

УДК 581.5

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ДРЕВОСТОЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) В ПРЕДЕЛАХ КАЗАНСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА

©2011 Р.Х. Бикмуллин¹, Р.Х. Ямалеев¹, А.А. Кулагин²

¹ Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, г. Уфа

² Институт биологии Уфимского научного центра РАН

Поступила в редакцию 23.04.2011

Показано, что ростовые процессы хвои, побегов и стволовой древесины более интенсивно осуществляются у растений, в наименьшей степени подверженных негативному воздействию. Повреждения растений фиксируются в виде появления некротических и хлоротических пятен на хвое, а также сердцевинной гнили древесины. Для хвои сосны характерным является сокращение сроков жизни хвои до 3 лет. Установлено снижение приростов стволовой древесины при одновременном увеличении толщины коры. Данные изменения носят адаптивный характер и направлены на снижение концентрации токсикантов внутри организма.

Ключевые слова: *сосна обыкновенная, оценка состояния, промышленный центр*

Превращение биосферы в биотехносферу – исторически неизбежный процесс. Антропогенные факторы и техногенез уже сегодня определяют состояние органического мира и перспективы его дальнейшего развития [2, 4, 6, 8, 11-13], оказывают негативное влияние на живые организмы, сравнимые по своим масштабам и значению с такими важнейшими природными факторами, как температура, свет, вода. Таким образом, лесная растительность и лесообразующие виды деревьев, произрастающие в условиях техногенного загрязнения, оказываются в критических экологических ситуациях. Необходимо, чтобы в результате изменения природы человеком не возникла внешняя среда, неблагоприятная для его существования. Чтобы избежать этой опасности, необходимо свести эти изменения к минимуму путем уменьшения количества выбросов и увеличения численности древесной растительности, эффективно действующей в этих условиях как средостабилизирующий биосферный фактор [5].

Для проведения комплексных лесозокологических исследований нами были выбраны экотопы, являющиеся характерными для

Среднего Поволжья, а также сопредельных территорий в целом. К таким экотопам относится Казанский промышленный центр (КПЦ), представляющий собой концентрацию химических, нефтехимических и вспомогательных производств с преобладающим углеводородным типом загрязнения [3].

Цель работы – на основании анализа изменений эколого-физиологических и лесобихологических характеристик сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) оценить особенности их адаптации к техногенным условиям КПЦ.

Последовательно решались следующие **задачи**: изучить особенности повреждений и ростовых процессов хвои, побегов и стволов древесных растений; определить относительное жизненное состояние, семеношение и естественное возобновление сосновых и березовых насаждений Казанского промышленного центра.

Объекты и методы исследований. Для проведения комплексных эколого-физиологических и лесоводственных исследований древесных растений нами были заложены временные (30 шт.) и постоянные (5 шт.) пробные площади в пределах КПЦ. Контрольные пробные площади заложены в Волжско-Камском биосферном государственном заповеднике близ п. Раифа (Республика Татарстан). Выбор участков, закладка и описание пробных площадей проводились с учетом стандартизированных, известных и общепринятых методических подходов [9]. Особое внимание уделялось положению отдельных участков в рельефе.

Бикмуллин Рамис Харисович, младший научный сотрудник. E-mail: eco-centr@mail.ru

Ямалеев Ралиф Харрасович, кандидат биологических наук, научный сотрудник. E-mail: eco-centr@mail.ru

Кулагин Андрей Алексеевич, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник. E-mail: kulagin-aa@mail.ru

Расстояние от пробной площади до источника загрязнения определялось на основе ландшафтно-экологического принципа [10]. На

основании вышеизложенных принципов и методических подходов закладывались пробные площади на территории КПЦ [9] (рис. 1).



Рис. 1. Карта-схема КПЦ с указанием расположения пробных площадей (1-5 – номера пробных площадей)

Г. Казань (промышленная зона, участки №№ 1-4) располагается в зоне смешанных лесов на левом берегу р. Волги. В геоморфологическом отношении территория представляет собой равнину. Климат района умеренно-континентальный, с теплым, а в отдельные годы и жарким летом и умеренно холодной зимой, которая в отдельные годы может быть весьма суровой. Из-за удаленности от морских и океанических побережий территория характеризуется ослаблением западного переноса воздушных масс и усилением континентальности климата. Это, в свою очередь, нередко приводит к удлинению зимы, сокращению переходных периодов, а также увеличению морозоопасности в начале и в конце лета. Почвы отличаются исключительным разнообразием – от серых лесных и подзолистых на западе и севере до различных видов черноземов на юге. Экологическая обстановка в Казани определяется влиянием на окружающую природную среду выбросов жилищно-коммунального хозяйства, предприятиями химической и нефтехимической промышленности, машиностроением, производством стройматериалов, предприятиями энергетики и наличием автотранспорта. Общий объем выбросов в 2005 г. составил 412,5 тыс. т, в том числе промышленных отходов – 117,2 тыс. т, бытовых – 295,3 тыс. т (Государственный..., 2010).

Пробные площади были заложены нами в одновозрастных 50-60-летних культурах сосны и березы. Участок №1 расположен на

расстоянии 500 м от ОАО «Казаньоргсинтез», участок №2 расположен между ОАО «Казаньоргсинтез» и федеральной трассой М7 (Москва-Казань-Уфа) на расстоянии 1500 м от источников загрязнения окружающей среды. Участок №3 расположен в 200-метровой зоне от федеральной трассы М7 и участок №4 – в 1000-метровой зоне от федеральной трассы М7. Удаленность участков №3 и №4 от автодороги М7 определялась нами исходя из данных предыдущих лет исследований, где указывалось, что максимальный отрицательный эффект у растений проявляется на расстоянии до 500 м от автотрассы. Участок №5 расположен в лесном массиве в пределах Волжско-Камского биосферного государственного заповедника близ п. Раифа.

Морфометрические методы. Изучение внешних повреждений листьев и побегов в результате воздействия на растительный организм негативных факторов уже давно пользуется популярностью. При определении состояния растения и уровня загрязнения окружающей среды широко используется листовая диагностика [1]. Нами проведены работы по оценке повреждаемости ассимиляционных органов, скорости роста хвои, приростов побегов первых трех лет жизни и прирост ствольной древесины. Эти исследования проводили на 50-60-летних растениях.

Оценка относительного жизненного состояния древостоев. В лесных насаждениях по общепринятым методикам [9] закладывались

пробные площади. На каждой пробной площади производился пересчет деревьев, определялся диаметр и высота отдельных деревьев (Haglof Electronic Clinometr (Haglof, Sweden)). Определение относительного жизненного состояния древостоев позволяет дать комплексную оценку их состояния под действием экологических факторов. В культурах древесных растений, произрастающих в условиях загрязнения окружающей среды, проводилась работа по оценке относительного жизненного состояния. За основу была взята методика В.А. Алексеева с соавторами (1990) [1] с некоторыми изменениями применительно к листовым древесным породам в соответствии с их биологическими особенностями. Высоту растений определяли с помощью высотомера. Семеношение древесных растений оценивалось по шкале Крафта в баллах, таким образом, что 0 баллов соответствует отсутствию плодоношения, а 5 баллам – максимальный уровень плодоношения [9].

Для характеристики «мелкого» подроста, высота надземной части которого не превышает 50 см в пределах каждой пробной площади заложено 100 равномерно размещенных учетных площадок размером 0,25 кв.м. На каждой площадке после определения общего проективного покрытия и мохового ярусов и основных доминирующих видов, выявляли наличие подростов с измерением его биологического возраста и высоты. «Крупный» подрост, высота которого превышает 50 см учитывался на 30 площадках размером 4 кв.м. с определением для каждого растения биологического возраста и высоты [9].

Статистическая обработка данных. Фактический материал отбирался на протяжении 5 лет – в период с 2006 по 2010 гг. Исследования проводились ежегодно по единой схеме – определялась сезонная динамика всех представленных процессов и явлений. Все измерения проводились не менее, чем в 10 повторностях. Математическая обработка полученных данных производилась с помощью статистического пакета Microsoft Excel 2000. На рисунках и в таблицах представлены средние арифметические данные и ошибки среднего значения за все годы исследований [7].

Результаты исследований и их анализ. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) является обитателем множества экотопов, включая антропогенно трансформированные. Несмотря на высокую устойчивость к действию экологических факторов развитие растений сосны во многом определено особенностями условий произрастания, что отражается в изменениях содержания пигментов в хвое текущего года жизни в течение сезона. Результаты изучения

изменений длины хвои 1, 2 и 3-го годов жизни дают возможность оценить темпы развития растений в различных условиях. Так, показано, что в условиях смешанного типа загрязнения окружающей среды с преобладанием углеродородов отмечается значительный рост только 1-летней хвои лишь в первой половине вегетации, при этом увеличения линейных размеров 2-х и 3-х летней хвои не происходит. Достоверных различий между длиной 1- и 2-летней хвои не обнаружено.

При произрастании на пробной площади №2 – рост 1-летней хвои сосны в условиях хронического углеводородного загрязнения характеризуется как наиболее значительный по сравнению с темпами роста 2-х и 3-х летней хвои. Как показывают результаты исследований в основном хвоя увеличивается в размерах в первой половине вегетации. Это объясняется возможностью интенсификации ростовых процессов лишь до определенного уровня техногенной нагрузки, а затем рост приостанавливается и начинается ранняя подготовка к периоду зимнего физиологического покоя, выражающейся в торможении роста хвои и общей приостановке процессов роста. Длина 1-летней хвои сосны увеличивается в 4,5 раза в течение вегетации при произрастании в непосредственной близости от автодороги. На фоне стремительного роста 1-летней хвои необходимо отметить, что достоверных различий между размерами 2-х летней хвои в различные месяцы вегетационного периода не обнаружено. Такая же ситуация характерна для 3-х летней хвои сосны обыкновенной.

При развитии растений на 1-километровом удалении от автотрассы отмечался значительный рост хвои лишь третьего года к концу вегетационного сезона. При этом необходимо отметить 3-х кратное увеличение длины 1-летней хвои в первой половине лета. В течение июня-июля месяцев также отмечалось 2-х кратное увеличение длины 2-х и 3-х летней хвои. Однако, несмотря на достаточно интенсивный рост ассимиляционных органов в первой половине вегетации, увеличения длины 1-но и 2-х летней хвои в течение июля-августа практически не наблюдается.

При проведении исследований было установлено, что в контрольных условиях развитие растений характеризуется максимальными показателями и выражается в интенсивном росте 3-х летней хвои, наименьшими – 1-летней. При этом необходимо отметить, что рост 1-но и 3-х летней хвои происходит равномерно в течение всего сезона летней вегетации. Хвоя 2-го года растет скачкообразно – в первой половине вегетации отмечался незначительный прирост хвои, затем фиксировали максимальный прирост во второй половине лета.

Помимо наблюдений за ростом хвои проведены исследования по характеристике особенностей роста побегов сосны обыкновенной, произрастающей в различных условиях техногенного воздействия. Так, при развитии растений в условиях хронического углеводородного загрязнения на протяжении многих десятилетий наблюдается достаточно интенсивный рост побегов 2 и 3 годов. При этом необходимо отметить, что достоверных различий между длинами побегов 2-го и 3-его года в июне, июле и августе обнаружено не было. В течение вегетации эти побеги увеличились в размерах в 1,5 раза. Что касается однолетних побегов, то здесь необходимо констатировать факт значительного замедления их роста. По всей видимости жесткие экологические условия нарушают нормальный ход роста молодых побегов. Показано, что в конце вегетации длина однолетних побегов достоверно не отличалась от показателей июня месяца.

В чуть менее жестких условиях хронического углеводородного загрязнения окружающей среды в г. Казань отмечен незначительный рост побегов 1-го, 2-го и 3-го годов у растений сосны обыкновенной. Показано, что нет достоверных различий между показателями длины побегов в начале и конце вегетационного периода. Установлено, что около автотрассы рост 2-х и 3-х летних побегов сосны обыкновенной характеризуется как незначительный в первой половине вегетационного периода, а к концу вегетации роста побегов вовсе не обнаружено. При этом однолетние побеги растут в течение всего сезона достаточно хорошими темпами, увеличиваясь в размерах более чем в 1,6 раза за летний период. Развитие побегов растений сосны обыкновенной в отдалении от автомобильной трассы характеризуется как весьма интенсивное. Следует отметить, что в наибольшей степени увеличиваются в размерах 1-летние побеги, длина которых за лето увеличивается в 2 раза. Размеры 2-х летних побегов за сезон увеличиваются в 1,7 раз, а 3-х летних – в 1,9 раз соответственно. Необходимо указать на тот факт, что среди всех исследуемых экотопов в течение вегетационного сезона длины побегов первых 3-х лет жизни увеличиваются в наибольшей степени и достигают максимальных размеров.

При произрастании в контрольных условиях заповедника отмечается постоянный рост побегов первого года в течение всего сезона, при этом рост 2-х и 3-х летних побегов в первой половине вегетации не отмечается. Лишь во второй половине вегетации прослеживается резкое увеличение линейных размеров побегов 2-го и 3-го годов жизни. Длина этих побегов за месяц увеличивается в 1,7 раза, что свидетельствует о резкой интенсификации обменных и ростовых процессах в растениях.

Условия произрастания, где обитает сона, сильно различаются и многолетние воздействия оставляют свой след в развитии растений, который ежегодно фиксируется в виде приростов стволовой древесины. Нами проведены исследования по определению приростов стволовой древесины сосны обыкновенной, произрастающей в различных типах лесорастительных условий. Результаты этих исследований представлены на рис. 2. Работы, проведенные в санитарно-защитных насаждениях г. Казани на расстоянии 0,2 км от ОАО «Казань-оргсинтез», позволили установить особенности накопления биомассы растениями сосны обыкновенной в условиях техногенного загрязнения. Показано, что в период после посадки в конце 40-х годов 20-го столетия в течение 30 лет наблюдалось постоянное увеличение значений приростов с 1,5 до 4,5 мм. В последующем за 20 лет этот показатель снизился более, чем в 2 раза и сегодня составляет 2,1 мм. Необходимо отметить, что наряду с относительно невысокими показателями приростов стволовой древесины сердцевинной гнили у растений не обнаруживается. В соответствии с особенностями загрязнения окружающей среды (аэротехногенное смешанное с преобладанием углеводородного) происходит развитие коры. Выполняя защитные барьерные функции, кора сосны обыкновенной развивается в наибольшей степени, и ее толщина составляет 6,5 мм.

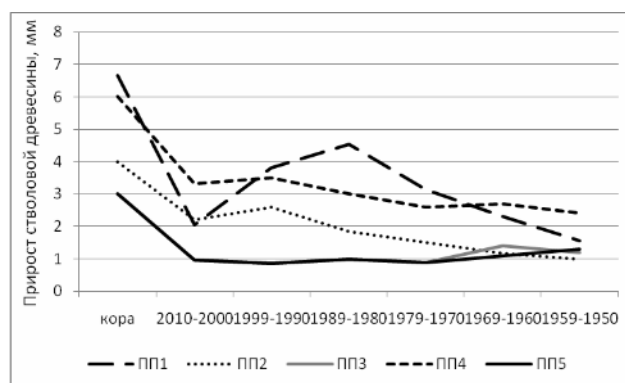


Рис. 2. Многолетняя динамика изменения приростов стволовой древесины сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) при произрастании на территории КИЦа

Показано, что ежегодный рост стволовой древесины сосны происходит весьма неравномерно. Так, в первые 25 лет жизни величина приростов сокращалась от 1,6 до 0,55 мм. Затем величина ежегодных приростов составляла около 1 мм с незначительными колебаниями в отдельные годы. Кора деревьев сосны обыкновенной характеризуется гораздо меньшей толщиной по сравнению с аналогичными показателями

для других биотопов и составляет около 3 мм. Анализируя керны сосны, отобранные в насаждениях на ПП№2, не выявлено ни одного образца с сердцевинной гнилью или какими-либо поражениями стволовой древесины.

Развитие растений сосны обыкновенной вблизи автодороги М7 характеризуется как удовлетворительное. Однако это утверждение, высказанное на основании визуальных наблюдений, не является верным. Серьезные коррективы вносят результаты исследований приростов стволовой древесины, основными из которых следует выделить невероятно сильно развитую сердцевинную гниль стволов растений, которая занимает у некоторых деревьев до 2/3 объема ствола. В связи с этим мы приводим данные приростов стволовой древесины за десятилетние периоды. Показано, что достоверных отличий между показателями 1950-1980-х годов нет. При этом в 90-е годы наблюдается некоторое увеличение показателей приростов стволовой древесины относительно предыдущих лет – до 2,6 мм. В первое десятилетие 21 века показатели приростов несколько снижаются относительно прошлого периода, при этом в целом достоверных различий не установлено. Толщина коры растений сосны обыкновенной сильно варьирует, при этом среднее значение данного показателя равняется 4 мм. На наш взгляд данные изменения зависят от интенсивности транспортного потока, который постепенно нарастал с середины 20 столетия, но, по всей видимости, не доставлял серьезных проблем растениям сосны обыкновенной. В то же время экономический кризис 90-х годов, когда объем грузоперевозок резко сократился, положительно отразился на приростах стволовой древесины. Сегодня мы констатируем факт постепенного снижения приростов стволовой древесины растений.

Развитие растений на ПП№4 характеризуется как относительно стабильное, о чем свидетельствуют данные об изменениях накопления биомассы стволовой древесины. Установлено, что в первые 15 лет жизни после высадки рост стволовой древесины происходит весьма равномерно – в пределах 1,5 мм в год с незначительным трендом увеличения. Затем отмечено резкое снижение приростов стволовой древесины в 3 раза с последующим увеличением до 1 мм (1975 г.). Величина прироста на уровне 1 мм сохраняется на протяжении 30 лет с незначительным увеличением в 90-е годы. Толщина коры растений сосны обыкновенной, произрастающих на ПП№4, составляет 3 мм. С момента посадки растений до 1995 г. величина приростов стволовой древесины изменялась в пределах 1,9-3,3 мм. Однако такая разница средних значений не позволяет нам

обсуждать изменения состояния приростов стволовой древесины ввиду отсутствия достоверных различий между показателями приростов всех исследованных лет. В последние годы (1999-2010) средние показатели приростов несколько увеличиваются, но благодаря большой вариабельности значений констатировать факт достоверного изменения не представляется возможным. Значения толщины коры растений сосны обыкновенной, обитающих в контрольных условиях, составляют 6 мм. Тем не менее, важным фактом является то, что среднее значение приростов стволовой древесины в контроле в 2 раза больше по сравнению с опытными участками – ПП№ 1-4.

Сосна обыкновенная успешно произрастает в составе естественных древостоев и участвует в зарастании техногенно трансформированных ландшафтов. Кроме того, благодаря высокой устойчивости и неприхотливости, сосна обыкновенная широко используется при создании санитарно-защитных насаждений в промышленных центрах и других территориях, нуждающихся в рекультивации. При проведении работ нами учитывались основные лесохозяйственные показатели, характеризующие исследуемые сосняки в наиболее полной степени – относительное жизненное состояние, плодоношение и естественное возобновление. Данные показатели, как известно, являются общепринятыми при анализе развития древостоев, т.е. при характеристике на популяционном уровне организации.

При оценке возобновительного процесса в культурах сосны обыкновенной, развивающихся в условиях хронического загрязнения в пределах КПЦ (ПП№1), было отмечено отсутствие мелкого и крупного подроста. Этот факт обусловлен мощным разрастанием травянистой растительности, а также слабым семеношением деревьев – на уровне 1-2 баллов. При характеристике древостоев сосны установлено, что средний диаметр деревьев составляет 12 см при высоте 10 м. Характерными признаками ослабления деревьев сосны обыкновенной является наличие большого количества мертвых сучьев на стволе (до 30%) и значительные повреждения ассимиляционного аппарата растений (диффузные хлорозные и некротические пятна, занимающие до 60% площади хвои), при этом густота кроны деревьев не превышает 40%. Внешних повреждений стволов нет, суховершинные деревья и сухостой в насаждении отсутствуют. Таким образом, относительное жизненное состояние (ОЖС) насаждений сосны обыкновенной характеризуется как «сильно ослабленное» и составляет 47,6%.

Насаждения сосны, произрастающие на ПП№2, были отнесены к категории «ослаблен-

ных» – ОЖС составляет 67,2%. Оценивая основные параметры насаждения, было установлено, что густота кроны деревьев составляет 70%, а повреждения хвои незначительны – до 20% (преобладающим является наличие хлорозных пятен). Следует отметить, что в насаждении имеются суховершинные деревья, а также деревья, на стволах которых имеются морозобойные трещины. Количество мертвых сучьев на стволах достаточно высокое – до 40%. Высота деревьев – 15 м при среднем диаметре ствола 14 см. Плодоношение исследованных особей сосны характеризуется как слабое на уровне 2 баллов. Процесс естественного возобновления сосны идет неудовлетворительно, что связано с условиями произрастания, возрастом насаждений (60 лет) и особенностями плодоношения. Так, в пределах ПП№1 отмечается до 200 шт./га особей мелко-го подростка семенного происхождения.

Формирующиеся древостои с участием сосны обыкновенной около автомагистрали (ПП№3 и ПП№4) представляют собой разновозрастные монокультуры. Для сосен, произрастающих на ПП№3, характерным является наличие очень слабого плодоношения лишь единичных особей – 0-1 балл. При этом зарастание прилегающей территории с участием сосны обыкновенной идет весьма интенсивно, несмотря на незначительное количество подроста сосны – до 20 шт./га мелкого и 15 шт./га крупного подроста семенного происхождения. Растения, развивающиеся на ПП№4, характеризуются гораздо более значимым плодоношением и, как следствие, возобновлением. Уровень плодоношения отдельных растений, произрастающих на ПП№4, соответствует 5 баллам, а в среднем для насаждения 3-4 балла. Развитие лесного сообщества определяется количеством подроста древесных растений, основная роль которого помимо березы бородавчатой принадлежит сосне: количество мелкого подроста составляет 500 шт./га и 200 шт./га – крупного.

ОЖС растений сосны, произрастающих на ПП№4 и ПП№3 составляет 77,8% и 66,4% соответственно, таким образом, насаждения относятся к категории «ослабленных». Растения сосны, произрастающие на ПП№4, характеризуются следующими показателями: высота растений 12 м, диаметр ствола 12 см, густота кроны 70%, количество мертвых сучьев на стволе 20%. Аналогичные показатели для растений сосны, развивающихся на ПП№3, значительно ниже по сравнению с ПП№4 и составляют: высота до 5 м, диаметр ствола 8 см, густота кроны 50%, количество мертвых сучьев на стволе 30%. Основными признаками ослабления растений являются внешние повреждения

стволов и хвои, выражающиеся в появлении некротических пятен, занимающих более половины от всей площади хвоинки при произрастании на ПП№4 и появлении концевых хлорозов и некрозов, размеры которых не превышают 30% от общей площади хвоинки при развитии на ПП№3.

ОЖС насаждений сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) при произрастании в условиях контроля характеризуется как «ослабленное», приближающееся к «здоровому» – показатель ОЖС составляет 78,6%. Основной причиной ослабления сосняков является повышенное количество мертвых сучьев на стволе до 20% при этом внешних признаков повреждения побегов нет, а на поверхности ассимиляционных органов обнаружены ожоговые пятна, площадью не более 10% от общего размера хвоинки, при густоте кроны не более 50%. Средний диаметр стволов деревьев сосны составляет 22 см, а высота деревьев – 24 м. Характеризуя плодоношение растений сосны, произрастающей в пределах ПП№5, было установлено, что данный показатель составляет 2-3 (иногда 4 балла. Вместе с тем результаты анализа естественного возобновления показали, что сосна возобновляется довольно интенсивно и количество мелкого подроста составляет до 1200 шт./га при этом в категорию крупного подроста переходит значительно меньшее количество растений – не более 30% (до 400 шт./га).

Выводы: ростовые процессы более интенсивно осуществляются у растений, в наименьшей степени подверженных негативному воздействию. Это утверждение относится к росту ассимиляционных органов, побегов и ствольной древесины. Повреждения растений фиксируются в виде появления некротических и хлорозных пятен на хвое, а также сердцевинной гнили древесины. Для хвои сосны характерным является сокращение сроков жизни хвои до 3 лет. Установлено снижение приростов ствольной древесины при одновременном увеличении толщины коры. Данные изменения носят адаптивный характер и направлены на снижение концентрации токсикантов внутри организма. Использование насаждений, произрастающих в санитарно-защитной зоне г. Казани, а также вдоль автомагистрали М7 «Москва-Казань-Уфа», в значительной степени затруднено вследствие слабого их развития. Насаждения, развивающиеся на ПП№2 и ПП№4, могут использоваться населением в исключительных случаях при заготовке древесины, кроме сплошных рубок главного пользования в промышленных масштабах. Наибольшим ресурсным потенциалом обладают сосняки биосферного заповедника, однако их использование регламентируется природоохранным законодательством Российской Федерации.

Исследования проводились в рамках выполнения проектов РФФИ №08-04-97017-р; АН РБ №40/35-П и НИР №1.4.09 по тематическому плану МОН РФ проведения фундаментальных исследований «Адаптация древесных растений и экологическое обоснование лесовосстановления нарушенных ландшафтов».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Алексеев, В.А. Некоторые вопросы диагностики и классификации поврежденных загрязнением лесных экосистем // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. – Л.: Наука, 1990. С.38-54.
2. Василенко, В.Н. Мониторинг загрязнения снежного покрова. – Л., 1985. 181 с.
3. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2009 году». – Казань, 2010. 328 с.
4. Кулагин, А.А. Реализация адаптивного потенциала древесных растений в экстремальных лесорастительных условиях: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Тольятти, 2006. 40 с.
5. Кулагин, А.А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей / А.А. Кулагин, Ю.А. Шагиева. – М.: Наука, 2005. 190 с.
6. Одум, Ю. Экология. Перевод с англ. – М.: Мир, 1986, Т. 1. 328 с.
7. Плохинский, Н.А. Биометрия. – М.: Изд-во МГУ, 1970. 367 с.
8. Свирежнев, Ю.М. Устойчивость биологических сообществ / Ю.М. Свирежнев, Д.О. Логофет. – М.: Наука, 1978. 352 с.
9. Сукачев, В.Н. Программа и методика биогеоэкологических исследований. М.: Наука, 1966. 333 с.
10. Шилова, И.И. Геохимическая трансформация почв и растительности в районах функционирования предприятий цветной металлургии / И.И. Шилова, А.К. Махнев, А.И. Лукьянец // Экологические аспекты оптимизации техногенных ландшафтов. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984. С.14-32.
11. Chiras, D.D. Rangeland, Forest, and wilderness: Preserving Renewable Resources // Environmental science: action for a Sustainable Future. Third edition. The Benjamin/Cummings Publishing company, inc. 1991. P. 190-209.
12. Environment: a challenge for modern society / L.K. Calbwell. Published for American museum of natural history. The natural history press garden city. New York, 1970. 292 p.
13. Smith, W.H. Air pollution and forest. Interaction between air contaminants and forest ecosystems. New York et al., Springer, 1981. 379 p.

ESTIMATION OF PINE ORDINARY (*PINUS SYLVESTRIS* L.) FOREST STANDS CONDITION WITHIN KAZAN INDUSTRIAL CENTRE

© 2011 R.H. Bikmullin¹, R.H. Yamaleev¹, A.A. Kulagin²

¹ Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla, Ufa

² Institute of Biology Ufa Science Center RAS

It is shown that growth processes of needles, runaways and deckman wood are more intensively carried out at the plants least subject to negative influence. Damages of plants are fixed in the form of occurrence the necrosis and chlorosis stains on needles, and also central wood decayed. For pine needles reduction of terms of life of needles till 3 years is characteristic. Decrease in deckman wood is established at simultaneous increase in bark thickness. The given changes have adaptive character and are directed on concentration of toxicants decrease in an organism.

Key words: *pine ordinary, condition estimation, industrial center*

Ramis Bikmullin, Minor Research Fellow. E-mail: eco-centr@mail.ru

Ralif Yamaleev, Candidate of Biology, Research Fellow. E-mail: eco-centr@mail.ru

Andrey Kulagin, Doctor of Biology, Professor, Main Research Fellow. E-mail: kulagin-aa@mail.ru