

ФЕНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ БОЯРЫШНИКА КРОВАВО-КРАСНОГО (CRATAEGUS SANGUINEA L.) В ГОРОДЕ ЕКАТЕРИНБУРГЕ

Яковлева А.В.¹, Сродных Т.Б.¹

¹ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», Екатеринбург, Россия (620100, Свердловская область, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37), e-mail: pasler@list.ru

В течение 2012 и 2013 годов проводились фенологические наблюдения за насаждениями боярышника сибирского, или кроваво-красного (*Crataegus sanguinea* L.), в городе Екатеринбурге. Объекты исследований находятся вдоль улиц общегородского значения с интенсивным транспортным движением. Тип посадки растений боярышника – живая изгородь. Цель работы - определить сроки прохождения фенологических фаз боярышника кроваво-красного в условиях города Екатеринбурга и выяснить влияние экологических факторов на изменение сроков и длительности фенологических фаз. В ходе исследований установили зависимость сроков прохождения фенологических фаз боярышника кроваво-красного и периода вегетации от температурного режима, степени освещенности и загазованности. Также провели сравнение полученных данных по срокам прохождения фенологических фаз с данными прошлого столетия.

Ключевые слова: фенологическая фаза, боярышник сибирский, температурный режим.

PHENOLOGICAL DEVELOPMENT HAWTHORN SIBERIAN (CRATAEGUS SANGUINEA L.) IN YEKATERINBURG

Yakovleva A.V.¹, Srodnuh T.B.¹

¹FSEI HPE «Ural State Forest Engineering University», Yekaterinburg, Russia (620100, Yekaterinburg, Siberian path, 37), e-mail: pasler@list.ru

During 2012 and 2013 were carried out phenological monitoring of plantations hawthorn siberian or blood - red (*Crataegus sanguinea* L.) in Yekaterinburg. Type of landing - hedgerow. Research facilities are located along the streets of the city importance to traffic. Purpose - to determine the time required for phenological phases of hawthorn siberian in terms of Ekaterinburg and to clarify the influence of environmental factors on the change in the timing and duration of phenological phases. Studies have established the dependence of the time passing phenological phases and of the growing season on the temperature, light levels and gassed. Also conducted a comparison of the data on the time required for phenological phases with the data of the last century.

Keywords: phenological stage, hawthorn siberian, temperature.

Традиционный метод фенологической информации – визуальные наблюдения, то есть регистрация сроков наступления сезонных явлений. Под сезонными явлениями понимают закономерное чередование и ежегодное повторение одних и тех же фенологических циклов (вегетации и покоя, роста побегов и его прекращения, цветения, созревания плодов и семян и др.), а в пределах циклов — последовательный ход наступления и прохождения фенологических фаз роста и развития.

В основе фенологического развития растений лежит наследственно закрепленная ритмичность и периодичность физиологических процессов, получившая название биологических, или физиологических, часов. Однако динамика наступления фенофаз, сроки начала, окончания и продолжительность фенологических циклов у растений находятся под постоянным и мощным воздействием сезонных изменений географической среды (природы), и прежде всего сезонности климатических условий, приспосабливаясь к которым растения существенно изменяют ритмику процессов роста и развития, свое фенологическое состояние.

Под влиянием сезонных изменений погодных условий у растений резко изменяется динамика их ростовых процессов. Поэтому фенологическое развитие растений понимают как их сезонное развитие [2].

Цель исследования - определить сроки прохождения фенологических фаз боярышника кроваво-красного в условиях г. Екатеринбурга. Выяснить влияние экологических факторов на изменение сроков и длительности фенологических фаз.

Материал, объекты и методы исследования. Наблюдения проводились в течение двух лет, вегетационные периоды 2012 и 2013 годов. Объектами исследования послужили посадки боярышника кроваво-красного в виде формованных живых изгородей на двух улицах города: 1-й объект – ул. им. Белинского, 2-й объект – ул. им. К. Либкнехта. Характеристика экологических условий на объектах следующая: 1) освещённость – обе улицы имеют меридиональное расположение, в этих условиях, как правило, обе стороны улицы имеют примерно одинаковое освещение в течение дня, но в данном случае на первом объекте растения размещены на восточной стороне улицы и должны быть хорошо освещены в конце дня, но на западной стороне расположена пятиэтажная жилая застройка, которая частично затеняет посадки боярышника; растения на втором объекте расположены перед усадьбой Харитонов-Расторгуева на высоком холме. Их освещённость в течение дня очень хорошая, только в утренние часы тень от усадьбы падает на растения; 2) загазованность растений на ул. им. Белинского более существенна, хотя транспортная нагрузка здесь ниже и составляет 500 ед./час [5], но растения расположены на расстоянии 4 м от проезжей части. На улице им. К. Либкнехта транспортная нагрузка составляет 700 ед./час [5], но растения расположены на расстоянии 15 м от проезжей части и значительно выше по отношению к ней. Таким образом, растения на объекте 2 находятся в более благоприятных экологических условиях.

При проведении фенологических наблюдений использовали стандартную методику [4] с определением следующих фаз: разverzание почек (ПЧ2), обособление листьев (Л1), полное обособление листьев (Л2), вызревание листьев (Л3), набухание цветочных почек (Ц1), разverzание цветочных почек (Ц2), бутонизация (Ц3), начало цветения (Ц4), окончание цветения (Ц5), завязывание плодов (ПЛ1), созревание плодов (ПЛ3), опадение плодов (ПЛ4), расцветивание листьев (Л4), опадение листьев (Л5). При статистической обработке данных использовали методику перевода фенологических дат в числовой ряд [1].

Результаты исследования и их обсуждение

По итогам наблюдений была составлена таблица фенологических дат исследуемых растений боярышника (табл. 1).

Фенология боярышника кроваво-красного (*Crataegus sanguinea*)

в 2012, 2013 годах

Фенофаза	ПЧ2	Л1	Л2	Л3	Ц1	Ц2	Ц3	Ц4	Ц5	ПЛ1	ПЛ3	ПЛ4	Л4	Л5
Ул. Белинского	2012 год													
	23.4	25.4	27.4	02.5	15.5	17.5	18.5	20.5	10.6	03.7	01.8	26.9	11.9	02.10
	2013 год													
	10.5	14.5	18.5	30.5	16.5	18.5	22.5	02.6	23.6	10.7	15.8	01.10	23.9	12.10
Ул. К. Либкнехта	2012 год													
	19.4	23.4	25.4	30.4	01.5	05.5	12.5	13.5	02.6	30.6	27.7	20.9	09.9	20.9
	2013 год													
	09.5	12.5	15.5	27.5	14.5	15.5	19.5	27.5	17.6	07.7	02.8	25.9	06.9	30.9

Для подтверждения достоверности различий в датах наступления фенологических фаз в разные годы и на разных объектах перевели значения фенологических дат в ряд чисел по методике Зайцева [2] (табл. 2) и рассчитали критерий достоверности различий наступления фенологических дат (табл. 3).

Таблица 2

Перевод средних значений фенологических дат боярышника кроваво-красного (*Crataegus sanguinea*) в цифровые значения

Фенофаза	ПЧ2	Л1	Л2	Л3	Ц1	Ц2	Ц3	Ц4	Ц5	ПЛ1	ПЛ3	ПЛ4	Л4	Л5
Ул. Белинского	2012 год													
	54±0,5	56±0,5	58±0,5	63±0,4	76±0,3	78±0,3	79±0,3	81±0,3	102±0,1	125±0,1	154±0,4	210±0,9	195±0,8	216±1,0
	2013 год													
	71±0,4	75±0,4	79±0,4	91±0,3	77±0,4	79±0,4	83±0,3	94±0,2	115±0,1	132±0,1	168±0,4	215±0,8	207±0,7	226±0,8
Ул. К. Либкнехта	2012 год													
	50±0,5	54±0,5	56±0,5	61±0,4	62±0,4	66±0,4	73±0,3	74±0,3	94±0,1	122±0,2	149±0,4	204±1,0	193±0,8	204±1,0
	2013 год													
	70±0,4	73±0,3	76±0,3	88±0,2	75±0,3	76±0,3	80±0,3	88±0,2	109±0,0	129±0,2	155±0,4	209±0,9	190±0,8	91±0,2

Таблица 3

Расчет критерия достоверности различий средних фенологических дат боярышника кроваво-красного (*Crataegus sanguinea*) в 2012, 2013 годах ($t_{\text{табл.}}=2,04$)

Год наблюдений		2012	2013
Фенофаза	Объект	t	t
ПЧ2	Ул. Белинского	5,71	1,67
	Ул. К. Либкнехта		
Л1	Ул. Белинского	2,86	4,00
	Ул. К. Либкнехта		
Л2	Ул. Белинского	2,86	6,00
	Ул. К. Либкнехта		
Л3	Ул. Белинского	3,33	8,33
	Ул. К. Либкнехта		
Ц1	Ул. Белинского	28,00	4,00
	Ул. К. Либкнехта		
Ц2	Ул. Белинского	24,00	6,00
	Ул. К. Либкнехта		
Ц3	Ул. Белинского	15,00	7,14
	Ул. К. Либкнехта		
Ц4	Ул. Белинского	17,50	21,43
	Ул. К. Либкнехта		
Ц5	Ул. Белинского	57,14	60,00
	Ул. К. Либкнехта		
ПЛ1	Ул. Белинского	13,60	13,64
	Ул. К. Либкнехта		
ПЛ3	Ул. Белинского	8,30	40,63
	Ул. К. Либкнехта		
ПЛ4	Ул. Белинского	4,44	5,00
	Ул. К. Либкнехта		
Л4	Ул. Белинского	1,77	16,04
	Ул. К. Либкнехта		
Л5	Ул. Белинского	8,57	164,63
	Ул. К. Либкнехта		

Развитие растений в 2012 г. происходило следующим образом. По всем фенологическим фазам развитие растений происходило достоверно раньше на 2-м объекте. Об этом свидетельствуют рассчитанные критерии достоверности различий. Так, разворачивание почек наступало на 2-м объекте на 4 дня раньше, различия достоверны. Развитие листовой пластинки на 2 дня раньше при $t_{\text{факт}}=2,86$, хотя продолжалось 8 дней на обоих объектах. Особенно сильно опережало наступление цветения (включая фазы набухания цветочных почек и бутонизации). На 2-м объекте оно наступало 1 мая, это на 15 дней раньше, чем на 1-м, различие достоверно ($t_{\text{факт}}=28,00$). Продолжительность фазы цветения (включая и набухание цветочных почек, и бутонизацию) составляла 33 дня на 2-м объекте и 27 дней на 1-м. Различия ощутимы, однако непосредственно период цветения – фазы Ц4 - Ц5 практически одинаков на обоих объектах в разные годы – 21 день, что может

свидетельствовать о стабильности прохождения этой фазы в условиях Среднего Урала. По фазе завязывания плодов различия небольшие – всего 2 дня, но они также достоверные, $t_{\text{факт}}=13,60$. Опадение плодов начиналось на 6 дней раньше также на 2-м объекте. На 2 дня раньше наступало расцветивание листьев, однако различия в этой фенологической фазе не достоверны ($t_{\text{факт}}=1,77$). Опадение листьев на ул. К. Либкнехта началось на 12 дней раньше. В целом на 2-м объекте вегетационный период продолжался 155 дней, а на 1-м – в более сложных экологических условиях – 163 дня, то есть на 8 дней дольше.

Примерно такие же закономерности наблюдались и в 2013 г. Фаза разверзания почек началась на 2-м объекте раньше на 1 день, различия не достоверны ($t_{\text{факт}}=1,67$). Обособление листовой пластинки у растений на ул. К. Либкнехта началось на 2 дня раньше, но продолжалось в течение 16 дней, как и у растений на ул. Белинского. Начало цветения наступило на обоих объектах во второй декаде мая, на ул. Белинского 16 мая, на ул. К. Либкнехта 14 мая. Продолжительность цветения растений на 1-м объекте (включая и набухание цветочных почек, и бутонизацию) составила 39 дней, а на 2-м – 33 дня. Фаза плодоношения наступила также раньше на 2-м объекте с разницей 3 дня при $t_{\text{факт}}=13,64$. Опадение плодов началось значительно раньше на ул. К. Либкнехта – 25 сентября, а на ул. Белинского – 1 октября. На 17 дней раньше на 2-м объекте наступило расцветивание листьев, и на 21 день раньше наступила фаза опадения листьев, такие различия в наступлении фенофаз достоверны, так как $t_{\text{фактЛ4}}=16,04$ и $t_{\text{фактЛ5}}=164,63$. В целом период вегетации растений на 1-м объекте составил 154 дня, а на 2-м – 143 дня, что на 11 дней короче.

Более длительный период вегетации растений боярышника в 2012 году, 1-й объект – 163 дня, 2-й объект – 155 дней, по сравнению с данными 2013 года: 1-й объект – 154 дня, 2-й – 143 дня, скорее всего, связан с более благоприятными температурными условиями. В 2012 году дневные и ночные температуры на протяжении всего вегетационного периода изменялись плавно, без резких колебаний (об этом свидетельствует анализ данных гидрометеоцентра), что благоприятно сказалось на развитии растений. Подтверждение этого можно увидеть на рисунке 1, где мы наблюдаем равномерное наступление фенофаз, однако в июне были отмечены максимально высокие температуры, до $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$, что оказало влияние на продолжительность массового цветения. На 1-м объекте оно составило 20 дней, а на 2-м – 19 дней. Эти данные превышают средние значения продолжительности цветения для боярышника кроваво-красного в условиях города Екатеринбурга на 15 дней [4]. В 2013 году наблюдались резкие перепады дневных и ночных температур в марте и октябре, но в течение вегетационного периода температурный режим изменялся плавно, дневные и ночные температуры изменялись незначительно. Однако средние температурные показатели были

ниже по сравнению с 2012 годом, что оказало влияние на продолжительность периода вегетации и начало наступления всех фенологических фаз (рисунок 2).

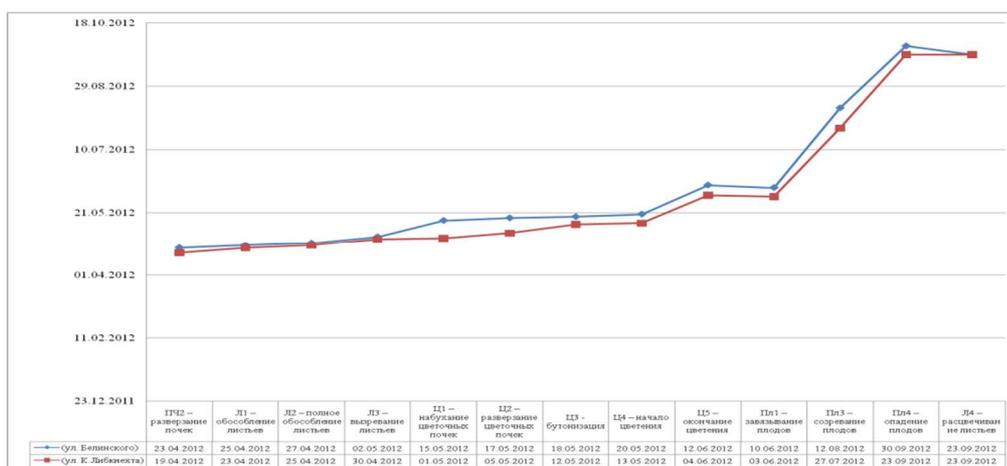


Рис. 1. Фенологические ритмы боярышника кроваво-красного (*Crataegus sanguinea*), 2012 год.

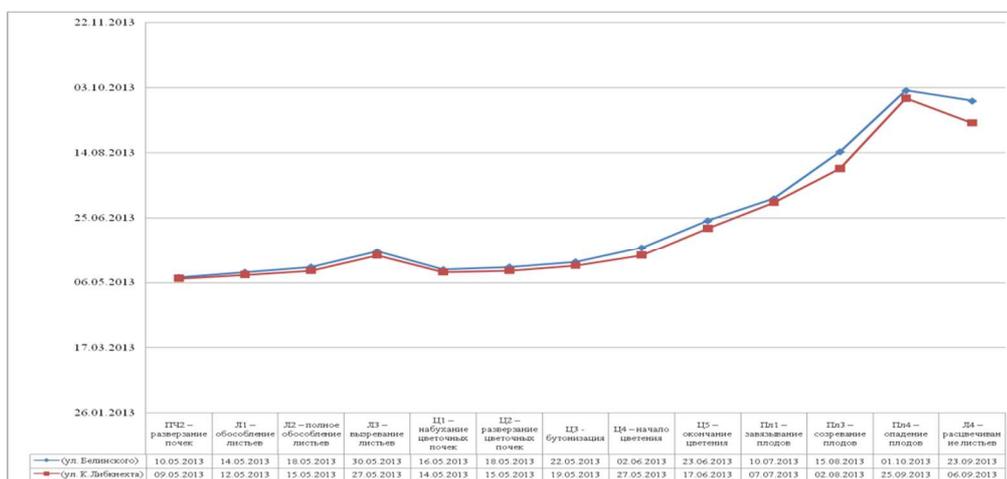


Рис. 2. Фенологические ритмы боярышника кроваво-красного (*Crataegus sanguinea*), 2013 год.

Различия в продолжительности периода вегетации между объектами связаны с условиями произрастания. Растения на ул. Белинского находятся в условиях повышенной загазованности и низкой инсоляции, в то время как растения на ул. К. Либкнехта находятся в отдалении от дороги с интенсивным движением и освещены в течение всего дня.

Для наглядности приводим феноспектр развития растений на ул. им. Белинского, как вариант более типичных для города экологических условий (рисунок 3).



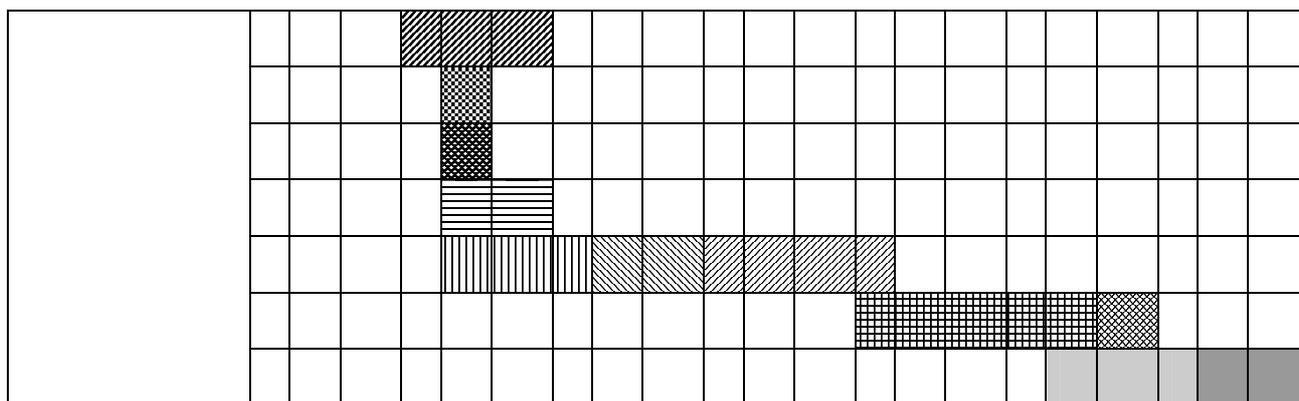


Рис. 3. Феноспектр боярышника кроваво-красного (*Crataegus sanguine* L.) по ул. Белинского.

Условные обозначения:

	ПЧ2 - разверзание почек		Ц4 - начало цветения
	Л1 - обособление листьев		Ц5 - окончание цветения
	Л2 - полное обособление листьев		ПЛ1 - завязывание плодов
	Л3 - вызревание листьев		ПЛ3 - созревание плодов
	Ц1 - набухание цветочных почек		ПЛ4 - опадение плодов
	Ц2 - разверзание цветочных почек		Л4 - расцвечивание листьев
	Ц3 - бутонизация		Л5 - опадение листьев

Выводы

По завершении обработки данных фенологических наблюдений можно сделать следующие выводы.

1. Средняя продолжительность вегетационного периода боярышника кроваво-красного составила 159 дней, это на 39 дней больше, чем среднеголетние данные за вторую половину прошлого века. Отмечается и более раннее наступление фенофаз, и особенно ощутимы различия по фазам цветения. Период цветения увеличился в среднем на 15 дней по сравнению с данными прошлых лет (прошлого столетия).

2. На длительность фенологических фаз и сроки их наступления влияют, прежде всего, температурный режим погодных условий года, освещённость объекта. Насколько влияют факторы запыленности и загазованности, установить пока не удалось.

3. Установлено, что на ул. Белинского, в менее благоприятных экологических условиях, фенологические фазы наступали на несколько дней позже, чем у растений на ул. К. Либкнехта. Наиболее резкие различия проявились при наступлении фазы цветения, на 1-м объекте цветение наступило на 15 дней позже. Но длительность фазы цветения оставалась практически одинаковой, независимо от погодных условий года и места расположения объекта.

4. Отмечено, что длительность вегетационного периода связана с температурным режимом года. В 2012 году сумма положительных температур в течение всего года составила 96 градусов, длительность вегетационного периода 159 дней, в 2013 году сумма положительных температур – 72 градуса, продолжительность периода вегетации 148 дней.

Список литературы

1. Зайцев Г.Н. Фенология древесных растений. – М., 1981. - 120 с.
2. Карташева Г.Г. Статистическая обработка результатов опыта: методическая разработка. – Екатеринбург : УрГСХА, 2008. - 23 с.
3. Коновалов Н.А., Луганский Н.А., Сродных Т.Б. Деревья и кустарники для озеленения городов Урала. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2010. - 181 с.
4. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. – М. : Изд-во АН СССР, 1975. - 15 с.
5. Регламент на работы по инвентаризации и паспортизации объектов озелененных территорий 1-й категории г. Москвы. - М. : ГУП «Мосзеленхоз», ФГУП «Институт организационных технологий в жилищно-коммунальном хозяйстве», 2007. - 54 с.

Рецензенты:

Аткина Л.И., д.с.-х.н., профессор, зав. кафедрой ландшафтного строительства ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург;

Кожевников А.П., д.с.-х.н., профессор кафедры лесоводства ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург.