

## О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу **ЛЕГОЩИНОЙ ОЛЬГИ МИХАЙЛОВНЫ** “Адаптивные реакции и фитоиндикационная способность древесных растений в условиях техногенного загрязнения”, представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – Экология (биология)

**Актуальность темы.** Исследование адаптивного потенциала растений произрастающих в техногенной среде, занимает первостепенное значение в области охраны экологического состояния урбанозон России, в том числе и Кемеровской области, особенно г. Кемерово с широкой сетью промышленных зон расположенных в городской системе. В связи с этим возникает необходимость проведения работ направленных на выявление аккумулирующей способности древесных насаждений к загрязнителям и выделения экологически пластичных и устойчивых растений к экстремальным условиям. В связи с этим работа Легощиной О.М., представляет актуальность, поскольку соискатель рассматривает такие важные критерии как влияние выбросов предприятий промзоны и автотранспорта, расположенных в Центральной и Заводской районах г. Кемерово, на анатомо-морфологические особенности и устойчивость трех видов древесных растений используемых в озеленении города.

**Научная новизна.** О.М. Легощиной впервые проанализированы физиолого-биохимические, морфологические и анатомические особенности трех видов древесных растений - *Betula pendula* Roth, *Sorbus sibirica* Hedl., *Picea obovata* Ledeb., произрастающих в условиях урбанизированной среды г. Кемерово. С помощью корреляционного анализа проведена оценка адаптивных и негативных перестроек у данных видов, что позволило соискателю установить, что наиболее высоким адаптивным потенциалом среди них обладает *Betula pendula*. Более того установлена фитоиндикационная роль растений-аккумуляторов химических элементов загрязнений (серы и азота) вблизи промышленных выбросов, как индикаторов адаптации, что вносит значительную новизну в данной работе.

**Теоретическая значимость работы заключается в разработке рационального подхода** к улучшению экологического состояния на примере г. Кемерово путем всестороннего исследования аккумулирующей способности древесных растений, таких как *Betula pendula*, *Sorbus sibirica*, *Picea obovata* чаще используемых в озеленении и выявления среди них наиболее устойчивых.

**Практическая значимость** работы важна для экологов, специалистов охраны окружающей среды, инженеров зеленого строительства, поскольку оптимизирует и расширяет сведения в области экологического мониторинга урбанизированной среды городов Кузбасса, где в целом наблюдается высокий уровень промышленных предприятий расположенных в пределах городских систем, что сильно ведет к загрязнению экологического состояния.

**Степень достоверности результатов.** В работе О.М. Легощиной использованы традиционные анатомо-биохимические методики необходимые для проведения лабораторных и полевых исследований. Автором за период 2009-2013 гг. детально изучено влияние техногенного загрязнения промзоны г. Кемерово на изменчивость и устойчивость трех видов древесных растений. Это позволило соискателю определить и сравнить степень их устойчивости, выявить на примере *Sorbus sibirica* способность древесных растений метаболизировать бенз(а)пирен. Все это свидетельствует о достоверности полученных О.М. Легощиной экспериментальных данных. Все результаты, приведенные в работе, статистически обработаны, что определяет обоснованность трех основных положений, выносимых на защиту и выводов, подтверждающих научно-практический уровень полученных лично соискателем результатов, которые опубликованы в 19 печатных работах, 6 из которых входят в рекомендованные ВАК РФ рецензируемые издания, с индексированием трех в Scopus и Web of Science. Они докладывались лично соискателем на семи конференциях всесоюзного и регионального значения, обсуждались и получили одобрение ведущих специалистов.

**Структура диссертации.** Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы, включающего 171 источник, из них 29 на иностранном языке и 11 приложений, изложена на 144 страницах. Имеет 32 рисунка и 41 таблицу из них 31 в приложении.

**Первая глава** посвящена литературному обзору (стр. 8-18), в области исследования адаптивного потенциала древесных растений в условиях техногенеза на современном этапе и изложена последовательно и логично.

**В главе 2.** “Характеристика района исследований” (стр.19-32) четко проанализированы гидротермические условия проведения экспериментальной работы за 2009-13 гг. Более того соискателем не только представлены, но и проанализированы данные уровня загрязнения по годам наблюдений, которые оценены им как высокий (за 2009-11 гг., 2013 г.) и очень высокий (за 2013 г.) и связывает это с большим содержанием и

превышением ПДК бенз(а)пирена и диоксида серы в условиях городской среды, особенно Заводского района, г. Кемерово (рисунок 4). Для получения достоверных данных по оценке адаптивного потенциала Легощиной О.М. проведено моделирование загрязнения атмосферного воздуха промзоны, которая загрязняется от таких предприятий как Кемеровская ГРЭС, КОАО «Химпром», ОАО «Кокс» и усиленного автотранспортного движения и находится близко к жилым кварталам на границе Центрального и Заводского районов города. Для исследований выбраны 6 площадок наблюдений (ПН), расположенных в градиенте концентраций техногенных выбросов от промзоны (табл.2).

**Глава 3. “Объекты и методы исследования”** (стр. 33-38). В качестве объектов соискателем использованы древесные растения береза повислая, поникающая или бородавчатая (*Betula pendula* Roth), рябина сибирская (*Sorbus sibirica* Hedl.) и ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.). Кратко представлена их эколого-биологическая характеристика. За период с 2009 по 2013 гг. ею проанализировано 810 образцов для определения таких важных физиолого-биохимических показателей как интенсивность фотосинтеза, активность пероксидазы, содержание малонового диальдегида и фотосинтетических пигментов. Соискателем использованы морфо-анатомические и биохимические методы исследования на современном уровне, с применением статистической обработки экспериментально полученных данных.

**Глава 4. “Изучение физиолого-биохимических, морфометрических и анатомических особенностей древесных растений, произрастающих в градиенте техногенного загрязнения от промзоны г. Кемерово”** (стр.39-94) является основополагающей и ключевой в данной работе, где О.М. Легощина детально анализирует и сравнивает полученные собственные результаты оценки адаптивного потенциала трех видов древесных растений и приводит к тому, что их возможно использовать для индикации загрязнения атмосферного воздуха серо- и азотсодержащими выбросами.

Исследование активности пероксидазы у опытных растений в зоне влияния выбросов промышленных предприятий вполне обоснованно соискателем, поскольку пероксидаза принимает активное участие в физиологических и детоксикационных процессах устойчивости растений. Соискателем установлено, что ее активность различна у растений на видовом уровне, зависит от места их произрастания относительно степени отдаленности от загрязнения промзон, а также гидрометеорологических факторов в разные периоды вегетации. Ею выявлено, что на площадках наблюдений (ПН) 1 и 2, активность пероксидазы в листьях растений выше,

чем на ПН 6, который расположен в 6,5 раз дальше от близлежащих ПН. Причем Легощиной О.М. установлено, что у ели сибирской она в 2,34...3,1 раза выше по сравнению с березой повислой и рябиной сибирской и положительная корреляционная связь активности пероксидазы выражена у всех видов (стр. 45).

Уровень малонового диальдегида (МДА), который является одним из продуктов перекисного окисления липидов у растений, особенно произрастающих в условиях загрязнения среды тоже служит показателем ее состояния. Соискателем показано, что в хвое ели сибирской содержание МДА в среднем за годы наблюдений в 1,5-2,5 раза выше также вблизи промзоны. но процесс перекисного окисления липидов идет интенсивнее, чем в листьях листопадных пород. Далее Легощина О.М. проводит сравнение полученных данных относительно разных сезонов развития и устанавливает, что в более влажные вегетационные периоды (2010 г.) наблюдается наиболее меньшая интенсивность перекисного окисления липидов в хвое и листьях экспериментальных растений. Очень показательны данные представленные на рисунках 12, 13, 14 и 15, где в динамике представлено влияние погодных условий на содержание МДА в хвое ели сибирской и четко прослеживается его увеличение к августу месяцу на ПН1 и 2 вблизи промзон за 2010-13 гг.

Автор также вполне закономерно исследовал содержание хлорофилла а и б и их соотношения в хвое и листьях опытных растений и установил, что их показатели снижаются по мере приближения к промзонам в течении пяти лет изучения. Причем максимальное снижение хлорофилла а и б было в 2009 г, а минимальное в 2013 г. (только хлорофилла а). Соискателем выявлено, что содержание хлорофилла б в листьях и хвое у опытных растений меньше, чем хлорофилла а на всех площадках наблюдений. Сильная техногенная нагрузка тем самым способствует нарушению синтеза хлорофилла в ассимиляционном аппарате растений. Это и показано соискателем при определении соотношения хлорофилла а/б, которое повышалось вблизи промзон. Среднегодовое содержание хлорофилла а/б установлено у рябины сибирской, которое в течение вегетации увеличивается в июле-августе месяце за период 2009-2011 гг. (рис.18), в 2012-2013 гг. у ели сибирской, тем самым проявляют защитную реакцию на условия среды. При этом соискатель выявляет, что фотосинтетическая способность у изученных видов изменяется как в течение одного сезонного развития, в различные годы наблюдений (стр.57-58).

Соискателем установлено удлинение роста годичных побегов по годам, причем непонятно, почему у березы повислой и рябины сибирской оно происходило интенсивнее к зонам повышенного загрязнения, чем отдаленного участка ПН6. Однако же у ели сибирской этого не наблюдалось и на ПН2-5 побеги укорачивались. Рассмотрена тенденция снижения площади и массы (сухих и сырых) листьев и хвои вблизи промзон и эта зависимость достоверна (стр.65).

Известно, что анатомическое строение специализированных клеток листа сильно реагируют на воздействие атмосферных токсикантов. Поэтому Легощина О.М. вполне справедливо исследует и анализирует реакцию анатомических структур на влияние уровня загрязнения и выясняет, что оно влияет на снижение длины и площади хвои и уменьшения диаметра центрального проводящего пучка, который является основополагающим звеном в питании растений и подтверждает это достоверными отличиями от степени удаленности ПН от зоны загрязнения (табл.4). Автором выделены адаптивные признаки изменчивости анатомического строения, которые выражены в увеличении толщины эпидермы и эндодермы. Данные показатели несколько ниже у рябины сибирской, но они установлены соискателем, особенно, в четко выраженных тканях мезофилла - столбчатой и губчатой. У березы повислой выявлено меньше изменений в зависимости от факторов загрязнения по сравнению с другими видами, но они есть и составляют 17-22% относительно таких показателей как снижение размера ширины клеток нижнего эпидермиса и толщины кутикулы в ПН1 по сравнению с ПН6. Промышленные объекты в совокупности с автотранспортом усиливают загрязнение атмосферы серо- и азотсодержащими выбросами. Поэтому соискатель исследовал накопление общей серы в надземных органах данных объектов и установил видоспецифичность проявления этих показателей, которая в большей степени проявляется у березы повислой на ПН1 в сравнении с ПН6. В остальных ПН автор отметил варьирование и даже увеличение содержания общей серы, последнее также выявлено по содержанию общего азота у ели сибирской, что позволило ей эти культуры в системе-городской среды использовать для индикации загрязнения. Сравнение же данных содержания общей серы с расчетным показателем загрязнения атмосферы не показало зависимости между ними. Однако, О.М. Легощина, на примере рябины сибирской, установила, способность метаболизировать бенз(а) пирен, доказав это статистически и представив на рисунках 28-30, и использовать эту культуру в качестве индикации загрязнения воздуха и это значительный вклад данной работы. Более того соискатель попытался смоделировать загрязнение атмосферы бенз(а) пиреном на шести ПН и установил хоть и нелинейное распределение в зависимости от промышленных зон, но в целом по мере от их удаленности уменьшение данных на ПН6 по сравнению с ПН1, а показатели, которые установлены им выше на ПН2-5, по сравнению с ПН1 соискатель связывает с влиянием отопительных печей частного сектора находящегося вблизи и это вероятно вполне возможно.

Подводя итог своим исследованиям О.М.Легощина дает оценку адаптивного потенциала ели сибирской, рябины сибирской, березы повислой и отмечает видоспецифичность адаптационной способности анатомо-морфологических признаков по отношению к загрязнителям разного уровня и расположения в различной степени объектов исследования от промзон в урбанизированной среде. Соискатель на основании полученных результатов

устанавливает, что соотношение адаптивных перестроек, к негативным наибольшее у березы повислой (5/3), при этом отмечая, что средняя сила корреляций адаптивных перестроек ниже по модулю, чем негативных (табл.8), не поясняя почему. Сравнивая результаты, соискатель ставит на первое место по степени адаптивного потенциала березу повислую, далее ель сибирскую и рябину сибирскую. Положительно то, что О.М. Легощина в конце каждого раздела обобщает свои полученные данные и сравнивает их с литературными сведениями в этой области исследования. А также подтверждает достоверные корреляционные связи по всем исследованным показателям.

**Общие замечания по диссертационной работе.** По диссертационной работе имеется ряд замечаний, которые в целом не умаляют достоинства автора. Первое касается написания *Picea obovata* (стр.6, 7). Встречается повторение автора вида после первой ссылки, это делать нельзя. Написание г. Кемерово стр. 30, 31. с родовым словом не верно, склонение допускается только без родового слова. На стр. 40 результаты, приведенные в первом абзаце фактически повторяют сведения о показателе активности пероксидазы у березы повислой, ели сибирской и рябины сибирской предыдущего абзаца. Также общее замечание, поскольку соискатель работал по выявлению адаптационных возможностей с конкретными видами древесных растений, то в работе он должен постоянно писать его видовое название, или где-то в методике сделать ссылку о том, что в дальнейшем в работе он не будет упоминать видового названия (стр.40, 60, 86-88 и др.). Несмотря на то, что рисунки с 6 по 10 достаточно показательны по активности пероксидазы у отдельных видов по годам наблюдений, хотелось бы, чтобы соискатель показал хотя бы за один вегетационный период в сравнении показаний на одном рисунке показания всех трех изученных видов, а то на каждом рисунке разные годы и указаны гистограммы разных видов, что несколько затрудняет анализирование данных.

В целом, диссертация написана научным языком, хорошо отредактирована и иллюстрирована. Работа базируется на достоверном количестве исходных данных, со статистической обработкой всех параметров. На основании полученных результатов соискателем сделаны достоверные выводы, которые так и нужно было бы назвать, а не Заключение. В качестве пожелания можно было бы дать практические рекомендации для зеленого строительства по устойчивости данных пород в городской среде. Диссертация О.М.Легощиной является научно-исследовательской работой и выполнена на высоком научном уровне. В работе приведены оригинальные научные результаты, позволяющие

квалифицировать их как законченное научное исследование по адаптационной способности древесных растений в условиях г. Кемерово. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Диссертационная работа Легощиной О.М. “ Адаптивные реакции и фитоиндикационная способность древесных растений в условиях техногенного загрязнения”, соответствует требованиям п.9 “Положения о присуждении ученых степеней”, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, и ее автор, - Ольга Михайловна Легощина заслуживает присвоения ей искомой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – Экология (биология)

Официальный оппонент –

старший научный сотрудник лаборатории интродукции декоративных растений Центрального сибирского ботанического сада СО РАН,

доктор биологических наук

(03.00.05 – Ботаника),

старший научный сотрудник

Седельникова Людмила Леонидовна

e-mail: lusedelnikova@yandex.ru,

тел: (383) 339-97-94

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Центральный сибирский ботанический сад

Сибирского отделения Российской академии наук

630090, г. Новосибирск-90,

ул. Золотодолинская 101,

Тел: (383) 330-41-01, botgard@ngs.ru,

<http://www.csbg.nsc.ru>

Подпись Седельниковой Л.Л.

Заверяю

Начальник отдела кадров ЦСБС СО РАН

06.06.2018 г.



*Л.Л. Седельникова*  
*В.И. Куприянова*

/Куприянова В.И./