



**XXVI ОТКРЫТАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ШКОЛЬНИКОВ ИМ. В.Е. ЗУЕВА ПО МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЙ ТЕМЕ
«ДИАЛЕКТИКА»**

МБОУ АКАДЕМИЧЕСКИЙ ЛИЦЕЙ ИМ. Г.А. ПСАХЬЕ

Текст доклада исследовательской работы по дисциплине «Биология»

на тему:

«Морфогенез кроны у 10-летних сеянцев кедра сибирского и кедрового стланика: опыт сравнительного анализа»

Выполнил: Горошкевич С. С.,
ученик 10 класса
МБОУ Академический лицей
им. Г.А. Псахье

Научные руководители:
д. б. н. Горошкевич С. Н.,
учитель биологии Сорокин В. А.

Томск 2020

Слайд 2

Подавляющее большинство хвойных, с которыми нам случается встречаться ежедневно, являются прямостоячими древовидными растениями. В роде сосна (*Pinus*) имеется всего два вида, относящихся к другой жизненной форме – стелющимся деревьям. Один из этих видов, кедровый стланик (*P. pumila*), имеет огромный ареал обитания в 6 млн. кв. км, 99% которого находится на территории России. Кедровый стланик занимает первое место среди 5-хвойных сосен по площади распространения. Мое знакомство с этим видом произошло летом 2019 на восточном побережье Байкала. Предлагаю и вам познакомиться с ним.

Слайд 3

Большая часть климатического ареала кедрового стланика – это субальпийский пояс гор и субарктика (в том числе, в резко континентальном и океаническом климате). То есть, вопреки фото на титульном слайде, на большей части области своего распространения, стланик сталкивается с суровыми климатическими условиями, в которых прямостоячие виды если и встречаются, то лишь в угнетенном и стерильном состоянии. Однако благодаря ряду морфологических особенностей, кедровый стланик буквально процветает в условиях сильнейших ветров и беднейших почв.

Слайд 4

Ключевым приспособлением стланика к окружающей среде, позволяющим ему выживать в условиях сильных горных ветров, низких температур и чрезвычайно сухого воздуха является способность его ветвей и ствола к пассивному и активному полеганию, что обеспечивает его стабильную зимовку под снегом. Пассивное обусловлено, собственно, жизненной формой стланца: на защищенных от ветра участках стланик формирует чашевидную крону из саблевидно изогнутых и «полегающих» стволов-ветвей, а на открытых – стелющуюся, при которой эти ветви прогибаются под действием ветра. Плагитропность также способствует максимальному использованию тепла от сильно прогреваемой при солнечной погоде поверхности субстрата. Способность к активному полеганию заключается в предзимнем полегании кроны стланика при стабильном понижении температуры до отрицательных значений. Механизм активного полегания известен лишь в самом общем виде.

Как уже было упомянуто, в естественной среде крона стланика состоит из множества стволов-ветвей, среди которых главный ствол, обычно, теряется. В связи с этим, во «Флоре СССР», например, кедровый стланик числится как ку-

старник. Чаще (и правильнее) его жизненную форму определяют как «стелющееся кустообразное дерево».

Погруженные в слой мха ветви и ствол стланика способны образовывать обширную систему придаточных корней, находящуюся в верхнем, самом питательном слое почвы.

Из-за наличия этой способности у стланика, его, зачастую, считают вегетативно бессмертным растением, «головные» части ветвей которого «омолаживаются» за счет образования придаточной корневой системы и продолжают рост при естественном отмирании более старой части кроны. Интересно, что у стланика не наблюдается снижения роста ветвей с возрастом, как это происходит у родственных ему прямостоячих видов

В природе кедровый стланик нашел свою экологическую нишу, в которой он с комфортом растет и размножается. Но адаптации кедрового стланика могут быть полезны и для западносибирского климата. Примеры успешной интродукции имеются и в Томской области. Очевидно, что кедровый стланик имеет полное право и возможность разнообразить флору родного нам края наличием в ней стелющихся хвойных, которые спокойно переносят тяготы сибирской зимы под покровом снега.

Слайд 5

Таким образом, кедровый стланик представляет собой интереснейший объект для исследования. Корректная идентификация жизненной формы и особенностей морфологии кедрового стланика имеет большое значение для полного понимания того, каким образом ему удастся выживать в тяжелейших условиях, а также для выяснения природы его адаптаций. Цель настоящей работы – внести посильный вклад в решение этих вопросов, проведя сравнительный анализ структуры кроны кедрового стланика и кедрового стланика на ранних этапах их онтогенеза.

Гипотезой в данном случае можно считать скромное предположение о том, что в таком раннем возрасте у видов имеются объективные морфологические различия, отражающие становление разных жизненных форм, обусловленных различными адаптациями организмов к их типичным условиям произрастания.

Слайд 6

Пропуск, возврат по мере необходимости

Слайд 7

Объект исследования – 10 летние саженцы кедра сибирского и кедрового стланика на научном стационаре «Кедр» ИМКЭС СО РАН в с. Курлек ТО. Семена были собраны экспедицией ИМКЭС СО РАН в 2009 г. В Северном Прибайкалье.

Слайд 8

Измерения и подсчеты проведены осенью 2019 г. на 10 типичных растениях каждого вида. Измеряли их высоту и диаметр ствола. Восстанавливали формирование системы ветвления и линейного роста всех осей с привязкой к каждому из 10 лет жизни саженцев.

Слайд 9

Очевидные габитуальные различия имеются у видов уже в 10-летнем возрасте. Стланик более приземист, имеет почти вдвое меньшую длину и на 40% меньшую толщину ствола, у которого, зачастую, уже в таком возрасте формируется характерный саблевидный изгиб (голубой цвет на фото). В относительно ортотропном положении находятся только приросты последних двух лет.

Более «кустовидный» вид стланика достигается за счет наличия у него в таком раннем возрасте ярко выраженных стволов-ветвей, или ветвей-лидеров, сопоставимых со стволом (зеленый цвет на фото). У боковых ветвей стланика отмечается пониженный угол отхождения от ствола, а также саблевидная изогнутость, обусловленная устремлением ветвей вверх, подобно основному стволу.

Слайд 10

Ветви-лидеры встречаются и в числе ветвей второго порядка (фиолетовый цвет), но это явление не имеет массового характера.

Слайд 11

На рисунке изображена погодичная динамика приростов главного ствола разных особей; синий график соответствует особям стланика, красный – особям кедра. До определенного момента виды развиваются почти одинаково, но, при-

росты кедра постепенно увеличиваются, а примерно с 2017 года, становятся заметно больше, при том, что приросты обоих видов увеличиваются.

Слайд 12

Количество закладываемых боковых ветвей претерпевает похожие изменения в ходе развития сеянцев (верхний рисунок). Увеличение количества латеральных побегов наблюдается у кедра (красн.) примерно с момента “скачка” приростов главного ствола, у стланика – не наблюдается (син).

Боковые ветви второго порядка (то есть, те, которые закладываются на первичных боковых ветвях) у кедра имеются на ветвях всех возрастов, при том, что на более молодых ветвях их заметно больше, чем на старых. У стланика почти все ветви второго порядка сосредоточены на стволах-ветвях. При этом, у стланика кол-во ветвей второго порядка, лишь незначительно (в среднем, на 2 ветви) отстает от кедра, а, в отдельных случаях, вовсе не отстает. Это, в том числе, обуславливает кустообразный вид стланика: более широкое распределение мелких ветвей в пространстве за счет наличия нескольких доминирующих осей.

Слайд 13

У кедра сибирского (правый рис.), как уже было ясно из фотографий, все без исключения ветви значительно отстают от главного ствола (подавление роста боковых ветвей главным стволом называется «апикальным доминированием»). У самых ранних ветвей кедра могут встречаться приросты в 70, 80 и даже 90% от прироста ствола, однако такие ветви либо подавляются со временем, либо вовсе погибают. У стланика (левый рис.), как уже было сказано, имеются сильные ветви, сопоставимые по длине со стволом (если точнее, с соответствующей им, одновозрастной частью). Доля их длины от длины соответствующей части ствола находится в диапазоне от 80 до 100% (зеленые точки на рисунке). Но большая часть ветвей стланика так же, как и у кедра, подчиняется апикальному доминированию (синие точки) и значительно уступает главному стволу, однако в числе первых ветвей, находящихся в первых трех мутовках, некоторые ветви преодолевают этот “барьер”, становясь уже упомянутыми ветвями-лидерами. То есть, у стланика наблюдается явление избирательности доминирования.

В этом возрасте у стланика насчитывается от 1 до 3 стволов-ветвей. Наряду с обычными безоговорочными лидерами иногда возникают «второстепенные» (оранжевые), закладываемые строго после главных. Если лидеров на одном растении несколько, то в одной мутовке они не закладываются. На одном растении могут сочетаться как главный и «второстепенный» лидеры, так и несколько главных. Возраст лидеров различен, некоторым – всего 3-4 года. Это обусловлено тем, что активное ветвление у разных растений начинается в разное время, но лидеры всегда возникают из числа первых ветвей.

Интересно, что в числе первых ветвей стланика встречаются промежуточные (желтые), не дотягивающие до лидеров, но, все же, имеющие относительно большие и слабо угасающие со временем приросты.

После образования лидеров, апикальное доминирование у стланика действует строго, причем, как видно из графика, молодые ветви имеют большую длину относительно соответствующей им части ствола, чем более старые. Это же явление наблюдается у кедра и объясняется “процентным” и “натуральным” угасанием боковых ветвей с каждым последующим приростом. Из графика и из сказанного выше очевидно, что для наиболее ранних ветвей стланика такого рода подавление действует мягче.

Слайд 14

Рисунки на слайде отражают изменение длины ветви относительно длины соответствующей ей части ствола с каждым годом. Разные графики соответствуют средним значениям для ветвей разного возраста. В рисунках не учтены «промежуточные» ветви стланика (чтобы «облегчить» рисунки) и ветви возрастом до 3 лет (в угоду достоверности).

Эти рисунки более наглядно иллюстрируют постепенное «подавление» ветвей главным стволом. У кедра подавление всегда жесткое. У его самых ранних ветвей, когда приросты ствола еще незначительны, могут встречаться большие приросты, но со временем эти ветви, как уже известно, подавляются или погибают.

Выявление четкой траектории развития ветвей-лидеров весьма затруднительно. Понятно лишь то, что они с самого начала дают значительные приросты, впоследствии сохраняют их, хотя и начинают несколько отставать от набирающего силу ствола.

Слайд 15

Теперь, когда известны особенности морфогенеза стланика в первые десять лет его жизни, можно начать проводить параллели с другими явлениями, известными науке. В литературе, например, встречается сравнение морфологии кедрового стланика с морфологией стланцевого экотипа кедра [1]. Дело в том, что при попадании в неблагоприятные условия (в основном, на верхней границе своего ареала, под пологом леса или на болотной почве), кедр сибирский формирует крону (на рисунке справа изображен пример болотной формы), очень похожую на крону стланика. У него наблюдается характерный изгиб ствола при пониженных длине и толщине, тенденция к формированию придаточной корневой системы и проявлению избирательности доминирования, то есть, образованию стволов-ветвей. Важно отметить, что кедр возвращается к привычной жизненной форме при переходе в благоприятные условия.

Слайд 16

В литературе также отмечается, что в кроне взрослого прямостоячего дерева (примерно с середины генеративного состояния) имеются черты морфогенеза, характерные для кроны стланика. В первую очередь, это избирательность доминирования. Внешне она проявляется в «закруглении» кроны в верхних ярусах (из-за обилия мелких ветвей и хвои, отдельные ветви-лидеры, как правило, слабо различимы). Следует также добавить про более яркое проявление избирательности доминирования: появление в середине кроны заметных, вертикально-ориентированных стволов-ветвей.

Эти идеи наталкивают на соответствующие предположения относительно происхождения стелющихся видов [1].

У кедра «закругление» кроны на генеративном этапе онтогенеза связывают с некоторой адаптивной стратегией: поскольку кедр, зачастую, растет в лесной полосе, по соседству с высокими прямостоячими деревьями, поэтому первоначальной задачей молодой особи является выход в верхний ярус леса и получение неограниченного доступа к солнечным лучам. Попав в идеальные условия, лучшие особи дают обильное потомство. Для реализации этой биологической миссии необходимо строгое апикальное доминирование. Когда кедр уже завоевал свое «место под солнцем», апикальное доминирование притупляется и порождает уже описанные особенности. На этом этапе важнее расширять крону, а не стремиться ввысь (тем более, что «высочки» укорачиваются ветром). У стланика нет необходимости стремиться ввысь, потому что практически все «начинания» выше уровня снега имеют очень незначительные шансы выжить и дать потомство. Разрастание вширь полезно для него по ряду причин, в том числе, из-за более эффективного сбора тепла и солнечного света, до которого кедру еще надо дорасти.

Слайд 17

В силу специфики нашего исследования, грань между результатами и выводами во многих местах очень тонка. Наиболее важные выводы сформулированы далее.

1. В десятилетнем возрасте между кедром и стлаником уже хорошо прослеживаются различия, отражающие формирование двух разных жизненных форм.
2. К числу этих различий относятся: пониженные длина и диаметр ствола стланика, а также наличие у него и у ветвей характерного саблевидного изгиба.
3. Апикальное доминирование у кедрового стланика несколько снижено, что выражается в менее строгом подавлении рядовых ветвей; а также избирательностью, что выражается в формировании ветвей-лидеров из числа первых боковых побегов (из первых трех мутовок).
4. Связь между длиной побегов главного ствола и наличием стволов-ветвей может быть объяснена первичностью апикального доминирования: возможно, при выключении строгого доминирования и включении избирательности, распределе-

ние ресурсов сильнее смещается в сторону боковых ветвей, из-за чего у них длина приростов повышается, а у ствола, соответственно, понижается. У кедра такой эффект наблюдается только в отдельные периоды жизни (в том числе, на первых годах развития, когда растение еще не набрало силу) или в неблагоприятных условиях, а у стланика – всю жизнь, начиная с имматурного состояния.

5. По этому же принципу могут быть связаны полегание ствола стланика и апикальное доминирование: в силу нарушения последнего, необходимые стволу для устойчивости и твердости вещества «распыляются» на несколько стволочков-ветвей. К тому же, сильные ветви прогибают ослабленный ствол своей тяжестью.
6. Многоствольность, по-видимому, способствует выживанию кедрового стланика в естественных условиях его произрастания. Это свойство способствует развитию кроны на максимальной площади в пределах безопасной высоты. Саблеподобный изгиб и пониженный угол отхождения являются неотъемлемыми характеристиками стволочков-ветвей. Вертикальная ориентированность ветвей, теоретически, мешает развитию кроны вширь, но, без этого, образование стволочков-ветвей невозможно. Таким образом, выходит, что острый угол отхождения является неприятным, но обязательным условием, без которого стланик не смог бы избавиться от губительного для него строгого доминирования ствола.
7. Характерные черты жизненной формы стланца прослеживаются у кедра, оказавшегося в неблагоприятных условиях; тенденция к избирательности доминирования прослеживается во взрослой кроне кедра примерно с середины генеративного состояния. На основании этого видится возможным предположение о возникновении стелющихся видов из прямостоячих способом стабилизации одного из экологических типов или одного из онтогенетических этапов морфогенеза. Это мнение известно мировой литературе и подвергается обсуждению.

Приношу глубокую благодарность моему научному руководителю Горошкевичу С.Н. и Сорокину В.А. за внимание и помощь в работе.

Литература

1. А. Г. Попов, С. Н. Горошкевич, О. В. Хуторной Стелющиеся биоморфы в семействе сосновые как продукт номогенеза и конвергенции // Лес. Экология. Природопользование. 2019.
2. В. Н. Моложников Кедровый стланик горных ландшафтов Северного Прибайкалья // Издательство «Наука». 1975.
3. С. Н. Горошкевич, Е. А. Кустова Морфогенез жизненной формы стланца у кедра сибирского на верхнем пределе распространения в горах Западного Саяна // Экология. 2002.
4. С. А. Николаева, Д. А. Савчук Морфологические формы кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) в высокогорных лесах Северо-чуйского хребта: 1. Морфологический аспект // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2013.

5. Д. И. Берман, Б. П. Важенин Бессмертен ли стланик? // Экология. 2014.
6. Т. А. Москалюк Об адаптациях деревьев и кустарников на севере Дальнего Востока // Экология. 2008.
7. И. В. Волков, И.И. Волкова, С. Н. Курпотин Экология: адаптация растений к условиям высокогорий // Издательский дом Томского государственного университета. 2018.
8. С. Н. Велисевич, О. В. Хуторной, С. Н. Горошкевич Морфогенез стелющихся и прямостоячих форм *Pinus sibirica* Du Tour (Pinaceae) на интразональных границах распространения // Journal of Siberian Federal University. 2010.