



УДК 630*81

В.П. Рябчук, Т.В. Юскевич

Национальный лесотехнический университет Украины

Рябчук Василий Петрович родился в 1939 г., окончил в 1968 г. Львовский лесотехнический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой ботаники, древесиноведения и недревесных ресурсов леса Национального лесотехнического университета Украины (г. Львов). Имеет более 250 печатных работ в области изучения недревесных ресурсов леса.

Тел.: (032) 237-10-48



Юскевич Тарас Васильевич родился в 1974 г., окончил в 1995 г. Украинский государственный лесотехнический университет (г. Львов), кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель Национального лесотехнического университета Украины (г. Львов). Имеет 26 печатных работ в области изучения продуктивности и комплексного использования насаждений с участием интродуцированных видов сосны.

Тел.: (032) 237-10-48



МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ ПОДСАЧИВАЕМЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ

Исследована зависимость смолопродуктивности интродуцированных видов от показателей строения древесины. Выведены уравнения зависимости числа вертикальных смоляных ходов от ширины годичного слоя.

Ключевые слова: микроскопическое строение древесины, подсочка, биологическая смолопродуктивность, интродуценты, сосна обыкновенная.

Способность хвойных пород выделять при ранениях живицу дает возможность увеличивать ассортимент продуктов жизнедеятельности деревьев. Добыча живицы – один из эффективных методов прижизненного использования сосновых насаждений, имеющий большое значение в комплексе мероприятий рационального использования лесов и повышающий их общую производительность. Так, лесное хозяйство Франции получает основную прибыль от подсочного хозяйства, которое базируется на искусственно созданных насаждениях сосны приморской. Прибыль от реализации древесины имеет там второстепенное значение [12, 13].

Основным источником получения живицы в Украине являются насаждения сосны обыкновенной, биологическая смолопродуктивность которой довольно низка в сравнении с другими видами подсачиваемых в мире сосен [4,10,12]. Тем не менее насаждения с участием хвойных интродуцентов вырубают пока неподсоченными. Выращивание сосен для подсочки

также может быть направлено не столько на достижение максимального количественного выхода живицы, сколько на получение живицы и терпентинного масла особого состава. Некоторые виды сосны содержат такие летучие соединения, которых в других соснах нет, и в техническом отношении они могут быть более ценными, чем само терпентинное масло [1, 2, 4]. Отбор или специальные мероприятия по выращиванию позволяют получить высокосмолопродуктивные виды и особи деревьев сосны для подсочки и живицу с особым составом [2, 3].

Для изучения смолопродуктивности и микроскопического строения древесины подсачиваемых интродуцентов проводили полевые исследования на постоянных пробных площадях в Бродовском, Бусском и Золочевском лесхозах объединения «Львовлес». Объектами исследований были неподсоченные лесные насаждения с наличием сосен Банкаса, веймутовой, жесткой, черной и обыкновенной.

Как известно, сложные процессы смолообразования и смолы выделения происходят в специальных вместилищах (смоляных ходах) древесины. Количество и размеры этих структур обычно определяют анатомическое строение древесины. Отсюда можно сделать предположение о зависимости смолопродуктивности от микроскопических показателей древесины, к которым относятся число смоляных ходов в 1 см^2 , их линейные размеры и объем [5, 24, 26, 27].

Показатели микростроения замеряли с помощью измерительной лупы. Препараты готовили на микротоме. Использовали методики, приведенные в работах В.Е. Вихрова, А.А. Яценко-Хмелевского [7, 31, 32]. Степень влияния факторов оценивали по классификации Б.А. Дослехова [13].

В соответствии с современными взглядами биосинтез терпенов происходит в смоляных ходах, поэтому наиболее вероятно корреляция смолопродуктивности деревьев с особенностями смолоносной системы [10, 14, 17, 18, 28]. Согласно исследованиям ученых в разных регионах высокосмолопродуктивные деревья характеризуются большим числом смоляных ходов в 1 см годового слоя и на единице площади поперечного сечения ствола [6, 9, 11, 20, 22, 24, 29, 30]. Исходя из этого, и у интродуцированных видов мы сможем обнаружить влияние степени развития смоляного аппарата на смолопродуктивность деревьев.

Диаметр вертикальных смоляных ходов. На основе наших исследований, а также согласно литературным данным сделано предположение, что размер смоляных ходов оказывает определенное влияние на смолопродуктивность интродуцированных видов. Чтобы выяснить уровень этого влияния, мы изучали показатели микроскопического строения древесины. Результаты и расчеты исследований приведены в табл. 1.

Диаметр смоляных ходов разных видов колеблется в довольно широких границах: для деревьев сосны Банкаса $37,5...112,5$, веймутовой – $45,0...175,0$, жесткой – $47,5...150,0$, черной – $45,0...175,0$, обыкновенной в разных условиях произрастания – $37,5...135,0$ мкм. Тем не менее, средние размеры смоляных ходов у всех видов несущественно отличаются между

собою, за исключением сосны Банкса, у которой диаметр смоляных ходов меньше, в среднем 62,0 мкм (табл. 1).

Зависимость смолопродуктивности от размеров смоляных ходов в древесине исследуемых видов характеризуют данные табл. 2.

Итак, у всех исследованных видов обнаружена тенденция к повышению выхода живицы с увеличением диаметра смоляных ходов, эта зависимость средняя, менее всего она выражена у деревьев сосны жесткой ($t_{\phi}=0,73$, если $t_{05}=2,10$).

Таблица 1

**Показатели микроскопического строения древесины
и их связь со смолопродуктивностью деревьев**

Степень толщины, см	Суточная смолопродук- тивность, г	Диаметр смоляных ходов, мкм	Густота смоля- ных ходов, шт./см ²	Объем смоля- ных ходов, %
Сосна Банкса				
24	0,63	59,47	32	1,99
28	0,75	61,95	37	1,86
32	1,38	62,89	39	2,00
36	1,32	63,36	48	2,23
Сосна веймутова				
36	1,86	71,97	55	2,00
40	1,73	82,74	49	2,57
44	1,84	75,38	44	2,48
48	1,75	69,17	38	1,88
52	1,83	79,26	56	2,56
56	1,77	78,04	52	2,48
60	2,17	78,32	63	2,72
64	1,96	76,16	59	2,43
72	1,89	74,40	74	2,24
Сосна жесткая				
28	0,68	69,63	30	2,19
32	0,72	68,58	36	2,07
36	1,01	67,94	34	1,96
40	1,08	80,38	41	2,68
44	1,65	79,04	36	2,75
48	1,71	75,23	54	2,58
52	1,96	74,22	42	2,54
56	1,88	81,79	68	3,02
60	2,09	73,01	69	2,21
Сосна черная				
28	1,63	70,32	24	2,22
32	1,79	71,72	24	2,28
36	2,44	76,02	32	2,32
40	2,40	74,32	36	2,44
44	2,46	68,02	41	2,16
48	2,67	71,11	45	2,30
52	3,19	83,33	41	2,46

Таблица 2

**Уравнения регрессии между смолопродуктивностью
и показателями микроскопического строения древесины**

Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции r	Показатель детерминации r^2	t-критерий Стьюдента
Сосна Банкса			
$V = -3,64 + 0,07d_{\text{см.х}}$	$0,64 \pm 0,16$	0,41	8,52
$V = -1,83 + 1,42V_{\text{см.х}}$	$0,58 \pm 0,18$	0,34	6,12
$V = -1,25 + 0,06N_{\text{см.х}}$	$0,76 \pm 0,11$	0,58	16,60
Сосна веймутова			
$V = 3,17 + 0,02d_{\text{см.х}}$	$0,35 \pm 0,21$	0,12	2,25
$V = 1,79 + 0,03V_{\text{см.х}}$	$0,03 \pm 0,24$	0,001	0,02
$V = 0,96 + 0,02N_{\text{см.х}}$	$0,56 \pm 0,16$	0,31	7,42
Сосна жесткая			
$V = -0,44 + 0,02d_{\text{см.х}}$	$0,19 \pm 0,21$	0,04	0,73
$V = -0,50 + 0,75V_{\text{см.х}}$	$0,36 \pm 0,19$	0,13	2,89
$V = 0,10 + 0,03N_{\text{см.х}}$	$0,53 \pm 0,16$	0,28	7,39
Сосна черная			
$V = -0,92 + 0,04d_{\text{см.х}}$	$0,44 \pm 0,20$	0,19	3,43
$V = -1,05 + 1,45V_{\text{см.х}}$	$0,50 \pm 0,19$	0,25	4,74
$V = 0,70 + 0,05N_{\text{см.х}}$	$0,73 \pm 0,12$	0,53	16,31

Примечания. 1. Значение t-критерия Стьюдента: для сосны Банкса $t_{05} = 2,15$; веймутовой, жесткой $t_{05} = 2,08$; черной $t_{05} = 2,12$. 2. V – смолопродуктивность, г на отверстие; $d_{\text{см.х}}$ – диаметр смоляных ходов, мкм; $V_{\text{см.х}}$ – объем смоляных ходов, %; $N_{\text{см.х}}$ – густота смоляных ходов, шт./см².

Объем смоляных ходов. Исследователи утверждают, что между смолопродуктивностью и объемом вертикальных смоляных ходов у сосны обыкновенной связь несущественная [19]. Эту зависимость у интродуцированных видов характеризуют данные табл. 2. Наиболее полно ее можно описать с помощью уравнения регрессии. Выявлена связь средней тесноты между объемом смоляных ходов и выходом живицы у деревьев сосны Банкса ($r = 0,58$), жесткой ($r = 0,36$) и черной ($r = 0,50$).

Таким образом, показатель объема смоляных ходов вместе с другими признаками микроскопического строения древесины можно применять для выявления уровня смолопродуктивности интродуцированных видов.

Густота смоляных ходов. Число вертикальных смоляных ходов в каждом годичном слое определяется его шириной. Чем шире годичный слой, тем больше процент поздней древесины и число смоляных ходов в единице окружности слоя [8, 15, 16, 24, 25]. Но поскольку все исследования проводятся в разных регионах и объектами исследований были в основном деревья сосны обыкновенной, ели и лиственницы, мы попробовали выяснить существование такой зависимости у интродуцированных видов в условиях Малого Полесья.

Нашими исследованиями выявлена прямая связь числа смоляных ходов ($n_{см.х}$) от ширины годичного слоя (S) во всех исследованных видах и на разной глубине древесины. Коэффициенты корреляции показывают среднюю тесноту связи, в отдельных случаях переходящую в тесную (табл. 2).

Эту зависимость можно описать следующими уравнениями:

для сосны Банкса

$$n_{см.х} = 0,27 + 5,74 S;$$

для сосны веймутовой

$$n_{см.х} = -1,55 + 7,24 S;$$

для сосны жесткой

$$n_{см.х} = 1,84 + 3,06 S;$$

для сосны черной

$$n_{см.х} = 3,78 + 2,36 S;$$

для сосны обыкновенной:

в Бродовском лесхозе

$$n_{см.х} = 2,38 + 3,08 S;$$

в Бусском лесхозе

$$n_{см.х} = 3,04 + 3,66 S;$$

в Золочевском лесхозе

$$n_{см.х} = 4,89 + 1,99 S.$$

Мы изучали также число смоляных ходов на 1 см^2 древесины (густота смоляных ходов). Результаты наблюдений приведены в табл. 1. Наименьшая густота выявлена у деревьев сосны черной (35 шт./см^2), наибольшая у сосны веймутовой (52 шт./см^2), однако это не свидетельствует о высшей смолопродуктивности последней, которая оказалась даже ниже. Некоторые исследователи, в частности Е.П. Проказин [23], отмечают, что у сосны крымской число смоляных ходов на 1 см годичного слоя меньше, чем у сосны обыкновенной, однако выход живицы выше. Тем не менее, в пределах одного вида выявлено повышение выхода живицы при увеличении густоты смоляных ходов на единице площади поперечного сечения древесины, причем эта зависимость характеризуется высокими коэффициентами корреляции (табл. 2).

Итак, показатель густоты смоляных ходов для одного вида можно применять для отбора высокосмолопродуктивных деревьев. Учет числа смоляных ходов в производственных условиях очень трудоемок, поэтому следует использовать более простой показатель – ширину годичного слоя.

Известно, что близлежащие к камбию 2 ... 4 годичных слоя более смолопродуктивны, чем отдаленные [21], и это следует учитывать при подсочке [14]. Поэтому все показатели анатомического строения древесины мы определяли на отрезке до 1 см от камбия, а также для сравнения на расстоянии 2 см от внешнего слоя древесины. Отмечено равномерное и несущественное снижение показателей макроскопического строения древесины. Вероятно, это связано с влиянием разных факторов, в том числе экологических.

Таким образом, можно сделать вывод, что при установлении уровня смолопродуктивности интродуцированных видов следует учитывать показатели микроскопического строения древесины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Акимов, Ю.А.* Количественное содержание компонентов эфирных масел сосны обыкновенной и сосны крымской в течение вегетации [Текст] / Ю.А. Акимов, Г.И. Нилов, Л.Н. Лаштванова // Раст. ресур. – 1975. – Т. 9, вып. 4. – С. 562–568.
2. *Алексеев, В.А.* Подсочка сосны при проходных рубках [Текст] / В.А. Алексеев, С.С. Брюзжилина // Лесн. хоз-во. – 1988. – № 9. – С. 44–47.
3. *Алешинский, Н.А.* Подсочное производство [Текст] / Н.А. Алешинский, И.М. Гурвич. – М.: Лесн. пром-сть, 1969. – 176 с.
4. *Бардышев, И.И.* Изменчивость свойств и состава скипидаров, полученных из индивидуальных деревьев хвойных пород, произрастающих в пределах СССР [Текст] / И.И. Бардышев // Сб. науч. работ БелЛТИ. – Минск: Изд-во Белгосуниверситета, 1958. – Вып 9. – С. 105–114.
5. *Божок, О.П.* Деревинознавство з основами лісового товарознавства [Текст] / О.П. Божок, И.С. Вінтонів. – К.: НМК ВО, 1992. – 320 с.
6. *Винк, Б.Р.* К вопросу индивидуальной изменчивости сосны ленточных боров Казахстана по признаку смолопродуктивности [Текст] / Б.Р. Винк, И.И. Орлов // Тр. КазНИИЛХ. – Алма-Ата: Кайнар, 1970. – Т. 7. – С. 81–84.
7. *Вихров, В.Е.* Диагностические признаки древесины главнейших и лесопромышленных пород СССР [Текст] / В.Е. Вихров. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 132 с.
8. *Вишневская, Н.М.* Анатомио-физиологические особенности и биологическая смолопродуктивность сосны обыкновенной [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.12 / Н.М. Вишневская; Ин-т экол. раст. и живот. – Свердловск, 1973. – 25 с.
9. *Ворончихин, Н.З.* Изменчивость смолопродуктивности деревьев в зависимости от морфологических признаков в сосняках Верхней Камы [Текст]: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.03 / Н.З. Ворончихин; Урал. лесотехн. ин-т. – Свердловск, 1973. – 27 с.
10. *Высоцкий, А.А.* Селекция сосны обыкновенной на смолопродуктивность и рекомендации по созданию насаждений целевого назначения [Текст]: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.03.01 / А.А. Высоцкий; Науч.-исслед. ин-т лесн. генетики и селекции. – Брянск, 2002. – 37 с.
11. *Гарм, Г.* Новые пути увеличения добычи живицы [Текст] / Г. Гарм; пер. с англ. – М.: ЦБТИ, 1956. – 23 с.
12. *Гордеев, А.В.* Создание на Нижнеднепровских и Нижнедонских песках сырьевых баз длительного подсочного хозяйства за счет разведения сосны крымской (*Pinus pallasiana* Lamb) [Текст]: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / А.В. Гордеев, Латв. с.-х. акад. – Елгава, 1964. – 31 с.
13. *Доспехов, Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст] / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
14. *Иванов, Л.А.* Биологические основы добывания терпентина в СССР [Текст] / Л.А. Иванов. – М.; Л.: Всесоюз. кооп. объедин. изд-во, 1940. – 179 с.
15. *Кляч, Э.Э.* Внутривидовая изменчивость сосны обыкновенной по смолопродуктивности в Брянском лесорастительном районе и использование хозяйственно-ценных форм в лесном хозяйстве [Текст]: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Э.Э. Кляч; Бел. технол. ин-т. – Минск, 1966. – 23 с.

16. *Коростелев, А.С.* Лесоводственно-технологическое обоснование применения минеральных удобрений и сульфитно-дрожжевой бражки при подсочке сосны обыкновенной в условиях Среднего Урала [Текст]: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.03 / А.С. Коростелев; Урал. лесотехн. ин-т. – Свердловск, 1975. – 25 с.
17. *Ларсон, Ф.Р.* Опытный лесной участок в штате Флорида США после 9-летней непрерывной подсочки с применением серной кислоты [Текст] / Ф.Р. Ларсон; пер. с англ. – М.: ЦБТИ, 1956. – 4 с.
18. *Лир, Х.* Физиология древесных растений [Текст] / Х. Лир, Г. Польстер, Г.-И. Фидлер; пер. с нем. – М.: Лесн. пром-сть, 1974. – 424 с.
19. *Максим, Я.В.* Вплив параметричної будови дерев на смолопродуктивність сосни звичайної в умовах Малеого Полісся [Текст]: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.00.20 / Я.В. Максим; УкрДЛТУ. – Львов, 1996. – 25 с.
20. *Мельников, А.П.* Лесоводственно-технологические особенности подсочки сосны в лесах Казахского мелкосопочника [Текст]: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 562 / А.П. Мельников; Казах. с.-х. ин-т. – Алма-Ата, 1971. – 21 с.
21. *Орлов, И.И.* Подсочка сосны [Текст] / И.И. Орлов. – М.: Гослесбуиздат, 1936. – 102 с.
22. *Петрик, В.В.* Лесоводственные методы повышения смолопродуктивности сосновых древостоев [Текст]: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.03.03 / В.В. Петрик; Арханг. гос. техн. ун-т. – С.-Петербург, 2003. – 35 с.
23. *Проказин, Э.П.* Селекция смолопродуктивных форм сосны обыкновенной [Текст] / Э.П. Проказин // Сб. работ по лесн. хоз-ву. – М.: Минсельхоз, 1959. – Вып. 38. – С. 125–186.
24. *Рябчук, В.П.* Рекомендації для відбору дерев сосни звичайної підвищеної смолопродуктивності [Текст] / В.П. Рябчук, О.І. Фурдичко, Я.В. Максим. – Львів: УкрДЛТУ, 1996. – 13 с.
25. *Суханов, В.И.* Связь числа смоляных ходов в древесине со смолопродуктивностью сосны [Текст] / В.И. Суханов, Л.Г. Гоголева // Матер. отчет. сессии по итогам науч.-исслед. работ в IX пятилетке (1971–1975). – Архангельск: АИЛИЛХ, 1976. – С. 72–74.
26. *Уголев, Б.Н.* Древесиноведение с основами лесного товароведения [Текст] / Б.Н. Уголев. – М.: Лесн. пром-сть, 1986. – 368 с.
27. *Федоров, Н.И.* Ход роста и физико-механические свойства древесных культур сосны веймутовой и сосны обыкновенной [Текст] / Н.И. Федоров // Сб. науч. работ БелЛТИ. – Минск: Изд-во Белгосуниверситета, 1958. – Вып. 9. – С. 165–175.
28. *Фролов, Ю.А.* Лесоводственно-биологические и технологические основы подсочки сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) [Текст]: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.03.03 / Ю.А. Фролов; С.-Петерб. науч.-исслед. ин-т лесн. хоз-ва. – С.-Петербург, 2000. – 38 с.
29. *Чудный, А.В.* Отбор высокосмолопродуктивных деревьев сосны обыкновенной и их использование при создании насаждений для целей подсочки [Текст]: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.В. Чудный; Урал. лесотехн. ин-т. – Свердловск, 1966. – 23 с.
30. *Шатерникова, А.Н.* Зависимость выходов живицы сосны от строения древесины и влияние подсочки на прирост и число смоляных ходов [Текст] / А.Н. Шатерникова // Сб. тр. ЦНИИЛХ. – Л.: Гослестехиздат, 1936. – № 4. – С. 55–85.
31. *Яценко-Хмелевский, А.А.* Анатомия и физиология смолообразующего аппарата хвойных [Текст] / А.А. Яценко-Хмелевский [и др.]. – Л.: РИО ЛТА, 1979. – 36 с.

32. Яценко-Хмелевский, А.А. Основы и методы анатомического исследования древесины [Текст] / А.А. Яценко-Хмелевский. – М., Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – 337 с.

Поступила 20.09.06

V.P. Ryabchuk, T.V. Yuskevich

National University of Forestry and Wood Technology of Ukraine, Lvov

Microscopic Wood Structure of Tapped Introduced Species

Dependence of resin tapping productivity of introduced species on wood structure characteristics is studied. The dependence equations of a number of vertical resin canals on annual ring width are derived.

Keywords: microscopic wood structure, tapping, biological resin tapping productivity, introduced species, Scotch pine.

