ЭКОБИОТЕХ

ISSN 2618-964X

<http://ecobiotech-journal.ru>

СОСТОЯНИЕ ДРЕВОСТОЕВ *BETULA PENDULA* ROTH. В ПРИГОРОДНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Татаринцев А.И.

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева,
Красноярск (Россия)
E-mail: lespat@mail.ru

Изучено состояние древостоев *B. pendula* в условиях хронического техногенного загрязнения. Исходные данные – материалы детального обследования насаждений на пяти постоянных пробных площадях: четыре – в пригородных насаждениях, одна – в березняках на чистом фоне. Обследования выполнены в 2008 г. и 2018 г. Состояние древостоев оценивали по ряду расчетных показателей, основной – индекс жизненного состояния. В 2008 г. установлено удовлетворительное состояние пригородных насаждений, отсутствие значимых различий с состоянием контрольного насаждения. Состояние древостоев ухудшилось в последние годы (по данным 2018 г.), особенно критично – в условиях экстремальных биотопов (аридные гидро-термические условия, техногенное загрязнение, рекреационная нагрузка). Это связано со снижением устойчивости деревьев *B. pendula*, главное – с усилением совокупного влияния указанных лимитирующих факторов, дополнительно – повышением активности патогенов и насекомых-филлофагов вследствие процессов глобального потепления.

Ключевые слова: березняки, состояние древостоя, техногенное загрязнение, аридизация климата, бактериальная водянка, филлофаги

STATE OF THE FOREST OF *BETULA PENDULA* ROTH. IN THE SUBURBAN STANDS OF KRASNOYARSK FOREST-STEPPE

Tatarintsev A.I.

Reshetnev Siberian State University
of Science and Technology,
Krasnoyarsk (Russia)
E-mail: lespat@mail.ru

The state of stands of *B. pendula* under conditions of chronic technogenic pollution was studied. Initial data-materials of a detailed survey of plantings on five permanent trial areas: four-in suburban plantings, one-in birch forests on a transparent background. Surveys were performed in 2008 and 2018. Some calculated indicators assessed the state of stands, the main one being the index of life status. In 2008, a satisfactory state of suburban plantings was established, with no significant differences with the state of the control plantings. The state of stands has deteriorated in recent years (according to 2018 data), incredibly critically – in extreme biotopes (arid hydrothermal conditions, man-made pollution, recreational load). This is due to the decreased resistance of trees *B. pendula*, but increased the cumulative impact of these limiting factors, further – an increase of activity of pathogens and insects of phyllophagous due to the process of global warming.

Keywords: birch stands, stand condition, technogenic pollution, the aridity of the climate, bacterial dropsy, phyllophages

Поступила в редакцию: 30.04.2020

DOI: [10.31163/2618-964X-2020-3-3-424-428](https://doi.org/10.31163/2618-964X-2020-3-3-424-428)

ВВЕДЕНИЕ

Значение лесов для человеческого общества трудно переоценить. Особое место занимают пригородные и городские лесные насаждения, выполняющие весьма важные средообразующие, санитарно-гигиенические, рекреационные и ландшафтно-эстетические функции. В то же время постоянный контакт с социумом имеет негативные эколого-лесоводственные последствия для лесных экосистем. Для оптимизации режима ведения лесного хозяйства в целях сохранения и повышения устойчивости пригородных лесов требуется проведение исследований происходящих в них под действием антропогенных факторов процессов. Такие исследования проводятся нами в пригородных лесах

г. Красноярска – наиболее крупной урбоэкосистемы Средней Сибири, характеризующейся крайне неблагоприятной экологической обстановкой. Город находится в окружении горнотаежных, подтаежных и лесостепных насаждений. Последние представлены колковыми березняками, отдельными массивами сосновых боров; те из них, которые приближены к восточным окраинам города, подвержены наибольшему техногенному и рекреационным нагрузкам. Цель данной работы – оценить в динамике состояние древостоев березы повислой (*B. pendula*) в лесостепных насаждениях, испытывающих многолетние антропогенные воздействия.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалами послужили данные детальных обследований насаждений *B. pendula*, выполненных на пяти постоянных пробных площадях (ПП) в 2008 г. и 2018 г. Четыре ПП заложены в березняках, расположенных в зоне высокого антропогенного, в частности техногенного, воздействия; пятая ПП (контроль) – в насаждении на относительно чистом фоне; характеристика ПП приведена в таблице 1. Полевые работы проводили, основываясь на методиках, принятых в лесозащите [Руководство..., 2007; Правила..., 2017]. На ПП деревья (150-200 шт.) сплошным пересчетом разносили по четырехсантиметровым ступеням толщины и категориям состояния, устанавливаемым по комплексу визуальных признаков: 1 – без признаков ослабления (здоровые); 2 – ослабленные; 3 – сильно ослабленные; 4 – усыхающие; 5 – сухостой текущего года; 6 – сухостой прошлых лет. Дополнительно фиксировали наличие у деревьев болезней, повреждений.

Таблица 1. Характеристика пробных площадей

ПП	Расположение относительно города, антропогенный фон	Лесоводственная характеристика
1	20 км на северо-восток; хроническое загрязнение, основные источники: КраЗ, ТЭЦ-3; умеренная рекреационная нагрузка	Состав, тип леса: 10Б, разнотравно-злаковый; бонитет – II; относительная полнота – 0,6; подрост отсутствует; в подлеске: черемуха, боярышник, шиповник, свидина
2	8 км на восток; хроническое загрязнение, основные источники: ТЭЦ-1, ТЭЦ-3, КраЗ, автомобильный транспорт; умеренная рекреационная нагрузка	Состав, тип леса: 10Б, разнотравно-злаковый; бонитет – IV; относительная полнота – 0,5; подрост и подлесок отсутствуют
3	11 км на восток; хроническое загрязнение, основные источники: ТЭЦ-1, ТЭЦ-3, КраЗ, умеренная рекреационная и пастбищная нагрузка	Состав, тип леса: 10Б+С, разнотравно-злаковый; бонитет – III; относительная полнота – 0,7; подрост не выражен; в подлеске: кизильник, яблоня, боярышник, шиповник
4	10 км на восток; хроническое загрязнение, основные источники: ТЭЦ-1, ТЭЦ-3, КраЗ, автомобильный транспорт; высокая рекреационная и пастбищная нагрузка	Состав, тип леса: 10БедС/10С, разнотравно-осочковый; бонитет – III; относительная полнота – 0,8; подрост и подлесок отсутствуют
5*	около 40 км на север; относительно чистый фон, умеренная рекреационная нагрузка	Состав, тип леса: 10БедС, Ос разнотравный; бонитет – II; относительная полнота – 0,7; подрост не выражен; в подлеске: черемуха, кизильник, спирея, боярышник, шиповник

* – контрольное насаждение

При камеральной обработке материалов определяли показатели, характеризующие накопление отпада в березняках, жизненное состояние древостоев по значению относительного показателя L (%), который рассчитывали в соответствии с методикой В.А. Алексеева [Алексеев, 1989]:

$$L = (100g_1 + 70g_2 + 40g_3 + 5g_4) / \Sigma g,$$

где g_1, g_2, g_3, g_4 – площадь поперечных сечений стволов на высоте 1,3 м соответственно здоровых, ослабленных, сильно ослабленных и усыхающих деревьев, м²; Σg – сумма площадей поперечных сечений стволов всех деревьев на пробной площади, м². Градации состояния при определенных значениях показателя L : 100-80 % – жизненное состояние древостоя оценивается как «здоровое»; 79-50 % – древостой считается повреждённым (ослабленным); 49-20 % – сильно повреждённым (сильно ослабленным), при 19 % и ниже – полностью разрушенным.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Распределение деревьев по категориям состояния (таблица 2), в частности представленность категорий сырораствующих (живых) экземпляров разной степени ослабления, и значения показателя жизненного состояния древостоев (таблица 3) указывают на более удовлетворительное состояние березняков, расположенных на максимальном удалении от города в северном направлении при доминировании ветров западных румбов (ПП 5). При схожем уровне рекреационных нагрузок на исследуемые березняки (преобладают умеренные нагрузки) менее оптимистичные показатели состояния древостоев, примыкающих к восточной окраине урботерритории, объясняются хроническим техногенным загрязнением насаждений. Доля общего отпада во всех древостоях (включая опытные и контроль) за весь период наблюдений не превысила 10-ти %, в том числе текущего отпада, величина которого наиболее информативна при оценке настоящего состояния древостоя, – 5-ти %. Следовательно, при определенной степени ослабленности отдельных деревьев и в целом березовых древостоев, отмирание и отпад деревьев вследствие действия тех или иных факторов летализации (антропогенный стресс, дендропатогенные организмы, насекомые-дендрофаги и др.) происходит в насаждениях с низкой интенсивностью.

Таблица 2. Распределение деревьев по категориям состояния (% от Σg) и параметры отпада:
числитель – по данным 2008 г.; знаменатель – 2018 г.

ПП	Категории состояния деревьев					Средний диаметр, см	
	без призн. ослабл.	ослабл.	сильно ослабл.	отпад		весь древостой	общий отпад
				текущий	общий		
1	68,9/18,6	24,2/56,2	4,5/20,2	1,1/1,8	2,4/5,0	17,0/24,7	10,4/21,9
2	52,3/7,9	39,3/41,5	5,4/45,0	1,1/4,8	3,0/5,6	15,4/20,0	10,2/16,5
3	70,5/41,1	22,2/47,5	4,3/8,1	0,2/2,8	3,0/3,3	14,2/18,3	8,8/12,8
4	59,8/45,3	27,6/49,0	4,8/4,8	1,9/0,9	7,8/0,9	17,0/23,0	12,6/15,1
5*	76,8/59,7	17,7/32,3	2,9/3,9	0,5/1,2	2,6/4,1	22,1/28,1	12,6/21,4

* – контрольное насаждение

Таблица 3. Показатель жизненного состояния березняков (L, %)

Год учета	ПП				
	1	2	3	4	5*
2008	88	82	88	81	90
2018	66	55	78	82	84

* – контрольное насаждение

Состояние пригородных березняков неравнозначно по годам проведения исследований. По всем приведенным параметрам состояние эдификатора в изучаемых пригородных насаждениях к концу прошлого десятилетия (2008 г.) оценивалось как удовлетворительное, значения индекса жизненного состояния (81-88 %) соответствовали на тот момент здоровым древостоям. Несмотря на несколько лучшие анализируемые показатели в контрольном насаждении, достоверных различий в состоянии антропогенно стрессируемых березняков и контрольного древостоя по материалам 2008 года нами не было установлено [Татаринцев, Скрипальщикова, 2015]. В то же время были выявлены значимые изменения в строении тканей в стволах деревьев вследствие длительного техногенного загрязнения [Стасова и др., 2011], что очевидно можно расценивать как проявление их анатомической адаптации.

Данные, полученные в 2018 году (см. таблицы 2, 3), свидетельствуют о заметном ухудшении состояния изучаемых насаждений: в березняках на 15-50 % уменьшилась представленность деревьев без признаков ослабления, наоборот – в пределах дендроценозов возросла доля ослабленных и сильно ослабленных растений. Отмечается некоторое возрастание отпада, причем с вовлечением средних и крупных деревьев (I-III классов Крафта), на что указывает сопоставление средних диаметров всей ценопопуляции и в части общего отпада (таблица 2). В итоге заметно снизились значения интегрального показателя жизненного состояния древостоев почти по всем объектам исследований. Обсуждаемые изменения проявились в типичных колковых лесостепных березняках (ПП 1-3, 5), включая контрольное насаждение, что отражает современный тренд резкого ухудшения состояния березовых древостоев, произрастающих в относительно аридных условиях. Подобных изменений в состоянии подтаежных и таежных насаждений *B. pendula* нами не отмечено.

На ПП 1-3, заложенных в пригородных березняках разнотравно-злаковых, выявлено наиболее критичное ухудшение состояния древостоев: показатель жизненного состояния снизился на 10-27 %. Объясняется это приуроченностью насаждений (особенно на ПП 2) к весьма экстремальным биотопам: изначально аридные лесорастительные условия (хорошо прогреваемые участки, сухость почв с низким уровнем грунтовых вод) в сочетании с многолетним высоким уровнем техногенного загрязнения и рекреационными нагрузками, что в последние годы обостряется общей аридизацией климата вследствие глобального потепления.

Дополнительными факторами ослабления деревьев и незначительного накопления патологического отпада в исследуемых березняках являются гнилевые поражения деревьев, бактериальная водянка и насекомые-филлофаги. К первым относятся стволовые гнили, вызываемые некоторыми видами ксилотрофных грибов. Распространенность стволовых гнилей напрямую связана с происхождением древостоев, интенсивностью термического (пирогенного) и механического повреждения и возрастом деревьев, на изучаемых объектах – не превышает 10 %. Бактериальная водянка, сопровождающаяся некрозно-раковым поражением стволов, достигает очагового распространения (распространенность до 15-17 %)

в березняках, в условиях пониженного увлажнения пораженные деревья ускоренно отмирают. В колковых березняках отмечается комплексное повреждение листового аппарата насекомыми (виды не выявлялись): минирование, скелетирование, погрызы, скручивание. Повышенная поврежденность крон деревьев насекомыми-филлофагами установлена в условиях достаточной освещенности и прогреваемости: на опушках, в разреженных древостоях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В пригородных лесах г. Красноярск, максимальные антропогенные нагрузки испытывают лесостепные насаждения с доминированием колковых березняков, примыкающие к восточным окраинам города, что обусловлено наличием крупных источников загрязнения и преобладанием ветров западных румбов. В начале текущего столетия состояние древостоев березы повислой по ряду морфологических параметров оценивалось здесь как удовлетворительное, несмотря на хроническое техногенное загрязнение, и значимо не отличалось от состояния схожих древостоев на чистом фоне. Выявляемые изменения в строении древесных тканей у стрессируемых деревьев можно отнести к анатомической адаптации к долговременным техногенным нагрузкам. В последние годы установлено значительное ухудшение состояния березняков, особенно в условиях экстремальных лесостепных биотопов, сочетающих аридные гидротермические показатели, высокий уровень техногенного загрязнения, рекреационные нагрузки с вероятностью синергического эффекта при влиянии на биоту. Основная причина этого – глобальное потепление с аридизацией климата, что снижает устойчивость древесных пород, в нашем случае *B. pendula*, и обостряет действие указанных лимитирующих факторов, повышает активность насекомых-филлофагов и дендропатогенных организмов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51-57.
2. Правила санитарной безопасности в лесах. 2017. 7 с .
3. Руководство по планированию, организации и ведению лесопатологических обследований: Приложение 3 к приказу Рослесхоза от 29.12.2007 № 523. 74 с.
4. Стасова В.В., Скрипальщикова Л.Н., Зубарева О.Н., Татаринцев А.И. Строение и развитие тканей ствола *Betula pendula* (*Betulaceae*) в условиях антропогенного загрязнения // Растительные ресурсы. 2011. Т 47. Вып. 2. С. 66-75.
5. Татаринцев А.И., Скрипальщикова Л.Н. Эколого-фитопатологическое состояние березняков на территории Красноярской группы районов // Сибирский лесной журнал. 2015. № 2. С.8-19.