

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА РОСТА И РАЗВИТИЯ ДЕКОРАТИВНЫХ КУСТАРНИКОВ В УСЛОВИЯХ СУБАРИДНЫХ СРЕДИЗЕМНОМОРСКИХ СУБТРОПИКОВ НА ПРИМЕРЕ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА

Д.А. Сакович, С.Х. Вышегуров

Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий, Новосибирск, Россия

E-mail: ruguzv@rambler.ru

Для цитирования: Сакович Д.А., Вышегуров С.Х. Сезонная динамика роста и развития декоративных кустарников в условиях субаридных средиземноморских субтропиков на примере Южного берега Крыма // Вестник Университета биотехнологий. – 2026. – Т. 21, № 1. – С. 63–77. – DOI: 10.31677/3033-8433-2026-21-1-63-77.

Реферат. Впервые дана оценка ростовой активности декоративных кустарников разных сроков цветения в условиях субаридных средиземноморских субтропиков. Приводятся данные по срокам вегетации некоторых видов декоративных кустарников. Указан процент прироста однолетних побегов к общему приросту на дату окончания ростовой активности и определены сроки цветения декоративных кустарников разных видов. Указана скорость роста в зависимости от дат периода вегетации. Выявлены даты второй волны роста и значение их для декоративных кустарников. Учтено количество волн за сезон роста. Изучена взаимосвязь изменений средних показателей температур на ростовую активность и указан температурный режим для максимального роста некоторых зимостойких видов декоративных кустарников. Выделены самые быстрорастущие виды. Дается обоснование причин неоднородности роста у разных групп видов. Анализ ростовой активности видов сделан по методике вычисления первой производной роста. Обращено внимание на особенности роста по годам. Дана оценка повреждений почек и побегов декоративных кустарников при разной степени закалки с последующим действием низких температур.

Ключевые слова: адаптация, возобновление ресурсов, ростовые процессы, средние показатели температуры, скорость роста.

SEASONAL DYNAMICS OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF ORNAMENTAL SHRUBS IN SUBARID MEDITERRANEAN SUBTROPICS ON THE EXAMPLE OF THE SOUTHERN COAST OF CRIMEA

D.A. Sakovich, S.Kh. Vyshegurov

Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia

E-mail: ruguzv@rambler.ru

Abstract. For the first time, an assessment of the growth activity of ornamental shrubs of different flowering periods in subarid Mediterranean subtropics is given. Data on the growing season of some types of ornamental shrubs are provided. The percentage of growth of annual shoots to the total increase at the end of the growth activity is indicated. The timing of flowering of ornamental shrubs is given and the relationship between the timing of flowering and the stability of species is emphasized. The growth rate is indicated depending on the dates of the growing season. The dates of the second growth wave and their significance for ornamental shrubs have been revealed. The number of waves per growth season is taken into account. The relationship of changes in average temperatures to growth activity has been studied and the temperature regime for maximum growth of some winter-hardy species of ornamental shrubs has been indicated. The fastest-growing species have been identified. The reasons for the heterogeneity of growth in different groups of species are substantiated. The analysis of the growth activity of species was carried out using the method of calculating the first derivative of growth. Attention is drawn to the peculiarities of growth over the years. An assessment of damage to the buds and shoots of ornamental shrubs at different degrees of hardening with subsequent exposure to low temperatures is given.

Keywords: adaptation, renewal of resources, growth processes, average temperature indicators, growth rate.

Как известно, у декоративных кустарников рост в длину идет за счет меристематической ткани конуса нарастания, а в ширину – за счет деятельности камбия [1].

В процессе роста происходит перестройка дифференцировки клеток. Изменения процессов в клетках влияют на особенности их дифференциации и, в зависимости от активности роста, изменяется и характер этой дифференциации. Чем быстрее рост, тем медленней идет дифференциация и

наоборот [1]. Характер интенсивности превращений в клетках и тканях декоративных кустарников в процессе их роста влияет на подготовку их к неблагоприятному периоду года.

Исследование сезонного роста побегов древесных растений позволяет понять как воздействуют условия внешней среды (температура воздуха) в период роста растений, так и в период подготовки к нему [2]. Так, влияние неблагоприятных экологических факторов наиболее проявляется в торможении ростовых процессов вегетативных органов, т.е. тех процессов, которые служат интегральным выражением всех реакций в метаболизме растений: в этом наблюдается коррелятивная связь между напряженностью и длительностью процесса, с одной стороны, и степенью депрессии роста, с другой [3].

Резкое изменение условий среды радикально меняет как ритмы роста и развития, так и морфофизиологические особенности отдельных органов, а также весь габитус растений. Приспособление растений к окружающим условиям среды проявляется как в физиологических свойствах, так и во внешних морфологических признаках, определяющих габитус растений [4]. Физиолого-биохимические изменения, которые происходят в клетках растения при адаптации организма к низким температурам влияют на окончание ростовых процессов, способствуя формированию у декоративных растений биоресурсного потенциала. Так, срок окончания роста в перспективе влияет и на устойчивость к низким температурам, что связано с сокращением синтеза индолилуксусной кислоты и гиббереллинов [5]. У декоративных кустарников при воздействии низких температур происходит изменение состава олигосахаридов и других запасных веществ [6].

При изучении характера роста и развития растений следует обратить внимание на два основных периода: сохранение устойчивости растений в поздnezимний и весенний периоды, а также создание благоприятных условий в осеннее время с целью формирования адаптивных изменений для успешной перезимовки. Кроме того, необходимо знать динамику роста декоративных кустарников разных сроков цветения, так как от ростовой активности зависит своевременное окончание роста, что, как сказано выше, оказывает влияние на адаптацию растений.

Важными этапами в цикле роста является как срок начала, так и срок окончания ростовых процессов. О значимости для растений раннего начала роста идут дискуссии. Так, З.Г. Бонюк и М.Н. Кузнецовский считают, что для зимостойких видов характерно раннее начало роста, короткие сроки ростовых процессов, их высокая скорость и относительно небольшая величина прироста [7, 8]. Эти особенности способствуют накоплению большего запаса питательных веществ, своевременному обеспечению тканей защитными соединениями и, таким образом, лучшей подготовке к зиме. В то же время Л.С. Плотникова и Т.А. Соколова, отмечают, что высокие положительные температуры в начале весны ускоряют начало наступления вегетации, а позже эти растения страдают от последующих заморозков [9, 10]. Некоторые виды декоративных кустарников, которые имеют более позднее начало вегетации, избегают отрицательного влияния низких температур.

Запоздалый рост декоративных кустарников независимо от фактора задержки отрицательно влияет на зимостойкость особенно молодых побегов, так как растения не успевают хорошо подготовиться к переходу в покой. Сильный рост молодых побегов сказывается на зимостойкости не только этих побегов, но и на нижележащих частях ветвей. Остановка роста у древесных растений проходит в два этапа: в период вхождения в покой и при первой фазе закалывания. Прекращение роста – одно из многих необходимых условий развития морозостойкости растений. В характеристике роста особо интересен период, когда наблюдается его вторая волна на окончательном этапе вегетации. Как правило, вторая волна роста, как и запоздалый рост, снижает устойчивость декоративных кустарников к низким температурам, что связано с несвоевременным окончанием роста [11].

В связи с этим определена цель исследований: изучить динамику роста и развития декоративных кустарников разных сроков цветения для оценки адаптационных возможностей видов в условиях субаридных субтропиков (Южный берег Крыма, далее – ЮБК).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

По данным А.И. Глазуриной, ЮБК, где расположен Никитский ботанический сад, относится к субаридным субтропическим районам с чередованием холодных и теплых зим с недостатком атмосферных осадков [12]. Площадь – 135 км². Район простирается от мыса Айя на западе и до горы Кастель у Алушты на востоке. Нижняя граница проходит по побережью, верхняя – на высоте 300 м над уровнем моря. Рельеф ступенчато-террасовый, овражно-балочный.

Почвы коричневые на продуктах выветривания глинистых сланцев и известняков. Климат средиземноморский субтропический засушливый, жаркий, с умеренно-теплой зимой. Средняя годовая температура воздуха 12–14 °С. Температура самого теплого месяца (в одних пунктах июля, в других – августа) составляет 23–25 °С, температура самого холодного (февраля) – 2,5–4,5 °С; средний из абсолютных годовых минимумов составляет –6...–9 °С, абсолютный минимум –15...–17 °С. В полдень в июле температура воздуха поднимается до 26,5–28,5 °С, в отдельные годы до 37–40 °С. На поверхности почвы максимальная температура в июле составляла +64 °С, минимальная – в январе: –18 °С. Зимний период или период с устойчивыми среднесуточными температурами воздуха ниже 0 °С наблюдаются крайне редко.

Исследования проходили в 2004–2006 гг. в арборетуме и окрестностях Никитского ботанического сада, Национального научного центра РАН (Ялта, ЮБК). Для исследований были отобраны 20 видов декоративных кустарников с разными сроками цветения. Они были разделены в зависимости от периода цветения на три группы: зимне- и ранневесеннецветущие: *Mahonia aquifolia* Nutt., *Chaenomeles x superba* (Sweet) Nakai, *Lonicera fragrantissima* Lindl., *Jasminum nudiflorum* Lindl., *Forsythia viridissima* Lindl., средневесеннецветущие и поздневесеннецветущие: *Cotoneaster horizontalis* Decne., *Cotoneaster glaucophyllus* 'Serotinus' Hutchins Stapf., *Crataegus crus galli* L., *Cotoneaster micropylla* Wall., *Exochorda alberti* Reg., *Laburnum anagyroides* Med., *Spiraea vanhouttei* (Briot) Zab., *Pyracantha coccinea* Roem., а также летнецветущие: *Cotoneaster salicifolia* Franch., *Hibiscus syriacus* L., *Spartium junceum* L., *Deutzia scabra* Thunb., *Symphoricarpos alba* Blake, *Euonymus japonica* Thunb., *Spiraea bumalda* Burv. Выбор этих видов обусловлен тем, что как интродуценты они представляют интерес в декоративном садоводстве разными сроками цветения, но использование их ограничено, так как они мало изучены.

Для изучения интенсивности роста побегов пользовались биометрическим методом. Рост побегов измеряли раз в две недели с апреля по октябрь. Полученные данные использовали для построения графиков с целью определения скорости роста с интервалом 5 дней путем вычисления первой производной функции роста по методу Л.З. Румшительского [13]. В эксперименте было использовано по 10 растений каждого вида в четырехкратной повторности.

Для изучения устойчивости побегов на окончательном этапе роста проводили прямое промораживание однолетних побегов в камере переменных температур по методу Т.С. Елмановой, А.И. Лищук и др. [14] в нашей модификации для декоративных кустарников. В эксперименте было использовано по 10 однолетних побегов двадцати видов декоративных кустарников. Испытания проведены в четырех повторностях. В контроле закалку проводили в одну фазу 0 °С (2 ч), в варианте опыта – в двух фазах: 0 °С (2 ч) и –2 °С (6 ч). Через два дня побеги в обоих вариантах промораживали при –6 °С (15 ч) и прогревали при температуре +15 °С (42 ч). При промораживании в зимне-весенний период побеги помещали в камеру переменной температуры и понижали ее со скоростью 2° в час до заданной температуры (ее величину устанавливали на основе анализа степени сформированности генеративной и вегетативной сферы, морозовыносливости вида). После промораживания побегов температуру повышали до 0 °С со скоростью 2 °С в час. При 0 °С побеги выдерживали 12 ч до полного оттаивания. Характер повреждений вегетативных, генеративных почек и побегов оценивали визуально по потемнению тканей на продольных срезах. Процент повреждения почек определяли как отношение числа поврежденных почек на побеге к общему их числу. Процент повреждения побегов определяли как отношение числа поврежденных побегов к их общему числу. Подбор температур и анализ повреждений выполнен по методу Т.С. Елмановой, А.И. Лищук и др. [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Один из основополагающих признаков начала подготовки к адаптации – это своевременное окончание или стремительное ослабление роста и развития растений. Подавление ростовых процессов должно быть своевременным, что позволит качественно подготовиться к неблагоприятным условиям, прежде всего к наступлению покоя. Затяжной период роста растений снижает устойчивость к низким температурам не только побегов, но и почек.

В условиях субаридных средиземноморских субтропиков ЮБК полное или частичное распускание почек у ряда кустарников наблюдается зимой и ранней весной. В этот период возможны возвратные потоки холодных воздушных масс с низкими температурами на фоне положительных значений температур, что приводит к повреждениям почек и побегов.

Анализ полученных данных показал, что в 2004–2005 гг., в группе зимне- и ранневесеннецветущих видов, у таких как *Forsythia viridissima*, *Jasminum nudiflorum*, *Lonicera fragrantissima*, *Mahonia aquifolium*, *Chaenomeles superba* вегетация начиналась с распускания генеративных почек. В 2004–2005 гг. *Jasminum nudiflorum* начал цвести в январе, а раздвигание вегетативных почек отмечено в середине марта. В январе зацвели все виды данной группы кроме *Forsythia viridissima*, у которого начало цветения наступает в I декаде марта. Наиболее раннее начало раздвигания вегетативных почек наблюдалось у *Chaenomeles superba* в I декаде февраля, у *Lonicera fragrantissima* оно отмечено во II декаде марта, у *Forsythia viridissima*, *Mahonia aquifolium* – в I декаде апреля (табл. 1).

У представителей данной группы цветения особенности ростового процесса напрямую связаны с сохранением морозостойкого состояния побегов в раннезимний период (табл. 2).

Важно отметить, что вегетативные почки и вегетативные элементы смешанных почек однолетних побегов у некоторых представителей из группы средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих видов (*Cotoneaster horizontalis*, *Laburnum anagyroides*) начали раздвигание в I декаде марта.

В группе летнецветущих видов раздвигание вегетативных почек отмечено в I декаде марта и I–II декаде апреля.

Исключением является вид *Euonymus japonica*, у которого раздвигание почек отмечено в III декаде февраля.

В группе зимне- и ранневесеннецветущих видов у *Lonicera fragrantissima*, *Chaenomeles superba* распускание почек наступает во II–III декаде марта, у *Forsythia viridissima*, *Mahonia aquifolium*, *Jasminum nudiflorum* – во II–III декаде апреля.

Таблица 1

Сроки раздвигания и распускания почек, цветения и процент прироста побегов декоративных кустарников в 2005–2006 гг.
Timing of bud expansion and germination, flowering, and percentage of growth of ornamental shrub shoots in 2005–2006

Вид	Начало раздвигания почечных чешуй вегетативных почек	Начало распускания вегетативных почек	Сроки цветения	% прироста побега на II декаду июня
1	2	3	4	5
<i>Группа зимне- и ранневесеннецветущих видов</i>				
<i>Jasminum nudiflorum</i>	II декада марта	III декада апреля	I декада января – I декада апреля	76
<i>Mahonia aquifolium</i>	I декада апреля	II декада апреля	I декада января – II декада мая	50
<i>Forsythia viridissima</i>	I декада апреля	II декада апреля	I декада марта – I декада мая	78
<i>Chaenomeles superba</i>	I декада февраля	II декада марта	I декада января – II декада мая	74
<i>Lonicera fragrantissima</i>	II декада марта	III декада марта	I декада января – II декада апреля	79
<i>Группа средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих видов</i>				
<i>Laburnum anagyroides</i>	I декада марта	II декада марта	III декада апреля – III декада мая	60
<i>Cotoneaster microphylla</i>	III декада января	I декада февраля	II декада мая – I декада июня	58
<i>Cotoneaster horizontalis</i>	I декада марта	III декада марта	I декада мая – III декада мая	40
<i>Cotoneaster glaucophyllus</i> 'Serotinus' Hutchins	III декада марта	I декада апреля	II декада мая – III декада июня	64
<i>Crataegus crus-galli</i>	III декада марта	II декада апреля	II декада мая – III декада мая	15

1	2	3	4	5
<i>Группа средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих видов</i>				
<i>Exochorda alberti</i>	I декада февраля	II декада февраля	II декада апреля – II декада мая	59
<i>Spiraea vanhottei</i>	II декада декабря	II декада февраля	II декада апреля – III декада мая	80
<i>Pyracantha coccinea</i>	I декада февраля	II декада февраля	III декада мая – I декада июня	71
<i>Группа летнецветущих видов</i>				
<i>Cotoneaster salicifolia</i>	I декада апреля	II декада апреля	I декада июня – II декада июля	74
<i>Symphoricarpos alba</i>	II декада марта	III декада марта	I декада июня – II декада июля	73
<i>Euonymus japonica</i>	III декада февраля	I декада марта	II декада июля – III декада июля	96
<i>Spartium junceum</i>	I декада апреля	II декада апреля	I декада июня – III декада июля	71
<i>Hibiscus syriacus</i>	II декада апреля	III декада апреля	III декада июля – III декада октября	74
<i>Deutzia scabra</i>	II декада марта	III декада марта	I декада июня – III декада июня	90

В группе средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих видов наиболее раннее распускание почек отмечено у побегов *Cotoneaster microphylla*, *Spiraea vanhutte*, *Exochorda alberti* в феврале, а более позднее – у побегов *Cotoneaster glaucophyllus serotinus* Hutchins, *Crataegus cruss-galli*, которое отмечено в апреле.

Группа летнецветущих представлена видами, у которых распускание вегетативных почек начинается в марте–апреле.

Интервал между этапами раздвигания и распускания почек у большинства видов составляет как в марте, так и апреле всего I декаду за исключением *Spiraea vanhutte*, *Cotoneaster horizontalis*.

Таблица 2

Морозостойкость побегов декоративных кустарников (% повреждения побегов), 2004–2005 гг.
Frost resistance of shoots of ornamental shrubs (% shoot damage), 2004–2005

Вид	Часть побега	07.12.04	10.01.05	07.02.05	21.02.05	21.03.05	14.04.05	Сред. % за два года, баллы
		-13 °C (15 ч)	-17 °C (15 ч)	-17 °C (20 ч)	-19 °C (12 ч)	-8 °C (15 ч)	-3 °C (16 ч)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Группа зимне- и ранневесеннецветущих видов</i>								
<i>Forsythia viridissima</i>	верх	0	0	0	60	60	100	2,5
	низ	0	0	0	30	50	0	1,0
<i>Mahonia aquifolium</i>	верх	0	0	0	40	0	80	1,2
	низ	0	0	0	30	0	0	0,3
<i>Chaenomeles superba</i>	верх	10	0	0	50	0	100	1,2
	низ	0	0	0	40	0	50	0,7
<i>Jasminum nudiflorum</i>	верх	0	0	0	20	0	0	1,0
	низ	0	0	0	0	0	50	1,2
<i>Lonicera fragrantissima</i>	верх	0	0	0	30	0	0	0,5
	низ	0	0	0	20	0	0	0,3
<i>Группа средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих видов</i>								
<i>Spiraea vanhottei</i>	верх	0	20	0	100	60	0	1,7
	низ	0	0	0	20	0	0	0,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Pyracantha coccinea</i>	верх низ	60 0	100 0	100 30	100 0	100 0	0 0	5,3 1,0
<i>Cotoneaster horizontalis</i>	верх низ	0 0	20 0	0 8	100 30	0 0	100 10	3,3 2,3
<i>Exochorda alberti</i>	верх низ	0 0	0 0	0 0	0 0	0 100	0 0	0 0,8
<i>Laburnum anagyroides</i>	верх низ	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
<i>Crataegus crus-galli</i>	верх низ	0 0	0 0	20 50	20 40	0 30	20 20	0 1,4
<i>Cotoneaster glaucophyllus</i> <i>'Serotinus' Hutchins</i>	верх низ	100 20	100 80	40 50	100 40	60 0	80 15	5,0 3,0
<i>Cotoneaster microphylla</i>	верх низ	100 10	100 20	0 40	100 100	0 0	100 50	4,0 2,6
Группа летнецветущих видов								
<i>Hibiscus syriacus</i>	верх низ	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
<i>Symphoricarpos alba</i>	верх низ	0 0	0 0	0 30	0 0	0 0	0 0	0,2 0,2
<i>Deutzia scabra</i>	верх низ	0 0	0 0	0 0	40 0	0 0	0 0	0,9 0
<i>Cotoneaster salicifolia</i>	верх низ	100 0	100 10	40 20	100 100	0 0	100 10	3,3 1,5

Интенсивность роста декоративных кустарников различных видов в 2005 г. представлена на рис. 1–3.

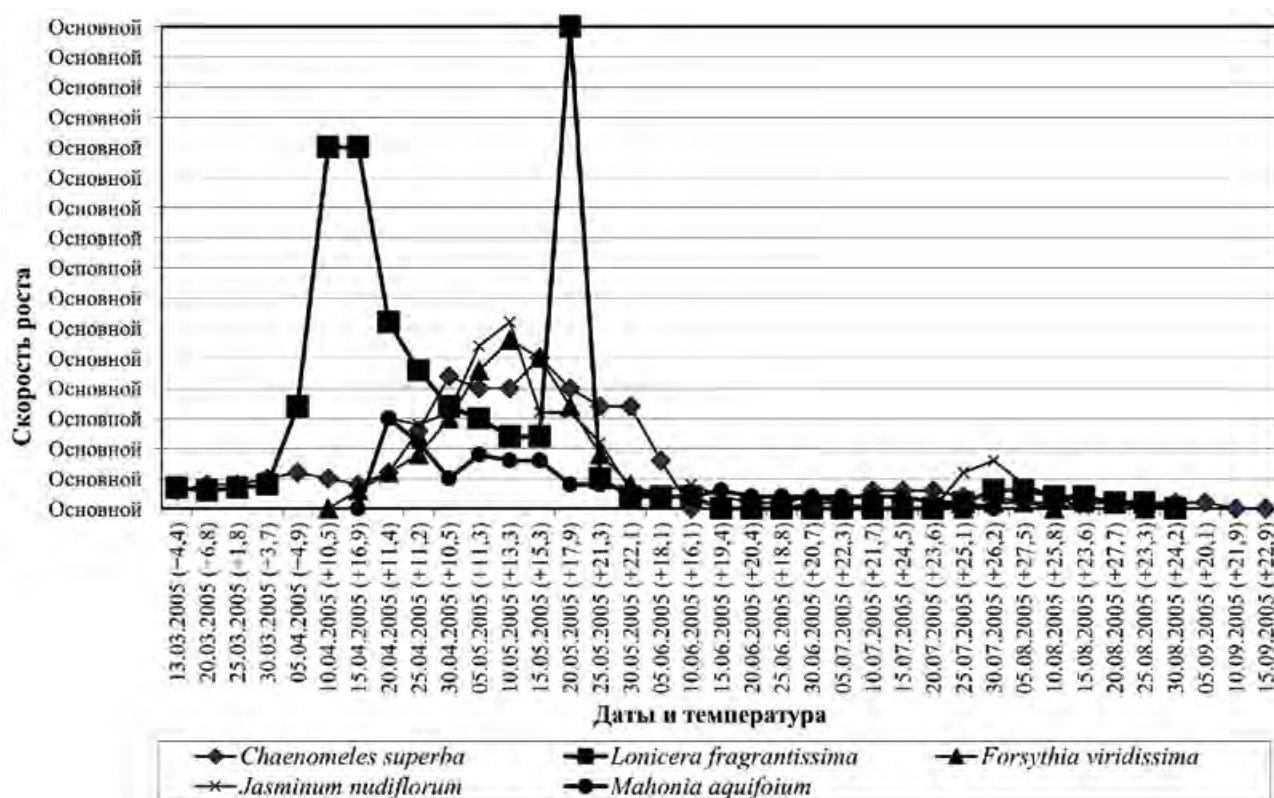


Рис. 1. Интенсивность роста зимне- и ранневесеннецветущих видов декоративных кустарников, мм/сут, 2005 г.

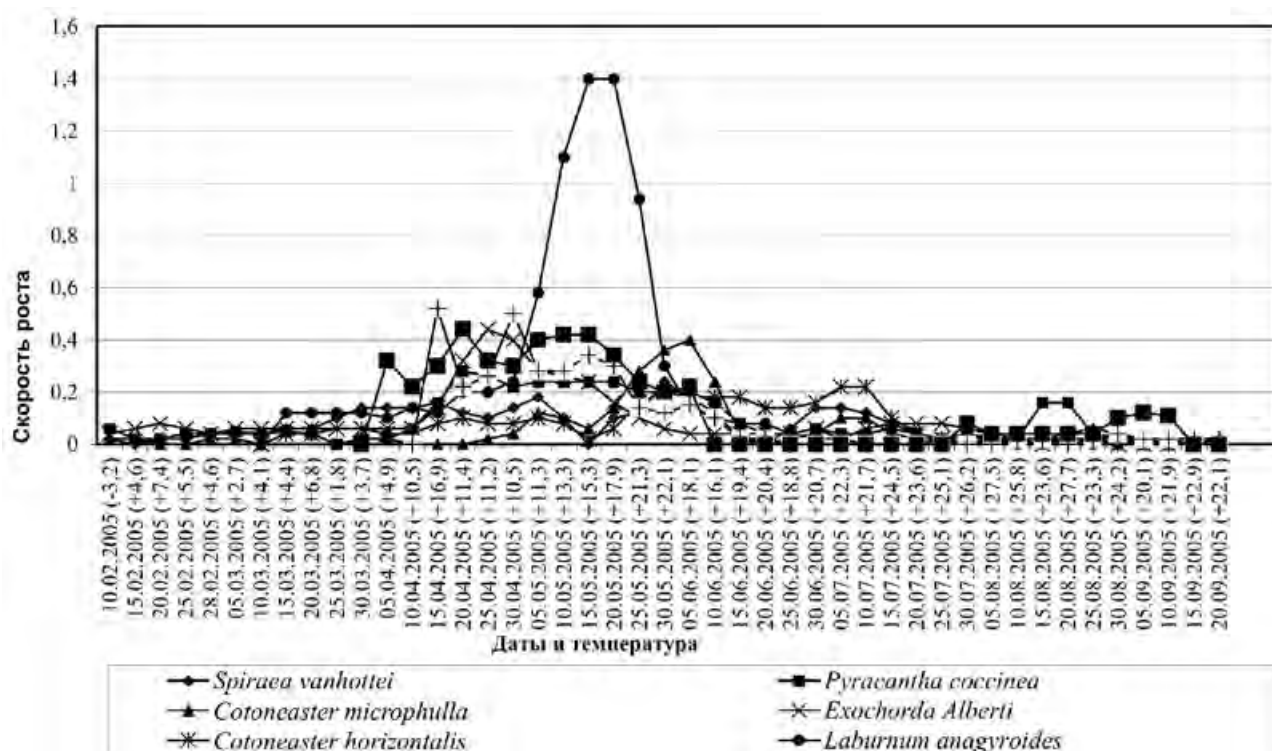


Рис. 2. Интенсивность роста побегов средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих видов декоративных кустарников, мм/сут, 2005

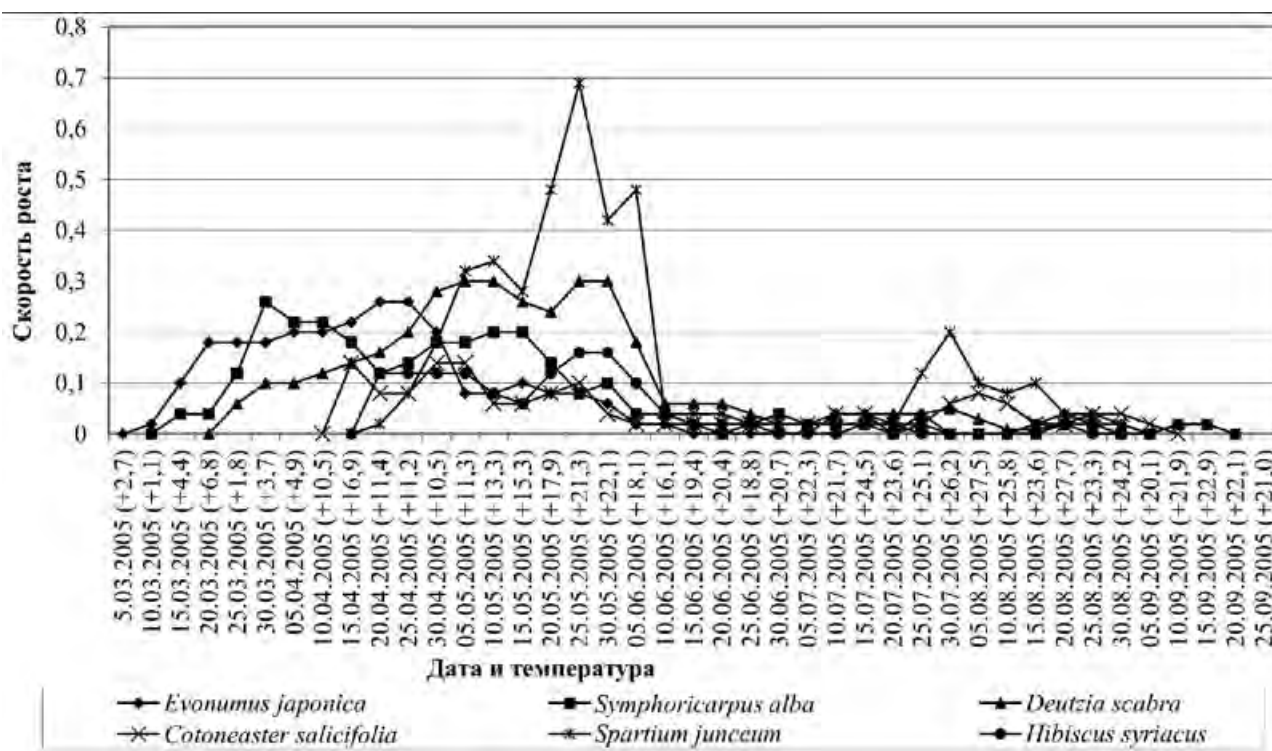


Рис. 3. Интенсивность роста побегов летнецветущих видов декоративных кустарников, мм/сут, 2005 г.

Динамика интенсивности роста побегов декоративных кустарников разных видов в 2006 г. представлена на рис. 4–6.

При сравнении интенсивности ростовых процессов у побегов в 2005 и в 2006 г. были выявлены как различия, так и общие закономерности. В 2006 г. виды с более высокой устойчивостью к низким температурам (*Crataegus cruss-galli*, *Exochorda alberti*) имели большую интенсивность роста по сравнению с другими видами и 2005 г.

Так, у *Laburnum anagyroides* интенсивность роста побегов отмечена с III декады апреля по III декаду мая, у *Exochorda alberti* с III декады марта по III декаду апреля, у *Spiraea vanhottei* с II декады апреля по III декаду мая.

В летний период (июль) наблюдается наиболее интенсивный рост у побегов *Cotoneaster horizontalis* (см. рис. 5).

У большинства кустарников в группе летнецветущих видов наибольшая интенсивность роста отмечена у побегов *Spartium junceum*, *Hibiscus syriacus*, *Symphoricarpus alba*, *Deutzia scabra*.

Согласно литературным данным, наибольшая интенсивность роста в условиях ЮБК у значительной части интродуцентов приходится на май–июнь. Это было подтверждено и нашими исследованиями, когда у большинства видов в вышеуказанные месяцы отмечалась очередная волна ростовых процессов [11].

Анализ показал, что к середине июня у всех видов группы зимне- и ранневесеннецветущих *Mahonia aquifolium*, *Forsythia viridissima*, *Chaenomeles speciose* прирост составил 50–79 % от общей длины побега на конец вегетационного периода. В группе средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих видов *Spiraea vanhottei*, *Cotoneaster horizontalis*, *Exochorda alberti*, *Crataegus cruss-galli*, *Laburnum anagyroides* прирост побегов составил 15–80 % от общей длины побега. В группе летнецветущих прирост побегов от общей длины побега колебался от 71 % у *Spartium junceum* до 96 % у *Euonymus japonica* (см. табл. 1).

Динамика ростовых процессов некоторых видов обладает большой интенсивностью в начале вегетации. Так, у *Jasminum nudiflorum*, *Lonicera fragrantissima* рост начинает активизироваться в III декаде марта – II декаде апреля. Это связано с поэтапной сменой зимнего цветения к стадии активной вегетации.

В 2005 г. максимальные показатели скорости роста отмечены только у побегов зимне- и ранневесеннецветущих видов у *Lonicera fragrantissima* 1,2 и 1,6 мм/сут в период с 30.03 по 20.04 и с 15.05 по 25.05, средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих видов *Laburnum anagyroides* 1,4 мм/сут с 30.04 по 10.06, летнецветущих видов *Spartium junceum*. 0,70 мм/сут с 15.04 по 10.06. Причину активного роста мы связываем с тем, что в 2005 г., согласно литературным данным, было стремительное повышение среднемесячных температур в период вегетации [15].

В 2006 г. самыми быстрорастущими видами среди зимне- и ранневесеннецветущих были *Mahonia aquifolium* – 0,38 мм/сут 30.03 по 10.05 и с 05.06 по 30.06, *Chaenomeles superba* – 0,48 мм/сут, среди средневесеннецветущих видов отмечены *Crataegus cruss – galli* – 0,60 мм/сут с 20.03 по 30.04, *Laburnum anagyroides* – 0,80 мм/сут с 30.04 по 25.05, *Spiraea vanhotti* – 0,95 мм/сут, среди летнецветущих *Spartium junceum* – 0,90 мм/сут с 20.04. по 05.06, *Cotoneaster salicifolia* – 1,35 мм/сут с 30.06 по 05.08. На наш взгляд, активному росту побегов данных видов способствовали колебания низких положительных температур на его начальном этапе. Это совпадает с результатами исследований В.А. Смирновой [16]. Согласно ее наблюдениям, было выявлено, что различие в температуре окружающей среды играет большую роль в изменении (ускорении или задержке) ростовых процессов и развитии растений.

В 2006 г. для побегов большинства видов всех групп цветения характерна большая интенсивность роста и максимальная длина побегов была больше, чем в 2005 г., за исключением *Laburnum anagyroides* – 1,4 мм/сут.

В течение всего периода исследований у кустарников разных групп цветения окончание роста побегов наблюдалось в I декаде августа – I декаде сентября, несмотря на вторую волну роста, которая отмечена после июльской засухи.

Вторая волна роста отмечена у побегов *Lonicera fragrantissima*, *Mahonia aquifolium*, *Forsythia viridissima*, *Jasminum nudiflorum*, *Cotoneaster salicifolia*, *Spartium junceum*, *Cotoneaster horizontalis*, *Cotoneaster glaucophyllus* 'Serotinus' Hutchins., *Symphoricarpus alba*.

Скорость роста побегов во время второй волны роста, как правило, не превышала 0,2 мм/сут. Такая особенность роста связана с неравномерностью изменения средней подекадной температуры воздуха. Так, в 2005 г. в начале августа температура была выше +25 °С, а в последующие декады она опустилась до +21 °С. В 2006 г. был отмечен рост температуры до +29,3 °С, в дальнейшем также с понижением до +21,6 °С (рис. 1–6).

В группе зимне- и ранневесеннецветущих в 2006 г. у большинства видов рост побегов не прекращался почти до конца вегетации и при самых низких показателях составлял 0,02мм/сут, т.е. окончательно не останавливался.

Продолжительность основного периода роста, не считая вторичного, у видов всех групп цветения в 2006 г. была одинаковая – 12 декад, в 2005 г. у видов группы зимне- и ранневесеннецветущих, а также средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих – 7 декад, а у летнецветущих – 12 декад.

Такая особенность в 2005 г. у летнецветущих видов, на наш взгляд, связана с подекадными температурами, которые в период роста были выше на 3–4 °С по сравнению с 2006 г.



Рис. 4. Интенсивность роста побегов зимне- и ранневесеннецветущих видов декоративных кустарников, мм/сут, 2006 г.

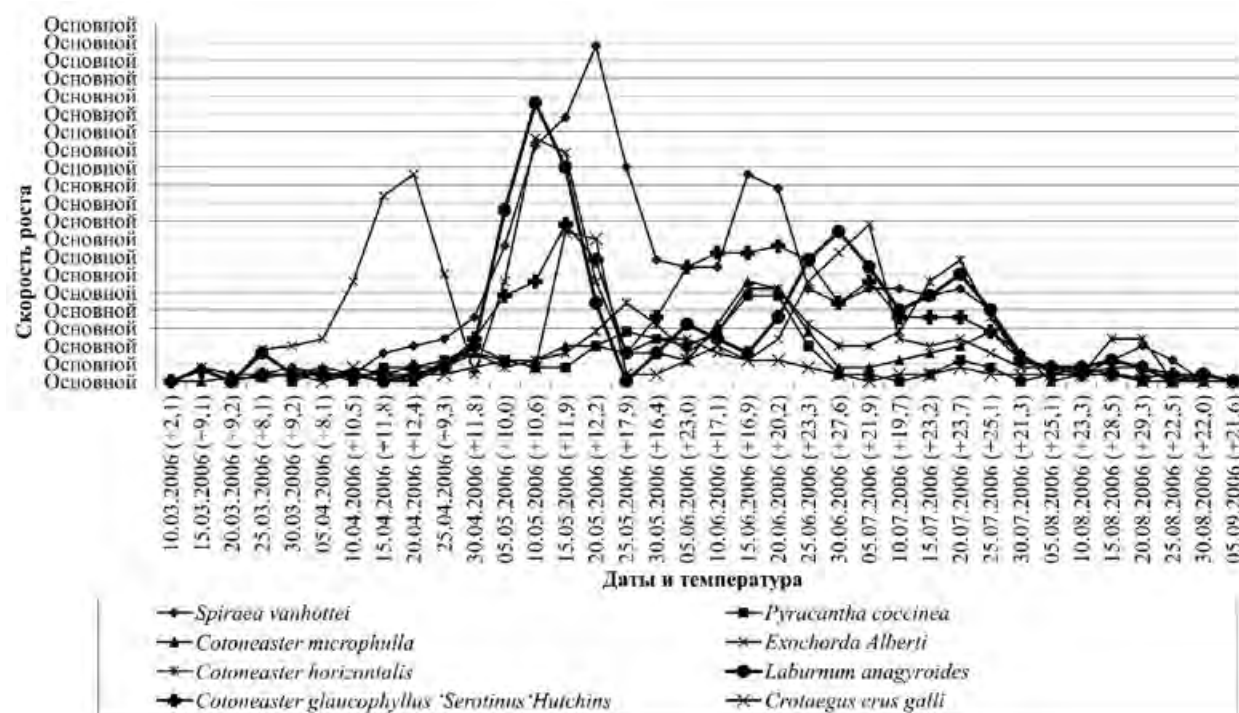


Рис. 5. Интенсивность роста побегов средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих видов декоративных кустарников, мм/сут, 2006 г.

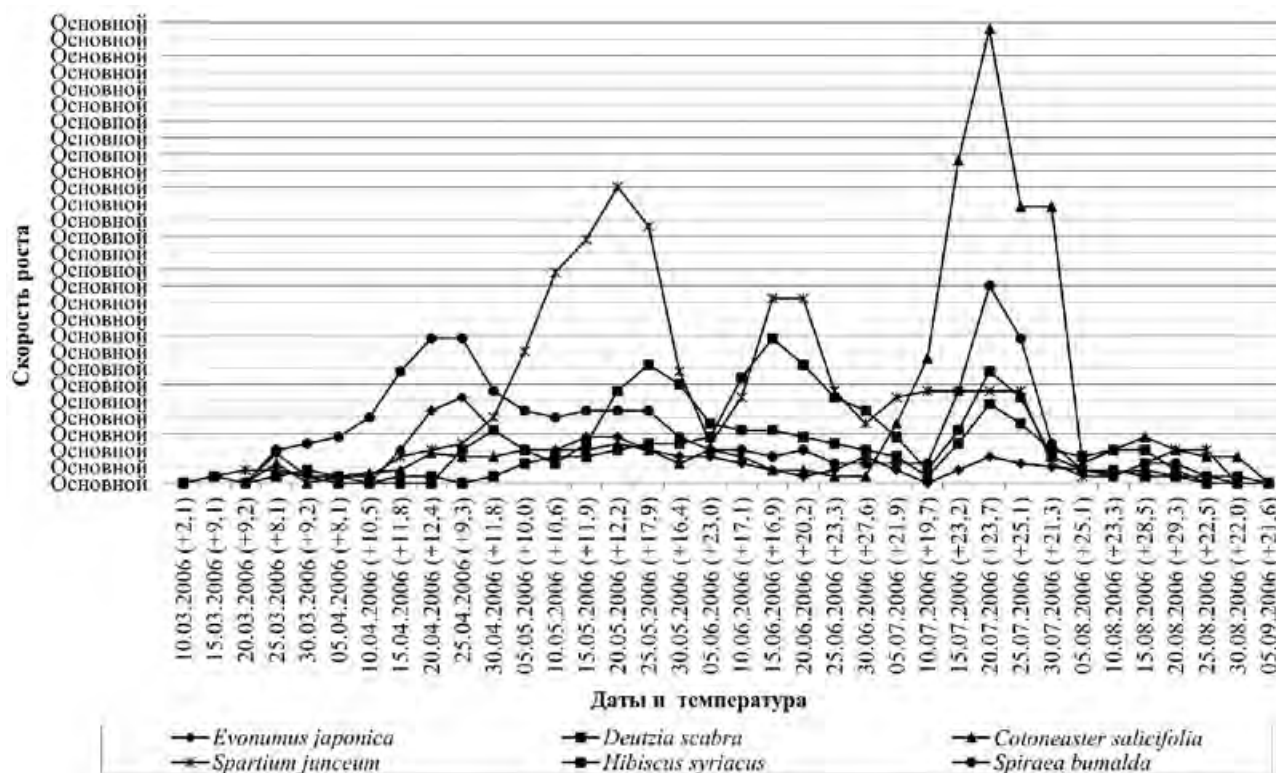


Рис. 6. Интенсивность роста побегов летнецветущих видов декоративных кустарников, мм/сут, 2006 г.

Для группы летнецветущих видов характерен короткий временной период между сроками раздвигания вегетативных почек и их распускания. Подобная особенность встречается у некоторых видов и в других группах (*Lonicera fragrantissima*, *Forsythia viridissima*, *Pyracantha coccinea*, *Exochorda alberti*).

В этот период в группе летнецветущих видов начинается интенсивный рост побегов, что связано с подекадными скачками температур. У самых активных видов в 2005 г. скорость роста на начальном этапе была небольшой. Так, у *Spartium junceum* она составила 0,01 мм/сут, а у *Cotoneaster salicifolia* – 0,12 мм/сут. В 2006 г. у *Spartium junceum* – 0,10 мм/сут, у *Cotoneaster salicifolia* – 0,15 мм/сут.

Анализируя подекадные значения температур в течение вегетации на протяжении всего 2006 г., можно отметить, что их показатели в начальный период вегетации были на 4–5° выше, что способствовало активизации ростового процесса у большинства видов.

Еще одной особенностью развития побегов можно назвать резкое падение скорости роста в различные периоды с апреля по июль. Падение ростовой активности, возможно, связано с перераспределением запасных питательных веществ из-за резкого изменения температур: весной из-за понижения температур, а летом – из-за повышения, что позволяет растениям защитить себя от засушливых условий. Так, среднее значение температур во время понижения роста было отмечено 25.04 (+9,3 °C), 25.05 (+17,9 °C), 30.06 (+27,6 °C), 05.08 (+25,1 °C).

Проведенный анализ результатов исследования динамики роста и развития кустарников разных видов показал, что скорость роста побегов значительно отличалась по годам. Такую особенность мы также связываем с разными показателями средних значений температур в зависимости от года.

Как известно, особенности температурного режима (диапазон температур) влияют на характер роста побегов, в связи с этим нами была проанализирована ростовая активность взятых видов. Так, некоторые зимостойкие виды проявляют активный рост, когда среднее значение температур составляет +11...+18 °C (*Forsythia viridissima*, *Chaenomeles speciose*, *Mahonia aquifolium*, *Spiraea vanhottei*, *Laburnum anagyroides*). По нашему мнению, это указывает на то, что данные виды под

влиянием определенного продуктивного, т. е. способствующего росту диапазона положительных температур достигают пика своего роста для последующего его снижения и постепенного распределения необходимых запасных веществ в тканях. Это повышает адаптационный потенциал выбранных нами декоративных кустарников, что позволяет расширить их ресурсный потенциал для возобновления развития в условиях ЮБК.

Кроме того, интересен характер колебания значений температур в период роста побегов, который также, наряду с диапазоном температур, влияет на ростовую активность в период вегетации.

Так, в период всего исследования, в 2005–2006 гг., со II декады апреля по III декаду мая повышение температуры от +5 до +13 °C приводит к активному росту представителей группы зимне- и раннецветущих видов: *Jasminum nudiflorum*, *Lonicera fragrantissima*, *Chaenomeles speciose*.

На наш взгляд, начало роста (III декада марта) у побегов *Jasminum nudiflorum*, *Lonicera fragrantissima* зависит не только от перехода цветения к стадии активной вегетации, но и от нестабильного характера температур, как в сторону повышения, так и в сторону понижения их значений, что было отмечено в 2006 г. (см. рис. 4). На динамику роста побегов таких видов, как *Forsythia viridissima*, *Mahonia aquifolium*, влияние оказывало понижение температур на 2–3 °C.

В группе средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих видов ростовую активность проявили побеги *Exochorda alberti*, *Spiraea vanhouttei*, когда наблюдался рост температурных значений в пределах 3–5 °C. Установленные температурные колебания отмечены с III декады марта по II декаду июня с повторной волной роста, которая длилась до II декады июля. Кроме того, во время вегетационного периода отмечены от четырех до пяти волн роста у *Spiraea vanhouttei*, *Laburnum anagyroides*, *Exochorda alberti*. Указанные виды являются наиболее устойчивыми к низким температурам.

В группе летнецветущих видов в период наиболее активного роста побегов у *Deutzia scabra*, *Symphoricarpus alba*, *Hibiscus syriacus* характер изменения температур в 2005 г. составил 1–5 °C. В 2006 г. данные изменения составили 3–7 °C, когда ростовая активность наблюдалась в разные периоды вегетации. У побегов *Spartium junceum*, *Deutzia scabra* (II декада апреля – I декада июня), а у *Cotoneaster salicifolia*, *Spiraea bumalda* (III декада июня – I декада августа).

Наряду с вегетацией прослежена взаимосвязь устойчивости видов от продолжительности их сроков цветения. Если принять во внимание, что процесс цветения – это один из этапов развития, то характер его продолжительности часто сказывается на качестве прохождения всех стадий. Наиболее выражены сроки цветения у группы средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих видов. Так, у большинства наиболее устойчивых видов продолжительность составила одну декаду у *Crataegus cruss-galli*, три декады у *Exochorda alberti* (II декада апреля – II декада мая) и четыре декады у *Spiraea vanhouttei*, *Laburnum anagyroides* (II декада апреля – III декада мая), в группе зимне- и ранневесеннецветущих у *Forsythia viridissima* семь декад (I декада марта – I декада мая).

Основываясь на полученных результатах, мы предположили, что интенсивность ростовых процессов на завершающем этапе у большинства исследуемых видов не может быть фактором ограничения для их своевременной адаптации к неблагоприятным факторам среды в зимне-весенний период года. Это связано с тем, что к осени, с замедлением ростовых процессов, декоративные кустарники в почках и побегах накапливают запасные вещества, в побегах происходит накопление крахмала.

При недостатке запасных веществ во время формирования цветочных элементов в почках под влиянием низких температур почки и побеги имеют различную степень повреждения [17].

Выявлено, что степень повреждения почек и побегов у большинства видов декоративных кустарников, разных по устойчивости и срокам цветения, не имели существенных повреждений.

К примеру, как в контроле, так и при закалке, в опыте, почки и побеги *Mahonia aquifolium*, *Cotoneaster microphylla*, *Exochorda alberti*, *Laburnum anagyroides*, *Spartium junceum*, *Euonymus japonica*, *Symphoricarpus alba*, *Hibiscus syriacus* не имели повреждений (см. табл. 3).

**Процент повреждения почек и побегов декоративных кустарников под влиянием
различных температурных условий, октябрь 2005 г.
Percentage of damage to buds and shoots of ornamental shrubs under the influence of various temperature
conditions, October 2005**

Вид	Орган	Варианты опыта	
		1-й вариант (контроль)	2-й вариант (закалка)
		0 °С – 2 ч	0 °С – 2 ч, и -2 °С 6 ч
1	2	3	4
<i>Группа зимне- и ранневесеннецветущих видов</i>			
<i>Mahonia aquifolium</i>	Вегет. почки	0	0
	Генер. почки	0	0
	Побег	0	0
<i>Chaenomeles speciose</i>	Вегет. почки	16,6	0
	Генер. почки	100	14,2
	Побег	60	0
<i>Forsythia viridissima</i>	Вегет. почки	0	0
	Генер. почки	63,1	47,8
	Побег	0	0
<i>Jasminum nudiflorum</i>	Вегет. почки	0	0
	Генер. почки	2,5	2,3
	Побег	0	0
<i>Lonicera fragrantissima</i>	Вегет. почки	0	0
	Генер. почки	25	0
	Побег	0	0
<i>Группа средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих видов</i>			
<i>Cotoneaster microphylla</i>	Вегет. почки	0	0
	Генер. почки	0	0
	Побег	0	0
<i>Pyracantha coccinea</i>	Вегет. почки	75,0	0
	Побег	0	0
<i>Группа средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих видов</i>			
<i>Exochorda alberti</i>	Вегет. почки	0	0
	Генер. почки	0	0
	Побег	0	0
<i>Crataegus crus-galli</i>	Вегет. почки	11,76	0
	Генер. почки	0	0
	Побег	0	0
<i>Spiraea vanhottei</i>	Вегет. почки	40,0	0
	Генер. почки	3,8	0
	Побег	0	0
<i>Cotoneaster glaucophyllus</i> <i>'Serotinus' Hutchins</i>	Вегет. почки	15,7	0
	Генер. почки	–	0
	Побег	50,0	0
<i>Laburnum anagyroides</i>	Вегет. почки	0	0
	Генер. почки	0	0
	Побег	0	0
<i>Cotoneaster horizontalis</i>	Вегет. почки	2,2	0
	Генер. почки	2,2	0
	Побег	80,0	10
<i>Группа летнецветущих видов</i>			
<i>Spartium junceum</i>	Вегет. почки	0	0
	Побег	0	0

1	2	3	4
<i>Deutzia scabra</i>	Вегет. почки Побег	41,2 0	1,8 1,8
<i>Euonymus japonica</i>	Вегет. почки Генер. почки Побег	0 0 0	0 0 0
<i>Symphoricarpus alba</i>	Вегет. почки Побег	0 0	0 0
<i>Cotoneaster salicifolia</i>	Вегет. почки Побег	28,5 0	18,4 0
Группа летнецветущих видов			
<i>Spiraea bumalda</i>	Вегет. почки Побег	10,4 0	0 0
<i>Hibiscus syriacus</i>	Вегет. почки Побег	0 0	0 0

У некоторых видов при визуальном осмотре процент повреждения генеративных почек и побегов в группе зимне- и ранневесеннецветущих достаточно высок. Так, в обоих вариантах у *Forsythia viridissima* он составляет 63,1 и 47,8, а у *Chaenomeles speciose* – 100 и 14,2 % (см. табл. 3).

Чем менее развиты почки, тем выше степень повреждения. Повреждение вегетативных почек и побегов у средне- и поздневесенних, а также летнецветущих видов, вероятно, вызвано задержкой внутренней метаболической адаптации, когда ассимиляты еще не в полной мере перенаправлены на накопление в тканях в качестве запасных веществ. Хорошо это показано на примере вегетативных почек *Pyracantha coccinea*. У данного вида повреждение составило 75 %. Кроме того, высокий процент повреждения побега отмечен у *Cotoneaster horizontalis*: 80 %. В группе летнецветущих для некоторых видов характерно повреждение вегетативных почек не только в контроле, но и в опыте, хотя при закалочных температурах оно было незначительным: *Deutzia scabra* в контроле 41,2 %, а в опыте 1,8 %, *Cotoneaster salicifolia* в контроле 28,5 %, в опыте 18,4 %.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Динамика роста и развития кустарников разных сроков цветения в благоприятный период года идет неравномерно, что влияет на адаптационные процессы. Характер изменения температур затормаживает или ускоряет рост побегов. На динамику роста побегов у таких видов, как *Forsythia viridissima*, *Mahonia aquifolium*, влияние оказывало понижение температур на 2–3 °С, что способствует активизации роста. Для устойчивых видов во время вегетационного периода отмечено от четырех до пяти волн роста у *Spiraea vanhouttei*, *Laburnum anagyroides*, *Exochorda alberti*. В литературе описываются особенности роста *Mahonia aquifolium* в зависимости от условий среды, в частности от изменения температурных условий в течение вегетации у нее отмечено 2–3 волны ростовой активности [8, 9].

Анализируя развитие побегов по годам, можно отметить, что характер роста в разные года будет иметь отличия. Одним из примеров является скорость роста на начальном этапе. К примеру, в 2005 г. у *Spartium junceum* она составила 0,01 мм/сут, а у *Cotoneaster salicifolia* – 0,12 мм/сут. В 2006 г. у *Spartium junceum* – 0,10 мм/сут, у *Cotoneaster salicifolia* – 0,15 мм/сут. Скорость роста побегов описывается в литературе как важный фактор вызревания тканей побегов [18].

Ростовая активность на завершающем этапе у большинства исследуемых видов не влияет на своевременную адаптацию к неблагоприятным условиям среды в зимне-весенний период года, что связано с физиолого-биохимической перестройкой в тканях побегов, в том числе и накоплением к осени запасных веществ. Большую помощь в адаптации большинства видов играет то, что при понижении положительных температур осенью побеги начинают замедлять свой рост.

Своевременное накопление в тканях побегов запасных веществ способствует переходу запасных в защитные вещества в низкотемпературный период года [19].

ВЫВОДЫ

1. Наиболее интенсивный рост побегов у декоративных кустарников всех групп цветения наблюдается с марта по июнь.

2. Установлено, что двухступенчатая закалка однолетних побегов (0 °С, 2 ч и -2 °С 6 ч) снижает процент повреждений генеративных почек и побегов по сравнению с одноступенчатой закалкой (0 °С, 2 ч) у ряда видов: *Chaenomeles speciose*, *Forsythia viridissima*, *Cotoneaster glaucophyllus* 'Serotinus' Hutchins, *Cotoneaster horizontalis*.

3. Анализ температурной устойчивости декоративных кустарников позволяет подобрать посадочный материал для выращивания в условиях субаридных средиземноморских субтропиков (ЮБК), а предлагаемый способ закалики – минимизировать повреждения почек и побегов при критически низких температурах, характерных для территории данной климатической области.

4. Для повышения устойчивости посадочного материала декоративных кустарников рекомендуется проводить в осенний период двухступенчатую закалку (0 °С, 2 ч и -2 °С 6 ч).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коробова Н.К. Изменения структуры тканей растения под действием внешних факторов. – М., 2006. – 300 с.
2. Бабарыкина И.В. Закономерность сезонного роста побегов древесных растений в лесостепи юга Западной Сибири в условиях промышленного города: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Омск, 2006 – 17 с.
3. Гончарова Э.А. Экологическая физиология растений в помощь селекции и растениеводству // Роль физиолого-биохимического исследования в селекции овощных культур: мат-лы науч.-практ. конф., Москва, 28 февр. 2007 г. – М., 2007 – С. 39–41.
4. Куперман Ф.М. Морфофизиология растений. Морфофизиологический анализ этапов органогенеза различных жизненных форм покрытосемянных растений. – М., 1984. – 280 с.
5. Половникова Г.М. Экофизиология стресса. – Йошкар-Ола, 2010. – 112 с.
6. Белкин Н.И. Зимостойкость растений. – Кишинев, 1961. – 125 с.
7. Бонюк З.Г. Итоги интродукции видов рода *Spiraea* L. // Биологическое разнообразие. Интродукция растений: мат-лы третьей международной науч. конференции. – СПб., 2003. – С. 158–159.
8. Кузнецовский М.Н. Особенности развития древесных растений при интродукции на юго-восток России. – М., 2008. – 280 с.
9. Плотникова Л.С. Развитие древесных растений в ГБС в связи с особенностями погодных условий весны 1999 и 2000 гг. // Бюллетень Главного ботанического сада. – 2001. – Вып. 182. – С. 3–6.
10. Соколова Т.А. Декоративное растениеводство. – М., 2010. – 240 с.
11. Браилко В.А. Особенности роста побегов рода *LONICERA* L. в условиях интродукции на Южном берегу Крыма (ЮБК) // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Сер. Биология, химия. – 2013. – Т. 26 (65), № 2. – С. 10–17.
12. Глазурина А.И. Устойчивость к засухе и зимостойкость некоторых декоративных деревьев и кустарников при их интродукции на Южный берег Крыма: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Одесса, 1966. – 30 с.
13. Румишский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента: справ. руководство. – М., 1971. – 192 с.
14. Физиологические и биофизические методы в селекции плодовых культур / Т.С. Елманова, А.И. Лищук, Ю.В. Иващенко [и др.]. – М., 1991. – 38 с.
15. Корсакова С.П. Обзор стихийных гидрометеорологических явлений в районе Никитского ботанического сада // Практические итоги работы с дикорастущими и культурными растениями: сб. науч. тр. Государственного Никитского ботанического сада. – 2014. – Т. 139. – С. 79–93.
16. Смирнова В.А. Зимостойкость и морозостойкость древесных растений Белоруссии. – Минск, 1968. – 358 с.
17. Клавишников Д.В. Методы исследований при изучении адаптации растений. – М., 2007. – 30 с.
18. Кавылин М.Р. Характер развития растений в условиях степной зоны Нечерноземья. – Воронеж, 2010. – 230 с.
19. Петухов И.Д. Рост – основа жизни растений. – Ростов н/Д, 2020. – 184 с.

REFERENCES

1. Korobova N.K., *Izmeneniya struktury tkanej rasteniy pod dejstviem vneshnih faktorov* (Changes in the structure of plant tissues under the influence of external factors), Moscow, 2006, 300 p.
2. Babarykina I.V., *Zakonomernost' sezonnogo rosta pobegov drevesnyh rastenij v lesostepi yuga Zapadnoj Sibiri v usloviyah promyshlennogo goroda* (The pattern of seasonal growth of shoots of woody plants in the forest-steppe of the south of Western Siberia in an industrial city), Abstract Dissertation of the candidate biol. Nauk, Omsk, 2006, 17 p.

3. Goncharova E.A., *Rol' fiziologo-biohimicheskogo issledovaniya v selekcii ovoshchnykh kul'tur* (The role of physiological and biochemical research in vegetable crop breeding), Proceedings of the scientific and practical conference, Moscow, 2007, pp. 39–41. (In Russ.)
4. Kuperman F.M., *Morfofiziologiya rastenij. Morfofiziologicheskij analiz etapov organogeneza razlichnykh zhiznennykh form pokrytosemyannykh rastenij* (Morphophysiology of plants. Morphophysiological analysis of the stages of organogenesis of various life forms of angiosperms), Moscow, 1984, 280 p.
5. Polovnikova G.M., *Ekofiziologiya stressa* (Ecophysiology of stress), Yoshkar-Ola, 2010, 112 p.
6. Belkin N.I., *Zimostojkost' rastenij* (Winter hardiness of plants), Kishinev, 1961, 125 p.
7. Bonyuk Z.G., *Biologicheskoe raznoobrazie. Introdukciya rastenij* (Biological diversity. Plant introduction), Proceedings of the Third International Scientific Conference, Sankt-Petersburg, 2003, pp. 158–159. (In Russ.)
8. Kuznetsovsky M.N., *Osobennosti razvitiya drevesnykh rastenij pri introdukcii na yugo-vostok Rossii* (Features of the development of woody plants during introduction to the South-east of Russia), Moscow, 2008, 280 p.
9. Plotnikova L.S., *Bulletin of the Main Botanical Garden*, 2001, Issue 182, pp. 3–6. (In Russ.)
10. Sokolova T.A., *Dekorativnoe rastenievodstvo* (Decorative crop production), Moscow, 2010, 240 p.
11. Brailko V.A., *Scientific notes of the Taurida National University. The series "Biology, chemistry"*, 2013, Vol. 26(65), No. 2, pp. 10–17. (In Russ.)
12. Glazurina A.I., *Ustojchivost' k zasuhe i zimostojkost' nekotorykh dekorativnykh derev'ev i kustarnikov pri ih introdukcii na Yuzhnogo berega Kryma* (Drought resistance and winter hardiness of some ornamental trees and shrubs during their introduction on the Southern coast of Crimea: abstract), Dissertation of the candidate. biol. Sciences, Odessa, 1966, 24 p.
13. Rumshitskiy L.Z., *Matematicheskaya obrabotka rezul'tatov eksperimenta* (Mathematical processing of experimental results), Moscow, 1971, 192 p.
14. Elmanova T.S., Lischuk A.I., Ivashchenko Yu.V. [et al.], *Fiziologicheskie i biofizicheskie metody v selekcii plodovykh kul'tur* (Physiological and biophysical methods in fruit crop breeding), Moscow, 1991, 38 p.
15. Korsakova S.P., *Prakticheskie itogi raboty s dikorastushchimi i kul'turnymi rasteniyami* (Practical results of work with wild and cultivated plants), Collection of scientific papers of the Nikitsky State Botanical Garden, 2014, Vol. 139, pp. 79–93. (In Russ.)
16. Smirnova V.A., *Zimostojkost' i morozostojkost' drevesnykh rastenij Belorussii* (Winter hardiness and frost resistance of woody plants of Belarus), Minsk, 1968, 358 p.
17. Klavishnikov D.V., *Metody issledovaniy pri izuchenii adaptatsii rastenij* (Research methods in the study of plant adaptation), Moscow, 2007, 30 p.
18. Kavylin M.R., *Harakter razvitiya rastenij v usloviyakh stepnoj zony Nechernozem'ya* (The nature of plant development in the steppe zone of the Non-Chernozem region), Voronezh, 2010, 230 p.
19. Petukhov I.D., *Rost – osnova zhizni rastenij* (Growth is the Basis of Plant Life), Rostov-na-Donu, 2020, 184 p.

Информация об авторах:

Д.А. Сакович, аспирант

С.Х. Вышегуров, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Contribution of the authors:

D.A. Sakovich, Postgraduate Student

S.Kh. Vyshegurov, DSc in Agricultural Sciences, professor

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.