

林產化學論文集

蘇聯專家 列·尼·魏諾格拉道夫 編著

廢材利用

木材乾餾原理

醋酸萃取原理

樺皮焦油製造

烤膠的生產

針葉樹樹脂的採割

松脂採割的準備工作

西伯利亞紅松第一年採脂試驗報告

松脂加工

用「明子」萃取松香松節油

槭樹、樺木樹液的採割與加工

中國林業出版社

1953

前 言

本書係由蘇聯專家魏諾格拉道夫同志所寫的報告與論文以及所推薦的小冊子選譯彙集而成，共十一篇。其中有九篇都是魏諾格拉道夫同志為幫助我們工作解決我國林產化學工業中的技術問題而親自編寫的，其餘兩篇——「松脂採割的準備工作」與「西伯利亞紅松第一年採脂試驗報告」是經專家推薦的。

在這本書中，魏諾格拉道夫同志對於蘇聯林產化學工業幾個部門的先進理論與技術都作了比較系統的介紹。

我國森林副產品非常豐富，但生產技術比較落後，參考資料尤感缺乏。本書的出版對我國林產化學工業，將會有所幫助。我們在此謹向魏諾格拉道夫專家表示感謝。

「針葉樹樹脂的採割」一文曾在「中國林業」上發表過，「拷膠的生產」也曾發表於「植物鞣料浸膏之提製」一書中，現又作了一番修正，收集於本書中。

由於校譯者的俄文與技術水平不夠，譯文中錯誤在所難免。特別在技術名詞的譯名上，不妥當的地方可能很多。希望讀者多加批評與指正。

中國林業社出版 1953年8月5日

目 錄

廢材利用	1
一、改良木材的性質——節約木材的方法之一	2
二、生產過程中的廢材	4
三、木材的綜合利用——節約木材之源	7
木材乾餾原理	19
一、緒言	19
二、木材的構造、成分和物理與化學性質	20
三、乾餾、燒炭、松焦油生產與樟皮焦油製造的原料	39
四、乾餾過程的研究	41
五、各種因子對產品產量的影響	44
六、木材乾餾理論	69
醋酸萃取原理	87
一、緒言	87
二、從木醋液直接製取醋酸法簡述	88
樺皮焦油製造	97
一、樺樹皮的採集	97
二、製造樺皮焦油的設備和過程	98
栲膠的生產	105
一、植物單寧的化學物理特性	105
二、鞣皮要點	111
三、單寧原料及其製備	111
四、工廠中原料的儲藏	119

五、原料的粉碎	119
六、擴散及影響擴散的因素	119
七、單寧原料之浸提	125
八、浸提液的蒸發	125
九、栲膠的淨化	128
十、廢渣的利用	131
十一、自亞硫酸灰液中提製栲膠	132

針葉樹樹脂的採割 135

一、松脂、松香及松節油的性質與用途	135
二、採脂作業的歷史	137
三、針葉樹的樹脂組織	139
四、採脂技術	144
五、採脂工作	152
六、影響針葉樹樹脂生產力的因子	152
七、其他針葉樹種的採脂	168

松脂採割的準備工作 175

一、緒言	175
二、採脂的方法	175
三、採脂前的準備工作	177
四、採脂準備工作的檢查	191
五、工具	193
六、割面用具的製備	195
七、準備工作的計算	198
八、採脂準備工作的安全措施	199
附錄一、二、三、	200—202

西伯利亞紅松第一年採脂試驗報告 205

一、前言	205
------	-----

二、緒論	206
三、試驗松林一般情況	210
四、進行野外試驗所用的方法	211
五、試驗區採脂季節的氣象條件	212
六、紅松松脂流出強度和持續時間	216
七、割溝間隔期與產脂量的關係	220
八、割面寬度與產脂量的關係	227
九、側溝深度對第一年產脂量的影響	228
十、樹木直徑和產脂量的關係	230
十一、樹冠與產脂量的關係	233
十二、紅松松脂的性質	234
十三、紅松採脂對結實的影響	237

松脂加工 241

一、松脂的儲藏	241
二、向廠房輸送松脂的方法	242
三、松脂加工的實質	243
四、蒸汽蒸餾原理	245
五、松脂加工的方法	254
六、波茲聶科夫氏複合式溶解鍋	259
七、松脂脫色	262
八、淨製松脂	263
九、松脂蒸餾	271
十、松香的放出與松香結晶問題	275
十一、結論	276

用「明子」萃取松香松節油 277

一、明子及其採製	277
二、明子加工的概說	283

三、浸提的松香和松節油的質量.....	297
---------------------	-----

槭樹、樺木樹液的採割和加工 301

一、槭樹樹液的採割.....	301
二、加工樹液製成糖蜜.....	304
三、樺木樹液的採割和加工.....	306

廢材利用

林業作爲一個生產部門有一個很大的缺點——樹木生長的時間過長，對林業來說，時間的主宰作用過大，林業生產一次的時間，足夠農業生產八〇——一五〇次，汽車生產一五、〇〇〇——一八、〇〇〇次。

在這種條件下，關於森林的成長對人類來說，就不只是一代的問題。

因此，正確地、合理地、經濟地使用木材的問題，具有非常重要的意義。

直到現在，我們還沒有掌握充分利用木材廢料的方法，也沒有掌握經濟使用木材的方法，這說明對木材還沒有足夠的重視。

我們對於利用木材——「綠金」的觀念上不夠正確，還存在着許多浪費的現象。

這一切都是我們舊的意識和習慣。過去認爲在木材加工時，木材的損失是很平常的，不可避免的，甚至認爲木材加工就是不可避免損失的標誌，如像一句諺語所說：「樹木伐倒，木片亂飛」。到現在我們對於這一點仍沒有給與很好的糾正。

在現在使用木材的部門和使用的方式越來越繁多的情況下，與木材損失作鬥爭就變成一件對國民經濟有重要意義的工作。

若能合理使用木材和節約木材，既不需要在遠處開發新採伐區而消耗大量的資金，也不需要培育森林而浪費很多時間，就可以增加大量有用的木材。因此在目前節約木材消耗，在克服木材供應困難上比擴大採伐和擴大造林是更重要更現實的辦法。

節約木材不是意味着減少國家需要物品的製造，而是充分利用木材。這樣就可以不必按着木材需要量的增長擴大採伐工作。在最近幾十年來，我們已經學會了由廢物製造各種有價值的產品：用木屑及紙漿廢料製造酒精；零碎的木塊膠合成木板，表面再敷以桃花心木的薄板，就可用來製造傢俱；枝、梢製造木焦油和其他油類；從根株提取幾十種化學產品；任何木材都可製成木塑料，由此再作出幾百種能與金屬和玻璃競爭的成品。

節約木材的方式很多，最簡易的方式之一就是使用當地出產的其他材料來代替木材，這樣就地取材還可節省運費。

合理使用木材是非常重要的。從林區造材到進廠加工以至廢材利用都應遵守這個原則。

森林原料綜合利用法的發展（包括主生產的廢材的綜合利用），為節約木材開闢了廣闊的道路。在採伐跡地，可採取小型林產化學的設備利用廢材，工廠中則可採取各種類型的綜合生產，如製材與水解的綜合生產，製材與製造房屋零件、箱桶、板條等綜合生產，木漿造紙與酒精生產等。

採用合理的標準，製定木材消耗定額（即令只是主要的幾種定額），是節約木材的最大源泉。精密地組織防火和防止蟲害等森林保護工作，對於現有及新造森林也有巨大的意義。

讓我們來分析下面幾種節約木材的方法。

一、改良木材的性質——節約木材的方法之一

在天然的材料中，木材有相當的耐久性，是其特點之一。如在楚爾扎赫附近的羅馬橋和多腦河口的特羅雅諾夫橋的落葉松橋樑，已經一千七百年了，木材依然完好，還可以做鑲工製品。但在不良的條件下，尤其是沒經乾燥的木材，極易被菌蝕和蟲蝕，因而使用年限大減。像枕木、電桿、礦柱等由於需要經常抽換，無論在木材本身以及勞力、運費等，都浪費很大。

有海水鑽孔蟲存在的區域，海港建築和船隻的木材部份損壞很大。有些木材在海水中原可保存十五至二十年以上，但有幾種海水鑽孔蟲（特別在有利其生長的夏季）能在三、四個月中把它破壞。

很多年以前，人類已經知道許多延長木材壽命的方法，例如：乾材比濕材耐久，木柱外層炭化後顯著地增加使用年限，以及用於塗刷在船隻上禦防海水鑽孔蟲的藥劑的配方。

但是直到近代，提高木材耐久性的工作，才基本上系統化起來。現代的科學和實踐，為防止木材的病害、蟲害、火災等，提供了有利的保證。

蘇聯政府會特別頒發了一項決定，建築部門祇准使用經過改良或防腐的木材。

使用改良或防腐的木材能大大節約木材。例如沒有防腐的松桿平均使用五年，護以漆帶的松桿可用十年，而用煤焦油處理過的可用二十五年。

木材平均使用年限如下：

未防腐松材——4—6年，防腐者——約18年；

未防腐的橡木——12—15年，防腐者——約25年；

未防腐水青岡材——2—3年，防腐者——約30年。

由上述數字可知，使用防腐過的樁木、枕木、桿柱及其他建築材能夠節約大量木材。因其使用年限可延長到四——十五倍。此外把木製品簡單的油漆一下，也可延長其使用年限。

另一種改良木材性質 提高其強度的辦法，是加壓處理 將木材組織壓緊。

試驗證明，熱壓處理後的木材，就性質上說，已變成一種新材料了。

隨着加壓的程度，原有木材的主要工藝性質指標都有所提高。

加壓加熱過的木材物理機械特性

樹 種	木材性質 (含水量10—12%)	容 積 重 公 分 / 立 方 公 分	比例限度應力 公 斤 / 平 方 公 分			橫斷纖維方 向的強度 公 斤 / 平 方 公 分
			靜	曲	縱 壓	
山 楊	天 然 的 處 理 後	0.40—0.50	700—800	300—450		250—300
		0.75—0.90	1300—1500	600—850		550—700
歐 洲 松	天 然 的 處 理 後	0.50—0.55	800—900	400—500		350—400
		0.90—1.10	1600—1800	800—900		600—700
樺 木	天 然 的 處 理 後	0.60—0.70	900—1100	500—600		350—500
		0.90—1.10	1700—2000	800—1200		900—1300
白 蠟 樹	天 然 的 處 理 後	0.65—0.70	1000—1200	500—650		500—650
		1.00—1.10	1700—2000	900—1200		1000—1200
橡 樹	天 然 的	0.60—0.70	800—1000	450—550		400—500
錦熟黃楊	天 然 的	1.00—1.10	1400—1600	700—800		900—1100

加壓的木材可作硬闊葉樹材及有色金屬的代用品。這種木材已廣泛地應用於紡織工業的木梭和彈機、機器製造工業中壓延機的軸承、農業機械的車輪、飛機及其他工業上的材料。

價值低而比較普通的木材加壓後，可代替其他物理性和機械性很高的

樹種，如：錦熟黃楊，鐵樹 (*Parratia Persica*) 與柿樹等。

二、生產過程中的廢材

1. 出材率

若取立木的材積為百分之百，經採伐和加工後，我們直接利用的成材和製品不會超過25—30%。其餘的便因損耗和不便利用而浪費或燒毀了。

其中20—30%是所謂採伐殘留物或沒有運出的木材，遺棄於林中；4—5%在流送途中沉沒或損失了。製材廠中的出材率，在較好的情況下是60—80%，木材加工廠中，製成品出產率往往不超過所用材的30—50%，如繅絲機軸的生產，其有效出產率不會超過5—6%。

現在將生產過程中各個階段的損失情況分析如後。

2. 林區的木材損失

首先須提出者為自然落下的枝、葉、果實等。

根據蘇聯及國外的試驗與觀察記錄，一公頃森林，每年約有5—7噸或20—30立方米氣乾狀態的上述落下物。這個數字隨着樹種、樹齡、生長條件及鬱閉度等而有所不同。以針葉樹為主的林子，可以利用60%的落下物，其餘40%應令其自然腐爛成肥料（落下物中含礦物質較多），若全部收集利用對樹木生長是有害的。

蘇聯的森林面積，據1933年的數字，有工業意義者為59,130萬公頃，其中針葉樹林45,410萬公頃。其天然落下物，每年平均以每公頃25立方公尺或六噸計，每年共為1,135,250萬立方公尺，即相當於針葉樹林每年木材生長量的1.8倍。

若僅將針葉樹林的落下物利用60%（或681,120萬立方公尺）來製造球塊狀的燃料，並不致損害森林土壤，因之也不會影響林木的生長，但這樣一年就可得到約十五億噸運輸方便的燃料（這種球塊燃料的發熱量每公斤約為4000—5000千卡）。

除了天然落下物之外，採伐區還有大量伐根、梢頭木、枝、桤、樹皮及木片等殘留下來。

有人把採伐跡地廢材的總量定為木材蓄積量的30%。這一數字是意味着什麼呢？從下一例子大致可以看出。假如，一年採伐五百萬立方米木材，約有二百萬立方米廢材（約30%）留在採伐跡地上，也就是說，每採伐一百萬立方米木材就有四十萬立方米以上的各種廢料。其中樹皮平均佔10%，枝、桠及因採伐技術不善而造成的廢料約12.5%，伐根約8—12%。

在完好的老年林中，樹根的體積約為地上材積的18—35%。

3. 製材過程中的木材損失

每年有數以百萬立方米的木材在製材廠中加工。根據理論計算，製材試驗及優良的製材廠的經驗，認為針葉樹的實際出材率可有60%，其餘40%是廢料和損耗。廢料的分配情形如下：

鋸屑——12%；

可利用廢材（截頭、短木段）——11%；

薪炭材（木條、木片、劈橈、圓頭）——12%；

損耗（乾縮、飛散）——5%。

在這些廢材中，能够比較完全加以利用者是所謂可利用廢材，製材工業本身就能用之製造箱桶、灰板條、小板、木瓦等。其餘大部份廢料或者作為燃料或者就棄置不要了。

因此，假如一年運入製材廠一百萬立方米木材，製成品只約70—80%，即70—80萬立方米，其餘的20—30萬立方米便燒毀或棄棄了。

4. 其他部門的木材損失

在膠合板廠中，一立方米原木，加工的結果得到約0.4立方米膠合板（或40%），其餘60%的分配情形如下：

儲材場的廢料——2%；

破裂單板——24%；

木心子——20%；

削片——4%；

乾縮及其他——10%。

這些廢材只有一部分能够用機械加工的方法利用，即：

備材場的廢料——可利用30%

破裂單板——40%；

木心子——60%；

削片——40%。

因此祇有40—50%的廢材能以機械方法利用。其餘的廢材便作為燃料，或者毀掉。但這些廢料仍可部份地用於化學加工。

在傢俱工廠中，平均有50%的廢材，其中包括鋸屑——10%；鉋花——62%；木片——28%。

傢俱工廠本身能够利用的，主要是大的木片，其餘廢料主要用作燃料。

經上述例子可知，木材廢料是很巨大的數字。

一百萬立方米的立木，祇有約二十至三十萬立方米木材能用在主要製成品上，其餘的木材或者用於製造價值低的木條、灰板條、木瓦等（利用率不大），或者燒掉，或者腐朽掉。

木材加工所得到的廢材，用機械方法能够利用的程度是很有限的。

但是這些廢材：樹皮、松針、樹葉、鋸屑、鉋花等等對化學家說，還不完全無用，其中很多是林產化學有價值的原料。

在利用木材廢料的事業上，化學有着決定性的作用。

在森林工業上運用了林產化學，不但能改變木材的形態，而且能改變物理性質和化學性質，這就給加強利用木材及其組成物和伴生物開闢了廣闊的前途。由於林產化學改變了木材的天然性質，並賦予新的品質，因而顯著地擴大了木材的使用範圍，使其更適合人類的利用了。森林工業化學化，是加強並合理利用森林及林地的途徑，也是今後向以化學利用為目的的「速生林」經營——「特種森林經營」過渡的途徑。

隨着林產化學的發展，森林工業開闢了一個新的時代，從根本上改變了對於木材和森林的關係，也就是改變了對人類的富源的關係，給人類提供了許多新的技術品、文化品、及日常用品。

另外木材在生長時接受陽光照射，其中儲積了數十億卡路里的化學能

——可轉化為熱能。

木材中所包含的物質，在不同壓力下進行化學加工和熱處理後，其形態和性質有極大不同程度的改變，結果得到各種不同的很有價值的新材料。

大家所熟悉的許多毛製品和絲製品的原料就是木材，木材還能製造橡膠。化學已成為人類改造自然的有力武器。而且化學材料不僅是天然材料的簡單代替品，而且更具有許多異常有價值的新性質。

三、木材的綜合利用——節約木材之源

如前所述，木材綜合利用法是有很大意義的。為了達到這一目的，在採伐跡地上是採用所謂「小型林產化學」的方式，處理採伐所遺的廢料。在工廠中則採用各種類型的複合生產方法：製材——水解加工生產、熱分解生產、塑料製造、房屋零件製造等。

1. 採伐上的廢材利用

如前所述，採伐後遺留廢料的總量達到木材蓄積量的30%。這類廢材大部分都是在清理林場時燒掉或者在林地上爛掉。

這就是利用伐區的廢料是林業上最重要問題之一的原因。

這樣大量的廢材遺置在林地上的主要原因，是其體積大質量輕不便於運輸。

利用採伐上的廢材枝梢的方法之一就是採製標準外的木柴——粗枝柴和成捆的細枝柴（束柴）。粗枝柴是直徑二——四公分，長0.5——二公尺的木柴，而束柴是——二公尺長比較細小的柴捆，在松林中可以採集粗枝柴約7%（4—11%），束柴的數量也約如此（6—20%），而在闊葉樹混生的森林中還要多。

捆紮束柴的機械有幾種類型（阿爾猶爾得氏式，吉莫非也夫氏式等）。最簡單的機械是打入地中的三對交叉柱，或者是以兩公尺長小木材做成的可移動的交叉架。把枝條放入其中，然後藉助槓桿（挿入鐵索或鍊端的鐵環中）用鍊子或鐵索將其捆緊，就在捆緊的地方用鉛絲、樹條、韌皮、

或繩子捆紮起來即成束柴。捆紮的部位是距兩端 25 公分處各捆一道，以後每隔 50 公分捆一道，以便截斷後，每公尺長有兩道束帶。

另一種利用伐區廢材的方法是用燒炭的辦法進行化學加工。

廢材可以在金屬燒炭器中燒炭，也可在磚窖或土坑中燒炭。後二者中以磚窖燒炭的效果最好。這種窖爲卵形，下部直徑三公尺，深三公尺，容積一〇立方公尺。在窖底開有一洞，以便木焦油由洞中沿木槽流入特設的容器。

把燒炭和製造木焦油結合起來，是利用伐區廢料最合理的方法。

燒製十立方公尺廢材和十立方公尺明子（松根）需要五晝夜的時間，一立方公尺產木炭達 75 公斤，產木焦油達 23 公斤。

裝料需要八小時人工，出料需九小時，覆蓋六小時。

若只用廢材燒炭，不加明子，則燒二〇立方公尺乾廢材需三晝夜，一立方公尺廢材可得 75 公斤木炭，若燒製同數量的濕材，則燒炭時間須要五晝夜，每立方公尺廢材只產木炭 55 公斤。

用乾廢材燒炭，所得的木炭大部是黑色的，斷面有光澤，敲擊有響聲。用濕廢材所燒製的木炭，黑色而光澤較弱，強度較低。

在燒炭時有 2—3% 的炭屑（木炭細粒，能透過 2×2 公厘篩孔的篩子）。只要炭球有銷路，可以把炭屑做成炭球。做炭球時可用黏土作膠合劑，其數量約佔 20%。直徑七公分的炭球便不容易破碎。

用燒炭和製造木焦油的綜合方式利用廢松材時，或闊葉樹廢材和雲杉廢材達 250 立方公尺以上時，可用磚窖燒炭。若廢材的數量較少，宜採用土坑或堆式法燒炭。

土坑的出炭量較少，但不需要很熟練的燒炭工人，堆式法則必須有熟練工人。

若用堆式法燒炭，把廢材截成一公尺長（彎的半公尺長）的小段，用普通方法堆積二——三層，堆的半徑約二公尺。頂上覆蓋一層濕的蘆草、苔蘚或樹葉，厚約三公分，再填一層泥土和炭粉，厚五公分。爲了使空氣流入，在堆下部離地 15—20 公分處不填泥土。堆木柴時，在堆中心沿半徑方向水平放置一根圓木，點火之前，將其抽出，即形成一個孔洞。通過此孔洞點

燃柴堆，柴堆燃着後，將其下部填塞，以後注意覆蓋物的下落及瓦斯的中斷，視需要而填土。

每次用實積2.5—3立方米的木柴堆進行燒炭，結果最好，所得木炭品質優良。一般說，實積五立方米燒炭材，可以生產一噸木炭，其中大塊的佔80%，細小的佔20%。

2. 根株的利用

前面已經說過，留在採伐跡地的根株佔木材總量的8—12%。由於根株不加利用所招致的損失，從下一事實已可看出。就是採伐一百萬立方米木材，差不多有8—10萬立方米根株留置在採伐跡地。

根株，特別是松樹的根株已成功地用於製造林產化學產品。

松根加工方法中，應用最普遍的有兩種，即焦油製造和萃取生產。

(1) 松焦油和松節油製造

松焦油和松節油製造的產品的產量決定於松根成熟的程度（年齡）。松根愈老，也就是說在採伐後根株留在土裏的時間愈久，其中所含的松香與松節油也愈多。

下表就是表示松根的成熟程度與其樹脂含量的關係：

樹 脂 含 量	松根（明子）年齡									
	0.5		1.5		5		10		15	
	心材	邊材	心材	邊材	心材	邊材	心材	邊材	心材	邊材
松香佔無脂乾材的百分數	8.68	5.01	11.5	1.87	26.8	1.59	31.6	1.38	34.8	—
松節油的百分數	1.30	0.85	2.01	0.56	5.72	0.40	4.29	0.2	5.8	—

按松根（明子）中松香含量的多少，將其分為三類，即：「肥松根」—含松香21%以上；中等松根—含松香16—20%和「瘦松根」—含松香13—15%。

一立方米松根的松節油和松焦油的產量如下：

	肥 松 根	瘦 松 根
松節油（公斤）	15—17	9—10
松焦油（公斤）	35—40	30—32

松焦油的用途很廣。它是很好的防腐材料，它具有抗腐性和保護性，因此，在建築、造船、繩索、製網等生產上都使用它。由松焦油加工所得的產品——柏油、瀝青在電氣絕緣工業上用途很大。松焦油經化學加工能得到許多寶貴的產品——潤滑油、消毒油、皮革工業用的油脂塗料等。在橡膠工業上也要用松焦油。

(2) 萃取樹脂

若用有機溶劑萃取松根，則由一立方米松根可得：

松 香 40—45—50公斤；

松節油 8—12公斤；

選釐油 1.5—5公斤。

這樣看來，就是根株，特別是長時間留在土中的松樹根株，可以給我們許多珍貴的產品。

3. 針葉的加工

作為同化作用器官的針葉，好像是精巧的有機綜合工廠，它含有許多很有價值的成份。

根據目前對針葉研究的結果已經知道，幾乎所有針葉樹種的針葉都是最有價值的原料。據Ф.Т.索洛得基的資料，從一噸松針中可得：

- (1) 高級纖維，甚至適於製造紡織物的纖維—達100公斤；
- (2) 維他命丙—100,000份每人日用量；
- (3) 樹脂—達60公斤；
- (4) 揮發油（芳香油）—約2公斤；
- (5) 水溶性有機產物（鞣料、黏膠質、醣類等）—可達150公斤；
- (6) 葉綠素，是一種無毒綠色顏料。

欲製得上述產品，需要比較複雜的設備。

但是，如果單單生產揮發油和纖維材料，所需要的裝備就很簡單，而且可以就地製造。

冷杉揮發油有特別大的用處，它是合成樟腦和其他某些化學產品的原

料。

製造冷杉油和製造其他針葉樹的揮發油一樣，是用冷杉細小的枝條；即所謂冷杉「葉枝」（帶葉的小枝條）做原料。在冷杉中，只有樹皮和針葉含有揮發油，而針葉中的含量最多。

根據 Н.Н.夫施夫柴夫的數字，夏季新鮮針葉含油2—3.5%。

冷杉油在化學成份上並不是單純的東西。它是由許多有機化合物組成的，每種化合物都有其獨特的性質。

根據許多人的研究資料，冷杉油的成份如下：

龍腦乙酯（Борнилацетат）（醋酸龍腦酯）—29—40%；

樟腦萜（Камфен）—10—20%；

茨醇（Борнсол）—2—6%；

水茴香萜—雙萜萜（Феландрен—Дипентен）—5.4%；

蒎烯（Пинен）—10%；

白檀油素（Сантен）1.5—2%。

針葉中揮發油的含量很少，而且各樹種的含量不同：

西伯利亞冷杉——佔針葉重量的2—2.5—3.5%；

歐洲冷杉——0.2—0.56%；

歐洲松——0.5%；

雲杉——0.35%；

西伯利亞紅松——0.5—1.5%；

落葉松——0.2%。

除了針葉之外，樹皮、球果、種子及其他部份也含有揮發性油。

從葉枝中製取揮發性油的方法，是以揮發性油具有隨水蒸汽蒸出的特性為依據的。這一蒸餾過程是使水蒸汽穿過葉枝層，使其加熱並將其中的揮發性油帶出。

現有許多不同的蒸餾揮發油的設備，各種設備都有某些相同的機件，其中主要者如下：

（1）蒸汽發生器和爐灶。最簡單的蒸汽鍋可以用盛油料的鐵桶改