

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
НАУКИ

ИНСТИТУТ МОРСКОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

(ИМГиГ ДВО РАН)

На правах рукописи

Вацерионова Екатерина Олеговна

**ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННОЙ АКТИВНОСТИ ВУЛКАНОВ ОСТРОВА
КУНАШИР НА ВНУТРЕНнюю СТРУКТУРУ КОРЫ *SPIRAEA*
*BEAUVERDIANA***

Направление подготовки: 06.06.01 "Биологические науки"

Направленность: 03.02.01 – "Ботаника"

НАУЧНЫЙ ДОКЛАД ОБ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ
НАУЧНО-КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ (ДИССЕРТАЦИИ)

Научный руководитель:

Копанина Анна Владимировна,
кандидат биологических наук.

Южно-Сахалинск – 2020

Актуальность темы исследования

Сахалин и Курильские острова – геодинамически активные зоны, в которых реализуются процессы тектонических движений контактирующих литосферных плит, сопровождающиеся высокой сейсмичностью и вулканизмом. Формирование природных комплексов Сахалина и Курильских островов проходит в экстремальных и нередко стрессовых условиях, при которых целый ряд экологических факторов находится в значительной степени напряженности. Эти суровые условия во многом обусловлены активной геодинамической обстановкой. Одним из ключевых факторов, преобразующих ландшафт Курильских островов в целом и отдельные его компоненты, является деятельность магматических вулканов. Проявления современных вулканических процессов, трансформирующих в различной степени природную среду довольно разнообразны – это взрывная и эффузивная деятельность, сопровождающаяся пирокластическими и лавовыми потоками, пеплопадами, гидротермальная и фумарольная активность, сухие реки, и прочие.

В экстремальных условиях островных природных комплексов у древесных растений протекает сложный разнонаправленный процесс адаптации. Активная поствулканическая деятельность формирует ландшафты с особым комплексом экологических факторов (высокие температуры в почвах и приземном слое атмосферы, насыщенность токсичными для растений газами, повышенное содержание редких и рассеянных химических элементов) приводит к изменению физиологических процессов, регулирующих рост и развитие. Эти изменения находят отражение в структурных преобразованиях тканей стебля и структурной организации всего тела растения. Изучение структурных особенностей различных тканевых комплексов стебля древесных растений, в условиях высокой напряженности факторов среды представляет особый интерес. Наше исследование направлено на изучение структурного отклика древесных растений на изменение ключевых параметров экологических систем

островных территорий в условиях холодного умеренного и субарктического климата.

Мировой опыт изучения влияния геофизических явлений на древесные растения, в том числе вулканической деятельности с позиций дендрохронологических исследований, изложен в монографии F.H. Schweingruber [Schweingruber, 2007]. Структурные изменения древесины в результате воздействия вулканов выражены в формировании узких годичных колец, узкой поздней древесины, ложных годичных колец, уменьшение толщины клеточных стенок и увеличение доли паренхимы в поздней древесине. Дополнительных сведений о реакции тканей коры на действие каких-либо геофизических параметров среды и вулканической активности в литературе нет. Исследования, проводимые в лаборатории экологии растений и геоэкологии Института морской геологии и геофизики ДВО РАН являются пионерными (Еремин и Копанина 2012, Копанина и Еремин 2011, Копанина и др. 2015; Копанина 2019а, б) и показывают, что структурные изменения в коре древесных растений при вулканической деятельности имеют определенную специфику. Изучение структурного отклика древесных растений на экстремальные и стрессовые климатические и геологические условия островных экологических систем позволяют открыть возможность для выявления адаптивных черт внутренней структуры стебля древесных растений.

Цель исследования: выявление особенностей строения коры и отдельных ее тканей разновозрастных стеблей кустарника *Spiraea beauverdiana*, произрастающей в типичных условиях о. Кунашир и в условиях поствулканической активности кальдеры вулкана Головнина на острове Кунашир.

Достижение поставленной цели потребовало решения следующих **задач**:

1. Изучить особенности строения коры *S. beauverdiana* в типичных условиях.
2. Изучить особенности строения коры *S. beauverdiana* в условиях газогидротермальной активности на сольфатарном поле кальдеры вулкана Головнина.
3. Провести сравнительный анализ *S. beauverdiana* в различных экологических условиях.

Научная новизна

1. Дополнено описание структуры коры *S. beauverdiana* в типичных условиях для вида на острове Кунашир.
2. Впервые описана реакция тканей коры *S. beauverdiana* в условиях газогидротермальной активности на сольфатарном поле кальдеры вулкана Головнина.
3. Впервые были выявлены зоны аномального строения в структуре стебля в условиях газогидротермальной активности на сольфатарном поле кальдеры вулкана Головнина.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечивается корректным использованием методов обработки математической статистики общепринятых в биометрии (Зайцев, 1973). Анализ математической статистики проведенный на основе результатов, согласован и не противоречит ранее полученным результатам других авторов и другими методами.

Практическая значимость работы

Эколого-анатомические исследования древесных растений позволяют решать не только фундаментальные вопросы экологии, касающиеся природы взаимодействия растительного организма с геологической средой, его

физиологического и структурного ответа. Результаты наших исследований открывают также возможности для биоиндикации различных природных и техногенных систем по структурным признакам растений, т.е. для определения по состоянию растений степени загрязненности почв и воздуха токсичными веществами. Определенные перспективы имеются для практических приложений полученных нами результатов и в области вулканологии. Предполагается, что по степени выраженности структурных изменений растений, произрастающих на измененных вулканической деятельностью территориях, можно получить обоснованные оценки уровня современной вулканической активности.

Личный вклад автора

Автор изучила и проанализировала анатомическую структуру *Spiraea beauverdiana* на постоянных микропрепаратах изготовленных из образцов, собранных в фоновых условиях и в условиях гидротермальной активности вулкана Головнина. Автором лично выполнены измерения анатомических показателей вегетативных органов, тканей и клеток. Произведена биометрическая обработка результатов измерений и их интерпретация. Сформулированы выводы и оформлена научно-квалификационная работа.

Апробация работы Результаты исследований, изложенные в выпускной квалификационной работе, были представлены на международных и всероссийских научных мероприятиях, в том числе:

1. Всероссийская научная конференция с международным участием «Геодинамические процессы и природные катастрофы. Опыт Нефтегорска» (Южно-Сахалинск, 2015)
2. Научно-практическая конференция «Неделя инноваций Сахалинской области» 17-20 мая 2016

3. VI Сахалинская молодежная научная школа, природные катастрофы: изучение, мониторинг, прогноз. 3-8 октября 2016 г. Южно-Сахалинск, Россия.

4. Ботанический сад-институт Дальневосточного отделения Российской академии наук (БСИ ДВО РАН) Сахалинский филиал БСИ ДВО РАН VII Научная конференция с международным участием «Растения в муссонном климате: острова и растения» (Южно-Сахалинск, 2016)

5. IV (XII) Международная ботаническая конференция молодых ученых в Санкт-Петербурге (22–28 апреля 2018 г)

6. Всероссийская научная конференция с международным участием "Прибрежно-морская зона Дальнего Востока России: от освоения к устойчивому развитию", посвященной 20-летию Международной кафедры ЮНЕСКО «Морская экология» ДВФУ (8 - 10 ноября 2018 года Владивосток).

7. III Всероссийская научная конференция с международным участием «Геодинамические процессы и природные катастрофы» (Южно-Сахалинск, 2019)

8. IX съезд общества физиологов растений России всероссийская научная конференция с международным участием «физиология растений - основа создания растений будущего» (18-24 сентября 2019 года Казань, республика Татарстан, Россия)

9. Симпозиум “Анатомия растений: традиции и перспективы», посвященный 90-летию со дня рождения выдающегося российского анатома растений, профессора Людмилы Ивановны Лотовой (16–22 сентября 2019 г. Москва)

Всего по теме исследования опубликовано 9 работ, из них 1 – в журнале, входящем в перечень ВАК, 3 – тезисы материалов конференций и 5 статей в сборниках материалов всероссийских и международных конференций.

Структура и объем работы.

Структура работы определяется целью и задачами исследования, состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Работа изложена на 103 страницах, включает в себя 21 рисунок, 3 таблицы, 146 библиографических ссылок.

Структура научно-квалификационной работы

Научно-квалификационная работа состоит из четырёх глав.

В первой главе описано понятие стресса и основные группы факторов, которые способны вызвать его у растений. Дана краткая характеристика явления вулканизма и основных эруптивных событий и поствулканических явлений, под влиянием которых происходит трансформация почвенно-растительных компонентов ландшафтов. Показано, как вулканическая активность оказывает огромное влияние на формирование и динамику растительного покрова, порождая специфический комплекс факторов, свойственных только областям современного вулканизма. В результате чего, с приближением к очагам воздействия увеличивается частота влияния вулканогенных проявлений на растительность, возрастает количество воздействующих факторов и изменяются последствия этого влияния, о чем можно судить по степени повреждения фитоценозов и глубине их перестройки. Рассмотрены основные материалы о влиянии антропогенных и природных факторов на ксилему и флоэму древесных растений, а также структурные аномалии древесных растений, их типы (узорчатая древесина карельской березы, клены с древесиной «птичий глаз», «Сувель», «Ведьмины метлы», «Капы», «Рак» стволов и ветвей хвойных, «Галловая болезнь», аномальная древесина арктических кустарничков)

Во второй главе рассмотрены физико-географические условия района исследования. Дана краткая характеристика рельефа, кальдеры вулкана

Головнина, климатических и почвенных условий, внутренних вод и растительного мира острова Кунашир.

Третья глава посвящена описанию общей характеристики и методов отбора объекта в полевых условиях, методов лабораторных исследований (подготовка образцов и микросрезов к микроскопированию современными стандартными методами световой микроскопии) и методов статистической обработки на основе структурного экологического анализа древесных растений, который выполняется на основе классических аналитических подходов, принятых в ксилотомии, и в соответствии с современными рекомендациями Международной ассоциации анатомов древесины (The International Association of Wood Anatomists – IAWA).

В четвертой главе представлены результаты исследований. Глава состоит из трех разделов.

1. Первый раздел посвящен изучению строению коры *Spiraea beauverdiana* в типичных условиях острова Кунашир. Детально описана анатомия коры в норме (изменение тканей, клеток) в онтогенезе (1 до 15 лет).

2. Во втором разделе показано, что в условиях вулканических ландшафтов у растений реализуются сложные адаптационные стратегии. Формируется сложный разнонаправленный процесс адаптации у древесных растений. Современная поствулканическая деятельность вызывает не только количественные, но и качественные перестройки в стебле растения на протяжении всей его жизни. Показано описание структурных преобразований стебля *S. beauverdiana* на протяжении всего онтогенеза растения в экстремальных условиях кальдеры. Количественный подход при анализе структуры тканей стебля позволил дать детальную оценку показателей в каждом возрасте, выявить корреляционные связи между показателями. В стеблях кустарника всех возрастов (1–30 лет) выявлены структурные отклонения от нормального роста и зоны неспецифического аномального строения.

3. В третьем разделе проведен сравнительный анализ параметров образцов *Spiraea beauverdiana*, собранных в фоновых условиях и в условиях сольфатарного поля. Сравнительные исследования структуры коры разновозрастных стеблей *Spiraea beauverdiana*, собранной в условиях воздействия гидротермальных источников (Центральное Восточное сольфатарное поле вулкана Головнина) и в нормальных условиях (кустарниковый бамбучник в кальдере вулкана Головнина на значительном удалении от сольфатарного поля), позволили нам выявить ряд структурных особенностей.

Заключение

Изучен онтогенез коры *S. beauverdiana* в норме и под действием напряженных факторов кальдеры вулкана Головнина. Топография коры однолетних стеблей сложена следующими тканями (от поверхности стебля к его центру): эпидерма; кортекс, включающий колленхиму, основную паренхиму и эндодерму, перидерму, протофлоэмные волокна, первичная и вторичная флоэма. Возрастные перестройки коры заметны уже со второго года нарастания стебля – это процессы дилатации и облитерации. Также в онтогенезе древесных растений очень важное место занимает процесс того, как глубоко и как часто закладывается феллоген и тем самым формируя повторные перидермы. Это является ключевым моментом стратегии адаптации тонкокорых видов. У *S. beauverdiana* первый феллоген закладывается глубоко и ее можно отнести к тонкокорым.

Ширина коры *S. beauverdiana* меняется в зависимости от экологических условий и указывает на изменение функциональных признаков вида.

Определено, что гистологический состав коры разновозрастных стеблей *S. beauverdiana* в экстремальных условиях не отличается от таковой в типичных условиях. Реакция на действие экологических факторов вулканических ландшафтов выражается в изменении размеров тканей и клеток коры и характер их взаимодействия.

В условиях поствулканической активности кальдеры вулкана Головнина у *S. beauverdiana* формируются аномалии и отклонения структурной организации коры.

Крайним выражением структурных отклонений в условиях кальдеры у *S. beauverdiana* является формирование зон аномального строения коры в надземных и погруженных в почву стеблях. Эти зоны представляют собой участки разного размера. В молодых стеблях наиболее часто встречаются структурные аномалии перидермы, которые характеризуются большим количеством слоев феллемы и феллодермы. Ширина перидермы в аномальных участках шире в 2-3 раза, чем в фоновых условиях. Аномалии существенно изменяются в онтогенезе стебля. В зонах аномального строения количественные показатели перидермы (ширина тканей, число клеток в радиальном ряду) увеличиваются в 2-5 раза, а диаметры клеток уменьшаются в 2 раза.

Общими чертами в строении аномалий, которые прослеживаются на протяжении всего онтогенеза коры *Spiraea beauverdiana*, являются: шаровидная форма аномального тела, свилеватость волокнистых элементов, повышенная паренхиматизация и склерификация, снижение удельного объема проводящих элементов флоэмы. Формирование этих зон связано с нарушением в деятельности латеральных меристем стебля – феллогена и камбия

Отклонениями от нормальной структуры коры у *S. beauverdiana* является: уменьшение диаметра стебля, ширины коры, ширины перидермы, проводящей и непроводящей флоэмы. Уменьшается по сравнению с нормой общее число клеток в радиальном ряду в 1,5 раза, радиальный и тангентальный размеры ситовидных трубок в 1,5 раза и высота их члеников.

В возрасте 11–12 лет происходит погружение стволика в почву, но вертикальная ориентация его сохраняется. Внешние слои феллемы по всей окружности стебля начинают срываться, но еще сохраняются участки, в которых присутствует вся перидерма за весь период нарастания стволика.

Таким образом в экстремальных условиях кальдеры вулкана Головнина у *S. beauverdiana* имеет место геофитизация скелетных осей, как приспособление к сохранению пула почек возобновления и меристем – феллогена, камбия и верхушечной меристемы стебля. Мы полагаем, что это адаптация *S. beauverdiana* к экстремальным условиям среды (агрессивные парогазовые выбросы и др.).