УДК 630*284

В. Н. Денеко, Л. Ф. Денеко*(Уральская государственная лесотехническая академия)*

ПОДЕРЕВНЫЙ МЕТОД ОТБОРА ОПЫТНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПРИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ В ПОДСОЧКЕ ЛЕСА

Рассматривается возможность использования подеревного метода при научных исследованиях в подсочке леса. Приведена сравнительная характеристика рядов распределения смолопродуктивности карр опыта и контроля при едином технологическом режиме подсочки на них.

В настоящее время при проведении опытных работ в подсочке леса используются в основном три метода отбора опытных насаждений и деревьев: участковый, групповой и подеревный. Последний является наиболее привлекательным для исследователей, так как при проведении опытов по этому методу требуется меньшее количество деревьев, а следовательно и трудоемкость выполнения полевых исследований значительно снижается в сравнении с групповым методом. Преимущества данного метода заключаются еще и в том, что карра опыта и карра контроля находятся в совершенно равноценных условиях: лесоводственно-таксационных, почвенных, гидрологических и климатических. Таким образом, подеревный метод обеспечивает идеальное выполнение основных методических требований, что невозможно соблюсти ни при каких условиях, применяя другие методы отбора насаждений, известные к настоящему периоду. Несомненно, это является причиной того, что подеревный метод заложения опытных площадей занимает не последнее место в практике научных исследований по подсочке леса.

Применение подеревного метода основано на следующем предположении. Считается, что смоляные системы карр, расположенных по окружности ствола даже на одной высоте от корневой шейки дерева, не связаны между собой, что и позволяет одну из карр дерева использовать для контроля, а другую для опыта. Однако до сих пор это предположение не прошло всесторонней и достоверной проверки, вследствие чего нет окончательного и твердого мнения исследователей по этому вопросу. Одни из них утверждают, что подеревный метод вполне приемлем для проведения научных исследований, к тому же с использованием его можно получить более точный результат, так как расхождения в смолопродуктивности карр контроля и опыта значительно ниже, чем при использовании других методов (Толкачев, Синелобов, 1954). Другие, наоборот, считают, что метод не отвечает основным методическим требованиям при научных исследованиях в подсочке леса, вследствие взаимного влияния карры опыта и карры контроля (Солодкий, 1959).

Ввиду того, что окончательного мнения по этому вопросу выработано не было, часть исследователей проводила свои опыты одновременно по двум вариантам, то есть по поперечному и участковому или по поперечному и групповому. По результатам всех опытов делались соответствующие выводы по проводимым исследованиям. При этом некоторыми исследователями (Дрочнев, 1968) получены равноценные результаты по изучаемым вопросам как при поперечном, так и при участковом методе.

Конечно, одновременное использование обоих методов для изучения какого-либо одного вопроса позволяет сделать выводы более точными, однако требует более высоких материальных и физических затрат. Все же, если пренебречь повышенной трудоемкостью подобного проведения опытных исследований и взять их за правило, то вполне вероятно, что в некоторых случаях могут быть получены различные результаты по одному и тому же изучаемому вопросу. Это может произойти ввиду того, что спектр исследований в подсочке леса достаточно широк — от изучения вопросов смолообразования, испытания инструментов и технологий до применения различных химических веществ в качестве стимуляторов смоловыделения. Поэтому невозможно быть уверенным в результатах опыта и точно знать, будет ли оказано влияние опытной карры на карру контроля при конкретном изучаемом технологическом режиме, не изучив данного метода. При изучении поперечного метода необходимо выявить границы возможного воздействия на карру опыта, при котором не оказывается никакого влияния на карру контроля, что позволит определить круг тех исследований в подсочке леса, для которых данный метод может быть вполне пригоден, а для которых — нет, по причине вероятного получения ошибочных результатов.

Все виды научных исследований, касающиеся рассматриваемого в данной статье вопроса, можно объединить в две группы: исследования по изучению технологических режимов при обычной подсочке и исследования, связанные с испытанием каких-либо химических веществ в качестве стимуляторов смолообразования или смоловыделения.

Основная часть обоих направлений исследований, если рассматривать их с точки зрения влияния карры опыта на карры контроля, заключается в поиске путей повышения выхода живицы с единицы среза рабочей поверхности карры. Поэтому основным вопросом при изучении возможного влияния карры опыта на карру контроля при поперечном методе надо считать вопрос: изменяется ли выход живицы на карре контроля с уменьшением или увеличением выхода живицы на карре опыта.

Если при обычной подсочке изучение этого вопроса не представляет больших трудностей, то при использовании стимуляторов этот вопрос усложняется, так как одни химические вещества, возможно, смогут воздействовать каким-либо образом на выход живицы на карре контроля, а другие — нет. А так как веществ, применяемых в качестве стимуляторов, чрезвычайно много, то при получении достоверных результатов о влиянии некоторых из них на смолопродуктивность обеих карр можно сделать вывод о непригодности поперечного метода для исследований, связанных с поиском и изучением новых стимуляторов.

Наряду с изучением этих вопросов следует рассмотреть и смолопродуктивность карр опыта и карр контроля в процессе всего сезона подсочки при равных технологических режимах, что даст возможность достоверно обосновать вышеназванное предположение о пригодности подеревного метода к каким-либо исследованиям в подсочке леса в целом и в частности — вопросов технологии подсочки, не связанных с заметным увеличением выхода живицы с единицы среза карры опыта.

В данной статье приведены результаты одного из серии экспериментов по изучению подеревного метода, целью которого являлось исследование смолопродуктивности карр опыта и карр контроля при едином технологическом режиме подсочки.

Исследования проводились на территории Учебно-опытного лесхоза УГЛТА (средний Урал, подзона Южной тайги) в Студенческом лесничестве. Для опыта было отобрано 100 деревьев сосны обыкновенной, расположенных в одном типе лесорастительных условий — сосняк ягодниковый. Состав древостоя — 10С+Б, средний диаметр — 34 см, класс бонитета -II, класс возраста — V, полнота — 0,8, средняя высота — 25 м. Год подсочки — первый.

Методика проведения опыта. На каждом опытном дереве закладывались две карры равной ширины (на противоположных сторонах ствола), одна из которых принималась за контрольную, а вторая — за опытную. Общая нагрузка деревьев каррами составляла 45%. На всех каррах применялась единая технология подсочки — обычная, восходящим способом. Всего было проведено 10 обходов. Взвешивание живицеприемников проводилось через 2—3 обхода с точностью до 1 г. Нанесение подновок производилось с 01.07 по 10.08, т. е. в период наибольшей продуктивности смоляного аппарата сосны обыкновенной. Данные, полученные в результате исследований, обработаны методами математической статистики (Зайцев, 1984). Вывод живицы с карры пересчитывался на выход живицы с карродециметрподновки. Этот показатель смолопродуктивности использовался для анализа результатов исследований. Для получения более точных результатов все статистические характеристики смолопродуктивности карр определялись по невзвешенным рядам. Статистические характеристики рядов распределения смолопродуктивности исследуемых карр представлены в табл. 1.

Результаты обработки полевых материалов. При сравнении выхода живицы с карр опыта и с карр контроля, расположенных на каком-либо опытном дереве, максимальная разница в выходе живицы между ними с отклонением в ту или иную сторону составляла в среднем 20-25% (максимально — 44%). Причем данное расхождение наблюдалось у малого количества деревьев (2-5%), у большинства оно было значительно меньше или совсем отсутствовало.

Сравнивая дисперсии невзвешенных рядов смолопродуктивности карр опыта и карр контроля, установили, что между ними нет достоверного различия. Сравнение средних значений сравниваемых рядов распределения смолопродуктивности карр контроля и опыта также показало от-

Таблица 1

**Статистические характеристики невязанных рядов распределения смолопродуктивности
капп опыта и капп контроля в течение периода опытных исследований**

Дата определения смолопродуктивности капп	Статистические характеристики и их ошибки										
	$\bar{X} \pm X_m$	σ^2	$\sigma \pm \sigma_m$	$V \pm V_m$	$A \pm A_m$	$E \pm E_m$	$P \pm P_m$	t_A	t_E	t_X	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
04.07.90 капп опыта	9,681± 0,479	21,418	4,628± 0,339	47,811± 4,232	0,969± 0,25	1,272± 0,495	4,958± 0,439	3,874	2,659	20,170	
капп контроля	10,140± 0,471	20,657	4,545± 0,333	44,820± 3,891	0,699± 0,25	0,175± 0,495	4,648± 0,403	2,794	0,354	21,517	
13.07.90 капп опыта	9,700± 0,427	16,941	4,116± 0,302	42,425± 3,628	0,947± 0,250	1,091± 0,495	4,399± 0,376	3,788	2,206	22,730	
капп контроля	9,560± 0,379	13,359	3,655± 0,268	38,230± 3,187	0,484± 0,250	0,074± 0,495	3,960± 0,330	1,937	0,150	25,220	
25.07.90 капп опыта	11,070± 0,431	17,264	4,155± 0,305	37,530± 3,115	0,859± 0,250	1,466± 0,495	3,892± 0,323	3,436	2,963	25,696	
капп контроля	11,308± 0,402	14,992	3,872± 0,264	34,245± 2,789	0,537± 0,250	0,500± 0,495	3,551± 0,289	2,147	1,011	28,16	
10.08.90 капп опыта	8,595± 0,392	14,281	3,776± 0,277	43,928± 3,792	0,723± 0,250	-0,717± 0,495	4,555± 0,393	2,891	1,448	21,950	
капп контроля	8,489± 0,346	11,149	3,339± 0,245	39,339± 3,301	0,276± 0,250	-2,282± 0,495	4,079± 0,342	1,104	0,569	24,51	
В среднем за опыт											
капп опыта	9,660± 0,391	14,216	3,770± 0,276	39,029± 3,269	1,026± 0,25	1,827± 0,495	4,047± 0,339	4,103	3,693	24,709	
капп контроля	9,815± 0,353	11,570	3,402± 0,249	34,656± 2,829	0,480± 0,250	-0,036± 0,495	3,594± 0,293	1,721	0,074	27,827	

сутствие между ними достоверных различий. На отсутствие достоверных различий между смолопродуктивностью сравниваемых карр, определенной в процессе проведения опыта несколько раз, также указывает сравнение коэффициентов вариации и показателей точности опыта. Данные сравнений статистических показателей рядов распределения смолопродуктивности карр опыта и карр контроля представлены в табл. 2.

Таблица 2

Сравнение статистических показателей рядов распределения смолопродуктивности карр опыта и карр контроля

Дата определения смолопродуктивности карр	Сравниваемый показатель			
	X_K и $X_{он}$	σ^2_K и $\sigma^2_{он}$	V_K и $V_{он}$	P_K и $P_{он}$
04.07.90	0,680	1,036	0,520	0,520
13.07.90	0,244	1,268	0,869	0,877
25.07.90	0,402	1,207	0,786	0,787
10.08.90	0,202	1,281	0,912	0,914
04.07 — 10.08	0,293	1,229	1,011	1,011

При анализе результатов проводилась оценка совпадения эмпирических частот взвешенных рядов смолопродуктивности карр опыта и карр контроля с теоретическими частотами нормального распределения. Оценка совпадения проведена по восьми рядам смолопродуктивности, которая определялась в процессе опыта четырьмя ее замерами. Данный анализ проведен с помощью критерия Хи-квадрат и сдублирован по критерию Колмогорова (табл. 3).

Как видно из полученных значений, частоты эмпирического ряда во всех случаях, кроме одного, удовлетворительно совпадают с частотами нормального распределения, т. е. распределение смолопродуктивности карр опытных деревьев подчиняется закону нормального распределения. Распределение смолопродуктивности карр опыта и карр контроля не подчинялось нормальному в период с 25. 07 по 10. 08. 90 г., причину этого изменения еще предстоит выявить.

Посредством критерия Хи-квадрат и критерия Колмогорова проводилось сравнение эмпирических рядов смолопродуктивности карр опыта и карр контроля между собой при каждом ее измерении (табл. 4).

Как показывают полученные значения, в трех случаях из четырех ряды смолопродуктивности карр опыта и карр контроля не имеют достоверного различия между собой и лишь в одном случае смолопродуктивности карр опыта и карр контроля имели достоверное различие — в самом начале опыта (04. 07). Достоверное различие отмечено также при сравнении рядов распределения смолопродуктивности этих карр, определенных по данным всего опыта.

Для определения тесноты связи между смолопродуктивностью карр опыта и карр контроля были вычислены коэффициенты корреляции и

Таблица 3

Значения критерия Хи-квадрат и критерия Колмогорова при оценке совпадения теоретических частот смолопродуктивности

Дата определения смолопродуктивности карр	Критерий			
	Хи ²	t	K(λ+)	N
04.07.90				
карра контроля	7,055	1,66	0,726	93
карра опыта	3,591	0,14	0,311	93
13.07.90				
карра контроля	5,778	1,13	0,829	93
карра опыта	1,778	0,79	0,207	93
25.07.90				
карра контроля	2,717	0,115	0,622	93
карра опыта	4,153	0,471	0,726	93
10.08.90				
карра контроля	26,543	9,611	2,07	93
Среднее за опыт				
карра контроля	1,749	0,51	0,415	93
карра опыта	2,812	0,08	0,415	93

Таблица 4

Значения критерия Хи-квадрат и критерия Колмогорова при сравнении эмпирических рядов смолопродуктивности карр опыта и карр контроля

Дата определения смолопродуктивности карр	Критерий			
	Хи ²	t	K(λ+)	N
04.07.90	15,491	3,32	1,609	93
13.07.90	10,998	1,897	1,391	93
25.07.90	4,333	0,211	0,589	93
10.08.90	13,162	2,581	0,513	93
Среднее за опыт	15,725	3,392	1,684	93

Таблица 5

Значения коэффициентов корреляции при сравнении значений
смолопродуктивности карр контроля и карр опыта

Дата определения смолопродуктивности карр	Коэффициент корреляции R	Достоверность tR
04.07.90	0,875±0,024	12,837
13.07.90	0,835±0,032	11,426
25.07.90	0,888±0,022	13,399
10.08.90	0,836±0,031	11,461
Среднее за опыт	0,923±0,015	11,259

корреляционные отношения (табл. 5). Полученные значения коэффициента корреляции указывают на достоверную прямую тесную связь между смолопродуктивностью исследуемых карр.

Для проверки гипотезы о возможном влиянии какой-либо карры, расположенной с одной стороны ствола, на карру с другой стороны, было вычислено прямое и обратное корреляционное отношение. Значения коэффициентов оказались равными. Это позволяет предположить, что при единой технологии подсочки на каррах, расположенных на противоположных сторонах ствола, ни одна из карр не является ведущей по отношению к другой.

Прямое корреляционное отношение, как и обратное, недостоверно, а их значения составили соответственно следующие величины:

$$\eta_{y/x} = 0,646 \pm 0,282; t_{\eta} = 1,352 \text{ и } \eta_{x/y} = 0,642 \pm 0,284; t_{\eta} = 1,253.$$

Сравнивая коэффициенты корреляции между собой, установили, что между ними нет достоверного различия, что указывает на принадлежность данных выборок к одной генеральной совокупности. Вычисленный показатель линейности составил 1,1, что подтверждает вывод о возможности интерпретировать связь между смолопродуктивностью изучаемых карр уравнением прямой линии

$Y = a_0 + a_1 x$, где Y — теоретическое значение функции, x — аргумент, a_0 и a_1 — коэффициенты уравнения. По каждому определению смолопродуктивности исследуемых карр были вычислены следующие уравнения регрессий с их ошибками:

04.07.90	$y = 1,824 + 0,859x$	$m_{y/x} = 2,214$
13.07.90	$y = 2,368 + 0,741x$	$m_{y/x} = 2,022$
25.07.90	$y = 2,147 + 0,828x$	$m_{y/x} = 1,790$
10.08.90	$y = 2,134 + 0,739x$	$m_{y/x} = 1,842$

В целом за весь сезон: $y = 2,118 + 0,792x$ $m_{y/x} = 1,314$.

Таким образом, зная смолопродуктивность одной из карр при подеревном методе, можно определить смолопродуктивность другой карры этого дерева по уравнению с погрешностью $\pm 1,31$ грамма. Коэффициенты уравнения a_0 и a_1 высоко достоверны: $t_{a_0} = 4,696$ и $t_{a_1} = 22,916$, что также дополнительно подтверждает вывод о наличии между изучаемыми объектами корреляционной связи.

Исходя из проведенной статистической обработки опытных данных, можно отметить следующее. Статистические характеристики рядов распределения смолопродуктивности карр одного и того же опытного дерева имеют различные значения. Расхождение величин каждого из сравниваемых показателей имеет примерно равную величину и одно и то же направление в течение всего периода равной подсочки. Расхождения в показателях среднеквадратического отклонения составляли от $-0,08$ до $-0,46$ (в среднем $-0,316$), в показателях коэффициента вариации от $-2,99$ единиц до $-0,46$ (в среднем $-0,38$), в показателях эксцесса от $-0,999$ до $-1,097$ (в среднем $1,020$).

В целом, ряды распределения смолопродуктивности карр, расположенных на одном стволе дерева, представляют собой однородный материал и не имеют достоверных отличий при сравнении их дисперсий, средних значений, коэффициентов вариации, показателей точности опыта, коэффициентов корреляции. Это подтверждается также сравнением эмпирических рядов распределения смолопродуктивности карр при помощи критерия Хи-квадрат и критерия Колмогорова.

Распределение смолопродуктивности карр, расположенных на одном стволе дерева, за редким исключением подчиняется закону нормального распределения.

Различие в выходе живицы с карр, расположенных на противоположных сторонах ствола дерева, может достигать 44%. Однако в целом у большинства карр различие в выходе живицы незначительное. Между выходом живицы с карр опыта и карр контроля существует достоверная тесная прямая связь. Коэффициент корреляции в различные периоды опыта составил $0,835 \pm 0,032$ - $0,923 \pm 0,015$. Ни одна из карр, расположенных на одном стволе дерева, при едином технологическом режиме не является «ведущей» по отношению к другой.

Связь между смолопродуктивностью карр одного и того же дерева можно выразить уравнением прямой линии, т. к. оценка степени криволинейности по критерию Романовского и критерию Блекмана указывает на прямолинейную связь. В исследуемой генеральной совокупности, зная смолопродуктивность одной из карр дерева, можно определить смолопродуктивность другой (при одном технологическом режиме подсочки и равной ширине карр) по уравнению:

$$y = 2,118 + 0,792x \text{ с погрешностью } \pm 1,31 \text{ грамма.}$$

Проведение исследований в подсочке леса с помощью подеревного метода вполне правомерно, так как смолопродуктивность карр, расположенных на различных сторонах ствола дерева при едином технологическом режиме подсочки на них не имеет достоверных различий и принадлежит к одной генеральной совокупности, что позволяет получать результаты с высокой достоверностью и точностью.

Библиографический список

Дрочнев Я. Г. Разработка рациональной технологии подсочки сосны обыкновенной и изучение состояния подсаживаемых деревьев: Автореф. дисс.... канд. с. -х. наук., Горький, 1968.

Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М. Наука 1984. 423 с.

Солодкий Ф. Т. О состоянии теории подсочки // Материалы по обмену опытом при подсочке леса. Л. : ЛТА, 1959. С. 113.

Толкачев А. К., Синелобов М. А. О методике проведения опытов по подсочке // Деревообрабатывающая и лесохимическая промышленность. 1954. № 2. С. 12—14.