

# РЕАКЦИЯ ПРИВИВОК КЕДРА СИБИРСКОГО НА ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ<sup>1</sup>

Ю. В. САВВА, А. Ю. ЯКОВЛЕВА, Е. А. ВАГАНОВ,  
Г. В. КУЗНЕЦОВА (Институт леса СО РАН)

Кедр сибирский имеет большое товарное значение и является одним из перспективных видов для его интродукции [3]. Особого внимания заслуживает то, что семена кедра сибирского — продукт высокой пищевой ценности. Однако он отличается медленным ростом и длительным вступлением в репродуктивную фазу: семеношение кедра начинается примерно на 20–30-м году жизненного цикла.

С целью увеличить продуктивность, а именно — ускорить наступление семеношения и расширить границы распространения кедра сибирского за пределами ареала, проведены эксперименты по его прививке на сосну обыкновенную. Известно, что прививка значительно ускоряет наступление семеношения, а хозяйственно значимый урожай достигается примерно через 20 лет после нее [4, 6]. Особенно важно, что этот признак генетически закрепляется у потомства привитых деревьев. Кроме того, собирать кедровый орех с прививок гораздо легче, чем с кедра, растущего в тайге.

Однако часто прививки погибают из-за несовместимости подвоя и привоя [4]. Одной из основных причин этого считается различие в скоростях их радиального роста, на скорость которого влияют генетические и средовые факторы. При срастании компонентов прививки обмена генетическим материалом между ними не происходит и каждый из них сохраняет свой генотип. На формирование радиального роста и структуры годичных колец существенно влияют климатические факторы, роль которых в росте и совместности прививок до сих пор не исследована. Поэтому была поставлена цель — сравнить динамику радиального роста и климатического отклика подвоя и привоя в прививках.

Были изучены прививки кедра на сосну, созданные в 1965 г. в лесостепи Средней Сибири сотрудниками лаборатории лесной генетики и селекции Института леса СО РАН (под руководством А. И. Ирошниковой). Детальное описание закладки прививочной плантации представлено Г. В. Кузнецовой [4]. В данной работе использовано изучение прививок, созданных черенками кедра и собранных в Емельяновском р-не Красноярского края (пос. Стеклозавод). Климатическая характеристика данной территории подробно изложена в работе [1]. Образцы древесины отбирали с помощью шведского возрастного бурава по двум радиусам: у подвоя — на высоте 20 см от поверхности почвы, у привоя — на высоте 10 см от места срастания. В качестве эталонов для сравнения отбирали керны у 10–15 деревьев сосны и кедра естественного происхождения, выращенных из семян. Деревья были одинакового возраста и произрастали в сходных с прививочной плантацией климатических и географических условиях.

Ширину годичных колец измеряли с помощью полуавтоматической установки «Lintab» [7]. Все измерения соотнесены с календарными годами образования годичных колец. Погодичные измерения ширины годичных колец обрабатывали методами дендроклиматологии [7]. При оценке климатического отклика подвоя и привоя сначала устраняли изменения, обусловленные влиянием возраста, для чего использовали метод стандартизации (индексации): аппроксимировали полученные кривые изменчивости ширины годичных колец наиболее подходящими функциями (рис. 1), а затем рассчитывали индексы как отношение измеренных величин к теоретическим [7]. Оказалось, что ширина годичных колец прививок и деревьев, выращенных из семян, лучше всего описывается полиномом пятой степени. Индексные кривые содержат в основном климатический сигнал, поэтому расчет апробированных в дендроклиматологии характеристик (стандартное отклонение, чувствительность к климатическим факторам, коэффициенты корреляции и синхронности, климатические функции отклика) позволил сравнить климатический отклик у подвоя и привоя и у деревьев, выращенных из семян [7]. Климатические функции отклика оценивали по среднемесячным данным близлежащей метеостанции (пос. Сухобузимо Красноярского края) о температуре и осадках.

Дисперсионный анализ позволил оценить различия между подвоем и привоем в индексных значениях ширины годичных колец и выявить годы со сходной и различной климатической реакцией у компонентов прививки [5].

Сравнительный анализ погодичной изменчивости радиального прироста у компонентов прививки и кедра, выращенного из семян, показал, что в период, когда возраст влияет минимально на ширину годичного кольца (примерно через 25 лет после выполнения прививки) радиальный прирост компонентов прививки выравнивается (рис. 2, а). В этот период кривая хода роста кедров, привитых на сосну, показывает, что они растут быстрее выращенных из семян. Быстрый рост первых объясняется следующими причинами. Известно, что корневая система подвоя играет решающую роль в формировании привоя, особенно если подвоем служит быстрорас-

тущее мощное, вполне сформировавшееся растение [2]. Сосна обыкновенная как подвой для кедра сибирского обладает рядом положительных свойств: быстро растет (что очень важно для ускорения роста привоя), хорошо срастается с ним, нетребовательна к почве, устойчива к климатическим условиям.

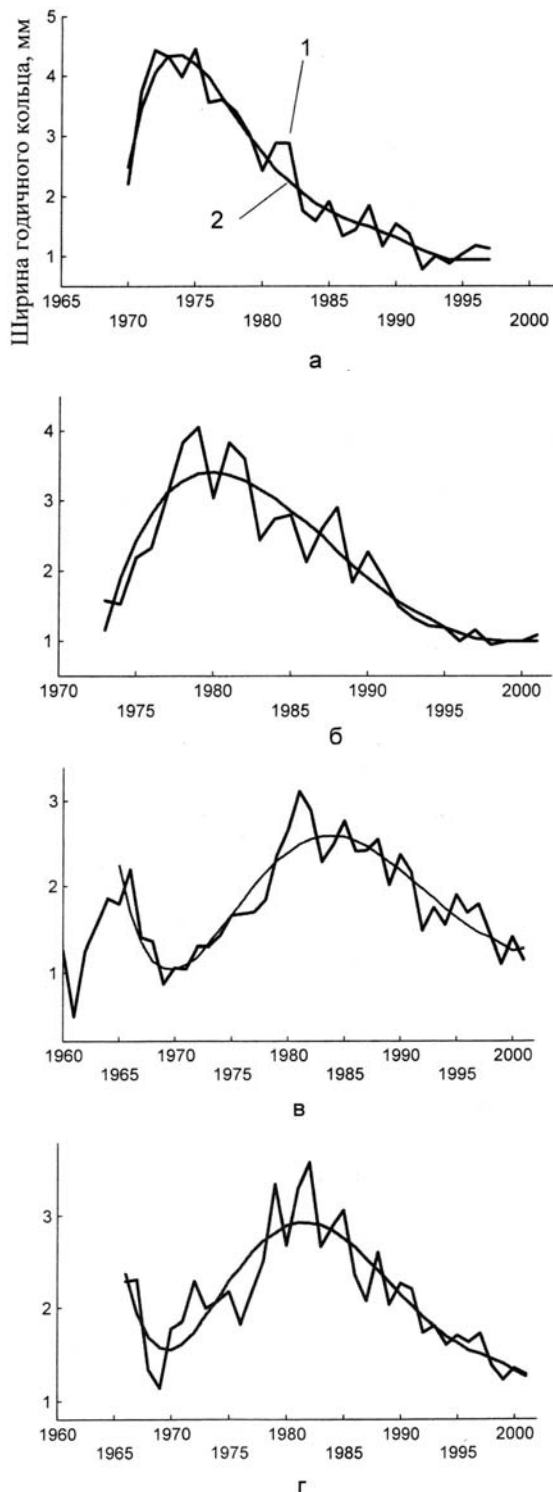
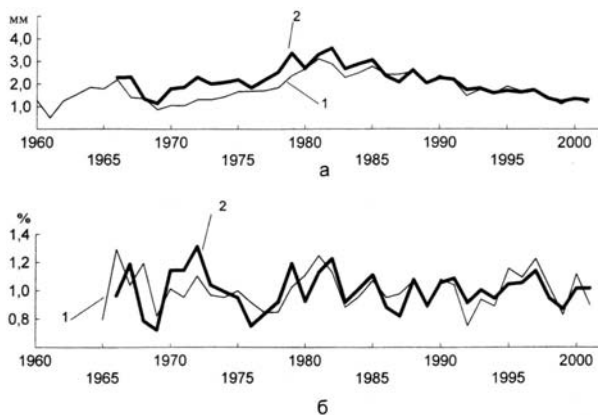


Рис. 1. Устранение возрастного тренда ширины годичных колец:

а — у сосны обыкновенной, б — кедра сибирского, выращенных из семян; в — у сосны обыкновенной (подвоя), г — кедра сибирского (привоя) в прививках; 1, 2 — ширина соответственно экспериментальная и теоретическая

<sup>1</sup> Работа выполнена благодаря гранту Президента Российской Федерации для поддержки молодых кандидатов наук (проект МК-1515.2003.04) и гранту Российского фонда фундаментальных исследований для поддержки ведущих научных школ (проект № 03-04-07006).



**Рис. 2. Погодничная изменчивость ширины годичных колец — экспериментальная (а) и индексная (б):**  
1 — сосны обыкновенной (подвой), 2 — кедра сибирского (привой) в прививках (год прививки — 1965)

В среднем ширина годичного кольца максимальна у кедр (2,14 мм) и сосны (2,32 мм), выращенных из семян, и несколько ниже — у привитых (2,11 и 1,78 мм соответственно). Кривые изменчивости диаметров компонентов прививки показывают, что привой (кедр) догоняет по этому показателю подвой (сосну) примерно через 15 лет после прививки, а в дальнейшем начинает опережать его примерно на 1,5 см в год.

Как указывалось выше, одной из причин несовместимости древесных растений является различие темпов роста привоя и подвоя, что приводит к расколу в месте срастания компонентов прививки и к дальнейшему отпаду деревьев. Различный темп прироста проводящих тканей у компонентов затрудняет снабжение последних питательными веществами.

Корреляционный анализ индексных значений ширины годичных колец позволил сравнить климатическую реакцию компонентов прививки и деревьев, выращенных из семян. Индексы радиального прироста у первых высоко коррелируют с таковыми у сосны, выращенной из семян ( $p < 0,05$ ). Корреляция уменьшается с индексами прироста кедр, выращенного из семян, коэффициент корреляции низкий между подвоем (сосной) и кедром. Отметим, что индексы прироста у привитого кедр выше коррелируют с сосной ( $R=0,76$ ), чем у кедр, выращенного из семян ( $R=0,57$ ). Корреляция между сосной и кедром, выращенными из семян, высокая и составляет 0,64. Это подтверждает их межвидовую совместимость, что и делает возможным выполнение прививки кедр на сосну.

Климатические функции отклика позволили выявить основные климатические факторы, влияющие на формирование радиального роста у компонентов прививки (рис. 3), у которых, как и у выращенных из семян, наблюдается положительная связь с температурой апреля. Наиболее сильна она у сосны, затем — у подвоя (сосны), несколько меньше — у привоя (кедр) и самая слабая — у кедр, выращенного из семян. В апреле температура воздуха становится положительной, что способствует началу процесса таяния снега. Высокая положительная корреляция ее с радиальным ростом компонентов прививки и деревьев, выращенных из семян,

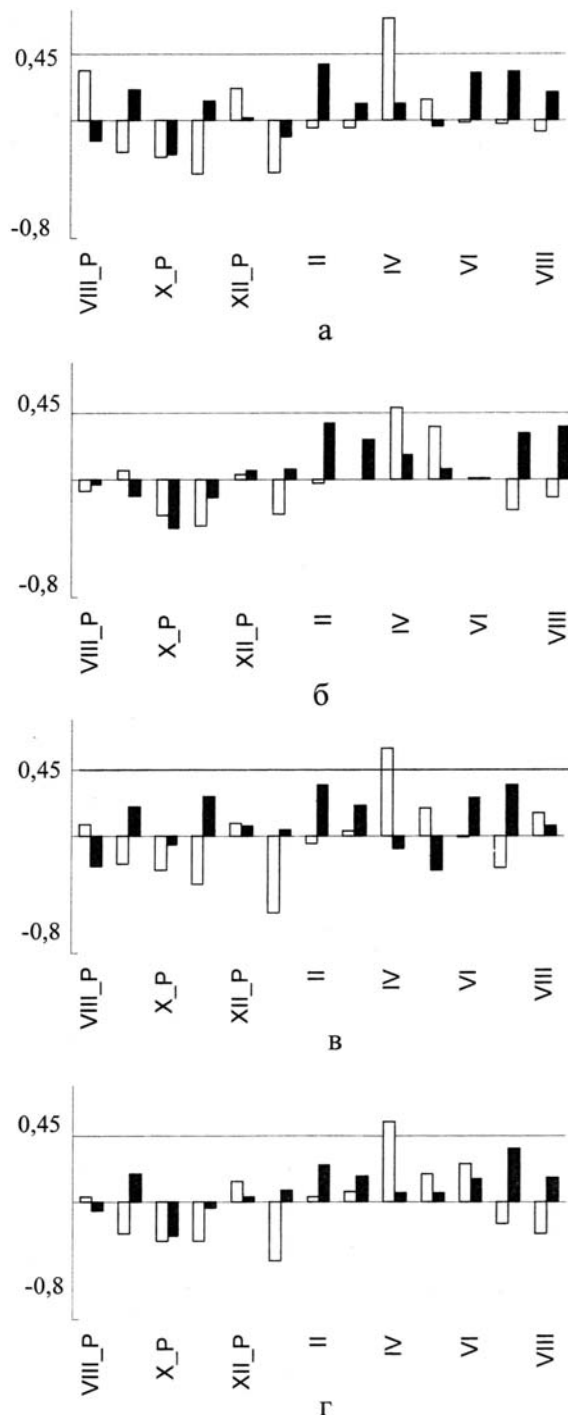
**Результаты дисперсионного анализа индексов ширины у сосны обыкновенной (подвой) и кедр сибирского (привой) в прививках**

Год	Эффект		F-критерий	P
	суммы квадратов	среднего квадрата		
1978*	0,008	0,008	75,399	0,003
1979	0,029	0,029	10,041	0,050
1980*	0,033	0,033	28,232	0,013
1981*	0,017	0,017	24,247	0,016
1982	0,004	0,004	2,665	0,201
1983	0,001	0,001	0,410	0,567
1984	0,001	0,001	0,486	0,535
1985	0,002	0,002	0,305	0,618
1986	0,008	0,008	3,392	0,162
1987*	0,030	0,030	58,638	0,004
1988	0,004	0,004	2,677	0,200
1989	0,001	0,001	0,096	0,776
1990	0,001	0,001	0,009	0,929
1991	0,001	0,001	0,350	0,595
1992*	0,029	0,029	11,060	0,044
1993	0,008	0,008	8,624	0,060
1994	0,001	0,001	0,128	0,743
1995	0,010	0,010	4,703	0,118
1996	0,004	0,004	1,345	0,329
1997	0,002	0,002	0,779	0,442

\* Эффекты, статистически значимые при  $p < 0,05$ .

свидетельствует о том, что высокая температура этого периода ускоряет сход снежного покрова, приближая сроки начала активации камбия.

Осадки в течение всего вегетационного периода оказывают положительное влияние. У компонентов прививки наиболее сильная связь отмечена с осадками июля, у сосны, выращенной из семян, — с осадками июня и июля, у кедр, выращенного из семян, — с осадками июля и августа. Отметим, что у привоя коэффициенты корреляции с осадками меньше, чем у кедр, выращенного из семян. В условиях резко континентального климата велика вероятность заморозков в теплое время года. На общем фоне высоких температур на высоте 1,5–2 м температура в припочвенном слое (высота — 0,05 м) в июне — августе может опускаться до  $-1^{\circ}\text{C}$  [1]. Увеличенное количество осадков в течение летних месяцев компенсирует (смягчает) влияние временных заморозков на радиальный прирост, увеличивая скорость продукции клеток, т. е. ширину годичного прироста у компонентов прививки и деревьев кедр и сосны, выращенных из семян. Некоторое снижение корреляции ширины годичного кольца с осадками у привоя, возможно, объяс-



**Рис. 3. Коэффициенты корреляции индексов ширины годичных колец с температурой и осадками (VII\_P, X\_P, XII\_P указывают на месяцы предыдущего года):**  
а — у сосны обыкновенной, б — у кедр сибирского, выращенных из семян; в, г — соответственно у сосны обыкновенной (подвой) и кедр сибирского (привоя) в прививках

няется тем, что кедр при прививке становится менее требователен к влаге (см. рис. 3). Некоторые ученые [2] утверждают, что у привоя этой породы под влиянием сосны повышается водоудерживающая способность, т. е. появляется приспособленность к жизни в более засушливых местообитаниях. Для успешного роста кедрового годовая сумма выпадающих осадков должна быть не менее 500 мм. В исследованном районе она составила 410 мм [1]. Однако, несмотря на не совсем оптимальные условия для роста кедрового прививочного компонента, привитый начинает опережать по годичному приросту тот, который выращен из семян, через 25 лет после прививки в Красноярской лесостепи.

В целом климатические функции отклика у компонентов прививки и у деревьев, выращенных из семян, очень похожи. Однако наибольшие отличия от остальных имеет климатическая функция отклика у кедрового прививочного компонента, выращенного из семян.

Путем дисперсионного анализа выявлены годы, в которые индексы ширины годичных колец у компонентов прививок существенно различались. Для оценки степени различий в индексах ширины годичных колец у подвоя и привоя использовали критерий Фишера (F-критерий). Соотношение этого критерия и уровня значимости ( $p$ ) позволило выявить годы роста, в которые реакция компонентов прививки различалась при  $p < 0,05$  (см. таблицу): 1978, 1980, 1981, 1987 и 1992. По климатограммам вышеуказанных лет видно, что эти годы были наиболее засушливыми. В сравнении с усредненной климатограммой, построенной для периода с 1938 по 1998 г., можно отметить, что в среднем данный район не характеризуется дефицитом увлажнения.

В целом высокое сходство климатической реакции подвоя и привоя свидетельствует о том, что климатическая изменчивость первого из них обусловлена генотипом второго в большей степени. Однако климатическая реакция компонентов прививок значительно различается в наиболее засушливые годы, что, возможно, связано с разным отношением компонентов к влаге. Кедр в отличие от

сосны плохо переносит жару и сухость воздуха, и именно в годы, близкие по условиям к экстремальным, проявляются его генетические особенности — большая требовательность к увлажнению. По-видимому, различия в реакции радиального роста подвоя и привоя на изменение климатических факторов вносят вклад в несовместимость компонентов прививки Емельяновского происхождения при произрастании в лесостепи Средней Сибири.

Использование методов дендроклиматологии для изучения прививок кедрового прививочного компонента, вероятно, позволит выявить наиболее устойчивые сочетания подвоя и привоя к изменению климатических факторов, которые будут характеризоваться максимальным сходством в климатическом отклике.

#### Список литературы

1. **Зюбина В. И.** Температурный режим воздуха в лесах Красноярской лесостепи и некоторые методические основы его изучения / Средообразующая роль леса. Красноярск, 1974. С. 51—61.
2. **Игнатенко М. М.** Сибирский кедр. М., 1988. 160 с.
3. **Ирошников А. И.** Итоги изучения структуры популяции хвойных в Сибири / Тез. докл. совещания, итоги научных исследований по лесоведению и лесной биологии. Вып. 3. М., 1973. С. 57—59.
4. **Кузнецова Г. В.** Особенности роста и развития кедровых сосен на лесосеменных объектах Средней Сибири / Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Красноярск, 2001. 25 с.
5. **Рокицкий П. Ф.** Биологическая статистика. Минск, 1973. 320 с.
6. **Северова А. И.** Семеношение прививок хвойных пород // Лесное хозяйство. 1968. № 2. С. 58—62.
7. **Cook E. R., Briffa K. R., Shiyatov S. G., Mazepa V. S.** Tree-ring Standardization and Growth-trend Estimation / Methods of Dendrochronology. Application in the Environmental Sciences. Eds. E. R. Cook, L. A. Kairiukstis. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Acad. Publ. 1990. P. 104—123.