



**О НЕКОТОРЫХ ПОДХОДАХ К ИЗУЧЕНИЮ ВНУТРИВИДОВОГО  
РАЗНООБРАЗИЯ ХВОЙНЫХ ПО ОТНОШЕНИЮ К КЛИМАТИЧЕСКИМ  
ФАКТОРАМ РОСТА (НА ПРИМЕРЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ)\***  
**ON SOME APPROACHES TO THE STUDY OF INTRASPECIFIC DIVERSITY OF CONIFEROUS  
SPECIES IN RELATION TO CLIMATIC FACTORS OF GROWTH (ON EXAMPLE OF SCOTS  
PINE)**

**ТИХОНОВА И.В.  
TIKHONOVA I.V.**

**Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск  
V. N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, Russia,  
Krasnoyarsk**

Основные противоречия в этой области исследований:

1. Искусственность иерархической внутривидовой структуры, разработанной на основе учения об экотипах (географические экотипы → климатипы → эдафотипы → популяции) в связи со взаимозависимостью и неразрывностью факторов среды и географическая и морфо-физиологическая неопределенность экотипов;
2. Противоречие между существующей эколого-географической морфологической структурой видов хвойных и лесосеменным районированием, между эколого-географической морфологической структурой видов и результатами изучения генетической подразделенности видов, доказательствами гипотезы (теории) распространения видов по рекам: наблюдаются большие генетические дистанции между популяциями видов в меридиональном направлении, большие морфологические и анатомические различия между популяциями в широтном направлении.

3. Основная часть генетической изменчивости видов сосредоточена внутри популяций, а подавляющая часть генетических исследований посвящена сравнению популяций и элементы внутривидовой структуры выстраиваются на основе небольшой доли межпопуляционных различий (т. е. предполагается, что 90-97% ее не структурированы?!);

4. Не принимается пока во внимание человеческий фактор в распространении видов (имеются сведения о находках древнего культивирования видов сосен в Болгарии 6-8 тыс. л. н., в России в 12-13 вв., значительной антропогенной нагрузке в связи с земледелием и вырубками возраста от 3-5 до 7-8 тыс. л. н. на большой части территории Сибири, Урала и др. районов России и других стран (Николаева, 1992; Кошкарлова, Кошкаров, 2007 и др.). Но если лес рубили, владели навыками земледелия, значит, могли его и садить. Посадки делают даже в наш век потребительского отношения к природе, а язычники, как известно, природу боготворили..

5. Необходимость систематизации сведений о синонимике видов и внутривидовых таксонов и решение ряда фундаментальных вопросов биологии..

Как известно, там, где противоречия, там и возможные точки развития.

Некоторые подходы к решению перечисленных проблем:

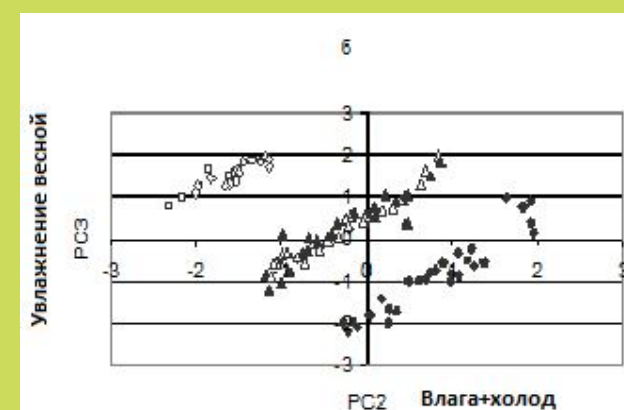
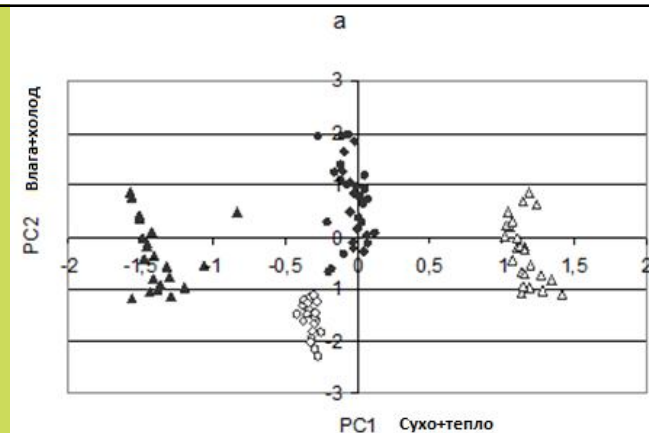
1. Установление популяционной географии видов на основе комплекса морфологических, анатомических, фенологических признаков видов (такие задачи ставились в начале прошлого века и они не решены);
2. Перекрестный анализ и совмещение двух систем фенотипической и генотипической дифференциации видов (объединение групп исследователей);
3. Поиск и применение маркеров эпигенетической изменчивости, пригодных для выявления внутривидовой структуры;
4. Объединение в анализе нескольких смежных уровней организации: индивидуального, популяционного, видового и, желательно, родового.
5. Объединение усилий исследователей географических культур с теми, кто изучает естественную популяционную генетическую и фенотипическую структуру хвойных видов для выявления генетической основы эколого-географической изменчивости видов;
6. Сравнительный анализ роста и состояния, генетической изменчивости одноименных географических популяций в природе и в географических культурах, создание базы данных по географическим хвойным культурам для повышения эффективности исследований.
7. Изучение внутривидового разнообразия видов хвойных по реакции деревьев на почвенно-климатические условия произрастания;
8. Создание географических и клоновых культур нового поколения.

Коротко об основных результатах наших исследований.

Целью нашей работы было изучение экологических и генетических закономерностей внутривидового разнообразия сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в степных и лесостепных борах юга Сибири. Решались следующие задачи:

1. Анализ условий произрастания вида в исследуемых местообитаниях
2. Изучение изменчивости приростов деревьев в популяциях и их корреляций с климатическими факторами, оценка наследуемости чувствительности деревьев к изменениям погодных условий и адаптивной нормы реакции в клоновых культурах сосны
3. Оценка состояния и нормы реакции популяций и отдельных особей по группам признаков (морфологии ствола и кроны, хвои, шишек, микростробилов, семян), половых типов, изучение структуры морфологического популяционного разнообразия.

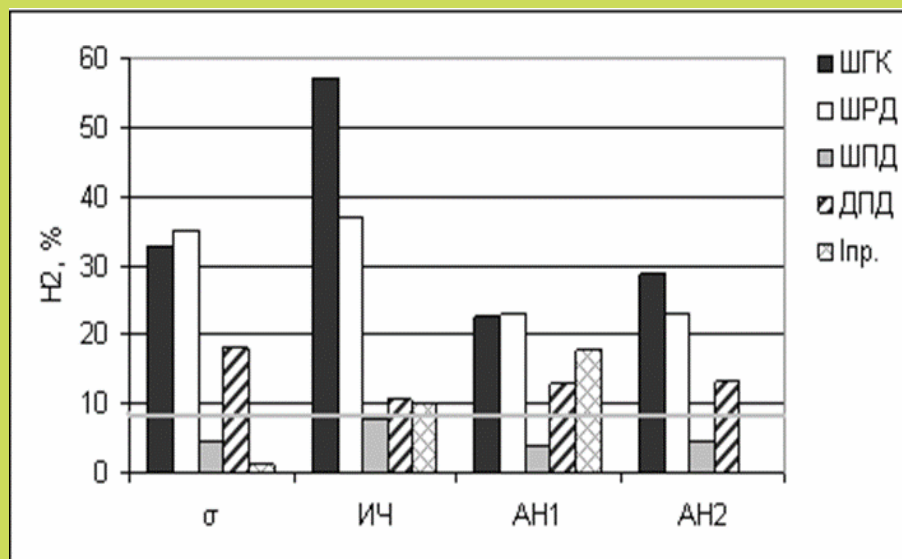
1. 70-90 % индивидуальной дисперсии приростов в популяционных выборках (за вычетом прочих эффектов, связанных с неоднородностью условий, 32-48% объясняются корреляциями с метео-условиями).
2. Для всех выборок отмечено совместное влияние метеофакторов на приросты, для большинства деревьев динамика сочетания условий за два года имеет большее значение, чем за один текущий сезон.
3. Популяционные выборки достоверно разделяются на 2-4 группы вдоль градиентов нарастания сухости+тепла (PC1), влаги+холода (PC2), увлажнения в весенние месяцы с последующей летней засухой (PC3).
4. Выделены очень устойчивые к длительной засухе деревья, просто засухоустойчивые, чувствительные к засухе деревья. Засухоустойчивые деревья отличаются наибольшей нормой реакции по PC2 и PC3 климатическим векторам.
5. При этом пробные площади не образуют отдельных, обособленных в пределах климатических координат, групп. Все эдафическое и фитоценотическое разнообразие условий произрастания в популяции укладывается в границы нормы реакции предполагаемых внутривидовых «экологических биотипов».
6. Во всех популяционных выборках имеются представители всех перечисленных типов деревьев.



Dispersal of trees in Shira population sampling along PC1-PC3 main climatic vectors (▲ - №1, - №3, ○ - №2А, ● - № 2Б)

7. Установлена достоверная наследуемость в широком смысле ( $H^2$ ) изменчивости радиальных приростов (ШГК) и их индексов ( $I_{pr}$ ), изменчивости ранней (ШРД) и поздней (ШПД) древесины, доли поздней древесины (ДПД), нормы реакции клонов (АН1 и АН2) на изменение погодных условий.

8. Большая часть генотипической дисперсии по норме реакции приростов древесины обусловлена онтогенезом.

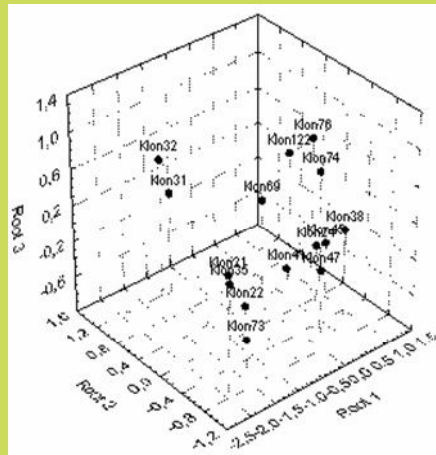


Коэффициенты наследуемости в широком смысле ( $H^2$ ) различных показателей нормы реакции клонов по признакам: ШГК – ширине годичных колец, ШРД – ширине слоя ранней древесины, ШПД – ширине слоя поздней древесины, ДПД – доле поздней древесины,  $I_{pr}$  – индексу прироста. Условные обозначения показателей нормы реакции:  $\sigma$  – стандартное отклонение; ИЧ – индекс чувствительности, АН1 и АН2 – различные показатели адаптивной нормы. Линия соответствует критическому значению  $H^2$  на уровне  $P < 0.05$ .

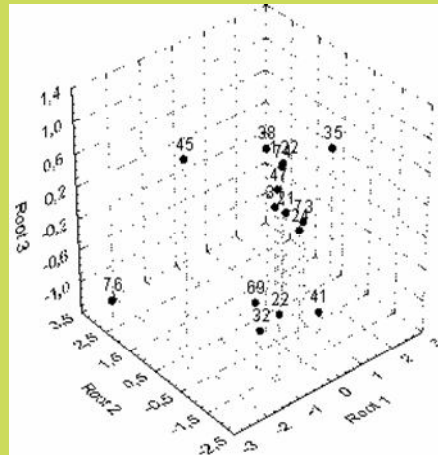
The coefficients of heritability in a broad sense ( $H^2$ ) of the various traits of the reaction norm clones: ШГК - the width of the tree rings, ШРД - the width of the layer of early wood, ШПД - the width of the layer of later wood, ДПД - the proportion of late wood,  $I_{pr}$  - the indexes, АН1 and АН2 - various indicators of adaptive norm of reaction, ИЧ - sensitivity index;  $\sigma$  - standard deviation, The line corresponds to the critical value  $H^2$  at  $P < 0.05$ .

9. Получены достоверные различия между клонами сосны по корреляциям приростов с погодными условиями, длительности реакции, отмечено большое разнообразие достоверно различающихся типов сопряженности радиального роста сосны с факторами внешней среды.

Подробнее можно прочитать в наших публикациях журнала «Экология» за 2012 (№3) и 2015 гг. (№6), «Хвойные бореальной зоны» (№3-4) за 2011 г.



а



б

Распределение клонов сосны в пространстве трех канонических корней: а – по автокорреляциям 1-3 порядков ШГК, б – по коррелированности Ирд и Илпд с некоторыми метеофакторами, цифрами обозначены номера клонов. The distribution of clones of Scots pine in the space of three canonical roots: a - by 1-3 orders of autocorrelation of tree rings, b - on correlation of early and late wood with some meteorological factors, numerals indicate the number of clones



10. Установлена дифференциация деревьев внутри популяционных выборок по комплексу наиболее значимых морфологических признаков: размерам и форме ствола и кроны деревьев, половому типу, состоянию и густоте кроны, размерам и анатомическим признакам хвои.

11. Отмечен незначительный вклад признаков генеративных органов в главные факторы, они могут служить вариантами развития потомства биотипов.

12. Предложена следующая схема внутрипопуляционной морфологической структуры признаков.

Подробнее в гл. 4 в книге  
Сосна степных и лесостепных боров Сибири/  
Милютин Л.И. и др. Новосибирск: Изд-во Гео,  
2013. 144 с. С. 66-92.



Возможная схема организации внутрипопуляционного разнообразия морфо-физиологических форм сосны.  
*Possible scheme of organization of intrapopulation diversity morpho-physiological forms of pine (ecological biotypes)*

Использованные на примере сосны обыкновенной подходы открывают большие перспективы для изучения внутрипопуляционных экологических биотипов. Эти исследования на других видах хвойных в прошлом году были начаты Н.А. Тихоновой.

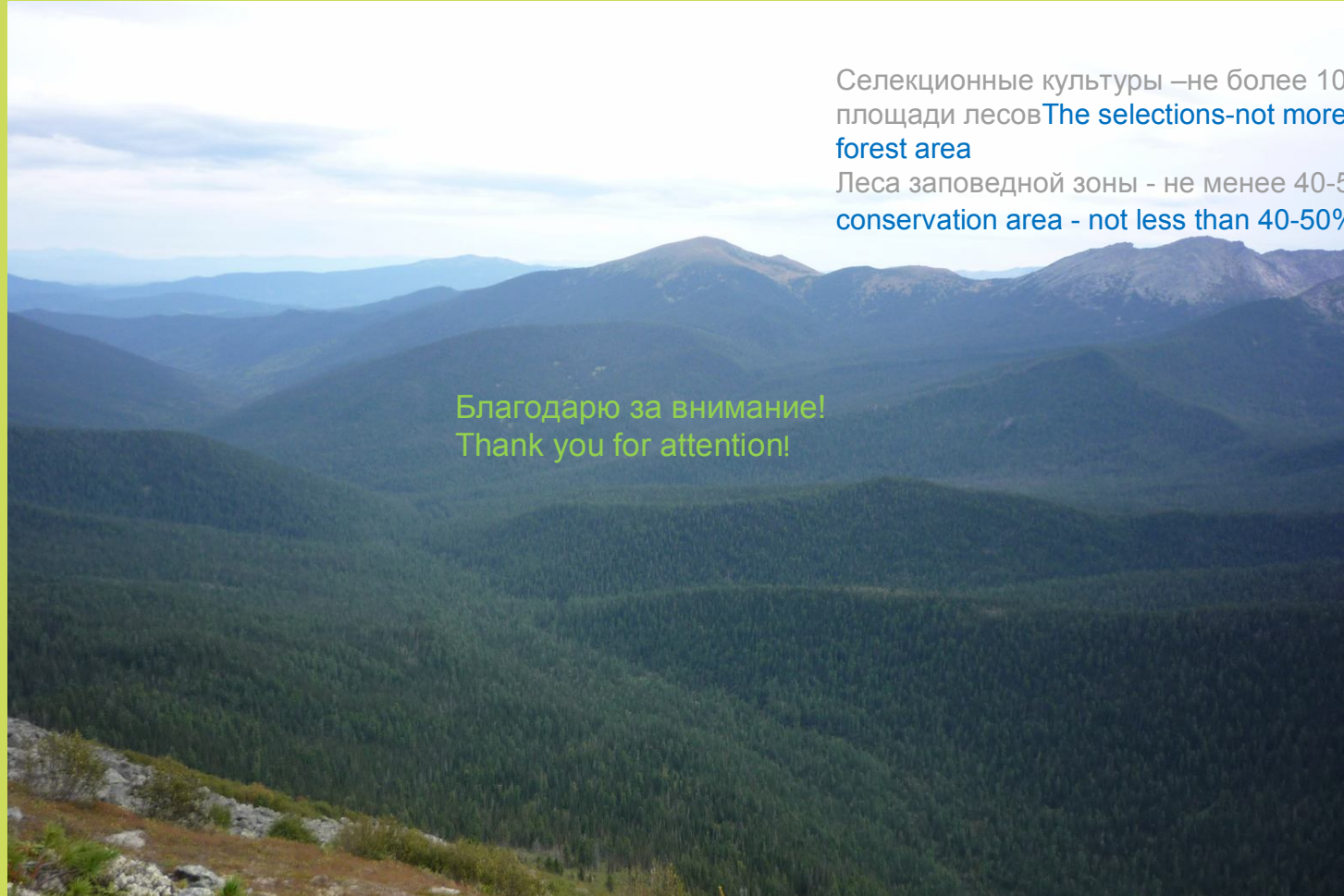
## **P.S.**

Поскольку развиваемые нами походы можно использовать в практической селекции, хочу напомнить о том, что все имеет свою обратную сторону и любые благие намерения могут привести к обратному результату на практике.

Поэтому в отавании лесных селекционеров от селекционеров-аграриев вижу большую пользу – это залог меньшего вреда, который мы могли бы причинить природе, разгадай все загадки лесной генетики и примени их на практике.

У нас есть время, чтобы учесть все ошибки, сделанные обществом в области культивирования съедобных растений, так как накоплен большой не только положительный, но и негативный опыт селекционно-генетических экспериментов, широко внедренный в практику хозяйствования по всему миру. Это известные последствия монокультуры на огромных территориях: риски потери урожаев от вредителей, быстрое распространение вредителей и болезней, резкое снижение генетического разнообразия и в связи с этим адаптивного потенциала видов. Индикатором последнего является острая борьба за коллекцию Н.И. Вавилова, собранная 100 лет назад, значит и потери наши за этот небольшой период времени оказались огромными.

У многолетних растений последствия селекционной культуры будут многократно разрушительнее, так как лес для нас – это не только пища, тепло, дом, лекарства, одежда, книги, но и среда обитания, вода и климат! Поэтому такие «улучшенные» культуры должны занимать в лесном хозяйстве не более 10-15% от общей площади, при условии длительных периодов отдыха и восстановления (т.е. в при 15% в 50-100 летнем обороте будет не более половины), а площадь неприкасаемых резервных лесов должна быть в разы больше существующих сегодня ООПТ - не менее 40-50% общей площади лесов.



Селекционные культуры –не более 10-15% от общей площади лесов  
The selections-not more than 10-15% of total forest area

Леса заповедной зоны - не менее 40-50% площади. Forest conservation area - not less than 40-50% of the area.

Благодарю за внимание!  
Thank you for attention!