

О СОСТАВЕ ЖИВИЧНОГО И ДРЕВЕСНОГО СКИПИДАРА ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ, ПОРАЖЕННЫХ КОРНЕВОЙ ГУБКой

Н. И. ФЕДОРОВ, Э. Н. МАНУКОВ

(Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова)

Устойчивость зараженных деревьев сосны в очагах корневой губки к вредным насекомым и неблагоприятным факторам среды резко снижается вследствие нарушения важнейших физиологических процессов. Зараженные гнилью деревья заселяются стволовыми вредителями и отмирают.

Живица, являющаяся продуктом обмена веществ растущих деревьев многих хвойных пород, по мнению ряда авторов, выполняет защитную функцию при нападении вредных насекомых и при механических повреждениях (Т. В. Пигулевский, 1938; П. А. Положенцев, 1951; Л. Т. Крушев, 1960; В. И. Гримальский, 1964; Д. В. Руднев и В. П. Смелянец, 1969; I. P. Vite, 1961 и др.). Исследованиями установлено, что защитное действие живицы в основном обусловлено наличием в ее составе скипидара, содержащего биологически активные соединения — терпены. Д. В. Руднев и В. П. Смелянец (1969) своими опытами показали, что отдельные компоненты скипидара сосны характеризуются различной токсичностью по отношению к вредным насекомым и грибам. По их данным, для насекомых наиболее ядовитыми оказались монотерпены и ацетаты терпеновых спиртов, для грибов — терпеновые спирты.

Однако следует отметить, что состав скипидаров у сосны может сильно меняться в зависимости от возраста и индивидуальных особенностей растущих в насаждении деревьев (И. И. Бардышев, 1957; Е. И. Проказин, 1958). Многие авторы считают, что процессы образования живицы у сосны тесно связаны с углеводным обменом растущих деревьев. Так, по данным В. Л. Умпелева и Т. А. Терешина (1963), усиление углеводного питания и постоянный приток углеводов к паренхимным клеткам смоляных ходов является необходимым условием интенсивного образования живицы. Нарушение водного режима, углеводного и минерального питания неизбежно отражается на процессах синтеза и качественном составе живицы у растущих деревьев.

Нами было исследовано влияние корневой гнили на химический состав живичного и древесного скипидара корней больных деревьев сосны в очагах корневой губки. Для этой цели в 35-летнем сосновом насаждении Негорельского учебно-опытного лесхоза, пораженном корневой губкой, была заложена пробная площадь. Она включала прогалину диаметром 12 м с расположенными вокруг нее усохшими и ослабленными деревьями и здоровую часть насаждения. Древостой на пробной площади представлен чистыми сосновыми культурами, созданными рядовым способом на участке, бывшем под сельскохозяйствен-

ным использованием. Бонитет — II, тип леса — сосняк мшистый, полнота в сомкнутой части насаждения — 0,7.

Для взятия живицы и образцов корней на пробной площади было отобрано 10 деревьев. 5 из них — здоровые деревья, имеющие нормальный рост, с хорошо развитой кроной и густой зеленой хвоей. Они располагались вдали от прогалины в сомкнутой части насаждения. Другие 5 деревьев были отобраны из числа пораженных корневой гнилью в непосредственной близости от прогалины. У них прирост по высоте был очень слабый, крона изреженная, хвоя укороченная, собранная в пучки. Больные деревья, взятые для исследования, не имели признаков поселения стволовых вредителей.

На стволах отобранных деревьев на высоте 1,3 м наносили резаком открытые вертикальные раны в виде желобка глубиной до 1 см, по которому живица стекала в стеклянную ампулу. Живицу собирали в течение часа после нанесения ран, затем ампулы запаивали. Одновременно у этих деревьев были взяты образцы корней. Перед отгонкой скипидара древесину корней измельчали в кусочки размером 5×7 мм. Пробы живицы или измельченной древесины помещали в колбы, куда добавляли 1%-ный водный раствор КОН (для нейтрализации смоляных кислот) и 0,5—0,7 г пирокатехина (для предотвращения автоокисления терпенов). При отгонке температуру бани поддерживали в пределах 110—120°, а внутри колбы — 100°, при этом скорость поступления дистиллята в ловушку была равна 2—3 каплям в секунду. Время отгонки скипидара из живицы составляло 1,5 часа, из древесины — 2,0—2,5 часа. Масло из ловушки при помощи капиллярной пипетки переносили в тарированную ампулу, взвешивали и сушили над Na₂SO₄.

Выход летучего масла рассчитывали по формуле:

$$M = \frac{v \cdot d^{20}_4 \cdot 100}{Q},$$

где M — количество отогнанного масла, % к исходной навеске измельченной древесины или живицы;

v — объем отогнанного масла, мл;

d^{20}_4 — удельный вес масла;

Q — исходная навеска измельченной древесины или живицы, г.

У высушенного масла определяли физико-химические свойства: удельный вес, коэффициент рефракции и величину удельного вращения. Удельный вес устанавливали пикнометрическим способом, коэффициент рефракции — на рефрактометре ИРФ-22, а величину удельного вращения ($[\alpha]^{20}_D$) — на поляриметре модели СМ при длине волны желтой линии натриевого пламени — D.

Качественный и количественный состав живичного и древесного скипидаров анализировали на отечественном хроматографе УХ-1. Параметры колонки: длина 6 м, диаметр — 4 мм. Носителем служил дезактивированный диатомитовый кирпич (зернение 0,25—0,50 мм), на который наносили трикрезилфосфат (30% от веса кирпича). Температуру колонки поддерживали равной 120°C. Газ-носитель — водород, скорость газа-носителя регулировали в пределах 70—115 мл/мин. Содержание компонентов в образцах скипидаров рассчитывали по площадям пиков внутренней нормализации.

В табл. 1 приведены средние показатели, характеризующие содержание и свойства живичного и древесного скипидара здоровых и больных деревьев сосны. Эти данные показывают, что содержание скипидара в живице больных деревьев на 8,3% выше по сравнению со здоро-

выми деревьями. Повышенное содержание скипидара в живице больных деревьев было отмечено также П. А. Положенцевым с сотр. (1969) при исследовании деревьев сосны, зараженных стволовыми вредителями и корневой гнилью в Воронежской области.

Таблица 1

Содержание и физико-химические свойства живичного и древесного скипидаров здоровых и больных деревьев сосны

Категория деревьев	Анализируемая проба	Содержание летучего масла в пробе, %	Физико-химические свойства скипидара		
			удельный вес, d_{20}^4	коэффициент рефракции, n_D^{20}	величина удельного вращения, $[\alpha]_D^{20}$
Живичный скипидар (высота 1,3 м)					
Здоровые	Живица	24,4	0,8707	1,4751	+17,5
Больные	Живица	32,7	0,8641	1,4717	+13,9
Древесный скипидар корней					
Здоровые	Древесина здоровых корней	0,06	0,8687	1,4733	+21,4
	Древесина неповрежденных корней	0,06	0,8662	1,4728	+18,8
Больные	Древесина корней в I стадии гниения	9,4	0,8619	1,4709	+25,0
	Древесина корней во II стадии гниения	4,1	0,8622	1,4696	+18,9

Более значительное увеличение количества скипидара наблюдается в пораженных гнилью корнях больных деревьев. Так, если в корнях здоровых деревьев и неповрежденных корней больных деревьев содержание скипидара составляет всего лишь 0,06%, то в древесине корней, находящихся в первой стадии гнили (стадия засмоления) его относительное участие возрастает до 9,4% (более чем в 150 раз по сравнению со здоровыми корнями). Это происходит в результате развития грибницы корневой губки, вызывающей отмирание выстилающих клеток смоляных ходов и их разрушение, сопровождающееся обильным притоком живицы из неповрежденных корней и ствольной части деревьев.

Полученные данные также свидетельствуют о том, что у больных деревьев изменяются физико-химические свойства живичного и древесного скипидаров. Удельный вес и коэффициент рефракции скипидара снижается, одновременно уменьшается содержание активных соединений. Так, если вращение плоскости поляризованного света скипидара у здоровых деревьев изменялось от +17,5 до -24,6°, то у больных деревьев — от +7,8 до +17°. Подобные изменения отмечены и в древесном скипидаре, полученном из древесины корней больных деревьев.

Развитие корневой гнили вызывает также изменение химического состава живичного и древесного скипидаров у больных деревьев (табл. 2, рис. 1). Характерной особенностью живичного скипидара больных деревьев является повышенное содержание в нем α -пинена, β -пинена и дипентена. Количество α -пинена, являющегося важнейшей составной

частью скипидара, возрастает у больных деревьев на 6%, а содержание β -пинена и дипентена — в 2—3 раза по сравнению со здоровыми де-

Таблица 2

Химический состав живичного и древесного скипидаров
здоровых и больных деревьев сосны

Категория деревьев	Анализируемая проба	Содержание компонентов скипидара, %									
		α -пинен	кам-фен	β -пинен	β -мир-цен	Δ^3 -карен	α -тер-пинен	дипен-тен	β -фел-лан-дрен	γ -тер-пинен с п-цимо-лом	терпенолен
Живичный скипидар (высота 1,3 м)											
Здоровые	Живица	40,2	0,6	1,6	1,0	49,7	—	1,8	1,1	1,0	3,0
Больные	Живица	46,2	0,4	3,7	0,8	37,1	—	7,8	0,8	0,8	2,4
Древесный скипидар корней											
Здоровые	Древесина корней	58,3	0,8	1,5	1,1	34,5	Сл.	Сл.	Сл.	—	3,8
	Древесина неповрежденных корней	41,4	0,6	1,6	0,9	47,6	Сл.	2,3	1,4	1,2	3,0
Больные	Древесина корней в I стадии гниения	47,2	0,6	2,3	0,8	42,3	Сл.	2,2	0,8	0,8	3,0
	Древесина корней во II стадии гниения	70,4	3,2	8,7	1,1	9,1	—	4,7	1,8	0,4	0,6

Примечание. Сл. — следы.

ревьями. В то же время относительное участие такого биологически активного терпена, как Δ^3 -карена, у больных деревьев снижается на 12,6%. По мнению П. А. Положенцева с сотр. (1969), пониженное содержание Δ^3 -карена и дипентена в живичном скипидаре больных деревьев ослабляет устойчивость к нападению стволовых вредителей.

Исследования показали, что древесный скипидар, полученный из древесины корней растущих деревьев, значительно отличается по составу и свойствам от живичного скипидара стволовой части тех же деревьев. Количество α -пинена в древесном скипидаре составляло 58,3%, содержание Δ^3 -карена снижалось до 34,5%, в то время как участие дипентена, β -фелландрена и γ -терпинена с п-цимолом было незначительным. Вследствие этого древесный скипидар имел меньший удельный вес и более низкий коэффициент рефракции. Эти данные согласуются с ранее опубликованными материалами по составу живичного и древесного скипидаров некоторых хвойных пород (Э. Ф. Курт, 1959; Н. И. Никитин, 1961 и др.).

Более существенные количественные и качественные изменения в составе скипидара наблюдаются в корневой системе больных деревьев, в местах непосредственного развития гнили. Эти изменения в значительной степени зависят от характера и степени разрушения корней гри-

бом. Так, в древесине неповрежденных корней больных деревьев возрастает по сравнению со здоровыми деревьями содержание Δ^3 -карена (до 47,6%), дипентена (2,3%), β -фелландрена (1,4%) и γ -терпинена с *n*-цимолем (1,2%), а относительное участие α -пинена снижается до 41,4%.

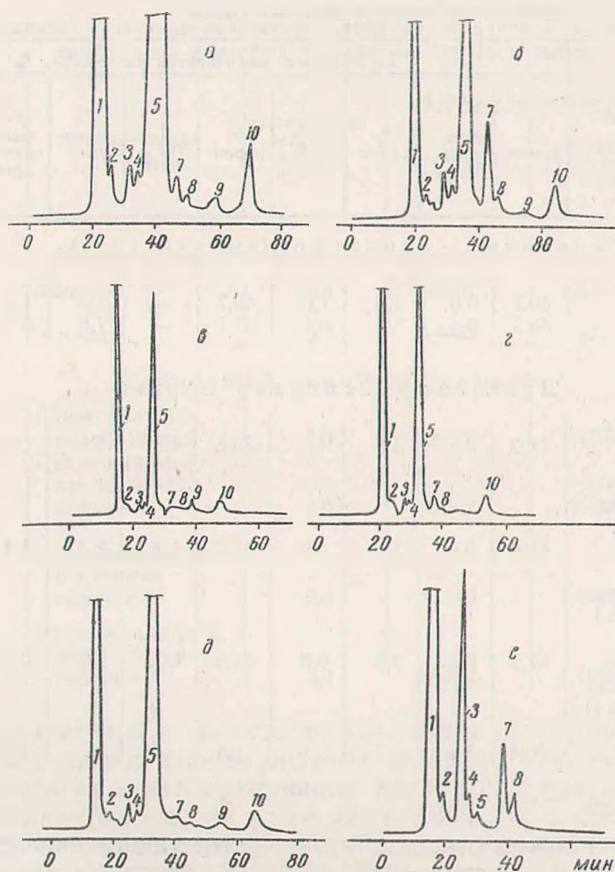


Рис. 1. Хроматография живичного и древесного скипидара здоровых и больных деревьев сосны. Живича: *a* — здоровое дерево; *b* — больное дерево. Древесный скипидар: *c* — из древесины корней здоровых деревьев; *d* — из древесины неповрежденных корней больных деревьев; *e* — из древесины корней в I стадии гниения больных деревьев; *f* — из древесины корней во II стадии гниения больных деревьев. 1 — α -пинен; 2 — камфен; 3 — β -пинен; 4 — мирцен; 5 — Δ^3 -карен; 6 — α -терпинен; 7 — дипентен; 8 — β -фелландрен; 9 — γ -терпинен с *n*-цимолем; 10 — терпниолен.

В древесине корней, пораженных грибом в начальной стадии (стадия засмоления), повышается содержание α -пинена и β -пинена и падает количество Δ^3 -карена. Отмеченные различия в составе древесного скипидара корней особенно отчетливо проявляются с переходом древесины корней во вторую стадию гнили. Возможно, гидролитические ферменты корневой губки, осуществляющие разложение клеточных стенок древесины, вызывают также и расщепление скипидара и смоляных кислот. В первую очередь этому процессу подвергается Δ^3 -карен, содержание которого в гнилых корнях уменьшается более чем в 5 раз по

сравнению с неповрежденными корнями тех же деревьев. Заметно снижается также и участие таких компонентов скипидара, как терпинолен и γ -терпинен с *n*-цимолем.

В составе скипидара пораженных корней преобладает α -пинен (около 70%) и возрастает относительное содержание β -пинена, камфена и дипентена. Вполне возможно, что продукты превращения терпенов, входящие в состав древесного скипидара, используются грибницей корневой губки в качестве источников углеродного питания. Это подтверждается тем, что засмоленность древесины при дальнейшем развитии гнили быстро пропадает.

Отмеченные изменения в составе и свойствах живичного и древесного скипидара больных деревьев сосны приводят к снижению защитных функций деревьев и благоприятствуют поселению стволовых вредителей, приводящих их к отмиранию. Одновременно следует отметить, что корни больных деревьев, пораженные корневой гнилью и имеющие повышенное содержание скипидаров (особенно в начальных стадиях поражения), могут быть использованы в качестве сырья для лесохимической промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

- Бардышев И. И. 1955. Изучение химического состава отечественных скипидаров и превращение некоторых их компонентов. Автореф. докт. дисс. М. Гримальский В. И. 1964. Устойчивость сосновых насаждений против хвоегрызущих вредителей. М. Крушев Л. Т. 1958. Устойчивость сосны к побеговьюнам. В сб.: I межвуз. конф. по защите леса. Тез. докл. М. Курт Э. 1959. Летучие эфирные масла. В сб.: Химия древесины. М.—Л. Никитин Н. И. 1961. Химия древесины и целлюлозы. М.—Л. Пигулевский Г. В. 1938. Эфирные масла. М.—Л. Положенцев П. А. Метод искусственных ранений для определения жизнеспособности сосны. «Лесное хозяйство», № 7. Положенцев П. А., Чудный А. В., Золотов Л. А. 1969. О некоторых особенностях состава живичного скипидара больных деревьев сосны. «Лесное хозяйство», № 8. Проказин Е. П. 1958. Селекция смолопродуктивных форм сосны обыкновенной и пути их хозяйственного использования. В сб.: Быстрорастущие и хозяйственно ценные древесные породы. М. Руднев Д. Ф., Смелянец В. П. 1969. О природе устойчивости древесных насаждений к вредителям. «Зоологический ж.», т. 48, № 12. Умпелев В. Л., Терещин Т. А. 1963. О роли сахаров луба в образовании живицы у сосны. В сб.: Экология и физиология древесных растений Урала. Тр. Ин-та биологии Уральск. филиала АН СССР, 35. Свердловск. Vite J. P. 1961. The influence of water supply on aleoresin exudation pressure and resistance to bark beetle attack in *Pinus ponderosa*. Contribs. Bayce Thompson Inst., Part I, 21, № 2.