамериканские виды							
<i>C. arnoldiana</i> Sarg.	$\frac{26.IV \pm 4,3}{41 \pm 8,7}$	26±4,1	$\frac{27.V \pm 2,6}{293 \pm 8,1}$	$\frac{04.VI \pm 3,2}{368 \pm 19,5}$	$\frac{25.VIII \pm 8,5}{1475 \pm 97,3}$	$\frac{04.X \pm 3,0}{1786 \pm 70,1}$	161±6,5
<i>C. calpodendron</i> (Ehrh.) Medik.	$\frac{09.V \pm 1,0}{119 \pm 15,9}$	26±2,0	$\frac{12.VI \pm 2,8}{472 \pm 16,1}$	$\frac{20.VI \pm 2,5}{578 \pm 23,5}$	$\frac{12.IX \pm 3,1}{1676 \pm 56,0}$	$\frac{13.X \pm 1,0}{1815 \pm 66,2}$	157±1,0
<i>C. chrysocarpa</i> Ashe	$\frac{23.IV \pm 3,7}{31 \pm 5,5}$	25±4,1	$\frac{24.V \pm 2,3}{262 \pm 15,6}$	$\frac{04.VI \pm 3,4}{375 \pm 11,0}$	$\frac{19.VIII \pm 5,7}{1422 \pm 87,7}$	$\frac{09.X \pm 3,6}{1801 \pm 68,6}$	169±6,2
<i>C. douglasii</i> Lindl.	$\frac{25.IV \pm 3,6}{39 \pm 6,2}$	19±3,0	$\frac{18.V \pm 1,8}{206 \pm 13,2}$	$\frac{30.V \pm 2,6}{339 \pm 22,8}$	$\frac{25.VII \pm 2,9}{1076 \pm 72,2}$	$\frac{06.X \pm 5,3}{1783 \pm 73,4}$	165±7,3
<i>C. flabellata</i> (Bosc) K. Koch	$\frac{26.IV \pm 3,9}{44 \pm 7,11}$	25±4,0	$\frac{29.V \pm 2,5}{314 \pm 13,5}$	$\frac{05.VI \pm 3,5}{387 \pm 8,9}$	$\frac{02.IX \pm 7,2}{1581 \pm 48,4}$	$\frac{12.X \pm 3,5}{1804 \pm 67,6}$	169±6,5
<i>C. grayana</i> Eggl.	$\frac{28.IV \pm 4,4}{48 \pm 8,5}$	24±4,0	$\frac{29.V \pm 2,5}{314 \pm 13,5}$	$\frac{05.VI \pm 3,1}{387 \pm 8,9}$	$\frac{28.VIII \pm 7,2}{1525 \pm 66,3}$	$\frac{09.X \pm 4,0}{1799 \pm 68,7}$	164±7,2
<i>C. horrida</i> Medik.	$\frac{26.IV \pm 4,0}{45 \pm 5,0}$	27±4,5	$\frac{31.V \pm 3,4}{340 \pm 13,9}$	$\frac{05.VI \pm 3,1}{390 \pm 9,9}$	$\frac{04.IX \pm 5,8}{1593 \pm 86,0}$	$\frac{10.X \pm 2,7}{1807 \pm 66,9}$	167±5,5
<i>C. macracantha</i> Lodd.	$\frac{28.IV \pm 3,7}{53 \pm 7,9}$	28±2,6	$\frac{03.VI \pm 2,2}{379 \pm 8,3}$	$\frac{11.VI \pm 3,6}{463 \pm 32,5}$	$\frac{10.IX \pm 5,0}{1659 \pm 64,7}$	$\frac{10.X \pm 2,4}{1810 \pm 66,4}$	165±5,8
<i>C. rivularis</i> Nutt.	$\frac{28.IV \pm 3,7}{54 \pm 8,3}$	19±2,4	$\frac{22.V \pm 1,8}{235 \pm 14,7}$	$\frac{31.V \pm 2,6}{344 \pm 23,9}$	$\frac{16.VIII \pm 4,5}{1373 \pm 81,5}$	$\frac{22.IX \pm 3,0}{1740 \pm 79,9}$	148±4,7
<i>C. pringlei</i> Sarg.	$\frac{29.IV \pm 3,9}{58 \pm 6,6}$	23±4,0	$\frac{29.V \pm 3,0}{321 \pm 10,5}$	$\frac{06.VI \pm 3,1}{401 \pm 19,2}$	$\frac{30.VIII \pm 6,7}{1541 \pm 51,8}$	$\frac{08.X \pm 3,0}{1803 \pm 67,5}$	162±5,5
<i>C. prunifolia</i> (Poir.) Pers.	$\frac{4.V \pm 2,0}{78 \pm 15,1}$	25±3,8	$\frac{02.VI \pm 3,0}{360 \pm 17,3}$	$\frac{07.VI \pm 2,7}{409 \pm 11,9}$	$\frac{10.IX \pm 4,6}{1654 \pm 59,2}$	$\frac{11.X \pm 2,3}{1812 \pm 66,5}$	160±3,9
<i>C. punctata</i> Jacq.	$\frac{30.IV \pm 3,8}{60,4 \pm 7,1}$	21±2,8	$\frac{28.V \pm 3,1}{313 \pm 18,2}$	$\frac{08.VI \pm 4,0}{403 \pm 8,5}$	$\frac{11.VIII \pm 4,2}{1290 \pm 54,6}$	$\frac{02.X \pm 1,6}{1783 \pm 70,3}$	155±4,3
<i>C. submollis</i> Sarg.	$\frac{27.IV \pm 3,9}{51 \pm 7,9}$	24±3,7	$\frac{29.V \pm 2,7}{314 \pm 11,0}$	$\frac{07.VI \pm 3,4}{409 \pm 13,8}$	$\frac{05.IX \pm 5,6}{1609 \pm 42,6}$	$\frac{14.X \pm 2,8}{1813 \pm 66,5}$	169±5,9
среднее	$\frac{27.IV \pm 0,8}{50 \pm 4,0}$	26±0,7	$\frac{29.V \pm 5,5}{322 \pm 12,4}$	$\frac{05.VI \pm 1,0}{395 \pm 11,3}$	$\frac{22.VIII \pm 15,6}{1439 \pm 41,8}$	$\frac{04.X \pm 1,7}{1780 \pm 6,5}$	159±1,5

Начало вегетации растений, за которое принята фенофаза начала разверзания почек (1Пч2), изученных видов боярышника приходилось на конец апреля – начало мая, в среднем – на 27.IV. Самое раннее начало вегетации характерно для *C. sanguinea* (22.IV), самое позднее – для *C. calpodendron* (09.V). Интервал составлял 17 дней. В группу ранораспускающихся видов вошли *C. sanguinea*, *C. nigra*, *C. chlorosarca*, *C. maximowiczii*, *C. chryso-carpa*, разверзание почек у которых началось при средней многолетней сумме эффективных температур 28–33 градусо-дней. К группе позднеораспускающихся видов в Республике Марий Эл отнесены *C. prunifolia* и *C. calpodendron*, анализируемая фенофаза которых начиналась при накоплении суммы эффективных температур 78–119 градусо-дней. Остальные изученные виды имели средние сроки разверзания почек. Последовательность видов по началу данной фенофазы, с небольшими исключениями, сохранялась из года в год. Самые ранние календарные сроки начала вегетации были отмечены в 2008 году из-за аномально раннего наступления весны, самые поздние – в 2006 году.

Начало роста побегов (1Пб1) фиксировали одновременно с началом обособления листьев (1Л1) вскоре после разверзания почек, в среднем через 6 дней (4–9 дней у разных видов). Видовой состав групп ранних, средних и поздних по датам начала роста побегов и обособления листьев совпадает с соответствующими группами по датам начала разверзания почек. Значение коэффициента корреляции между средними многолетними датами начала данных фенофаз и началом разверзания почек равно 0,96.

Продолжительность роста побегов составляла в среднем $26 \pm 0,7$ дней. К группе с коротким периодом роста отнесены *C. rivularis*, *C. douglasii*, *C. punctata*. Длительный период роста побегов был характерен для *C. volgensis*, *C. chlorosarca*, *C. chlorocarpa*, *C. turkestanica*. Остальные виды имели среднюю продолжительность

роста вегетативных побегов. За период роста побегов изученных видов боярышника накапливалось в среднем от 160 до 312 градусо-дней эффективных температур. К группе видов с наименьшими требованиями к теплу, накопленному к концу периода роста побегов, отнесены *C. douglasii*, *C. rivularis*, *C. sanguinea*. Наибольшей теплообеспеченностью характеризовались *C. macracantha*, *C. calpodendron*, *C. volgensis*, *C. chlorocarpa*, *C. turkestanica*. Самая короткая продолжительность роста побегов у большинства видов отмечена в 2010 и 2005 гг., самая длинная – в 2008 году.

Одревеснение побегов (1О1) начиналось у изученных видов в среднем 14.V, самое раннее – 08.V, самое позднее – 27.V. В группу ранних по данной фенофазе входят *C. sanguinea*, *C. nigra*, *C. maximowiczii*, *C. douglasii*, поздних – *C. macracantha*, *C. prunifolia* и *C. calpodendron*. Фаза полного одревеснения (1О2) начиналась в среднем 14.VIII. К группе видов с ранними сроками одревеснения побегов отнесены *C. sanguinea* (14.VII), *C. douglasii*, *C. pinnatifida*, *C. nigra*, *C. chlorocarpa*, с поздними – *C. macracantha*, *C. prunifolia* и *C. calpodendron* (03.IX). Между сроками начала одревеснения и полного его завершения обнаружена тесная корреляционная связь ($r = 0,82$).

Фаза полного облиствления (2Л3), когда листья достигли типичных для вида размеров и окраски, наступала вскоре после окончания роста побегов и приходилась в среднем на 05.VI. К группе ранних по анализируемой фенофазе отнесены *C. sanguinea*, *C. maximowiczii*, *C. douglasii*, *C. rivularis* (суммы эффективных температур 323–344 градусо-дней), поздних – *C. macracantha*, *C. turkestanica*, *C. calpodendron* (463–578 градусо-дней), средних – остальные изученные виды. Сроки прохождения разными видами фазы полного облиствления тесно связаны со сроками разверзания почек и обособления листьев (начала роста побегов), коэффициенты корреляции равны 0,81 и 0,89 соответственно, то есть виды с ранним началом вегетации

характеризуются и ранним обособлением и вызреванием листьев наоборот.

Начало осеннего расцветивания листьев (Л4) у растений изученных видов было растянуто с 24.VIII по 26.IX, в среднем – 13.IX. Раннее появление осенней окраски отмечено у *C. sanguinea*, *C. pinnatifida*, *C. rivularis*, *C. maximowiczii*, *C. almaatensis*, *C. chlorocarpa* (при сумме эффективных температур 1493–1581 градусо-дней). Позднее всего начинают окрашиваться листья у *C. prunifolia*, *C. macracantha*, *C. submollis*, *C. flabellata*, *C. calpodendron* (1740–1757 градусо-дней). Обнаружена корреляционная связь средней силы между сроками начала вызревания листьев и начала их осеннего расцветивания, $r = 0,58$.

Массовый листопад (окончание вегетации, Л5) приходился в среднем на 04.X $\pm 1,7$ дня. В группу с ранним завершением вегетации отнесены *C. pinnatifida*, *C. sanguinea*, *C. maximowiczii*, *C. rivularis*, *C. nigra* (1700–1756 градусо-дней). Самые поздние сроки окончания вегетации были характерны для *C. flabellata*, *C. submollis*, *C. calpodendron* (1801–1815 градусо-дней). Интервал между самой ранней и самой поздней фенодатами составлял 28 дней. В 2006 году из-за продолжительной тёплой осени у растений *C. sanguinea* и *C. maximowiczii* начали набухать почки, что вызвало их повреждение в зимний период, и на следующий год эти растения оценивались I–II баллами зимостойкости. В остальные годы наблюдений изучаемые виды характеризовались I баллом зимостойкости, кроме *C. turkestanica* (I–II балла зимостойкости в 2010 году) и *C. pinnatifida*, зимостойкость которого оценивалась III баллами в 2005–2006 гг. и I–II баллами в 2007 году.

Средняя многолетняя продолжительность периода вегетации видов боярышника варьировала от 141 до 169 дней. Короткой продолжительностью этого периода характеризовались *C. pinnatifida*, *C. rivularis*, *C. sanguinea*, *C. maximowiczii*. Самая продолжительная вегетация отме-

чена у *C. turkestanica*, *C. horrida*, *C. flabellata*, *C. chrysocarpa*, *C. submollis*. Среднее значение продолжительности вегетации всех изученных видов составляло $159 \pm 1,5$ дней. В годы наблюдений самые короткие периоды вегетации у большинства видов наблюдались в 2005 году из-за раннего опадения листьев, самые длинные – в 2008 году за счёт аномально раннего начала вегетации.

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа влияния особенностей метеорологических условий 2005–2010 гг. и видовой специфичности на отдельные фенодаты отражены в табл. 3. Графическое изображение табл.3 приведено на рис. 2 и 3.

Можно видеть, что в начале вегетации видов боярышника наибольшее влияние на даты наступления фенофаз оказывает фактор метеорологических условий (фактор года). Так, доля его влияния на фенодату разверзания почек равна 74,2 %, тогда как доля влияния фактора видовой специфичности равна 17,4 %. По мере последовательного прохождения растениями фенологических фаз развития вегетативных органов доля влияния метеоусловий снижается, а доля влияния видовой специфичности возрастает, для фазы расцветивания листьев их значения соответственно равны 7,7 и 71,3 %. Доля влияния фактора года на дату фазы опадения листьев вновь возрастает и составляет 17,8 %, доля влияния фактора видовой специфичности – 60,4 %.

Таким образом, можно предположить, что сигналом для начальных этапов сезонного развития представителей рода боярышник определяющими являются метеоусловия перезимовки и весны, что определяется центром происхождения видовой разнообразия рода. Завершающие этапы сезонного развития специфичны для изученных видов, что может свидетельствовать о дивергенции рода и генотипической приспособленности видов к метеоусловиям их ареалов. Об этом свидетельствуют и данные дисперсионного анализа влияния сроков наступления фенофаз на сумму эффективных температур конкретной фенодаты.

Таблица 3

Дисперсионный анализ влияния фактора года (метеоусловий), видовой специфичности и неучтённых факторов на календарные даты наступления фенофаз развития вегетативных органов и суммы накопленных эффективных температур на эти даты, %

Название фенофазы и её условное обозначение		Доля влияния факторов на календарную дату наступления фенофазы			Доля влияния факторов на сумму эффективных температур		
		Год	Вид	Неучтённые*	Год	Вид	Неучтённые*
Разверзание почек	1Пч2	74,2	17,4	8,3	36,0	50,4	13,6
	2Пч2	70,1	22,2	7,6	34,2	55,1	10,7
Начало роста побегов, обособление листьев	1Пб1	59,1	31,0	10,0	27,1	62,7	10,3
	2Пб1	53,4	35,7	10,9	23,6	68,0	8,3
Начало одревеснения побегов	1О1	45,4	42,2	12,4	17,5	70,9	11,5
	2О1	48,2	40,0	11,9	12,8	75,7	11,5
Окончание роста побегов	1Пб2	45,3	43,7	11,0	18,2	69,1	12,7
	2Пб2	45,7	44,9	9,5	8,9	77,7	13,5
Завершение роста и вызревания листьев	1ЛЗ	48,6	41,9	9,5	27,2	62,6	10,2
	2ЛЗ	55,5	32,1	12,3	19,0	59,9	21,1
Полное одревеснение побегов	1О2	20,6	63,5	15,9	15,1	68,8	16,2
	2О2	19,4	63,9	16,7	19,6	66,4	14,0
Расцветивание листьев	1Л4	7,7	71,3	21,0	76,9	17,8	5,3
	2Л4	18,0	60,3	21,8	88,5	8,0	3,4
Опадение листьев	1Л5	17,8	60,4	21,9	90,9	6,9	2,2
	2Л5	26,8	57,2	15,9	95,0	3,7	1,3

Примечание: * – в том числе фактор взаимодействия видовой специфичности и года.

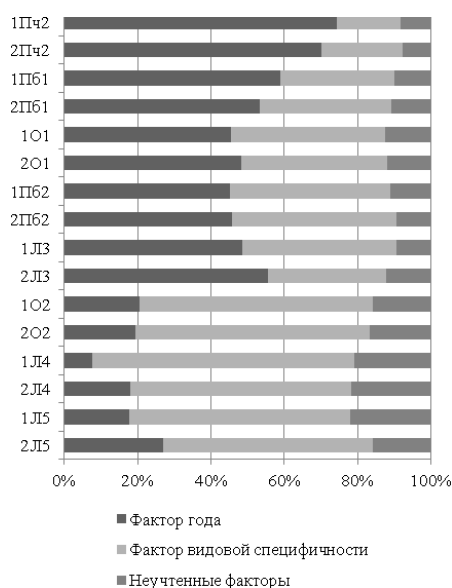


Рис. 2. Доля влияния факторов на календарные даты наступления фенофаз развития вегетативных органов растений рода Боярышник

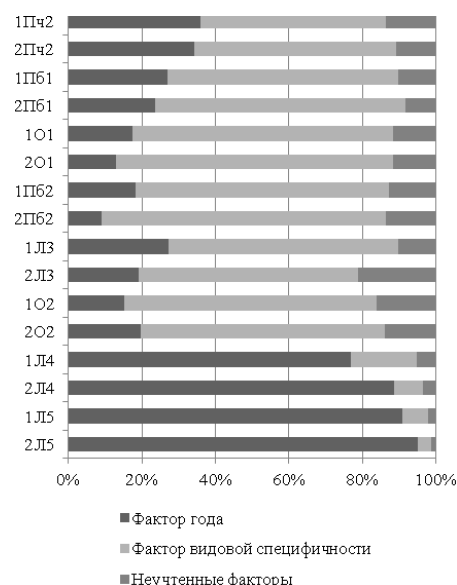


Рис. 3. Доля влияния факторов на сумму накопленных эффективных температур по отдельным фенофазам развития вегетативных органов растений рода Боярышник

Изменение доли влияния изученных факторов на накопление эффективных температур носит иной характер. Сумма эффективных температур, необходимая для начала вегетации, в большей степени

зависит от видовой специфичности (доля влияния 50,4 %), чем от метеоусловий года (36,0 %). В дальнейшем значение видовой особенности возрастает, достигая порядка 60–70 % для фаз начала и окончания роста

побегов, их одревеснения, вызревания листьев. При этом влияние фактора года снижается. В конце периода вегетации доля влияния метеорологических условий года резко возрастает, составляя 76,9 и 90,9 % соответственно для фенофаз расцвечивания листьев и их опадения. Влияние фактора видовой специфичности на

окончание вегетации растений видов боярышника минимально. Вероятно, это связано с тем, что в конце вегетационного сезона снижается накопление эффективных температур +5°C, а затем и прекращается.

Результаты наблюдений над генеративными органами растений приведены в табл. 4.

Таблица 4

Средние многолетние фенодаты и стандартная ошибка (дни) генеративных органов, продолжительность цветения видов *Crataegus* в числителе, в знаменателе – сумма эффективных температур (градусо-дни)

Наименование вида	Начало цветения (1Ц4)	Массовое цветение (2Ц4)	Окончание цветения (2Ц5)	Продолжительность цветения	Начало созревания плодов (1Пл3)	Массовое созревание плодов (2Пл3)
1	2	3	4	5	6	7
Евро-азиатские виды						
<i>C. almaatensis</i>	<u>28.V±2,5</u> 303±9,8	<u>29.V±2,7</u> 320±11,1	<u>05.VI±3,1</u> 396±8,7	9±1,2	<u>24.VIII±3,0</u> 1496±61,5	<u>01.IX±3,0</u> 1578±59,5
<i>C. chlorocarpa</i>	<u>27.V±2,4</u> 293±9,7	<u>29.V±2,5</u> 315±9,8	<u>05.VI±3,1</u> 389±8,8	9±1,2	<u>22.VIII±3,3</u> 1470±81,8	<u>30.VIII±2,9</u> 1555±74,9
<i>C. chlorosarca</i>	<u>25.V±3,2</u> 259±16,8	<u>27.V±3,2</u> 274±14,7	<u>02.VI±3,3</u> 336±10,7	5±0,5	<u>21.VIII±3,3</u> 1422±112,6	<u>29.VIII±3,2</u> 1520±102,8
<i>C. maximowiczii</i>	<u>20.V±2,0</u> 218±6,0	<u>21.V±2,1</u> 232±6,0	<u>28.V±2,7</u> 314±7,4	8±0,9	<u>13.VIII±2,7</u> 1359±91,9	<u>20.VIII±3,0</u> 1444±96,9
<i>C. monogyna</i>	<u>29.V±2,5</u> 313±10,5	<u>31.V±2,8</u> 333±12,2	<u>07.VI±2,9</u> 412±14,5	9±1,4	<u>02.IX±2,3</u> 1589±60,2	<u>08.IX±2,5</u> 1657±57,1
<i>C. nigra</i>	<u>21.V±2,2</u> 229±5,3	<u>22.V±2,2</u> 242±5,4	<u>28.V±2,5</u> 311±6,1	6±0,9	<u>15.VIII±4,3</u> 1366±118,3	<u>22.VIII±4,3</u> 1456±108,0
<i>C. pinnatifida</i>	<u>01.VI±5,3</u> 350±17,6	<u>02.VI±5,3</u> 361±15,2	<u>07.VI±5,5</u> 425±19,9	6±0,5	<u>30.VIII±3,7</u> 1579±139,2	<u>07.IX±3,9</u> 1658±125,2
<i>C. sanguinea</i>	<u>20.V±2,0</u> 218±6,3	<u>21.V±2,1</u> 233±7,0	<u>26.V±2,5</u> 290±6,6	6±1,0	<u>05.VIII±1,2</u> 1243±85,1	<u>12.VIII±1,5</u> 1330±93,1
<i>C. turkestanica</i>	<u>29.V±2,1</u> 319±9,0	<u>31.V±2,1</u> 338±6,6	<u>10.VI±2,8</u> 447±16,8	12±1,3	<u>02.IX±3,5</u> 1587±68,3	<u>10.IX±3,4</u> 1653±67,2
<i>C. volgensis</i>	<u>29.V±2,4</u> 321±10,2	<u>31.V±2,6</u> 338±11,3	<u>07.VI±2,7</u> 408±12,1	9±1,1	<u>09.IX±3,1</u> 1650±63,1	<u>14.IX±3,1</u> 1690±55,7
Североамериканские виды						
<i>C. arnoldiana</i>	<u>20.V±2,2</u> 217±4,5	<u>22.V±2,2</u> 235±5,0	<u>28.V±2,7</u> 306±7,2	8±1,1	<u>06.IX±2,8</u> 1630±60,4	<u>12.IX±3,4</u> 1679±57,6
<i>C. calpodendron</i>	<u>17.VI±2,4</u> 536±21,5	<u>18.VI±2,5</u> 558±21,3	<u>30.VI±2,3</u> 699±17,3	13±0,3	<u>28.IX±3,4</u> 1765±56,6	<u>05.X±4,2</u> 1796±60,4
<i>C. chrysoarpa</i>	<u>20.V±2,1</u> 214±9,0	<u>21.V±2,2</u> 231±8,2	<u>27.V±2,3</u> 290±9,1	7±0,9	<u>14.IX±3,1</u> 1685±62,4	<u>20.IX±3,2</u> 1723±56,4
<i>C. douglasii</i>	<u>22.V±2,5</u> 231±10,0	<u>23.V±2,5</u> 246±10,8	<u>27.V±2,6</u> 301±8,2	6±0,9	<u>05.VIII±1,0</u> 1261±95,4	<u>10.VIII±0,9</u> 1349±105,9
<i>C. flabellata</i>	<u>21.V±2,4</u> 230±6,8	<u>23.V±2,5</u> 248±8,1	<u>28.V±2,5</u> 307±7,1	7±1,2	<u>08.IX±4,2</u> 1635±51,4	<u>14.IX±4,0</u> 1686±50,3
<i>C. grayana</i>	<u>22.V±2,4</u> 236±8,0	<u>23.V±2,5</u> 253±9,1	<u>29.V±2,5</u> 319±7,7	7±1,1	<u>06.IX±4,0</u> 1615±56,1	<u>12.IX±3,9</u> 1673±54,0
<i>C. horrida</i>	<u>24.V±2,5</u> 258±9,3	<u>25.V±2,4</u> 276±7,9	<u>01.VI±2,4</u> 349±6,4	8±1,4	<u>18.IX±2,8</u> 1712±59,9	<u>23.IX±3,1</u> 1740±56,4
<i>C. macracantha</i>	<u>30.V±2,6</u> 310±17,8	<u>01.VI±2,5</u> 348±8,7	<u>06.VI±2,7</u> 402±7,3	8±0,4	<u>22.IX±2,5</u> 1735±57,5	<u>28.IX±3,1</u> 1769±57,5

Окончание табл. 4

1	2	3	4	5	6	7
<i>C. rivularis</i>	<u>26.V±2,6</u> 283±8,1	<u>27.V±2,7</u> 299±7,3	<u>02.VI±2,8</u> 364±6,8	7±0,7	<u>23.VIII±3,1</u> 1483±66,4	<u>29.VIII±3,2</u> 1545±61,3
<i>C. pringlei</i>	<u>24.V±2,7</u> 261±6,1	<u>25.V±2,7</u> 275±6,5	<u>30.V±2,4</u> 337±6,6	7±1,1	<u>23.IX±2,4</u> 1740±60,5	<u>30.IX±2,7</u> 1781±60,9
<i>C. prunifolia</i>	<u>07.VI±2,7</u> 406±12,8	<u>08.VI±2,6</u> 422±13,0	<u>16.VI±2,5</u> 522±15,4	9±0,4	<u>01.X±3,1</u> 1781±53,8	<u>08.X±3,7</u> 1805±58,4
<i>C. punctata</i>	<u>01.VI±2,9</u> 346±9,4	<u>02.VI±3,0</u> 361±8,3	<u>09.VI±3,3</u> 440±19,7	9±0,4	<u>15.IX±2,6</u> 1690±64,9	<u>21.IX±2,5</u> 1726±61,8
<i>C. submollis</i>	<u>22.V±2,4</u> 234±5,9	<u>23.V±2,6</u> 249,4±5,8	<u>29.V±2,6</u> 316±9,4	7±1,2	<u>21.IX±4,0</u> 1725±58,8	<u>28.IX±4,0</u> 1765±53,1
среднее	<u>26.V±1,4</u> 286±15,7	<u>28.V±1,4</u> 303±15,9	<u>03.VI±1,7</u> 377±19,3	8±0,4	<u>01.IX±3,3</u> 1575±33,3	<u>07.IX±3,3</u> 1630±29,8

Фаза начала бутонизации (1Ц3) в среднем начиналась незадолго до начала одревеснения оснований побегов, в среднем $12.V \pm 4,4$ дня. Раньше остальных видов наблюдали появление бутонов у *C. sanguinea* (07.V), позднее всех – у *C. prunifolia* (18.V) и *C. calpodendron* (30.V). У остальных видов обособление бутонов происходило в средние сроки. Фаза начала бутонизации и начала одревеснения побегов тесно коррелируют между собой, $r = 0,88$. Между сроками начала анализируемой фенофазы и окончанием роста побегов корреляционная связь средней силы, $r = 0,73$.

Фаза цветения тесно коррелирует с бутонизацией, $r = 0,87$. Цветение (1Ц4) интродуцированных видов боярышника начиналось с 20.V по 17.VI (в среднем 26.V). В группу с ранним началом цветения вошли *C. sanguinea*, *C. chrysocarpa*, *C. maximowiczii*. Поздние сроки начала цветения были характерны для *C. prunifolia* и *C. calpodendron*. Остальные изученные виды имели средние сроки начала анализируемой фенофазы.

Обнаружена положительная корреляционная связь средней силы ($r = 0,72$) между датами начала цветения и его продолжительностью. Виды боярышника в среднем цвели в течение $8 \pm 0,4$ дней. Быстрее всего отцвели растения *C. chlorosarca* (5 дней), *C. nigra*, *C. douglasii*, *C. sanguinea*, *C. pinnatifida* (по 6 дней). Наибольшую продолжительность цвете-

ния имели *C. turkestanica* (12 дней) и *C. calpodendron* (13 дней).

Вскоре после окончания цветения начинали завязываться плоды (1Пл1). Эти фенофазы очень тесно связаны между собой ($r = 0,98$). В группу рано заканчивающих цветение вошли следующие виды: *C. sanguinea* и *C. chrysocarpa*, в группу рано завязывающих плоды – *C. sanguinea* и *C. douglasii*. В группу поздних по обеим фенофазам входят *C. prunifolia* и *C. calpodendron*.

Созревание плодов (1Пл3) начиналось через 66–110 дней после начала их завязывания, в среднем через $86 \pm 2,9$ дня. Средняя многолетняя фенодата приходилась на 04.IX, у отдельных видов – с 05.VIII по 28.IX. Раннее созревание плодов было отмечено у *C. douglasii*, *C. sanguinea*, *C. maximowiczii*, *C. nigra*, позднее – у *C. submollis*, *C. macracantha*, *C. pringlei*, *C. calpodendron*, *C. prunifolia*. Массовое созревание плодов (2Пл3) приходилось в среднем на $10.IX \pm 3,4$ дня, самое раннее – 10.VIII (*C. douglasii*), самое позднее – 08.X (*C. prunifolia*).

В табл. 5 приведены результаты двухфакторного дисперсионного анализа влияния особенностей метеоусловий года фенонаблюдений и видовой специфичности на календарные даты наступления фенофаз и суммы накопленных эффективных температур. Графическое изображение данных табл. 5 приведено на рис. 4 и 5.

Таблица 5

Дисперсионный анализ влияния фактора года (метеоусловий), видовой специфичности и неучтённых факторов на календарные даты наступления фенофаз развития генеративных органов и суммы накопленных эффективных температур на эти дни, %

Название фенофазы и её условное обозначение		Доля влияния факторов на календарную дату наступления фенофазы			Доля влияния факторов на сумму эффективных температур		
		Год	Вид	Неучтённые*	Год	Вид	Неучтённые*
Бутонизация	1Ц3	41,2	45,6	13,2	21,2	69,4	9,4
	2Ц3	37,9	49,6	12,5	19,3	73,4	7,4
Начало цветения	1Ц4	35,9	57,3	6,8	5,5	89,7	4,8
	2Ц4	36,9	56,5	6,6	5,6	91,1	3,3
Окончание цветения	1Ц5	32,8	62,5	4,8	3,4	93,7	2,9
	2Ц5	33,3	62,1	4,6	3,5	93,0	3,4
Завязывание плодов	1Пл1	27,8	67,9	4,4	3,7	90,9	5,4
	2Пл1	28,5	66,4	5,0	4,4	89,6	6,0
Созревание плодов	1Пл3	5,0	84,9	10,1	43,4	49,5	7,1
	2Пл3	5,7	83,4	10,9	49,4	44,4	6,2

Примечание: * – в том числе фактор взаимодействия видовой специфичности и года

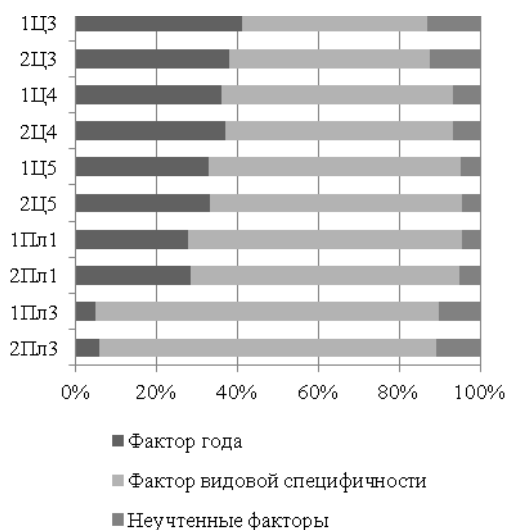


Рис. 4. Доля влияния факторов на календарные даты наступления фенофаз развития генеративных органов растений рода Боярышник

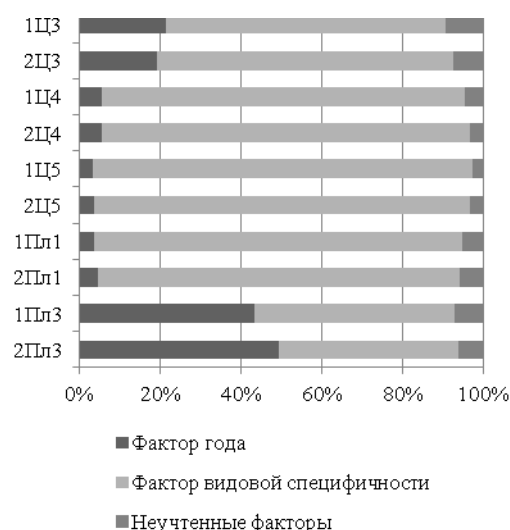


Рис. 5. Доля влияния факторов на сумму накопленных эффективных температур по отдельным фенофазам развития генеративных органов растений рода Боярышник

Можно видеть, что доля влияния фактора метеоусловий года на календарные даты наступления изученных фенологических фаз развития генеративных органов снижается по мере их последовательного прохождения с 41,2 (фаза бутонизации) до 5,0 % (фаза созревания плодов). Одновременно доля влияния фактора видовой спе-

цифичности возрастает соответственно с 45,6 до 84,9 %. Фактор видовой специфичности имеет большее значение по сравнению с фактором метеоусловий по всем изученным фенофазам.

Анализ доли влияния факторов на накопление эффективных температур показал, что значения доли влияния факто-

ра видовой специфичности всегда выше значений доли влияния фактора года. Максимальная разница (90,3 %) характерна для фазы начала окончания цветения, минимальная – для фазы массового созревания плодов (5,0 %).

Таким образом, требовательность генеративных органов изученных видов боярышника в большей мере, чем вегетативных, определяется видовой специфичностью.

Последовательность прохождения фенологических фаз растениями изученных видов боярышника проходит в следующей очередности: разверзание почек, начало роста побегов и обособление листьев, бутонизация, начало одревеснения побегов, окончание роста побегов, начало цветения, завершение роста и вызревания листьев, окончание цветения, завязывание плодов, полное одревеснение побегов, созревание плодов, расцветивание листьев, опадение листьев. В то же время, для начала отдельных фаз сезонного развития необходимы разные значения биологического минимума тепла. Последнее сказывается на сроках начала и окончания, продолжительности фенофаз растениями разных видов. Это подтверждают и данные расчётов фенологических расстояний. Последовательный ряд видов боярышника по срокам сезонного развития от ранних до поздних выглядит следующим образом: *C. sanguinea*, *C. maximowiczii*, *C. nigra*,

C. chlorosarca, *C. douglasii*, *C. pinnatifida*, *C. rivularis*, *C. almaatensis*, *C. chlorocarpa*, *C. arnoldiana*, *C. monogyna*, *C. punctata*, *C. chrysocarpa*, *C. grayana*, *C. volgensis*, *C. flabellata*, *C. turkestanica*, *C. pringlei*, *C. horrida*, *C. submollis*, *C. macracantha*, *C. prunifolia*, *C. calpodendron*.

Выводы. Все 23 изученных интродуцированных вида боярышника проходят полный цикл сезонного развития в условиях Республики Марий Эл. Составлены последовательность видов по очередности прохождения видами фаз сезонного развития, а также последовательность этих фенофаз. Между отдельными фенофазами обнаружены тесные корреляционные связи. В начале вегетации наибольшее влияние на развитие вегетативных органов оказывает фактор метеорологических условий года. В конце вегетации наибольшее значение имеет фактор видовой специфичности. Этот фактор оказывает наибольшее влияние и на развитие генеративных органов изученных растений, причём его влияние увеличивается по мере прохождения растениями фенофаз. Значение фактора метеорологических условий года, напротив, снижается к концу вегетационного периода. Накопление сумм эффективных температур вегетативными органами растений зависит в большей степени от фактора видовой специфичности, лишь в конце вегетационного периода резко возрастает влияние метеоусловий.

Список литературы

1. Бобореко, Е.З. Боярышник / Е.З. Бобореко. – Минск: Наука и техника, 1974. – 224 с.
2. Русанов, Ф.Н. Интродуцированные боярышники Ботанического сада АН УзССР / Ф.Н. Русанов // Дендрология Узбекистана. Т. 1 – Ташкент: Наука, 1965. – С. 8-254.
3. Лапин, П.И. Определение перспективности растений для интродукции по данным фенологии / П.И. Лапин, С.В. Сиднева // Бюллетень ГБС. – Вып. 69. – М.: Наука, 1968. – С. 14-21.
4. Соловьева, Н.М. Боярышник / Н.М. Соловьева, Н.В. Котелова. – М.: Агропроиздат, 1986. – 70 с.
5. Зайцев, Г.Н. Фенология древесных растений / Г.Н. Зайцев. – М.: Наука, 1981. – 120 с.
6. Бакуштов, С.А. Феноритмика видов боярышника (*Crataegus* L.) в условиях Среднерусской возвышенности / С.А. Бакуштов, В.Н. Сорокопудов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2010. – № 11. – С. 52-57.
7. Сергеева, А.С. Феноритмика и продуктивность североамериканских боярышников в условиях Кубани / А.С. Сергеева // Материалы Всероссийского совещания «Использование формового разнообразия археологических, экологических,

ценотических и культурных особенностей интродуцентов в ботанических коллекциях и озеленении». – Сочи: Ботанический сад «Белые ночи», 1993. – С. 123-125.

8. Вафин, Р.В. Боярышники: Интродукция и биологические особенности / Р.В. Вафин, В.П. Путенихин. – М.: Наука, 2003. – 224 с.

9. Семкина, Л.А. Интродукция рода *Crataegus* L. на Урале / Л.А. Семкина // Интродукция и акклиматизация декоративных растений. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1982. – С. 36-50.

10. Фирсова, М.В. Сезонное развитие аборигенных и некоторых интродуцированных видов рода *Crataegus* L. в условиях Лесостепного Приобья / М.В. Фирсова // Вестник Новосибирского государственного университета. Сер.: Биология, клиническая медицина. – 2010. – Т. 8, вып. 3. – С. 198-202.

11. Денисов, Н.И. Древесные растения Ботанического сада-института ДВО РАН: Итоги интродукции / Н.И. Денисов, И.П. Петухова, Л.М. Пшенникова и др. – Владивосток: БСИ ДВО РАН, 2011. – С. 235-241.

12. Рубис, В.Л. Особенности цветения и плодоношения североамериканских видов боярышника в условиях правобережной лесостепи Украины / В.Л. Рубис, С.В. Роговский // Ботанические сады:

состояние и перспективы сохранения, изучения, использования биологического разнообразия растительного мира: тезисы докладов Международной научной конференции, г. Минск, 30-31 мая 2002 г. / Центральный Ботанический сад НАН Беларуси. – Минск: БГПУ, 2002. – С. 232-233.

13. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР / Совет ботанических садов СССР. – М.: ГБС АН СССР, 1975. – 28 с.

14. Звиргзд, А. Координатный метод обработки фенологических данных / А. Звиргзд, М. Кулитис-Авена // Интродукция растений в ботанических садах Прибалтики. – Рига: Зинатне, 1974. – С. 7-15.

15. Кельчевская, Л.С. Методы обработки наблюдений в агроклиматологии. Методическое пособие / Л.С. Кельчевская. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 216 с.

16. Лосев, А.П. Практикум по агрометеорологическому обеспечению растениеводства / А.П. Лосев. – СПб.: Гидрометеиздат, 1994. – 244 с.

17. Лазарева, С.М. Использование методик обработки данных фенологических наблюдений (на примере представителей семейства *Pinaceae* Lindl.) / С.М. Лазарева // Известия Иркутского государственного университета. Сер.: Биология. Экология. – 2010. – Т. 4, № 2. – С. 56-65.

Статья поступила в редакцию 14.08.13.

Ссылка на статью: Мухаметова С. В., Лазарева С. М. Сезонный ритм развития видов боярышника, интродуцированных в Республику Марий Эл // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2014. – № 2 (22). – С. 63-76.

Информация об авторах

МУХАМЕТОВА Светлана Валерьевна – аспирант кафедры лесной селекции, недревесных ресурсов и биотехнологий, старший преподаватель кафедры садово-паркового строительства, ботаники и дендрологии, инженер Ботанического сада-института, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – интродукция и акклиматизация древесных растений. Автор 20 публикаций.

ЛАЗАРЕВА Светлана Михайловна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заместитель директора Ботанического сада-института, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – интродукция и акклиматизация растений. Автор 90 публикаций.

SEASONAL RHYTHM OF INTRODUCED HAWTHORN SPECIES DEVELOPMENT IN MARI EL REPUBLIC

S.V. Mukhametova, S.M. Lazareva

Volga State University of Technology,
3, Pl.Lenina, Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation
E-mail: MuhametovaSV@volgatech.net

Key words: hawthorn; phenology; meteorological conditions.

ABSTRACT

The study of growth and development regularities of introduced species in new ecological conditions is of great importance for exotics availability evaluation. Knowledge of a specific seasonal rhythm gives the main ideas about exotic species relation to new living conditions and allows to understand how complete is the matching of the phases of their growth and development to the local climate, weather and soil conditions. The purpose of the research was to reveal the regularities of seasonal development of introduced hawthorn (*Crataegus* L.) in ex situ culture in Mari El Republic. The task in hand was to analyze weather conditions of vegetative periods during observation period, to reveal peculiarities of changing of plants seasonal development phases depending on effective temperatures accumulation dynamics, to make a comparative analysis of the dates of phenological phases changes by the genus complex representatives. The objects of the research were the plants of 23 introduced hawthorn species of the Arboretum collection at the Botanic Garden-Institute of Volga State University of Technology (Yoshkar-Ola, Mari El Republic). Phenological observations were carried out in 2005 - 2010 years in accordance with the technique of the Main Botanic Garden of the Russian Academy of Sciences for botanic gardens. The characteristic of weather conditions was provided according to BGI meteorological post. All data were processed by mathematical statistics methods. Species were divided by criterion $xcp \pm \sigma$ into the early, average and late ones by the studied phenophases. All 23 studied introduced hawthorn species pass a full cycle of seasonal development in the Mari El Republic conditions. The sequence of phenological phases passing is as follows: buds breaking, beginning of shoots growth and leaves isolation, flower budding, beginning of shoots wooding, completion of shoots growth, beginning of flowering, completion of leaves growth and maturing, completion of flowering, fruits formation, completion of shoots wooding, fruits maturing, leaves coloration, leaves fall. A consecutive line of hawthorn species depending on the dates of seasonal development (from early to late) was made with the use of calculation of phenological distances and looks as follows: *C. sanguinea*, *C. maximowiczii*, *C. nigra*, *C. chlorosarca*, *C. douglasii*, *C. pinnatifida*, *C. rivularis*, *C. almaatensis*, *C. chlorocarpa*, *C. arnoldiana*, *C. monogyna*, *C. punctata*, *C. chrysoarpa*, *C. grayana*, *C. volgensis*, *C. flabellata*, *C. turkestanica*, *C. pringlei*, *C. horrida*, *C. submollis*, *C. macracantha*, *C. prunifolia*, *C. calpodendron*. Close correlations were found between separate phenophases. The factor of year weather conditions has the greatest impact on development of vegetative bodies at the beginning of vegetation. A species specificity factor has the greatest value at the end of vegetation. This factor has also the greatest impact on development of generative bodies (its influence increases in the course of phenophases passing by plants). Importance of year weather conditions factor, on the contrary, decreases by the end of a vegetative period.

REFERENCES

1. Boboreko E.Z. *Boyaryshnik* [Hawthorn]. Minsk: Nauka i tekhnika, 1974. 224 p.
2. Rusanov F.N. *Introdutsirovannye boyaryshniki botanicheskogo sada AN UzSSR* [Introduced Hawthorns of UzSSR AS Botanic Garden]. Dendrologiya Uzbekistana [Dendrology of Uzbekistan]. Vol. 1. Tashkent: Nauka, 1965. Pp. 8-254.
3. Lapin P.I., Sidneva S.V. *Opredelenie perspektivnosti rasteniy dlya introduktsii po dannym fenologii* [Determination of Plants Availability for Introduction on the Basis of Phenology Data]. *Bulleten GBS* [Paper of Main Botanic Garden]. No 69. Moscow: Nauka, 1968. Pp. 14-21.
4. Soloveva N.M., Kotelova N.V. *Boyaryshnik* [Hawthorn]. Moscow: Agropromizdat, 1986. 70 p.
5. Zaytsev G.N. *Fenologiya drevesnykh rasteniy* [Phenology of Woody Plants]. Moscow: Nauka, 1981. 120 p.
6. Bakshutov S.A., Sorokopudov V.N. *Fenoritmika vidov boyaryshnika (Crataegus L.) v usloviyakh Srednerusskoy vozvysheynosti* [Hawthorn (*Crataegus* L.) Species Phenorhythms in Conditions of Central Russian Upland]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Vestnik of Krasnoyarsk State Agrarian University]. 2010. No 11. Pp. 52-57.

7. Sergeeva A.S. Fenoritmika i produktivnost severoamerikanskikh boyaryshnikov v usloviyakh Kubani [Phenorhythmics and Productivity of North American Hawthorns in the Kuban Region Conditions]. *Materialy Vserossiyskogo soveshchaniya «Ispolzovanie formovogo raznoobraziya arkhologicheskikh, ekologicheskikh, tsenoticheskikh i kulturnykh osobennostey introdutsentov v botanicheskikh kollektsiyakh i ozelenenii»* [Materials of All-Russian Conference «Usage of Form Diversity of Archaeological, Ecological and Coenotic and Cultural Features of Exotic Species in Botanical Collections and Landscaping»]. Sochi: Botanical garden «Belye nochi», 1993. Pp. 123-125.
8. Vafin R.V., Putenikhin V.P. *Boyaryshniki: introduktsiya i biologicheskie osobennosti* [Hawthorns: Introduction and Biological Features]. Moscow: Nauka, 2003. 224 p.
9. Semkina L.A. Introduktsiya roda *Crataegus* L. na Urale [Introduction of *Crataegus* L. Genus in the Ural]. *Introduktsiya i akklimatizatsiya dekorativnykh rasteniy* [Introduction and Acclimatization of Ornamental Plants]. Sverdlovsk: USC of USSR AS, 1982. Pp. 36-50.
10. Firsova M.V. Sezonnoe razvitie aborigennykh i nekotorykh introdutsirovannykh vidov roda *Crataegus* L. v usloviyakh Lesostepnogo Priobya [Seasonal Development of Native and Some Introduced Species of the Genus *Crataegus* L. in the Forest-Steppe of the Ob River Basin]. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya, klinicheskaya medicina* [Vestnik of Novosibirsk State University. Series: Biology, Clinical Medicine]. 2010. Vol. 8. No 3. Pp. 198-202.
11. Denisov N.I., Petukhova I.P., Pshennikova L.M., Prilutskiy A.N., Koksheeva I.M., Mironova L.N., Berezovskaya O.L. *Drevesnye rasteniya Botanicheskogo sada-instituta DVO RAN: Itogi introduktsii* [Woody Plants of the Botanical Garden-Institute of FEB RAS: Results of Introduction]. Vladivostok: BGI FEB RAS, 2011. Pp. 235-241.
12. Rubis V.L., Rogovskiy S.V. Osobennosti tsveteniya i plodonosheniya severoamerikanskikh vidov boyaryshnika v usloviyakh pravoberezhnoy lesostepi Ukrainy [Flowering and Fruiting Peculiarities of the North American Hawthorn Species in the Right-Bank Forest-Steppe of the Ukraine]. *Botanicheskie sady: sostoyanie i perspektivy sokhraneniya, izucheniya, ispolzovaniya biologicheskogo raznoobraziya rastitelnogo mira: tezisy dokladov Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, g. Minsk, 30-31 maya 2002 g.* [Botanic Gardens: Present-Day Situation and Prospects for Preservation, Study, Usage of Biological Diversity of Flora: abstracts of International Scientific Conference, Minsk, 30-31 May 2002]. Minsk: BSPU, 2002. Pp. 232-233.
13. *Metodika fenologicheskikh nablyudeniy v botanicheskikh sadakh SSSR* [Technique of Phenological Observations in USSR Botanic Gardens]. Moscow: Main Botanic Garden of USSR AS, 1975. 28 p.
14. Zvirgzd A., Kulitis-Avena M. Koordinatnyy metod obrabotki fenologicheskikh dannykh [Coordinate Method of Phenological Data Processing]. *Introduktsiya rasteniy v botanicheskikh sadakh Pribaltiki* [Plants Introduction in Baltic Botanic Gardens.]. Riga: Zinatne, 1974. Pp. 7-15.
15. Kelchevskaya L.S. *Metody obrabotki nablyudeniy v agroklimatologii* [Methods of Observations Processing in Agroclimatology]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1971. 216 p.
16. Losev A.P. *Praktikum po agrometeorologicheskomu obespecheniyu rastenievodstva* [Workshop for Agrometeorological Providing of Plant Growing]. Saint-Petersburg: Gidrometeoizdat, 1994. 244 p.
17. Lazareva S.M. Ispolzovanie metodik obrabotki dannykh fenologicheskikh nablyudeniy (na primere predstaviteley semeystva *Pinaceae* Lindl.) [Use of Techniques of Data Processing of Phenological Observations (on the example of *Pinaceae* Lindl.)]. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Biologiya, Ekologiya»* [News of Irkutsk State University. Series «Biology. Ecology»]. 2010. Vol. 4. No 2. Pp. 56-65.

The article was received 14.08.13.

Citation for an article: Mukhametova S.V., Lazareva S.M. Seasonal rhythm of introduced hawthorn species development in Mari El Republic. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management.* 2014. No 2(22). Pp. 63-76.

Information about the authors

MUKHAMETOVA Svetlana Valeryevna – Postgraduate student at the Chair of Wood Selection, Non-Woody Resources and Biotechnology, Senior lecturer at the Chair of Landscape Design, Botany and Dendrology, Engineer of Botanic Garden-Institute, Volga State University of Technology. Research interests – introduction and acclimatization of woody plants. The author of 20 publications.

LAZAREVA Svetlana Mikhailovna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, deputy director of Botanic garden-institute, Volga State University of Technology. Research interests – introduction and acclimatization of plants. The author of 90 publications.