

## ОСЕННЕЕ РАЗВИТИЕ *BETULA PENDULA* ROTH И *BETULA PUBESCENS* ERHR. В ОЗЕЛЕНЕНИИ г. ТОМСКА И ПРИГОРОДЕ

Рассматриваются особенности осеннего развития березы повислой и березы пушистой в насаждениях г. Томска и пригорода. Приведены данные за два года наблюдений. Отмечены значительные различия во времени прохождения наблюдаемых фенофаз между объектами, а также между видами на каждом объекте в пределах одного года и между годами наблюдений.

**Ключевые слова:** *Betula pendula*; *B. pubescens*; фенофаза; насаждения.

Фенология развития вегетативных и генеративных органов березы повислой и березы пушистой в весенний период изучалась на территории г. Томска и в пригородных насаждениях в течение 3 лет [1].

Следует отметить особую важность изучения осеннего развития березы при характеристике ее декоративных качеств, т.к. наряду с общей архитектоникой, фактурой и цветом коры ствола и ветвей существенную роль играют продолжительность вегетации и сезонная динамика окраски листьев. Цветение же березы (как и других анемофильных деревьев) можно рассматривать как дополнительный и весьма непродолжительный по времени декоративный эффект.

Между тем осеннее развитие березы (как, впрочем, и других древесных растений) изучено слабее весеннего и преимущественно в естественных насаждениях [2–5 и др.]. Есть мнение, что прохождение осенних фенофаз не связано с процессами накопления тепла, как весной и летом [6]. По другим данным [7], пожелтение листьев наряду с цветением находится в прямой зависимости от погодных условий данного года.

Весьма противоречивы данные по фенологии березы и других древесных растений, произрастающих в условиях атмосферного загрязнения. Большинство исследователей отмечают сокращение периода вегетации березы и других древесных растений в условиях воздушного загрязнения преимущественно за счет более раннего прохождения осенних фенофаз [8–11 и др.]. Сокращение сроков общей вегетации, а также длительности отдельных фенологических фаз В.С. Николаевский связывает с интенсификацией обмена веществ и с более активным в этой связи поглощением токсических газов [10]. Однако есть сведения и об увеличении продолжительности периода вегетации древесных растений в городах, в том числе за счет более позднего наступления осенних фенофаз [12–14]. Т.К. Горышина объясняет более позднее наступление осенних фенофаз у древесных растений в городах действием искусственного вечернего освещения [12]. Различные отклонения и аномалии в фенологии древесных растений может вызывать также ухудшение режима почвенного питания [15], особенно при использовании хлоридизации дорог [16].

Большинство работ по изучению осенних фенофаз березы связано с составлением фенологических карт, имеющих не только научное, но и практическое значение (например, при установлении сроков проведения аэрофотосъемки для учета и картографирования лесов, при планировании некоторых лесохозяйственных и сельскохозяйственных мероприятий и т.д.) [6, 17 и др.].

Обычно при составлении карт как осенних, так и весенних фенофаз не учитываются виды березы по причине трудно их определения широким кругом добровольных фенонаблюдателей [6, 17]. При этом либо с большой долей вероятности за объект фенонаблюдений принимается *Betula pendula* Roth в связи с преобладанием ее по количеству на единицу площади лесов над *Betula pubescens* Ehrh., либо наблюдения проводятся без разделения на виды [6, 17 и др.].

В Томске осеннее развитие березы повислой изучали Л.П. Сергиевская [18], В.А. Морякина [19]. Есть и другие работы [20], а также данные многолетних наблюдений, проводимых работниками метеостанции и сетью добровольных фенологических наблюдателей без разделения березы на виды [21]. Многолетние наблюдения Г.Э. Иоганзена (1894–1928 гг.) осуществлялись за линнеевским видом *Betula alba* L., обобщение результатов было проведено только по весенним фенофазам [22]. Как и в случае весеннего развития, за всю историю фенологических наблюдений за березой в Томске береза пушистая не упоминается ни разу. Кроме того, объекты наблюдения располагались за пределами городской застройки.

Наблюдения за осенним развитием вегетативных органов березы проводилось в течение 2005–2006 гг. в городе (ПП1 – смешанные посадки вдоль магистрали) и в пригороде (ПП2 – естественные насаждения березы повислой и ПП3 – естественные насаждения березы пушистой на болоте). Наблюдались следующие фенофазы [23]:

Л<sup>3</sup> – расцветивание отмирающих листьев. Начало фазы отмечают в день появления в кроне листьев, полностью окрашенных в осенние тона. Количественные показатели фазы (1–3) устанавливают по соотношению в кроне числа листьев, полностью изменивших и не изменивших свою окраску: 1Л<sup>3</sup> – начало осеннего расцветивания листьев (пожелтело 5–10% листьев); 2Л<sup>3</sup> – массовое осеннее расцветивание листьев (пожелтело примерно 50% листьев); 3Л<sup>3</sup> – полное осеннее расцветивание листьев (пожелтение 100% листьев).

Л<sup>4</sup> – опадение листьев (листопад). Начало фазы отмечают по появлению под кронами первых опавших листьев. Количественные показатели фазы (1–3) устанавливают по оголению кроны: 1Л<sup>4</sup> – начало листопада (в наблюдаемую фенофазу вступают 5–10% органов); 2Л<sup>4</sup> – массовый листопад (в фенофазу вступило примерно 50% органов); 3Л<sup>4</sup> – завершение листопада (в фенофазу вступило 100% органов).

Основные результаты наблюдений представлены в таблице (цифра 1 соответствует *Betula pendula* Roth, цифра 2 – *Betula pubescens* Ehrh.).

Средние значения фенодат за два года наблюдений

Вид	№ ПП	Год наблюдений			
		2005			
		Наблюдаемые фенофазы			
		1Л <sup>3</sup>	2Л <sup>3</sup>	3Л <sup>3</sup>	Продолжительность, дней
M (lim)	M (lim)	M (lim)	Л <sup>3</sup>		
1	1	19.IX (9.IX–27.IX)	27.IX (17.IX–7.X)	3.X (22.IX–16.X)	38
	2	2.IX (18.VIII–9.IX)	9.IX (26.VIII–20.IX)	18.IX (9.IX–27.IX)	41
2	1	10.IX (29.VIII–23.IX)	23.IX (7.IX–2.X)	29.IX (10.IX–12.X)	45
	3	16.VIII (11.VIII–26.VIII)	24.VIII (18.VIII–29.VIII)	2.IX (26.VIII–16.IX)	37
		1Л <sup>4</sup>	2Л <sup>4</sup>	3Л <sup>4</sup>	Л <sup>4</sup>   Л <sup>3</sup> –Л <sup>4</sup>
1	1	4.X (20.IX–16.X)	18.X (4.X–20.X)	19.X (10.X–28.X)	39   50
	2	9.IX (26.VIII–24.IX)	21.IX (16.IX–27.IX)	3.X (20.IX–7.X)	49   51
2	1	24.IX (7.IX–4.X)	2.X (27.IX–16.X)	16.X (4.X–21.X)	44   53
	3	27.VIII (20.VIII–7.IX)	8.IX (29.VIII–20.IX)	16.IX (5.IX–29.IX)	41   50
		2006			
		1Л <sup>3</sup>	2Л <sup>3</sup>	3Л <sup>3</sup>	Л <sup>3</sup>
1	1	13.IX (23.VIII–12.X)	21.IX (7.IX–12.X)	28.IX (14.IX–12.X)	41
	2	27.VIII (17.VIII–7.IX)	15.IX (29.VIII–12.X)	18.IX (7.IX–1.X)	46
2	1	7.IX (21.VIII–12.X)	15.IX (2.IX–6.X)	20.IX (7.IX–6.X)	47
	3	18.VIII (13.VIII–23.VIII)	4.IX (29.VIII–10.IX)	7.IX (29.IX–21.IX)	40
		1Л <sup>4</sup>	2Л <sup>4</sup>	3Л <sup>4</sup>	Л <sup>4</sup>   Л <sup>3</sup> –Л <sup>4</sup>
1	1	24.IX (9.IX–12.X)	5.X (23.IX–25.X)	19.X (6.X–2.XI)	55   72
	2	9.IX (29.VIII–30.IX)	21.IX (7.IX–16.X)	11.X (23.IX–27.X)	60   72
2	1	13.IX (5.IX–13.X)	23.IX (10.IX–16.IX)	12.X (30.IX–21.X)	57   72
	3	26.VIII (23.VIII–2.IX)	14.IX (30.VIII–23.IX)	21.IX (7.IX–8.X)	47   57

Первая декада августа 2005 г. по температурному фону теплая со слабыми осадками. Среднесуточная температура воздуха за декаду +20,6°C.

В начале второй декады прохладно, осадки, во второй ее половине потепление. Основные метеорологические показатели: температура – в пределах нормы, осадки – половина нормы. Начало второй декады отмечено появлением первых желтых листьев у березы пушистой на болоте. Конец второй – начало третьей декады – начало листопада. Береза пушистая на ППЗ в значительной степени повреждена бурой пятнистостью, не характерной для центра города. Листья, поврежденные грибом, засыхают раньше здоровых. При этом осенняя окраска у поврежденных листьев проявляется слабее, чем у здоровых. В литературе есть указания на данное явление [23, 24]. По-видимому, указанный фактор вносит определенный вклад в столь раннее начало пожелтения и особенно опадания листьев березы пушистой в подобных условиях. Однако первые желтые листья у березы пушистой в городе появились также во второй декаде, но на 7 дней позднее. Сроки начала листопада смещены на 6 дней.

Третья декада теплая, с обильными осадками. Средняя температура воздуха выше нормы на 2°, осадков выпало 180% нормы. В конце третьей декады (29.VIII) береза повислая начала желтеть в пригородных насаждениях.

Первая декада сентября теплая, выше нормы на 2°, осадки различной интенсивности почти ежедневно (сумма 32 мм – 170% нормы). Со второй половины сентября наблюдается переувлажнение почвы. Начинают изменять окраску листья у березы повислой в городе (9.IX) и опадать у березы пушистой (7.IX). За чертой города – массовый листопад у березы пушистой (8.IX).

Вторая декада холодная, ниже нормы на 1°. Осадки в течение 1 дня до 80% нормы (за декаду 91 мм). На высоте 2 см в течение 6 дней температура воздуха была отрицательной (–1...–4°C), на поверхности почвы – в течение 4 дней, а в воздухе 15.IX зафиксированы замо-

розки (–1,5°C). Почти ежедневно отмечались росы. В конце второй декады начинается листопад у березы повислой на улицах города. У березы пушистой на болоте завершается фаза пожелтения листьев. К концу декады (20.IX) 92% деревьев полностью облетели, в то время как в городе береза пушистая только вступает в подфазу начала листопада (на 16.IX – 12%, а на 20.IX – уже 42% особей).

Третья декада холодная, ниже нормы на 1°, осадки почти ежедневно (33 мм). В течение 4 дней наблюдались заморозки на высоте 2 см 0...–4°C, в воздухе в течение 2 дней (25.IX и 30.IX) 0...–1°C. Облетели последние деревья на болоте. В городе еще значительная часть деревьев обоих видов только начала желтеть (завершили фазу пожелтения 14% особей березы повислой и 78% березы пушистой), тогда как в пригороде береза повислая полностью пожелтела и на 33% завершила листопад, остальные деревья – в подфазе массового листопада.

В первой декаде октября наблюдалась теплая погода, выше нормы на 2°. Осадков выпало 14,7 мм, что близко к норме. На поверхности почвы отмечались заморозки в течение 4 дней интенсивностью 0...–2°C, в воздухе – заморозки в течение 2 дней 0°C. Временное выпадение снежного покрова высотой 1 см отмечалось 10.X. Переход среднесуточной температуры через +5°C 9.X, что позднее на 7 дней от обычного. В городе еще встречаются деревья обоих видов с зелеными листьями, но есть уже и полностью облетевшие (и тех, и других немного – 2–5%). Большинство особей – в подфазе начала листопада. В пригороде между тем заканчивается листопад у березы повислой (последние деревья облетели 7.X).

Вторая декада теплая, выше нормы на 3° и практически без осадков. Заморозки в воздухе на поверхности почвы в течение 5 дней 0...–3°C. В начале декады в городе еще можно встретить отдельные экземпляры березы повислой и березы пушистой, не полностью пожелтевшие, однако после заморозков 11.X до –3°C и

они перейдут в подфазу 3Л<sup>3</sup> (береза пушистая – 12.X, береза повислая – 16.X). 23% особей березы повислой и 75% березы пушистой полностью облетели. К концу второй декады закончила листопад береза пушистая (20.X).

Третья декада аномально теплая, выше нормы на 5°, осадки почти ежедневно, сумма их 11 мм (50% нормы). 22.X – временное покрытие почвы снегом. В течение 8 дней на поверхности почвы заморозки 0...–4°C. 29.X – установление устойчивого снежного покрова, что соответствует многолетним данным. Последние листья облетели с березы повислой в городе 28.X.

Таким образом, конец лета 2005 г., а также весь октябрь стояла теплая (выше нормы) погода; береза (оба вида) в искусственных и естественных насаждениях прошла подготовку к зимним условиям до установления устойчивого снежного покрова. Продолжительность периода 50–53 дня (см. таблицу).

Первая декада августа 2006 г. была прохладной – среднесуточная температура воздуха +14,7°C (для сравнения: в 2005 г. +20,6°C). Осадки выпадали ежедневно.

По показателю среднесуточной температуры воздуха вторая декада 2006 г. близка второй декаде 2005 г. (+13,6°C и +15°C соответственно), дожди различной интенсивности выпадали в течение 6 дней. Как и в 2005 г., на эту декаду приходится начало пожелтения листьев у обоих видов в пригороде. Различия в сроках наступления начала фенофазы по годам несущественные (1 и 2 дня соответственно), могут объясняться холодной погодой предшествующей декады, разной степенью повреждения грибными болезнями у березы пушистой.

Третья декада прохладная, с осадками. В течение 2 дней (26 и 28.VIII) отмечались заморозки до –2,3°C. Началось пожелтение листьев у обоих видов в уличных посадках, причем разница между годами наблюдений более значительна (на 18 дней раньше у березы повислой и на 9 дней раньше у березы пушистой). Начинается листопад в естественных насаждениях (на 3 дня позже у обоих видов).

В первой декаде сентября осадки были слабые, а температура воздуха выше нормы на 1°. Заморозки на высоте 2 см в течение 3 дней (5–7.IX), в воздухе – в течение 2 дней (5–6.IX 0°C).

Во второй декаде среднесуточная температура воздуха превысила норму на 3°, осадки выпадали в течение 6 дней. Заморозки отмечались только на высоте 2 см в течение 2 дней (19–20.IX).

Третья декада была прохладной, ниже нормы на 2°. 27.IX – переход среднесуточной температуры воздуха через +5°C, раньше многолетних сроков на 5 дней. Осадки выпадали во второй пентаде. Заморозки наблюдались в течение 7 дней на высоте 2 см, в воздухе и на поверхности почвы – в течение 4 дней (0...–6°C).

Первая декада октября холодная, ниже нормы на 3°, осадков выпало 133% нормы. 5.X – переход среднесуточной температуры через 0°C раньше многолетних сроков на 13 дней. 5.X выпал временный снежный покров. 6.X в городе более половины деревьев обоих видов вступили в подфазу массового листопада, 3% особей березы повислой и около 30% березы пушистой закончили листопад. При этом у отдельных деревьев (6% особей березы повислой и 2% березы пушистой)

только начали желтеть листья. Береза пушистая на болоте облетела почти полностью (98% деревьев), к 8.X листопад завершился (на 9 дней позднее, чем в 2005 г.). Береза повислая за городом на 32% закончила листопад, 63% особей вступили в подфазу 2Л<sup>4</sup>, 5% – в подфазу 3Л<sup>4</sup>.

Вторая декада холодная, ниже нормы на 1°, минимальная температура воздуха понижалась от –3 до –11°C. Осадки в виде снега выпадали почти ежедневно. Сумма осадков 17 мм – 104% нормы в течение 8 дней. 12.X – установление временного снежного покрова. На конец декады высота снежного покрова составила 2 см. В 2005 г. на эту дату снега не было. Пожелтение листьев у березы в городе было прервано (у березы пушистой – после первого снегопада), не успевшие пожелтеть листья впоследствии опадали побуревшими. В пригородных насаждениях оба вида успели завершить фенофазу 1Л до выпадения снега (21.IX – береза пушистая и 1.X – береза повислая).

Третья декада теплая, выше нормы на 3°, осадков выпала норма. Началось промерзание почвы, но в конце декады почва оттаяла. Временный снежный покров растаял к концу декады. В начале ноября установилась теплая (выше нормы) погода. Листья на деревьях обоих видов в городе держались до начала ноября, на отдельных экземплярах березы повислой остались после установления устойчивого снежного покрова в ноябре. Различия в сроках окончания подготовки к зимним условиям по годам наблюдений: в лесу – 9 дней у березы пушистой и 20 дней у березы повислой, в городе – 11 дней у березы пушистой, у березы повислой листопад не закончился. Такое же явление наблюдала В.А. Морякина в 1961 г. в Томске после резкого похолодания 30 сентября (до –4,4°C) и установления исключительно холодной погоды первой и второй декады октября (15–17 октября температура держалась от –13 до –20°C). Многие деревья и кустарники сбросили засохшую листву уже зимой, а некоторые сохранили ее до июня следующего года (дерен белый, клены гиннала и татарский) [25]. Приостановление хода осеннего окрашивания листьев у березы повислой и березы пушистой отмечали в 1976 г. Т.И. Кузнецова, А.К. Махнев при проведении фенологических наблюдений на участке географических посадок в Ботаническом саду УНЦ АН СССР [3].

#### *Выводы:*

1. Береза пушистая существенно опережает березу повислую при прохождении фаз осеннего развития вегетативных органов как в городских (искусственных), так и в пригородных (естественных) насаждениях.

2. Общий период подготовки к зимним условиям (фенофазы Л<sup>3</sup>–Л<sup>4</sup>) был близок по продолжительности у видов, почти не отличался в городе и пригороде в 2005 г. (50–53 дня); в 2006 г. он составил 72 дня на всех пробных площадях и 57 дней – у березы пушистой на болоте.

3. Городские популяции обоих видов значительно позднее пригородных начинают и заканчивают подготовку к зимним условиям при близких значениях общей продолжительности данного периода, что, по видимому, объясняется специфическими условиями городских улиц (преимущественно искусственным освещением). Картина прохождения осенних фенофаз

березы пушистой на болоте, по-видимому, несколько усложняется за счет повреждений листьев грибными болезнями (это приводит к преждевременному их засыханию и опаданию).

4. Различия в сроках начала и окончания периода подготовки к зимним условиям (крайние и средние значения) по годам наблюдений более су-

щественны для городских насаждений у обоих видов.

5. Продолжительность вегетационного периода городских популяций березы повислой и березы пушистой увеличивается по сравнению с пригородными за счет более раннего прохождения весенних фенофаз и более поздней подготовки к зимним условиям [1].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Куклина Т.Э. Весеннее развитие березы повислой и березы пушистой в озеленении г. Томска и пригороде // Лесное хозяйство и зеленое строительство в Западной Сибири: Материалы III междунар. интернет-семинара. Томск: ТГУ, 2007. С. 168–186.
2. Махнев А.К. О взаимоотношении березы бородавчатой и пушистой и производительность их отдельных форм в связи с фенологическими особенностями // ИВУЗ: Лесной журнал. 1965. № 3. С. 29–33.
3. Кузнецова Т.И., Махнев А.К. Опыт оценки особенностей ритма осеннего развития березы в экспериментальных географических посадках // Тр. Ин-та экологии растений и животных Уральского научного центра АН СССР. 1978. Вып. 116. С. 70–78.
4. Шрам В.Е. Листопад березы бородавчатой в Омской области в 1971–73 гг. // Ритмы природы Сибири и Дальнего Востока. Иркутск, 1979. С. 52–59.
5. Данченко А.М. Биология плодоношение и основы семеноводства березы. Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1992. 129 с.
6. Куприянова М.К. Карты осенних фенофаз березы в Свердловской области // Вопросы физической и экономической географии. Свердловск, 1970. Сб. 134, вып. 7. С. 69–78.
7. Чащухина А. Фенологические наблюдения над дикорастущими древесными и кустарниковыми растениями Ботанического сада (1957–60 гг.). // Деревья, кустарники, многолетники для озеленения юга Дальнего Востока. Владивосток, 1970. С. 114–124.
8. Антипов В.Г. Устойчивость древесных растений к промышленным газам. Минск: Наука и техника, 1979. 216 с.
9. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / Под ред. Р. Шуберта. М.: Мир, 1988. 350 с.
10. Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений. Новосибирск: Наука, 1979. 275 с.
11. Васфилов С.П. Внутрипопуляционная изменчивость белых берез в условиях воздушного загрязнения: Автореф. ... дис. канд. биол. наук. Свердловск, 1988. 23 с.
12. Горышина Т.К. Растение в городе. Л.: Изд-во ЛГУ, 1991. 148 с.
13. Гукова А.А. Эколого-биологические особенности черемухи Маака в условиях интродукции: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Красноярск, 1999. 21 с.
14. Куровская Л.В. Морфофункциональные особенности хвойных растений в условиях городской среды (на примере г. Томска): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск, 2002. 22 с.
15. Стариков Ю.А. Особенности прохождения фенофаз у древесных растений в городских насаждениях // Труды МЛТИ. 1971. Вып. 37. С. 67–71.
16. Сутока Я. Хлоридизация дорог и ее влияние на рост и развитие древесных растений // Бюл. ГБС. 1992. Вып. 165. С. 45–51.
17. Шрам В.Е., Хомченко С.И. Природные особенности Омской области по фенологическим показателям (начало зеленения березы и начало цветения черемухи) // Ритмы природы Сибири и Дальнего Востока. Иркутск, 1975. С. 27–35.
18. Сергиевская Л.П. Фито-фенологические наблюдения, проведенные в Томске и его окрестностях в 1919–21, 1923–25 гг. // Изв. Том. гос. ун-та. Томск, 1926. Т. 77. 84 с.
19. Морякина В.А. Рост и развитие деревьев и кустарников, интродуцированных в Томске: Дис. ... канд. биол. наук. Томск, 1969. 262 с.
20. Крепак Д.Г. Календарь природы г. Томска и его окрестностей // Ритмы природы Сибири и Дальнего Востока. Иркутск, 1979. С. 148–153.
21. Рудский В.Г. Неделя за неделей. Календарь Томской природы. Томск: Печатная мануфактура, 2002. С. 110.
22. Иоганзен Г.Э. Начала Томской фенологии: Сводка наблюдений над периодическими явлениями в мире животных и растений окрестностей г. Томска за 1894–1928 г. // ОРКП НБ ТГУ. Ф. 22: Иоганзен Г.Э. ОП. 1. Д. 8. л. (120 л.)
23. Булыгин Н.Е. Фенологические наблюдения над древесными растениями: Пособие по проведению учебно-научных исследований. Л.: ЛТА, 1979. 96 с.
24. Гринер Б.М. Осенний аспект дендрария // Бюл. ГБС. 1963. Вып. 48. С. 32–39.
25. Морякина В.А. Зимний листопад // Природа. 1962. № 11. С. 127.

Статья представлена научной редакцией «Биология» 3 марта 2009 г.