

Toksične snovi v lesovih

Toxical substances in wood

avtorja prof. dr. **Vesna TIŠLER**, **Igor LIPUŠČEK**, univ. dipl. inž.,
Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Rožna dolina, c. VIII/34, 1000 Ljubljana

Izvleček/Abstract

Predstavljene so najpomembnejše toksične snovi v lesovih, njihove lastnosti, vplivanje na človeka. Opisan je tudi postopek ugotavljanja in njihova identifikacija. V nadaljevanju so predstavljene domače in tuje, predvsem tropske drevesne vrste, ki vplivajo na zdravje ljudi.

In the article the most toxic substances in wood species like its properties, its influence on human health, methods of diagnosing and its identification are being presented. Also are presented the homegrown and foreign tree species, especially tropical ones, which have influence on workers health.

Ključne besede: les, toksične snovi, vpliv na zdravje

Keywords: wood, toxical substances, health influence

1. UVOD

V Evropi je približno 50 družin rastlin, v katerih so odkrili strupene snovi, v svetovnem merilu pa je ta številka mnogo višja, giblje se okoli 300. Količina strupenih in zdravju škodljivih snovi se v rastlinah zaradi številnih vzrokov spreminja. Razporeditev teh snovi je v posameznih delih rastline različna.

Rastlinski strupi ne delujejo na vse ljudi enako, v veliki meri je to odvisno od dispozicije, starosti in splošnega zdravja posameznika. Toksične snovi organizem bolje prenaša, če se nanje navadi. Kot značilna se omenjata nikotin in kofein, ki pa lahko pripeljeta do kroničnih obolenj.

V zadnjem času velikokrat slišimo "Nazaj k naravi!", kar naj bi pomenilo rešitev pred številnimi kemikalijami in strupi, ki nas po mnenju nekaterih zelo ogrožajo. Navadno se ne zavedamo, da je tudi v naravi veliko število strupenih snovi, ki pa jih večinoma ne krivimo za bolezenske simptome, ki se pojavijo.

Tudi lesovi, ki jih imamo za zdravju neškodljive in okolju prijazne, lahko vsebujejo toksične snovi. V Evropi je takih lesov bolj malo, večino dre-

vesnih vrst, katerih les vsebuje toksične snovi, najdemo v tropskih krajih. V večini so to lesovi listavcev.

Poraba lesa za pohištvo, furnir, konstrukcije, ladje, okrasne predmete in številne druge namene ves čas narašča. V svetovnem merilu se predvideva, da bo svetovna poraba hlodovine v letošnjem letu 4.000 do 5.000 milijonov m³. Tropski listavci, ki vsebujejo največ zdravju škodljivih snovi, prihajajo iz gozdov ob Amazonki, iz centralne Afrike (posebej iz Zaira) in jugovzhodne Azije. Manjši delež tropskih listavcev prihaja v Evropo iz Bolivije, ki je sicer največji proizvajalec hlodovine in polizdelkov Latinske Amerike. V Evropi porabijo največje količine lesa tropskih iglavcev Nemčija, Francija in Španija (Hausen 1981). V Sloveniji, tako kot povsod po svetu, poraba tropskih listavcev pada, tako da letno porabimo za proizvodnjo furnirja le okrog 20.000 m³.

Vzrok za splošno znižanje porabe tropskih listavcev je v prepovedi uničevanja deževnih gozdov na zemlji in zavest o nesmiselnih posegih v naravno okolje, ki jo krepijo predvsem varstveniki okolja. Manj je k znižanju uporabe teh lesov, katerih večina je

zdravju neprijaznih, pripomoglo dejstvo, da delo s temi lesovi prinaša resne zdravstvene težave proizvajalcem in potrošnikom tovrstnih izdelkov.

Ne glede na postopno znižanje uporabe okolju neprijaznih lesov, je dobro poznati najpomembnejše snovi, ki prispevajo k njihovi škodljivosti, in najosnovnejše posledice, ki jih te snovi povzročajo.

2. NAJPOMEMBNEJŠE SKUPINE TOKSIČNIH SNOVI

Toksične in dražljive komponente lesa so akcesorne snovi, ki se zlasti pojavljajo v jedrovini, predvsem v lesovih listavcev. Večina je izločljiva z organskimi topili. Njihova funkcija je ščititi les pred škodljivci, okužbo gliv, napadom insektov in bakterij. Večina so to stranski in končni produkti živega drevesa, ki za rastlino niso uporabni, in se odlagajo v mrtve celice lubja in jedrovine, ki se s tem tudi obarva. Skorja in beljava lahko vsebujeta povsem drugačne snovi od tistih, ki so v jedrovini, lahko pa so tudi enake toda v različnih (navadno nižjih) količinah.

Vsebnost toksičnih spojin v lesovih se zelo spreminja. Odvisna ni le od letnega časa, geografske lege, rastišča in ekoloških pogojev, pač pa je njihova količina različna celo med posameznimi osebki iste vrste, ki rastejo na istem mestu, med seboj oddaljeni le nekaj metrov.

Med toksične spojine lesov prištevamo:

- alkaloide,
- antrakinone,
- flavonoide,
- kumarine,
- glikozide,

- saponine,
- stilbene,
- terpene,
- in druge manj pomembne razrede spojin.

2.1. Alkaloidi

Alkaloidi so v rastlinskem svetu izredno razširjeni. Poznanih je več kot 4.000 rastlinskih alkaloidov. Predvidevajo, da so v približno 10 % od vseh rastlin na zemlji. Samo v krompirju, ki ga uživamo vsak dan, so jih odkrili prek 20. Alkaloidi so izolirali iz korenin, semen, listov, lesa in skorje (D'Mello 1991).

Kemijsko gledano so aldehidi baze, ki imajo dušik kot hetero atom vključen v ciklični spojin. Na človeka delujejo zelo različno. So lipofilni in se resorbirajo skozi poškodovano kožo. Delovanje alkaloidov na živa bitja se odraža kot občuten fiziološki efekt, ki pa je od alkaloida do alkaloida drugačen. Nekateri alkaloidi vzpodbujajo centralni živčni sistem, drugi povzročajo paralizo. Nekateri dvigajo krvni tlak, drugi ga znižujejo. Včasih alkaloidi olajšajo bolečino, drugi delujejo kot pomirjevala, tretji omogočajo infekcijo mikroorganizmov itn. Večina alkaloidov je za ljudi škodljivih, ko presežejo določen prag oz. dozo, ki pa je pri nekaterih alkaloidih zelo nizka (Solomons, 1996).

Učinkovanje večine alkaloidov se odraža kot oponašanje ali zaustavitev delovanja živčnih prenosov, drugi delujejo na dihalne funkcije. Lahko spremenijo ritem srca ali povzročijo poškodbe na koži. Nekateri med njimi so smrtno nevarni, drugi so v majhnih količinah zdravila in poživila.

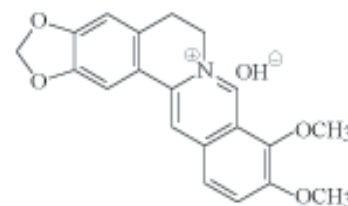
Značilnosti zastrupitve z alkaloidi so prekomerno slinjenje, razširitev ali skrčitev zenic, glavobol, bruhanje,

bolečine v želodcu, driska, raztresečnost, koma in celo smrt.

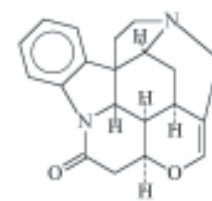
Med znane alkaloidi lesa spadajo **berberin** in njegovi derivati kot na primer jatronizin, palmatin in kulumbanin, ki jih sintetizirajo rastline iz družine BERBERIDACEAE. So le delno strupeni, predpostavlja se njihovo antibiotično delovanje.

Strihnin vsebujejo drevesa iz rodu *Strychnos spec.* Strihnin je zelo strupen - LD_{50}^1 (podgane) = 5 mg/kg. Zastrupitev s strihninom povzroči

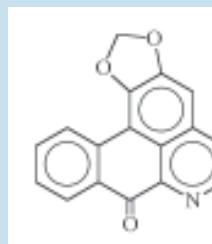
¹ letalna doza, pri kateri 50 % osebkov preživi, 50 % osebkov pa pogine
i.v. - intravenozno, v žilo
p.o. - oralno, z zavžitjem
i.p. - intraperitonealno, potrebušno



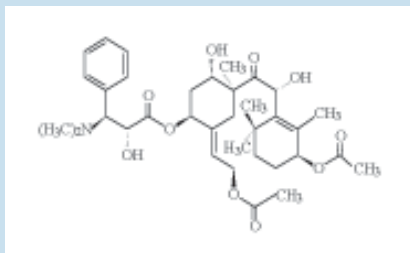
□ Berberin



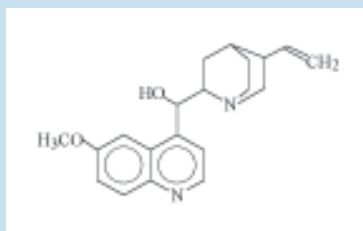
□ Strihnin



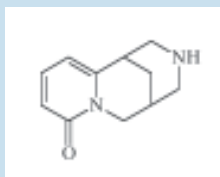
□ Liriodenin



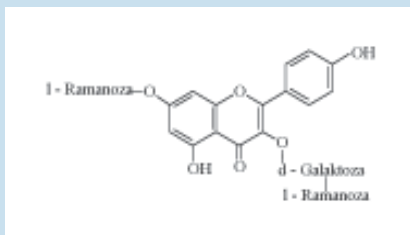
□ Taksin



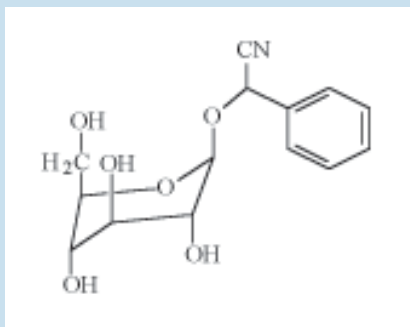
□ Kinin



□ Citizin



□ Robinin



□ Sambunigrin

zelo močne krče in smrt. Ugotovili so tudi njegovo terapevtsko delovanje, če doziranje ni prekoračeno, vendar se pri daljši uporabi kumulira v telesu in poškoduje jetra.

Liriodenin in magnoflorin najdemo v raznih vrstah iz družine MAGNOLIACEAE, eden teh je *Liriodendron tulipifera* L. Ti alkaloidi povzročajo alergične reakcije in poškodujejo kožo. Daljša izpostavitve povzroča dermatitis.

Kurare je skupno ime za zmes alkaloidov, ki so jih Indijanci iz tropske Južne Amerike pridobivali iz skorje in rabili za zastrupitev puščic; glavna sestavina je D- turbokurarin, ki ima v kemijski zgradbi štiri benzenove obročje in dva dušikova atoma. Je izredno strupen in deluje, če pride v kri, že v minimalnih količinah. Meso, s kurare zastrupljenih živali, je užitno, ker telo prek prebavnega trakta prenese večje količine.

Taksin je alkaloidna frakcija, ki jo vsebujejo tise *Taxus baccata* L. Glavna komponenta je taksin, po katerem je frakcija dobila ime. Taksin je zelo strupen - LD₅₀ (podgane) = 4,5 mg/kg i.v., povzroča spremembe v delovanju srca (aritmija in upočasnitev delovanja) in dvig krvnega tlaka. Večje doze povzročajo izgubo zavesti, kolaps, komo in smrt zaradi zaustavitve krvnega obtoka in dihanja.

Kinin najdemo v drevesih *Cinchona pubescens* Vahl. Kinin je strupen, v majhnih količinah pa je zdravilo, ki ozdravi malarijo. Umetno pridobljen se uporablja kot dodatek šamponom in lasionom za lase. Strupenost β-kinina znaša - LD₅₀ (mačke) = 21,6 mg/kg intravenozno.

Citizin in N- metilcitizin so našli v lesovih nagojev *Laburnum spec.*, afromozije *Afromosia elata*, *Peri-*

copsis elata von Meuwen, v semenih japonske sofore *Sophora japonica* L. Sta dokaj strupena, delujeta na centralno živčevje in kostni mozeg, LD₅₀ (miši) = 101 mg/kg p.o. za citizin in >500 mg/kg p.o., 21 mg/kg i.v., 51 mg/kg i.p. za N- metilcitizin. Simptomi zastrupitve se kažejo kot skeletne v ustih in žrelu, slinjenje, slabost, krvavo bljuvanje, znojenje, omotica, vrtoglavica, razburjenost, stanje zmedenosti s halucinacijami ali delirium, trzanje mišic, krči in kolaps. Dolgotrajnejši učinek teh alkaloidov povzroča dermatitis, draženje sluznice, glavobol, slabost in celo ohromitev.

2.2. Glikozidi

Glokozidi so spojine ogljikovih hidratov z drugimi vrstami spojin, kjer je glikozidna OH-skupina derivatizirana. Glikozidi so glukozidi, galaktozidi, manozidi, itd., aglikoni – niso monosaharidi. Lastnosti glikozidov so odvisne predvsem od aglikonov.

Evomonosid je glikozid, ki ga najdemo v navadni trdoleski *euonymus europaeus*. Je strupen - LD = 0,28 mg/kg i.v.

Robinin je glikozid, ki ga najdemo v robinji *Robinia pseudoacacia*.

Sambunigrin je cianoglikozid, ki ga sintetizira črni bezeg *Sambucus nigra*.

2.3. Kinoni

Kinoni so dokaj razširjeni, še posebej v tropskih lesovih. So dražeči, posebno z zaužitjem ali vdihavanjem, povzročajo draženje kože, alergijo in dermatitis. Nekateri med njimi so zelo močni alergetiki. V lesovih najdemo različne kinone, med temi so 2,6-dimetoksibenzokinon, lapahol, β-dihidrolapahon, tektokinon, 4-metoksidalbergion, rapanon, embe-

lin, krizofanol-9-antron, fiskion-9-antron, fiskion-10-antron in druge.

2.4. Kumarini

Nekatere rastline vsebujejo kumarine, ki lahko povzročijo neobarvano ali rahlo obarvano kožno preobčutljivost na ultravijolične sončne žarke. Njihov vonj spominja na sveže pokoseno travo. Snovi pridejo z dotikom na in v kožo, kjer so vzburjene z ultravijoličnimi, navadno sončnimi, žarki. To povzroči kemične spremembe, kar vodi k poškodovanju celic. Odrazi se kot srbenje, rdečica, toplina, zabuhlina ali nabreklost okužene kože. Mehurčki se lahko napihnejo in počijo, nato nastanejo hraste ali sekundarne okužbe. Lahko se zgodi, da začne koža odmirati. V lesovih se nahajajo kumarini, kot so psoralen, 8-metilpsoralen, ksantotoksin, ksantiletin, ksantoksiletin itn.

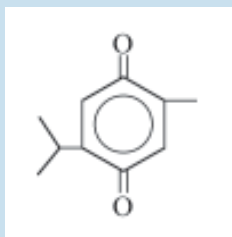
2.5. Saponini

Ime so dobili po njihovi sposobnosti, da v vodni raztopini tvorijo čvrsto peno, ki je podobna milnici. Več kot tisoč rastlinskih družin vsebuje saponine v različnih mešanicah. Vsebnost saponinov v naravi variira glede na del rastline, starost in okolje. Vsi saponini vsebujejo aglikon, povezan z enim ali več sladkorji ali oligosaharidi.

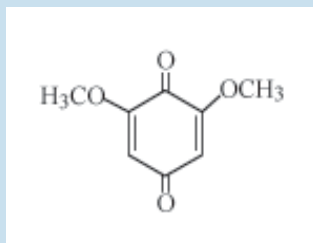
Aeskin je saponin, ki ga najdemo v navadnem divjem kostanju *Aesculus hippocastanum*. Je dokaj strupen - LD_{50} (podgane) = 134 mg/ kg p.o.

2.6. Terpeni

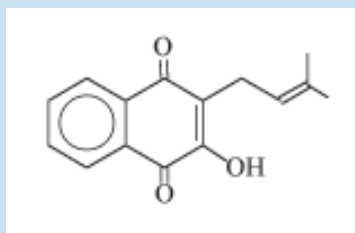
Terpeni so hlapna frakcija eteričnih olj. Terpeni z nižjo molekularno maso sodijo med prijetno dišeče snovi. So zelo reaktivni in se hitro pretvorijo v strupene snovi. Terpeni so tudi sami po sebi strupeni. V lesovih najdemo veliko terpenov, med njimi so mono-



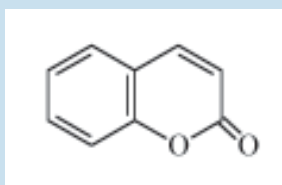
□ Timokinon



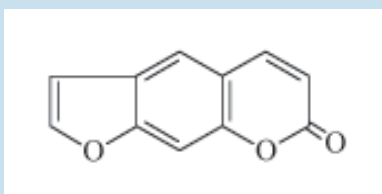
□ 2,6-dimetoksibenziokinon



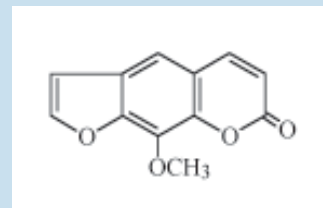
□ Lapahol



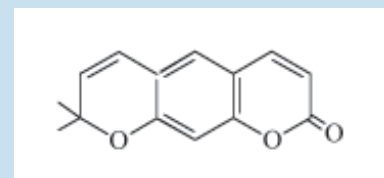
□ Kumarin



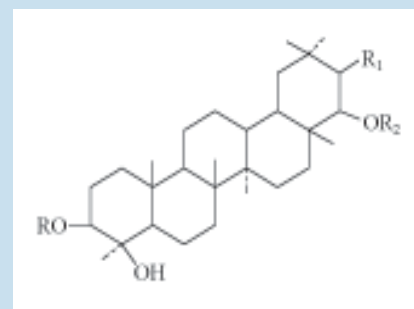
□ Psoralen



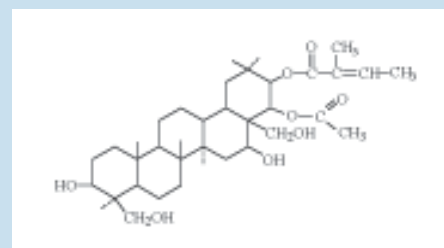
□ Ksantotoksin



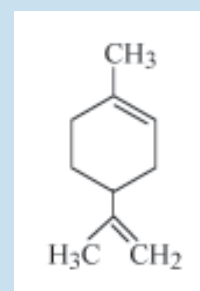
□ Ksantiletin



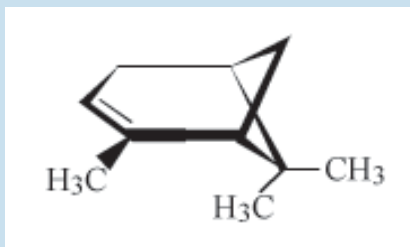
□ Strukturna formula saponinov



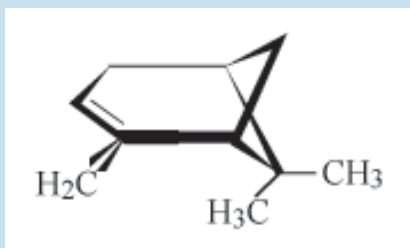
□ Aeskin



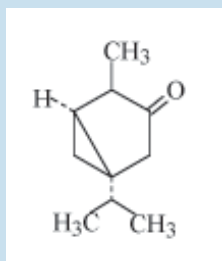
□ Limonen



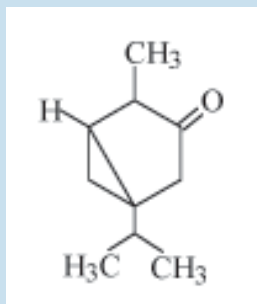
□ **α - pinen**



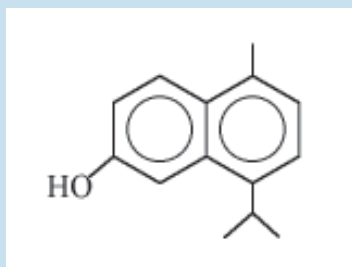
□ **β - pinen**



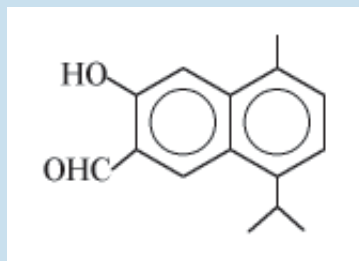
□ **α - tujon**



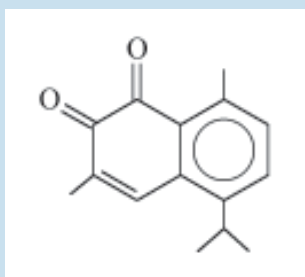
□ **β - tujon**



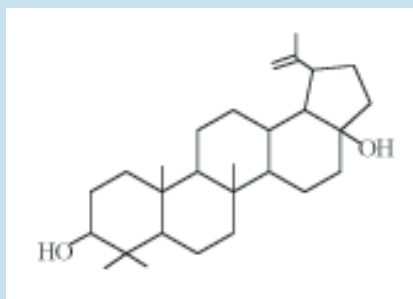
□ **Lacinilen A**



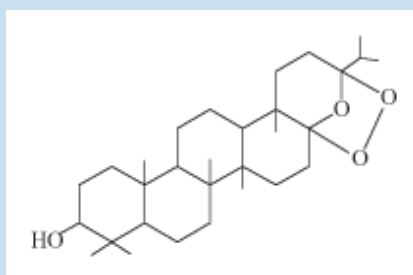
□ **7 - hidroksikadelenal**



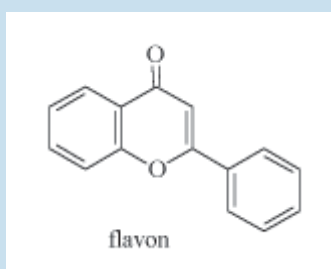
□ **Mansonon C**



□ **Betulin**



□ **Gilvanol**



□ **Flavon**

terpeni, kot so mircen, limonen, γ -terpinen, β -felandren, α -cimen, terpinolen, α -pinen, β -pinen, Δ^3 -karen, sabinen, tujon...; diterpeni: tunbergen, pimaradin, manoiloksid, pimarinol, lariksol, levopimaral ...; triterpeni: betulin, skualen, serateniol, β -sitosterol, gilvanol, cikloartenol ... in seskviterpeni: farnesen, nerolidol, lacinilen A, α -kadinen, γ -murolen, longipinen, 7-hidroksikadelenal, mansonon C.

Limonen je monotermen, ki se nahaja v drevesih limonovca (*Citrus spec.*). Njegova strupenost znaša - LD_{50} (podgane) = 5,3 g/kg p.o.

Pineni (α -pinen, β -pinen, D - pinen) so terpeni, ki jih najdemo v lesu evkaliptusa, bora, macesna ... Pineni dražijo kožo in sluznico, inhalacija povzroča slabost, bolečino v prsih, razbijanje srca, bronhitis, nefrit, dolgotrajnejši kontakt povzroči nevaren kožni tumor.

Tujon (α - tujon in β - tujon) je monotermen, ki ga najdemo v drevesih *Thuja orientalis* in *chamecyparis spec.* Strupenost znaša - LD_{50} (miši) = 87,5 mg/kg s.c. za α -tujon in 442,4 mg/kg s.c. za β -tujon

Seskviterpeni:

lacinilen A, 7, hidroksikadelenal, mansonon C.

Triterpenoidi:

betulin, gilvanol

2.7. Flavonoidi

Flavoni so derivati flavona in so snovi, ki imajo v kemijski zgradbi 2 ali 3 benzenove obročje. Navadno vsebujejo hidroksilno skupino na enem ali obeh benzenovih obročih. Običajno so svetlo rumene barve. V lesovih se nahajajo flavonoidi, kot so krizin, taksifolin, pinocembrin, pinobanksin, pinostrobin in katehin.

2.8. Fenoli

Fenoli so spojine, kjer je ena ali več hidroksilnih skupin vezanih na aromatsko jedro. Na aromatskem jedru so lahko poleg OH –skupin vezane tudi stranske verige. So šibke kisline, nekateri so strupeni. V stiku s kožo pri občutljivih ljudeh povzročajo draženje kože in alergije. V lesovih se nahajajo fenoli, kot so p-hidroksibenzolaldehid, vanilin, p-etilfenol, koniferilaldehid, gvajakolglicerol, koniferin, sinapaldehid, propiogvajakon, eugenol, siringaldehid, gvajakol, p-krezol, itn.

2.9. Stilbeni

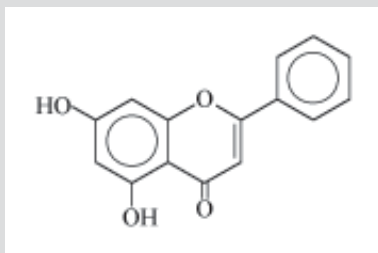
V lesovih so stilbenovi derivati. Zanje je značilno, da modro fluorescirajo v ultravijolični svetlobi. Uporabljajo se tudi kot optični belilci v pralnih sredstvih, ker dajejo v beli svetlobi vtis posebne beline. V stiku s kožo občutljivih ljudi povzročajo alergije in draženje kože. V lesovih se nahajajo naslednji stilbeni: 4-hidroksistilben, 4-metoksistilben, pinosilvin, pinosilvin-dimetileter, piceid, itn.

3. UGOTAVLJANJE TOKSIČNIH SNOVI V LESOVIH

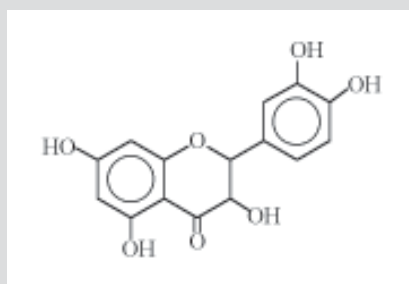
Toksične snovi v lesovih se največkrat določajo s tankoplastno kromatografijo. Najprej se izvede kromatografija, ki da približne rezultate. Točna določitev se dobi, ko je vzporedno delan test s primerljivo substanco oz. standardom.

Vzorec je najprej potrebno drobno zmleti oz. uporabiti lesni prah, nato se ga ekstrahira s primernim topilom. Primerni topili sta metanol in etanol, v katerih se toksične snovi dobro topijo.

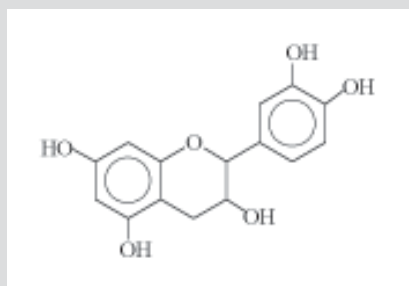
Za tankoplastno kromatografijo se praviloma uporabljajo nepolarne



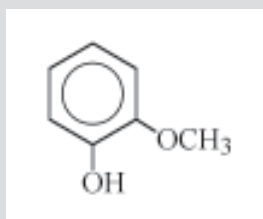
□ Krizin



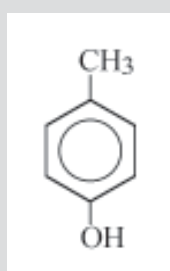
□ Taksifolin



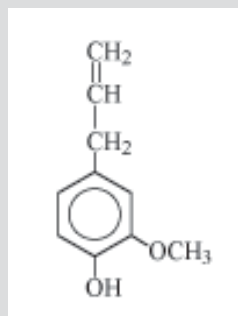
□ Katehin



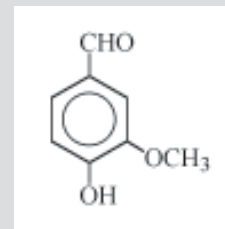
□ Gvajakol



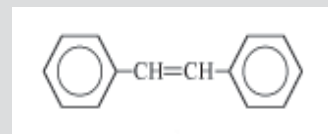
□ p-krezol



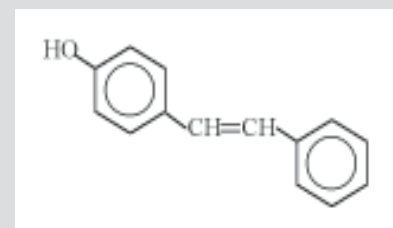
□ Eugenol



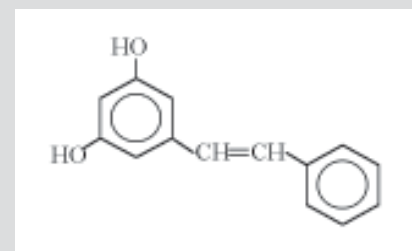
□ Vanilin



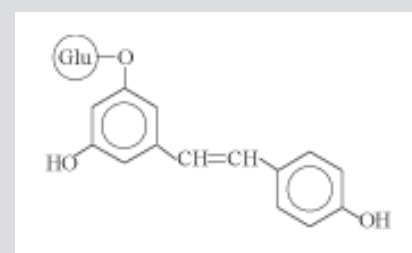
□ Stilben



□ 4-hidroksistilben



□ Pinosilvin



□ Piceid

sredstva z nizkimi R_f^2 vrednostmi in močno polarna sredstva z visokimi R_f vrednostmi. Brockmann razvršča mobilne faze glede na naraščajočo polarnost takole:

visoka polarnost →	baza
	kislina
	voda
	metanol
	etanol
	butanol
	aceton
	etilacetat
	eter
	kloroform
	benzen
	toluen
	tetraklorometan
	cikloheksan
nizka polarnost →	bencin

Pri kromatografiranju neke nepreizkušene zmesi, je potrebno uporabljati topila oz. mobilne faze po vrsti, od nizke polarnosti proti visoki. Zelena polarnost se lahko doseže tudi z mešanjem posameznih topil med sabo.

Po razvijanju in sušenju kromatografskih plošč sledi postopek, podoben kot pri papirni kromatografiji. V vidni ali UV svetlobi opazne madeže označimo z iglo in po prebrizganju z reagentom, preverimo glede na barvno sestavo oz. barvno spremembo. Anorganski absorbenti dovoljujejo uporabo agresivnih reagentov, kot so žveplove (VI) kislina, fosforjeva (V) kislina in fosformolibdenska kislina pri 120 °C.

Ko je postopek tankoplastne kromatografije končan, dobljene rezultate ocenio s kromatogramom oz. spektralnim fotometrom.

4. VPLIVI TOKSIČNIH SNOVI LESA NA ČLOVEKA

Z naraščajočo predelavo lesa se povečujejo tudi zdravstveni problemi ljudi, ki so v kontaktu z njim oz. s prahom in delci lesa (oblanci, žagovina ipd.). Najnevarnejši je vsekakor prah, ki nastaja pri žaganju, skobljanju in brušenju. Njegov biološki učinek sestoji iz mehanskega in fizikalno kemičnih dejavnikov. Prašni delci ne povzročajo le vnetij sluzastih membran nosa, grla in oči ter notranjih predelov dihalnega trakta. Pogosto povzročijo tudi alergije, ob daljši izpostavljenosti astmo ter bolj ali manj resne poškodbe kože ali celo zastrupitev.

Nekatere drevesne vrste povzročajo splošne simptome, kot so glavobol, bruhanje, srčno aritmijo, druge poškodujejo kožo mehanično z vlakni in trskami, ki jim sledi infekcija, spet tretje vsebujejo snovi, ki se respirirajo skozi kožo in povzročajo alergije, vnetja kože, dermatitis in celo zastrupitve.

Bolniki so navadno delavci v lesni industriji, redkejši pa so primeri tistih, ki se z lesom ukvarjajo za hobi. Kožna obolenja se lahko pojavijo tudi pri kontaktu s končnimi izdelki iz lesa, kot so zapestnice, ogrlice, ročaji za nože, leseni čevlji (cokle), glasbeni instrumenti, lesen nakit itd.

Večina evropskih drevesnih vrst z biološkim delovanjem povzroča alergične reakcije kože in obolenja dihalnih organov (kašelj, astma), tropске drevesne vrste pa vsebujejo večje količine toksičnih snovi, ki so tudi zdravju bolj škodljiva in povzročajo resnejša obolenja in tudi zastrupitve.

V zadnjem času se na trgu pojavljajo tudi lesovi dreves, ki so bila izpostavljena radioaktivnemu sevanju (goz-

dovi iz okolice Černobila). Ti lesovi lahko vsebujejo toksične snovi, katerih kemijska zgradba je spremenjena in so učinki lahko močnejši. Obdelovanje takega lesa in zadrževanje v bližini končnih izdelkov iz lesa, ki je bil izpostavljen radioaktivnemu sevanju, je zdravju škodljivo.

Učinki substanc iz lesa, ki vplivajo na zdravje ljudi

Učinki substanc iz lesa na zdravje ljudi so zelo slabo znani. Temu področju posvečamo premalo pozornosti in raziskav delno tudi zato, ker so nekateri avtorji prepričani, da so zdravstvene težave delavcev v lesarstvu povezane predvsem z dodatki, kot so lepila, lužila, premazna sredstva ... in ne z lesom samim.

Nekatere vrste lesa uporabljamo, kljub znani strupenosti in povzročanju alergij, ker imajo zelo cenjene (mehanske in estetske) lastnosti; le-te so pomembnejše od nevarnosti zdravstvenih težav, ki jih lahko povzročajo.

Z lesom se lahko okužimo na različne načine:

- z vlakni ali trskami - mehanska poškodba,
- z žagovino ali lesnim prahom – zastrupitev,
- s prahom, ki "okuži" kožo in sluznico – vnetje,
- s finim lesnim prahom ali direktnim kontaktom lesa s kožo – občutljivost,
- s hlapnimi snovmi, ki se izločajo iz lesa - občutljivost, zastrupitev.

5. VRSTE BOLENJ

Vnetje zaradi mehanske poškodbe

Vlakna in trske prodrejo skozi kožo pri delu z neobdelanim lesom, ki

² - retencijski faktor - razmerje med dolžino poti topila in dolžino poti substance

vsebuje alkaloidne in druge strupene sestavine. Te snovi povzročajo vnetja in otežujejo zdravljenje ran.

Splošni simptomi

Ko aktivne substance prodrejo skozi kožo, v dihalni trakt ali z zaužitjem, se pojavijo simptomi, kot so glavobol, slabost, bruhanje, motnje vida, zaspanost, vrtoglavica, krvavenje iz nosa, prekomerno slinjenje, žeja, izguba apetita, krči, potenje...

Vnetje sluznice

Vnetje nosa in grla, težave z dihanjem, suho in boleče grlo, kihanje, kot tudi solzenje oči, krvavenje iz nosa, napadi astme itn., se pojavijo pri delavcih, izpostavljenih finemu lesnemu prahu. Ti simptomi se pojavijo 4 do 6 ur po izpostavitvi prašnim delcem.

Vnetja kože

Vnetje kože povzroča drevesni sok ali lateks, ki je tipičen za vsako družino rastlin. Do vnetja pride zaradi stika z lesom, žagovino ali prahom. Vnetja se kažejo kot rdeči kožni madeži, mehurčki, mehurji ali bule.

Kontaktna urtikarija

To je reakcija kože (ki se obarva

modro ali živobarvno) zaradi kontakta kože z lesom ali žagovino. Reagira imunski sistem telesa. Pojavijo se zelo srbeči, navadno rdeče obrobjeni izpuščaji.

Dermatitis

Sestavine iz lesa, žagovine ali prahu prodrejo skozi kožo in povzročijo občutljivost. Navadno pride do dermatitisa pri tistih ljudeh, ki so dalj časa izpostavljeni škodljivim snovem (delajo z lesom daljši čas). Dermatitis se najprej pojavi na hrbtni strani dlani, podlakti in vekah, nato po preostalem delu obraza in vratu, kasneje pa se lahko razširi na vse telo.

Bronhialna astma

Povzroča jo droben lesni prah, ki nastaja med lesnoobdelovalnimi procesi, kot je žaganje, skobljanje, rezkanje, brušenje itn. Velikost prašnih delcev, ki se pojavljajo ob različnih operacijah, variira od 5 do 11 mm. 75 % prašnih delcev ima premer 4,5 do 13,5 mm, približno 25 % prašnih delcev pa ima premer manjši od 5 mm. Koncentracija lesnega prahu je v lesarskih tovarnah nekje med 1 in 25 mg/m³, povprečno 5,9 mg/m³. Inhalacija finega lesnega prahu, ki vsebuje določene toksične snovi, povzroča obolenja dihalnega sistema.

Pojavijo se težave, kot so kašelj, sopenje, naduha, težko dihanje, občutljivost prsnega koša, vnetje sluznice in astma. Majhni prašni delci pridejo v pljučih do bronhijev, kjer povzročijo krče tankih mišic.

Alergije

Kontakt kože s svežim lesom ali lesnim prahom, drevesnih vrst, ki vsebujejo alergenitike, povzroča alergične reakcije kože.

Rakov tumor

Domnevamo, da je droben lesni prah lesov, ki vsebujejo kondenzirajoče tanine, kancerogen. Kondenzirajoči tanini imajo namreč kancerogene lastnosti.

6. EVROPSKE DRE- VESNE VRSTE, KI VSEBUJEJO TOKSIČNE SNOVI, IN VPLIVAJO NA ZDRAVJE LJUDI

Breze *Betula spec.*

Včasih les brez vsebuje kinone (betulakrisokinon), ki povzročajo dermatitis.

Bukev *Fagus sylvatica L.*

Fin lesni prah bukke povzroča bronhialno astmo. Jetrniki in lišaji, ki rastejo na bukovem lubju, vsebujejo seskviterpene - frulanoid, tako prah, ki nastaja pri razžagovanju bukovine povzroča dermatitis.

Črna jelša *Alnus glutinosa L.*

Eden od taninov črne jelše povzroča alergijo.

Divja oljka *Olea europaea L.*

Neposreden stik lesa divje oljke s kožo lahko povzroči draženje, alergijo in dermatitis.

□ Preglednica 1. Posledice, ki jih povzročajo toksične snovi v lesovih

Vrsta sestavine	Posledica
Alkaloidi	zastupitev
Glikozidi	vplivajo na delovanje srca, so strupeni
Flavonoidi	vplivajo na delovanje srca, višanje krvnega tlaka, delujejo kot odvajala (driska), redko povzročajo alergijo
Furokumarini	fotostrujenost, včasih povzročajo alergijo
Kateholi	močna občutljivost nanje, so dražeči
Kinoni	so dražeči, povzročajo alergijo
Terpeni	povzročajo alergijo, so tudi dražeči
Stilbeni	povzročajo alergijo, so tudi dražeči
Fenoli	so dražeči, povzročajo tudi alergijo
Saponini	so dražeči
Minerali	po mehanski poškodbi so dražeči

Evropski macesen *Larix decidua* Mill

Vsebuje terpene (Δ^3 -karen, α -pinen in β -pinen), ki lahko povzročajo alergijo.

Nagnoj *Laburnum spec.*

Vsebuje alkaloidne (citizin, N-metil-citizin, kinolizidalkaloid), ki povzročajo sklenje v ustih in žrelu, slinjenje, žejo, slabost, glavobol, bruhanje, davljenje, znojenje, dermatitis, omotico, šibkost in celo ohromitev.

Navadna ameriška duglazija *Pseudotsuga menziesii* Franco

Vsebuje terpene (α -pinen, Δ^3 -karen, tunbergol), ki povzročajo alergijo.

Navadna jelka *Abies alba* Mill.

Vsebuje terpenoide, ki lahko povzročijo rdečice, srbečice, mozoljavost in izpuščaje.

Navadni pušpan *Buxus sempervirens* L.

Vsebuje alkaloidne, kot so buksin, parabuksin, buksinidin, parabuksinidin, buksinamin in druge, ki povzročajo slabost, bruhanje, omotico, drisko, krče, nižajo krvni tlak, povzročajo dermatitis, astmo in draženje kože.

Oreh *Juglans spec.*

Vsebuje naftokinon (juglon) in glikozide, ki povzročajo dermatitis, draženje kože in šibke alergije.

Pravi kostanj *Castanea sativa* Mill.

Vsebuje saponine (aeskin in aeskinin), ki povzročajo bruhanje, drisko, močno žejo, nemirnost, prestrašenost, rdečico na obrazu, razširitev zenic, motnje vida in motnje v zavesti.

Rdeči bor *Pinus sylvestris* L.

Vsebuje terpene kot sta α -pinen in

β -pinen, ki povzročajo sklenje v ustih in žrelu, bolečine v trebuhu, dia-rejo, omotico, vrtoglavico, znižanje krvnega tlaka in nezavest ter terpenoida pinosilvin in koniferilbenzoat, ki povzročata dermatitis.

Robinija *Robinia pseudoacacia* L.

Vsebuje flavonoide: robin, siringin, protokatehin, ki povzročajo bruhanje, dremavico, krče. Lesni prah povzroča dermatitis.

Tisa *Taxus baccata* L.

Vsebuje alkaloidno frakcijo imenovano taksin. Vsi deli drevesa, z izjemo rdečih semenskih ovojnic, so strupeni. Še posebno nevarne so iglice, ki poleg alkaloidov vsebujejo tudi večje količine cianogenih glikozidov (10 do 40 mg/kg iglic), njihova vsebnost se v jeseni poviša. Vrste tise, ki rastejo v vzhodni Aziji so bolj strupene. So izjema med iglavci, ker sintetizirajo strupene snovi. Drobni delci prahu povzročajo draženje kože in dermatitis. Delo z lesom tise povzroča glavobole. Iglice, steblo, lubje, cvetni prah in les vsebujejo različne toksične komponente, ki povzročajo spremembe v delovanju srca (aritmija in upočasnitev delovanja) in dvig krvnega pritiska, večje doze povzročajo izgubo zavesti, kolaps, komo in smrt zaradi zaustavitve krvnega obtoka in dihanja. Dobro znane so zastrupitve živine in ljudi z iglicami tise.

Trepetlika in topoli *Populus spec.*

Vsebujejo terpene kot sta α -pinen in Δ^3 -karen, katerih peroksidi lahko povzročajo alergije in dermatitis.

7. TUJE DREVESNE VRSTE, KI VSEBUJEJO TOKSIČNE SNOVI IN SE PRI NAS NAJVEČ UPORABLJAJO

Od tujih drevesnih vrst, ki se pri nas pojavljajo, je največji delež tropskih lesnih vrst, ki vsebujejo največ toksičnih in tudi najbolj strupenih snovi, ki so zdravju škodljive.

APOCYNACEAE – za vsa drevesa iz te družine predvidevajo, da so toksična.

Aspidosperma polyneron, *Aspidosperma peroba*, *Aspidospermavargasii* so znane pod komercialnim imenom peroba rosa.

Vsebujejo alkaloidne kubracine kot so kubracin, kubracamin, fizostigmin itn. Sveže posekan les in tudi lesni prah povzroča splošne motnje, kot so draženje nosa, grla in oči, slabost, krči, znojenje, zaspanost in slabost, pa tudi spremembe v delovanju srca. Daljša izpostavitve prahu teh lesov povzročajo dermatitis in druge izpuščaje na koži ter astmo.

Gonioma kamassi E. Mey – komercialno ime boxwood

Vsebuje alkaloid kamasin ali kubrahamin, ki učinkuje na živčevje in ima podobne lastnosti kot kurare. Povzroča tudi dermatitis.

BIGNONIACEAE

Paratecoma peroba Kuhlman. – peroba, jaune

Vsebuje furano kinone (lapakenol), ki povzročajo dermatitis, draženje sluznice in astmo.

Tabebuia serratifolia Nichols. – lapacho, bethabara

Vsebuje kinone npr.: lapahol in deoksilapahol, ki povzročajo kontaktni dermatitis.

DIPTEROCARPACEAE

Dipterocarpus alatus Roxb. – yang

Vsebuje seskviterpene, ki povzročajo bronhialno astmo, dermatitis, draženje sluznice, vnetja po mehanski poškodbi, bolečine v trebuhu in krče.

EBENACEAE

Diospyros crassiflora Hiern. - ebony, ebenovina

Vsebuje naftokinone kot so 7-metiljuglon, plumbagin, sinanolon, manegakinon, izosinanolon, diospirin, eliptinon, izodiospirin, neodiospirin in maritinin. Naftokinoni povzročajo alergije in dermatitis, ki se lahko pojavijo tudi po stiku kože s končnimi izdelki iz tega lesa.

LAURACEAE

Criptomycarya pleurosperma White & Francis - walnut, poison

Vsebuje alkaloid kriptopleurin, ki povzroča zelo boleč dermatitis. Pojavi se po dveh do treh dneh po izpostavitvi lesnemu prahu. Koža najprej pordeči in postane mozoljava, nato se pojavijo mehurčki, ki nato postanejo luskavi. Simptomi dosežejo maksimum po dveh tednih, vseskozi pa jih spremlja glavobol.

Ocotea rodiaei Mez. - greenhart, *Ocotea barcellensis* Mez., *Ocotea rubra* Mez. - louro

Vsebujejo alkaloide: demararin, dirozin, norodiazin, ocoteamin, ocodemerin, otocamin in rodiasin, ki povzročajo dermatitis, prebavne motnje, vnetje grla in težje zdravstvene probleme. Trske povzročajo rane, ki povzročajo težave za daljše časovno obdobje.

Ocotea porosa L. Barr. = *Phoebe porosa* Mez. - imbuja

Les vsebuje dva alkaloida, ki lahko povzročata spodbujanje srca, glavobol, bruhanje in diarejo. Lesni prah draži kožo, povzroča tudi dermatitis.

LEGUMINOSAE/PAPILIONATAE

Afrormosia elata Harms - afromozija

Vsebuje alkaloida citizin in N-metilcitizin ter kristale kalcijevega oksalata. Povzroča dermatitis, želodčne krče, simptome paralize in ohromitev.

Dalbergia latifolia Roxb. - rosewood, vzhodnoindijski palisander

Vsebuje kinone R-3,4-dimetoksidalbergion, S-4-metoksidalbergion, S-4,4'-dimetoksidalbergion, timokinon in druge. Lesni prah pri obdelovanju lesa in kontakt s končnimi izdelki iz tega lesa povzročata alergične reakcije kože in dermatitis.

Dalbergia nigra All. - rosewood, rio palisander

Vsebuje benzokinone imenovane dalbergioni, to so R-4-metoksidalbergion, S-4,4'-dimetoksidalbergion, S-4'-hidroksi-4-metoksidalbergion, ki so močni alergetiki. Alergije in dermatitis povzročajo tudi končni izdelki iz tega lesa.

Dalbergia retusa Hemsl. - cocobolo

Vsebuje kinone kot so S-4'-hidroksi-4-metoksidalbergion, R-4-metoksidalbergion, obtusakinon. Delo s tem lesom povzroča mučenine, motnje vida, alergije in dermatitis. Alergije in dermatitis povzročajo tudi končni izdelki iz tega lesa.

Pterocarpus spec. - padauk, padouk, paduk

Vsebuje flavonoide, saponine in druge, do sedaj neznane, substance. Lesni prah povzroča neprijeten okus v ustih povezan s ponavljajočim bruhanjem, draženje oči in sluzastih membran, otekline in rdeče žarenje obraza, draženje in srbenje kože, dermatitis in bronhialno astmo.

LOGANIACEAE

Strychnos spec. Eno teh je tudi *Strychnos nux-vormica* L., ima tudi mnoga druga imena, kot so Poison nut-tree, Krähenaugenbaum, Noce vomica, ki vsa poudarjajo njegovo nevarnost in strupenost. Seme vsebuje več alkaloidov in glikozidov. Najvažnejša alkaloida sta izredno strupena indolalkaloida, imenovana strihnin in bricin, vsebuje tudi psevdostrihnin, α - in β -kolubrin, vomicin, ikajin, novacin, psevdobrucin. Od naštetih je glavna komponenta strihnin, ki je tudi najbolj strupen. Pri daljši uporabi se kumulira v telesu in poškoduje jetra.

MELIACEAE

Guarea cedrata Pellegr. in *Guarea thompsonii* Sprag. - guarea, bossé

Vsebujejo antotekol in dihidrogedunin. Lesni prah povzroča draženje nosa, oči, grla in kože ter povzroča dermatitis.

Khaya grandifolia DC, *Khaya ivorensis* A. Chev., *Khaya anthotheca* C. DC, *Khaya senegalensis* A. Juss. - mahogany, mahagonij

Vsebujejo antotekol in benzokinone. Lesni prah povzroča dermatitis, bronhialno astmo in alergične reakcije kože. Predvidevajo, da je prah tega lesa kancerogen.

Swietenia macrophylla King in *Swietenia mahagoni* Jacq. - ameriški mahagonij

Vsebujejo benzokinone ter meliacin in njegove derivate. Lesni prah povzroča dermatitis, bronhialno astmo in alergične reakcije kože. Predvidevajo, da je prah tega lesa kancerogen.

MORACEAE

Chlorophora excelsa Benth. & Hook. - iroko

Vsebuje dva stilbena kloroforin in tetrahidroksistilben. Stik z lesom in lesni prah povzročata alergične reakcije kože in dermatitis, lesni prah povzroča tudi draženje sluznice in bronhialno astmo.

STERCULIACEAE

Mansonia altissima A. Chev. – mansonia, bété

Vsebuje glikozide, kinone imenovane mansononi, katerih glavna komponenta je monsonon A in druge, do sedaj neznane snovi, topljive v vodi, ki povzročajo draženje kože. Lesni prah povzroča splošne simptome kot so slinjenje, krvavenje iz nosa, glavobol in spremembe srčnega ritma, povzroča tudi alergične kožne reakcije, bronhialno astmo in je kancerogen.

VERBENACEAE

Tectona grandis L. – tik

Vsebuje dva kinona lapahol in deoksilapahol (DOL), slednji je močan alergetik. Vsebnost le teh zelo variira. Nekateri lesovi vsebujejo zelo majhne količine deoksilapahola, medtem ko ga drugi vsebujejo veliko. Kontakt z lesom in lesnim prahom povzroča alergične reakcije kože in dermatitis, lesni prah povzroča bronhialno astmo.

IGLAVCI

CUPRESSACEAE

Thuja plicata D. Don. – western red cedar

Vsebuje kinone: γ -tujaplicin, timokinon, metil-1,4-benzokinon, 7-hidroksi-4-izopropiltropolon, β -tujaplicin in drugi, ki povzročajo draženje kože, alergične reakcije kože in dermatitis. Lesni prah povzroča bronhialno astmo in je kancerogen.

Calocedrus decurrens Florin - cedar, incense

Vsebuje kinone in sicer 32 % karvakrola, 1 % timokinola, 4 % tomokinona in približno 3 % α -, β - in γ -tujaplicina, ki povzročajo alergije in dermatitis. Ugotovljeno je, da je tomokinon zelo močan alergetik. Alergije in dermatitis povzroča tudi kontakt kože s končnimi izdelki iz tega lesa.

Kratke vesti

LIP BLED v nove naložbe

LIP Bled bo letos obnovil glavno strojno in transportno opremo v obratu opaznih plošč in uvedel novo tehnologijo za izdelavo suhomontajznih podbojev pri notranjih vratih.

V štirih enotah LIP Bled zaposluje 900 ljudi. Lani so prodali za 8 milijard tolarjev opreme in ustvarili 155 milijonov čistega dobička. Približno 80 % proizvodnje so izvozili, predvsem v Nemčijo in na območje nekdanje Jugoslavije. V zadnjem času se odpirajo tudi trgi ZDA, vzhodne in južne Evrope. Tudi po Sloveniji so v zadnjih treh letih odprli kar pet novih prodajnih salonov.

Literatura

1. Carey, F. A. 1996. Organic Chemistry, third edition, international edition. New York, The McGraw-Holl Companies, Inc., 1151 s.
2. Cram, D. J. / Hammond, G. S. 1973. Organska kemija. Zagreb, Školska knjiga, 859 s.
3. D'Mello, J. P. s sod. 1991. Toxic Substances in Crop Plants. Edinburgh, The Royal Society of Chemistry, 339 s.
4. Fengel, D. / Wegener, G. 1984. Wood Chemistry, Ultrastructure, Reactions. Berlin; New York, Walter de Gruyter & Co., 613 s.
5. Hausen, B. M. 1981. Woods injurious to human health: a manual. Berlin; New York, Walter de Gruyter & Co., 189 s.
6. Horvat-Marolt, S. 1993. Dendrologija, učni pripomočki. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, 12 s.
7. Kornhauser, A. 1994. Organska kemija II, 5. izdaja. Ljubljana, DZS, 215 s.
8. Roth, L. / Daunerer, M. / Kormann, K. 1994. Giftpflanzen – Pflanzengifte. Landsberg, ecomed, 1092 s.
9. Schröter, W. s sod. 1993. Kemija: splošni priročnik. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije, 712 s.
10. Sertić, V. s sod. 2000. Utjecaj nekih sastojaka drva na okoliš. Zagreb, Ekološki, biološki i medicinski namještaj – istine i zablude, Ambianta 2000, s. 33 – 37
11. Solomons G. 1996. Organic Chemistry, sixth edition. New York, John Wiley & Sons, Inc., 1218 s.
12. Tišler, V. 1989. Terpeni v smrekovih iglicah. Gozdarski vestnik, 47, 9, s. 398-399
13. Tišler, V. 1991. Kemijska analiza lesa. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Lesarstvo, 47 s.
14. Tišler, V. 1999. Splošna in lesna kemija, Del. 1, interna skripta. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, 171 s.
15. Tišler, V. 2000. Organska kemija kot osnova kemije lesa. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, 314 s.
16. Torelli, N. / Čufar, K. 1989. Drevesne vrste z biološko aktivnim lesom. Les, 51, 5-6, s. 155-156

Rešitev uganke

Kot rešitev uganke iz prejšnje številke **Kaj je rožni les**, si preberite članek z naslovom **Rožni les in palisander** avtorja prof. dr. h. c. Nika Torellija na naslednji strani.

Nova uganika

Kateri **dragoceni les** so Hiramovi in Salomonovi služabniki pripeljali iz Ofirja?