

El. 65

IZKORIŠĆANJE STRANSKIH GOZDNIH
PROIZVODOV

Tema:

IZKORIŠČANJE STRANSKIH GOZDNIH PROIZVODOV

Nosilec naloge:

Dr. Bogdan Ditrich

109 am Ljub

Sodelavec:

Ing. Ljerka Kervina

Direktor:

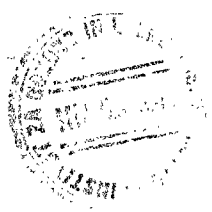
Ing. Milan Ciglar

Ljubljana, oktober 1966.

1965

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY
540 EAST 57TH STREET
CHICAGO, ILL. 60637

El. 65



U v o d

Naraščajoči dvig kemične in mehanske predelave lesa terja vedno večje količine razpoložljive lesne mase. Naša država, predvsem pa Slovenija, pripada med države, ki imajo procentualno največ površin pokritih z gozdovi. Zato obstajajo pri nas naravni pogoji, da z lastno lesno surovino še nadalje močno dvigamo predelavo lesa v visoko vredne produkte. Pridobitev večjih količin lesne mase je pa možno doseči z boljšimi gozdno gojitvenimi ukrepi, plantažnimi nasadi ter boljšim izkoriščanjem lesnih odpadkov, ki napadajo v gozdu in mehanični predelavi.

Za žagarske odpadke, razen žagovine, so v novejši dobi že številni koristniki in to v glavnem celulozna in papirna industrija, proizvodnja vlaknenih in ivernih plošč, lesna galanterija in drugi. Nerešen je pa problem izkoriščanja žagovine, ki se danes uporablja skoro izključno kot gorivo. Kljub ogromnim količinam razpoložljivega žaganja je problem izkoriščanja te surovine tudi v svetovnem merilu zelo malo raziskan.

Izkoriščanje gozdnih odpadkov je danes še skoro nerešen problem, kljub temu, da ostane v gozdu povprečno 20 % sečnih lesnih odpadkov iglavcev.

Zaradi obsežnosti problematike izkoriščanja stranskih gozdnih proizvodov, smo omejili naše raziskovalno delo po tej temi le na problem uporabe odpadkov pri poseku iglavcev.

1. KOLIČINE SEŠNIH ODPADKOV IGLAVCEV

Leta 1965 je bilo posekano v Jugoslaviji 17.438.000 m³ bruto mase lesa. Od tega 12.875.000 m³ listavcev in 4.563.000 m³ iglavcev. Med listavci prevladuje bukev s 7.771.000 m³, med iglavci pa smreka in jelka s 4.163.000 m³.

V Sloveniji je bila v tem letu bruto masa posekanega lesa 2.869.000 m³ in od tega 1.211.000 m³ listavcev in 1.658.000 m³ iglavcev. Med listavci prevladuje bukev s 845.000 m³, med iglavci pa smreka in jelka z 1.509.000 m³.

Od celokupne bruto lesne mase iglavcev v letu 1965 v SFRJ odpade na Slovenijo 36,3 %.

Bruto masa posekanega lesa iglavcev, če izvezemo grmičevje, makije in negozdna tla je:

	Skupna bruto masa posekanega lesa iglavcev	m ³ /km ² teritorija
SFRJ	4,510.000 m ³	17,6
Bosna in Hercegovina	1,728.000 m ³	33,8
Črna Gora	313.000 m ³	22,7
Hrvatska	636.000 m ³	11,2
Makedonija	62.000 m ³	2,4
Slovenija	1,629.000 m ³	80,4
Srbija	142.000 m ³	1,6

Iz zgornje tabele je razvidno, da je največji posek iglavcev na km² teritorija v Sloveniji in to skoro ok. 4,5krat večji od jugoslovanskega povprečja. Po celotnem poseku bruto

masse iglavcev je pa Slovenija na drugem mestu v SFRJ.

Od iglavcev prevladujeta smreka in jelka v SFRJ.

V letu 1965 je bilo posekano od celotne bruto mase iglavcev v SFRJ 90,1 % smrekovega in jelkega lesa, v Sloveniji pa 91,0 % smrekovega in jelkega lesa.

V statističnih pregledih ni razvidno, v kakšnem razmerju so bile količine posekanega smrekovega in jelkega lesa. Po približnih ocenitvah oziroma mnenju nekaterih gozdarskih strokovnjakov je le nekoliko več smrekovega kot jelkega lesa.

Kot je iz navedenega razvidno, je predvsem za Slovenijo zelo pomemben problem izkoriščanja sečnih odpadkov iglavcev, ker so ti dejansko glavni sečni odpadki, ki ostanejo po poseku neizkoriščeni v gozdu.

V Inštitutu za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije so bile izvedene meritve o količini lesnih odpadkov v gozdni proizvodnji (2). V naslednji tabeli so navedene meritve na Jelovici (smreke) in Snežniku (jelke).

V tabeli so prikazane meritve odpadkov le na Jelovici in Snežniku. Ker pa je količina odpadkov odvisna od številnih faktorjev, kot n.pr. zemljišča, klimatskih pogojev, gostote nasadov, nege gozdov in t.d., imajo navedene količine le orientacijski karakter.

Količina sečnih odpadkov smrekovega
in jelkega lesa

Količina odpadkov na 100 m³

Vrsta odpadka	drevesnina brez igličevja t.j. vejic pod \varnothing 1 cm	debeljava		% skupne koli-			
		naš \varnothing 7 cm	pod \varnothing 7 cm	čine odpadkov	čine odpadkov		
	enota mere	smreka	jelka	smreka	jelka	smreka	jelka
1. štori	m ³	2,1	2,3	2,4	2,5	10,5	11,0
2. odpadla deblovina	"	0,9	0,4	1,0	0,5	4,5	2,0
3. nadmera	"	0,9	1,1	1,0	1,2	4,5	5,0
4. skorja	"	8,9	8,3	9,7	9,1	44,4	39,0
5. vejevina 7-3 cm	"	2,6	4,8	2,9	5,2	13,0	23,0
1-3 cm	"	4,6	4,1	5,0	4,5	23,0	20,0
6. odpadki skupaj	"	20,0	21,0	22,0	23,0	100,0	100,0
Igličevje	tona	8,6	11,4	10,8	13,3		

Največji odpadek je igličevje, t.j. vejice pod 1 cm premera. Ker je v statističnih podatkih sečnje navedena le skupna bruto masa smrekovega in jelkega lesa, smo vzeli kot povprečje za jelko in smreko 12 ton igličevja na povprečno 100 m³ bruto mase posekanega lesa smreke in jelke.

V SFRJ se je v letu 1965 posekalo 4.163.000 m³ bruto mase smrekovega in jelkega lesa ter je pri tem napadlo 499.560 ton igličevja. V Sloveniji se je pa v tem letu posekalo 1.509.000 m³ bruto mase smrekovega in jelkega lesa ter je pri tem napadlo 181.081 ton igličevja. Pri tem pa ni upoštevano borovo igličevje.

Za vejevje nad 3 cm je potrošnik industrija vlaknanih in ivernih plošč. Tovarni lepenke v Količevem je uspelo izdelati uporabne kartone celo iz vejevja do 2 cm debeline. To je brez dvoma velik uspeh ter omogoča izkoriščanje tudi tankih vejic listavcev in iglavcev, ki dosedaj niso bile uporabne.

Poleg igličevja je najvažnejši odpadek skorja in sicer okoli 9,4 % lesne mase. Smrekova skorja je zelo cenjena surovina za proizvodnjo strojil in lahko absorbira tanka industrija vso količino napadle skorje. Nerešen pa je problem izkoriščanja jelkine skorje, ker ima zelo nizek procent strojil in je zato v ta namen neuporabna. V novejši dobi se izdelujejo iz lubja produkti kot n.pr. "silvacon" z visoko vsebnostjo lignina (do 75 %). Ker se ti produkti izdelujejo le z mehanično obdelavo (drobljenje in sejanje) ostane lignin kemijsko neizpremenjen. Za sedaj se uporabljajo ti preparati kot viskovredna polnila za umetne smole in pri proizvodnji kavčuka (16). Skorjo duglazije se lahko koristno uporabi za proizvodnjo šelakovega nadomestka. Iz 100 kg skorje nam je uspelo dobiti okrog 10 kg snovi (računano na suho snov), ki popolnoma nadomesti šelak.

Iz vsega navedenega dobimo, da je problem izkoriščanja odpadkov nad 2 cm debeline v glavnem zadovoljivo rešen. Potrebno pa je najti še rešitev za rentabilno izkoriščanje vejevja pod 2 cm debeline.

Kljub temu, da je igličevje glavni odpadek pri sečnji, se pa surovina tudi v svetovnem merilu zelo malo izkorišča. Manjše količine igličevja se uporablja za proizvodnjo eterič-

nih olj. Tri nas se izvaja ta predelava igličevja že nad 70 let, vendar v vsej tej dobi ni bilo bistvenega napredka pri tej proizvodnji. Obrati za to predelavo so pri številnih podjetjih in kmetijskih zadrugah in nimajo visokokvalificiranega kadra, ki bi lahko vnesel izboljšanja v to dejavnost. Zato je potrebno, da se raziskovalno delo te problematike izvaja v ustanovah, ki imajo odgovarjajoči strokovni kader ob podpori zainteresiranih podjetij. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije je že pred več leti začel s tem raziskovalnim delom, vendar dela ni mogel razviti do take mere, kot bi bilo potrebno, če upoštevamo ogromne surovinske možnosti.

Študij, ki smo ga izvršili v Inštitutu za gozdno in lesno gospodarstvo ima predvsem praktično uporabne namene, da se čimprej prične z ekonomičnim izkoriščanjem igličevja v praksi. Zaradi pomanjkanja potrebnih laboratorijskih pripomočkov ni bilo mogoče izvesti eksaktnih laboratorijskih meritev, kot bi bilo pri temeljiti obdelavi problema potrebno. Strokovna literatura zelo malo obravnava problem izkoriščanja igličevja. Kolikor nam je znano, so se s problemom kompleksnega izkoriščanja igličevja bavili le v Sovjetski zvezi in v zadnjih letih tudi na Poljskem.

V tej razpravi so prikazani dosedanja načini izkoriščanja igličevja in nadaljnje možnosti uporabe te surovine, ki je na razpolago v tako ogromnih količinah. Tem, da se pridobi iz igličevja poleg eteričnih olj tudi druge produkte, bodo predelovalna podjetja lahko plačevala višje cene za vejve in bo tako omogočen prenos igličevja tudi iz težje dostopnih gozdov v obrate za predelavo oziroma bodo lahko močno

znižala ceno eteričnih olj in drugih eventuelnih proizvodov in bo s tem povečana možnost plasmata.

2. KEMIJSKE ANALIZE JELKINIH, SMREKOVIH IN BOROVIH IGLIC IN JELKINIH IN BOROVIH STORŽEV.

Analize smrekovih in borovih iglic (po Solodkii-ju (3)).

	Borove iglice Pinus silve- stris	Smrekove iglice Picea excelsa
Pepel	3,8	4,62
Topno v etru	11,87	9,50
Topno v vodi	18,66	29,26
Strojila	4,58	10,00
Redukcijske snovi	3,63	10,00
Pentozani	6,78	5,87
Lignin	22,96	29,15
Celuloza	29,73	17,57

V naslednji tabeli so prikazani rezultati analiz jelkinih, smrekovih in borovih iglic, ki smo jih izvedli na samih iglicah brez lesa. Ti rezultati se razlikujejo od zgornjih (po Solodkii-ju), kar je povsem razumljivo, ker kemični sestav iglic iste vrste drevesa zavisi od številnih faktorjev kot n.pr. zemljišča, kjer drevo raste, gostote nasadov, klimatskih pogojev, letne dobe itd. Določitev celuloze je bila izvedena po Norman-

Jenkisovi metodi, določitev lignina pa z 72 %-no žvepleno kislino po Hägglundrovi metodi.

Rezultati analiz smrekovih, jelkinih in borovih iglic

Sestav v %	jelkine iglice <i>Abies pectinata</i>	Smrekove iglice <i>Picea excelsa</i>	borove iglice <i>Pinus silvestri</i>
Pepel	3,04	4,47	3,69
Celuloza	23,10	16,60	35,40
Lignin	45,30	33,25	28,75
Pentozani	5,03	6,42	5,48
Topno v etil. alkoholu	13,23	13,56	22,70
Topno v trikloretilenu	9,94	9,71	9,18
Topno v etru	8,60	6,73	8,04
Topno v vodi (po Koch-u)	11,13	18,00	12,26
Strojila	3,65	10,75	2,64
Nestrojila	7,48	7,25	9,62

Analiza borovih in jelkinih storžev

	borovi storži %	jelkini storži %
pepel	1,23	4,75
celuloza	42,25	30,09
lignin	30,70	29,72
topno v etilnem alkoholu	7,96	-
topno v trikloretilenu	5,98	9,52
celotno topno v vodi (po Kochu)	5,68	-
strojila	1,17	-
nestrojila	4,57	-
pentozani	-	4,60

Za borove storže nismo našli zaenkrat koristne uporabe. Iz jelkinih storžev se dobi sorazmerno visok procent eteričnih olj kot bo to pozneje obravnavano.

Pepel borovega igličevja ima sledeč sestavi:

(Po Schröder-ju) (3).

	Igličevje tekočega leta (1,56 % pepela)	Igličevje pretek- lega leta (1,84 % pepela)	Staro igličevje (1,52 % pepela)
K	40,0	22,0	9,5
Na	2,7	3,0	1,5
Ca	12,1	26,0	28,7
Mg	8,6	7,8	9,7
FeO	2,2	2,7	3,6
Mn	2,8	5,4	5,5
F ₂ O ₅	19,1	12,7	3,9
H ₂ SO ₄	4,1	4,4	6,5
SiO ₂	3,3	5,8	17,9
ostalo	5,1	10,2	13,4

Iz te analize je razvidno, da vsebuje pepel iglic visok procent kalija in se zato lahko koristno uporabi kot gnojilo. S starostjo igličevja pada množina kalija in fosforja, raste pa količina kalcijskega in silicijevskega (3). Po podatkih Askov-a (17) je v igličevju več pepela in dušika kot v deblu in koreninah.

Smrekove in jelkine iglice imajo zelo nizek procent celuloze in se zato neuporabne za izdelke z vlaknato strukturo. Borove iglice imajo pa večji procent celuloze in daljša vlakna ter se zato lahko koristno uporabijo za izdelavo takozvane "gozdne volne", ki je primerna kot material za tapetiranje.

Količina pentozanov je zelo mala, kar izključuje iglice kot surovino za pridobivanje furfurola.

Visok procent lignina odpira možnost uporabe kot polnilo pri izdelavi bakelita mesto lesne moke slično kot skorja o čemer je bilo že govora.

Vse tri navedene vrste iglic vsebujejo zelo visok procent topnega v organskih topilih.

Katere snovi so raztopljene v organskih topilih zavisi od uporabljenega topila in pogojev pod katerimi se je vršilo raztapljanje. Bougault in Burdier (4) sta pri ekstrakciji raznih vrst iglic z 90% vrelin alkohola našla pri vseh iglicah oksipalmitinsko kislino ($C_{15}H_{32}O_3$).

Kaufman in Friedebach (5) sta dobila z ekstrakcijo pomladanskega smrekovega igličevja z etrom, benzinom in ogljikovim žveplecem do 10% surovega ekstrakta. Voski, ki se rastapljajo so estri palmininske kisline ($C_{16}H_{32}O_2$), oksipalmitinske kisline ($C_{16}H_{32}O_3$), stearinske kisline ($C_{18}H_{36}O_2$) in cetilnega

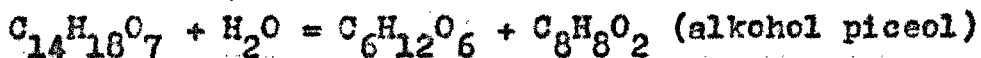
alkohola ($C_{16}H_{33}O_4$), cerilnega alkohola ($C_{25}H_{53}OH$) ter mericilnega alkohola ($C_{30}H_{61}OH$). Našla sta tudi eter abietinske in oleinske kisline ter fitosterin.

V organskih topilih so raztopljeni tudi pigmenti: klorofil a in b in karetinoidi.

Po raziskovanjih Solodkii-ja vsebujejo smrekove in borove iglice 9-12 mg % karotina, brezovi listi pa do 28 mg % karotina (računano na suho snov) (3). Stanković (15) je našel v borovih iglicah 13,4 - 22,5 mg % karotina (računano na suho snov).

Vodni ekstrakt igličevja ima zelo trpki okus, kar je velika ovira pri njegovi uporabi v zdravilstvu kot n.pr. pri izdelavi vitamina C. Pravtako je več snovi, ki daje temu ekstraktu trpki okus.

Tanret (6) je izločil iz vodnega ekstrakta kristalni glukozid trpkega okusa picein ($C_{14}H_{18}O_7 + H_2O$), ki pri hidrolizi razpade:



Količina piceina se v sezoni spreminja in je februarja 0,3 %, v maju 0,05 %. Picein ni bil odkrit niti v lesu in ne v lubju. Je topen v vodi in alkoholu, netopen v kloroformu in etru. Je optično aktiven, verjetno se nahaja v vodnih ekstraktih iglic tudi glukozid koniferina, ki je prisoten v lubju iglastih dreves. Jakimov (7) in Toljskii (8) sta našla v igličevju 2,8 - 7 % strojil, ki daje reakcijo pirokatehinske skupine. Borovo igličevje vsebuje največ do 6 % strojil, ki nimajo vseh značilnih lastnosti strojil. Količina strojil se tekom leta bistveno ne spreminja.

Največ strojil vsebujejo smrekove iglice in sicer okrog 10 % (računano na suho snov).

Količina sladkorja v iglicah raste od poletja proti zimi in proti pomladi pada (3).

Igličevje vsebuje razmeroma visok procent vitamina C. V naslednji tabeli so prikazane količine vitamina C v raznih rastlinskih in živilskih proizvodih (3).

Količina vitamina C se močno spreminja, ker zavisi od številnih faktorjev. Tako n.pr. je Krasiljnikov (3) opazil, da je bilo zvečer v listih severne strani krone 273 mg % vitamina C, podnevi pa na južni strani krone istega drevesa 552 mg % vitamina C. Južna stran krone je sploh bogatejša na vitaminu C in je njegova količina podnevi večja, kot zjutraj in zvečer, v oblačnih dneh manjša, kot v jasnih dneh. V splošno se lahko

Količina vitamina C v raznih rastlinskih in živalskih proizvodih

P r o i z v o d	vitamin C v mg %	P r o i z v o d	vitamin C v mg %
Listi topola	250-450	igličevje smreke, bora	ok. 200
Listi trepetljike	290	sok limone, pomaranče	40-60
Listi breze	250-320	kravje mleko	do 2,5
Listi jerebike	200-345	krcmpir	17
listi lipe	100	zelje	do 100

reče, da se količina vitamina C močno spreminja tudi na enem samem drevesu. Zato imajo podatki o količini vitamina C le bolj

orijentativni karakter.

Kot navaja Stanković (14), vsebujejo iglice belega bora (*Pinus silvestris* E.) 63,1 - 182 mg % l-askorbinske kisline. Iglice črnega bora (*Pinus nigra*), pa 29,0 - 83,6 mg % l-askorbinske kisline. Isti avtor je tudi eksperimentalno potrdil že obstoječe podatke iz literature, da vsebujejo borove iglice pozimi več vitamina C kot poleti. Ker so listi listavcev bogatejši na vitaminu C kot igličevje, bi bilo po mnenju Stankoviča primerno pridobivati vitamin C v poletni dobi iz listov listavcev, pozimi pa iz igličevja.

Izvedli smo analize vitamina C s Tilmans-ovim reagentom, smrekovih, jelkinih in borovih iglic.

Vrsta drevesa	Datum	Vlaga %	mg % vitamina C
smreka	26/3-58	56,0	145
"	9/4-58	10,6	75,2
"	9/5-58	9,2	22,4
Jelka	3/4-58	45,0	22,8
"	9/4-58	18,0	178
"	9/5-58	9,4	35,8
Bor	3/4-58	45,0	243
"	9/4-58	41,6	150
"	9/5-58	9,2	22,4

Iz teh analiz je razvidno, da procent vitamina C pri skladiščenju močno pada in bi bilo potrebno zato izvesti ekstrakcijo vitamina C iz iglic takoj po poseku, kar je pa v praksi neizvedljivo.

Z ozirom na sedanje izkoriščanje igličevja je zelo važna komponenta iglic, eterična olja. Količina in sestava ete-

ričnih olj v igličevju zavisi od vrste drevesa iz katerega izhajajo iglice in drugih številnih faktorjev. Količina olj je največje v spomladanski dobi. Čim ^{gostejši} večji so nasadi, tem manj olja vsebujejo iglice.

Količina olj, ki jih dobivamo iz iglic zavisi tudi od načina ekstrakcije. Pri ločbi eteričnih olj iz jelkinih iglic potom parne destilacije, smo dobili največ 0,3 % eteričnih olj. Potom ekstrakcije z alkoholom, je pa celo uspelo dobiti 0,7 % eteričnih olj, (v obeh primerih računano na sveže iglice). Nadalje je važno, deali se vrši destilacija celih vejic, ali pa zrezanih vejic. Schimal et Comp. (10). navaja, da so dobili pri parni destilaciji celih vejic 0,2 - 0,3 % eteričnih olj, pri zrezanih iglicah pa 0,56 % eteričnih olj. Vendar pa pri drobljenju vejic ne smemo iti preko določene meje, sicer se zniža dobiček na olju o čemer bo govora pozneje.

Jelkino eterično olje (olju *Abies pectinata*) je prijetno dišeča brezbarvna tekočina.

Kot navaja Gildemeister (10), imajo jelkina olja sledeče karakteristike:

spec. teža	0,867 - 0,886
α_D^{20}	- 34 do -60°
n_D^{20}	1,473 do 1,476
kislinsko število..	do 2,0
bornil acetat	4,5 - 11 %

Važen vir za pridobivanje eteričnih olj so tudi jelkini storži. Ta olja, ki se imenujejo oleum templini se nahajajo v semenih jelkinih storžev. Iz storžev, ki so bili zadostno zdrobljeni, sem dobil povprečno 2% oleum templini potom parne destilacije.

Oleum templini je brezbarvna, prijetno dišeča tekočina, ki ima duh po limoni. Spec. teža je 0,851 do 0,870, sušnost (α_D^{20}) = -60 do -84°, količina estrov (izražena kot bornil acetat), = 0 do 6%. S 5 - 8 vol. 90 % alkohola tvori bistro rastopino. Za to olje je značilen visoki procent l-limonena. Čimvečja je sušnost na levo in čim manjša je specifična teža olja tem več limonena vsebuje. Lomni količnik (n_D^{20}) = 1,472 do 1,475. Od 150 - 170°C oddestilira 11 %, od 170 - 185°C pa 37 % eteričnega olja (10).

Oleum templini sestoji v glavnem iz l- α pinena in l-limonena. Nadalje vsebuje to olje še zaestreni borneol. Ker je v oleum templini zelo visok % l-limonena, je zato zelo primerna surovina za pridobivanje tega ogljikovodika. Ta predelava oleum templini bi bila pri nas lahko zelo aktualna, ker imamo možnost predelave večjih količin jelkinih storžev, pač pa je plamen večjih količin tega olja v surovem stanju problematičen.

Iz smrekovih iglic (*Picea excelsa*) se dobi 0,15 - 0,25 % smrekovega eteričnega olja (*Oleum picea excelsa*). Tudi ta olja imajo prijeten duh in sledeče karakteristike: (10)

spec. teža	0,874 - 0,888
α_D^{20}	-20 - -40
n_D^{20}	1,474 - 1,478
bornil acetat	6 do 12 %

Raztaplja se v treh do šestih volumnih 90 % alkohola.

Iz borovih iglic se dobi do 0,55 % - borovega eteričnega olja (*oleum Pinis silvestris*).

Nemška in švedska borova eterična olja imajo sledeče karakteristike:

spec. teža 0,65 - 0,885
 α_D^{20} -2 do -13°
 n_D^{20} 1,474 - 1,480
kislinsko število ... do 2,8
bornil acetat 1 do 5,6 %

Angleška borova eterična olja se razlikujejo od navedenih, ker so levosučna (l_o).

Nemška in švedska borova eterična olja vsebujejo d- α pinen, angleška pa L- α pinen. Nadalje vsebujejo ta olja tudi d-silvestren. Pri razmisljenju teh olj se dobi očetno kislino, ki je v olju vezana verjetno na borneol, ali pa terpineol.

Da bi dobili pregled sestave domačih eteričnih olj, ki jih proizvajamo v Sloveniji, smo izbrali vzorce direktno iz večjih deatilarn.

Kot metode za analizo so bile uporabljene:

- a) metoda kromatografije na tenkih plasteh po E. Stahlu
- b) metoda plinske kromatografije
- c) fizikalne metode določitve fizikalnih karakteristik olj.

a) Analiza eteričnih olj po metodi kromatografije na tenkih plasteh.

Najboljši rezultati analize se dobijo, če se analiza vrši na absorpcijski plasti silikagela G, z uporabo topila kloroform - benzol 1 : 1 in reagenta za brizganje anisaldehyda v očetni kislini, metanolu in žvepleni kislini. To smo ugotovili na osnovi kromatografiranja številnih vzorcev domačih eteričnih olj, na različnih vrstah plasteh, z uporabo različnih topil in različnih reagentov, ki jih priporoča literatura.

Ta metoda lahko služi le za hitro in grobo identifikacijo eteričnih olj posebno v slučaju, ko se sumi na ponarejevanje. Identifikacija posameznih komponent je zaenkrat problematična, ker ni na razpolago čistih snovi, ki služijo za primerjavo pri vseh metodah kromatografije.

S temi analizami smo pa ugotovili, da se sestava eteričnih olj v različnih letnih časih in iz različnih krajev bistveno ne menja, kar je zelo pomembno v zvezi z njihovo pridelavo, katere bi bila motena z ozircom na proizvodni tehnološki proces.

b) Metoda plinske kromatografije.

Izvedli smo plinsko kromatografsko analizo eteričnih olj iz iglic na Inštitutu Borisa Kidriča v Ljubljani in smo dobili sledeče rezultate:

SMREKINO OLJE št. po tabeli

<u>Komponenta</u>	<u>Ploščina</u>	<u>Ploščin. %</u>
X	150,0	1,41
α - Pinen	2120,0	20,00
Kamfen	1595,0	15,05
Y	-	-
β - Pinen	2670,0	25,09
Δ_3 - Kamen Mircen	470,0	4,44
Dipenten	1775,0	16,75
P - Cimen	185,5	1,75
		<hr/>
		84,49 %
A	19,5	0,18
B	28,5	0,27
C	20,0	0,19
D	14,0	0,13
Kafra	138,0	1,30
E	30,0	0,28
F	46,5	0,44
G	83,5	0,79
H	49,5	0,47
I	76,5	0,72
Izoborneol, Bornilacetat, Izobornilacetat	695,0	6,56
Borneol	283,0	2,67
J	-	-
K	40,0	0,38
Terpinilacetat	120,0	1,13
		<hr/>
		15,51 %

X, Y so še neidentificirani terpeni, A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K so še neidentificirane spojine.

JAIKINO OLJE št. po tabeli

<u>Komponenta</u>	<u>Ploščina</u>	<u>Ploščin. %</u>
X	143	1,62
α - Pinen	3715	41,82
Kaufen	1522	17,22
Y	-	-
β - Pinen	573	6,48
Δ ₃ - Karen Mircen	90,8	1,00
Dipenten		
p - Cimen	2368	26,82
		<hr/>
		94,96
A	-	-
B	7,6	0,09
C	3,6	0,04
D	4,1	0,05
Kafra	6,6	0,07
E	-	-
F	5,6	0,06
G	7,5	0,08
H	-	-
I	10,1	0,11
Izoborneol, Bornilacetat, Izobornilacetat	171,0	1,93
Borneol	27,7	0,31
J	12,2	0,14
K	20,0	0,23
Terpinilacetat	28,8	0,33
L	-	-
M	12,4	0,14
N	12,2	0,14
O	22,2	0,25
P	31,6	0,36
R	25,9	0,29
S	21,2	0,24
Š	16,0	0,18
		<hr/>
		5,04 %

BOROVO OLJE št.

po tabeli

<u>Komponenta</u>	<u>Ploščina</u>	<u>Ploščin. %</u>
α - Pinen	9025	48,90
Kamfen	687	3,68
Y	156	0,84
β - Pinen	2438	13,15
Δ ₃ - Karen	3780	20,25
Mircen	-	-
Dipenten	1625	8,70
p-Cimen	125	<u>0,67</u>
		96,19
A	18	0,09
B	21	0,11
C	8	0,04
D	10	0,05
Kafra	14	0,07
E	-	-
F	21	0,11
G	13	0,07
H	18	0,09
I	22	0,12
Izoborneol, Bornilacetat		
Izobornilacetat	145	0,76
Borneol	72,5	0,38
J	11,5	0,07
K	27	0,14
Terpinilacetat	124	0,65
L	25	0,13
M	31	0,16
N	28,5	0,15
O	32	0,17
Kadinen	89	<u>0,46</u>
		<u>3,81 %</u>

Iz rezultatov plinske kromatografske analize vidimo, da olja smrekinih, jelkinih in borovih iglic vsebujejo sledeče terpene:

α -pinen, β -pinen, kamfen, Δ_3 -karen, mircen, dipenten (limonen) p-cimen. Smrekino in jelkino olje vsebuje še po dva terpena (x in y), borovo olje pa enega (y), katere ni bilo mogoče identificirati. Ostale komponente, ki sestavljajo smrekina, jelkina in borova olja so kafra, izoborneol, borneol, bornilacetat, izobornilacetat in terpinilacetat. Razen teh so še ostale komponente, katere ni bilo možno identificirati (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K) v smrekinem, jelkinem in borovem olju; (L, M, N, O,) v jelkinem in borovem olju; in (P, R, S, Š) v jelkinem olju. Jelkino olje ima torej v svoji kemični sestavi največ komponent. Borovo olje vsebuje kadinen, kar ga ne vsebuje olje smreke in jelke.

Borovo olje je najbolj bogato na α pinenu, potem sledi olje iz jelkinih iglic, najmanj pa ga ima olje iz smrekinih iglic.

β - pinena ima največ olje iz smrekinih iglic, manj ga ima olje iz borovih iglic, najmanj pa olje iz jelkinih iglic.

Ena komponenta eteričnih olj je dipenten (+-limonen), za katerega smo ugotovili, da ga je največ v olju iz jelkinih iglic, manj v olju iz smrekovih iglic in najmanj v olju iz borovih iglic.

Prisotnost dipentena, ki je pomemben zaradi prijetnega duha, je za nekatere vrste uporabe zaželena (za odišavljenje prostorov). Nahaja se v največji količini v olju iz jelkinih iglic, manj ga vsebuje olje iz smrekinih iglic, najmanj pa olje iz borovih iglic.

Fizikalne meritve in kemične analize omenjenih olj, so dale sledeče rezultate:

Olje iz smrekinih iglic je prozorna svetlo rumena tekočina značilnega vonja.

spec.teža (G^{15})	.....	0,872 - 0,880
lomni količnik (n_D^{20})	.....	1,471 - 1,474
sučnost (α_D^{20})	.....	0,27 - 0,32°
kislinsko število	.....	0,43 - 0,91
estersko število	.....	22,8 - 34,0
% bornilacetata	.....	8,05 - 11,9

- . -

Olje iz jelkinih iglic je prozorna svetlo rumena tekočina, prijetnega vonja. ~~Specif~~

spec.teža (G^{15})	.....	0,869 - 0,875
lomni količnik (n_D^{20})	.....	1,4706 - 1,472
sučnost (α_D^{20})	.....	0,37 - 0,45
kislinsko število	.....	0,84 - 5,07
estersko število	.....	16,3 - 29,1
% bornilacetata	.....	5,74 - 10,02

- . -

Olje iz borevih iglic je prozorna svetlo rumena tekočina, značilnega vonja.

spec.teža (G^{15})	.....	0,861 - 0,863
lomni količnik (n_D^{20})	.....	0,473 - 0,476
sučnost (α_D^{20})	.....	-7 do -22°
estersko število	.....	23,4 - 33,9
% bornilacetata	.....	8,2 - 13,3

3. P r e d e l n a v a i g l i č e v j a v S l o v e n i j i

Prvi obrat za proizvodnjo eteričnih olj iz igličevja je pričel obratovati v Sloveniji v Dolenji vasi pri Gerknici že leta 1894. Kmalu zatem pa destilarna v Hotedrščici in nato pa v Dolnjem Logatcu. Vse te tri destilarne je postavila tirolska družba Brüder Unterweger iz Thal Asslinga pri Linzu.

Pozneje je pa vrhničan Pišker postavil destilarno na Vrhniki. Vse te destilarne so predelovale predvsem jelkine in delno smrekine iglice.

Tehnološki postopek destilacije igličevja

Destilacija igličevja se vrši pri nas na sledeči način: Na mestu sečnje se napadlo vejevje iglavcev sklesti, ker pridejo v poštev le iglice z vejami do debeline 1 cm. Tako pripravljene vejice se potem zvežejo v butare in potem odpremo v obrat za destilacijo. Zaradi voluminoznosti surovine so prevozni stroški precej visoki in morajo biti obrati za destilacijo čim bližje surovinski bazi (do oca 10 km). Destilarne kupujejo igličevje fco obrat in sicer po povprečni ceni 10 din za kg. Igličevje se vskladišči pod streho v plasteh, ki so lahko pozimi visoke do 4 m, a poleti do 2 m. V previsokih plasteh nastopijo razkrojni procesi pod vplivom mikroorganizmov, kar je zlasti nevarno v topli sezoni, ker vlaga in višja temperatura zelo ugodno vplivata na razvoj mikroorganizmov. Vsled teh bioloških procesov dobi eterično olje zelo neprijeten duh in je zato neuporabno v dišavne namene. V praksi prevladuje mnenje, da se dobi iz preležanih iglic (ko so nad 1 mesec v skladišču), večji izplen v oljih, kar potrjujejo avtorji kot Grehnew in Stanković. Grehnew je ugotovil, da se pri jelkinih iglicah pri vskladiščenju igličevja dviguje količina eteričnega olja in dose-

že maksimum po 15. dneh. Do sličnega zaključka je prišel tudi Stanković (14) pri iglicah črnega bora in sicer pri vskladiščenju v zaprtem prostoru in odprtem prostoru. V zaprtem prostoru je dosegel maksimalno količino eteričnega olja po 14. dnevnem vskladiščenju. V odprtem prostoru, pa po 13. dnevnem vskladiščenju. Meritve eteričnega olja je izvedel z direktno metodo, t. j. potomojnega količnika eteričnega olja v benzolu. Po Stankoviču se dviga količina eteričnega olja v prvem primeru od 4,83 na 6,12 % (računano na suhe iglice), torej za 27 %, v drugem primeru pri vskladiščenju na odprtem prostoru pa od 5,38 na 8,79 %, (računano na suhe iglice), torej za okrog 64 %. Vse te poskuse je Stanković izvedel v zimskem času, to je od oktobra do februarja. Kot za eterična olja je Stanković ugotovil, da se količina klorofila in karotena zvišuje neko določeno dobo, ko so iglice ležale na skladišču. Tako navaja, za klorofil in karoten maksimalno količino po 20. dnevnem vskladiščenju. Vse te poizkuse je izvedel Stanković v laboratorijskem merilu in zato z malimi količinami iglic. Da bi se čimbolj približali pogojem, ki so v proizvodnji, bi bilo potrebno izvesti poizkuse destilacije na polindustrijski napravi, to je vsaj na 50 kg igličevja za vsak poizkus.

Vejice se zrežejo na slamoreznici do dolžine cca 3 cm in napolnijo v bakreni kotel za destilacijo, opremljen s hladilnikom. Kotel ima dvojno dno, od katerih je zgornje preluknjano, nad spodnjim dnom so bakrene kače² izvrtinami, skozi katere se uvoja direktna para v kotel. Z uvajanjem pare se zniža vrelišče eteričnih olj, po zakonih o parcialnih pritiskih, ter vodna para v olju kondenzira v hladilniku in odteka destilat v florentino, kjer se olja ločijo od vode. Florentine, ki se pri nas uporabljajo v ta namen so nepravilno dimenzionirane, odnosno imajo premalo prostornino in sicer do 5 litrov, mesto vsaj 15 litrov.

Če imamo 2.000 litrski kotel s presekom 1 m², je odtok destilata 60 l na uro. Ako računamo, kot navaja strokovna literatura, da je za ločbo terpentinskega olja od vode potreben čas 1/4 ure pri 25^oC, mora imeti florentina 15 litrov vsebine, da se doseže polna ločba olja od vode. Na osnovi obratnih poskusov, ta nedostatek majhne prostornine florentine delno rešijo na ta način, da hladijo destilat le do cca 50^oC, ker je pri višji temperaturi ločba olja od vode hitrejša. Pri tem pa izhlapi del olja in bi se izplečalo te izgube znižati s postavitvijo večjih florentin. Na osnovi specifičnih tež se višina odteka olja in vode regulira tako, da imamo kontinuirani odtok olja in vode.

Eterična olja, ki se dobe na ta način vsebujejo mehanske nečistoče in so zato motna. Zaradi tega jih je treba prefiltrirati, da se dobi popolnoma bistro tekočino.

Izplen na oljih zavisi od vrste dreves in številnih drugih faktorjev kot n.pr. terena, kjer raste drevo, letne dobe, koliko časa je igličevje ležalo v skladišču in načinu vskladiščenja. 70 kvaliteti teh olj je bilo že pisano.

Izdestilirane iglice se uporabijo za proizvodnjo pare za obrat, za kar zadostuje okrog polovica iglic, ostala polovica pa ostane neizkoriščena odnosno je v mali meri odjemalejo kmetje za steljo.

Nekatere destilarne izdelujejo tudi ekzv. "smrečni ekstrakt". To je vodni izvleček iz iglic. Za proizvodnjo tega ekstrakta, se potem, ko je bilo odvedeno eterično olje napolni destilacijski kotel z vodo in kuha okrog 3 ure. Tako dobljena raztopina, ki vsebuje 2-4 % raztopljenih snovi se potem odvede

iz kotla in koncentrira v odprtih izparilnikih z dvojnimi dnom, ki se greje s paro. Koncentracija se vrši do koncentracije 60 % suhe snovi. Za koncentracijo te razredčene raztopine (2 - 4 %), so potrebne velike količine pare in v zvezi s tem večja kapaciteta parnega kotla. Ker je v destilarnah pogosto ozko grlo proizvodnje parni kotel, so morali čisto ustaviti destilacijo iglic, da so lahko koncentrirali vodne raztopine, kar seveda močno dvigne proizvodne stroške pri izdelavi sarskega ekstrakta. Kurivo pa pri izdelavi manjših količin ekstrakta ni problem, ker ostane pri odstranitvi eteričnih olj kot omenjeno, že skoro polovico neizkoriščenih izdestiliranih iglic.

M o ž n o s t i r e n t a b i l n e j š e p r e d e l a v e i g l i č e v j a

Navedene analize prikazujejo, da lahko dobimo iz igličevja poleg eteričnih olj tudi druge dragocene proizvode. Ker pa je plasman teh proizvodov omejen, je potrebno izdelati več postopkov predelave igličevja, ki bi nam omogočili pridobivanje večjega števila produktov s čim nižjimi proizvodnimi stroški.

Prikazana sta tu dva načina predelave igličevja:

- 1) Zboljšanje dosedanje proizvodnje eteričnih olj in vodnega ekstrakta iz jelkinih in sarskih iglic
- 2) Pridobivanje eteričnih olj in klorofila iz jelkinih iglic.

a) Zboljšanje dosedanje proizvodnje eteričnih olj in vodnega ekstrakta iz iglic.

Kot že omenjeno se še danes vrši destilacija eteričnih olj skoro enako kot pred 50 leti. Še danes obstojajo obrati,

ki nimajo izoliranih destilacijskih kotlov in potrebujejo zato več pare kot bi bilo sicer potrebno in s tem v zvezi večji parni kotel. Šele zadnja leto je par obratov na mojo pobudo izvedlo izolacijo. To je evidenten dokaz premajhne strokovnosti osebja v teh obratih.

Voda, ki izhaja iz florentine se ne izkorišča. Na osnovi analiz smo ugotovili, da ta voda vsebuje še okrog 0,18% raztopljenih eteričnih olj. Če računamo, da odteče iz florentine 420 litrov vode pri destilaciji 800 kg iglic, je v tej vodi raztopljenih 0,756 kg olj. Iz tega sledi, da pri destilaciji vsakih 1000 kg iglic izgubimo 0,945 kg eteričnih olj.

Izvedli smo več primerjalnih poizkusov destilacije jelkinih iglic:

- 1) Destilacija zrezanih iglic kot to vrše običajno v naših destilarnah.
- 2) Destilacija zrezanih iglic, kjer se voda iz florentine kontinuirano vrača v destilacijski kotel.
- 3) Destilacija zrezanih iglic in zmletih iglic (mletje se je vršilo v kolodrobu), brez vračanja vode iz florentine v destilacijski kotel.
- 4) Destilacija zrezanih in zmletih iglic s kontinuiranim vračanjem vode iz florentine v destilacijski kotel.

Iz teh poizkusov je tudi razvidno, kakšna je razlika v dobitku na eteričnem olju, če izvajamo destilacijo le na zrezanih ali pa na zrezanih in potem zmletih iglicah.

Rezultati teh poizkusov so bili sledeči:

Stanje surovine	Količina	Način destilac.	Dobitek na olju	Razlika
Zrezane vejice	50 kg	običajni	100 ml	
Zrezane vejice	50 kg	s povratno v.	125 ml	25 ml
Zrezane vejice	50 kg	običajni	140 ml	
Zrezane vejice	50 kg	s povr.vodo	177 ml	37 ml
Zrezane vejice	50 kg	običajni	55 ml	
zmlete vejice	50 kg	s povr.vodo	101 ml	56 ml

Vsaka dva primerjalna poizkusa smo izvedli že v teku 48 ur, ker so bile dobavljene vejice že zrezane in zaradi tega hitreje pada procent eteričnih olj. Na isti partiji vejic smo izvedli najprej običajno destilacijo, nato pa šele destilacijo s povratno vodo, da ne bi nastal dvom, da se dobi nižji procent eteričnih olj pri običajni destilaciji zaradi izgub na oljnih vsled ležanja iglic v zrezanem stanju.

Pri vejicah, ki so bile le zrezane vidimo, da je povprečna razlika na 50 kg vejic 31 ml olja t.j. 620 ml /1000 kg vejic. Pri zmetih iglicah pa celo 56 ml olja odnosno 1200 ml/1000 kg vejic. Pri običajnem načinu destilacije se je uporabljala pri omenjenih poizkusih direktna para, pri destilacijah s povratno vodo pa indirektna para in se je v ta namen dodala v kotel potrebna količina vode. Izvedeni so pa bili tudi poizkusi, kjer se je uporabila direktna para tudi pri destilaciji s povratno vodo. Vendar smo dobili tudi v tem primeru enake rezultate.

Uporaba direktne pare pri destilaciji iglic s povratno vodo ima prednost pred uporabo indirektna pare v tem, da

pri uvedbi tega postopka niso potrebne dodatne investicije pri naših obstoječih obratih, kjer se vrši kot omenjeno, destilacija vejic z direktno paro.

Iz objektivnih razlogov niso bili izvedeni poskusi na smrekovih in borovih iglicah. Ni pa razlogov, da se ne bi tudi v tem primeru dobilo slične rezultate z ozirom na topnost teh olj v vodi, ki je slična. Iz navedenega sledi, da se z destilacijo zrezanih vejic s povratno vodo pridobi 620 ml olja na 1000 kg vejic odnosno 520 gr olja t.j. okrog 55 % olj, ki so raztopljeni v vodi, ki odhaja iz florentine.

Pri zmlatih iglicah se pa dobi celo več olj, kar pa ni aktualno, ker se v praksi zmlate iglice ne bodo destilirale iz razlogov, ki jih bom kasneje navedel.

Za destilacijo vejic s povratno vodo pri direktnem parnem gretju je predpogoj dobra izolacija destilacijskega kotla, ker se sicer nabere v kotlu prevelika količina kondenzirane vode zaradi zunanjega hlajenja.

Slično kot pri vejicah, lahko po tem načinu destilacije tudi pri destilaciji jelkinih storžev pridobimo nazaj večji del v vodi raztopljenih eteričnih olj. Za preureditev obstoječih destilacijskih naprav za destilacijo s povratno vodo niso potrebne nobene dodatne investicije.

Kot že omenjeno so bili izvedeni tudi poskusi za ugotavljanje razlik na izplenih na eteričnem olju pri zrezanih vejicah in zmlatih ter zmlatih vejicah.

Rezultati teh poskusov so bili sledeči:

Stanje surovine	Količina	Način destil.	Dobitek na olju	Razlika
nezmlate vejice	50 kg	običajni	100 ml	45 ml
zmlate vejice	50 kg	običajni	55 ml	
nezmlate vejice	50 kg	običajni	140 ml	55 ml
zmlate vejice	50 kg	običajni	85 ml	
nezmlate vejice	50 kg	s pov.vodo	125 ml	24 ml
zmlate vejice	50 kg	s pov.vodo	101 ml	
nezmlate vejice	50 kg	s pov.vodo	177 ml	47 ml
zmlate vejice	50 kg	s pov.vodo	130 ml	

Destilacije so bile izvedene z jelkinimi vejicami z običajnim načinom destilacije (brez vračanja vode iz florentine v destilacijski kotel) in z destilacijo, kjer se voda iz florentine vrača v destilacijski kotel ter uporablja indirektno parno gretje (destilacija s povratno vodo).

Izplen na oljih pri zmlatih odnosno razvlaknjenih vejicah je nižji kot pri nezmlatih zrezanih iglicah. Kje je vzrok temu pojavu nisem raziskal, pač pa sem mnenja na osnovi izkušenj pri izdelavi klorofila, da je temu vzrok klorofil, ki se raztoplja v eteričnem olju v fazi mletja vejic.

Iz vsega tega sledi, da se dobi najboljši izplen na olju, če vršimo destilacijo nezmlatih odnosno nezrezanih iglic tako, da vračamo vodo iz florentine v destilacijski kotel. Dobi se na ta način okrog 0,5 kg eteričnega olja na tono vejic več, kot pa po dosedanjih načinih destilacije.

S tem, da se vrača voda iz florentine v destilacijski kotel se dobi na koncu destilacije kotel skoro poln vode, v kateri so raztopljene vodotopne komponente vejic. Če to vodno raz-

topino potem koncentriramo se dobi že omenjeni ekstrakt tkzv. smrečni ekstrakt, katerega potrošnik je bila do sedaj fizikalna terapija. V naših obratih za destilacijo iglic se vrši koncentracija te raztopine v odprtih izparilnikih, ter se zato potrošijo velike količine goriva, ker ima ta raztopina le 2 do 3 % koncentracije in se potrebuje za izdelavo 1 kg 50 %-nega ekstrakta 16 do 26 kg pare, zavisno od koncentracije raztopine ne upoštevajoč pri tem razmeroma velike toplotne izgube.

Pri izdelavi manjših količin "smrečnega ekstrakta" je potreba le večja kapaciteta parnega kotla, ker kot že omenjeno se uporabi pri destilaciji le okrog polovico izdestiliranih iglic za kurjavo, ostala količina pa ostane neizkoriščena. V primeru pa, da bi izdelali ekstrakt iz vseh razpoložljivih vejic, je pa nujno, da izvedemo koncentracijo razredčene vodne raztopine v več stopenjskem vakuumskem izparilniku, ker bi le na ta način zadostovale izdestilirane vejice za izvedbo destilacije in koncentracije vodne raztopine.

Pri številnih poizkusih, ki smo jih izvedli na polindustrijskem stroju smo ugotovili, da se z enim samim kuhanjem (brez izpiranja) dobi iz 1 tone svežih smrekovih ali pa jelkinih iglic okrog 90 kg suhega ekstrakta. Izpiranje vejic ni rentabilno, ker se dobi preveč razredčene raztopine.

Vodotopni ekstrakt vsebuje razmeroma visok procent sladkorjev. Iz 100 kg suhega ekstrakta smo dobili 10 do 15 litrov 100 %-nega alkohola potom vrenja. Po odstranitvi sladkorjev potom alkoholnega vrenja ekstrakt ne izgubi svojih lepilnih lastnosti.

Izvedli smo številne poizkusne uporabe tega tkzv. "smrečnega ekstrakta" in ugotovili, da se ta ekstrakt lahko

koristno uporabi kot lepilo za papir in lepenko, kar so dokazali tudi preizkusi v kartonažni tovarni v Ljubljani. Zaradi njegove temne barve bi prišel v poštev le za temnejše vrste papirja.

Nadalje nam je uspelo izdelati iz ekstrakta lepila za proizvodnjo vlaknenih, ivernih in vezanih plošč. Ta lepila se po svojih lastnostih ne razlikujejo od lepil na bazi fenol-formaldehidnih smol in to v pogledu trdnosti kakor tudi odpornosti proti vpijanju vode. Izdelava teh lepil je vezana na zelo nizke investicijske stroške. Razredčen ekstrakt ni potrebno koncentrirati, pač pa se izločijo lepilne snovi potom obarjanja s formaldehidom. Težava v tej predelavi ekstrakta je v tem, ker je potrebno točno ugotoviti pod kakšnimi pogoji je treba izvesti ločbo lepilnih snovi t.j. temperatura, pH, čas obdelave itd. Nadalje je potrebno izvesti sistematične poizkuse, da se ugotovi točne pogoje za lepljenje lesa. Uspelo nam je izdelati iverne plošče in vezane plošče s tem lepilom s presenetljivimi lastnostmi v pogledu mehanske trdnosti in odpornosti proti vodi (po 24 urnem kuhanju v vodi je ostala plošča neizpremenjena). Po ponovitvi teh poizkusov nam pa žal ni uspelo več izdelati kvalitetnega lepila. Potrebno bo to delo nadaljevati, ker bi se na ta način lahko rešil problem lepil za lesno industrijo in to predvsem za izdelavo ivernih plošč, kjer je lepilo najdražja komponenta (8 % lepil računamo na suho iverno ploščo) in smo v tem pogledu vezani na uvoz. S tem bi bil problem plasmata vodnega ekstrakta popolnoma rešen in to pod zelo ugodnimi ekonomskimi pogoji.

Nadalje so v teku tudi poizkusi, da se ugotovi, ali bi bilo možno uporabiti ekstrakt v krmilne namene, kjer bi nadomestil melaso. Ing. Sirknik je izvedel v ta namen analize

smrekovega in jelkinega ekstrakta in dobil sledeče rezultate, izračunane na suho snov ekstrakta:

	Ekstrakt jelke	Ekstrakt smreke
Pepel	8,37 %	9,94 %
Sur.beljakovine	8,76 %	10,61 %
Vlaknina	-	-
Sur.maščobe	0,78 %	0,87 %
Brezduš.izvleček	82,09 %	78,57 %
Organska snov	91,63 %	90,05 %

Iz navedenega je razvidno, da obstoja možnost uporabe vodnega ekstrakta za izdelavo številnih produktov in s tem rešitev problema kompleksnega izkoriščanja vejic iglavcev.

Tehnološki postopek destilacije eteričnih olj iz vejja iglavcev s povratno vodo je razviden iz priloge 2.

Po tem postopku predelave jelkinih vejic se dobi mesto 2,5 kg olja na tono vejic - 3 kg olja t.j. 1/2 kg več olja kot po dosedanjih načinih destilacije.

b) Pridobivanje klorofila in eteričnih olj iz jelkinih iglic.

Klorofil, zeleno barvilo se nahaja v vseh zelenih rastlinah, od enostavnih alg in purpur bakterij do cvetnih rastlin.

V zelenih listih in rastlinskih delih se klorofil ne nahaja v prosti obliki marveč skupno z rumenimi pigmenti karotinem in ksantofilom, vezan z beljakovinami. Ti kromo proteidi so obstojni proti svetlobi, kisiku, ki je v zraku in ogljikovi kislini.

Če opazujemo prerez lista pod mikroskopom, bomo opazili med listnimi celicami številne okrogle, ovalne ploščice, ki vsebujejo zeleni pigment v obliki malih kroglic odnosno pikic. Te tvorbe imenujemo kloroplaste, barvne kroglice pa grane. Grane so nosilci sinteze ogljikovih hidratov iz CO_2 in H_2O .

Klorofilni beljakovinski kompleks se lahko ekstrahira z destilirano vodo pri nizkih temperaturah. Vodne raztopine tega kloroplastina so obarvane temnozeleno in pri pH 7,2 do 7,4 in 2 do 4^o ostanejo več mesecev neizpremenjene.

Kloroplastin sestoji iz delcev raznih velikosti. Poedini kromoproteidni delček, ki se nahaja v grani je nekoliko večji od 15 krat 250 m μ . Na osnovi opažanj z elektronskim mikroskopom se sklepa, da imajo grane verjetno lamelarno zgradbo.

Če se vodno raztopino kloroplastina strese z etrom, se barvilo v etru ne raztaplja. Z dodatkom soli se pa cepi kromoproteid ter preidejo klorofil, karotin in ksantofil v raztopino, med tem ko protein ostane raztopljen v vodi, a delno pa se izkosmiči na mejni plasti med vodo in etrom. V etru se raztaplja določena količina lipidov.

Kloroplastini imajo sledeči sestav (po Stoll-u) (18):

Protein 8,9 %

Lipidi, vključno kisik 30,1 %

Skupno 99,0 %

Klorofil 7,46 %

Karotin 0,40 %

Ksantofil 0,17 %

Skupno 8,03 %

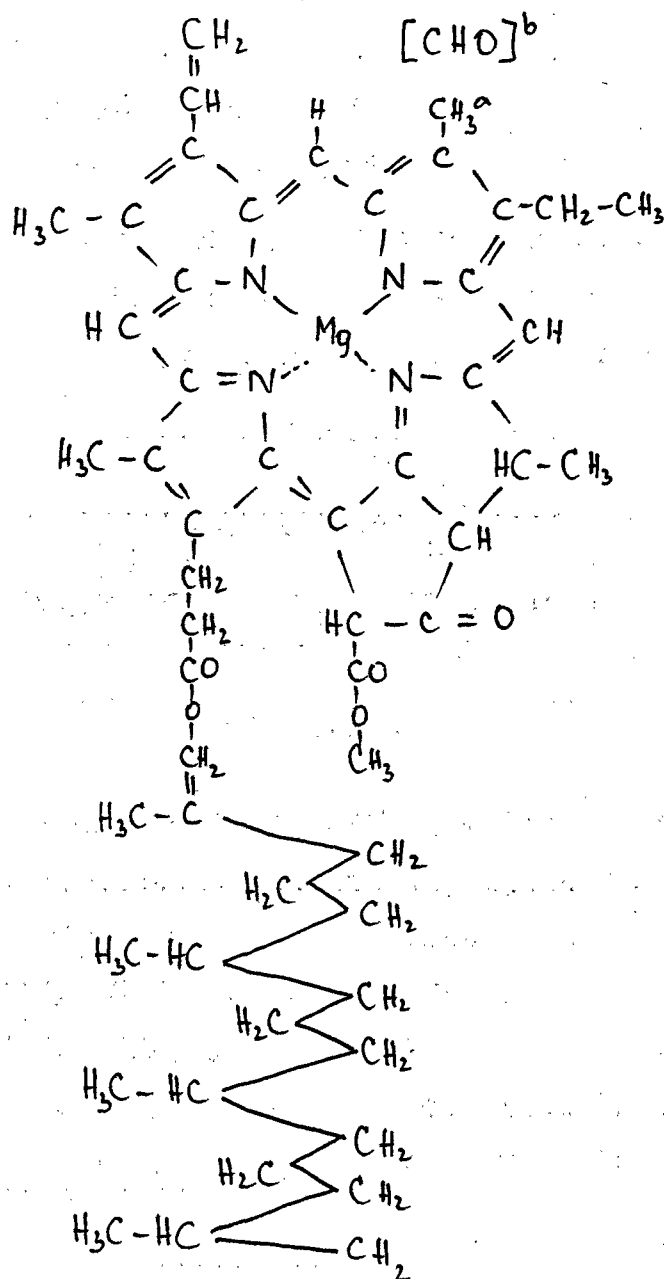
Protein sestoji iz številnih aminokislin, kot glutaminska kislina, triptofana, tirozina, histidina, arginin, fenilalanin, cistin, metionin, asparaginska kislina, prolin. Mnogi kloroplastini vsebujejo tudi glukoproteidne komponente (n.pr. liliaceae aspidistra elatior). (11)

Klorofil, ki se nahaja v kloroplasti sestoji iz dveh komponent, t.j. klorofil a in klorofil b. Ti dve komponenti se nahajata v razmerju 3 : 1, ki je v zelenih rastlinah skoro stalno.

Pri sušenju zelenih listov se kloroplastini razcepijo v poedine komponente. Običajni zeleni listi vsebujejo 0,6 do 1,2 % (pogosto do 3 %) klorofila in 0,07 do 0,2 % karotincidov, računano na suho snov.

Jeseni, ko listi porumene, se klorofil razkroji in ostanejo karotincidi, ki dajo svojo barvo listom. Produkti razkroja klorofila pa gredo v stebela dreves. Kot že omenjeno obstojata dve vrsti klorofila in sicer klorofil a in klorofil b. Ti dve obliki se ločita z ustreznimi metodami. Sestava obeh klorofilov je danes že dognana po zaslugi Willstätter-ja, Stoll-a, Wiedemann-a, Cenanta, zlasti pa Fischer-ja in njegovih učencev.

Visoko število kemijsko aktivnih substituentov na pirolcvih obročih, način vezave Mg atoma in celotna zgradba molekule nam že razloži veliko biološko aktivnost klorofila in njegov pomen v prirodi. Alkohol fitol je n.pr. sestavni del številnih vitaminov (vitamin E, vitamin K).

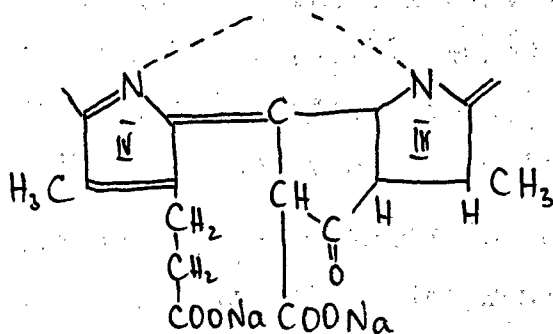


Molekula klorofila

Klorofil je biološko zelo aktiven, ker je njegova molekula zelo neodporna proti kemijskim in fizikalnim vplivom. Če delujemo na klorofil s slabimi kisljinami, se odcepi Mg atom, s slabimi lugi pa odcepijo zaestreni alkoholi fitol in metanol. Običajni tehnični klorofil, ki vsebuje le do 95 % čistega klorofila, je zmes a in b komponent v istem razmerju kot v naravi t. j. 3 : 1. Zato se bodo tu obravnavale lastnosti zmesi ne pa posameznih komponent posebej.

Z ozirom na praktično uporabo klorofila bi se tu omejil predvsem na vpliv alkalij na klorofil.

Pri obdelavi klorofila s slabimi alkalijami nastopi odcep obeh zastrenih alkoholov - fitola in metanola ter ostanejo tako dve prosti karboksilni skupini na 10 in 7 C atomu.



Nastane tako klorofilin a in klorofilin b. Po nadaljnji obdelavi z alkalijami se tvorijo alkalne soli klorofilinov, ki se topne v vodi z razliko od klorofilinov, ki niso topni v vodi. pH teh raztopin mora biti nad 7, sicer se izloči netopni klorofilin. Klorofilin a in klorofilin b so v teh preparatih v razmerju 3 : 1 kot v naravnem klorofilu. Potek tega "umiljenja" je razviden v gori navedenih strukturnih formulah.

Odcep obeh alkoholnih skupin poteka z enako hitrostjo. Fitolni alkohol ni tako močno vezan v klorofilni molekuli kot metanol. Zato se fitol odcepi že pod vplivom encima klorofilaze. Klorofilaza se nahaja v rastlinah večji del le v manjših količinah in je netopna v ~~hladni~~ toplih, ki raztapljajo klorofil. Pri odcepu fitola ostane vezana na 10 C atomu propionska kislina, medtem ko pa je ostali del molekule klorofila neizpremenjen. Dobe se tako klorofilidi a in b, ki imajo isto barvo

kot izvorni klorofil. Ta preparat je zelo občutljiv proti kemijskim in fizikalnim izpremenbam. Če se pa vrši ta razcep v prisotnosti metilnega ali pa etilnega alkohola se pa fitilni ostanek nadomesti z metilnim ali pa etilnim ostenkom. Na ta način se dobi spojina, ki vsebuje mesto fitola etilni ali pa metilni alkohol. Te spojine se imenujejo metil ali pa etilklorofilidi, ki se izolirajo v kristalni obliki. "Kristalizirani klorofil", ki ga je dobil leta 1882 Borođin ni drugo kot etil klorofilid. Klorofilidi se izdelujejo tako, da ekstrahiramo z alkoholom klorofil iz listov v prisotnosti klorofilaze.

Čiste natrijeve in kalijeve soli klorofilinov so zelene kristalne snovi, katerih vodne raztopine so zelene barve brez fluorescencie. Te soli se označujejo z imenom "vodotopni klorofilin". Komercijalni produkti pa niso čisti klorofilni ampak zmesi klorofilida, klorofilina, izoklorofilina, ridina in klorina. Vodotopni klorofilin je v vodi 100% topen. V 50 % alkoholu je topen v razmerju 0,3 - 0,4 : 100. Alkalne soli niso topne v oljih in maščobah, pač pa so topne proste kisline.

Če izvedemo cmiljenje klorofila z alkalijami v vročem nastane nadaljnja sprememba v molekuli in sicer se izociklični obroč V. odpre in tvori tretja karboksilna skupina.

Kot je razvidno iz navedenega, je klorofil zelo odporen proti alkalijam in kislinaam.

Bakrov feofitin je pa obstojnejši proti kislinaam kot pravi klorofil. Ravno tako so tudi obstojnejši bakrovi klorofilini.

Tehnološki postopek pridobivanja klorofila
in eteričnih olj iz jelkinih iglic

Kot surovina za izdelavo klorofila se še vedno najbolj uporabljajo koprive, ker tudi s primernim sušenjem obdrže večji del klorofila v neizpremenjeni obliki. Osušene koprive se lahko konzervirajo daljšo dobo in je na ta način omogočena koncentracija večjih količin na mestu predelave. Obstojajo zato v inozemstvu večji obrati za izdelavo klorofila iz kopriv, ki to surovino tudi uvažajo. Tako n.pr. tudi Jugoslavija koprive, ki jih v inozemstvu uporabljajo v ta namen, izvažajo. Z ozirom na to, da tudi pri nas narašča potreba po klorofilu predvsem za kozmetično industrijo, so bili začeti poskusi v naših zainteresiranih podjetjih pridobivanja klorofila iz kopriv. V kolikor mi je znano, ni uspelo najti primerne postopka, ki bi bil za naše razmere ekonomsko utemeljen. Po naših analizah, ki so bile izvedene na osnovi primerjav s klorofilom, ki ga je izdelalo podjetje Merck (Nemčija) vsebujejo koprive 1,65 % klorofila, smrekove iglice 0,79 % klorofila, borove iglice 0,76 % klorofila in jelkine iglice 0,65 % klorofila (računano na suho snov). Iz tega sledi, da je za 1 kg klorofila potrebno predelati 60,6 kg kopriv ali 149 kg jelkinih iglic.

Kot smo pri izdelavi klorofila v polindustrijskem merilu opazili, se količina klorofila v iglicah sezonsko zelo ne izpreminja, vendar pa sistematični poskusi v tem pogledu niso bili izvršeni. Zaradi tega je možno pridobivati klorofil iz iglic celo leto, kljub temu, da je v ta namen potrebna sveža surovina. Med tem, ko se pri predelavi kopriv dobi le klorofil,

nam igličevje daje poleg klorofila še zelo cenjena eterična olja, kar še bolj utemeljuje predlog uporabe igličja za proizvodnjo klorofila pred uporabo kopriv v ta namen. Nadalje bi omenil, da so koprive dober izvozni artikel, med tem, ko igličevje propada neizkoriščeno v gozdu.

Iz navedenih razlogov bi smatral koristno, da preštudiram možnost pridobivanja klorofila iz igličevja.

Pri študiju postopka predelave iglic je potrebno upoštevati značilnost surovine. Za pridobivanje klorofila in eteričnih olj je osnovne važnosti čim bolj sveža surovina. Zaradi voluminoznosti vejic so transportni stroški razmeroma zelo visoki, zlasti v odnosu na ceno te surovine, ki je zelo nizka. Iz tega razloga ne bi bila ekonomična predelava velikih količin na enem samem mestu. To je pa lahko izvedljivo le, če postopek ne zahteva velikih investicij odtosno, da je potrebna razmeroma enostavna in cenena oprema.

Pri postopkih ekstrakcije klorofila, kot jih navaja literatura se uporabljajo razna gorljiva topiva kot eter, petroleter itd. Kako se pa dejansko vrši proizvodnja klorofila v industriji pa ni objavljeno, ker to ni v interesu producentov. Da se izognemo nevarnosti požara, sem izdelal postopek z uporabo alkohola in trikloretilena. V literaturi nisem zasledil, da bi že kdo uporabljal trikloretilen kot topilo pri proizvodnji klorofila. Trikloretilen ima prednost pred drugimi topili, ker se zaradi večje specifične teže lažje in hitreje loči od vode, ter je negorljiv. Kot že omenjeno, je zaradi transportnih stroškov surovine najbolj primerna predelava igličevja v malih obrotih in zato ne smemo računati na visokokvalificirano

delovno silo. Iz navedenih razlogov mora biti postopek čimbolj enostaven, vsaj do izdelave surovega klorofila. Čiščenje klorofila se bi pa lahko vršilo v centralnem mestu, kjer bo na razpolago visokokvalificiran kader in potrebne precizne merilne naprave.

Z oziranjem na to, da imamo v Sloveniji od iglavcev v glavnem le smrekove in jelkine sestoje, so bili izvršeni poskusi za pridobivanje klorofila le iz teh vrst igličevja.

Klorofil se lahko ekstrahira samo iz svežih vejic jelke in smreke, ker se na ta način dobe tudi eterična olja, ki pri sušenju izpare, a klorofil pa se razkroji. Iglice je potrebno najprej zmleti. Po naših izkušnjah je za mletje svežih iglic zelo primeren kolodrob. Dobimo na ta način material, ki je toliko razvlaknjen, da se iz njega dobro izluži klorofil ter prodira topilo dobro skozi celo plast. Opazili smo, da je klorofil v tej fazi zelo občutljiv na toploto, ki ga razkroja. Zato je treba pri mletju paziti, da se iglice preveč ne segrejejo. Jelkine iglice se veliko hitreje zmeljejo kot smrekove in so zato primernejše za pridobivanje klorofila. Za mletje igličevja smo uporabljali polindustrijski kolodrob.

Zmlete iglice se dajo v baterijo 4 difuzerjev, kjer se je vršila ekstrakcija z alkoholom po protitečnem principu. Uporabljeni difuzerji so bili iz železne pločevine cilindrične oblike, nad dnom imajo sito in bakreno kačo za indirektno paro, odvodno cev na dnu in odvodno cev na vrhu difuzerja. Dovod topila je bil na dnu difuzerja, odvod pa na vrhu difuzerja. Ta način odvoda in dovoda topila je bil izvršen iz praktičnih razlogov, vendar bi pa bilo pravilnejše obratno, kot bo potrebno izvajati v industrijskem merilu. Za ekstrakcijo klorofila je po-

treben vsaj 70% alkoholi, ker je v nižjih koncentracijah klorofil slabo topen. Kot navaja literatura se kot lepilo uporablja aceton ali alkohol (18.). Z ozirom na pomanjkanje acetona pri nas sem se orientiral na uporabo alkohola, ki je pri nas lažje dostopen in cenejši. Ker pa imajo sveže iglice okrog 50% vlage, ki bi alkohol preveč razredčila, običajno sušenje vejic pa iz navedenih razlogov ni primerno, sem vejice pred ekstrakcijo namakal v alkoholu. Koncentracija alkohola zavisi od vlage vejic. Če se uporabi za 30 kg vejic 50 litrov topila, je primerno uporabiti 65% alkohol, ki se toliko razredči, da je klorofil v njem slabo topen. Iglice se puste v 65% alkoholu okrog 24 ur in nato odstrani topilo. Tako pripravljeno igličevje, kateremu smo na ta način odstranili del vode se da v difuzerje z dodatkom CuSO_4 . Kot že omenjeno se zaradi obdelave v kislem mediju v prisotnosti kovinskih soli tvori feofitin in kovina zamenja Mg v molekuli klorofila. V tem primeru se tvori bakrov feofitin, ki ga v trgovini imenujejo "bakrov klorofil" in je intenzivno zelene barve tudi pri veliki razredčenosti. Bakrov feofitin je obstojnejši proti kislinam kot Mg klorofil, kar zelo olajša nadaljnje operacije pri čiščenju. Omenil bi, da je večji del klorofila na tržišču v obliki tkzv. "bakrovega klorofila". Iz navedenih razlogov sem šel v smer proizvodnje te vrste "klorofila".

Is rezervarja se vodi v prvi difuzer 80%ni alkohol. Alkohol se pretaka iz prvega difuzerja v drugega, nato v tretjega in zatem v četrti difuzer, iz katerega izhaja ven in vsebuje raztopljen klorofil, eterična olja in druge topne snovi.

Klorofil se izloči iz te raztopine na dva načina:

1. Raztopini dodamo trikloretilen. Zatem se dobro premeša, da dobimo zmes bistrih raztopin. Nato se pa doda voda

do te mere, da se alkohol razredči do koncentracije ca 30 %, ker se v tako razredčenem alkoholu klorofil ne raztaplja in trikloretilen ne meša in se raztopina klorofila, eteričnih olj in drugih snovi v trikloretilenu loči na dnu posode, razredčeni alkohol, v katerem so raztopljeni predvsem tanini in druge snovi pa tvori gornjo plast. Spodnja plast se odvede, oddestilira trikloretilen in eterična olja potom destilacije z uvajanjem direktne pare v kotel, kjer ostane klorofil. Iz raztopine eteričnih olj v trikloretilenu se lahko izločijo eterična olja potom frakcionirane destilacije. Dobil sem na ta način okrog 700 gr eteričnih olj na 100 kg iglic. Torej več kot dvojnokoličino kot v primeru običajne destilacije iglic, kakor se vrši danes pri nas. Da se dobi večje količine teh olj je popolnoma razumljivo, ker se izločijo pri ekstrakciji tudi druge frakcije olj, ker smo izšli iz zmletega materiala, medtem ko se pa pri običajni destilaciji uporabljajo sicer zrezane a^{ne} zmlete iglice.

Dobili smo na ta način tkzv. surovi klorofil, ki pa vsebuje še majhne količine eteričnih olj, smol, karotenev in drugih snovi. Odstranitev večjega dela teh neklorofilnih komponent se lahko uspešno izvrši z ogljikovodiki nizkega vrelišča (do 30°C). Izvedli smo tozadevne poskuse in dobili pri tem zelo čisti klorofil. Iz razlogov, ki sem jih navedel (nevarnost požara in eksplozije) sem pa iskal drug način čiščenja klorofila. Opazil sem, da če surovi klorofil raztaplja do močne alkalne reakcije in nato postopoma okisamo z razredčeno HCl se najprej izločijo smole in karoteni, zatem pa klorofil. Na tej osnovi sem izdelal postopek ločbe klorofila od navedenih snovi. Raztopino klorofila v lugu se postopno okisa z razredčeno solno kislino in temeljito premeša. Karoteni in smole, ki se pri tem ločijo, se raztapljajo z dodajanjem trikloretilena, ki se loči

na dnu ločilne posode kot rumena tekočina. To izmivanje trikloretilena se vrši večkrat, dokler se ne dobi skoro brezbarvan trikloretilen. Zatem se ponovi okisanje s HCl in oborjene smole in karotene izmije ponovno s trikloretilenom. Očiščeno klorofilno raztopino se potem obori z razredčenim Hcl in oborina raztopi v trikloretilenu. Trikloretilen se nato oddestilira in dobimo kot ostanek očiščen oljnotopni klorofilin. Tako dobljen klorofilin postane vodotopen, če ga obdelamo z lugom.

Obstoja pa nadaljnja varianta, da vodno raztopino klorofilina takoj po odstranitvi karotenov in smol s trikloretilenom koncentriramo pod vakuumom do zaželene koncentracije in se dobi na ta način koncentriran vodotopni klorofilin.

Po opisanem načinu pridobivanja klorofila je potrebno dodati vodo v fazi ločbe surovega klorofila po ekstrakciji. Tem se še bolj razredčuje alkohol, ki ga je potem potrebno ponovno koncentrirati. Koncentracija alkohola je pa vezana na večje investicijske stroške. Temu se pa lahko izognemo na ta način, da nekoliko spremenimo ločbo surovega klorofila iz raztopine. Alkoholno raztopino, ki odteče iz difuzerjev, katera vsebuje klorofil, eterična olja, karoten in druge raztopljene snovi se izpari in tako ^{loči} ostane alkohol. Ostanek, ki ga dobimo na ta način se zatem raztopi v trikloretilenu. To raztopino se da v manjši destilacijski kotel in z direktno paro odstrani trikloretilen in večji del eteričnih olj. Surovi klorofil, ki smo ga dobili na ta način, se potem očisti kot v prejšnjem primeru. Ta drugi način je v pogledu investicij cenejši, pač pa ostanejo eterična olja delno v alkoholu, delno v trikloretilenu, kar komplicira ločbo istih.

Klorofil se uporablja predvsem v kozmetične svrhe in v manjši meri v zdravilstvu. Zlasti se je razširila uporaba klorofila po zadnji vojni zaradi njegove lastnosti kot dezodorans. Ugotovili so, da klorofil odvzame neprijeten duh kot n.pr. po česnu, čebuli itd. Da ugotovim, ali so te trditve utemeljene, je podjetje "Čumi" v Ljubljani izdelalo bonbone po naših navodilih z do 0,1 % klorofila. Več oseb je preizkusilo te bonbone in ugotovilo, da klorofil dejansko odvzame duh po čebuli in česnu in so s tem potrdili gori navedeno ugotovitev. O lastnostih klorofila kot desodorans se vodi v svetu še vedno strokovna polemika in so mnenja raznih strokovnjakov v tem pogledu različna. Temu je pa predvsem vzrok, da zaenkrat še ne obstoja eksaktna metoda, s katero bi lahko merili kvaliteto klorofila z ozirom na to njegovo lastnost. Danes se kvaliteta klorofila presoja le kolorimetrično t.j. po barvi, kar pa ni vedno pravo merilo z ozirom na njegovo uporabo. Tako n.pr. tkzv. "bakrov klorofilin" je bolj intenzivno zelene barve kot pravi klorofilin, a ne slabši adsorbent od pravega klorofilina (18). Da klorofil odvzame duh, je potrebno, da ga čimdlje časa zadržimo v ustih in v čim večji koncentraciji. Zato je predvsem primerno, če se nahaja v obliki bonbonov ali žvečilnega gumija. Pri zobnih pastah pa ta njegova lastnost ne pride do izraza zlasti zato, ker te paste vsebujejo kalcijev karbonat in se tvori zato netopni kalcijev klorofilin. Iz lastnih izkušenj vemo, da kozmetična podjetja uporabljajo klorofil popolnoma nestrokovno. Kot navaja literatura (18) obstojajo zelo velike možnosti uporabe klorofila v zdravilstvu kot n.pr. za celjenje ran in proti anemiji, vendar se klorofil zaenkrat v medicini zelo malo uporablja.

Pri proizvodnji klorofila se lahko dobe tudi drugi produkti kot karoten, ki je provitamin A in fitilni alkohol, ki je osnovna komponenta v sestavi vitamina E.

5. Stroški predelave jelkinega igličevja za pridobivanje eteričnih olj in klorofila.

V elaboratu so prikazani trije tehnološki postopki predelave igličevja in sicer:

- I. Predelava igličevja po sedanjem načinu destilacije.
- II. Destilacija igličevja s povratno vodo
- III. Pridobivanje eteričnih olj in klorofila iz igličevja.

Izvedli smo primerjalne obračune stroškov predelave jelkinega igličevja za vsak poedini zgoraj navedeni tehnološki postopek:

I. Stroški predelave jelkinega igličevja po sedanjem načinu destilacije.

Izračun smo izvedli za letno proizvodnjo (300 dni) v 3 izmenah:

a. Investicije:

zgradbe	300.000 N din
oprema: 3 destilacijski kotli	90.000 N din
slamoreznica in parni kotel ..	20.000 N din
	<hr/>
Investicije skupaj	410.000 N din

b. Proizvodni stroški:

2.160 ton igličevja à 100 N din	216.000 N din
osebni dohodki izdelave 9 x 8 x 300 = = 21.600 ur à 6 N din	129.600 N din
režijski stroški (splošni stroški izdelave uprave in prodaje - 200 % osebnih dohodkov izdelave	259.200 N din
	<hr/>
Proizvodni stroški skupaj	604.800 N din

c. Amortizacija:

zgradbe od 300.000 N din - 2,5 %	7.500 N din
oprema od 110.000 N din - 7 %	7.700 N din
obresti na poslovni sklad od 410.000 N din - 6 %	<u>24.600 N din</u>
Amortizacija skupaj	39.800 N din

Sumarij vseh stroškov:

Proizvodni stroški	604.800 N din
Amortizacija z obrestmi na poslovni sklad	<u>39.800 N din</u>
Sumarij vseh stroškov skupaj	644.600 N din

Z letno predelavo 2.160 ton jelkega igličevja se pri 0,25 %-nem izplenu dobi 5.400 kg eteričnega olja. Pri skupnih letnih stroških predelave 644.600 N din je polna lastna cena za 1 kg jelkega eteričnega olja 119,37 N din.

II. Stroški destilacije jelkega igličevja s povratno vodo.

Kot je navedeno v elaboratu str. 26 - 33 lahko z vračanjem vode iz florentine v destilacijski kotel zvišamo izplen na eteričnem olju celo za več kot 0,5 kg po toni jelkega igličevja in se pri tem skupni stroški predelave ne povečajo. Zato dobimo pri 0,3 %-nem izplenu iz 2.160 ton jelkega igličevja 6.480 kg eteričnega olja. Polna lastna cena je zato $644.600 : 6.480 = 99,45$ N din po kg eteričnega olja. V odnosu na sedanji način destilacije jelkega igličevja se s tem načinom poceni predelava za 19,84 N din/kg eteričnega olja odnosno 16,6 % ter se dobi istočasno tudi vodna raztopina tkzv. ~~marečnega~~ ekstrakta.

III. Stroški pridobivanja eteričnih olj in klorofila iz jelkega igličevja.

Izračun stroškov te predelave smo izvedli za letno predelavo (300 dni) 900 ton jelkega igličevja v treh izmenah.

a. Investicije:

zgradbe 400.000 N din

Oprema:

6 difuzerjev à 2.000 litrov à 40.000 N din 240.000 N din

1 rezervoar za alkohol 4.000 litrov 30.000 N din

1 ločnik za ločbo alkohola in triklor-
etilena v. 2.000 litrov 40.000 N din

1 kotel za destilacijo alkohola z defleg-
matorjem - 600 litrov 40.000 N din

1 spiralničnik za alkohol - 4.000 litrov 30.000 N din

1 kotel za destilacijo trikloretilena s
florentino - 200 litrov 20.000 N din

1 zbiralnik za trikloretilen - 600 litrov 10.000 N din

1 ločnik za čiščenje klorofila - 200 " 10.000 N din

2 kolodroba à 30.000 N din 60.000 N din

parni kotel in slamoreznica 20.000 N din

Oprema skupaj 500.000 N din

Investicije skupaj 900.000 N din

b. Proizvodni stroški:

900 ton igličevja à 100 N din	90.000 N din
45 ton alkohola à 3.250 N din	146.000 N din
9 ton trikloretilena à 4.000 N din	36.000 N din
osebni dohodki izdelave 18 x 8 x 300 = = 43.200 ur - po 6.000 N din	259.000 N din
režijski stroški (splošni stroški izdelave in uprave in prodaje - 200 % oseb.dohod.izd.)	518.000 N din
razne kemikalije	20.000 N din
Proizvodni stroški skupaj	1.069.000 N din

c. Amortizacija:

zgradbe od 400.000 N din - 2,5 %	10.000 N din
oprema od 500.000 N din - 7,0 %	35.000 N din
obresti na poslovni sklad od 900.000 N din .. - 6 %	54.000 N din
Amortizacija z obrestmi na poslovni sklad	99.000 N din

Sumarij vseh stroškov:

Proizvodni stroški	1.069.000 N din
Amortizacija z obrestmi na poslovni sklad ...	99.000 N din
Skupaj	1.168.000 N din

Iz 900 ton jelkega igličevja se dobi:

5.400 kg eteričnih olj in 18.000 kg 5%nega klorofila.

Zaradi primerjave smo kalkulirali eterična olja po polni

lastni ceni pod l. t.j. 119,37 N din po kg in je v tem primeru vrednost dobljenega olja $5.400 \times 119,37 = 644.600$ N din. Če odštejemo vrednost eteričnega olja ostanejo stroški za klorofil $1.168.000 - 644.600 = 523.400$ N din. Polna lastna cena za 1 kg 5 %-nega klorofila je : $523.400 : 18.000 = 29,06$ N din.

6. Z a k l j u Ź e k

V odnosu na posekan les iglavcev napade v Sloveniji letno 181.081 ton smrekovega in jelkinega igličevja.

Po cenitvah podjetja "Silvaprodukt" smo v letu 1957 predelali v Sloveniji ok. 9.000 ton igličevja. V novejši dobi pa je proizvodnja eteričnih olj iz igličevja zelo padla, in sicer v letu 1965 na ok. 30 %. V odnosu na leto 1957 kljub temu, da je cena na inozemskem tržišču v tem razdoblju narasla od 2,5 S na 10 S za kg. Vzrok padcu te predelave je slab dotok vejevja v obrate, zaradi pomanjkanja delovne sile in nezadostne materialne stimulacije.

Kot je iz elaborata razvidno, obstaja možnost korišćenja igličevja tudi za druge proizvode med katerimi je prikazana proizvodnja klorofila poleg eteričnih olj. Pri tej proizvodnji je delež stroškov nabave igličevja le ok. 8 % v odnosu na celotne stroške predelave in bi zato bilo možno dvigniti nabavno ceno igličevja, ne da bi bila zelo prizadeta polna lastna cena končnih proizvodov.

Obstaja nadalje možnost izdelave še drugih proizvodov iz igličevja, kot n.pr. "smrečne ^{ekstrakt} olje", lepila, karoteni in fitilni alkohol. S tem bi se lahko še bolje izkoristilo igličevje in z dvigom nabavne cene stimuliral dotok te surovine v obrate za predelavo.

Predvsem v zadnjih letih so eterična olja zelo iskana na zunanjem tržišču, po razmeroma visoki ceni. Za plasman klorofila in eventualnih drugih proizvodov, ki bi jih lahko pridobili iz igličevja, bi pa bilo potrebno obdelati domače in tuje tržišče.

V elaboratu so prikazane številne analize igličevja, storžev in eteričnih olj ter lastnosti klorofila. Navedeni podatki se bodo lahko uporabljali za nadaljnji študij izkoriščanja igličevja in storžev.

Pri nadaljnjem študiju izkoriščanja igličevja bo potrebno najprej obdelati celoten kompleks zbiranja sečnih odpadkov v povezavi z drugimi stranskimi gozdnimi proizvodi. Ker le če bodo dani pogoji dotoka večjih količin igličevja na obrate, je smiselno nadaljevati študij kompleksnega izkoriščanja igličevja. Potrebno pa je tudi ugotoviti kakšen vpliv bi imelo, na gozdna tla odvajanje večjih količin igličevja iz gozdov.

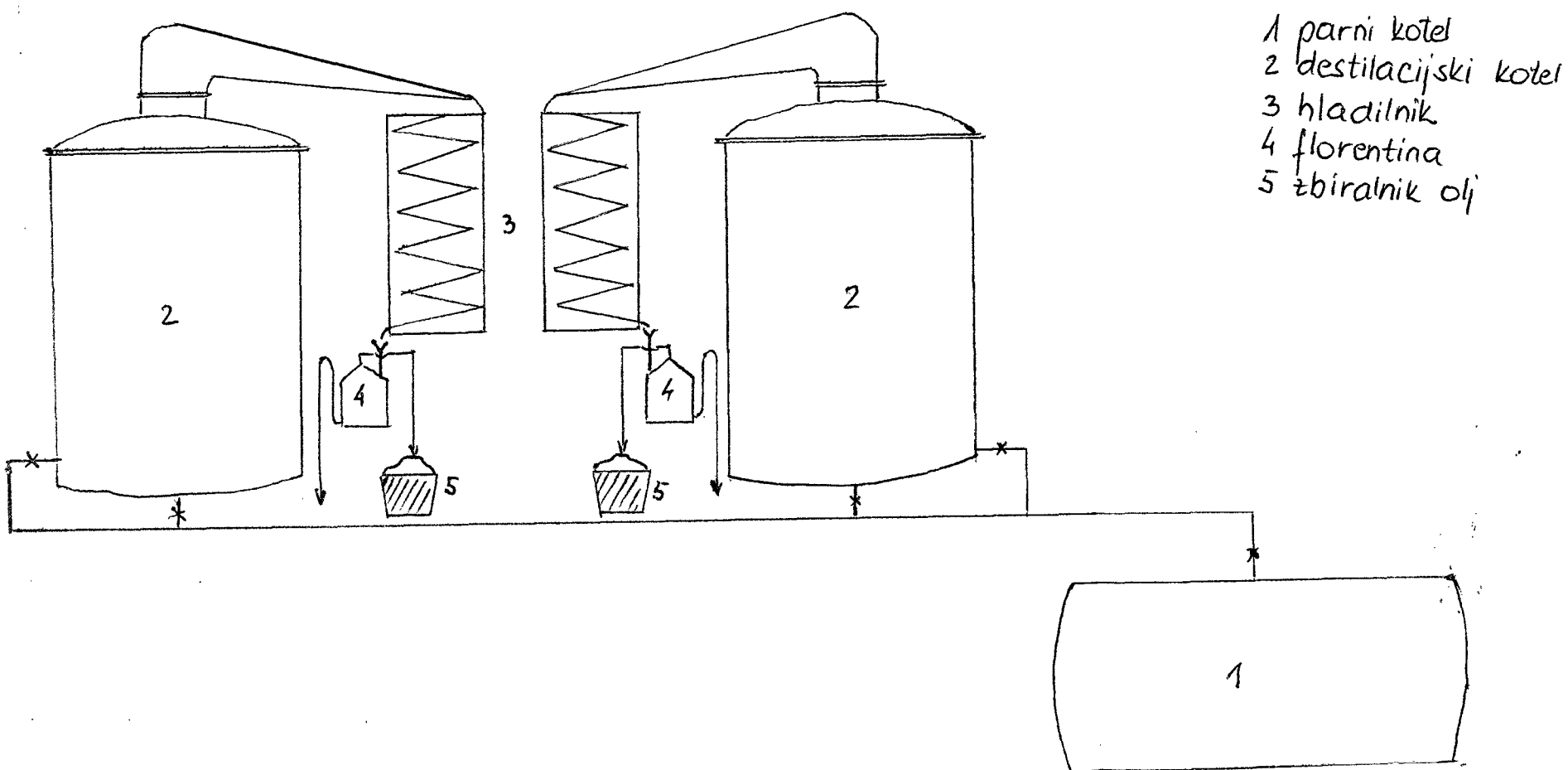
Literatura

1. Statistični godišnjak FNRJ 1966, Beograd
2. Čokl Martin: Količina in struktura lesnih odpadkov v gozdni proizvodnji. Zbornik Instituta za gozdno in lesno gospodarstvo 1957.- str. 55
3. Solodkii P.T.: Vitamini iz lesnega sirja. Moskva 1947
4. Bougault et Burdier, Compt.rendue, 1908 147,1311; 1920 847
5. Kaufman u. Friedebach, Ber.d. deut.chem.ges. 1922 (55)1508,
6. Tanret N.: Bull.de la Soc.chim. 1894, 11, 944
7. Jakimov P.in sodelavci, Trudbi po prikladnoi botanike,1934, pril. 6,7
8. Toljaki P.: Lesnoe hozjanstvo i lesnaja promišlenost, No 10/73
9. Aschan O.: Berl.Berichte 40 (1907), 4919
10. Gildenister E.: Die Hterischen Öle - 1929
11. Vogel H.: Das Chlorophyl, Nürnberg 1954
12. Willstätter u. Stoll: Untersuchungen über Chlorophyl, Berlin 1913
13. Stoll u. Wiedeman : Chlorophyl, Fortschr.d.Chem.organ.. Naturstoffe, 1, 159-254 (1938)
14. Stanković S.: O kvantitativnim promenama etričnog ulja i l-askorbinske kiseline u četinama belog i crnog bora u toku godine. Glasnik šumarskog fakulteta- Univerzitet u Beogradu; 8. 1954
15. Stanković S.: Kvantitativna promena klorofila, ksantofila i karotina u četinama belog bora (Pinus silvestris) u toku godine. Glasnik šumarskog fakulteta - Univerzitet u Beogradu; 7.1954
16. Chemie and Industrie 1950, 5, 495. Robert Aries Arthur Pollak: Lignin in Industrie.
17. Asken, Chem.Zbl. 1937, 11 605
18. Vogel, Das Chlorophyl, Nürnberg, 1954
19. V.S. Vasečkin: Tehnologija ekstraktivnih vešestv dereva - 1944 - Moskva.

V s e b i n a

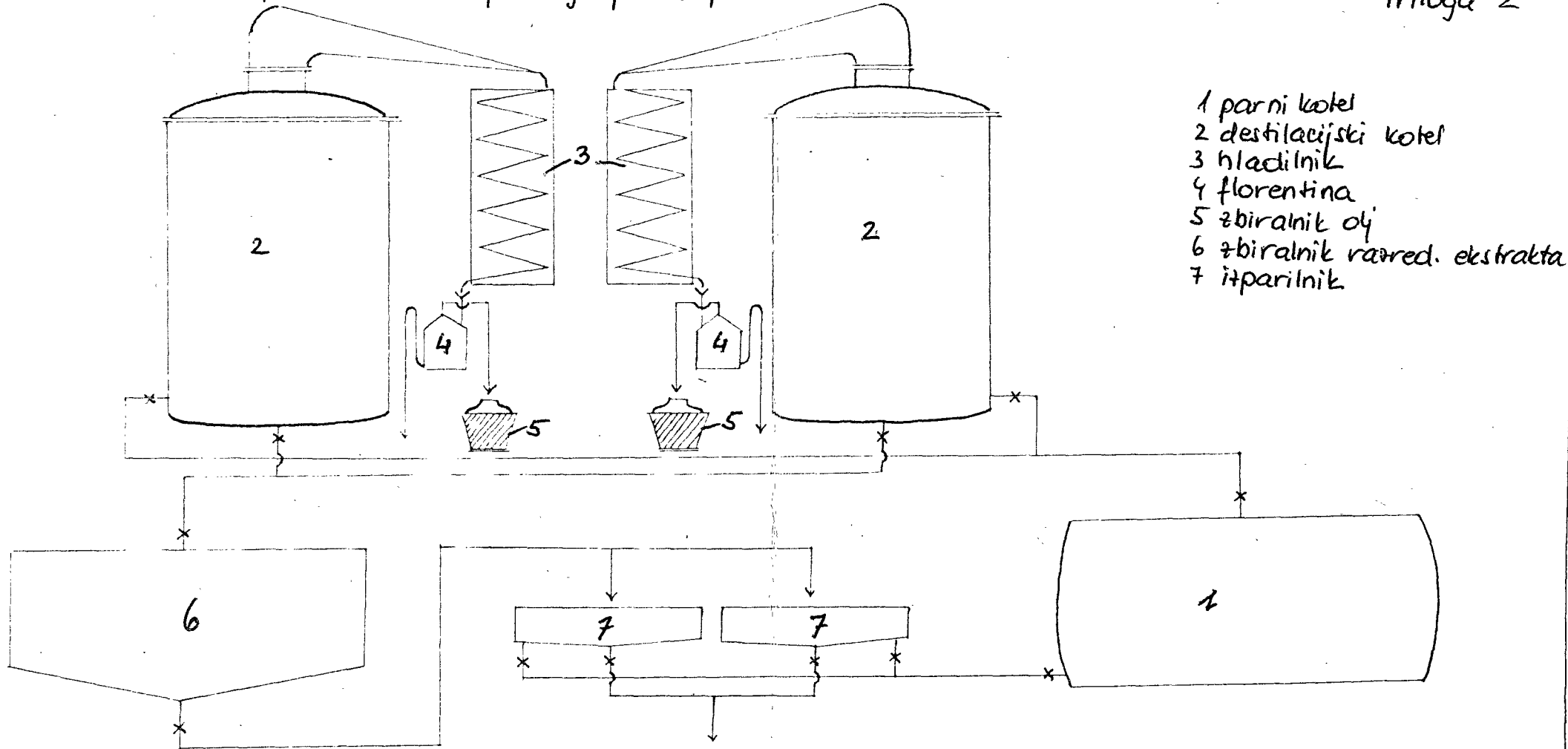
	Stran
Uvod	1
1. Količina sečnih odpadkov iglavcev	2
2. Kemijske analize jelkinih, smrekovih in borovih iglic in jelkinih storžev	7
3. Predelava igličevja v Sloveniji	23
4. Možnosti rentabilnejše predelave igličevja	26
a. Zboljšanje dosedanje proizvodnje eteričnih olj in vodnega ekstrakta iz iglic	26
b. Pridobivanje klorofila in eteričnih olj iz jelkinih iglic	33
5. Stroški predelave jelkinega igličevja za pridobivanje eteričnih olj in klorofila	47
6. Zaključek	51
Literatura	53

Destilacija eteričnih olj iz igličja



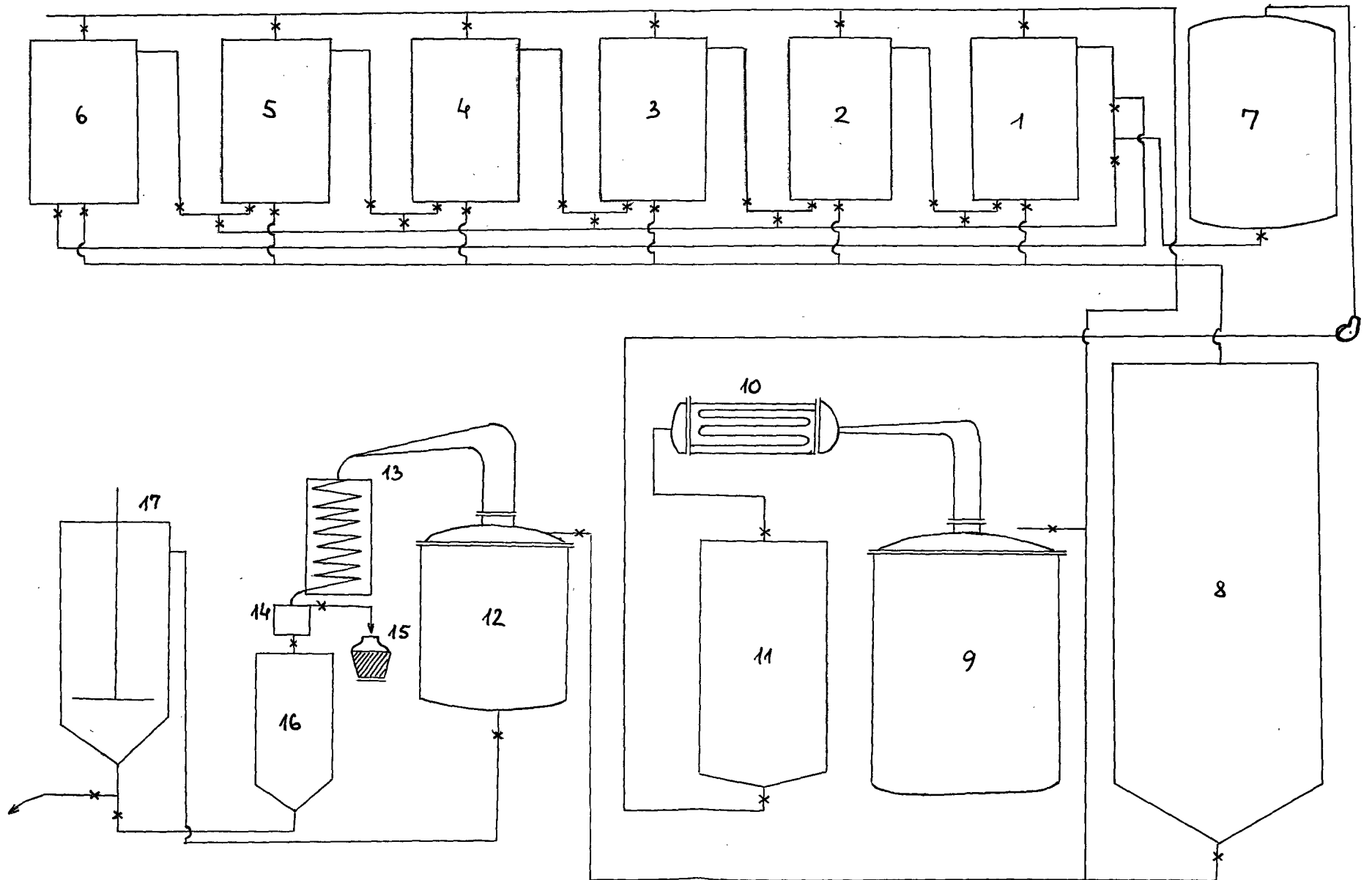
Destilacija eteričnih olj iz igličja s povratno vodo

Priloga 2



Pridobivanje klorofila iz igličja

Priloga 3



- 1-6 baterija difuzerjev
- 7 rezervoar za alkohol
- 8 ločnik za ločbo razr. alkohola in trikloretilena
- 9 kotel za destilacijo alkohola
- 10 deflegmator
- 11 zbiralnik za alkohol

- 12 kotel za destilacijo trikloretilena
- 13 hladilnik
- 14 florentina
- 15 zbiralnik za eterična olja
- 16 zbiralnik za trikloretilen
- 17 ločnik za čiščenje klorofila

Raziskovalna organizacija: Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo
Slovenije

Tema: Iskorišćanje stranskih gozdnih proizvodov

Nosilec naloge: Dr. Bogdan Ditrich

Sodelavec: Ing. Ljorka Kervina

Področje: Biotehnične vede

Struka: Kemična

Vidiki: Tehnološki

Vrsta raziskave: Aplikativna

Koristniki, ki bodo uporabljali raziskave: Gospodarske organizacije

Viri financiranja: SRK - lastna sredstva

Začetek naloge: 1965

Naloga končana: 1966

Dec.klasifikacija: 613

Skupno število strani: 53