

МОРФОЛОГИЯ ЛИСТЬЕВ И ПОБЕГОВ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО (*QUERCUS ROBUR* L.) В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (НА ПРИМЕРЕ УФИМСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА)

© 2012 К.З. Зиятдинова¹, Р.В. Уразгильдин¹, А.В. Денисова²

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Биологии УНЦРАН

²НОУ средняя школа Альфа

Поступила 15.03.2012

В статье рассмотрено влияние промышленного загрязнения на изменение морфологических параметров листьев и побегов дуба черешчатого.

Ключевые слова: морфология листа, устьичный индекс, длина жилок, прирост побегов, техногенное загрязнение, адаптация.

Техногенез определяется как процесс изменения природных комплексов под воздействием производственной деятельности человека. Наиболее значимым последствием этой деятельности является загрязнение окружающей среды разнообразными химическими веществами [3]. У большинства растений отсутствуют какие-либо специальные приспособления для защиты от губительного действия токсичных газов и значительную роль в обеспечении устойчивости растений к условиям загрязнения окружающей среды играют преадаптации [5, 6]. Загрязнение окружающей среды токсикантами оказывает негативное влияние на рост и развитие древесных растений, процессы фотосинтеза, дыхание и т.д. Наиболее опасные для растений газообразные вещества – двуокись серы, соединения фтора, хлора, аммиака, окислы азота, сероводород, уксусная кислота, пары ртути, хлористый водород, окись углерода. Отмечается, что находящиеся в зоне хронического загрязнения растения подвергаются мутациям, которые передаются наследственно [7].

Вместе с тем древесные растения являются эффективным средством снижения загрязнения окружающей среды промышленными выбросами [4, 5, 9]. Ассимиляционная поверхность растений – это показатель, от которого зависит производительность фитоценоза [14]. Загрязнение воздуха вызывает у растений усиление ксероморфности строения листьев, что способствует повышению газоустойчивости [7]. Растения, как продуценты экосистем, в течение всей жизни, привязанные к локальной территории и подверженные влиянию двух сред – почвенной и воздушной, наиболее полно отражают весь комплекс воздействий на систему. Наглядными морфометрическими показателями состояния древесных популяций являются: длина и ширина листовой пластинки, длина черешка, площадь листовой поверхности, отражающие все многообразие действующих факторов [7, 12].

Исследования древесных растений, произраста-

ющих в условиях городской среды, показали преимущества ксероморфной структуры листа. Все они экологически целесообразны в условиях задымленной атмосферы [7].

Отмечается, что фитотоксичные газы нарушают рост и развитие растений и могут вызывать неоднократную смену листьев, вторичный рост побегов, а иногда и вторичное цветение [5, 6]. Н.П.Красинский [5] выделил особый вид газоустойчивости – биологическую газоустойчивость, которая выражается в быстром восстановлении пораженных облиственных побегов.

Количественное определение длины жилок листа и устьиц позволяет установить морфолого-биологическое различие сопоставляемых видов растений [2]. Длина жилок тесно связана с целым комплексом признаков листа и может служить для этого комплекса информативным показателем. Если длина жилок выражается величиной, характерной для ксерофита, то, как правило, и другие ткани этого листа имеют ксероморфное строение [14].

Формирование устьиц происходит последовательно и осуществляется в течение значительного периода роста и развития листа [10]. Формирование определенной плотности устьиц на единицу поверхности листа связано прежде всего с обеспечением и регулированием газообмена и транспирации, направленных на оптимальную продуктивность фотосинтеза растений в данных условиях. Адаптации растений в этом отношении имеют видовую специфику [6, 9]. В засушливых условиях для нормального функционирования растению необходимо обеспечивать ускоренное поступление в лист воды и питательных веществ и одновременно поддерживать оптимальную температуру ассимиляционных органов за счет увеличения интенсивности транспирации. Достижение оптимума указанных процессов происходит путем увеличения густоты сети жилок и длины их на единицу поверхности листа, а проведение больших количеств паров, образующихся в тканях листьев, обеспечивается увеличением количества устьиц на единицу площади пластинки [12]. Указанные механизмы, за неимением специальных приспособлений, используются растениями для обеспечения устойчивости

Зиятдинова Клара Забировна, аспирант, e-mail: klara-29@mail.ru; Уразгильдин Руслан Вилсович, к.б.н., доц., уч. секр., e-mail: ib@anrb.ru; Денисова Ангелина Владимировна, к.б.н., доц., учитель биологии НОУ средняя школа Альфа

к неблагоприятным техногенным факторам [3]. Обнаружена статистически достоверная связь между газоустойчивостью древесных растений и числом устьиц на 1 мм^2 поверхности листьев [4, 7]. Исследования показывают, что в целом для устойчивых к атмосферному загрязнению видов характерны большее число устьиц на 1 мм^2 поверхности листа и пониженная вентилируемость [14]. Отмечаемая в ряде случаев повышенная плотность размещения устьиц на листовой пластинке и уменьшенные их размеры являются следствием торможения роста клеток, вызванного неблагоприятными условиями, в том числе повышенной задымленностью воздуха [7]. Ряд исследований по газоустойчивости растений [4, 7, 9, 12] показывают, что черешки, жилки листьев, распутившиеся цветы, почки слабо повреждаются кислыми газами, так как эти органы не принимают заметного участия в фотосинтезе. Установлено, что кислые газы вызывают сильное вытягивание стеблей и уменьшение листовых пластинок [3], но условия произрастания почти не оказывают влияния на длину черешка листа [4].

Отмечено [6, 7] значительное изменение характера роста побегов в условиях постоянного действия нефтяных газов – прирост побегов может уменьшаться до 5 см. Токсичность нефтяных газов проявляется не столько в прямых ожогах, сколько в угнетении и нарушении нормального роста и формирования побегов, сопровождающихся деформацией и измельчением листьев и одревеснением побегов [6].

ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА И ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Район исследований находится в пределах Прибельской увалисто-волнистой равнины, являющейся частью обширных, сильно расчлененных текучими водами равнин Высокого Заволжья. Исследуемая территория расположена в центральной части Бельско-Уфимского междуречья, на западных, северо-западных и юго-западных склонах Бельско-Сутолокской антиклинали. Данная структура состоит из значительно приподнятых (от 150 до 370 метров) широких куполовидных складок [8]. Климат территории имеет переходный характер от умеренно-континентального к континентальному. Средняя годовая температура воздуха $+2,5 \text{ }^\circ\text{C}$. Средняя температура июля $+19,3 \text{ }^\circ\text{C}$, абсолютный максимум $+40 \text{ }^\circ\text{C}$. Среднегодовое количество осадков 419 мм. За вегетационный период обычно выпадает до 70 % осадков.

Почвообразующие породы представлены делювиальными и элювиально-делювиальными отложениями. Состав почвенного покрова представлен черноземом выщелоченным, черноземом оподзоленным, темно-серой лесной почвой и серой лесной почвой с различным механическим составом (главным образом тяжелосуглинистым и глини-

стым). Небольшими контурами встречается чернозем типичный [8].

Город Уфа является крупным промышленным центром Предуралья. Основные производственные предприятия, влияющие на экологическую обстановку города, располагаются в северной части города. Нефтехимический профиль производства обуславливают выброс в окружающую среду ряда токсикантов, концентрации которых превышают ПДК в несколько раз. Район исследований условно разделен на зону сильного загрязнения и условный контроль.

Объектом исследования являются древостои дуба черешчатого, произрастающие в пределах административных границ зеленой зоны г. Уфы и испытывающие на себе влияние промышленного загрязнения. На территории района исследований дуб представлен низкостелыми куртинами, отдельно стоящими деревьями, входит в состав липовых насаждений (до 5 единиц). Для исследования были взяты спелые отдельно стоящие деревья дуба.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор полевого материала для изучения морфологии листьев и побегов дуба проводилось в течение мая-августа 2010 года. Было заложено 2 временные пробные площади в условиях водораздельного плато в зоне сильного загрязнения и в зоне условного контроля. В последнюю декаду каждого месяца проводился сбор листьев (по 60 листьев с каждой пробной площади) из нижней части кроны с южной стороны деревьев с последующей гербаризацией. Из них выбирались 20 листьев средних размеров, для измерения следующих морфологических параметров: площадь листа (см^2), длина листа (см), ширина листа (см), длина черешка (см), количество устьиц ($\text{шт}/\text{мм}^2$), длина жилок ($\text{мм}/\text{мм}^2$). Прирост побегов измеряли на меченых побегах в полевых условиях (см).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ранее было показано [1, 10, 13] что усиление атмосферного загрязнения в условиях Уфимского промышленного центра у одних видов вызывает усиление ксероморфных черт в строении листовой пластинки (береза повислая, липа мелколистная, тополь бальзамический), а у других, напротив, ослабление ксероморфности (аборигенные виды тополей: черный и дрожащий).

У дуба черешчатого (Рис. 1) в конце вегетационного периода при усилении степени атмосферного загрязнения значительно уменьшается площадь листовой пластинки (с $53,8$ до $42,0 \text{ см}^2$). В течении вегетационного периода наблюдается незначительное уменьшение этого параметра в контроле (с $56,3$ до $53,8 \text{ см}^2$) и в зоне сильного загрязнения (с $49,7$ до $42,0 \text{ см}^2$).

Длина листовой пластинки в конце вегетационного периода при усилении промышленного загрязнения незначительно уменьшается (с $13,2$ до

12,2 см). В течении вегетационного периода в контроле длина листьев увеличивается (с 12,5 до 13,2 см), а в зоне сильного загрязнения наоборот значительно уменьшается (с 14,1 до 12,2 см).

Ширина листьев в конце вегетационного периода при усилении загрязнения не изменяется (7,3 см). В течении вегетационного периода ширина листьев уменьшается как в контроле (с 7,5 до 7,3 см), так и в зоне сильного загрязнения (с 8 до 7,3 см).

Длина черешка при усилении загрязнения значительно уменьшается (с 9,1 до 4,6 мм). В течении вегетационного периода в контроле длина черешка увеличивается (с 6,7 до 9,1 см), а в условиях сильного загрязнения, наоборот, значительно уменьшается (с 5 до 4,6 см).

Длина жилок при усилении промышленного загрязнения незначительно увеличивается (с 148,4 до 157,2 мм/мм²). В течении вегетационного периода длина жилок в контроле уменьшается с 157,2 до 148,4 мм/мм², а в зоне сильного загрязнения, напротив, увеличивается (с 135 до 157,2 мм/мм²).

При усилении промышленного загрязнения количество устьиц практически не изменяется (уменьшается с 187 до 185 шт/мм²). В течении вегетационного периода наблюдается периоды увеличения и периоды снижения устьичного индекса во всех условиях, но к концу вегетации наблюдается увеличение этого параметра как в контроле (с 164 до 187 шт/мм²), так и в условиях сильного загрязнения (с 137 до 185 шт/мм²).

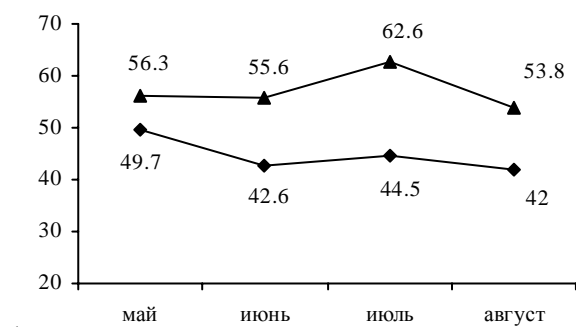
Установлено, что степень промышленного загрязнения практически не оказывает влияние на прирост побегов дуба черешчатого. Анализ прироста побегов показал незначительное отставание этого параметра в зоне сильного загрязнения от контроля (10 и 11 см соответственно). К концу вегетации наблюдается увеличение прироста побегов

от 5,5 до 11,0 см в контроле, и от 5,2 до 10, см в зоне сильного загрязнения.

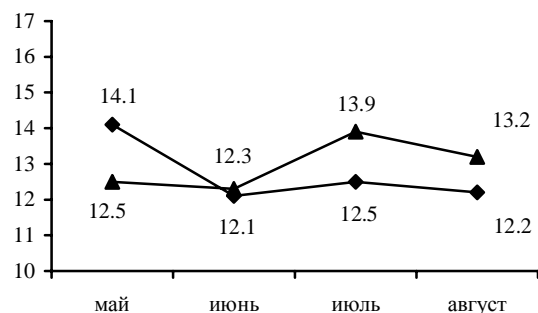
Таким образом, показана экологическая видоспецифичность дуба черешчатого по отношению к усилению промышленного загрязнения: усиление атмосферного загрязнения сопровождается усилением ксероморфности рассматриваемых параметров, за исключением устьичного индекса и прироста побегов. Данные изменения являются защитной адаптивной реакцией ассимиляционного аппарата в условиях техногенеза и по характеру адаптации ставят дуб черешчатый в один ряд с такими древесными видами района исследований, как береза повислая, липа мелколистная, тополь бальзамический.

Характерные изменения параметров листовой пластинки в течении вегетационного периода указывают на наличие повторного облиствения крон в июне. Повторное облиствение оказывает существенное влияние на все рассмотренные параметры листовой пластинки и не влияет на характер прироста побегов.

Согласно предложенной методике оценки адаптивных реакций и адаптивных стратегий древесных растений в условиях техногенеза [15] исследованные параметры вегетативных органов дуба черешчатого проявляют следующие адаптивные реакции: площадь листа – активная, длина листа – умеренная, ширина листа – нейтральная, длина черешка – активная, количество устьиц – умеренная, длина жилок – нейтральная, прирост побегов – умеренная. Таким образом, на уровне исследованных вегетативных органов дуб черешчатый проявляет умеренную адаптивную стратегию к промышленному загрязнению. Аналогичной стратегией в условиях водораздельного плато Уфимского промышленного центра характеризуется липа мелколистная [15].



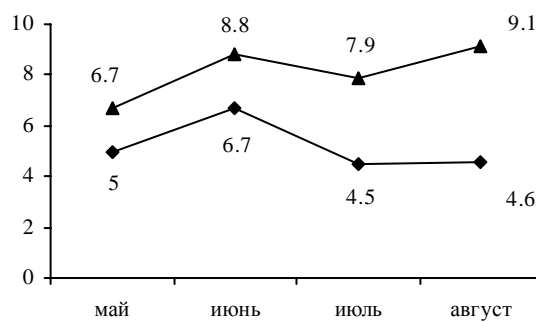
1



2



3



4

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бойко А.А. Дендрэкологическая характеристика березы повислой в условиях смешанного типа загрязнения окружающей среды Уфимского промышленного центра. Автореф. дисс. канд. биол. наук. Уфа, 2005. 24 с.
2. Боханова Н.С. Сравнительная оценка методов определения листовой поверхности древесных пород // Лесоведение. 1969. № 4. С. 58-63.
3. Гетко Н.В. Растения в техногенной среде: Структура и функция ассимиляционного аппарата. Мн.: Наука и техника, 1989. 208 с.
4. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растения. Киев: Наукова думка, 1978. 248 с.
5. Красинский Н.П. Озеленение промплощадок дымоустойчивым ассортиментом. М.: Наука, 1937. 87 с.
6. Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда. М.: Наука, 1974. 125 с.
7. Кулагин Ю.З. Газоустойчивость и засухоустойчивость древесных пород // Тр. Ин-та биологии Урал. фил. АН СССР. Свердловск. Вып. 43, 1965. С. 129-132.
8. Мукатанов А.Х. Почвенно-экологическое районирование Республики Башкортостан (почвенно-экологические округа) / Препринт. УНЦ РАН. Уфа, 1994. 33 с.
9. Николаевский В.С. Генетические и физиолого-биохимические аспекты устойчивости растений в техногенной среде // Промышленная ботаника: состояние и перспективы развития. Тезисы докладов республиканской научной конференции, посвященной 25-летию Донецкого ботанического сада АН УССР. Киев: Наукова думка, 1990. С.29-32.
10. Оскворидзе Т.Д. Анатомическое строение листьев и хвои основных лесообразующих пород. Тбилиси: Мицнерба, 1975. 115 с.
11. Сейдафаров Р.А. Эколого-биологические особенности липы мелколистной в условиях техногенного загрязнения (на примере уфимского промышленного центра). Автореф. дисс. канд. биол. наук. Уфа, 2009. 24 с.
12. Смирнов И.А. Роль устьичного аппарата в формировании газовойносности древесных растений // Вестн. с.-х. науки Казахстана. 1986. № 10. С. 72-75.
13. Уразильдин Р.В. Эколого-биологическая характеристика тополей в условиях загрязнения окружающей среды (на примере Уфимского промышленного центра): Автореф. дисс. канд. биол. наук. Уфа, 1998. 22 с.
14. Эсау К. Анатомия растений. М.: Мир, 1969. 564 с.
15. Уразильдин Р.В. Классификация адаптивных стратегий древесных растений к техногенному загрязнению (на примере липы сердцевидной *Tilia cordata* Mill.) // Аграрная Россия. 2009. № Sp. С. 205-209.

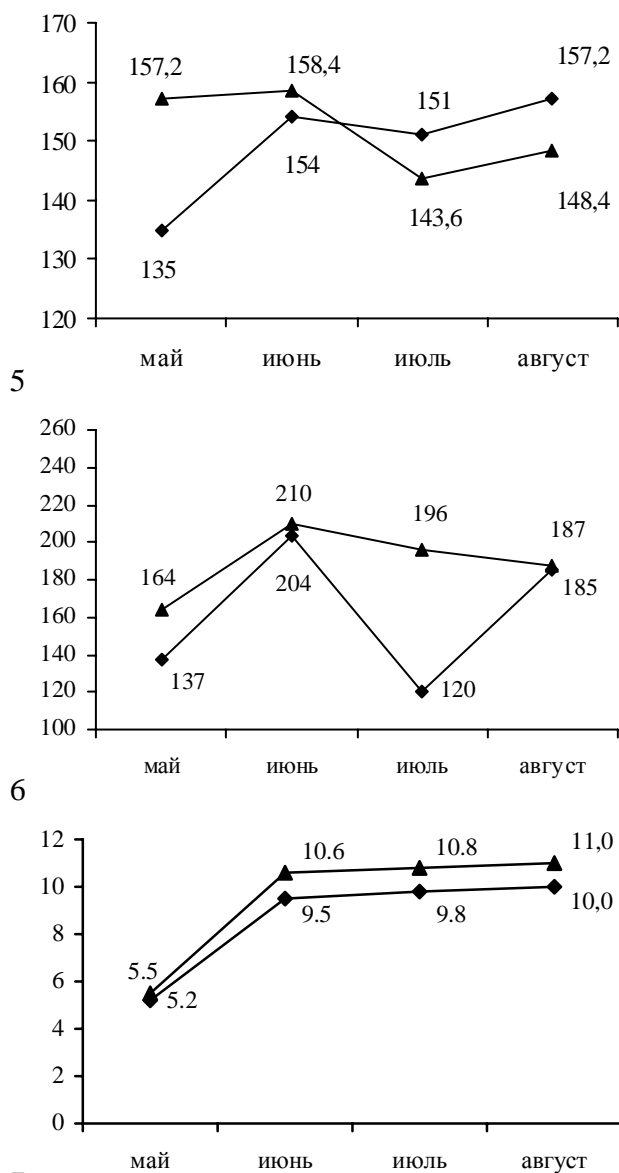


Рис. 1 Площадь листовой пластинки, см² (1), длина листьев, см (2), ширина листьев, см (3), длина черешка, см (4), длина жилок, мм/мм² (5), устьичный индекс, шт/мм² (6), прирост побегов, см (7) дуба черешчатого в Уфимском промышленном центре. Условные обозначения: ◆ – зона сильного загрязнения, ▲ – относительный контроль.

OAK (*QUERCUS ROBUR* L.) LEAVES AND SHOOTS MORPHOLOGY IN THE ENVIRONMENTAL POLLUTION CONDITIONS (ON THE UFA INDUSTRIAL CENTRE EXAMPLE)

© 2012 K.Z. Ziyatdinova¹, R.V. Urazgildin¹, A.V. Denisova²

¹Federal state budgetary establishment of science Institute of Biology Ufa scientific center of Russian Academy of Sciences
²NEE high school Alpha

Oak leaves and shoots morphological parameters changes under industrial pollution influence is considered in article.

Key words: leaf morphology, stomata index, vein length, shoots growth, industrial pollution, adaptation

Ziyatdinova Klara Zabirovna, post-graduate student, e-mail: klara-29@mail.ru; Urazgildin Ruslan Vilisovich, candidate of biology, docent, scientific secretary, e-mail: ib@anrb.ru; Denisova Angelina Vladimirovna, candidate of biology, docent, teacher of biology of NEE high school Alpha