

АДАПТАЦИОННЫЕ РЕАКЦИИ АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ (*TILIA CORDATA* MILL.) В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕНЕЗА (НА ПРИМЕРЕ УФИМСКОГО И СТЕРЛИТАМАКСКОГО ПРОМЫШЛЕННЫХ ЦЕНТРОВ)

Статья посвящена морфологическим особенностям ассимиляционного аппарата липы мелколистной всех классов возраста в условиях нефтехимического и полиметаллического загрязнения Уфимского и Стерлитамакского промышленных центров. Показано, что в условиях нефтехимического загрязнения наблюдается в целом увеличение количества устьиц, в условиях полиметаллического – уменьшение. Относительная длина жилок в целом уменьшается при усилении загрязнения вне зависимости от типа техногенных условий. Проанализировано адаптационное значение данных изменений.

Ключевые слова: техногенез, нефтехимическое загрязнение, полиметаллическое загрязнение, ассимиляционный аппарат, устьичный индекс, длина жилок, газообмен, адаптации.

R.A. Seidafarov

ADAPTIVE REACTIONS OF THE SMALL-LEAVED LIME (*TILIA CORDATA* MILL.) ASSIMILATION APPARATUS IN THE CONDITIONS OF TECHNOGENESIS (ON THE EXAMPLE OF UFA AND STERLITAMAK INDUSTRIAL CENTERS)

The article is devoted to the morphological peculiarities of the assimilation apparatus of a small-leaved lime of all age classes in the conditions of petrochemical and polymetallic pollution in the Ufa and Sterlitamak industrial centers.

It is shown, that in the petrochemical pollution conditions there is an increase of the stoma number and in the conditions of polymetal pollution there is a reduction of them. The relative fiber length decreases in whole when pollution increases regardless of the technogenic condition type. The adaptive significance of these changes is analyzed.

Key words: technogenesis, petrochemical pollution, polymetallic pollution, assimilation apparatus, stomatal index, fiber length, gaseous interchange, adaptations.

Введение. На протяжении последних нескольких десятилетий ведутся работы по изучению роли растений в улучшении качества урбанизированной и техногенной сред обитания в связи с их способностью поглощать промышленные экссалаты и тем самым снижать их содержание в окружающей среде, прежде всего – в атмосферном воздухе [1, 3, 4, 6, 9, 10, 13, 15–17].

Лист является важнейшим с экологической точки зрения органом растительного организма, а значения устьичного индекса и длины жилок – одними из ключевых параметров для адаптации древесного растения к техногенным условиям [7].

На территории Республики Башкортостан произрастает свыше 30 % липняков России [11]. Ранее были исследованы эколого-биологические особенности листьев липы мелколистной приспевающего возраста в условиях Уфимского промышленного центра [17]. Однако характеристика других возрастов не была проведена. Данные же по г. Стерлитамаку полностью отсутствуют.

Цель и задачи исследования. Цель работы – изучение адаптационных реакций ассимиляционного аппарата липы мелколистной различного возраста в условиях техногенеза.

Для реализации поставленной цели решались следующие **задачи:**

1. Изучить влияние техногенного загрязнения на морфологические параметры ассимиляционного аппарата.
2. Охарактеризовать адаптационные реакции ассимиляционного аппарата липы мелколистной в различных типах загрязнения.

Методика исследования. Районами исследования служили Уфимский и Стерлитамакский промышленные центры Республики Башкортостан (рис. 1).



Рис. 1. Карта расположения районов исследования

Уфимский промышленный центр характеризуется нефтехимическим типом загрязнения окружающей среды с суммарным выбросом загрязняющих веществ – более 400 тыс. т ежегодно. В Стерлитамакском промышленном центре имеет место полиметаллический тип загрязнения с общим объемом ежегодных выбросов эксгалатов – более 300 тыс. т [5].

Основываясь на литературных данных [5, 12], каждый промышленный центр был условно разделен на две зоны – загрязнения и контроля. В обоих промышленных центрах в непосредственной близости от источников загрязнения и в зоне контроля (расстояние от источников загрязнения – более 30–35 км против направления господствующих ветров) была заложена сеть постоянных пробных площадей [12, 14].

Исследования проводились в течение 2008–2011 годов. Исследованы эколого-биологические особенности липы мелколистной шести классов возраста: молодняк (0–10 лет), жердняк (10–20 лет), средневозрастной (20–30 лет), приспевающий (30–40 лет), спелый (40–50 лет) и перестойный (старше 50 лет).

Методы исследований выбирались с учетом поставленных задач и имеющихся методических разработок.

Вначале были изучены основные таксационные характеристики древостоев (высота деревьев, диаметр, возраст). Высоту определяли высотомером, диаметр – мерной вилкой на высоте 1,3 м от уровня земли [17], возраст – стандартными дендрохронологическими методами [2]. На основе первичных таксационных характеристик в каждом классе возраста были выбраны 5–10 модельных деревьев, у которых собирались листья для морфологических исследований [8].

Оценка относительного жизненного состояния древостоев липы мелколистной проводилась по методике В.А.Алексеева (1990) [1].

Листья собирались в последнюю декаду каждого месяца с трех частей кроны в количестве 180 штук. Морфологические параметры ассимиляционного аппарата определялись на гербарном материале. Относительную длину жилок и устьичный индекс определяли на влажных микропрепаратах при стократном увеличении на световом микроскопе Carl Zeiss Jena (Germany) в трех условных плоскостях (апикальной, срединной и базальной) на абаксиальной стороне листа с последующим усреднением данных [8, 12].

Статистическую обработку данных проводили стандартными методами с использованием программы Excel-2007.

Результаты исследования

Уфимский промышленный центр (нефтехимический тип загрязнения)

Относительное жизненное состояние. Исследования показали, что липа мелколистная всех возрастов в условиях сильного загрязнения характеризуется как «сильно ослабленная» ($L_N=70,2-71,8\%$; L_N – индекс ОЖС), в условиях контроля – как «здоровая» (L_N – более 80 %). Степень поражения ассимиляционного аппарата – более 30 % в зоне загрязнения, в зоне контроля – менее 10 %. Количество мертвых ветвей – более 35 % в зоне загрязнения, в зоне контроля – менее 15 %. Следует отметить, что по мере взросления липы увеличение площади хлорозов и некрозов листовой пластинки не наблюдается. В то же время имеет место незначительное (на 5–7 %) увеличение количества мертвых сучьев после 40 лет.

Устьичный индекс. Данный параметр колеблется от 94,8 до 201,2 шт/мм² (рис. 2).

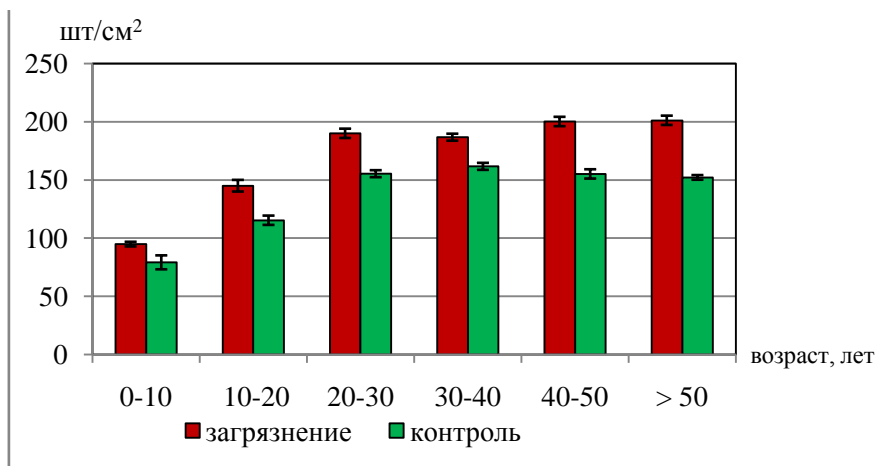


Рис. 2. Устьичный индекс листьев липы мелколистной в условиях Уфимского промышленного центра

Вне зависимости от возраста дерева происходит увеличение устьичного индекса. Наибольшая варибельность данного параметра характерна для деревьев приспевающего возраста. Указанная особенность может быть связана с тем, что при повышенном уровне загрязнения происходит нарушение газообмена листьев с окружающей средой. Большое же количество устьиц может служить средством улучшения регулирования интенсивности газообмена в условиях техногенеза.

Относительная длина жилок. Пределы колебаний относительной длины жилок составляют: 5,4–12,9 шт/мм² (рис. 3).

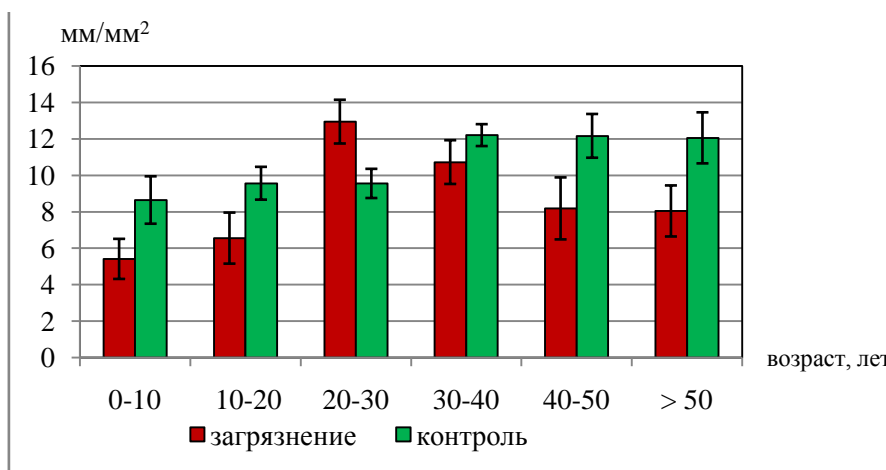


Рис. 3. Относительная длина жилок листьев липы мелколистной в условиях Уфимского промышленного центра

Установлено, что все возрастные категории, кроме приспевающего возраста, характеризуются уменьшением длины жилок на единице площади листа при усилении загрязнения. Это является защитным адаптационным механизмом к условиям техногенеза: при уменьшении количества жилок и их длины умень-

шается поступление поллютантов в лист и отток токсических веществ из периферии листовой пластинки к центральной жилке и, соответственно, в другие органы растительного организма.

Стерлитамакский промышленный центр (полиметаллический тип загрязнения)

Относительное жизненное состояние. Липа мелколистная в возрасте молодняка, жердняка и среднего возраста оценивается в зоне загрязнения как «ослабленная». Приспевающие и спелые деревья оцениваются как «сильно ослабленные» ($L_N=32,8-43,4\%$). В зоне контроля все изученные древостои оцениваются как «здоровые». Густота кроны в целом несколько больше 60%. Стволы удовлетворительно очищаются от мертвых сучьев по сравнению с условиями водораздела (33,2%).

Устьичный индекс. Данный параметр колеблется от 65,1 до 207,6 шт/мм² (рис. 4).

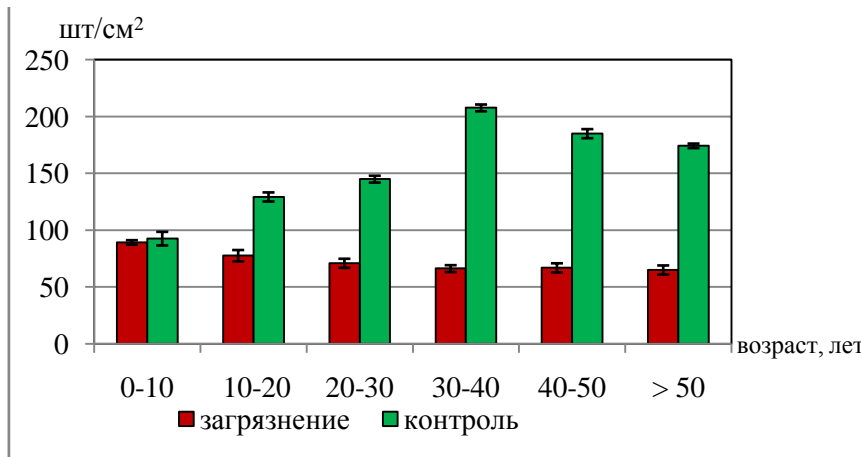


Рис. 4. Устьичный индекс липы мелколистной в условиях Стерлитамакского промышленного центра

При усилении загрязнения наблюдается существенное уменьшение устьичного индекса всех возрастных категорий, начиная с жердняка. Устьичный индекс молодняка практически неизменен в обеих зонах загрязнения. Уменьшение значений устьичного индекса можно рассматривать двояко. С одной стороны, это приводит к ухудшению газообмена между листьями и окружающей средой. С другой стороны, возможно, это является защитной реакцией, направленной на уменьшение поступления токсикантов в лист и сохранение влаги в листьях. В то же время содержание загрязнителей в листьях увеличивается по мере взросления [16]. Соответственно, можно предположить, что поглощение поллютантов ассимиляционным аппаратом в условиях Стерлитамакского промышленного центра определяется в большей степени работой кутикулярного слоя листа.

Относительная длина жилок. Пределы колебаний относительной длины жилок составляют: 5,4–11,2 шт/мм² (рис. 5).

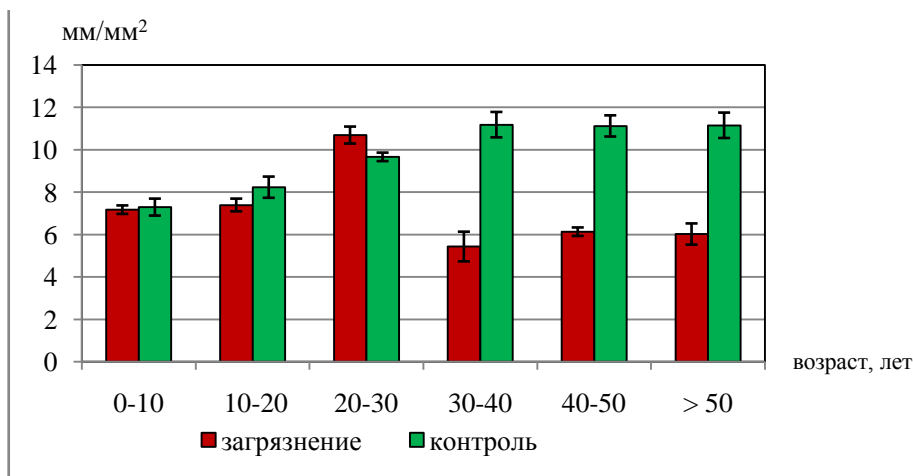


Рис. 5. Относительная длина жилок листьев липы мелколистной в условиях Стерлитамакского промышленного центра

В то же время для деревьев, относящихся к группе молодняка и жердняка, отмечено незначительное уменьшение длины жилок при усилении загрязнения. Установлено, что средневозрастные деревья характеризуются увеличением длины жилок на единицу площади при увеличении загрязнения. Данная особенность может быть связана с усиленным оттоком токсиантов из листьев в корни в этот период времени. Для растений данной возрастной группы наблюдается наибольшее уменьшение содержания многих металлов в листьях к концу вегетации и увеличение их концентрации в корнях [16]. Для деревьев старше 30 лет снова обнаруживается угнетающее влияние поллютантов на анализируемый параметр.

Выводы

1. Впервые для Башкирского Предуралья получены количественные данные, характеризующие эколого-биологические особенности ассимиляционного аппарата липы мелколистной всех классов возраста в условиях нефтехимического и полиметаллического загрязнения.

2. Установлено, что относительное жизненное состояние древостоев липы в условиях нефтехимического загрязнения характеризуется как ослабленное. Не наблюдается также ухудшения жизненного состояния по мере взросления деревьев. Для полиметаллического загрязнения отмечено существенное ухудшение жизненного состояния при усилении загрязнения, отмирание большого количества деревьев старше 30–40 лет.

3. Влияние различных типов загрязнения на устьичный индекс различно. Так, в условиях Уфимского промышленного центра наблюдается в целом увеличение количества устьиц, в условиях Стерлитамакского промышленного центра – уменьшение.

4. Относительная длина жилок в целом уменьшается при усилении загрязнения. Исключение составляют средневозрастные деревья в условиях полиметаллического загрязнения.

Литература

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. Ваганов Е.А., Шашкин А.В. Роль и структура годичных колец хвойных. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – 232 с.
3. Гетко Н.В. Растения в техногенной среде: структура и функция ассимиляционного аппарата. – Минск: Наука и техника, 1989. – 208 с.
4. Гиниятуллин Р.Х. Среодоочищающие функции тополя бальзамического и березы повислой в условиях промышленного загрязнения // Лесной вестник. – 2010. – № 5. – С.10–14.
5. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Башкортостан в 2009 году. – Уфа: АДИ-Пресс, 2009. – 301 с.
6. Зайцев Г.А., Беляев Н.С. Строение корневых систем сосны обыкновенной в условиях Стерлитамакского промышленного центра // Мат-лы Всерос. очно-заоч. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. памяти В.И. Михайлова в связи с 70-летием со дня рождения. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. гос. пед. ун-та, 2011. – С. 121–124.
7. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растения. – Киев: Наукова думка, 1978. – 246 с.
8. Клейн Р.М., Клейн Д.Т. Методы исследования растений. – М.: Колос, 1974. – 527 с.
9. Красинский Н.П. Дымоустойчивость растений и дымоустойчивые сортаменты. – М.; Горький, 1950. – С. 9–109.
10. Кулагин Ю.З. Индустриальная дендрэкология и прогнозирование. – М.: Наука, 1985. – 117 с.
11. Леса Башкортостана / под. ред. А.Ф. Хайретдинова. – Уфа, 2004. – 400 с.
12. Методы изучения лесных сообществ / Е.Н. Андреева [и др.]. – СПб.: Изд-во НИИХимии, 2002. – 240 с.
13. Николаевский В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации. – М.: Изд-во МГУЛ, 1998. – 191 с.
14. Сукачев В.Н. Программа и методика биогеоэкологических исследований. – М.: Наука, 1966. – 333 с.
15. Ушаков А.И. Лесная таксация и лесоустройство: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГУЛ, 1997. – С. 54–55.
16. Сейдафаров Р.А. Аккумуляция металлов листьями и корнями липы мелколистной в условиях промышленного загрязнения // Экология мегаполисов: фундаментальные основы и инновационные технологии и школа для молодых ученых по экологической физиологии растений: мат-лы всерос. симп. – М.: Лесная страна, 2011. – С. 134.

17. Сейдафаров Р.А., Уразгильдин Р.В. Характеристика морфологических параметров листьев липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) в условиях промышленного загрязнения воздуха // Вестн. Оренб. гос. ун-та. – 2007. – № 75. – С. 309–311.



УДК 619:597.8

Л.Н. Афанаскина, Т.Я. Орлянская

СТРУКТУРНЫЙ ПОЛИМОРФИЗМ КЛЕТОЧНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ СЛОЕВ МОЗЖЕЧКА ЛЯГУШКИ ОСТРОМОРДОЙ (*RANA ARVALIS*) НЕКОТОРЫХ БИОТОПОВ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Исследована вариабельность морфометрических показателей нейронов и глиоцитов молекулярного, ганглионарного и зернистого слоев мозжечка лягушки остромордой, обитающей в биотопах с разной степенью вмешательства антропогенного фактора. Дана сравнительная оценка компенсаторно-приспособительным перестройкам на уровне глио-нейрональных популяций мозжечка переходной группы низших позвоночных животных, адаптирующихся к действию источников негативного воздействия на естественную среду обитания.

Ключевые слова: земноводные, антропогенные биотопы, мозжечок, клеточные популяции.

L.N. Afanaskina, T.Ya. Orlyanskaya

CELL POPULATION STRUCTURAL POLYMORPHISM OF THE MOOR FROG (*RANA ARVALIS*) CEREBELLUM LAYERS OF SOME BIOTOPES IN KRASNOYARSK REGION IN THE ANTHROPOGENIC IMPACT CONDITIONS

Morphometric parameter variability of the neurons and gliocytes of the molecular, gangliar and granular cerebellum layers of the moor frog that inhabits the biotopes with various degree of the anthropogenic factor interference is researched. Comparative estimation of the compensatory-adaptive alterations at the glio-neuronal population level of a cerebellum of the transition group of the lower vertebrate animals that adapt to the negative effect source influence on the natural habitats is given.

Key words: amphibians, anthropogenic biotopes, cerebellum, cellular populations.

Введение. Антропогенное загрязнение окружающей среды вызывает различные реакции у обитающих в этих условиях животных и требует всестороннего анализа их адаптивных возможностей [7]. Изменение условий существования приводит к активному включению интегративных систем, необходимых для поддержания оптимальных условий выживания и адаптации к новым трансформированным условиям [2].

Изучение адаптивных перестроек в структурах нервной системы на клеточном уровне с учетом поддержания стабильности белкового фонда и процессов внутриклеточной регенерации в норме и при техногенных воздействиях антропогенного фактора на природу имеет большое значение.

Центральная нервная система (ЦНС) представляет собой непрерывно работающий конгломерат нейронов, которые получают, анализируют, перерабатывают информацию и принимают конкретное решение. Нервные клетки окружены нейроглиальными клетками. Нервные и глиальные клетки очень плотно упакованы и между этими двумя типами клеток существует динамическое взаимодействие. Глиальные клетки влияют на состав жидкости вокруг нейронов, секретируют питательные вещества и трофические факторы во внеклеточное пространство [5].

Цель исследования. Провести сравнительный анализ реактивных перестроек гистологических нейроморфологических параметров на популяционно-клеточном уровне слоев мозжечка лягушки остромордой, обитающей в некоторых биотопах с относительно напряженным экологическим состоянием.

Материалы и методы исследования. Остромордая лягушка является фоновым видом на территории южной части Средней Сибири и заселяет все благоприятные для жизни биотопы: старицы, заливные и заболоченные луга, низинные болота, искусственные озера, пойменные леса, временные водоемы.