

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Н. П. Ковбаса

ПОДСОЧКА ЛЕСА

**Курс лекций для студентов специальности
1-75 01 01 «Лесное хозяйство»**

Минск 2020

УДК 630*284(042.4)(075.8)
ББК 43.9я73
К56

Рассмотрен и рекомендован к изданию редакционно-издательским советом университета.

Рецензенты:

кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент кафедры лесохозяйственных дисциплин
УО «Гомельский государственный университет
имени Ф. Скорины» *В. В. Трухоновец*;
кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник
ГНУ «Центральный ботанический сад
Национальной академии наук Беларуси» *Н. Г. Дишук*

Ковбаса, Н. П.

К56 Подсочка леса : курс лекций для студентов специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство» / Н. П. Ковбаса. – Минск : БГТУ, 2020. – 88 с.

В курсе лекций излагаются история развития подсочного производства, характеристика и применение живицы, скипидара, канифоли. Рассматриваются вопросы анатомии смоляного аппарата сосны, физиологии смолообразования и смолыделения, экологии подсочки. Описываются технология подсочки, применяемые инструменты и оборудование, организация производства, а также способы заготовки и переработки древесной зелени, технологические процессы получения дегтя, древесного угля.

УДК 630*284(042.4)(075.8)
ББК 43.9я73

© УО «Белорусский государственный
технологический университет», 2020
© Ковбаса Н. П., 2020

ПРЕДИСЛОВИЕ

Курс «Подсочка леса» для студентов лесохозяйственного факультета входит в качестве самостоятельного раздела в дисциплину «Недревесные ресурсы леса». Кроме подсочки леса, где излагаются биология и технология заготовки сосновой живицы, в курсе дается материал по основам лесохимической переработки растительного сырья. Подсочка предполагает получение недревесной продукции – живицы – путем прижизненного использования леса. Лесохимические производства также позволяют использовать не только древесину, ради которой и вырубается насаждения, но и, например, древесную зелень, бересту, что значительно повышает экономический потенциал и общую продуктивность леса. Это в полной мере отвечает концепции устойчивого управления лесами в Республике Беларусь, основой которого является многоцелевое лесопользование, при котором важное значение придается рациональному использованию недревесных ресурсов леса.

Курс в соответствии с учебной программой содержит 5 лекций. В них, помимо исторической справки, излагаются биологические основы подсочки. Для студента важно разобраться, из чего состоит живица, в каких структурах дерева сосны и каким образом она синтезируется, какие функции выполняет в растении. Теоретический материал о строении смоляных ходов хвои и древесины затем закрепляется на лабораторных занятиях.

Лекционный материал, посвященный экологии подсочки, дает возможность уяснить зависимость смолопродуктивности насаждений от климатических факторов, лесоводственных и таксационных показателей древостоя.

Технология подсочки, применяемые инструменты и оборудование, использование стимуляторов смолы выделения излагаются на основании последних действующих нормативных документов и новейших литературных источников. Рассматривается организация подсочного производства, вопросы лесохозяйственного контроля, техники безопасности. Описаны способы заготовки и переработки древесной зелени, технологические процессы получения дегтя, древесного угля.

ВВЕДЕНИЕ. СОСТАВ, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ ЖИВИЦЫ И ПРОДУКТОВ ЕЕ ПЕРЕРАБОТКИ. АНАТОМИЯ СМОЛЯНОГО АППАРАТА СОСНЫ

1.1. Содержание и определение предмета

Подсочка – это одна из форм прижизненного использования леса для получения продуктов жизнедеятельности дерева путем регулярного нанесения специальных ранений на стволах деревьев в период их вегетации. Термин «подсочка леса» довольно точно отражает специфику этого вида лесопользования. Подсочка направлена на заготовку продуктов жизнедеятельности деревьев, т. е. не предполагает их рубку. Для этого используются особые способы нанесения ранений и сбора выделений, которые при этом образуются.

Для подсочки пригодны только те древесные породы, которые имеют развитые выделительные (секреторные) системы. Наибольшее распространение и развитие в мировой практике получила подсочка каучуконосов и хвойных пород, преимущественно разных видов сосны. При подсочке сосны и других хвойных получают *живицу*, или *терпентин*, при подсочке гевеи бразильской, маниота – млечный сок, *латекс*, который затем густеет и превращается в эластичную массу – натуральный каучук. При подсочке различных видов березы, клена, а также бука, граба и ореха черного получают сахаристые пищевые соки.

Следует отметить, что приемами нанесения специальных ранений для получения различных смол и сахаристых соков люди пользуются давно. Однако основное значение подсочки заключается в том, что она дает возможность получать незаменимое или трудно заменимое сырье для ряда отраслей промышленности, спрос на которое и позволил подсочке превратиться в вид лесного промысла. Подсочка хвойных пород и тропических каучуконосов приобрела промышленные масштабы, поскольку канифоль, скипидар, каучук требуется промышленности в огромных количествах.

Знание подсочного производства необходимо не только занятым в нем работникам, но и всем специалистам лесного хозяйства, так как в

их обязанности входит контроль за соблюдением технологии подсочных работ.

Как наука подсочка занимается изучением добычи, переработки и использования натуральных смол, эфирных масел, пищевых и технических соков, камедей и другого сырья растительного происхождения. Подсочка леса имеет свой объект исследования, свою терминологию, историю становления и развития.

1.2. История развития подсочного производства в мировой практике

Свойство деревьев некоторых пород выделять при надрезах смолистое вещество было известно человеку еще в глубокой древности. Первые достоверные сведения о подсочке относятся к временам Древней Греции, где около 3000 лет назад проводилась подсочка фисташкового дерева. При надрезах коры фисташкового дерева выделялась прозрачная, зеленоватая, приятно пахнущая смола, из которой получали до 14% эфирного масла, называемого *хиосским* или *кипрским терпентином*. Последний широко применялся для просмоления деревянных судов и в других целях. Из эфирного масла древние греки приготавливали особое масло – *писсилеон*, которое использовалось для бальзамирования трупов. Твердая смола, остающаяся на дне сосуда после отгонки летучего масла, получила название «колофоний», по имени малоазийского города Колофона, в окрестностях которого вели добычу и переработку терпентина. От искаженного названия этого города, вероятно, и произошло современное название канифоли.

В России терпентин называли живицей, очевидно, за его свойства способствовать заживлению ран, предохранять от проникновения в поврежденные участки ствола и ветвей грибной и бактериальной флоры, вредителей.

Со временем подсочка фисташки была полностью вытеснена подсочкой хвойных пород.

В начале XIV в. промышленная подсочка сосны проводилась на территории современной Франции, Испании и Португалии.

Позднее (XVII в.) появились сведения о подсочке хвойных пород в Северной Америке.

Постепенно (в XVIII–XIX вв.) подсочка сосны распространилась по всем странам мира, и в настоящее время живица добывается везде,

где имеются эксплуатационные запасы сосновых насаждений, кроме Канады и стран Скандинавского полуострова (низкая смолопродуктивность деревьев и короткий подсочный сезон делают заготовку живицы нерентабельной).

В дореволюционной России примерно в середине XVIII в. в Вельском и Шенкурском уездах Архангельской губернии возник кустарный промысел под названием «вельская подсочка» (ныне известен как осмолоподсочка), дававший ежегодно до 1000 т низкосортной канифоли. Настоящее же подсочное производство в дореволюционной России отсутствовало. Этому отчасти мешало предубеждение чиновников лесного департамента, считавших подсочку нерентабельной и вредной для сосновых лесов в условиях России. Такого же мнения придерживались и зарубежные специалисты, считая русские леса непригодными для промышленной подсочки. Развитие же промышленности непрерывно повышало спрос на продукты переработки живицы, а между тем Россия находилась в полной зависимости в этом вопросе от иностранных государств.

В 1892 г. выдающийся русский ученый-химик Д. И. Менделеев в труде «Толковый тариф», основываясь на исследованиях химического состава живицы русской сосны, проведенных Ф. М. Флавицким и В. В. Шкателовым, призывал создать подсочное производство в России. По инициативе Д. И. Менделеева в Северную Америку командировали его ученика В. Е. Тищенко (впоследствии он стал академиком), который после возвращения в книге «Канифоль и скипидар» (1895 г.) дал глубокую характеристику американской канифольно-терпентинной промышленности и разработал пути развития этой отрасли в России. Инициатива Д. И. Менделеева и книга В. Е. Тищенко послужили толчком к проведению опытных работ по подсочке сосны на Кавказе, в Нижегородской, Томской и других губерниях. Однако из-за войны 1914–1918 гг. опытные работы по подсочке были прекращены.

Затем работы, которые носили вплоть до 1925 г. опытно-производственный характер, возобновились.

В 1919–1920 гг. на Украине они производились лесничим В. И. Седлецким под руководством профессора П. С. Пищемухи, академика Е. Ф. Вотчала и профессора В. Д. Огиевского.

В 1922 г. на Урале опытную подсочку осуществлял И. И. Орлов.

В 1924 г. в районе Казани – профессор А. Е. Арбузов.

В 1923 г. в Архангельской губернии – В. И. Лебедев.

В 1925 г. в лесах БССР – В. В. Шкателов. Проведенные опыты с убедительностью доказали эффективность подсочки в наших лесах и

полностью опровергли доводы зарубежных специалистов о непригодности русской сосны для промышленной подсочки.

В 1925 г. на заседании Президиума Высшего совета народного хозяйства (ВСНХ) под председательством Ф. Э. Дзержинского был решен вопрос об организации в СССР терпентинной промышленности. Практическое осуществление работ по организации терпентинного производства и его руководству возложили на трест «Русская смола», позднее реорганизованный в трест «Лесохим». Вновь созданная отрасль промышленности стала быстро развиваться, и уже в 1926 г. были получены первые 413 т живицы. Вскоре СССР не только перестала закупать канифоль и скипидар, но и начала экспортировать продукты подсочного производства на мировой рынок.

В 1936 г. по объему производства СССР вышел на второе место в мире, опередив Францию, Португалию, Испанию, Мексику и другие страны с высокоразвитой терпентинной промышленностью. В эти годы наибольшее развитие получила подсочка в районах Поволжья, на Украине и в Белоруссии.

В годы Великой Отечественной войны объем добычи живицы сократился с 62 тыс. до 29 тыс. т.

В послевоенные годы продолжали совершенствоваться техника и технология подсочного производства, расширились научно-исследовательские работы в области подсочки. Уже в 1949 г. добыча живицы по СССР достигла довоенного уровня и продолжала ежегодно наращивать темпы, особенно после освоения сырьевой базы подсочки в районах Урала и Сибири. В 1965 г. был достигнут самый высокий уровень добычи живицы за все годы существования подсочного производства – 198,2 тыс. т, после чего он начал постепенно снижаться. После распада СССР добыча живицы значительно снизилась. Если в Беларуси в 1965 г. отмечался рекорд добычи живицы – 175 тыс. т, то в настоящее время заготавливается примерно 5–6 тыс. т живицы. Ежегодный мировой объем добычи живицы составляет 670–700 тыс. т. Первое место в мире по добыче живицы занимает Китай. Из 100 видов сосны в подсочку вовлечено примерно 20 видов. Первое место принадлежит сосне обыкновенной.

1.3. Физико-химическая характеристика живицы, скипидара, канифоли

Живица. Живица – естественная смола – является продуктом жизнедеятельности растений. Выделившаяся на месте ранения, она

представляет собой прозрачную, вязкую жидкость с характерным сосновым запахом. В большинстве случаев живица бесцветна или со слегка желтоватым оттенком, а у отдельных деревьев она имеет более интенсивную зеленовато-желтую окраску. На воздухе живица довольно быстро густеет, становясь похожей на засахарившийся мед. При длительном пребывании на воздухе твердеет и превращается в хрупкую массу, называемую *баррасом*.

Плотность живицы близка к единице. С водой живица смешивается плохо, но при перемешивании вода от нее отслаивается очень медленно и не полностью.

По химическому составу живица представляет собой смесь жидких терпеновых углеводов, которые составляют летучую часть – *скипидар* (30–35%), и твердых изомерных смоляных кислот (65–70%) – *канифоль*.

Скипидар на воздухе испаряется, поэтому в момент сбора живицы из приемников там его содержится от 13 до 25%.

В основе терпеновых углеводов лежит пятиугольное соединение *изопрен* с общей формулой $(C_5H_8)_n$. Среди терпеновых углеводов выделяются:

1) *монотерпены*, или собственно терпены, с общей формулой $C_{10}H_{16}$, содержащие две изопреновые группировки; монотерпены составляют основную часть скипидара хвойных, а также эфирных масел других растений;

2) *сесквитерпены* ($C_{15}H_{24}$) с тремя изопреновыми группировками; в живице хвойных пород их значительно меньше по сравнению с другими соединениями, но по числу индивидуальных соединений это наиболее обширная группа терпеноидов. Сесквитерпеноидом является абсцизовая кислота;

3) *дитерпены* ($C_{20}H_{32}$) с четырьмя изопреновыми группировками; смоляные кислоты являются производными дитерпенов и составляют основную часть канифоли, производными дитерпенов являются также гиббереллины;

4) *политерпены*, содержащие более шести изопреновых группировок; это биополимеры, к ним относится каучук.

При переработке на канифольно-терпентиновых заводах живица освобождается от сора, затем производится ее разделение на основные виды продукции – скипидар и канифоль.

Скипидар. Общая формула $C_{10}H_{16}$. Очищенный скипидар – оптически деятельная бесцветная прозрачная жидкость с очень характерным запахом. Плотность скипидара $0,86 \text{ г/см}^3$, температура кипения

153–160°C. Он не растворим в воде, но смешивается в любых соотношениях с рядом органических веществ, например с эфиром, бензином, солями жирных и смоляных кислот.

Скипидар представляет собой сложную смесь терпенов. По И. И. Бардышеву, в его состав входят следующие терпены:

α -пинен – 60–70%;

β -пинен – 6–8%;

Δ^3 -карен – 10–18%;

камфен – 2%;

мирцен – 2%;

лимонен – 3–4%;

остаток (высшие фракции) – 5–6%.

Терпены – жидкости с двойными связями, поэтому они способны присоединять по месту этих связей бром, хлористый водород и другие элементы. Важное свойство терпенов – способность окисляться кислородом воздуха. Окисляющиеся терпены могут восстанавливать кислород воздуха до озона, в результате чего воздух в сосновом лесу «озонируется», им легче дышать.

Состав терпенов неодинаков у различных хвойных пород. Более того, виды одного рода и даже один и тот же вид в меняющихся условиях произрастания по составу терпентинного масла неодинаковы. Например, в скипидаре сосны обыкновенной преобладают пиненовые фракции; скипидар итальянской и флоридской сосен состоит преимущественно из лимонена, скипидар американской сосны – на 85% из гептана, а терпены вообще отсутствуют.

Канифоль. Общая формула $C_{20}H_{30}O_2$. Канифоль представляет собой твердое, аморфное, хрупкое и прозрачное вещество с характерным раковистым изломом и стеклянным блеском. Цвет ее изменяется от светло-желтого или почти бесцветного до темного с рубиново-красным оттенком. По цвету канифоль делится на четыре группы: светлая, желтая, оранжевая и темная. Плотность ее немного больше 1, температура размягчения 66–71°C, плавления 150–220°C, разложения около 300°C. Канифоль хорошо растворяется в большинстве органических растворителей, не растворима в воде. При контакте с кислородом воздуха канифоль разлагается, поэтому, чтобы повысить стойкость к окислению, ее подвергают модификации. Пыль канифоли взрывоопасна.

В основе структурной формулы смоляных кислот содержится группировка из трех шестичленных колец, которая называется *фенантреновой*. Все смоляные кислоты являются ненасыщенными и различаются местом двойных связей.

Кроме того, смоляные кислоты неустойчивы, реакционноспособны и при нагревании легко поддаются изомеризации. Смоляные кислоты, содержащиеся в живице, называют *первичными*, а измененные на воздухе или при ее обработке – *вторичными*. Канифоль состоит из смеси первичных и вторичных смоляных кислот.

Главный компонент сосновой живицы – *левотимаровая кислота*. При нагревании она изомеризуется и превращается в *абиетиновую*, поэтому в канифоли тимаровая кислота отсутствует, а абиетиновая преобладает. Кроме того, как в живице, так и в канифоли содержатся *неоабиетиновая* и *палюстровая* кислоты, а в канифоли – *дэкстротимаровая* и *изотимаровая*.

Существуют три источника получения канифоли:

- из живицы – *живичная*, она более светлая, самая качественная, температура размягчения 65–69°C;
- из пневого осмола и просмоленной в результате осмоллоподсочки древесины – *экстракционная*, качество ниже, более темная, температура размягчения 48–54°C;
- из черных щелоков, являющихся отходами сульфатно-целлюлозного производства – *талловая*, самая низкая по качеству.

1.4. Применение живицы и продуктов ее переработки

Использование живицы в сыром непереработанном виде ограничено. Незначительное ее количество потребляется при производстве типографских красок, чернил, мастик, пластырей и мазей (например, лыжных), а также некоторых сортов сургуча. Греция является, вероятно, единственной страной, где живица применяется в производстве особого сорта вина «Рицина».

Основную массу живицы перерабатывают на скипидар и канифоль. Эти продукты могут использоваться непосредственно или подвергаться дальнейшей, более глубокой переработке.

Скипидар. В мире ежегодно производят примерно 750 тыс. т этого продукта. Долгое время его применяли в непереработанном виде, в основном в медицине. В настоящее время наиболее крупным потребителем скипидара является лакокрасочная промышленность. Являясь хорошим растворителем, он способствует быстрому высыханию масел и олиф, образуя стойкое лаковое покрытие, поэтому используется в производстве масляных и художественных красок, лаков, вакс, мастики.

В текстильной промышленности скипидар применяется при набивке хлопчатобумажных и шерстяных тканей как средство, предупреждающее растекание красок.

Скипидар служит сырьем для синтеза многих продуктов, при этом используются отдельные фракции скипидара: например, фракция, обогащенная α -пиненом, и фракция, состоящая из более высококипящих терпенов. Пиненовая фракция служит для получения синтетической камфоры – медицинского препарата, оказывающего успокаивающее действие на центральную нервную систему и улучшающего сердечную деятельность. В свою очередь камфора является сырьем для получения целлулоида, киноплёнки, небьющегося стекла типа «триплекс», стабилизаторов бездымных порохов. Данная фракция служит сырьем для синтеза полиэфирных волокон типа лавсана, используется в производстве одорантов – добавок, по резкому запаху которых обнаруживают утечку газа, а также в производстве средств для химической чистки, защитных покрытий, флотационных реагентов. Из компонентов скипидара получают терпингидрат, а из последнего – терпинеол, используемый для синтеза ароматических веществ в парфюмерной промышленности.

Путем химической переработки из скипидара можно получить инсектициды, применяемые против колорадского жука и других вредителей, смазку для двигателей самолетов и газовых турбин, топливные противопопригарные присадки, ментол, необходимый в производстве табака, лекарственных и косметических препаратов и других продуктов.

Канифоль. Это достаточно дефицитный продукт, хотя мировой ежегодный объем его производства составляет 1 млн. т.

Основной потребитель канифоли – бумажная промышленность, на долю которой приходится около 30% общего потребления; свыше 20% использует нефтехимическая промышленность; значительное количество расходуется на производство эфиров канифоли и в лакокрасочной промышленности.

В бумажной промышленности канифоль применяется для проклейки писчей, типографской бумаги и водостойких сортов картона. На непроклеенной бумаге чернила расплываются, плохо впитывается типографская краска.

При нагревании с едким натром (каустической содой) или едким калием канифоль легко растворяется и образует соли смоляных кислот – канифольное мыло, которое легко растворяется в воде и обладает хорошей моющей способностью. На этом свойстве основано при-

менение канифоли в мыловарении, где ею частично заменяют пищевые жиры. В состав хозяйственного мыла входит до 50% канифоли, а в высшие сорта туалетного – до 10%, причем для высокосортного мыла пригодна канифоль только светлых марок.

При полимеризации в производстве синтетического каучука канифоль применяется в качестве эмульгатора.

В резиновой промышленности канифоль используется при изготовлении линолеума, галошного лака, а также вводится в состав резиновых изделий для придания им эластичности и морозоустойчивости. Например, добавки канифоли при изготовлении автомобильных покрышек увеличивают срок их службы в 1,5 раза.

Живичная канифоль обладает высокими электроизоляционными свойствами, поэтому широко применяется в электротехнической промышленности для изготовления изоляционных материалов.

Натуральная канифоль используется в пищевой промышленности для получения бутылочной смолки, эмалировки бочек; в машиностроении – при пайке и лужении; в типографской промышленности – для изготовления типографских и литографических красок; в текстильной – для аппретирования тканей в целях придания им большей упругости и мягкости. Применяется канифоль при изготовлении креолина, кожзаменителей, консистентных смазок, сургучей, липкой ленты, в качестве добавок в мастику, с помощью которой крепятся стеклянные баллоны к металлическим цоколям электроламп. Для клеев-расплавов пока не нашлось лучшего липкого компонента, чем канифоль.

Продукты переработки канифоли широко применяются для получения эфиров. Эфиры канифоли используются в лакокрасочной промышленности. Получаемые на их основе смолы дают лаковые пленки, которые обладают повышенной эластичностью, морозо- и водостойкостью. Фенолоальдегидные смолы на основе канифоли (альбертоли) используются для изготовления красок для судов. Они задерживают обрастание подводных частей ракушками.

При механическом воздействии на канифоль возникает явление мгновенной липкости. Это свойство канифоли используется для натирания струн музыкальных инструментов, чтобы затем извлечь смычком звук. Мелкими частями канифоли натирают свои пуанты балерины и обувь боксеры, чтобы избежать скольжения.

Таким образом, потребность в скипидаре и канифоли непрерывно возрастает, в связи с этим и определяется необходимость дальнейшего развития подсобного производства и других отраслей лесохимии, поставляющих народному хозяйству это весьма дефицитное сырье.

1.5. Сортность сосновой живицы

Как уже отмечалось выше, в смоляных ходах сосны обыкновенной содержится до 38% скипидара. Однако в результате испарения при подсочке количество его понижается и составляет 13–25%. Кроме того, при подсочке в открытые приемники попадают органические и минеральные примеси, дождевая вода и неразложившиеся продукты химических стимуляторов, что снижает сортность живицы и усложняет ее последующую переработку. От сорта также зависит стоимость заготовленной живицы. По техническим условиям живица подразделяется на 3 сорта, в зависимости от содержания смолистых веществ, сора и воды (см. таблицу).

Технические требования на сосновую живицу

Показатели	Нормы для сортов		
	I	II	III
Смолистые вещества, %, не менее	93,0	88,0	85,0
В том числе содержание скипидара, %, не менее	13,0	13,0	Не нормируется
Содержание воды и сора, %, не более	7,0	12,0	15,0
В том числе содержание сора, %, не более	1,5	2,5	8,0

Живица с содержанием скипидара менее 13% применяется как баррас, а с содержанием воды и сора более 15% считается несортным продуктом.

1.6. Общие понятия о секреции и секреторных структурах растений

Секреция – выработка и выделение клетками секреторных веществ во внешнюю среду или изоляция их во внутриклеточные отсеки – компартменты.

Секреторные вещества – продукты вторичного обмена веществ, которые не участвуют в физиологическом процессе и характерны для отдельных видов растений или органов. К ним относятся смолы, млечный сок, камеди, эфирные масла, слизи, нектар.

Секреция – важный физиологический процесс, на основании которого выполняется ряд фундаментальных функций. Секреция необходима всем без исключения организмам. Секреторный процесс состоит из двух фаз:

– первая фаза – синтез секрета, который включает в себя поглощение питательных веществ, поступающих в клетку, непосредственно синтез и концентрацию образовавшегося продукта;

– вторая фаза – выделение, т. е. перенос секрета из клетки или в ее внутренние отсеки со своей мембраной.

Секреторные клетки обычно полярны. Одна сторона – *базальная* – более толстая, через нее идет поступление в клетку питательных веществ, вовлекаемых в синтез секрета. Вторая, противоположная – *апикальная* – более тонкая, через нее выделяется секрет. Процесс выделения секрета идет или по градиенту концентрации (из мест с большей концентрацией вещества в места с меньшей) без затрат энергии, или против градиента концентрации с затратой метаболической энергии. В этом случае наблюдается усиление процесса дыхания, рост осмотического потенциала клеточного сока, увеличивается поглощение воды.

Секреторные вещества могут выделяться из клеток 3 способами, поэтому различают 3 вида секреции:

– *мерокриновая* – структура выделительных клеток при этом не нарушается: вещества переносятся через клеточные мембраны при помощи мембранных насосов, аппарата Гольджи или непосредственно из цистерн эндоплазматической сети; считается, что терпены выделяются путем мерокриновой секреции;

– *апокриновая* – наблюдается частичное разрушение клетки: вещества накапливаются у одного из полюсов клетки в специальных выростах – микроворсинках, которые затем обламываются; этот способ характерен для секреции липидов;

– *голокриновая* – полное разрушение клетки, она превращается в каплю секрета. Это наблюдается, например, когда ряд клеток корневого чехлика превращаются в слизь или при накоплении терпенов в специальных межклеточных полостях, образовавшихся в результате растворения клеток.

Синтез и выделение секрета происходит в определенных структурах, которые классифицируются по ряду признаков. По расположению различают:

– наружные выделительные структуры, которые приурочены к поверхности органов и в большинстве случаев формируются из клеток эпидермиса, к ним относятся нектарники, железки, железистые волоски и др.;

– внутренние выделительные структуры, которые располагаются среди внутренних тканей. Они делятся на три группы:

а) *выделительные идиобласты* – одиночные секреторные клетки, которые часто накапливают эфирные масла и танины;

б) *млечники* – живые трубчатые образования, способные к росту, заполненные млечным соком;

в) *ходы и вместилища* – межклеточные полости, здесь могут синтезироваться и накапливаться смолистые вещества.

Ходами называют вытянутые цилиндрические образования; если они имеют другую форму, то их называют просто полостями или вместилищами. Они характерны для хвойных пород и, поскольку содержат смолистые вещества, их обычно называют смоляными.

Ходы и полости образуются двумя основными путями:

– *схизогенно* – наиболее распространенный путь, при котором вместилище секрета возникает на основе постепенного расширения межклеточного пространства; слой клеток, выстилающий полость изнутри, является секреторным;

– *лизигенно* – возникновение полостей сопровождается разрушением (лизисом) части клеток.

Образование полостей может идти также путем сочетания расширения межклеточников с частичным разрушением клеток (схизо-лизигенный путь).

Распределение смолвместилищ в тканях и органах различных хвойных не одинаково. Смоляные ходы и полости имеются в первичной коре, хвое, шишках практически у всех хвойных, в том числе и у сосны. Однако для подсоски сосны они не имеют значения. Первичная кора у этой древесной породы отпадает на третий год жизни, смоляные ходы, расположенные в хвое и шишках, никак не сообщаются со смоляными ходами в древесине, из которых извлекают живицу при нанесении ранений на стволах. У большинства семейств и родов хвойных смолвместилища в древесине могут образовываться лишь в ответ на поранения – это так называемые *травматические*, или *патологические*, *смоляные ходы и полости*. Они характерны для пихты, кедра, тсуги. *Нормальные смоляные ходы* являются постоянным структурным элементом древесины и имеются у 7 из 11 родов сосновых – сосны, лиственницы, ели, псевдотсуги, кетелеерии, катаяи, дикампопинуса. Три последних рода встречаются лишь в Юго-Восточной Азии. В древесине тиса, можжевельника, кипариса и араукарии смоляные ходы отсутствуют.

Травматические секреторные образования древесины довольно разнообразны, в целом их можно подразделить на 2 группы: разного рода полости и ходы. Травматические полости хвойных приведены на рис. 1.1.

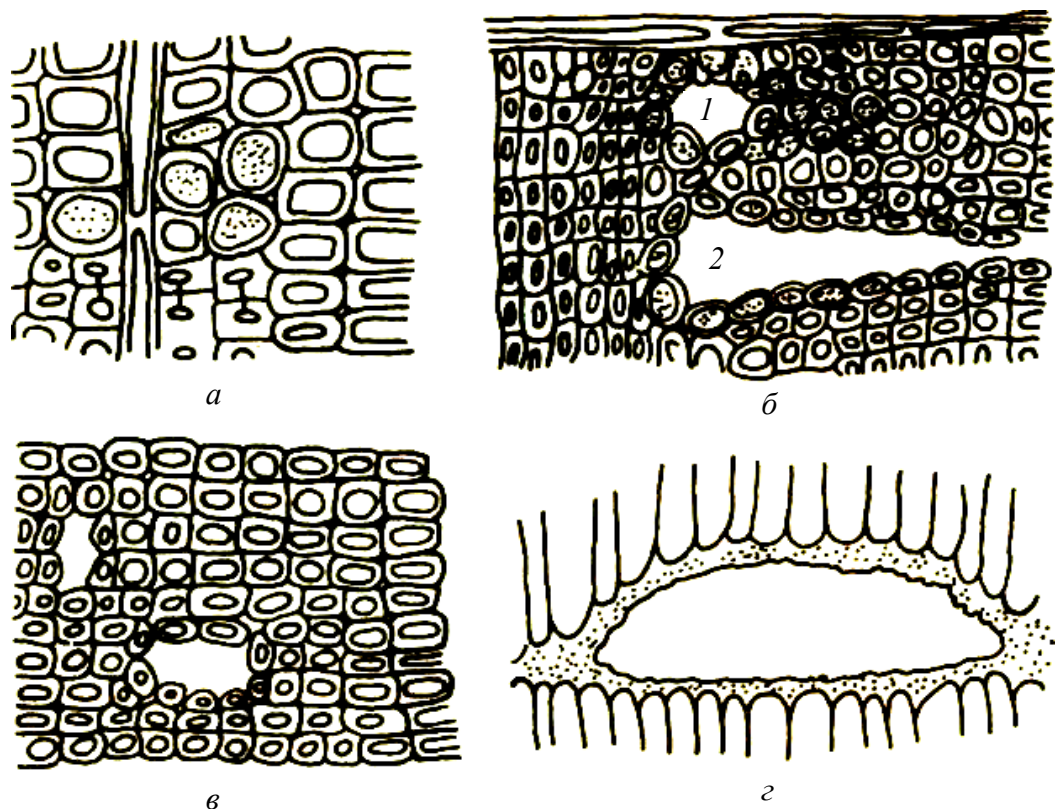


Рис. 1.1. Травматические полости хвойных (по Е. С. Чавчавадзе):

- а* – схизогенные полости у пихты;
- б* – вертикальная (1) и горизонтальная (2) смоляные цисты у кедра ливанского;
- в* – смоляной кармашек у метасеквойи;
- г* – смоляной карман у лиственницы сибирской

Они отличаются размерами, структурой внутреннего слоя клеток, характером своего возникновения. Наиболее простым их типом являются *схизогенные полости* – небольшие межклетные пространства на стыке 3–4 клеток, заполненные живицей.

Смоляные кармашки – также небольшого размера вместилища, лишенные выделительного эпителия, образуются схизолизигенным путем, т. е. частично благодаря увеличению межклеточного пространства и растворению эпителия.

Смоляные цисты – вместилища более или менее вытянутой формы, образуются схизогенным путем, имеют выделительный эпителий, который часто не образует сплошного слоя.

Смоляные карманы – полости крупных размеров от нескольких миллиметров до десятков сантиметров, образуются лизигенным путем, имеют практическое значение.

Травматические (патологические) ходы – длинные вместилища, образуются схизогенным путем, имеют хорошо развитый выделительный эпителий. Они могут быть как вертикальными (рис. 1.2), так и горизонтальными. По структурной организации это наиболее совершенные травматические вместилища.



Рис. 1.2. Вертикальные травматические ходы в древесине ели европейской в поперечном разрезе

Травматические ходы от ходов нормальных отличаются некоторым упрощением строения. Настоящий выделительный эпителий не всегда образует сплошной слой. Слой из мертвых клеток у сосен развит слабо. Напротив, живая сопровождающая паренхима образуется в большом количестве, и это является существенной особенностью травматических ходов. Вертикальные травматические ходы лежат обычно тангентальными группами в виде цепочек. Диаметр же как вертикальных, так и горизонтальных травматических ходов мало отличается от диаметра нормальных ходов.

Вертикальные травматические ходы у большинства хвойных можно обнаружить в поздней древесине, т. е. образуются они во второй половине лета, располагаются над ранением и могут быть найдены на высоте до 13–15 м вверх по стволу. В поврежденной древесине содержание патологических смоляных ходов в 3–5 раз больше, чем в неповрежденной. Вследствие этого резко увеличивается общая плотность смоляных ходов, что имеет значение при проведении подсочки. Обычно наибольшее количество таких ходов образуется на второй год подсочки, что ведет к увеличению в это время выхода живицы, хотя и непропорционально количеству вновь образовавшихся смоляных ходов.

1.7. Строение вертикальных, горизонтальных и патологических смоляных ходов и их роль в смоловыделении

Как уже отмечалось выше, для подсочки имеет значение только система смоляных ходов древесины ствола, которая состоит из вертикальных (продольных) и горизонтальных (поперечных) нормальных смоляных ходов. Клетки вертикальных и горизонтальных смоляных ходов образуются камбием. В центре смоляного хода располагается схизогенная полость – канал, заполняющийся живицей. Изнутри канал выстлан живыми эпителиальными клетками, которые называются выделительными. Количество их колеблется от 4 до 6. Функция этих клеток – синтез и выделение живицы в канал смоляного хода. Стенки клеток, обращенные к каналу (апикальные) – тонкие, благодаря чему и происходит выделение секрета. Противоположные – базальные – толстые. Вокруг выстилающих клеток располагается одно или два кольца мертвых клеток, лишенных плазмы и заполненных воздухом. Клетки мертвого слоя срастаются с основаниями выделительных клеток и, очевидно, выполняют защитно-механическую функцию. Слой мертвых клеток не всегда бывает сплошным, в нем имеются межклетники, которые способствуют обмену питательных веществ и воды.

Снаружи от клеток мертвого слоя находятся живые паренхимные клетки сопровождающей паренхимы. Обычно они располагаются в один или два, реже в три-четыре ряда. Основная функция клеток сопровождающей паренхимы – запасающая. Они являются поставщиками питательных веществ для клеток эпителия, где идет синтез живицы. Все элементы вертикальных, или продольных, смоляных ходов окружены трахеидами. Схема вертикального смоляного хода приведена на рис. 1.3.

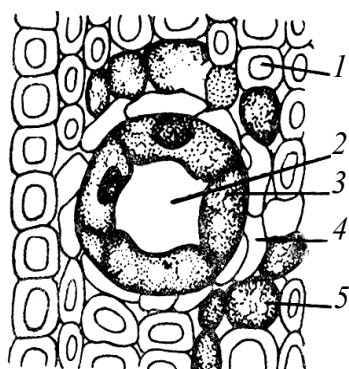


Рис. 1.3. Строение вертикального смоляного хода:
1 – трахеиды; 2 – канал смоляного хода; 3 – выделительные клетки; 4 – мертвые клетки; 5 – клетки сопровождающей паренхимы

Вертикальные смоляные ходы закладываются в начале июля в поздней части годичного кольца, преимущественно на внешней стороне годичного слоя. В ранней (весенней) древесине их можно встретить сравнительно редко, лишь в молодых стволиках и ветвях сосны.

Горизонтальные смоляные ходы располагаются в широких сердцевинных лучах и состоят из тех же элементов, что и вертикальные смоляные ходы. Они ежегодно удлиняются вместе с нарастанием слоев древесины и луба, пересекают камбий и заканчиваются в лубе. На границе заболони и ядра канал горизонтального смоляного хода закупоривается, изолируя живицу ядра от живицы заболони. Горизонтальные смоляные ходы проходят через годичные слои и, встречаясь с вертикальными, соединяются друг с другом своими каналами, образуя единую смолоносную систему ствола. В 1 см^3 древесины ствола число таких соединений достигает 250–600. Это облегчает передвижение живицы из внутренних слоев заболони к ранениям при подсочке.

Размеры смоляных ходов зависят от возраста дерева, его диаметра, размеров трахеид и условий произрастания. В наружных слоях средневозрастных деревьев сосны диаметр вертикального смоляного хода достигает 60–80 мкм, приспевающих – 90–100 мкм, а спелых – 110–120 мкм и даже 130 мкм. В среднем величину диаметра вертикального смоляного хода можно принять равной 100 мкм, или 0,1 мм. При полном заполнении живицей диаметр канала составляет 80% диаметра смоляного хода, или 0,08 мм.

Диаметр горизонтальных смоляных ходов значительно меньше вертикальных и в среднем равен 40 мкм, или 0,04 мм, а диаметр канала при максимальном заполнении его живицей может достигать 75% диаметра смоляного хода, что составляет 0,03 мм. Длина вертикальных смоляных ходов колеблется от 10 до 80 см, а в отдельных случаях достигает 1 м. В среднем для расчетов она принимается равной 50 см.

Длина горизонтальных смоляных ходов определяется длиной сердцевинных лучей, однако до сердцевины дерева эти ходы не доходят, так как лучи со смоляными ходами всегда вторичны. Длина деятельной части горизонтальных смоляных ходов значительно меньше общей длины смоляного хода и практически не превышает толщины заболони.

1.8. Линейное число и густота смоляных ходов, их роль в смоловыделении

Для характеристики объема смоловыделительной системы используются два показателя:

а) число смоляных ходов – это их количество на 1 см длины окружности годичного слоя;

б) густота смоляных ходов – их число, приходящееся на 1 см² поперечного сечения древесины.

Немецкий ученый-ботаник Е. Мюнх установил зависимость числа и густоты смоляных ходов от ширины годичного слоя. Они известны как формулы Мюнха и имеют следующий вид:

$$n = 4b + 3, \quad (1.1)$$

где n – число смоляных; b – ширина годичного слоя, мм;

$$d = 40 + 30 / b, \quad (1.2)$$

где d – густота смоляных ходов.

Из этих уравнений видно, что число вертикальных смоляных ходов сосны в каждом годичном слое определяется его шириной: чем шире годичное кольцо, тем шире слой поздней древесины и тем больше смоляных ходов приходится на единицу окружности годичного кольца. Число смоляных ходов с увеличением годичного прироста растет прямолинейно. Густота смоляных ходов находится в обратной криволинейной зависимости от ширины годичного кольца и уменьшается по гиперболической кривой (рис. 1.4).

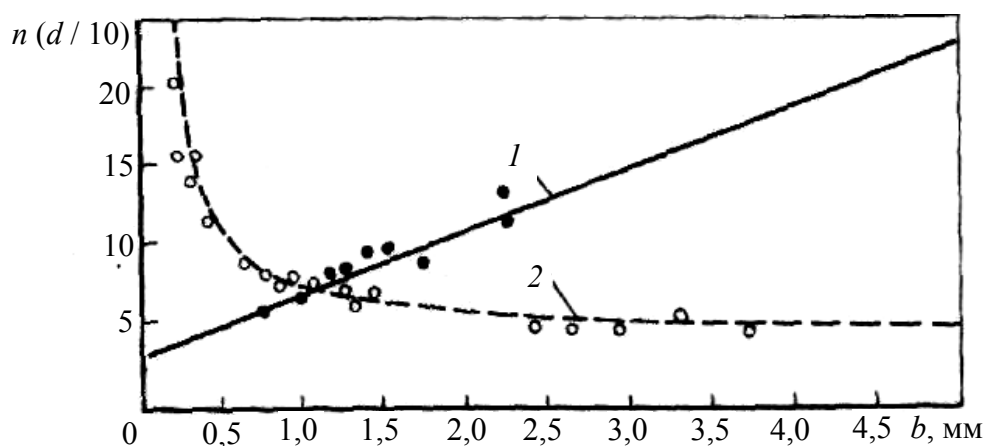


Рис. 1.4. Зависимость числа и густоты вертикальных смоляных ходов сосны от ширины годичного слоя (по Л. А. Иванову):
1 – число смоляных ходов; 2 – густота смоляных ходов

Эта закономерность в известной мере объясняет повышение смолопродуктивности с увеличением возраста древостоя, так как в более старшем возрасте формируются более узкие годичные слои. Однако, как видно из графика, густота смоляных ходов становится постоянной лишь при достижении некоторой величины, близкой к 2 мм, годичного радиального прироста дерева. В реальных условиях у поступающих

в подсочку деревьев прирост по радиусу часто меньше, чем 2 мм. Это значит, что колебания густоты смоляных ходов у подсачиваемых деревьев могут иметь значительный диапазон.

Объем смоловыделительной системы и, соответственно, смолопродуктивность деревьев определяются генетическими свойствами древесной породы и зависят от многих факторов, в том числе от условий произрастания и общего физиологического состояния дерева, его возраста. Отчасти по данным причинам формулы Мюнха для определения густоты и линейного числа смоляных ходов оказались не совсем точными для сосны северо-запада европейской части России, Беларуси и Урала. Так, А. Н. Шатерникова подтвердила зависимость между числом смоляных ходов и шириной годичного кольца для сосны, произрастающей в условиях Ленинградской области, но действительное число смоляных ходов оказалось на 20% меньше, чем вычисленное по формулам Мюнха. Предложенные А. Н. Шатерниковой формулы приняли следующий вид:

$$n = 3,2b + 2,4, \quad (1.3)$$

где n – число смоляных; b – ширина годичного слоя, мм;

$$d = 32 + 24 / b, \quad (1.4)$$

где d – густота смоляных ходов.

Густота смоляных ходов варьирует в широких пределах и в среднем составляет 50–60 шт./см². По данным А. Н. Шатерниковой, в древостоях I–II классов бонитета не различимые по внешним признакам высокосмолопродуктивные сосны имели густоту смоляных ходов 61–113 шт./см², а низкосмолопродуктивные – 35–58 шт./см². Густота горизонтальных смоляных ходов немного больше и колеблется в пределах 70–100 шт./см².

Установлено, что в 1 м³ древесины сосны содержится примерно 4 кг живицы, причем в вертикальных смоляных ходах – 3,5 кг, а в горизонтальных – 0,5 кг. Это говорит о том, что горизонтальные смоляные ходы имеют меньшее значение для смоловыделения по сравнению с вертикальными, но при подсочке с химическим воздействием их роль существенно возрастает.

Число ходов может сильно меняться и по длине ствола. У сосны обыкновенной оно максимально у основания, уменьшается в средней части, а затем вновь возрастает по направлению к вершине. В корневой системе густота смоляных ходов резко возрастает и может составлять 155 шт./см², хотя на высоте 1,3 м этот показатель равен 69 шт./см².

ФИЗИОЛОГИЯ СМОЛООБРАЗОВАНИЯ И СМОЛОВЫДЕЛЕНИЯ ПРИ ПОДСОЧКЕ

2.1. Выстилающие клетки смоляных ходов как место синтеза живицы в стволе дерева

Смолообразование у хвойных деревьев – довольно сложный процесс. Хотя исследование секреторных систем имеет почти трехсотлетнюю историю, многие процессы смолообразования до настоящего времени окончательно не установлены.

В этой связи весьма важными не только для теории, но и для практики подсочного производства являются ответы на следующие вопросы:

- ✓ Где и в каких клетках происходит синтез смолистых веществ?
- ✓ Из каких веществ и какими путями идет синтез живицы?
- ✓ Каков механизм истечения и восстановления запасов живицы, извлеченных при подсочке?

На ранних стадиях изучения физиологии смолообразования считали, что живица образуется в хвое, откуда она, по предположению, перетекает в смолоносную систему древесины. Однако позже было доказано, что это не так.

Во-первых, смолоносная система хвои со смолоносной системой древесины ствола и ветвей не соединяется.

Во-вторых, живица хвои качественно отличается от живицы древесины ствола и ветвей:

– эфирное масло хвои сосны обыкновенной обладает правым вращением, а терпентин стеблей и корней – левым;

– углеводороды масла хвои имеют более низкую температуру кипения (157,0–161,5°C), чем углеводороды живицы древесины (162,5–168,0°C);

– в масле хвои содержится сесквитерпен кадинен, а в терпентине древесины он отсутствует.

Все это говорит о том, что хвоя не может быть непосредственным источником живицы смоляных ходов ствола. Хвою можно лишь рассматривать как поставщика продуктов ассимиляции, которыми снабжаются органы дерева – ствол и ветви, и из которых синтезируются

различные органические продукты, в том числе смолистые вещества. Эта связь обнаруживается, например, в изменении выхода живицы в зависимости от степени развития кроны.

Как показали исследования, живица смоляных ходов древесины местного происхождения, т. е. она синтезируется выстилающими (выделительными) клетками эпителия и затем выталкивается в канал смоляного хода.

Последние данные, полученные с использованием электронной микроскопии, показали:

1) ультраструктура активно секретирующих клеток эпителия сходна у разных хвойных и резко отличается от той, которая имеется у несекреторных клеток сопровождающей паренхимы;

2) структура эпителиальных клеток существенно меняется на протяжении их жизни и после прекращения секреторной деятельности они начинают выполнять запасующую функцию, свойственную обычной паренхиме.

Особенности строения активно секретирующих клеток эпителия заключаются в следующем:

- густая цитоплазма;
- очень мало вакуолей, они мелкие;
- сильно развита сеть эндоплазматического ретикулума (мембран), лишеного прикрепленных к нему рибосом; мембраны образуют сеть ламелл и цистерн (трубчатые структуры), которые концентрируются у стенки клетки, обращенной к каналу смоляного хода;
- много пластид – лейкопластов; они лишены тилакоидов и окружены чехлом из мембран ретикулума (для приема синтезирующихся терпенов);
- много митохондрий, поскольку процесс синтеза терпенов и выделение их из клеток требует существенных затрат метаболической энергии;
- оболочка клеток, обращенная к смоляному ходу, тонкая (0,2–0,4 нм), микрофибриллы разрыхлены, противоположная оболочка клеток толстая (1,5 нм), микрофибриллы расположены плотно и параллельно друг другу (рис. 2.1).

Синтез терпенов в выделительных клетках происходит в основном на наружных мембранах оболочек пластид, а также на мембранах эндоплазматического ретикулума, митохондрий и ядра.

Продолжительность высокой секреторной активности клеток эпителия ограничивается периодом их роста. У сосны обыкновенной она составляет 8–20 дней. Затем утрачиваются структуры, связанные

с синтезом терпенов: снижается количество лейкопластов и митохондрий, резко уменьшается число мембранных структур эндоплазматического ретикулума. Количество синтезируемых терпенов также резко снижается. Этот процесс завершается к осени. Эпителий постепенно утрачивает выделительную способность, и клетки начинают выполнять запасающие функции, накапливая в значительном количестве жиры.

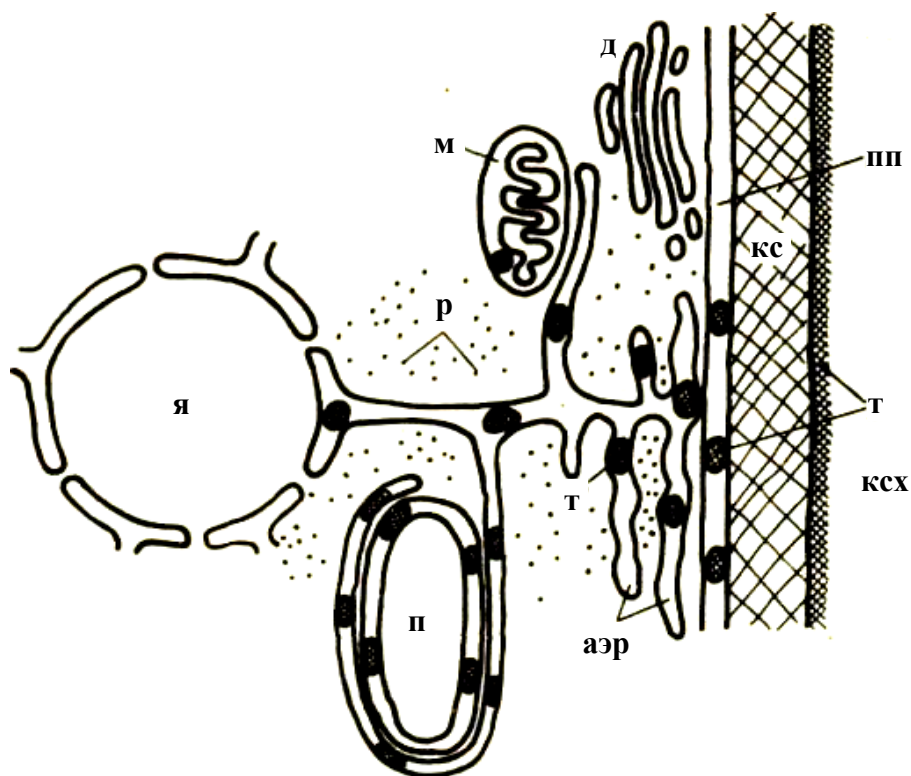


Рис. 2.1. Особенности ультраструктуры активно секретирующих клеток эпителия смоляного хода сосны:

я – ядро; **аэр** – система мембран агранулярного эндоплазматического ретикулума; **р** – свободные рибосомы (не прикрепленные к мембранам ретикулума); **п** – пластида, лишённая тилакоидов и окружённая чехлом из мембран ретикулума; **м** – митохондрии; **д** – диктиосомы; **пп** – периплазматическое пространство; **кс** – клеточная оболочка, граничащая с каналом смоляного хода; **ксх** – канал смоляного хода; **т** – терпены (заштрихованы)

Данные о динамике ультраструктуры выделительных клеток меняют представление о ходе смолообразования: секреция живицы осуществляется не всеми выделительными клетками заболони, как считалось раньше, а только клетками последнего годичного слоя в период их формирования и роста.

Нанесения подновок приводит к вскрытию каналов смоляных ходов, снижению давления в них, что является, как полагают, сигналом к регенерации секреторных структур эпителия и ведет к возобновлению процесса смолообразования в клетках заболонной части ствола. Это объясняет тот факт, что в начале сезона подсочки смолообразование ниже, чем в последующее время. С этой точки зрения становится понятным благоприятное влияние на смолообразование приема с нанесением предварительных подновок (за 2–3 недели до начала подсочки).

2.2. Современная теория биосинтеза терпенов и смоляных кислот

Синтез секреторных терпеноидов (производные терпенов) включает множество реакций, каждая из которых катализируется особым ферментом. Процесс этот весьма сложен и еще не изучен во всех деталях. До недавнего времени о синтезе терпенов и смоляных кислот существовали лишь недостаточно аргументированные гипотезы, часто выражавшие весьма противоречивые точки зрения. Наибольшее признание получила углеводная гипотеза Эйлера, связывающая образование терпенов с промежуточными продуктами спиртового брожения (через пировиноградную кислоту). В свете современных знаний эта теория частично подтвердилась. Немецкий исследователь А. Чирх считал, что синтез терпенов происходит из белков через аминокислоты. Эта теория также частично подтвердилась, поскольку мевалоновая кислота – важный промежуточный продукт в цикле образования терпенов – в ряде случаев может синтезироваться из аминокислоты лейцина. В. В. Вильямс связывал образование терпенов с продуктами распада хлорофилла (эта теория не подтвердилась).

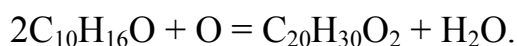
И только в 1968 г. благодаря использованию изотопного, хроматографического, радиоавтографического и других современных методов исследований американскому ученому Д. Боннеру удалось расшифровать синтез терпенов при изучении синтеза каучука у бразильской гевеи.

Исходным веществом (субстратом) в биосинтезе терпенов является уксусная кислота и ацетилкофермент А (ацетил-КоА), которые через ряд последовательных реакций превращаются в мевалоновую кислоту, а затем в геранилпирофосфат.

В общих чертах биосинтез терпенов можно представить следующей схемой. В процессе фотосинтеза при участии хлорофилла с использованием энергии солнечных лучей происходит взаимодействие диоксида углерода и воды. Энергия солнечных лучей используется для фотохимических реакций, в результате диоксид углерода через ряд промежуточных реакций восстанавливается до углеводов. Из углеводов синтезируется крахмал – полисахарид, играющий роль запасного вещества. Участвуя в процессах окисления, он превращается в конечный продукт гликолиза – пировиноградную кислоту, которая является главным промежуточным продуктом в обмене веществ всего растения. В результате окислительного декарбоксилирования пировиноградной кислоты образуется уксусная кислота, которая служит поставщиком ацетильных групп и исходным субстратом для образования ряда жизненно важных соединений, в том числе и терпенов. Окислительное декарбоксилирование осуществляется с участием кофермента А (КоА) и никотинамидадениндинуклеотида (НАД).

Ацетил-КоА, образующийся из пировиноградной кислоты, не может быть использован для синтеза терпенов, поскольку он образуется во внутреннем компартменте митохондрий и включается в цикл Кребса. Взаимодействуя со щавелеуксусной кислотой (ЩУК), он образует лимонную кислоту, которая может преодолевать внутреннюю мембрану митохондрий и, попадая в цитоплазму клетки, распадается с образованием ацетил-КоА. Этот, локализованный вне митохондрий, ацетил-КоА используется для синтеза терпенов. Путем его конденсации, а затем восстановления получается мевалоновая кислота. Из нее в процессе фосфорилирования, конденсации, изомеризации образуется геранилпирофосфат, а затем терпеноиды. Сокращенная схема биосинтеза терпенов приведена на рис. 2.2.

Процесс образования смоляных кислот сложнее, чем терпенов, и менее изучен. Полагают, что в этом процессе принимают участие сахара и жиры, преобразующиеся в смоляные кислоты через альдегидоподобное вещество $C_{10}H_{16}O$ по уравнению



Биологическая роль живицы в растении до конца не выяснена. Однако большинство исследователей полагают, что смолистые вещества – конечный продукт обмена веществ – играют защитную роль. Она заключается в предохранении обнаженных срезов тканей дерева от высыхания и растрескивания, от проникновения в них грибов, бактерий, насекомых. Живица как бы «закрепляет» раны.

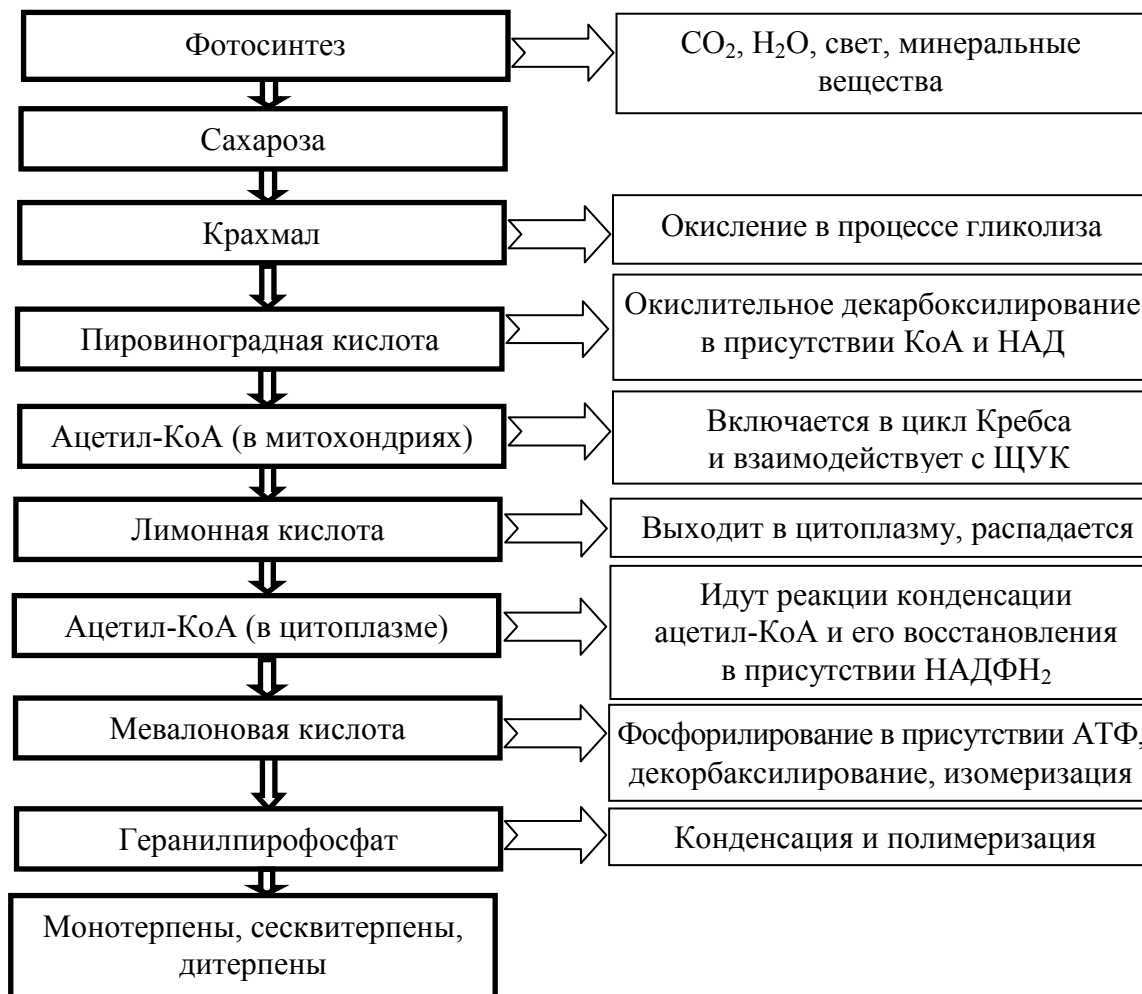


Рис. 2.2. Современная схема биосинтеза терпенов

Вместе с тем считается, что монотерпены могут участвовать в обмене веществ как источники энергии при отсутствии других энергетических ресурсов. В определенных условиях они могут служить предшественниками при синтезе физиологически активных соединений – каротиноидов, фитостиролов, гормонов и др.

2.3. Механизм и продолжительность истечения живицы при подсочке

Механизм выделения живицы при подсочке в настоящее время изучен недостаточно. Наиболее признанной является теория Мюнха – Иванова, которая объясняет, как выделяется живица из клеток выстилающего эпителия в канал смоляного хода и проходит по нему к под-

сочному поранению. При этом происходит взаимодействие трех сил: осмотического давления (P), гидростатического, или тургорного, давления (T) и секреторного давления (S). Под секреторным давлением понимают силу, которая возникает в клетках выстилающего эпителия и продвигает (выталкивает) живицу в канал смоляного хода. Источником энергии для секреторного давления является электроосмос. Он возникает в результате разницы потенциалов внутри клетки и канала смоляного хода.

Процесс смоловыделения из клеток выстилающего эпителия в канал смоляного хода можно условно поделить на 4 этапа.

1. Смоляной ход свободен от живицы. Выделительные клетки полностью наполнены водой. В этом случае секреторное давление $S = 0$, осмотическое давление P минимально, тургорное давление T максимально; $P - T = 0$.

2. Начало образования живицы в выделительных клетках. Она под воздействием секреторного давления выдавливается в канал смоляного хода, окруженного мертвыми клетками и трахеидами, которые не могут деформироваться и расширяться. Увеличение объема смоляного канала происходит за счет того, что живица, поступающая в него, давит на живые выделительные клетки, они теряют воду и сжимаются. В канале возникает так называемое смоляное давление, равное по значению секреторному, но противоположно направленное (также обозначается S), т. е. S возрастает, тургорное давление T падает, осмотическое давление P также возрастает (клетка теряет воду, увеличивается концентрация клеточного сока). Тургорное давление суммируется с секреторным (смоляным) и превышает осмотическое давление. Возникает следующее соотношение сил: $S + T > P$.

3. Процесс выделения живицы в канал смоляного хода продолжается и проходит через стадию, когда соотношение действующих сил имеет вид $S > P$. Смоляное давление S превышает осмотическое, тургорное давление $T = 0$.

4. Канал полностью заполнен живицей. Смоляное давление S достигает максимума. Выделительные клетки сдавлены в наибольшей степени, они лишены значительного количества воды, поэтому осмотическое давление P также максимально и уравнивает смоляное: $S = P$.

Смоляное давление в канале достигает величины 0,5–2,0 МПа (5–20 атм). Удерживаться оно может очень долгое время при условии, что канал не вскрыт. Просмоления окружающей канал древесины при этом не происходит, поскольку этому препятствует задняя толстая

базальная стенка выделительных клеток и слой мертвых клеток вокруг смоляного канала.

Что же происходит при вскрытии смоляного канала при подсочке? В результате нанесения подновки в канале смоляного хода возникает резкий перепад давления – от 2,0 до 0,1 МПа (от 20 до 1 атм). Под влиянием разности давления живица начинает перетекать по каналу в сторону меньшего давления и выделяться на поверхности среза. Поскольку живица является вязкой жидкостью, при ее движении по каналу хода возникает сопротивление. Когда падающее давление сравнивается с силой сопротивления движения живицы, выделение живицы прекращается. Кроме того, выделению живицы способствуют выделительные клетки, которые с уменьшением давления в канале смоляного хода увеличивают свой объем, усиленно поглощая воду за счет осмотических сил. Они интенсивно выдавливают живицу на поверхность подсочного ранения.

Таким образом, процесс смоловыделения при подсочке обусловлен двумя взаимодействующими силами: смоляного давления в канале хода и выдавливания живицы из канала за счет осмотических сил, которые приводят к увеличению в объеме выделительных клеток. Последнее обстоятельство позволяет сделать заключение о том (это доказано специальными экспериментами и практикой подсочного производства), что процесс смоловыделения при подсочке может нормально происходить лишь при достаточном водоснабжении дерева.

2.4. Причины прекращения смоловыделения

После вскрытия канала смоляного хода подсочным ранением смоловыделение продолжается в зависимости от физиологического состояния дерева и ряда других внутренних и внешних причин от нескольких часов до 3 суток. Около 90% живицы выделяется в первые 24 ч после нанесения подновки. На продолжительность и интенсивность смоловыделения влияют сезонность и погодные условия вегетационного сезона. Весной и осенью смоловыделение продолжается 3–5 дней, летом – 1–2 дня.

Полное прекращение смоловыделения обусловлено несколькими одновременно действующими факторами:

- 1) падение смоляного давления в канале смоляного хода после его вскрытия;

2) при уменьшении перепада давления и частичном опорожнении смоляных ходов от живицы выделительные клетки, имеющие высокий осмотический потенциал, усиленно поглощают воду, разбухают и перекрывают просвет смоляного канала;

3) усиленное испарение скипидара при выделении живицы, особенно в жаркую погоду, приводит к образованию на поверхности среза пробки закристаллизовавшейся живицы.

2.5. Новообразование живицы при подсочке, динамика процесса

Опытным и расчетным путем установлено, что в 1 м³ древесины сосны (что примерно соответствует среднему дереву сосны в спелом возрасте) в вертикальных смоляных ходах содержится примерно 3,5 кг живицы. Еще примерно 0,5 кг живицы находится в горизонтальных смоляных ходах, т. е. всего около 4,0 кг. При подсочке можно извлечь примерно 1,7 кг (следует отбросить живицу, содержащуюся в ядровой части ствола, в ветвях и корнях, которая не может быть получена). Однако на практике за сезон с одного дерева получают 2,0–2,5 кг смолы. Чем это можно объяснить?

Как уже отмечалось выше, вскрытие смоляных каналов подсочными ранениями вызывает не только истечение живицы, но и резкую перестройку ультраструктуры эпителиальных клеток, что приводит к новообразованию живицы. Причем этот процесс идет медленнее, чем опорожнение смоляных ходов. Полное восстановление первоначального запаса живицы после извлечения его подсочкой происходит в течение 8–10 дней. Е. Мюнх установил, что в нормальных условиях скорость образования живицы в смоляных ходах подчиняется убывающей геометрической прогрессии. В первый день образуется 33% общего количества живицы, а в каждый последующий – 2/3 количества, образовавшегося в предыдущий день, т. е. накопление живицы будет идти следующим образом:

Дни от начала смолообразования	1	2	3	4	...	10
Накопление живицы, % от макс.	33	56	70	80	...	100

Как видно, накопление живицы идет более интенсивно в первые дни, и если наносить подновки часто, например каждый день, то можно за 10 дней получить 300% выхода живицы. Если ранения наносить 1 раз в 10 дней, когда смоляные ходы полностью восстано-

вят живицу, то получаем 100% выхода живицы. Однако в практике подсочки ни тот, ни другой варианты не могут быть применены. В первом случае, при частом нанесении подновок, повышенный расход питательных веществ не может долго поддерживаться растением на достаточно высоком уровне, и неизбежно наступит момент, когда усиленный расход метаболитов уже не компенсируется их образованием. Тогда происходит так называемое *утомление дерева*, которое выражается сначала в уменьшении, а затем и полном прекращении смоловыделения. Во втором случае нет необходимости ждать 10 дней, чтобы полностью восстановилась живица, если за 4 дня ее уже будет 80% от максимума. Очевидно, что в этом случае будет наблюдаться недобор живицы при ее заготовке. Поэтому при обычной подсочке паузу вздымки – время перед нанесением очередной подновки – принимают 2–5 дней.

2.6. Зона подтекания живицы к ранениям при подсочке

Ранее считалось, что живица к ранениям подтекает только в вертикальном направлении и на значительном расстоянии. Это аргументировалось наличием системы сообщающихся вертикальных и горизонтальных смоляных ходов и тем, что при подсочке незаполненные и частично заполненные смоляные ходы встречаются по всей высоте ствола до кроны. Однако более углубленные исследования показали, что такие смоляные ходы имеются и у сосен, которые никогда не подсачивались. Кроме того, если бы подтекание живицы было только в вертикальном направлении, то, логически рассуждая, никакого увеличения выхода живицы при двухъярусной подсочке, когда карры (определение см. в п. 4.3) располагаются друг над другом, не могло бы быть. Однако при двухъярусной подсочке, наоборот, наблюдается увеличение выхода живицы по сравнению с обычной подсочкой на 22–26%.

Идет ли подтекание живицы к ранению с боков, т. е. в тангентальном направлении? Простой опыт, поставленный в лесу с нанесением трех полукарр на одной высоте, позволил ответить на этот вопрос. Если бы такое подтекание живицы наблюдалось, то выход смолы с ранения, расположенного в центре, был бы наименьшим, а с краев – наибольшим. Однако такой зависимости выявлено не было. Значит, в тангентальном направлении живица к ранению не подтекает.

Также нет подтекания живицы к месту вскрытия смоляного хода из ядровой древесины. В этой области выделительные клетки отмирают, живица растекается по трахеидам, просмоляет их, и сообщение между ходами прерывается.

Установлено, что к ранениям живица подтекает :

– в вертикальном направлении – сверху на 0,5 м и снизу на такое же расстояние;

– с боков – на ширину карры;

– по радиусу – на толщину заболони.

Другими словами, зона подтекания живицы к ранению имеет вид призмы, высота которой составляет 1 м (по 0,5 м сверху и снизу), ширина равна ширине карры, а толщина – толщине заболони ствола.

ЭКОЛОГИЯ ПОДСОЧКИ

3.1. Смолопродуктивность сосновых насаждений и ее оценка

Смолопродуктивность – это наследственно обусловленная способность деревьев хвойных пород синтезировать и выделять в сравнимых условиях в единицу времени определенную массу живицы.

Следует различать:

– *биологическую смолопродуктивность*, обусловленную только физиологическими способностями растительного организма;

– *производственную, или техническую, смолопродуктивность*, определяемую технологией добычи живицы.

Есть смолопродуктивность отдельного дерева, смолопродуктивность насаждения в целом (слагается из смолопродуктивности отдельных деревьев), средняя смолопродуктивность для насаждения. Последний показатель очень важен, так как определяет пригодность того или иного насаждения для подсочки. Однако он не совсем точен. Для оценки выхода живицы в насаждениях разного диаметра предложен другой показатель биологической смолопродуктивности – коэффициент смолопродуктивности, показывающий количество выделившейся живицы на 1 см диаметра ствола:

$$K = \frac{A \cdot H_{\text{ср}}}{D \cdot H_{\text{факт}}},$$

где A – количество живицы, выделившееся с карроподновки при ширине карры 10 см, г или см³; $H_{\text{ср}}$ – средняя для насаждения нагрузка дерева, %; D – диаметр ствола на высоте 1,3 м, см; $H_{\text{факт}}$ – фактическая нагрузка дерева, %.

В насаждениях смолопродуктивность сосны меняется в довольно широких пределах. Индивидуальная изменчивость по этому признаку типична для каждого подвида сосны, в разных природных зонах она почти не изменяется и подчиняется закону нормального распределения с некоторой положительной асимметрией. Все деревья в насаждении, вовлекаемом в подсочку, подразделяются на 3 категории по смолопродуктивности (см. таблицу). Как видно из таблицы, преобладают среднесмолопродуктивные деревья.

Распределение деревьев по смолопродуктивности в насаждении

Категории смолопродуктивности	Доля выхода живицы по сравнению со средним в насаждении	Количество деревьев в насаждении, %
I (низкосмолопродуктивные)	Менее 0,5	7–13
II (среднесмолопродуктивные)	0,6–1,5	70–89
III (высокосмолопродуктивные)	1,6 и более	7–11

Практическое и теоретическое значение имеет также вопрос о стабильности сохранения исходного уровня смолопродуктивности как отдельными деревьями сосны, так и целыми насаждениями. По этому вопросу существует довольно распространенное мнение, что индивидуальные различия по смолопродуктивности у сосны довольно устойчивы, а ранг смолопродуктивности у отдельных деревьев из года в год, как правило, остается неизменным. Это не так. Исследования, проведенные в Негорельском учебно-опытном лесхозе, показали, что только сравнительно небольшая часть деревьев сосны (24,2%) длительное время стабильно сохраняет исходный уровень смолопродуктивности, а большая часть способна переходить из одной категории смолопродуктивности в другую. Полученная закономерность позволяет предложить классификацию деревьев сосны по степени сохранения исходной смолопродуктивности, состоящую из трех групп деревьев:

- 1) абсолютно сохраняющие исходную смолопродуктивность;
- 2) устойчиво сохраняющие исходную смолопродуктивность;
- 3) неустойчиво сохраняющие исходную смолопродуктивность.

Именно деревья первой группы, абсолютно сохраняющие ранг смолопродуктивности, должны быть объектом отбора для целей селекции, а также заготовки материала для семенного и вегетативного их размножения.

Смолопродуктивность – это фенотипический признак организма. Он является результатом взаимодействия генетической информации, закодированной в хромосомах, с факторами окружающей среды. Если влияние генетической варианты по отношению к общей фенотипической величине (например, 80%), то это сильная наследуемость. Сильная наследуемость выявлена для прямизны ствола, удельной массы ствольной древесины, состава монотерпенов. Признаки, на которые сильное влияние оказывает среда (высота дерева, диаметр), подвержены слабому генетическому контролю и обладают слабой наследуемостью.

По различным данным показатель наследуемости смолопродуктивности по прямому признаку (выходу живицы) составляет от 37 до 51%, т. е. смолопродуктивность во многом зависит от метеофакторов, почвенно-грунтовых условий, таксационных и лесоводственных показателей.

3.2. Влияние на смолопродуктивность и выход живицы климатических и метеорологических факторов

Секреция у хвойных пород является частью общего обмена веществ и представляет собой результат взаимодействия всего сложного комплекса как внутренних, так и внешних факторов.

Раздел подсочки, изучающий сложные и многосторонние зависимости процессов смолообразования и смолыделения от условий внешней среды, называется *экологией подсочки*.

Колоссальное значение на распространение древесных растений, их рост, продуктивность, а у хвойных – и на смолопродуктивность оказывает *климат*. С улучшением климатических условий при прочих равных условиях смолопродуктивность сосны увеличивается. Наиболее существенное влияние на процессы смолообразования и смолыделения оказывает температура и количество выпадающих осадков – эти два показателя в основном используются при экологической характеристике климата. При температуре заболони ниже $+(4-5)^{\circ}\text{C}$ живица на поверхности среза не выделяется.

Установлено, что с продвижением с севера на юг на каждый градус широты выход живицы увеличивается примерно на 100 г. От климатических условий зависит продолжительность вегетационного и подсочного периода. В условиях Беларуси подсочный сезон длится 127 дней. Климат оказывает влияние на технологию подсочного производства. Так, на севере при достаточной влажности применяются более интенсивные способы подсочки, на юге при недостатке влаги – щадящие способы.

Температура воздуха и почвы – важнейший метеорологический фактор, так как именно от него в основном зависит интенсивность протекания биохимических процессов, влияющих на образование и выделение живицы при подсочке. Как правило, начало и конец подсочки определяется среднесуточной температурой $+7^{\circ}\text{C}$.

При раннем нанесении подновок целесообразно использовать закономерности нагревания стволов на разных высотах в различные

сезоны года. Температура заболонной части зависит от температуры воздуха и нагревания ствола солнечными лучами, а также от температуры почвы, определяющей температуру восходящего водного тока. Весной температура почвы ниже температуры окружающего воздуха, и восходящий водный ток охлаждает нижнюю часть ствола, к тому же изолированную более толстой и медленно прогреваемой корой. Осенью почва теплее окружающего воздуха, поэтому нижняя часть ствола оказывается более прогретой. Основываясь на указанных закономерностях, нанесение подновок весной целесообразно начинать на высокорасположенных каррах, а заканчивать осенью на низкорасположенных каррах.

С повышением температуры воздуха и почвы усиливается обмен веществ растительного организма и соответственно интенсифицируются процессы как смолообразования, так и смолыделения. Поэтому летом живица выделяется более интенсивно, хотя продолжительность ее истечения из-за испарения скипидара и образования смоляной пробки невелика и составляет 1–2 суток. Вероятной причиной увеличения срока истечения живицы при относительно низких температурах весной и осенью до 3–6 суток является слабое испарение терпенов, в результате чего живица долго не густеет. Кроме того, при пониженных температурах происходит более медленное поглощение воды выстилающими клетками, и смоляные ходы дольше остаются открытыми.

Наиболее благоприятная температура воздуха для ведения подсочки и выделения живицы составляет $+(15-20)^{\circ}\text{C}$.

На выход живицы при подсочке определенное влияние оказывает *степень увлажнения окружающей среды*. Чем благоприятнее водный режим, тем легче вода поглощается выделительными клетками и быстрее повышается давление в смоляных ходах, необходимое для передвижения живицы к подсочным ранениям. Достаточная, но не избыточная влажность почвы, высокая относительная влажность воздуха в сочетании с благоприятным температурным режимом положительно влияют на смолообразование и выделение живицы при подсочке. Поэтому после дождей в теплую и влажную погоду выход живицы возрастает.

Свет оказывает косвенное положительное влияние на смолопродуктивность, усиливая развитие и работу ассимиляционного аппарата. Кроме того, солнечные лучи повышают температуру дерева, в результате чего ускоряются процессы смолообразования и смолыделения. Однако свет, усиливая испарение терпенов и

окисление живицы, вызывает сокращение продолжительности смоловыделения.

Ветер оказывает некоторое влияние только на процессы выделения живицы, но не на смолообразование. Он раскачивает деревья, что приводит к сдавливанию стволов по направлению наклона и способствует выжиманию живицы из смоляных ходов. Однако в нижней части ствола в высокополнотных насаждениях действие этого фактора незначительное или вовсе отсутствует. Можно привести и отрицательные стороны влияния ветра. Теплый и сухой ветер усиливает испарение терпенов, ускоряет процесс баррасирования живицы, и ее меньше стекает в приемник. Кроме того, он повышает засоренность живицы механическими примесями (хвоя, песок, кусочки коры и др.), снижая ее сортность.

Из других факторов, оказывающих влияние на смоловыделение, отмечают *барометрическое давление*. Повышение его должно несколько затруднять выделение живицы, а уменьшение, наоборот, ускорять. Однако колебания барометрического давления настолько незначительны, а возникающие перепады его столь несущественны, что практически этот фактор при подсочке не учитывается.

3.3. Суточная и сезонная периодичность смоловыделения

Существует определенная динамика сезонного и суточного выделения живицы при подсочке. Основным фактором, от которого зависят эти процессы, как указывалось выше, является температура воздуха. В Беларуси подсочка начинается в мае и заканчивается в сентябре (длится в среднем 127 дней).

Установлено, что наибольший выход живицы наблюдается в том случае, если после нанесения подновки древостой находится в благоприятных температурных условиях не менее 8 ч. Весной и осенью максимальный выход живицы будет при нанесении утренних подновок, минимальный – при нанесении вечерних подновок. Летом максимальный выход живицы будет наблюдаться при нанесении вечерних и ночных подновок, минимальный – при нанесении дневных подновок.

Если средний выход живицы за сезон принять за 100%, то в мае ее выделяется 9%, июне – 23%, июле – 28%, августе – 27%, сентябре – 13%.

3.4. Зависимость смолопродуктивности от лесоводственно-таксационных показателей насаждений

Процессы смолообразования и смолы выделения находятся в сложной и многосторонней взаимосвязи не только с метеорологическими показателями, но и с условиями произрастания, лесоводственными факторами и таксационными элементами древостоев.

К основным лесоводственным и таксационным факторам, оказывающим определенное влияние на смолопродуктивность насаждений, следует отнести тип леса, бонитет, возраст древостоя, полноту, размеры среднего диаметра, степень развития кроны.

Тип леса. Как комплексный показатель условий произрастания тип леса оказывает определенное влияние на смолопродуктивность древостоев. Чем лучше условия произрастания сосновых древостоев, тем выше их смолопродуктивность. Во всех районах наиболее высокосмолопродуктивны сосняки кисличные, далее идут брусничники, черничники и мшистые. Гораздо ниже смолопродуктивность у заболоченных сосняков – сфагновых, а также у сосняков на бедных и сухих почвах – лишайниковых. Однако в разных климатических зонах и в различные по условиям увлажнения годы один и тот же тип леса может существенно отличаться по выходу живицы. Поэтому разница по смолопродуктивности может быть прослежена только при сравнении крайних типологических единиц (например, сосняк кисличный и сосняк сфагновый), а в смежных типах в выходах живицы она обычно невелика.

Бонитет. Между типами леса и классами бонитета, являющимися показателями продуктивности древостоев, существует тесная связь, поэтому высокобонитетные сосняки кисличные I класса бонитета характеризуются высокой смолопродуктивностью. Низкобонитетные сосняки, произрастающие на болоте (IV–V классы бонитета), имеют низкую смолопродуктивность и, как правило, в подсочку не вовлекаются. Существенная разница по смолопродуктивности наблюдается только в крайних классах бонитета (например, в I и IV), а в смежных классах таковой не отмечается.

Возраст. Смолопродуктивность древостоев и отдельных деревьев сосны в разном возрасте неодинакова: увеличиваясь до определенного возраста, затем она значительно снижается. Выход живицы на карроподновку также зависит от возраста насаждения. Так, для условий Беларуси в 65 лет он составляет 6,4 г, в 100 лет – 9,6 г, в 150 лет – 8,4 г.

Усиление смолопродуктивности с возрастом объясняется прежде всего увеличением диаметра и объема дерева, а следовательно, и объема смолоносной системы. Кроме того, с увеличением возраста и ослаблением ростовых процессов, очевидно, повышается способность дерева вырабатывать живицу. Возраст вовлечения в подсочку насаждений для Европы не ранее 80 лет, для Сибири не ранее 100–110 лет.

Пределный возраст, при котором смолопродуктивность не увеличивается, а даже несколько снижается, неодинаков и зависит от климатического района, условий произрастания и индивидуальных особенностей дерева. В Европе он составляет не более 150 лет, в Сибири – в пределах 200–250 лет.

Смолопродуктивность снижается тогда, когда ухудшается общая жизнедеятельность деревьев вследствие старения или по каким-либо неблагоприятным причинам патологического характера.

Состав насаждений. Чистые сосновые древостои обычно произрастают на бедных песчаных или избыточно увлажненных почвах, поэтому их смолопродуктивность ниже смолопродуктивности смешанных насаждений. Наличие в составе, кроме сосны, других лесобразующих пород, кустарникового яруса, а в напочвенном покрове широколиственный почти всегда свидетельствует о лучших условиях произрастания, а следовательно, и повышенной смолопродуктивности. По некоторым данным, в лесном массиве сосны с примесью 0,3 единицы осины и березы выход живицы на 8% больше, чем у сосны в чистом древостое.

Однако при уменьшении доли сосны в общем составе насаждений увеличивается число переходов от дерева к дереву при подсочке, что может свести на нет весь эффект от повышенного выхода живицы в смешанных насаждениях. Поэтому на практике смешанные древостои назначаются в подсочку в том случае, если участие сосны в них составляет не менее 4 единиц общего состава насаждений.

Полнота. Степень плотности стояния древостоя на единице площади оценивается полнотой. Придержкой для определения полноты древостоя служит степень сомкнутости крон. Чем меньше полнота древостоя, тем лучше развиты кроны, а следовательно, и ассимиляционный аппарат.

Поэтому низкополнотные древостои, имея хорошо развитую крону, отличаются более высокой смолопродуктивностью по сравнению с высокополнотными. Однако подсочка низкополнотных древостоев связана с дополнительным расходом времени на непроизводительные переходы от дерева к дереву. Высокополнотные, сильно сомкнутые

древостои также малоблагоприятны для подсочки из-за сравнительно слабой их смолопродуктивности и недостаточной устойчивости к подсочным ранениям.

Как показала практика, в отношении смолопродуктивности деревьев и производительности труда рабочих наиболее целесообразна подсочка древостоев с полнотой в пределах 0,5–0,8.

Диаметр и протяженность кроны. Диаметр наиболее полно отражает условия произрастания сосновых древостоев и является одним из основных показателей, характеризующих смолопродуктивность. С увеличением диаметра обычно повышается и выход живицы. Связь выхода живицы с диаметром отдельного ствола и средним диаметром древостоев объясняется тем, что диаметр отражает ряд важных таксационных показателей (возраст, полнота, бонитет и др.), а также степень развития кроны и корневой системы. Кроме того, с увеличением диаметра повышается общий объем деятельной части древесины – заболони, а следовательно, количество и емкость смоляных ходов, участвующих в образовании живицы.

Однако связь между диаметром и выходом живицы более или менее закономерно проявляется лишь при сравнении смолопродуктивности у групп деревьев или целых древостоев сосны. Если же сравнивать смолопродуктивность отдельных деревьев с учетом их диаметра, то из-за сильной индивидуальной изменчивости четкой зависимости можно не получить. Нередко рядом стоящие деревья сосны одинакового диаметра дают различный выход живицы. Причинами разной смолопродуктивности здесь могут быть различия в густоте смоляных ходов, степени развития кроны, генетические различия и другие факторы.

3.5. Влияние подсочки на рост, плодоношение и технические качества древесины

При подсочке из дерева сосны ежегодно извлекается до 2–3 кг живицы, что составляет около половины органического вещества, вырабатываемого деревом в нормальных условиях за год. Такой большой расход органического вещества в какой-то мере должен отражаться на приросте вегетативных органов и на процессах жизнедеятельности дерева, поскольку процессы роста и смолообразования имеют один и тот же источник пластических веществ. Поэтому активизация процессов синтеза новых партий живицы, которая возникает

при подсочке, может тормозить другие физиологические процессы в дереве, прежде всего его прирост. Кроме того, подсочные ранения нарушают водопроводящую систему дерева, ток питательных веществ. Тем не менее сосна довольно быстро приспосабливается к подсочке и относительно хорошо ее переносит.

Подсочка снижает *текущий прирост* по диаметру и объему. Степень снижения зависит от лесорастительных и климатических условий произрастания древостоя, интенсивности и длительности подсочки, количества забранной живицы. Общие потери древесины при этом не превышают 4–5 м³/га (при использовании серной кислоты – до 50%). Для условий Беларуси текущий прирост по объему снижается на 36%, или примерно на 0,7–1,0 м³/га.

На *плодоношение* подсочка существенного влияния не оказывает (плодоношение регулярное в те же семенные годы). Не меняются (или очень незначительно снижаются) размеры и количество шишек, масса семян и их всхожесть. Несколько снижается средняя масса шишек, качество семян (уменьшается содержание жира и сахаров).

Установлено, что подсочка существенно не ухудшает *состояния насаждений*, она только ускоряет процесс отпада уже ослабленных деревьев, но не является первопричиной отпада. В связи с этим, согласно правилам, в подсочку нельзя вовлекать ослабленные деревья и деревья, имеющие диаметр ниже 20 см.

Подсочка оказывает определенное влияние на *состояние фотосинтетического аппарата* сосны: уменьшается длина и масса хвоинок, в хвое снижается содержание углеводов, наблюдается их отток в зону смолообразования, что ведет к повышению интенсивности фотосинтеза и компенсации потери пластических веществ, расходуемых на образование живицы.

Подсочка влияет на технические качества древесины. Наблюдается деформация ствола над ранением, уменьшается ширина заболони, увеличивается ядрообразование, повышается смолистость древесины в области карр (до 18–30%). Карра – это порок, снижающий сорт заготовленной древесины (не допускается при заготовке лущеного шпона). Увеличивается плотность древесины, снижается предел прочности при сжатии вдоль волокон в области карр. Но в целом древесина не теряет своих качеств и может быть использована без ограничения.

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПОДСОЧКИ СОСНЫ. ПОДСОЧКА С ХИМИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

4.1. Сырьевая база подсочки сосны

Согласно ст. 73 Лесного кодекса и Правилам заготовки живицы, сырьевую базу заготовки живицы составляют спелые и перестойные сосновые древостои.

Пригодными для заготовки живицы являются здоровые, без значительных повреждений дерева сосны диаметром 24 см и более на высоте ствола 1,3 м.

Участки лесного фонда, запроектированные лесоустроительным проектом для постепенной рубки, передаются для заготовки живицы за 5 лет до первого приема рубки.

В разновозрастных сосновых древостоях, в которых предусматриваются длительно-постепенные рубки, заготовка живицы может проводиться за 10 лет до указанной рубки. При этом заготовка живицы может осуществляться только с деревьев, назначенных в рубку в первый прием.

Не допускается заготовка живицы в сосновых древостоях в следующих случаях:

- в рекреационно-оздоровительных лесах (городские леса, леса, расположенные вокруг населенных пунктов, садоводческих товариществ и дачных кооперативов, лечебных, санаторно-курортных, оздоровительных объектов);

- в лесах, расположенных в границах первого и второго поясов зон санитарной охраны источников и систем питьевого водоснабжения;

- в лесах, расположенных в границах полос шириной 100 м в обе стороны от железнодорожного пути и республиканской автомобильной дороги;

- участках лесного фонда, расположенных в оврагах, балках, рекультивированных карьерах, землях, подверженных водной и ветровой эрозии, и на землях, примыкающих к ним по периметру шириной 100 м;

- на участках лесного фонда с крутизной склона 25° и более;

- на территории генетических резерватов, плюсовых насаждений, в древостоях, где имеются плюсовые деревья;

- в очагах размножения вредителей до их ликвидации;
- в древостоях, ослабленных пожарами, вредителями и болезнями;
- с применением стимуляторов выхода живицы в местах произрастания растений, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь;
- с применением стимуляторов выхода живицы (серной кислоты) на заболоченных почвах.

4.2. Понятие о технологии подсочки

Технология подсочки – совокупность видов, разновидностей, способов подсочки, операций и приемов, их последовательность при получении живицы.

Подсочное производство, кроме регламентации технологических приемов, предъявляет определенные требования и к технике производства, под которой подразумевают способы выполнения операций, инструменты, приспособления и подсочное оборудование.

Технология подсочки складывается из элементов, которые применяются в наиболее выгодных вариантах и сочетаниях в зависимости от биологических, климатических и технических факторов, влияющих на смолопродуктивность древостоев и их жизнедеятельность.

К основным элементам технологии подсочки относятся глубина, угол и шаг подновки, нагрузка деревьев каррами, ширина карры, пауза вздымки и способ подсочки.

4.3. Подсочная терминология

Карра – специально подготовленный участок поверхности ствола, на котором устанавливают каррооборудование и наносят подновки в течение одного сезона подсочки. Основные элементы карры приведены на рисунке.

Рабочая поверхность карры – часть карры, предназначенная для нанесения подновок.

Зеркало карры – часть рабочей поверхности карры, на которой нанесены карроподновки.

Длина карры – размер рабочей поверхности карры в вертикальном направлении.

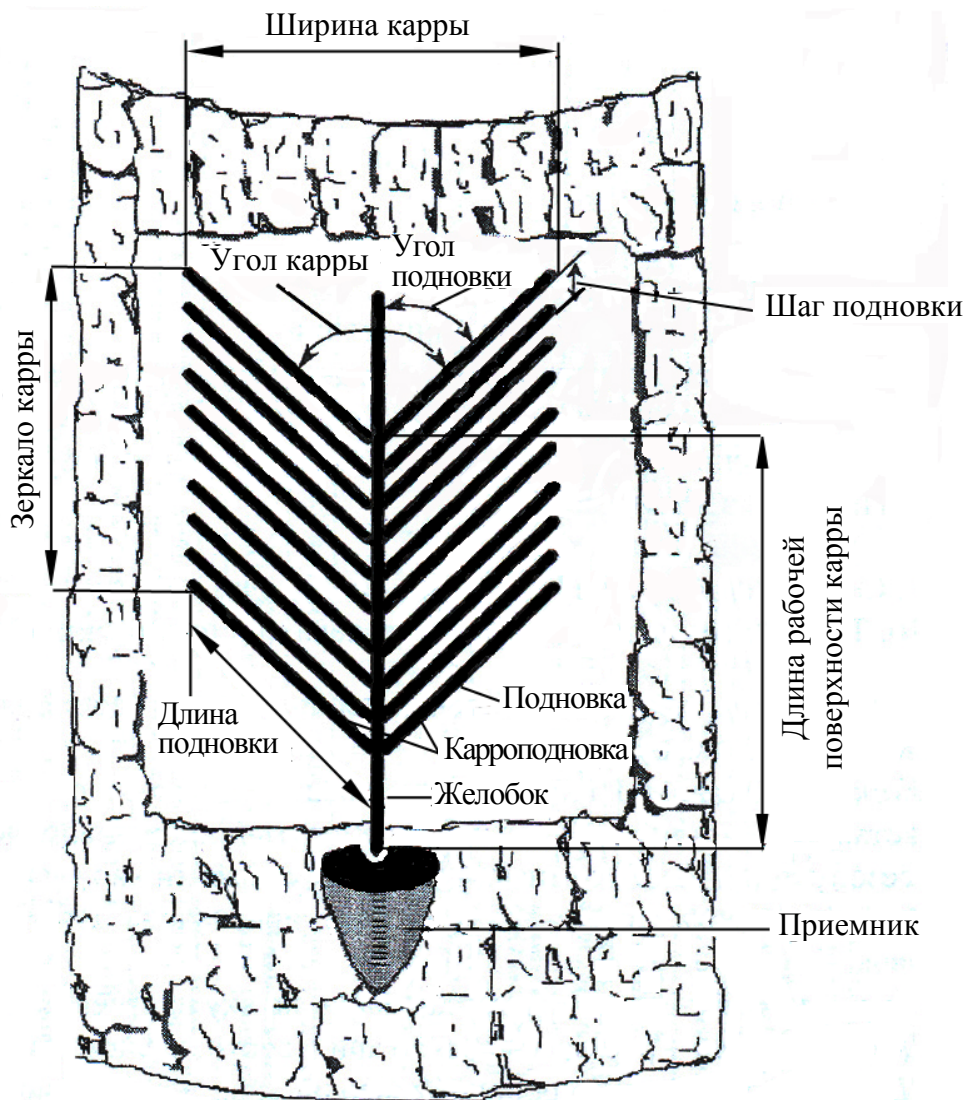


Схема карры

Ширина карры – размер рабочей поверхности карры по окружности ствола.

Межкарровая перемычка – нетронутый участок ствола, разделяющий карры в вертикальном направлении.

Межкарровый (питательный) ремень – нетронутый участок коры, разделяющий карры по окружности ствола.

Подновка – срез, нанесенный только на одной половине карры.

Карроподновка – срез на карре, наносимый по всей ее ширине при каждом обходе.

Длина подновки – размер подновки по линии среза.

Глубина подновки – размер подновки по радиусу ствола, или толщина срезаемой стружки.

Шаг подновки – расстояние по вертикали между верхними или нижними гранями смежных подновок.

Угол подновки – острый угол между направлением подновки и вертикальной линией.

Угол карры – угол между правой и левой половинами карро-подновки.

Направляющий желобок – вертикальный срез на карре для стока живицы глубиной на 1–2 мм больше, чем подновка.

Щап для приемника – специальная щель в коре и древесине ствола под каррой для установки приемника.

Вздымка – процесс нанесения подновок.

Пауза вздымки – период времени между нанесением подновок на одной и той же карре.

Существуют следующие виды карр по способу примыкания подновок:

– *гладкая* – с непосредственным примыканием подновок без выраженных граней между ними (в настоящее время применяется на осмолоподсочке);

– *рифленая* – с непосредственным примыканием подновок с выраженными гранями между ними;

– *ребристая безжелобковая* – подновки разделены полосками поверхности ствола.

4.4. Сроки и категории подсочки

Срок подсочки – число лет ведения подсочки в одном и том же древостое. Сроки подсочки устанавливаются в зависимости от климатических условий и категорий насаждений.

Краткосрочная подсочка – система подсочки длительностью от 1 до 5 лет перед рубкой.

Удлиненная подсочка – система подсочки длительностью до 6–10 лет перед рубкой.

Длительная подсочка – система подсочки длительностью до 11–25 лет перед рубкой (в Беларуси допускается не более 15 лет).

Длительное подсочное хозяйство – прижизненное использование леса более 25 лет с применением комплексных мер по уходу за лесом (в Беларуси не применяется).

Категория подсочки – период подсочки, характеризующийся определенной технологией. Продолжительность подсочки по категориям, а также нагрузка деревьев каррами приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Продолжительность подсочки и нагрузка деревьев каррами по категориям

Срок подсочки, лет	Категория подсочки	Продолжительность	Нагрузка каррами, %	Количество карр, шт.
15	III	Первые 5 лет	33	1
	II	Последующие 7 лет	66	2
	I	Последние 3 года	До 80	2
10	II	Первые 7 лет	66	2
	I	Последние 3 года	До 80	2

4.5. Нагрузка деревьев каррами

Нагрузка деревьев каррами (H , %) – это отношение суммарной ширины карр одного яруса к длине окружности ствола на высоте заложения карры:

$$H = \frac{A}{\pi \cdot D} \cdot 100,$$

где A – суммарная ширина карр одного яруса, см; D – диаметр ствола на высоте заложения карры, см.

Согласно Инструкции о правилах подсочки и заготовки живицы сосновых древостоев, нагрузка деревьев каррами по I и II категориям регламентируется общей шириной межкарровых ремней.

Нагрузка деревьев каррами должна строго соблюдаться, так как уменьшение этого показателя приводит к снижению выхода живицы с дерева и с 1 га, а превышение нагрузки отрицательно влияет на состояние подсачиваемых деревьев.

4.6. Способы подсочки и их характеристика

Все существующие способы подсочки можно условно разделить на две группы:

- *обычные* – без применения стимуляторов выхода живицы;
- *химические* (подсочка с химическим воздействием), когда применяются стимуляторы выхода живицы. Все они могут выполняться путем: 1) нанесения открытых ранений; 2) нанесения закрытых ранений (буровых каналов); 3) без нанесения каких-либо ранений (стимуляторы наносятся по оголенному лубу).

В современном подсочном производстве доминируют химические способы подсочки с нанесением открытых ранений, поскольку они обеспечивают высокую производительность труда, повышенный выход живицы, простую технологию и технику выполнения работ.

Поверхностные ранения в зависимости от конкретной технологической схемы могут наноситься или в восходящем, или в нисходящем направлении слитно или с оставлением ребра. В связи с этим различают следующие *способы подсочки по способу нанесения и чередования подновок*.

Нисходящий способ подсочки – каждая последующая подновка наносится ниже предыдущей (проводится желобок). В современном подсочном производстве чаще всего применяется ребристая карра с использованием стимуляторов смолы выделения.

Преимущество этого способа: желобок облегчает сток живицы.

Недостатки:

– желобок и приемник вызывают просмоление древесины (это естественный процесс, в результате которого древесина теряет способность выделять живицу), на следующий сезон требуется межкарровая перемычка;

– наблюдается деформация ствола в верхней части ствола, над каррой (увеличивается диаметр, поскольку над ранениями скапливаются питательные вещества, которые не в состоянии продвигаться вниз по стволу, так как их путь по флоэме прерывается нанесением подновок);

– нестабильный выход живицы по годам.

Восходящий способ подсочки – каждая последующая подновка наносится выше предыдущей. Чаще всего применяется безжелобковая ребристая карра.

Преимущества этого способа:

– выход живицы на 10–14% выше, чем при нисходящем способе;

– выход более стабильный, особенно при использовании стимуляторов смолы выделения.

Недостаток этого способа подсочки в том, что живица растекается по поверхности карры, поскольку отсутствует желобок.

Двухъярусная подсочка – в течение одного сезона подсочка ведется в двух ярусах, расположенных вертикально друг над другом и разделенных участком нетронутой поверхности ствола.

Преимущество этого способа в том, что выход живицы увеличивается по сравнению с нисходящим способом на 20–25%.

Недостаток – большой расход ствола, количество приемников живицы увеличивается в 2 раза, возрастают объемы подготовительных работ.

Разновидности двухъярусной подсочки:

- чередование в ярусах по обходам (подновка наносится в одном ярусе, затем, при очередном подходе к дереву, в другом ярусе);
- чередование в ярусах по сборам (2–3 недели в одном ярусе, 2–3 недели в другом);
- чередование в ярусах по полсезона (весна – верхний ярус, осень – нижний ярус);
- одновременное нанесение подновок в двух ярусах (применяется только при краткосрочной подсочке).

4.7. Влияние технологических элементов подсочки на выход живицы и жизнедеятельность сосновых древостоев

Как уже отмечалось ранее, целью подсочки является получение максимального количества живицы при минимальном отрицательном воздействии на жизнедеятельность дерева. Это достигается путем наиболее выгодного сочетания элементов технологии в различных условиях производства. Рассмотрим влияние основных элементов технологии подсочки на выход живицы и жизнедеятельность сосновых насаждений.

Глубина подновки. Оказывает влияние как на физиологические процессы дерева, так и на выход живицы. С увеличением толщины срезаемого слоя древесины увеличивается количество перерезаемых годичных слоев и число вскрываемых смоляных ходов, что способствует усилению смолыделения. Однако глубокие подновки (8–10 мм и более) в значительной степени нарушают водоснабжение и питательный режим дерева, затрудняют доступ воды и питательных веществ к выделительным клеткам, в результате чего замедляется образование и истечение живицы. В большей степени снижается прирост ствола по диаметру, наблюдается более сильное иссушение и растрескивание данного участка ствола, что приводит к снижению качества древесины и жизнеспособности дерева. Мелкие подновки (1–5 мм) не вызывают значительного ухудшения водоснабжения дерева. Установлено, что мелкие подновки обеспечивают более высокий выход живицы

при коротких паузах вздымки, глубокие – при длинных. Однако это не исключает отрицательного воздействия глубоких подновок: с каждым последующим годом, как правило, выход живица снижается. Кроме того, использование глубоких подновок при увеличенной нагрузке деревьев каррами значительно снижает эффект от повышения нагрузки.

Согласно Правилам заготовки живицы, максимальная глубина подновки при обычной подсочке составляет 4 мм и только за три года до окончания допускается ее увеличение до 6 мм. При использовании в качестве стимулятора смолы выделения серной кислоты максимальная глубина подновки снижается и составляет 2 мм.

Шаг подновки. Оказывает значительное влияние на выход живицы и на эффективность использования рабочего ствола по высоте. От шага подновки зависит число вскрываемых горизонтальных смоляных ходов (прямо пропорционально) и степень подновления закупоренных вертикальных смоляных ходов. Поэтому увеличение шага подновки повышает, а уменьшение – снижает выход живицы, однако пропорциональной зависимости тут не выявлено. Вместе с тем увеличение шага подновки приводит к излишнему расходованию рабочей поверхности ствола. Установлено, что с увеличением высоты заложения карр выход живицы снижается примерно на 3–4% на каждый метр высоты ствола, возрастает трудоемкость работ. Поэтому нецелесообразно увеличивать шаг подновки сверх зоны просмоления древесины, которая при обычной подсочке составляет 12–15 мм. При использовании химических стимуляторов смолы выделения, особенно серной кислоты, зона просмоления значительно возрастает, в связи с чем необходимо увеличивать шаг подновки.

Согласно Правилам заготовки живицы, при обычной подсочке шаг подновки не должен превышать 15 мм, при использовании сульфитно-бардяных концентратов, кормовых дрожжей он возрастает в зависимости от категории подсочки до 20–30 мм, хлорной извести – 25–40 мм, серной кислоты – 40–50 мм.

Ширина карры. От ширины карры в значительной степени зависит выход живицы, производительность труда и технические качества древесины. Чем шире карра, тем больше вскрывается смоляных ходов, и выход живицы увеличивается с карроподновки, но снижается с единицы ширины карры. Однако пропорциональной зависимости здесь не наблюдается. При использовании широких карр снижается общий выход живицы с 1 га, поэтому их применение оправдано только при краткосрочной подсочке. Помимо этого, при широких карах чаще растрескивается древесина.

В настоящее время ширина карр регламентируется только по III категории подсочки – она равна диаметру дерева на высоте 1,3 м. По II и I категории регламентируется общая ширина межкарровых ремней.

Нагрузка деревьев каррами. Этот показатель тесно связан с шириной карры. Чем больше нагрузка дерева, тем больше выход живицы с дерева, но меньше с единицы среза. Большая нагрузка ослабляет дерево, наступает его утомляемость: снижается выход живицы. Установлено, что нагрузка деревьев каррами более 80% приводит к постепенному отмиранию всех подсачиваемых деревьев в первые 5 лет. Величина нагрузки определяет категорию подсочки: по III категории нагрузка составляет 33%, по II – 66% и по I – до 80%.

Угол карры. Чем меньше угол карры, тем лучше стекает живица в приемник. Кроме того, от угла зависит шаг подновки: чем больше угол, тем меньше шаг, а значит, уменьшается расход ствола. В подсочке принято, что при восходящем способе угол карры принимается равным 90°. Этим расход ствола снижается на 30%. При нисходящем способе подсочки используется угол 60°.

Межкарровая перемычка. Оказывает заметное влияние на выход живицы. При нисходящем способе на стволе образуется просмоление, вызванное желобком и установкой приемника. При обычной подсочке она составляет 2–3 см, при использовании серной кислоты – до 10 см. Поэтому при обычной подсочке и при подсочке с неагрессивными стимуляторами оставляют перемычку до 5 см, при подсочке с серной кислотой – до 10 см.

4.8. Характеристика стимуляторов выхода живицы, разрешенных к применению в Беларуси

Современная технология подсочки без использования стимуляторов была разработана в начале 1960-х гг. и в последующие годы существенно не менялась. Подсочка – процесс весьма трудоемкий, основные операции которого выполняются вручную. Причем 80% времени занимают переходы от дерева к дереву, и только 20% – непосредственное нанесения подновок. Поэтому механизация данного процесса для повышения производительности труда малоэффективна, и все попытки не дали положительных результатов. Гораздо большими возможностями располагает подсочка с химическим воздействием, которая предусматривает использование специальных реагентов для интенсификации процессов смолообразования и смоловыделения.

Наряду с этим достигается повышение производительности труда и его эффективности.

Опытные работы по использованию стимуляторов на подсочке начали проводиться в еще в 1920-х гг. Первые опыты по выявлению влияния химикатов на выход живицы провел в 1923 г. профессор А. И. Калниньш. В 1930 г. В. А. Арциховский, Н. Ф. Николаев, М. А. Синелобов обосновали и дали рекомендации по применению серной кислоты. В 1948 г. Ф. Т. Солодкий (Лесотехническая академия, г. Ленинград) предложил использовать в качестве стимулятора сульфитно-бардяные концентраты. Е. Г. Быховский в 1950 г. разработал технологию применения хлорной извести. Немецким ученым Г. Штэфаном в 1974 г. разработана технология применения кормовых дрожжей. На территории Беларуси разрешены агрессивные и неагрессивные стимуляторы смолообразования и смолыделения (см. табл. 4.2).

Таблица 4.2

Стимуляторы выхода живицы, применяемые при подсочке

Стимулятор выхода живицы	Содержание действующего или сухого вещества в рабочем растворе, %, не более	Срок применения, лет до рубки древостоев
Группа А, неагрессивные стимуляторы		
Экстракт кормовых дрожжей	0,25	15
Настой кормовых дрожжей	5,0	15
Сульфитно-дрожжевая бражка и сульфитно-спиртовая барда	25,0	15
Кукурузный экстракт	1,0	15
Настой золы древесных пород	0,3	15
Березовый сок	97,0	15
Группа Б, активизирующие добавки к стимуляторам группы А		
Поваренная соль	1,5	15
Лимонная кислота	0,3	15
Патока мальтозная	2,0	15
Каустическая сода	4,0	10
Калий фосфорнокислый	0,5	15
Группа В, агрессивные стимуляторы		
Серная кислота 96%-ная (в жидком и загущенном виде)	96,0	3
Серная кислота 50–75%-ная (в жидком и загущенном виде)	75,0	10
Хлорная известь	70,0	6

4.9. Технология подсочки с серной кислотой и хлорной известью

Серная кислота и хлорная известь являются агрессивными стимуляторами. При нанесении их на поверхность подновок они вызывают деструкцию и гибель клеток камбия, луба и древесины, в том числе и выделительных клеток смоляных ходов. Происходит дополнительное вскрытие горизонтальных смоляных ходов и их окончаний в лубе, расположенных ниже и выше ранения, куда распространяется стимулятор. Мертвые клетки у поверхности в месте нанесения стимулятора теряют способность насыщать воду и перекрывать просвет смоляного хода. В глубине древесины эта способность сохраняется. Таким образом, снижение смоляного давления происходит более плавно, что приводит к резкому возрастанию продолжительности смолоистечения – до 30 и более суток. Это позволяет увеличить паузу вздымки и снизить трудозатраты. В зависимости от климатических условий выход живицы на карроподновку увеличивается в 3–6 раз. При этом выработка вздымщика повышается по сравнению с выработкой при обычной подсочке в среднем в 2,5 раза.

При подсочке с серной кислотой меняется место выхода живицы. Если при обычной подсочке 99% живицы выделяется из древесины среза и 1% из-под коры, то при нанесении серной кислоты 88% живицы вытекает из-под коры и 12% из древесины. Поэтому наносить данный стимулятор нужно по краю подновки, ближе к лубу.

Использование серной кислоты и хлорной извести на подсочке приводит к более сильному просмолению древесины в районе подновок, поэтому в типовых технологических схемах предусмотрены межсезонные или межкарровые перемышки (до 10 см) и увеличенный шаг подновок по сравнению с шагом, применяемым в обычных способах.

Применение серной кислоты при нисходящем способе подсочки показало, что на третий год наблюдается снижение выхода живицы, при восходящем способе такого не происходит. Поэтому часто комбинируют эти два способа: начинают подсочку нисходящим способом, а последние 1–2 года ведут восходящим способом.

Серную кислоту можно использовать в жидком виде и загущенную каолином или капроном – это так называемые пасты серной кислоты. Каолиновую пасту получают путем смешивания 1 л кислоты и 650–700 г каолина. Готовая паста должна иметь сметанообразную консистенцию и может храниться не более 10 дней.

Капроновую пасту получают смешиванием 1 л 96%-ной кислоты и 110 г капроновых отходов. Растворение капрона в кислоте производится в течение суток при температуре не ниже 10°C. Капроновая паста не меняет своих физических свойств в течение длительного периода времени, поэтому ее можно готовить централизованно до начала сезона и завозить на мастерские участки в объемах, обеспечивающих сезонную потребность.

Основные технологические параметры при подсочке с использованием серной кислоты: пауза вздымки возрастает до 7–14 дней, шаг подновки – до 40–50 мм, глубина подновки уменьшается до 2 мм.

Доза кислоты на карру в среднем составляет 9 г.

При подсочке с серной кислотой в начале первого и в конце каждого сезона на каждой карре должна наноситься предохранительная подновка. Назначение такой подновки – предупредить растекание кислоты по стволу и ее стекание на почву. В начале сезона предохранительная подновка наносится за 3–4 дня до начала работ, а в конце сезона – одновременно с последним обходом.

Применение хлорной извести позволяет увеличить выход живицы с карры по сравнению с выходом ее при обычной подсочке на 90–120%. Хлорная паста готовится путем смешения 1,5 части хлорной извести, содержащей не менее 27% активного хлора, и 1 части воды. Содержание активного хлора в пасте должно быть не менее 17%, хранится она 1,5–2 месяца. Расход пасты на карроподновку составляет от 2 до 3 г. Наносят хлорную известь химическими хаками по краю подновки. Данный стимулятор очень капризный, часто смывается дождями, поэтому в настоящее время практически не применяется.

4.10. Технология подсочки с сульфитно-бардяными концентратами

Сульфитно-бардяные концентраты (СБК) – это стимуляторы на основе побочных продуктов варки целлюлозы. Сульфитный щелок, остающийся после варки целлюлозы, содержит около 3% сбраживаемых и несбраживаемых сахаров, от 7 до 10% лигносульфонатов и ряд других веществ. Если щелок специальным способом обработать с целью сбраживания сахаров, а затем перегнать для получения этилового спирта, то останется так называемая *сульфитно-спиртовая барда*, который применяется в качестве стимулятора.

Барда, в свою очередь, используется для выращивания дрожжей. После их отделения остается *сульфитно-дрожжевая бражка*, содержащая главным образом продукты лигносульфонового комплекса. Она также применяется в качестве стимулятора и имеет некоторое преимущество перед сульфитно-спиртовой бардой.

Применение СБК позволяет увеличить выход живицы с карры на 35–37% и повысить производительность труда на 25–28%.

Механизм действия СБК несколько иной, чем у серной кислоты. Основным компонентом, который стимулирует повышенное смолыделение, является лигносульфовый комплекс, снижающий вязкость живицы. Кроме этого, СБК, благодаря содержащимся в них минеральным веществам, микроэлементам, витаминам, ферментам, положительно влияют на биосинтез живицы. Таким образом, СБК являются стимулятором как смолыделения, так и смолообразования.

Сульфитно-бардяные концентраты не токсичны, не вызывают коррозии инструментов и оборудования. К недостаткам СБК можно отнести то, что повышенное содержание лигносульфонатов в добываемой живице приводит к образованию стойкой эмульсии воды. Канифоль, получаемая из такой живицы, имеет более низкое качество.

Расход данного стимулятора составляет примерно 1 л на 1 тыс. карр. Готовится он непосредственно перед применением, хранится 1 месяц. Технологические параметры в зависимости от категории подсочки следующие: пауза вздымки – не менее 3–4 дней, шаг подновки – не более 20–30 мм, глубина подновки – не более 4 мм.

4.11. Технология подсочки с кормовыми дрожжами

Дрожжи содержат белки, углеводы, экстрактивные вещества, микроэлементы, витамины группы В. Именно они оказывают воздействие на активизацию процессов синтеза живицы.

Эффективность экстрактов кормовых дрожжей на подсочке зависит от технологии их производства, вида и расы грибка, сезона применения стимулятора и способа его приготовления. При подсочке леса используются дрожжи целлюлозного, белково-витаминного и гидролизного производства. Лучшие результаты наблюдались при использовании дрожжей гидролизного производства. Выход живицы с карроподновки по сравнению с СБК повышается в условиях Беларуси до 8%, а по сравнению с обычной подсочкой – на 60%.

Настой дрожжей готовят путем добавления 25–50 г сухих дрожжей к 1 л горячей воды (60°C) и выдерживания в течение 2–3 дней. Срок годности стимулятора из кормовых дрожжей составляет 7–10 дней, он нетоксичен. Подсочку с дрожжами ведут по такой же технологии, что и с бардяными концентратами.

4.12. Другие способы стимулирования смоловыделения и смолообразования

Хорошие результаты были получены при испытании в качестве стимулятора кукурузного экстракта – отхода кукурузного крахмального производства. Экстракт является сырьем для производства антибиотиков, витамина В₁₂ и дрожжей. На подсочке используют экстракт в виде водного раствора 1%-ной концентрации, что обеспечивает увеличения выхода живицы в среднем на 50–55%.

Кроме описанных выше стимуляторов разрешены к применению активизирующие добавки к неагрессивным стимуляторам (группа Б). Эти вещества снижают расход основного стимулятора и повышают его эффективность, что уменьшает расходы на добычу живицы.

Так, например, для повышения эффективности кормовых дрожжей применяют щелочную активацию, добавляя 2–4% каустика, что позволяет увеличить выход живицы на 40–50% по сравнению с обычными дрожжами. Предложена также физическая активация кормовых дрожжей: использование приемов омагничивания, применение ультразвука, обработка рабочих растворов ионами серебра, что позволяет увеличить выход живицы на 15–25%.

Для консервирования кормовых дрожжей можно использовать поваренную соль (1–2%), что повышает их эффективность при добыче живицы на 5–10% и способствует сохранению полезных свойств стимулятора в среднем до 15–30 дней.

В настоящее время ведется поиск новых стимуляторов и активизирующих добавок. Хорошие результаты показали микродобавки атразина (гербицид) – по некоторым данным, выход живицы при использовании этого вещества повышается по сравнению с обычной подсочкой на 150%.

Ведутся исследования по использованию биологически активных веществ – гетероауксина (фитогормон), 2,4-Д (гербицид), комплекса витаминов, травянистых растений и др.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДСОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА. УГЛЕЖЖЕНИЕ, ДЕГТЕКУРЕНИЕ, ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ

5.1. Состав и организация подготовительных работ

Подготовительным работам предшествует отвод и передача лесосек в подсочку. При проведении базового лесоустройства для каждого лесхоза составляются ведомости насаждений, проектируемых в подсочку на ревизионный период. На основании этих ведомостей лесхозы проводят отвод сосновых древостоев для заготовки живицы, который заключается в отграничении их на местности, определении их площади, уточнении таксационной характеристики, составлении карты-схемы участка лесного фонда, предоставляемого для заготовки живицы. Работы эти проводятся, как правило, в весенне-летний период.

Передача сосновых древостоев лесопользователю производится по *актам приема-передачи древостоев в подсочку* (обычно в начале октября). К акту приема-передачи прилагается карта-схема с обозначенными границами участков лесного фонда, предоставленных для заготовки живицы.

Акт приема-передачи составляется в двух экземплярах, первый экземпляр передается лесопользователю, второй – остается в лесхозе.

Учет участков, предоставленных для заготовки живицы, осуществляется лесхозами путем ведения книги учета участков лесного фонда, предоставленных для заготовки живицы, как на бумажном носителе, так и в электронном виде.

Подготовительные работы включают работы, обеспечивающие безопасные условия труда, разбивку лесосек на литеры, разметку карр, подрумянивание, перечет деревьев и карр, проводку желобков, установку каррооборудования. Разберем эти работы подробнее.

Натурное обследование. Перед началом подготовительных работ отведенные в подсочку площади подвергаются натурному обследованию путем обхода вздымщиком делянки. Цель обследования – ознакомление с участком подсочки, проверка правильности отводов, наличия визиров, деляночных столбов. Норма обследования – 9,0 га в день.

Подготовка лесосек к безопасной работе. В соответствии с требованиями норм техники безопасности производится предварительная подготовка подсочного участка для обеспечения беспрепятственного доступа вздымщика к подсачиваемым деревьям. Содержание работы: удаление опасных деревьев (зависших, сухостойных, усыхающих, пораженных фито- и энтомовредителями), раскряжевка на метровые чурки, складирование в штабели, вырезка кустарников, низкорастущих сучьев, мешающих заложению карр. Подготовительные работы, связанные с рубкой деревьев, производятся на основании лесорубочного билета после получения лесного билета.

Разбивка лесосек на литеры. Это разбивка лесосек для удобства работы на более мелкие участки (2,5–5,0 га) с количеством карр не более 500 шт.

Разметка карр. *Разметка карр* – обозначение на стволе дерева границы подрумянивания. Это важная операция, с помощью которой определяют высоту заложения карры, ее ширину, размер в вертикальном направлении. Чаще всего у нас в республике используют разметчик К. С. Ветрова, напоминающий мерную таксаторскую вилку с двумя крючковидными резцами. После замера диаметра размечают ширину межкарровых ремней в соответствии с таблицей нагрузок дерева каррами. Норма выработки в среднем составляет 1580 карр в день.

Подрумянивание. Это снятие грубой коры с поверхности карры до полного сглаживания трещин по намеченной полосе подрумянивания. При подрумянивании нельзя допускать *залысок* (обнажения луба) и *забелин* (обнажения древесины), поскольку при этом вытекающая живица просмоляет древесину и в данном месте уже не выделяется смола при подсочке. Кроме этого, закристаллизовавшаяся смола приводит к быстрому затуплению резцов. Толщина коры с лубом после подрумянивания должна быть равномерной по всей поверхности будущей карры и не превышать 3–4 мм. Подрумянивание проводится специальными режущими инструментами – *стругами*. Низкие карры подрумяниваются двуручным стругом, а высокие – одноручным. При выполнении этой операции отмечается место установки приемника.

Ширина подрумянивания равна ширине карры плюс 2–3 см. Длина подрумянивания для первого года работ складывается из рабочей длины карры за год плюс припуск на нанесение последних подновок (при угле карры 90° припуск равен 0,5 ширины карры, при угле 60° – ширине карры). Кроме того, необходимо прибавить мертвое пространство в размере 10 см, чтобы хаком не сбить приемник при нанесении подновок, и 5 см для установки приемника (способом «в щап»).

Средняя норма выработки – 120 карр в день, или 2500 карр в месяц. Средняя продолжительность работ на подрумянивание – 4–5 месяцев, и заканчиваются эти работы обычно к 1 января. Подрумянивание выполняется на один год подсочки.

Перечет карр. Эту операцию можно производить вместе с подрумяниванием. Выполняется замер диаметра дерева на высоте груди, дополнительно определяется допустимое количество карр. Норма выработки – 1800 карр в день.

Проводка направляющих желобков. Желобок – вертикальный срез на карре для стока живицы. Проводят желобки весной, после оттаивания древесины. Это делается для того, чтобы выделяющаяся смола покрывала срез, предохраняя его от попадания воды, насекомых и спор болезнетворных грибов. Глубина желобка должна быть на 1–2 мм больше глубины подновки. Желобки проводятся при нисходящем способе подсочки и располагаются строго вертикально. Срез желобка должен быть гладким, а нижний конец его – плавно выходить из древесины. Норма выработки в зависимости от высоты проводимых желобков составляет 1100–1300 шт. в день.

Для проводки желобков применяют желобковый хак (рис. 5.1).

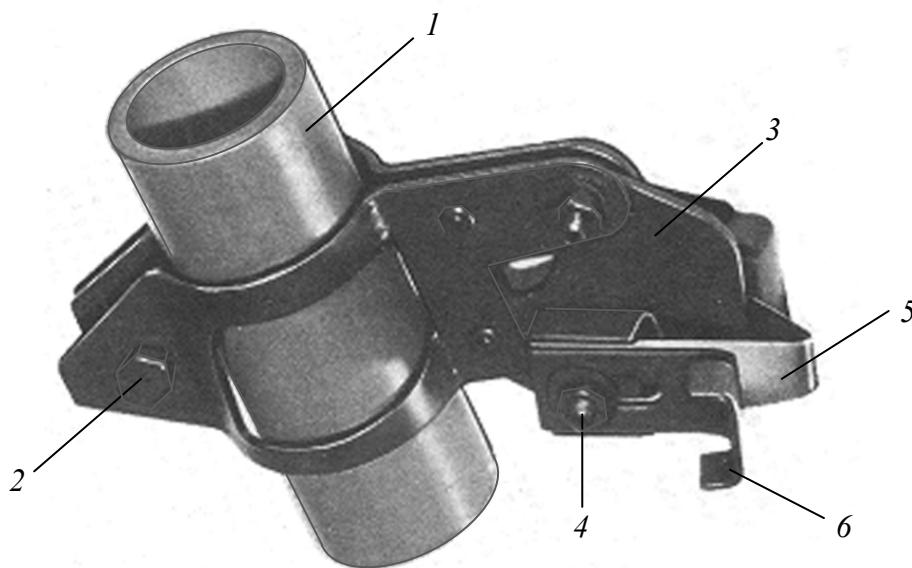


Рис. 5.1. Желобковый хак:

1 – рукоять; 2 – хомутик (кронштейн); 3 – монтажная пластина;
4 – резцовая коробочка; 5 – резец; 6 – боковой упор

Он состоит из рукояти 1, хомутика (кронштейна) 2, монтажной пластины 3, которая также выполняет роль регулятора глубины, рез-

цовой коробочки 4, резца треугольной формы 5 и боковых упоров 6, обеспечивающих дополнительную устойчивость резцу.

Установка каррооборудования. К каррооборудованию относятся приемники живицы и крампон-держатели, при помощи которых приемники крепятся к дереву. По материалу изготовления приемники живицы могут быть металлическими, пластмассовыми, пленчатыми (ранее применялись керамические и прессованные). Наиболее распространенные в настоящее время приемники имеют объем 600, 800 и 1000 г (см³).

Самый распространенный и надежный способ установки приемников – «в щап» (это щель в коре и древесине под каррой). Щап выполняется с помощью стамески. Значительно реже используются крампон-держатели и способ «под черту» (горизонтальный надрез по толстой коре без захода в древесину, обычно применяется в комлевой части ствола).

Средняя норма выработки по установке приемников составляет 800–1000 шт. в день. Средняя норма выработки по подноске приемников до участка (на расстоянии до 150 м), разноске и укладке их у дерева составляет 1200 шт. в день.

Согласно технологической схеме мастер составляет план проведения подготовительных работ с таким расчетом, чтобы к определенному сроку были выполнены все работы при соблюдении нормативов по трудозатратам.

Например, необходимо разметить 75 000 карр при дневной норме 1580 карр. Эту работу согласно календарному графику необходимо выполнить за 15 дней. Вначале находится нужное число человеко-дней путем деления объема работ на норму выработки: $75\ 000 / 1580 = 47,5$ чел.-дней. Чтобы определить требуемое число рабочих для выполнения данной работы, необходимо полученную цифру разделить на 15 дней: $47,5 / 15 = 3$ чел. При расчетах учитываются формы организации труда.

5.2. Состав и организация производственных работ

Производственные работы состоят из операций по нанесению систематических подновок, сбора живицы, подноски ее и затаривания в бочки. Процесс нанесения подновок называют также *вздыжкой*.

Нанесение подновок является важнейшей частью технологического процесса подсочки и имеет наиболее существенное значение для

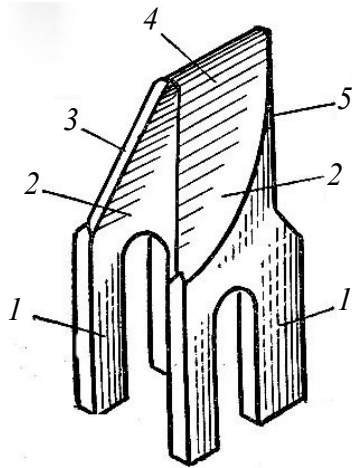


Рис. 5.2. Вздымочный резец:
 1 – ножка; 2 – щечка;
 3 – режущая кромка;
 4 – подошва; 5 – обушок

конечных результатов подсочного производства. Эффективность подсочки во многом зависит от качества, конструктивных особенностей и состояния режущего инструмента.

В настоящее время на подсочке применяют вздымочные резцы, лезвие которых изогнуто в виде петли, поэтому их называют *петлевидными* (рис. 5.2). У вздымочного резца различают режущую кромку, или лезвие, переднюю и заднюю грани. Боковые стороны лезвия называются *щечками*, а закругленная часть, через которую проходит ось симметрии, – *подошвой*. Противоположная лезвию несколько утолщенная часть резца – *обушок*. Про-

дольные прорезы на ножках резца позволяют при установке его на головке хака придавать разное возвышение над регулятором, в результате чего появляется возможность регулировать глубину подновки.

Петлевидные резцы имеют раструбность, при которой свободный просвет между щечками со стороны обушка на 0,2–0,3 мм больше, чем со стороны режущей кромки. Эта конструктивная особенность резцов облегчает выход стружки при нанесении подновок.

Серийные вздымочные резцы изготавливаются из инструментальной стали У7А и У8А.

Высокие требования предъявляются и к заточке резца. У хорошо и правильно заточенного резца режущая кромка должна выглядеть тонкой черной линией без светящихся полос и точек. Подновка, нанесенная хорошо заточенным резцом, должна быть совершенно гладкой, без шероховатостей и неровностей. В условиях Беларуси для заточки резцов используют ручной станок с прикрепленным абразивным кругом, которым затачивают цепи бензомоторных пил. Затем резец правят оселком.

Серийно выпускаемые резцы быстро притупляются, и их приходится затачивать после нанесения 200–250 карроподновок. При работе вздымщик должен иметь несколько запасных отточенных резцов. Для увеличения срока работы резца без дополнительной заточки был предложен способ повышения стойкости лезвия путем хромирования наружной поверхности вздымочного резца. За счет применения двухслойного лезвия, изготавливаемого из двух металлов различной твердости, получают самозатачивающуюся кромку.

Промышленная проверка резцов с хромированной поверхностью показала, что с ограниченным числом правок такими резцами можно нанести 6,6–40,0 тыс. карроподновок.

Кроме того, предложен химический способ заточки вздымочных резцов с использованием раствора уксусной кислоты 70%-ной концентрации. При химической заточке затупленный резец помещают в полиэтиленовую ванночку с уксусной кислотой и выдерживают в течение 18–24 ч при температуре $+(18–22)^{\circ}\text{C}$. Принцип химической заточки заключается в том, что в уксусной кислоте происходит равномерный износ (коррозия) как режущей кромки, так и поверхности резца, что обеспечивает сохранение первоначальных угловых величин. После выдержки в уксусной кислоте резцы промывают в 10–15%-ном растворе бикарбоната натрия (питьевой соды). Стойкость химически заточенных резцов повышается по сравнению с механической заточкой примерно вдвое.

Химическую заточку применяют только для последующей правки, а новый резец затачивают вручную со строгим соблюдением профиля фаски.

Работы по нанесению подновок (вздымка) с химическим воздействием (в настоящее время обычная подсочка, без стимулятора, практически не применяется) состоят из следующих операций:

- нанесение подновок с одновременным применением стимулятора;

- переход от карры к карре;

- изготовление стимулятора;

- заправка хака химическим стимулятором;

- правка и смена резца хака.

Средняя норма выработки – 1200–1500 карроподновок в день.

Первые подновки наносят, когда среднесуточная температура достигает $+7^{\circ}\text{C}$, в условиях Беларуси это примерно первая декада мая, время распускания березы.

Первые карроподновки в сезоне подсочки называются усами, они как бы намечают рисунок будущей карры, определяют направление, длину, глубину подновок и угол между ними. Поэтому первую подновку проводят с особой тщательностью, часто используя изготовленный из фанеры трафарет. Следует избегать следующих дефектов при нанесении усов:

- асимметричность усов, т. е. неодинаковые углы подновки;

- неправильная глубина (больше или меньше принятой по технологии);

– короткие (в этом случае будет недобор живицы) или длинные (в этом случае наблюдается перерасход ствола по ширине карры, что недопустимо) подновки.

После проведения усов на карру наносят систематические подновки. Исследованиями установлено, что доля переходов на производственных работах может достигать 60–80%.

При несоблюдении элементов технологии, неисправности инструмента, неопытности рабочего-вздымщика во время нанесения систематических подновок отмечают различного рода дефекты:

– *развал карр* – увеличения угла карры против нормативного до 120° , при этом ухудшается сток живицы и снижается ее выход, поскольку при увеличении угла карры уменьшается длина подновки, а значит, и числа вскрываемых смоляных ходов (чаще всего этот дефект отмечается тогда, когда не по росту подобрана длина рукояти хака);

– несимметричность глубины и шага правой и левой подновок;

– неровные, рваные боковые границы карры;

– «петушиный гребень» – направленные вниз закругления на концах подновок.

Для нанесения подновок применяют *вздымочные хаки* различных модификаций. Наиболее распространенным инструментом при обычной подсочке (без стимуляторов) является *хак П. К. Степанчука*, который имеет две монтажные головки, закрепленные на одном кронштейне под углом 36° (рис. 5.3)

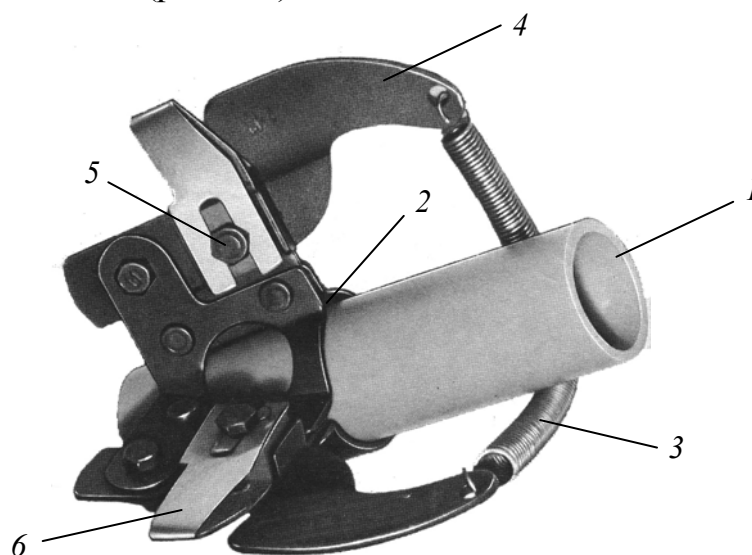


Рис. 5.3. Вздымочный огибающий хак П. К. Степанчука:

1 – рукоять; 2 – хомутик (кронштейн);

3 – возвратная пружина; 4 – монтажная пластина;

5 – резцовая коробочка; 6 – резец петлевидной формы

Относительно рукояти хака каждая головка отклоняется на 18°, что позволяет сократить протяженность при нанесении правой и левой подновок, особенно при работе на высоких каррах. Вдвигочный отгибающийся хак П. К. Степанчука состоит из следующих деталей:

- рукоять 1;
- кронштейн (хомут) для крепления к рукояти 2;
- возвратная пружина 3;
- монтажная пластина, она же регулятор глубины и шага подновки 4;
- резцовая коробочка для крепления резца 5;
- резец петлевидной формы 6.

Для подсочки с химическим воздействием применяют химические хаки различных конструкций. Режущий аппарат у них такой же, как и у обычных хаков, но кроме этого имеется резервуар для стимулятора и дозатор для нанесения определенного количества химического реагента на подновку.

Наиболее распространенным вдвигочным химическим хаком, применяемым на подсочке у нас в республике, является *пневмохак* для неагрессивных стимуляторов. Здесь используется режущий аппарат хака П. К. Степанчука. Имеется пластмассовый бачок с ниппелем для стимулятора, переточные трубки и дозатор бесклапанного типа, которым можно регулировать дозу подаваемого стимулятора. Дозатор состоит из двух упоров, между которыми располагается шланг с трубкой, имеющей калиброванное отверстие 0,8 мм. Трубка припаяна к держателю и располагается за резцом. Один из упоров неподвижен, а другой крепится к монтажной пластине режущего аппарата хака. При нанесении подновки монтажная пластина с помощью пружины отклоняется, и упор освобождает шланг – стимулятор поступает к подновке. После нанесения подновки пружина возвращает монтажную пластину и упор в первоначальное положение.

Велосипедным насосом в бачок накачивается воздух, создается избыточное давление, что позволяет перетекать стимулятору к подновке и методом распыскивания смачивать срез одновременно с его нанесением.

Сбор живицы – завершающая фаза производственного процесса. Он включает в себя следующие операции:

- снятие приемника;
- слив воды из приемника;
- освобождение приемника от живицы;
- установка приемника в пустой приемник;
- прочистка желобка от наплывов живицы;

- перенос заполненных ведер на приемный пункт;
- очистка живицы от крупного сора и воды;
- затаривание живицы в бочки.

Средняя норма выработки – 80–100 кг живицы в день.

Одним из факторов, который в значительной степени влияет на качество заготавливаемой живицы и производительность труда, является частота сбора живицы. Различают одноразовый сбор живицы – в конце сезона после нанесения последней подновки, и многократный – несколько раз за сезон.

Существует два режима многократного сбора живицы:

- частые сборы: через 2 недели;
- разреженные сборы: через 4–6 недель.

Основным инструментом, применяемым при сборе живицы, является сборочная лопатка, которая имеет лезвие для выемки живицы из приемника и барраскит для прочистки желобков. На высоко расположенных карах для снятия и установки приемников используют качающиеся съемники. Они имеют два кронштейна с кольцами, куда помещаются пустой и снятый с живицей приемники, причем кольца крепятся к рукоятке шарнирно, что исключает выпадение приемников и выливание живицы.

На приемном пункте, куда живицу переносят в ведрах вручную, перед затариванием в бочки ее дополнительно очищают от воды с помощью специальных ведер и водосливных досок. Живицу в Беларуси обычно затаривают в металлические бочки объемом 200 л.

Организация труда на подсочке имеет свои особенности, связанные со спецификой подсочного производства:

- оно весьма трудоемко, основано преимущественно на ручном труде (подрумянивание, проводка желобков, вздымка, сбор и переноска живицы);

- работа подсочников протекает в условиях пространственной изолированности, а площадь рабочего участка измеряется десятками гектаров;

- подсочное производство находится в определенной зависимости от метеорологических, лесоводственных и других факторов.

Это требует четкой организации труда во всех звеньях производства, что обеспечивает повышение производительности труда, улучшение качества живицы и снижение ее себестоимости.

Организация труда на подсочке охватывает широкий круг вопросов. Сюда относятся организация рабочего места и рабочего времени, подбор и расстановка кадров, их техническое обучение, обмен пере-

довым опытом, внедрение мероприятий по охране труда и технике безопасности, оснащение производства необходимым оборудованием, инструментами, материалами.

На территории мастерского участка создаются рабочие участки. Площадь рабочего участка составляет 30–50 га. Число рабочих участков устанавливается с таким расчетом, чтобы обеспечить плановое количество обходов с учетом возможности осуществления оперативного руководства и систематического контроля за работой вздымщиков и сборщиков со стороны мастера. Обычно число рабочих участков вздымщиков, входящих в состав мастерского участка, не превышает 10–15.

Учетно-статистической единицей в подсочке является карра. Размер рабочего участка вздымщика в каррах зависит от дневной штучной нормы выработки и паузы вздымки, т. е. от числа рабочих дней между двумя очередными обходами. Например, при дневной штучной выработке в 1200 карроподновок и пятидневной паузе вздымки размер рабочего участка вздымщика составит: $1200 \cdot 5 = 6000$ карр. Учитывая, что при использовании агрессивных стимуляторов пауза вздымки может увеличиться до 10–14 дней, размер рабочего участка составит 12–13 тыс. карр.

Рабочие участки сборщиков комплектуют только после выделения рабочих участков вздымщиков в зависимости от емкости приемников и принятого режима сбора.

Для определения размера рабочего участка сборщика его дневную штучную норму, т. е. число выбираемых за смену приемников, умножают на среднесезонную частоту обходов (паузу вздымки) и установленную частоту сбора живицы. Например, при дневной штучной норме сборщика 650 карр (приемников), пятидневной частоте обходов и частоте сбора после четырех обходов рабочий участок сборщика составит: $650 \cdot 5 \cdot 4 = 13\,000$ карр (приемников).

Дневная весовая норма выработки вздымщика в среднем составляет 62 кг живицы (здесь и ниже – данные по Ганцевичскому лесохимическому участку за 2009 г.). Тогда месячная норма (при 22 рабочих днях) составит: $62 \cdot 22 = 1364$ кг. Сезонное расчетное задание вздымщику при условии 5 рабочих месяцев: $1364 \cdot 5 = 6820$ кг. Реально вздымщики заготавливают за сезон около 8–10 т живицы.

Аналогичные расчеты можно произвести для определения весовой нормы для сборщика. При дневной норме 86 кг месячная норма составит (при 22 рабочих днях): $86 \cdot 22 = 1892$ кг, а сезонное задание при условии, что в сезон в среднем подсочку ведут 5 месяцев, составит: $1892 \cdot 5 = 9460$ кг.

В практике подсочного производства сформировались три формы организации труда: индивидуальная, групповая и бригадная.

При *индивидуальной* форме каждый рабочий на закрепленном за ним участке выполняет весь цикл подготовительных, производственных и заключительных работ, т. е. самостоятельно готовит лесосеки к подсочке, наносит подновки, осуществляет сбор живицы и ее затаривание. Такая форма организации труда чаще применяется при подсочке мелких, разбросанных и удаленных друг от друга участков. Рабочие при данной форме организации труда называются вздымосборщиками.

При *групповой* форме организации труда к одному или нескольким вздымщикам прикрепляют одного или нескольких сборщиков, которые в установленные графиком сроки собирают живицу на закрепленных за вздымщиками участках. На практике обычно формируется группа, состоящая из трех вздымщиков и двух сборщиков.

При *бригадной* форме организации труда все рабочие на мастерском участке объединяются в бригаду или 2 звена. Сборщики также объединяются в бригаду. При этой форме труда необходим транспорт, которым бригады поочередно доставляются на рабочие участки и выполняют там работу.

Иногда практикуется комбинирование различных форм организации труда. В Беларуси часто подготовительные и производственные работы закреплены за вздымщиком, т. е. здесь применяется индивидуальная форма организации. Сборщики объединяются в бригаду и по графику осуществляют сбор живицы с рабочих участков.

Существует так называемый *вахтовый* способ организации труда, когда рабочих доставляют транспортными средствами предприятия на определенный срок в вахтовые поселки, затем их сменяет следующая партия.

В настоящее время оплата труда проводится по мере предъявления готовой продукции согласно *договору подряда*. В нем оговариваются обязательства рабочего и организации, ведущей заготовку живицы.

Рабочие обязуются добыть определенный объем живицы, произвести полный и тщательный сбор барраса с желобков и карр, отработать в сезоне не менее 127 чел.-дней, обеспечить хорошее качество живицы (живица 1-го сорта должна составлять не менее 50% от собранной), соблюдать технику безопасности по подсочке и установленную технологию ее ведения, бережно относиться к инструменту, оборудованию и инвентарю, экономно расходовать материалы и стимуляторы, соблюдать трудовую дисциплину, противопожарные мероприятия.

Организация обязуется обеспечить бригаду необходимыми инструментами, оборудованием, материалами, стимуляторами по утвержденным нормам, спецодеждой и защитными средствами, своевременно выделять транспорт для вывозки живицы, организовывать четкий ее прием по качеству и количеству, оплату труда производить в процентах от товарной продукции.

За каждый килограмм живицы, добытой сверх задания, расценка увеличивается на 100%, в конце сезона перевыполнившем задание и отработавшим не менее 127 дней рабочим выплачивается сезонная премия в размере 10% от начисленной заработной платы. При поступлении актов на сданную живицу производится доплата за тонну живицы 1 сорта вздымщикам – 0,3%, сборщикам – 0,7% от стоимости 1 т товарной продукции.

При невыполнении месячного задания (плана) леспромхоз имеет право не начислять вахтовые, удерживать стоимость бензина, расценку уменьшать на 60%.

5.3. Заключительные работы и их характеристика

Осенью при снижении среднесуточной температуры до +7°C производственные работы заканчивают. В состав заключительных входят работы, не требующие больших затрат труда. Они выполняются одновременно с последним сбором живицы. К заключительным относятся следующие работы:

- сбор барраса (удаление его с зеркала карры в специальные плотняные мешки – *хребтюги*);

- снятие с деревьев каррооборудования и его складирование для хранения на участке для заготовки живицы в местах, согласованных с лесхозом, а при окончании срока заготовки живицы – сбор и транспортировка каррооборудования к местам хранения

Ежегодно лесопользователями, ведущими заготовку живицы, завершаются все работы на участках для заготовки живицы и убирается каррооборудование в срок до 30 ноября. Проведение подготовительных работ к следующему сезону заготовки живицы осуществляется после завершения освидетельствования участков заготовки живицы при отсутствии замечаний лесхозов при их приемке и уплаты за дополнительные объемы.

5.4. Лесохозяйственный контроль за соблюдением правил подсочки

В соответствии с правилами подсочки органы лесного хозяйства ежегодно контролируют соблюдение технологии подсочки, рациональное использование насаждений и их состояние на всех лесосеках, переданных в подсочку.

Ежегодно после окончания сезона подсочки юридическим лицом, выписавшим лесной билет на заготовку живицы (лесхозом), производится контрольное освидетельствование мест подсочки в течение 30 дней после окончания сезона подсочки в соответствии с Лесным кодексом и Инструкцией о порядке освидетельствования лесосек и участков лесного фонда, предоставленных для заготовки живицы, утвержденными постановлением Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь от 19.12.2016 № 66. О дате проведения освидетельствования лесхоз ставит в известность организацию, ведущую заготовку живицы (лесопользователя), за 5 дней до начала освидетельствования. Если представитель лесопользователя не явился, то освидетельствование проводится самостоятельно и в течение 10 дней направляется акт освидетельствования.

При освидетельствовании участков лесного фонда, предоставленных для заготовки живицы, определяются:

- а) границы участка;
- б) состояние и сохранность лесохозяйственных знаков;
- в) соблюдение требований и порядка заготовки живицы действующим технологиям и нормативным документам;
- г) состояние верхнего плодородного слоя почвы в местах производства работ с определением площади нарушенного или уничтоженного слоя;
- д) соблюдение требований, установленных в лесном билете.

Для определения характера и размеров нарушений в случае необходимости закладываются пробные площади. Общая площадь пробных площадей должна составлять не менее 2% от площади обследуемого участка лесного фонда.

На пробных площадях сплошным перечетом устанавливаются:

- применение при заготовке живицы методов, не предусмотренных законодательством;
- перегрузка деревьев каррами, расширение карр;
- факты заготовки живицы на деревьях, не предусмотренных для этих целей;

– количество деревьев, предназначенных, но не вовлеченных в заготовку живицы.

Участки, где не выявлено нарушений или выявленные нарушения устранены в процессе освидетельствования, после подписания акта освидетельствования считаются переданными лесхозу, и лесопользователю запрещается проведение на них каких-либо работ.

5.5. Дегтекуренное производство

Производство берестового дегтя, чаще называемое дегтекурением, является одним из старейших русских лесохимических производств. Возникло оно значительно раньше других видов сухой перегонки древесины.

Сырьем для производства дегтя служит береста. Согласно Лесному кодексу заготовка бересты осуществляется:

- со срубленных деревьев на лесосеках главного и промежуточного пользования;
- с сухостойных и валежных деревьев в течение всего года;
- с растущих деревьев, не более чем за 2 года до их рубки, в период с 1 апреля до 30 ноября.

Заготовка бересты с растущих деревьев должна осуществляться не более чем до половины общей высоты дерева без повреждения луба.

В зависимости от содержания луба береста делится на 3 сорта.

1-й сорт (соковая) – без примеси луба, заготавливается с растущих и свежесрубленных деревьев, выход дегтя составляет 30–33% от веса воздушно-сухой бересты.

2-й сорт – примесь луба составляет не более 20%, заготавливается с валежника и сухостоя, выход дегтя составляет 25–37%.

3-й сорт – примесь луба более 50%, заготавливается путем ошкуривания лежалых дров, выход дегтя составляет 13–20%.

С 1 га березовых насаждений заготавливают от 2 до 5 т бересты. Средняя норма выработки на одного человека в день составляет 80–90 кг.

С 1 м³ березовых кряжей и дров можно в среднем заготовить 10–12 кг бересты (с лубом). Дневная норма выработки составляет в среднем 100 кг.

Свежезаготовленная береста должна быть высушена перед переработкой естественным путем в лесу. Для этого береста укладывается в штабели в сухих проветриваемых местах на прокладки из жердей. Влажность воздушно-сухой бересты колеблется в пределах 15–25%.

Перед переработкой в казанах она должна быть спрессована в тюки по размерам аппарата, где будет осуществляться переработка.

Наиболее распространенной установкой для получения дегтя является установка *казанного* типа.

Камера разложения (казан) имеет вид прямоугольной металлической емкости размером 1,4×0,7×0,7 м из листовой стали 4–5 мм. Спереди имеется съемная крышка. В такой казан помещается 80–100 кг спрессованной бересты. Снаружи казан обмурован кирпичем, снизу имеется топка. Для охлаждения и конденсации парогазовой смеси используется холодильник, для сбора и отстоя дегтя – сборник и отстойники.

Технологический процесс получения дегтя состоит в следующем. В казан загружают тюки спрессованной бересты так, чтобы ее пластины располагались вертикально. Казан закрывают крышкой, которую обмазывают глиной для герметичности, и разводят огонь в топке.

По мере повышения температуры начинается термическое разложение бересты с выделением парогазовой смеси, которая по отводному патрубку казана поступает в холодильник, где охлаждается и в виде конденсата идет в сборник и отстойники.

Продолжительность циклаоборота казана, включая загрузку, разогрев и разгрузку, составляет 24–30 ч, в том числе процесса гонки – 22–28 ч. Расход топлива (дров) – 5–6 м³ на 1 т бересты.

Деготь представляет собой черную маслянистую жидкость со специфическим запахом, в его состав входят фенолы, органические кислоты, углеводороды. Широко применяется в кожевенной промышленности для жировки кож. В отличии от других жирующих материалов деготь не только смягчает кожу, но и придает ей водостойкость и прочность. Кожа, обработанная чистым дегтем, носит название *юфть*.

Деготь применяют в фармацевтической промышленности, он входит в состав мазей, используется для лечения заболеваний кожи, в ветеринарии, для получения креозота, креолина и т. д.

5.6. Комплексная переработка древесной зелени

В переработку в основном вовлекается древесная зелень хвойных пород – сосны и ели, которая представляет собой охвоенные ветви диаметром не более 0,8 см, заготавливаемые со свежесрубленных деревьев.

Содержание хвои и неодревесневших побегов в древесной зелени должно быть не менее 60%, содержание одревесневших побегов – не более 30%, минеральных примесей – не более 0,2%, других органических примесей (листья, мох, лишайники) – не более 10%.

Химический состав древесной зелени зависит от породы, сезона заготовки, возраста дерева, почвенно-климатических и других факторов.

В состав древесной зелени хвойных пород входят биологически активные вещества, макро- и микроэлементы, полисахариды, протеин, жиры, витамины (Е, К, тиамин, витамины группы В, С, причем последнего в хвое в 6 раз больше, чем в апельсинах и лимонах).

Фракционный состав древесной зелени – это содержание в ней хвои, коры и древесины. Он зависит от толщины охвоенного побега. При стандартном диаметре побегов 0,8 см масса хвои составляет в среднем 80%, коры – 11%, древесины – 9%.

Запасы технической зелени в Беларуси оцениваются примерно в 113 тыс. т. В еловом насаждении средней полноты на 1 м³ древесины можно получать с учетом потерь до 50 кг хвойной лапки. У сосны выход древесной зелени в 2 раза ниже.

Заготовка веток с деревьев ели и сосны осуществляется только со срубленных деревьев на лесосеках главного и промежуточного пользования. Производиться она может следующими способами:

- отделение древесной зелени от сучьев при их обрубке на лесосеке или на верхнем складе и транспортировка к месту переработки;
- сбор сучьев на лесосеке или верхнем складе и транспортировка их к месту переработки с отделением зелени в местах переработки;

Хвойную лапку заготавливают круглый ход, но наиболее благоприятным периодом является осень. Для транспортировки древесной зелени используют обычный автотранспорт повышенной проходимости.

Заготовленная древесная зелень должна сразу поступать в переработку, а при невозможности немедленной переработки ее хранят с соблюдением определенных правил. В летний период ее укладывают без уплотнения на настил из толстых ветвей без хвои рядами шириной и высотой 1–2 м и длиной 2–3 м с оставлением через каждый метр каналов для проветривания. Зелень на ветках, уложенных в кучи, летом может храниться 7 суток, при минусовой температуре – 30 суток. Зелень, отделенная от веток, хранится соответственно 3 и 15 суток.

Древесную зелень можно перерабатывать промышленным способом с получением разнообразных продуктов, которые имеют кормовое и лечебно-профилактическое значение.

Технология производства хвойно-витаминной муки и эфирного масла не требует больших затрат и сложного оборудования, может быть освоена силами лесхоза. Поэтому более подробно остановимся на получении этих продуктов.

Технология производства хвойно-витаминной муки. Витаминную муку вырабатывают на передвижных установках типа СХБП-0,1 и стационарных типа АВМ-0,65.

Суть технологии в том, что древесную зелень измельчают, сушат скоростными методами, размалывают в муку и затаривают в мешки.

В установку входит транспортер, по которому хвойная лапка подается в приемный люк дробилки, где происходит ее первичное измельчение. Затем из бункера сырой массы зелень поступает в сушилку барабанного типа, где в течение 10–15 с высушивается топочными газами, образовавшимися от сгорания дизельного топлива при температуре $+(200–300)^{\circ}\text{C}$. Высушенная зелень подается в дробилку (мельницу) молоткового типа и далее уже готовый продукт распределяется выгрузочным шнеком в бумажные, тканевые или полиэтиленовые непрозрачные мешки.

На выработку 1 т хвойно-витаминной муки требуется от 2,6 до 4,0 т хвойной лапки. Из 1 м³ заготавливаемой хвойной древесины фактически получают 5,0–7,5 кг хвойно-витаминной муки.

Производство эфирного масла. Эфирное масло получают преимущественно из пихтовой лапки, хотя можно получать и сосновое, и еловое эфирное масло.

Установка для получения эфирного масла из древесной зелени состоит из котла-парообразователя, парильного (перегонного) чана, решетки для загрузки лапки, холодильника, флорентины, приемника для масла и отстойников.

Из парообразователя (изготавливается из листовой стали) пар по трубке подается к парильному чану, который изготавливается из древесины хвойных пород. В нижней его части имеется решетка, куда загружается хвойная лапка, чан закрывается крышкой, снизу подается пар и начинается процесс отгонки масла, пары которого поступают в холодильник. Во флорентине (цилиндрический сосуд из листовой меди) идет разделение масла и воды.

Оборот установки составляет 16–17 ч. Окончание отгона определяется путем отбора пробы в стеклянный цилиндр: если слой масла не более 1 мм, отгонку можно считать законченной. На выработку 1 т эфирного масла расходуется около 70 т хвойной лапки.

Комплексная переработка древесной зелени предусматривает полное использование всех составляющих ее компонентов. Вначале из

древесной зелени экстрагируют органическими растворителями жирорастворимые вещества, а затем водой – водорастворимые вещества. Остаток после двух экстракций идет на приготовление древесной муки, которая используется в качестве наполнителя в производстве пластических масс. Схема комплексной переработки древесной зелени (хвойной лапки) приведена на рис. 5.4.

Таким образом, из древесной зелени путем механической переработки можно получать хвойно-витаминную муку, экстрагированием паром – эфирное масло, экстрагированием горячей водой – хвойный лечебный экстракт. Бензином можно путем экстракции получить хвойный воск, каротиновую пасту, пинабин, бальзамическую пасту, хлорофиллин натрия, провитаминный концентрат.

Выход продуктов из 1 т древесной зелени сосны составляет (кг):

- хлорофиллина натрия – 0,15;
- провитаминного концентрата – 12,0;
- бальзамической пасты – 40,0;
- хвойного воска – 3,0;
- эфирного масла (легкое, среднее, тяжелое) – 10,0;
- хвойного лечебного экстракта (жидкого 50%) – 150,0;
- древесной муки – 250,0.

Выход продуктов из 1 т древесной зелени ели составляет (кг):

- хлорофилло-каротиновой пасты – 75,0;
- хвойного воска – 3,0;
- эфирного масла (легкое, среднее, тяжелое) – 10,0;
- хвойного лечебного экстракта (жидкого 50%) – 150,0;
- древесной муки – 250,0.

Выход продуктов из 1 т древесной зелени ели составляет (кг):

- хлорофилло-каротиновой пасты – 75,0;
- хвойного воска – 3,0;
- эфирного масла (легкое, среднее, тяжелое) – 10,0;
- хвойного лечебного экстракта (жидкого 50%) – 150,0;
- древесной муки – 250,0.

Хвойно-витаминная мука. Имеет зеленый или темно-зеленый цвет и специфический хвойный запах, влажность 8–12%. Содержание каротина не менее 60 мг/кг, сырой клетчатки не более 22%. Применяется как витаминный настой для корма животным, в качестве 3%-ной добавки в рацион домашнему скоту и птице, как добавка в корм рыбам.

В настое хвойно-витаминной муки протравливают семена для повышения всхожести и устойчивости к болезням (корневым гнилям, головне).

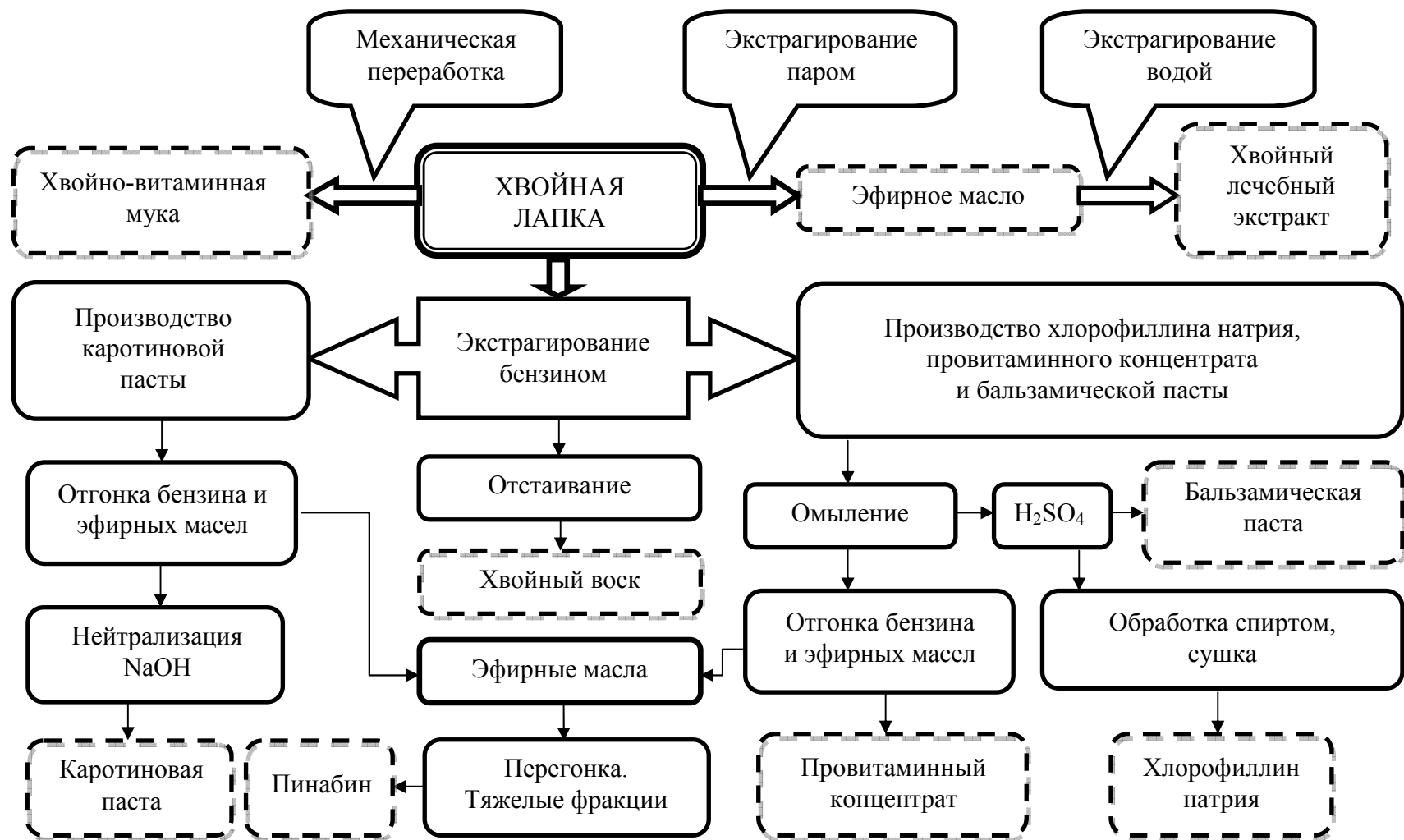


Рис. 5.4. Комплексная переработка древесной зелени

Эфирное масло (пихтовое). Прозрачная жидкость от бесцветного до светло-желтого цвета с запахом хвои. Содержание наиболее ценного вещества – *борнилацетата* – не менее 32%. Является сырьем для производства синтетической камфоры, применяется в парфюмерии, в производстве товаров бытового назначения, в медицине.

Хвойный лечебный экстракт. Коричнево-черная жидкость с характерным запахом хвои. Хорошо растворима в воде, используется в лечебных и профилактических целях для лечения заболеваний центральной и периферической нервной системы и ревматизма.

Хвойный воск. Светло-зеленый порошок с характерным запахом. Представляет смесь жирных кислот (70–80%), свободных жирных и смоляных кислот (15–20%), желтых пигментов. Применяют в косметических изделиях.

Хлорофилло-каротиновая паста. Густая жидкость буровато-зеленого цвета, содержит жирорастворимые витамины, антимикробные и другие вещества. Хорошо смешивается с водой и используется в качестве лечебного средства в области санитарии и гигиены, благотворительно влияет на кожу, укрепляет нервную систему, применяется в парфюмерии.

Пинабин. Представляет собой 50%-ный раствор тяжелой фракции эфирного масла сосны и ели в растительном масле (преимущественно оливковом). В его состав входят терпеновые спирты, сложные эфиры, терпены. Это прозрачная маслянистая жидкость желтого цвета. Пинабин – лечебный препарат, эффективно применяемый при лечении почечных, желчнокаменных болезней, холецистита.

Бальзамическая паста. Густая вязкая масса темно-зеленого цвета с запахом хвои. Содержит много хлорофилла и применяется в парфюмерно-косметических изделиях в качестве активного эмульгатора.

Хлорофиллин натрия. Порошок черного цвета, растворимый в воде и спирте. Из 1 т технической зелени можно получить около 150 г этого препарата. Применяется в качестве биологической добавки в косметических изделиях и как лечебное средство в медицине.

Провитаминный концентрат. Содержит фитол, стерины, каротин, витамин Е. Это густая маслянистая жидкость ярко-оранжевого цвета с запахом хвои. Применяется в парфюмерно-косметических изделиях.

5.7. Получение древесного угля и его применение

Ежегодно в мире производят около 6,2 млн. т древесного угля (почти половина приходится на страны Южной Америки).

В настоящее время распространено печное углежжение. Углевыхигательные печи бывают стационарные и передвижные.

Стационарные печи используются на крупных лесохимических заводах. По принципу действия они подразделяются на печи периодического действия и непрерывного действия (циркуляционные реторты непрерывного действия).

Для переработки дров и древесных отходов в настоящее время у нас в республике применяются передвижные печи. Наиболее совершенной углевыхигательной печью периодического действия является печь УВП-4 (рис. 5.5).

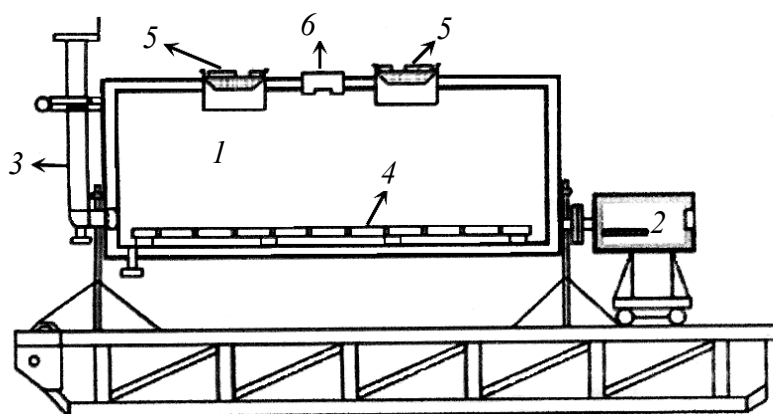


Рис. 5.5. Углевыхигательная печь УВП-4:

1 – камера углежжения; 2 – топка; 3 – дымовая труба;
4 – колосник; 5 – загрузочный люк; 6 – предохранительный клапан

Она состоит из цилиндрической камеры разложения, выносной топки и дымовой трубы. Предусмотрен также механизм поворота камеры вокруг оси для облегчения загрузки дров и выгрузки угля.

Камера разложения имеет две стенки из металлических листов. Наверху имеются два загрузочных люка. Диаметр камеры 2 м, длина 3,1 м, объем загрузки 7,5 скл. м³. Через газоход к камере присоединена топка. При повороте печи вокруг оси предусмотрена возможность отсоединения топки.

Работа печи осуществляется в следующей последовательности. Производится загрузка дров, обычно вручную. При этом один рабочий находится внутри и укладывает дрова, второй подает. Этим достигается более плотная укладка. Затем люки закрывают и обмазывают глиной. Топку разжигают, при этом продукты сгорания дров – топочные газы – поступают в камеру, где происходит сушка и пиролиз древесины. Дымовые газы и продукты разложения выходят через тру-

бу. Поскольку на стенах камеры происходит конденсация смолы, для ее отвода предусмотрены сливные отверстия в дне камеры.

Признаком окончания процесса переугливания является цвет дыма из трубы: он из желто-бурого становится почти бесцветным с голубоватым оттенком. Затем печь герметизируют и оставляют остывать. Выгрузку угля производят путем поворота печи вокруг оси люками вниз. После выгрузки уголь оставляют остывать на воздухе. Если он возгорается, его заливают водой. Длительность цикла в среднем составляет 36 ч и зависит от влажности дров, их породы, размеров, наружной температуры воздуха. За один цикл получают 700–900 кг древесного угля. Печь обслуживает бригада из трех человек. Производительность такой печи достигает до 100–120 т угля в год. Вес печи без оси и колес 2,4 т.

Активированный уголь. Ежегодные объемы его производства в мире составляют около 200 тыс. т. Получают активированный уголь из березового древесного угля в активационных печах, куда под давлением подают пары воды и создают избыток CO_2 . При температуре $+900^\circ\text{C}$ в течение часа происходит прокаливание угля, в нем образуется много пор. Выход конечного продукта – около 50% от загружаемого угля.

Применение древесного угля. Древесный уголь широко используется в различных отраслях промышленности. Одним из основных потребителей является химическая промышленность, которая вырабатывает различные виды активированных, осветляющих и других видов углей. Используется древесный уголь при производстве искусственного волокна для получения сероуглерода.

Крупнейшим потребителем угля является металлургическая промышленность (выплавка чугуна специальных марок, получение ферросплавов, марганца, меди). Широко используют его в получении кристаллического кремния.

Также применяют в приборостроении и полиграфическом производстве для шлифовки и полировки деталей и форм.

Используют в производстве дымного пороха, изготовлении электродов, твердых смазок, в кузнечном деле, как топливо, для бытовых целей. Уголь входит в кормовой рацион для крупного рогатого скота.

Березовый уголь, покрытый пленкой из углекислого бария, называется карбюризатором и применяется для цементации стальных деталей, т. е. для придания особой прочности поверхности металла.

Применение активированного угля. Активированный уголь применяется в медицине, в противогозах, для очистки различных веществ в химической промышленности, а также питьевой воды и сточных вод. Он используется для обесцвечивания жидкостей в спиртоводочном, сахарорафинадном и других производствах.

ПРИЛОЖЕНИЕ



Рис. 1. Восходящий безжелобковый способ подсочки сосны



Рис. 2. Рабочий участок заготовки сосновой живицы



Рис. 3. Способ установки приемника «в щап»



Рис. 4. Рабочий-вздымщик с пневмохакком



Рис. 5. Приемник, заполненный живицей



Рис. 6. Сбор живицы



Рис. 7. Погрузка бочек с живицей в прицеп

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Лесной кодекс Республики Беларусь, 24 дек. 2015 г., № 332-3 [Электронный ресурс]: принят Палатой представителей 3 дек. 2015 г.: одобр. Советом Республики 9 дек. 2015 г. // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.pravo.by/document/?guid=3871&p0=НК1500332>. – Дата доступа: 01.03.2020.

2. Об утверждении Правил заготовки живицы [Электронный ресурс]: постановление Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь, 6 дек. 2016 г., № 62 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: http://www.pravo.by/upload/docs/op/W21631555_1482958800.pdf. – Дата доступа: 01.03.2020.

3. О внесении дополнений и изменений в постановление министерства лесного хозяйства Республики Беларусь от 06.12.2016 № 62 [Электронный ресурс]: постановление Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь, 30 окт. 2018 г., № 38 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21833585&p1=1>. – Дата доступа: 01.03.2020.

4. Об утверждении Правил заготовки пней и корней, заготовки древесных соков, создания плодово-ягодных, орехоплодных и иных лесных плантаций, по выращиванию на них лекарственных и иных растений, их заготовке, сбору и признании утратившими силу некоторых постановлений Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь: постановление Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь, 19 дек. 2016 г., № 71 // Kodeksy-by.com: законодательство Республики Беларусь. – Режим доступа: https://kodeksy-by.com/norm_akt/source-%D0%9C%D0%9B%D0%A5%20%D0%A0%D0%91/type-%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5/71-19.12.2016.htm. – Дата доступа: 01.03.2020.

5. Об утверждении Инструкции о порядке освидетельствования лесосек и участков лесного фонда, предоставленных для заготовки живицы: постановление Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь, 19 дек. 2016 г., № 66 // Kodeksy-by.com: законодательство Республики Беларусь. – Режим доступа: https://kodeksy-by.com/norm_akt/source-%D0%9C%D0%9B%D0%A5%20%D0%A0%D0%91/type-%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5/66-19.12.2016.htm. – Дата доступа: 01.03.2020.

[%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5/7-06.03.2019.htm](#). – Дата доступа: 01.03.2020.

6. Падсочка лесу: метадычныя ўказанні да лабараторных заняткаў / склад.: М. А. Ягоранкаў, М. І. Баранаў, М. П. Каўбаса. – Мінск: БДТУ, 2002. – 45 с.

7. Подсочка и побочное пользование лесом: учебник / А. В. Грязькин [и др.]; ред. Н. И. Долгова. – М.: Экология, 1993. – 301 с.

8. Фролов, Ю. А. Лесоводственно-биологические и технологические основы подсочки сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) / Ю. А. Фролов. – СПб.: СПбНИИЛХ, 2001. – 448 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
Лекция 1. ВВЕДЕНИЕ. СОСТАВ, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ ЖИВИЦЫ И ПРОДУКТОВ ЕЕ ПЕРЕРАБОТКИ. АНАТОМИЯ СМОЛЯНОГО АППАРАТА СОСНЫ	4
1.1. Содержание и определение предмета.....	4
1.2. История развития подсочного производства в мировой практике.....	5
1.3. Физико-химическая характеристика живицы, скипидара, канифоли	7
1.4. Применение живицы и продуктов ее переработки	10
1.5. Сортность сосновой живицы	13
1.6. Общие понятия о секрети и секреторных структурах растений.....	13
1.7. Строение вертикальных, горизонтальных и патологических смоляных ходов и их роль в смолыделении	18
1.8. Линейное число и густота смоляных ходов, их роль в смолыделении	19
Лекция 2. ФИЗИОЛОГИЯ СМОЛООБРАЗОВАНИЯ И СМОЛЫДЕЛЕНИЯ ПРИ ПОДСОЧКЕ	22
2.1. Выстилающие клетки смоляных ходов как место синтеза живицы в стволе дерева.....	22
2.2. Современная теория биосинтеза терпенов и смоляных кислот	25
2.3. Механизм и продолжительность истечения живицы при подсочке.....	27
2.4. Причины прекращения смолыделения	29
2.5. Новообразование живицы при подсочке, динамика процесса....	30
2.6. Зона подтекания живицы к ранениям при подсочке	31
Лекция 3. ЭКОЛОГИЯ ПОДСОЧКИ.....	33
3.1. Смолопродуктивность сосновых насаждений и ее оценка.....	33
3.2. Влияние на смолопродуктивность и выход живицы климатических и метеорологических факторов	35
3.3. Суточная и сезонная периодичность смолыделения	37
3.4. Зависимость смолопродуктивности от лесоводственно-таксационных показателей насаждений	38

3.5. Влияние подсочки на рост, плодоношение и технические качества древесины	40
--	----

Лекция 4. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПОДСОЧКИ СОСНЫ.

ПОДСОЧКА С ХИМИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ	42
4.1. Сырьевая база подсочки сосны.....	42
4.2. Понятие о технологии подсочки.....	43
4.3. Подсочная терминология	43
4.4. Сроки и категории подсочки.....	45
4.5. Нагрузка деревьев каррами	46
4.6. Способы подсочки и их характеристика.....	46
4.7. Влияние технологических элементов подсочки на выход живицы и жизнедеятельность сосновых древостоев	48
4.8. Характеристика стимуляторов выхода живицы, разрешенных к применению в Беларуси	50
4.9. Технология подсочки с серной кислотой и хлорной известью	52
4.10. Технология подсочки с сульфитно-бардяными концентратами	53
4.11. Технология подсочки с кормовыми дрожжами	54
4.12. Другие способы стимулирования смолы выделения и смолообразования	55

Лекция 5. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДСОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА.

УГЛЕЖЖЕНИЕ, ДЕГТЕКУРЕНИЕ, ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСНОЙ

ЗЕЛЕНИ.....	56
5.1. Состав и организация подготовительных работ	56
5.2. Состав и организация производственных работ.....	59
5.3. Заключительные работы и их характеристика.....	67
5.4. Лесохозяйственный контроль за соблюдением правил подсочки.....	68
5.5. Дегтекурное производство	69
5.6. Комплексная переработка древесной зелени	70
5.7. Получение древесного угля и его применение	75

ПРИЛОЖЕНИЕ	78
-------------------------	-----------

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	84
--------------------------------------	-----------

Учебное издание

Ковбаса Николай Петрович

ПОДСОЧКА ЛЕСА

Курс лекций

Редактор *О. П. Приходько*
Компьютерная верстка *О. П. Приходько*
Корректор *О. П. Приходько*

Издатель и полиграфическое исполнение:
УО «Белорусский государственный технологический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/227 от 20.03.2014.
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.