Quercus suber L. - hrast plutnjak

Tadić, Jurica

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:083155

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
ŠUMARSKI FAKULTET
ŠUMARSKI ODSJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ
URBANO ŠUMARSTVO, ZAŠTITA PRIRODE I OKOLIŠA

JURICA TADIĆ

QUERCUS SUBER L. – HRAST PLUTNJAK

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB (RUJAN, 2016.)

PODACI O ZAVRŠNOM RADU

Zavod:	Zavod za šumarsku genetiku, dendrologiju i botaniku
Predmet:	Egzotične drvenaste biljke
Mentor:	Prof. dr. sc. Marilena Idžojtić
Asistent – znanstveni novak:	Dr. sc. Igor Poljak
Student:	Jurica Tadić
JMBAG:	0068220306
Akad. godina:	2015./2016.
Mjesto, datum obrane:	Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 23. rujna 2016. Godine
Sadržaj rada:	Stranica: 25 Slika: 13 Tablica: 1 Navoda literature: 16

Sažetak:

Quercus suber L., (porodica Fagaceae, sekcija *Cerris*) hrast plutnjak, jedna je od najvažnijih drvenastih biljaka na području zapadnog Mediterana. Plutnjak je dugovječna i vazdazelena listača koja postiže visinu od oko 20 m. Najznačajnija i najprepoznatljivija karakteristika ove biljke je njezina debela, plutasta kora po kojoj je i sama vrsta dobila ime. Hrast plutnjak je ekološki plastična vrsta koja raste u toplim humidnim i subhumidnim uvjetima, od razine mora pa sve do 2000 m n.v. Hrast plutnjak, kao i ostalo šumsko drveće, trpi štete od atmosferskih utjecaja, paše, insekata, gljivica i požara. Najveći broj primjeraka ove vrste, u Hrvatskoj, danas nalazimo na dva lokaliteta u Puli**.** Najvažniji proizvod koji se dobiva od plutnjaka i njegova pluta su čepovi za vino, no ono danas ima mnoge uloge u arhitekturi, građevini, medicini, fizici i kemiji.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. OBRADA TEME 2
2.1. Rod *Quercus* L. 2
2.2. Morfologija i biologija hrasta plutnjaka 3
2.3. Ekologija i prirodna rasprostranjenost hrasta plutnjaka 8
2.3.1. Klima 8
2.3.2. Temperatura 8
2.3.3. Tlo 9
2.3.4. Prirodna rasprostranjenost 9
2.4. Drvo 11
2.5. Pluto 12
2.6. Gospodarski značaj 14
2.7. Opasnosti za hrast plutnjak 18
2.8. Hrast plutnjak u Hrvatskoj 19
3. ZAKLJUČAK 22
4. LITERATURA 23

1. UVOD

Quercus suber L., (porodica Fagaceae, sekcija *Cerris*) hrast plutnjak, jedna je od najvažnijih drvenastih biljaka na području zapadnog Mediterana. Plutnjak je dugovječna i vazdazelena listača koja postiže visinu od oko 20 m. Najznačajnija i najprepoznatljivija karakteristika ove biljke je njezina debela, plutasta kora po kojoj je i sama vrsta dobila ime. Ta se kora skuplja svakih 9-12 godina te se iz nje proizvode pluteni čepovi za vino kao i mnogi drugi proizvodi. Ona se razvila kao adaptacija na suha staništa i omogućava plutnjaku preživljavanje šumskih požara. Godišnja proizvodnja pluta iznosi 340.000 tona, a od toga 55 % se proizvede u Portugalu. Industrija pluta je jedna od najvažnijih industrija u toj državi, zapošljava 20.000 ljudi u preko 500 tvornica, a sam plutnjak je i nacionalno stablo Portugala.

Njegove šume nalazimo u Alžiru, Maroku, Tunisu, Španjolskoj, Portugalu, Francuskoj i Italiji te ukupno prekrivaju 2,2 milijuna hektara. Plutnjak najčešće raste u zajednici s primorskim borom (*Pinus pinaster* Aiton), ali i s listopadnim hrastovima. Unatoč velikoj razini ljudskog upliva, šume hrasta plutnjaka sadrže visoku razinu bioraznolikosti i to od 60-100 različitih biljaka na 0,1 ha, te su kao takve jako važne za opstanak mnogih ugroženih vrsta.

2. OBRADA TEME

2.1. Rod Quercus L.

Rod *Quercus* L. jedan je od najvažnijih rodova drvenastih kritosjemenjača na sjevernoj hemisferi u smislu međuvrsne raznolikosti, ekološke dominacije i ekonomske vrijednosti. Hrastovi nastanjuju veliki raspon staništa, od umjerenih listopadnih šuma, umjerenih i suptropskih vazdazelenih šuma, suptropskih i tropskih savana, suptropskih šuma, hrastovo-borovih šuma, tropskih submontanskih šuma, tropskih montanskih šuma sve do raznolikih mediteranskih staništa (Nixon, 2006).

Nixon (2006) navodi da ovaj rod u jednakom broju čine visoka, dominantna stabla kao i mala stabla i grmovi. Ta niža stabla i grmovi nastanjuju suha staništa kao što su makije, siromašna tla i visoke nadmorske visine. U vlažnijim staništima, hrastovi su redovito među najvišim kritosjemenjačama.

Ekonomska vrijednost hrastova je velika. Koriste se kao izvor visoko kvalitetnog drva, ogrjevno drvo te kao gorivo za kuhanje/zagrijavanje u planinskim krajevima Meksika i Centralne Amerike (Nixon, 2006).

Rod *Quercus* je dio porodice Fagaceae, koja uključuje rodove *Fagus* L., *Castanea* Mill., *Chysolepis* Hjelmq., *Castanopsis* (D. Don) Spach, *Lithocarpus* Bl. kao i tri monotipska roda *Trigonobalanus* Forman., *Formanodendron* (Camus) Nixon et Crepet i *Colombobalanus* (Lozano, Hdz-C. et Henao) Nixon et Crepet. Porodica Fagaceae je monofiletička porodica što je dokazano morfološkim i molekularnim analizama. Rod *Quercus* dijelimo na nekoliko sekcija: bijeli hrastovi (sekcija *Quercus*), crveni hrastovi (sekcija *Lobatae*), intermedijarni hrastovi (sekcija *Protobalanus*) i cerovi (sekcija *Cerris*). Sekcija *Cerris* je ograničena na Euroaziju i Sjevernu Ameriku. Sekcije *Quercus* i *Lobatae* su široko proširene u Sjevernoj i Južnoj Americi i relativno su raznolike, dok je sekcija *Protobalanus* relativno ograničena, sa svega šest vrsta, na jugozapad SAD-a i sjever Meksika. Odjeljak *Quercus* je široko rasprostranjen na sjevernoj hemisferi, dok su sekcije *Lobatae* i *Protobalanus* endemske u zemljama Novoga svijeta (Nixon, 2006).

Prvi fosilni dokazi roda *Quercus* datiraju iz razdoblja ranog tercijara, a pronađeni su u Sjevernoj Americi prije 50-55 milijuna godina. Najstariji dokazi porodice Fagaceae su iz razdoblja kasne krede, prije 90 milijuna godina. U razdoblju srednjeg i kasnog tercijara,

najčešći su nalazi u zapadnom dijelu Sjeverne Amerike što znači da su već tada vazdazelene hrastove šume bile široko rasprostranjene (Nixon, 2006).

Prema Nixonu (2006), jedna od najvažnijih osobina hrastova je njihova sposobnost unutarvrsne hibridizacije. Ova je sposobnost uočena na temelju visoke varijabilnosti roda, često s izoliranim individuama i povremeno sa znatnim populacijama koje pokazuju značajnu morfološku varijabilnost.

Na američkom kontinentu, vrste iz roda *Quercus* pojavljuju se u: Kanadi, SAD-u, Meksiku, Belizeu, Gvatemali, El Salvadoru, Hondurasu, Nikaragvi, Costa Rici, Panami i Kolumbiji. Smatra se da je broj vrsta iz ovog roda u Sjevernoj i Južnoj Americi oko 220. U Kanadi nalazimo četiri vrste hrasta, u SAD-u 91, jednu u Kubi, 160-165 u Meksiku, devet u Belizeu, 25 (26) u Gvatemali, 9 (10) u El Salvadoru, 14 (15) u Hondurasu, 14 u Nikaragvi i Costa Rici, 12 u Panami te jednu u Kolumbiji. Najveća raznolikost ovog roda je u Meksiku i jugoistočnom dijelu SAD-a (Nixon, 2006).

2.2. Morfologija i biologija hrasta plutnjaka

Hrast plutnjak stablo je srednje visine, a u području prirodnog areala postiže visinu od 14 do 16 m. U području iznimno povoljnih uvjeta može postići visinu i od 20 do 22 m. Deblo je većinom kratko, a grana se otprilike na visini od 2 m. Može doživjeti starost do preko 100 godina, a i više, ako nije eksploatiran periodičnim skidanjem pluta. U Španjolskoj i Alžiru nisu rijetka stabla sa starošću od 150 pa i 200 godina. Soliterna stabla hrasta plutnjaka mogu postići velike dimenzije krošnje (slika 1). Jedna od većih izmjerenih projekcija krošnji iznosila je 500 m^2, a izmjerena je na stablu starosti između 150-200 godina i velikog opsega debla. Kada raste u gustoj sastojini, na habitus stabla jako utječe konkurencija zbog čega takva stabla imaju usku krošnju i visoko deblo. Većina plutnjaka koje možemo danas pronaći imaju karakterističan izgled zbog Montado sistema[1]. Takva su stabla rezultat ranog i kontinuiranog orezivanja te se zato račvaju na nižim visinama s 2 ili 3 glavne grane koje tvore otvorene kutove na deblo, a imaju i kružnu krošnju plosnatog vrha. Ovakav se habitus hrasta plutnjaka smatra idealom te se uzima kao simbol krajobraza hrasta plutnjaka i koristi se kao logo industrije pluta. Plutnjak nema gustu krošnju. Ako mu je lišće

[1]Montado sistem – multifunkcionalni sustav gospodarenja koji nalazimo na jugozapadu Europe (Španjolska i Portugal), a povezuje šumarstvo, agronomiju i stočarstvo (Pereira, 2007)

dvogodišnje, krošnja je rijetka, te omogućava dolazak svjetla u podstojnu sastojinu makije koja se onda toliko razvije da postane neprohodna (Pereira, 2007).



Slika 1. Habitus hrasta plutnjaka.

Karakteristična je njegova sposobnost regeneracije, naime tjera izbojke iz panjeva, a prema nekim autorima i iz korijenja, čak i u starijoj dobi. Ima jako korijenje, a u povoljnim uvjetima terena stvara i žilu srčanicu. Na plitkom i kamenitom tlu stvara splet horizontalnog korijenja koje je često površinsko (Radišić, 1940). Ono prodire u pukotine i time povećava stabilnost stabala, koje onda uspijeva odoliti udarcima vjetra. Glavni korijen može probiti i nekoliko metara u tlo što objašnjava zašto, ljeti hrast plutnjak može vaditi vodu iz dubokih slojeva tla. To mu omogućava rast i u periodu visokih zahtjeva za vodom (Pereira, 2007).

Granje plutnjaka je jako, krivo i crvenkaste boje sa glatkom korom u mladosti (4-5 godina starosti). Kasnije kora grana postaje slična kori debla, te je najčešće prekrivena lišajima (Idžojtić, 2009).

Listovi su naizmjenično raspoređeni, jednostavni i vazdazeleni, a ostaju na izbojcima 2 ili 3 godine. Na sjevernoj granici areala i u nepovoljnim uvjetima mogu otpasti u proljeće i s prošlogodišnjih izbojaka. Plojka je većinom svodolika izbočena i izrazito varijabilnog oblika - eliptična ili kopljasto jajasta do okruglasta (slika 2). Šiljastog je vrha, zaobljene do slabo srcaste osnove. Na svakoj strani lista nalazi se 5-7 kratkih, oštrih zubaca. Listovi su 3-5 cm dugački, 1,5-4 cm široki, a peteljka je 6-18 mm dugačka. Konzistencija listova je kožasta i tvrda. Odozgo, listovi su zeleni, goli i sjajni, dok su odozdo gusto, bjelkastosivo pustenasti. Peteljka je dlakava. Listovi klijanaca i mladih biljaka su goli. Nervatura listova je perasto mrežasta. Srednja žila je odozdo izražena a blizu vrha može biti povijena. 5-7 parova žila drugoga reda završava u zupcima. Palistići su crveni i usko kopljasti. Dugački su oko 5 mm. U početku su kratko dlakavi, a otpadaju tijekom prve godine (Idžojtić, 2009). Pereira (2007) navodi da se na lišću nalazi veliki broj puči, oko 430 na mm^2.



Slika 2. Listovi hrasta plutnjaka.

Početak fiziološke aktivnosti javlja se u veljači/ožujku zajedno s razvojem izbojaka. Rast izbojaka i stvaranje novih listova započinje u rano proljeće i traje sve do lipnja. Lišće ostaje na plutnjaku u prosjeku 14 mjeseci (raspon od 11-18 mjeseci). Otpadanje lišća događa se u proljeće osim u slučaju iznimnih pojava kao što je obilna ljetna kiša koja dovodi do ubrzane defolijacije. Zbog otpadanja lišća u proljeće i velike količine suhog prošlogodišnjeg lišća, krošnja hrasta plutnjaka ne izgleda najbolje u to godišnje doba. Zbog toga veliki broj neiskusnih promatrača krivo procjenjuje da su takva stabla niskog vitaliteta, što zapravo nije točno (Pereira, 2007).

Plutnjak je jednodomna vrsta. Počinje cvjetati u starosti od 10 do 12 godina, a najbolje plodonosi između 30. i 100. godine. Puni urod mu je svake 2 do 3 godine. Količina uroda iznimno varira kroz godine. Hladno vrijeme u periodu cvjetanja je najvažniji čimbenik koji utječe na međugodišnju varijabilnost u proizvodnji žireva te uzrokuje štete na muškim i ženskim cvjetovima (Pereira, 2007).

Muški i ženski cvjetovi razvijaju se iz jednog mješovitog pupoljka koji se nalazi na prošlogodišnjem izdanku. Cvjetovi su jednospolni i anemofilni. Muški cvjetovi su sitni, sjedeći (na jedan cvijet reducirani dihazij), a nalaze se u pazušcu sitnog zaliska. Perigon je izvana gusto dlakav, na osnovi je srastao i obrubljen je sa 6 (3-8) zubaca. Prašnika ima 4 (5-6), a prašničke niti su kratke. Više cvjetova se zajedno nalazi u resama (slika 3), koje su u početku uspravne i crvene, a kasnije vise i žute su boje. Dugačke su od 4 do 7 cm. Cvatna os je bjelkasta i dlakava. Nalaze se u pazušcima donjih mladih listova, a katkada su u čupercima na kratkim izbojcima. Ženski su cvjetovi sitni i neuočljivi (na jedan cvijet reducirani dihazij), a nalaze se u pazušcu sitnog zaliska. Perigon je bjelkasto dlakav, na osnovi je srastao i obrubljen je s 4-6 zubaca. Plodnica je podrasla, 3-4 gradna te sadrži 3-4 njuške zavinute prema natrag. Svaki je cvijet ovijen ljuskavom kupulom iz koje vire samo zelenkastožute njuške. Cvjetovi su pojedinačni ili 2-5 zajedno u uspravnim klasovima te sjede na 5-30 mm dugačkoj, dlakavoj cvatnoj osi. Nalaze se u pazušcima gornjih listova ovogodišnjih izbojaka. Cvjetanje je u travnju i svibnju, za vrijeme listanja ili ujesen (Idžojtić, 2013).



Slika 3. Muški cvatovi hrasta plutnjaka.

Plodovi su jajasti, valjkasti ili elipsoidni te se opisuju kao jednosjemeni orasi tj. žirovi (slika 4). Goli su, glatki, sjajni, smećkastocrveni, 2,5-3 (2-4,5) cm dugački i 1-2 cm široki. Završavaju kratkim ostatkom vrata tučka, a na osnovi imaju izbočeni, 6-8 mm široki, svjetliji hilum. Na zajedničkoj stapci nalazima po 2-8 žirova zajedno. Stapka je dugačka od 1 do 4 cm. Žirovi se oko trećine do polovice svoje dužine nalaze u stožastoj ili polukuglastoj kupoli, izvana su obrasli sivim, dlakavim ljuskama, a gornje ljuske imaju otklonjene vrhove. Masa 1000 žirova iznosi 1,5-8 kg. Oblik, veličina i masa plodova vrlo su varijabilni. Dozrijevaju u listopadu iste godine (ako je cvjetanje u proljeće) ili u listopadu sljedeće godine (ako je cvjetanje ujesen). Uočeni su jednogodišnji i dvogodišnji ciklusi zriobe žirova. Jednogodišnji žirovi rastu krajem ljeta i ujesen te postižu zrelost u studenom. Dvogodišnji žirovi značajnije ne rastu tijekom prve vegetacijske sezone, a njihov rast se nastavlja u proljeće sljedeće godine. Dvogodišnji ciklus ovisi o trajanju vegetacijskog razdoblja. Zreli plodovi ubrzo otpadaju sa stabla i zoohorni su (Idžojtić, 2013). Primijećeno je da plutnjaci koji daju malen žir, duguljast ili okrugao, stvaraju grubo pluto, dok oni s krupnijim žirom tvore sivo i glatko pluto. Međutim ove osobine nisu konstantne (Radišić, 1940).



Slika 4. Žirovi hrasta plutnjaka.

2.3. Ekologija i prirodna rasprostranjenost hrasta plutnjaka

2.3.1. Klima

Hrast plutnjak je ekološki plastična vrsta koja raste u toplim humidnim i subhumidnim uvjetima, od razine mora pa sve do 2000 m n.v. Optimum za rast ove vrste je na 600 m n.v. Smatra se da je plutnjak semitolerantna vrsta, dobro prilagođena umjerenoj klimi, zahvaljujući mediteranskoj klimi sa atlantskim utjecajem, s toplim zimama i toplim i suhim ljetima. Vrsta pokazuje visoku plastičnost i sposobnost prilagodbe, fiziološki i fenološki, na promjene ekoloških uvjeta kao što su teške ljetne suše i visoke temperature. Najpovoljnija ekspozicija za plutnjak je istočna ili južna. Ona strana stabla, koja je izloženija suncu, daje mnogo deblje i vrjednije pluto (Pereira, 2007).

Srednja godišnja količina oborina potrebna hrastu plutnjaku iznosi od 600 do 800 mm, no podnosi i godine s vrlo niskom količinom oborina od 400 mm. Smatra se da minimalna godišnja količina oborina, potrebna za normalan razvoj stabla, iznosi 500 mm. Plutnjak podnosi i veće količine oborina, sve do 1700 mm, ali je jako osjetljiv na zadržavanje vode. Vezano za sezonsku distribuciju oborina, plutnjak je prilagođen mediteranskom tipu klime s najvećom količinom oborina u kasnu jesen i zimu (listopad-ožujak), a s jako malo oborina ljeti (Pereira, 2007).

2.3.2. Temperatura

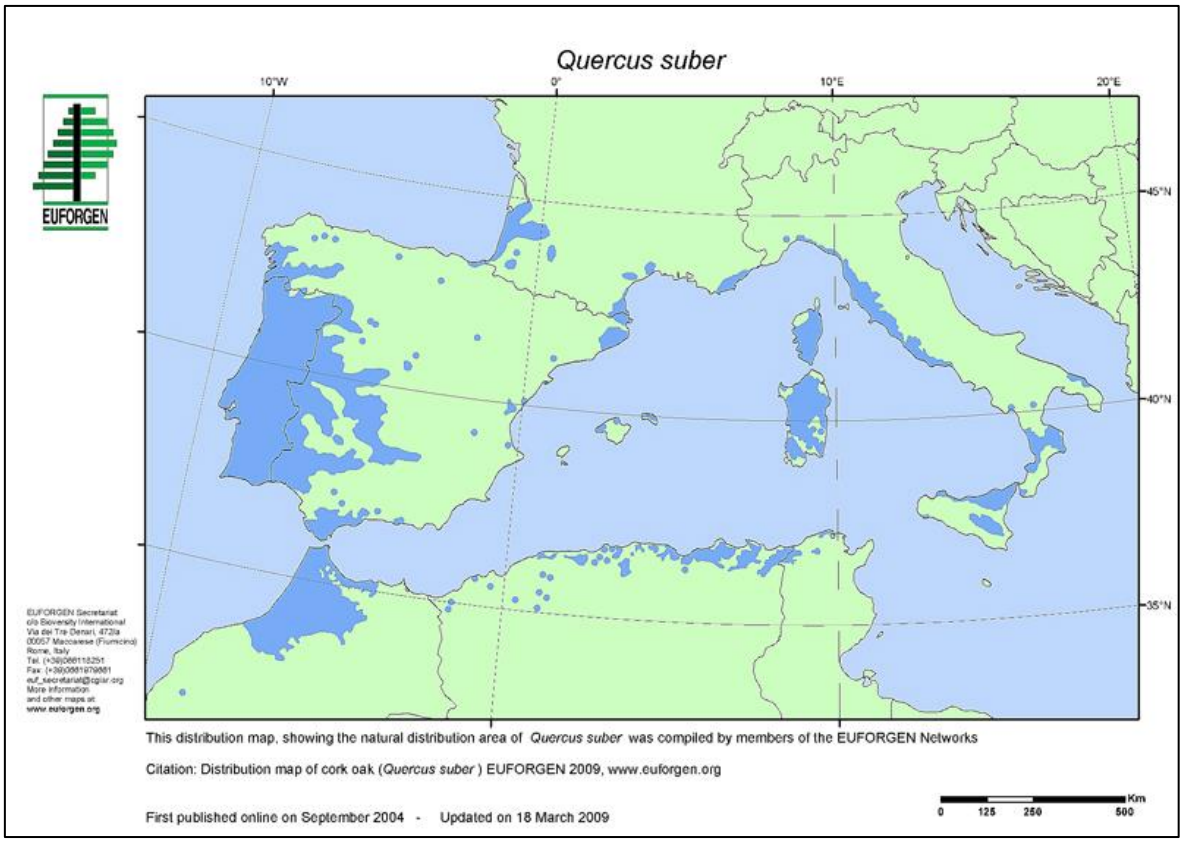
Srednja godišnja temperatura potrebna plutnjaku kreće se u rasponu od 13 do 16°C (19°C). Temperaturni optimum za fotosintetsku funkciju plutnjaka je procijenjen na 33 (34) °C. Ovo svojstvo je jako važno zato jer je ljetna temperatura iznad 40°C veoma česta u mnogim dijelovima plutnjakova areala. Vezano za niske temperature, srednja godišnja temperatura najhladnijeg mjeseca ne bi smjela biti ispod 4-5°C, a apsolutna minimalna temperatura, koju plutnjak može preživjeti, iznosi -12°C. Lišće hrasta plutnjaka posjeduje toleranciju na smrzavanje koja mu omogućava da preživi česta, ali blaga smrzavanja na području Mediterana. Općenito, temperature od -12°C i 40°C smatraju se minimumom i maksimumom za rast hrasta plutnjaka (Pereira, 2007).

2.3.3. Tlo

S obzirom na tlo, vrsta je veoma tolerantna na većinu tala. Ne podnosi jedino karbonatni i vapnenački supstrat. Može rasti i na siromašnim i plitkim tlima, s niskim sadržajem dušika i organske tvari te podnosi pH vrijednost između 4,8-7,0. Raste najčešće na silikatnim i pjeskovitim tlima, a preferira duboka, prozračna i dobro propusna tla. Jako je osjetljiv na zbijena tla i na zadržavanje vode (Pereira, 2007).

2.3.4. Prirodna rasprostranjenost

Hrast plutnjak je vrsta koja raste isključivo u zemljama mediteranskog područja (slika 5). Središte njegova areala je zapadni Mediteran između 34° i 45° sjeverne geografske širine, izuzev predjela s vapnenačkim tlima kao i brda s većim nadmorskim visinama. Glavna je šumska vrsta talijanskih otoka Sicilije i Sardinije, a možemo ga pronaći i u kontinentalnom dijelu Italije. Ostala važna nalazišta plutnjaka su: Alžir, Tunis, Maroko, Portugal, Španjolska, južna Francuska, Baleari i Korzika.



Slika 5. Areal hrasta plutnjaka.

Ukupnu površinu koju prekrivaju šume hrasta plutnjaka teško je odrediti zato što je veliki dio te površine u privatnom vlasništvu (tablica 1). Prema procjenama, smatra se da šume hrasta plutnjaka prekrivaju oko 2,2 milijuna hektara. Najveći dio tih šuma nalazi se na Pirinejskom poluotoku (Radišić, 1940).

U Portugalu, plutnjak se najviše uzgaja u Algarviji, Estramaduri, zatim oko Lisabona na Sierra de Cintra i na sjevernim stranama Coimbre. Najljepše i najuređenije plutnjakove sastojine u Španjolskoj nalaze se u Kataloniji. Velike površine zauzimaju i u provinciji Gerona, u Andaluziji te u provincijama Cadix, Cordoba i Seviglia. U Francuskoj plutnjak dolazi u Provansi, na ravnicama Gascogne, na sjevernim stranama Pirineja i na Korzici. U sjevernoj Africi plutnjak dolazi oko Orana, Themcena, Ammi Mousse, Mascare, Sidi bel Abbesa, zatim u Alžiru oko grada Constantine, pa u Tunisu u predjelu Khoumirie, kao i u Maroku. U Italiji plutnjak nalazimo na Siciliji, Sardiniji i u kontinentalnoj Italiji tj. Caserta, Catanzaro, Rim i Grosseto (Radišić, 1940).

Postoje pisani dokazi da su u 19. st., u Rusiji i SAD, sađeni nasadi plutnjaka. Ti su nasadi sađeni radi ispitivanja rasta plutnjaka u tim državama, pošto je vojska imala veliku korist od pluta. U 20. st. plutnjak je introduciran kao ornamentalna vrsta ili kao potencijalno gospodarski iskoristiva vrsta i u Bugarskoj, Čileu, Novom Zelandu, Australiji i u Turskoj (Garavaglia i Besacier, 2012).

Zemlja	Površina šuma hrasta plutnjaka (ha)	Eksploatirane plutnjakove šume (pluto)		Ne eksploatirane plutnjakove šume (pluto)	
		Površina (ha)	Postotak od površine šuma plutnjaka	Površina (ha)	Postotak od površine šuma plutnjaka
Alžir	410000	229000	56%	181000	44%
Francuska	100000	30000	30%	70000	70%
Italija	151000	60400	40%	90600	60%
Maroko	277000	188000	68%	89000	32%
Portugal	736000	625600	85%	110400	15%
Španjolska	501000	400800	80%	100200	20%
Tunis	90000	36000	40%	54000	60%
Svijet	2265000	1569800	69%	695200	31%
Europa	1488000	1116800	75%	371200	25%
Sjeverna Afrika	777000	453000	58%	324000	42%

Tablica 1. Šume hrasta plutnjaka u zemljama Mediterana.

2.4. Drvo

Radišić (1940) ističe da je drvo hrasta plutnjaka daleko manje vrijednosti od samog pluta koje se dobiva od ove vrste. Godovi su mu jasno određeni zahvaljujući širokim provodnim elementima u prošlogodišnjem drvetu (slika 6), međutim oni ipak ne predstavljaju jednu poroznu zonu, koja je karakteristična npr. lužnjakovu hrastovinu. Zrake srčike su nejednake i formiraju guste i široke pruge. Boja drveta je sivkasta i tamno crvenkasta, uglavnom nejednolika, bjelika se slabo raspoznaje. Samo drvo je teško (srednje spec. težine od 0.86 g/cm^3, između 0.79 g/cm^3 i 0.97 g/cm^3) i kompaktno, slabo homogeno i podložno promjeni oblika (Knapic i sur., 2006). Ove osobine kao i činjenica da su dimenzije stabla redovito male, čini plutnjakovo drvo slabo upotrebljivo za konstrukcije. Ako je samo drvo pod naizmjeničnim utjecajem suše i vlage, brzo počinje truliti.



Slika 6. Poprečni presjek drva hrasta plutnjaka.

Koristi se u brodogradnji za sporedne dijelove zbog visoke koncentracije tanina, no zbog tog svojstva može dovesti do nagrizanja željeza klinova i čavala. Pošto se jako teško cijepa, ne može se koristiti za daske. Ipak dolazi donekle do izražaja u stolarstvu, a naročito kao ogrjevno drvo, iz kojeg se dobiva odličan drveni ugljen. Većina mana ovog drveta dolazi od toga što se ono iskorištava tek onda kada prestane stvarati pluto dobre kvalitete (Radišić, 1940).

2.5. Pluto

Najznačajnija morfološka značajka hrasta plutnjaka je njegova debela, plutasta kora. Analizom morfologije kore, zaključeno je kako je površina pluta glatka samo kod onih stabala s kojih se pluto redovito skida, dok je kod stabala na kojima se kora ne skida površina valovita i neravna (slika 7). Na istom stablu s kojeg se kora skida do visine oko 2-2,5 m debla, površina kore je glatka, crveno do crno smeđa, dok su ostali dijelovi debla, grane i ogranci pokriveni blijedo sivom, valovito hrapavom korom. Zbog toga razlikujemo "muško" pluto uzdužno izbrazdale kore i "žensko" pluto više-manje glatke kore (Trinajstić, 2006).

Ono pluto koje stablo stvara redovitim, prirodnim putem zove se primarno ili muško pluto. Razvija se sa stablom i raste dok stablo živi, a na starim plutnjacima može postići debljinu od 25-30 cm. U starosti jako ispuca, ali nikada se prirodnim putem ne odvaja od stabla. Iznimno u slučaju ako pluto do pedesete godine ili u razmaku od 50 godina nije nikada bilo umjetno skidano sa stabla, može doći do određenog odvajanja na malim površinama. Ako se sa stabla skine sloj muškog pluta, nakon određenog vremena formira se novi sloj pluta tzv. sekundarno pluto ili žensko pluto (obnovljeno). Ovo pluto skinuto sa stabla u određeno vrijeme i uz određenu njegu daje pravo pluto za industrijske svrhe, zato jer je homogeno i elastično. Ako se nakon 30-40 dana poslije skidanja primarnog ili sekundarnog pluta ispita poprečni presjek plutnjaka, vidjelo bi se nekoliko slojeva osušenog lika, tanak sloj novo formiranog pluta, felogen, feloderm i konačno sloj neosušenog lika. Osušeni sloj lika, koji služi kao zaštitni sloj, polako gubi boju i od jasno crvene boje prelazi u tamno crvenu, zatim postaje crnkast, a kasnije dobiva karakterističnu sivu boju plutnjakove kore. Ovaj sloj, koji u početku ima zaštitnu ulogu, s vremenom postaje nepotreban pa čak i štetan. Prije prerade, pluto se od njega mora osloboditi umjetnim putem (Radišić 1940).

Intenzivnije oplutavanje počinje od treće godine, a debljina pluta naglo postaje sve veća. Međutim, sloj pluta bez obzira skida li se pluto ili ne, ne prelazi debljinu od oko 2,5-3 cm. U slučaju iskorištavanja pluta, kora do navedene debljine naraste za oko 12-14 godina. Prema Pereira (2007), mladi 11-godišnji plutnjaci povećavaju svoj promjer za 9 mm godišnje, što je dokazano uzastopnim dvogodišnjim mjerenjem. Zrela stabla, koja se uzgajaju zbog proizvodnje pluta, povećavaju svoj promjer za 4-8 mm godišnje, nakon skidanja pluta. U ciklusu produkcije pluta, promjer plutnjaka se povećava od 4-14 mm, s trendom opadanja. Srednja godišnja vrijednost je 9 mm, što odgovara srednjem godišnjem rastu promjera od 28 mm, što dovodi do rasta opsega kroz jedan ciklus pluta od 252 mm. Radijalni rast debla hrasta plutnjaka rezultat je aktivnosti kambija i felogena, tj. suma je

povećanja drva, floema i periderma. Tradicionalno plutnjak se karakterizira kao spororastuća vrsta, no stvarne vrijednosti rasta drva u prirodi pokazuju drugačije rezultate, pogotovo kada se uzmu u obzir klimatski uvjeti i stupanj eksploatacije pri kojima vrsta raste (Pereira, 2007).

Plutaste stanice periderma imaju različite oblike. Kod plutnjaka susrećemo istovremeno jako velike stanice s tankim pregradama, koje čine najveći dio plutnog omotača, zatim spljoštene stanice s debelim stjenkama te konačno prelazne forme stanica. Ove razlike u obliku, koje svojim izgledom liče na neku vrstu godišnjih prstenova na drvetu, zahvaljujući stanicama s debljim zidovima nastalim u jesen, kasnije nestaju. Otprilike u desetoj godini stvara se samo mekano pluto. Kod jedne i kod druge vrste pluta protoplazma, srž i stanični sokovi jako brzo nestaju. Stanice mekanog pluta pune su zrakom, dok one čvrstog pluta sadrže određenu tamnu tvar. Stanice koje sadrže tu tamnu tvar imaju zaštitnu ulogu. Zrake srčike pluta u početku su cilindrične, kasnije zbog bočnog pritiska postaju eliptične i spljoštene. Stanice, koje grade unutrašnjost ovih kanala, vrlo se lako raspadaju, ostavljajući u plutu prostore pune crvenkaste praškaste tvari. Ovi prostori prilikom prerade pretvaraju se u rupe ili pukotine, što osjetno kvari kvalitetu pluta jer ono time gubi na svojoj nepropusnosti (Radišić, 1940).



Slika 7. Kora hrasta plutnjaka.

Felogen nakon aktivnosti od nekoliko godina, prestaje stvarati. Međutim ovom prvom sloju felogena slijedi drugi sloj felogena koji svojim radom potiskuje pluto, pri čemu se ono rasteže i puca. Kasnije, i ovaj drugi felogen umire, a stvara se i treći još dublje. Tako se na periferiji stabla stvara omotač koji je u glavnom rezultat slaganja pluta stvorenog od strane meristemskih stanica raznih starosti (Radišić, 1940).

2.6. Gospodarski značaj

Pluto ima dugu povijest korištenja. Prvi nalazi upotrebe datiraju iz vremena antike. U prošlosti, kao i danas, pluto se koristilo kao: čep za različite spremnike, termoizolacijski materijal, amortizacijsko sredstvo i plutajući materijal. Pluto je imalo i veliku ulogu u razvoju znanosti i mikroskopiranja. Naime, Robert Hooke je 1664. godine proučavajući građu pluta, uveo pojam stanica. U moderno vrijeme, pluto je pronašlo svoju ulogu u kemiji, fizici, ukrasnim proizvodima, svemirskim vozilima i medicinskim proizvodima (Pereira, 2007).

U antici, pluto se koristilo kao plutajuće sredstvo, čep i izolator. Ribičke naprave s plutom su se koristile u Kini već 3000 godina pr. Kr., kao i u Egiptu i Maloj Aziji. Arheološki nalazi pluta, na Mediteranu, su brojni. Neki od njih su pluteni poklopci za urne pronađeni na Sardiniji, a datiraju iz razdoblja od prije 3000 godina. Upotreba pluta u Grčkoj i u Rimu je dobro dokumentirana djelima pjesnika i pisaca. U antičkoj Grčkoj, filozof Teofrast (4.-3. st. pr. Kr.) kaže da se pluto može skinuti sa stabla, a da će novo formirani sloj pluta biti još bolje kvalitete (Pereira, 2007).

Danas pluto ima brojne koristi (slika 8 i 9), čak i kao eksperimentalni materijal zbog njegove lakoće, nepropusnosti i inertnosti. Neki od primjera upotrebe pluta u znanosti su: utvrđivanje koeficijenta otpora, utvrđivanje brzine distribucije čestica, proučavanje zvuka niskih frekvencija, istraživanje doziranja X zraka, razvoj senzora teksture kod robota (Pereira, 2007).

Pereira (2007) ističe da su najznačajnije kvalitete pluta niska gustoća, jako niska propusnost za tekućine i plinove, kemijska i biološka inertnost, ponašanje pri pritisku, visoko trenje, niska provodljivost topline i visoka sposobnost prigušivanja.



Slika 8. Pluteni čepovi za vino.



Slika 9. Podloga od pluta.

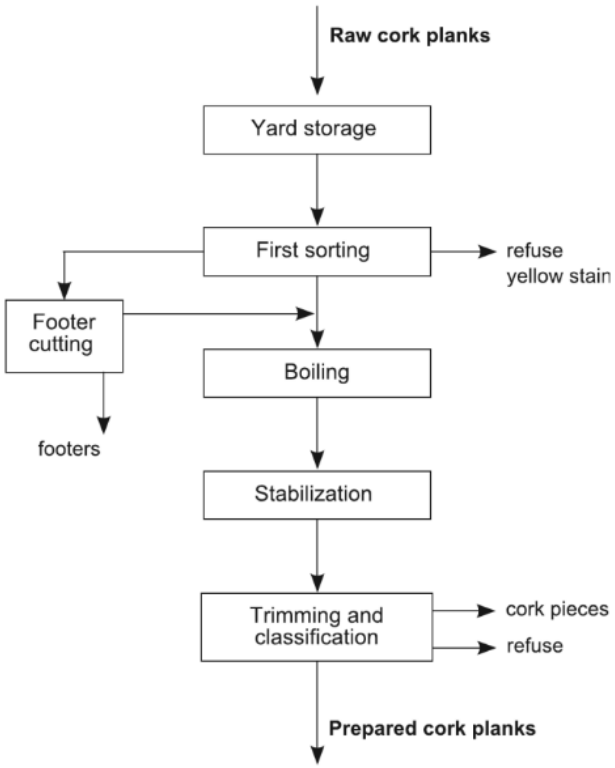
Pluto je pronašlo svoju ulogu i u građevini i arhitekturi. Tu se koristi kao materijal za unutarnje podove i izolaciju. NASA koristi pluto kao izolator koji prekriva svemirska vozila. Ti termoizolacijski sustavi su nužni za polijetanje i upotrebu svih svemirskih vozila, s ili bez ljudske posade. U medicini, pluto se koristi kao materijal za izradu terapeutskih uložaka i plutenih diskova za mehaničke udove. Još se potvrđuje pozitivni učinak pluta u *anti-age* kremama, a dokazano je da ekstrakt suberina iz pluta posjeduje antimutagena svojstva. Ekstrakti pluta sadrže odredene sastojke koji posjeduju svojsvo bioaktivnosti. Razni triterpenoidi posjeduju insekticidna svojstva, a neki posjeduju svojstvo inhibicije rasta tri različitih tumornih linija. Kontinuirano izlaganje prašini pluta i plijesni koja se razvija na toj prašini može dovesti do respiratornih poremećaja koji se nazivaju suberoza (Pereira, 2007).

Prva tzv. „djevičanska“ kora skida se s drveta već nakon 25 godina. Zbog njezine niske kvalitete, ona se baca, a njezino guljenje ima funkciju pospješivanja razvoja nove, kvalitetnije kore. Od tog se trenutka pluto skida svakih 9-10 godina, no tek nakon narednih 20, odnosno 45 od sadnje, dobivat će se prva iskoristiva kora. I ta kora još neće biti vrhunske kvalitete zato jer kod pluta vrijedi izreka „što starije to bolje“. Tako da će tek stablo od preko 60 godina starosti dati pravo gusto pluto sitnih pora. S hrasta plutnjaka počinje se ručno skidati kora (slika 10) kad dostigne debljinu min 30 mm (24-30 godina). Nakon berbe, koja se za svako pojedinačno drvo provodi svakih 9 do 10 godina, s drveta svježe oguljene ploče sirovog pluta odvoze se u tvornice u kojima ih čeka dugačak put. Hrast mora biti zdrav i nezaražen (gljivicama), ukoliko se to desi takvo pluto se tretira s limunskom kiselinom ili plinovitim SO_2. Iz šume se kora prevozi u tvornicu (skripta Veleučilišta u Rijeci).



Slika 10. Proces skidanja pluta.

Nakon skidanja pluta sa stabala, sirovi materijal se sprema u kontroliranim uvjetima, a nakon toga prolazi kroz proces koji se naziva priprema (slika 11). On se sastoji od prokuhavanja pluta u vodi, skraćivanja i klasifikacije materijala.



Slika 11. Proces pripreme pluta.

Plutene daske (materijal), koje će se koristiti za izradu plutenih čepova, potapaju se u toploj vodi te prokuhavaju u trajanju od oko jednog sata. Voda koja preostaje nakon prokuhavanja je veoma štetna i toksična te njezino skladištenje predstavlja problem. Neki od načina rješavanja problema te vode su ultraflotacija, gljivična razgradnja i detoksikacija. Glavna uloga procesa prokuhavanja je promjena mehaničkih svojstava dasaka pluta. One se žele spljoštiti kako bi se njima lakše rukovalo za vrijeme rezanja. Nakon prokuhavanja, daske pluta se suše 2-3 dana u procesu koji se zove stabilizacija. Sadržaj vlage u daskama pluta se smanji se sa 70 % na 40 % odmah nakon prokuhavanja. Nakon dva dana sadržaj vlage se dodatno smanji na oko 14-18 % što se u industriji smatra adekvatnim sadržajem vlage. Nakon sušenja daske pluta individualno provjerava iskusni radnik koji ih onda još dodatno reže u manje daske koje su homogenije. Glavni kriterij za rezanje je odvajanje oštećenih i nekvalitetnih dijelova ili cijelih dasaka. Nakon toga daske se skladište dok sadržaj vlage u njima ne bude između 5-8 %. Zatim slijedi još jedno prokuhavanje i konačno rezanje. Debljina dasaka pluta mora biti veća od 27 mm kako bi dobili širinu pluta veću od 24 mm, što je najčešći promjer plutenih čepova. Čepovi se vade automatski iz dasaka pluta kalupima. Na kraju se radi klasifikacija čepova po dimenzijama. Kroz cijeli proces proizvodnje

plutenih čepova, kvaliteta pluta se ne mijenja osim promjena koje se događaju tijekom prokuhavanja pluta (Pereira, 2007).

Garavaglia i Besacier (2012) navode da je glavni proizvođač pluta u svijetu Portugal, a slijede ga Španjolska, Italija, Alžir, Maroko, Tunis i Francuska. Portugal izvozi 85 % svoje proizvodnje pluta, a čini 50 % svjetske proizvodnje.

U sjevernoj Africi, do 2008. godine, bilo je 42 % potpuno neiskorištenih sastojina hrasta plutnjaka. Taj je podatak veoma značajan pogotovo onda kada se uzme u obzir da Tunis, Alžir i Maroko proizvode i izvoze čak 11 % svjetske proizvodnje. 70 % svog prikupljenog pluta se koristi kao čepovi za boce. Procjenjena prosječna godišnja vrijednost izvoza pluta iznosi 321 mil. USD, dok obrađeno pluto donosi približno 2 milijarde USD. Najveći svjetki otkupljivači pluta su SAD, Velika Britanija i Njemačka koji zajedno otkupljuju oko 70 % svjetske proizvodnje (Garavaglia i Besacier, 2012).

2.7. Opasnosti za hrast plutnjak

Hrast plutnjak, kao i ostalo šumsko drveće, trpi štete od atmosferskih utjecaja, paše, insekata, gljivica i požara.

Nakon skidanja primarnog ili sekundarnog pluta, plutnjak dolazi u određeno bolesno stanje od kojeg se oporavlja stvaranjem novog sloja pluta. Za vrijeme tog perioda plutnjak lako strada od topline, suncožara, izuzetne hladnoće i od kiše. Toplina izaziva naglu evaporaciju te može i za kratko vrijeme uništiti i isušiti liko. Kako bi se ova šteta umanjila, stručnjaci predlažu skidanje pluta u dva turnusa. Prvo skidanje pluta trebalo bi se odviti početkom sezone sa sjeverne strane stabla, a drugo skidanje slijedi nakon stvaranja tankog zaštitnog sloja na ogoljenom dijelu. Zbog ranih mrazeva često nastaju pokotine u liku. Kako bi se ovo spriječilo, preporuča se prekrivanje ogoljenih dijelova stabla slamom ili sadnja visokih stabala koja bi služila kao zaštita debla. Kiša uzrokuju štete za vrijeme skidanja pluta ili neposredno nakon. Voda ulazi u liko kroz poluotvorene pore te uništava stanice koje se tek formiraju. Ako kiše započnu u početku sezone, bolje je odgoditi skidanje pluta. Ako nastanu odmah po izvršenom skidanju, može se pokušati pokriti stabla zemljom ili slamom (Radišić, 1940).

Domaće životinje na ispaši u sastojinama hrasta plutnjaka opasne su za normalan razvoj mladih stabala zato jer uništavaju lišće i grančice. U sjemenskim sastojinama ispaša bi se trebala zabraniti do 15 ili 18 godina starosti, u koliko je sastojina panjača ispaša se

može dozvoliti par godina ranije. Barem za jednu godinu treba zabraniti ispašu u sastojinama koje su tek eksploatirane zbog toga što životinje svojim češanjem ili udaranjem mogu znatno oštetiti mekanu koru, koja se tek stvara (Radišić, 1940).

Jedni od značajnijih štetnika na hrastu plutnjaku su *Lymantria dispar* i *Ephesia nymphaea*. *Euproctis chrysorrhoea* i *Orgyia trigotephras* uzrokuju značajnije štete na lišću i mogu dovesti do defolijacije. Napadi ksilofagnih insekata u porastu su u plutnjakovim sastojinama u Alžiru. Štete *Cerambyx cerdo mirbecki* i *Platypus cylindrus* uočene su u nekoliko sastojina plutnjaka i zaključeno je da značajno doprinose njegovom propadanju. Produkcija žira, u zadnjih nekoliko godina, smanjena je napadima moljca *Cydia fagiglandana* i pipe *Curculio elephas* (Chakali i sur., 2001). Obrađeno pluto i čepove napada vrlo malo insekata, no neki od onih koji napadaju su *Dermestes maculatus* i *Dermestes fritschi* (Radišić, 1940).

U novije vrijeme, najopasniji patogen za hrastove u Europi, pa tako i za hrast plutnjak, je *Phytophthora ramorum* (Davidson, 2003). U Italiji, uočena je i zaraza plutnjaka uzrokovana *Botryosphaeria parva* (Giribaldi i sur., 2007).

Najveća opasnost za plutnjakove sastojine je požar. Zbog hrapave površine, primarno pluto mnogo lakše gori od sekundarnog. Na plutnjaku sa sekundarnim plutom, pod utjecajem vatre, odvaja se pluto, a neki put i liko od bjelike. Ako se ovo dogodi po cijelom stablu, ono se suši no ako se dogodi samo djelomično, ono preživljava uz smanjenu produkciju pluta. Ukoliko je sekundarno pluto veće starosti, utoliko manju štetu trpi od požara kao i od atmosferilija. Ako požar nastupi između prve i četvrte godine starosti sekundarnog pluta, većina stabala osuđena je na propast (Radišić, 1940). Prema Pereira (2007), zbog termoizolacijskih svojstava pluta, sagorjevanje se odvija samo u 1-2 mm vanjskog sloja pluta i većina odraslih stabala preživljava požar. Šteta koju je prouzrokovao požar ovisi o debljini sloja pluta, a oštećena stabla biti će osjetljivija.

2.8. Hrast plutnjak u Hrvatskoj

Najveći broj primjeraka ove vrste, u Hrvatskoj, danas nalazimo na dva lokaliteta u Puli (slika 12 i 13). Prvi lokalitet je park-šuma Šijana koja se nalazi na rubu grada. Drugi

lokalitet je šuma između kvarta Veli Vrh i naselja Galižana. U vrijeme kada su nasadi plutnjaka podizani, u 19. stoljeću, oni su se nalazili daleko izvan grada, no danas se nalaze do samih kuća novih naselja. Plutnjak se u Šijani dobro prilagodio pa osim stabala originalne sastojine, danas nalazimo barem četiri generacije pomlatka (Trinajstić, 2006). Plutnjak je najvjerovatnije počela uzgajati austrougarska mornarica, pošto je Pula tada bila važna ratna luka, radi proizvodnje izolacijskog materijala i izrade pojaseva za spašavanje.



Slika 12. Hrast plutnjak u Puli.

Trinajstić (2006) navodi da su u prošlosti mnogi autori naše primjerke hrasta plutnjaka krivo označavali imenom *Quercus pseudosuber*, no usporedbom naših primjeraka s materijalom iz Sardinije i Ligurije iz Italije, Katalonije u Španjolskoj i Provanse u Francuskoj, zaključeno je da oni pripadaju pravom plutnjaku tj. *Quercus suber*. Po debljini pluta i načinu njegova nastanku nema nikakve razlike, s time da naše pluto ima vrlo finu teksturu. Potrebna su dodatna istraživanja kako bi se utvrdilo je li takson *Q.* × *crenata* Lam. (*Q. pseudosuber* Santi; *Q. suber* × *Q. cerris*) uopće pridolazi u Hrvatskoj.

Pojedinačna stabla hrasta plutnjaka mogu se pronaći u šumi Dundo na otoku Rabu te u perivoju u Blatu na Korčuli.



Slika 13. Hrast plutnjak u Puli.

3. ZAKLJUČAK

Hrast plutnjak je vazdazelena listača iz porodice Fagaceae. Stablo je srednje visine, a može dostići starost od 150-200 godina. Lišće mu je vazdazeleno te ostaje na izbojcima 2-3 godine. Raspored lišća je naizmjeničan dok mu je oblik varijabilan, eliptičan ili kopljasto jajast do okruglast. Plutnjak je jednodomna vrsta koja počinje cvjetati u starosti od 10 do 12 godina, a najbolje plodonosi između 30. i 100. godine. Puni urod mu je svake 2 do 3 godine. Količina uroda iznimno varira kroz godine a cvjetovi su jednospolni i anemofilni.

Najvažnija karakteristika plutnjaka, po kojoj je dobio ime, je njegova plutasta kora. Razlikujemo dvije vrste pluta, „muško i žensko“. Ono pluto koje stablo stvara redovitim, prirodim putem zove se primarno ili muško pluto. Ako se sa stabla skine sloj muškog pluta, nakon određenog vremena formira se novi sloj pluta tzv. sekundarno pluto ili žensko pluto (obnovljeno).

Hrast plutnjak, kao i ostalo šumsko drveće, trpi štete od atmosferskih utjecaja, paše, insekata, gljivica i požara. Najveće štete na plutnjaku radi ispaša stoke u mladim sastojinama te u novije vrijeme fitoftora.

Areal mu je zapadni Mediteran - Alžir, Maroko, Tunis, Španjolska, Portugal, Francuska i Italija, gdje njegove šume prekrivaju 2.265.000 ha. Ekološki je plastična vrsta koja raste u toplim humidnim i sub-humidnim uvjetima, od razine mora pa sve do 2000 m n.v. Srednja godišnja temperatura potrebna plutnjaku kreće se u rasponu od 13 do 16°C, a temperaturni optimum za fotosintetsku funkciju plutnjaka je procijenjen na 33-34°C. Sva gore navedena svojstva, kao i očekivane klimatske promjene čine plutnjak stablom budućnosti na području Mediterana.

Danas nalazimo nekoliko lokaliteta plutnjaka na području Hrvatske. Najznačajnije je u Puli gdje ga je posadila i proširila austrougarska mornarica koja ga je koristila kao sredstvo za izolaciju i za izradu pojaseva za spašavanje.

Najvažniji proizvod koji se dobiva od plutnjaka i njegova pluta su čepovi za vino, no ono danas ima mnoge uloge u arhitekturi, građevini, medicini, putovanju u svemir, fizici i kemiji.

Portugal godišnje izveze čak 50 % svjetskog pluta, a industrija pluta godišnje zarađuje prosječno 1,5 milijarda eura. Ova visoka vrijednost pluta govori o njegovoj važnosti i to čini hrast plutnjak iznimno važnom vrstom o kojoj ovisi opstanak ne samo pojedinaca već i država.

4. LITERATURA

KORIŠTENA LITERATURA

1. Chakali, G., A. Attal-Bedreddine, O. Hassina (2001): Insects pests of the oaks *Quercus suber* and *Q. Ilex* in Algeria. Proceedings of the IOBC/WPRS Working Group "Integrated Protection in Oak Forests" at Oeiras - Lisbonne, Portugal, 1-4 October 2001. Bulletin OILB/SROP 2002, 25 (5): 93-100.
2. Cork Quality Council, URL: http://www.corkqc.com/production/production2.htm (6.8.2016.)
3. Davidson, J. M., S. Werres, M. Garbelotto, E. M. Hansen, D. M. Rizzo (2003): Sudden oak death and associated diseases caused by *Phytophthora ramorum*. Online. Plant Health Progress doi:10.1094/PHP-2003-0707-01-DG.
4. Gil, L., M. C. Varela (2008): EUFORGEN Technical guidelines for genetic conservation and use for cork oak (*Quercus suber*). Bioversity International, Rome, Italy. 6 str.
5. Houston Durrant T., D. de Rigo, G. Caudullo (2016): *Quercus suber* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In book: European Atlas of Forest Tree Species, Publisher: Publication Office of the European Union, Luxembourg, Editors: Jesus San-Miguel-Ayanz, Daniele de Rigo, Giovanni Caudullo, Tracy Houston Durrant, Achille Mauri.
6. Idžjotić, M., (2013): Dendrologija cvijet, češer, plod, sjeme. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski Fakultet, Zagreb, 671 str.
7. Idžjotić, M., (2009): Dendrologija list. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 903 str.
8. Knapic, S., J. L. Louzada, S. Leal, H. Pereira, (2007): Radial variation of of wood density components and ring width in cork oak trees. Ann. For. Sci. 64: 211-218.
9. Linaldeddu, B. T., A. Franceschini, J. Luque, A. J. L. Phillips (2007): First report of canker disease caused by *Botryosphaeria parva* on cork oak trees in Italy. Plant Dis. 91: 324.
10. Nixon, K., C., (2006): Global and Neotropical Distribution and Diversity of Oak (genus *Quercus*) and Oak Forests. In Ecological Studies, Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests Vol. 185, M. Kappelle (Ed.).

11. Pereira, H., (1988): Chemical composition and variability of cork from *Quercus suber* L. Wood Science and Technology, 22 (3): 211-218. DOI: 10.1007/BF00386015
12. Pereira, H., (2007): Cork – Biology, Production and Uses. Centro de Estrudos Florestais, Instituto Superior de Agronomia, Univesidade Téhnica de Lisboa, Lisabon, 103-144.
13. Radišić, J., (1940): *Quercus suber* L. (chene-liege). Šumarski list 2-3: 111-167.
14. Šantek, M., (2016): Skripta - Vinarstvo Veleučilišta u Rijeci.
15. URL:http://www.veleri.hr/files/datoteke/nastavni_materijali/k_vinarstvo_2/6__cepovi.pdf (4.8.2016.)
16. Šolić, P., (1988): Prilog uzgajanju hrasta plutnjaka - *Quercus suber* L. u ukrasnim nasadima opatijske rivijere. Šumarski list 11-12: 507-517.
17. Trinajstić, I., (2005): Hrast plutnjak (*Quercus suber* L.) u dendroflori Hrvatske. Radovi Šumarskog instituta 40 (2):199-206.

IZVORI FOTOGRAFIJA

1. http://www.wildwillowdesign.com/2015/09/the-cork-oak-trees-of-sonoma-plaza-series-part-four/
2. https://selectree.calpoly.edu/tree-detail/quercus-suber
3. http://portugalwildlife.com/Trees.html
4. http://m.inmagine.com/image-ptg01086369-Cork-Oak-(Quercus-suber)
5. http://www.euforgen.org/species/
6. https://en.wikipedia.org/wiki/Quercus_suber
7. Tadić Jurica
8. http://www.widgetco.com/Wine-Corks.jpg
9. http://naturalscenicsonline.co.uk
10. http://www.corkforest.org/harvesting-the-cork-oak/
11. Pereira, H., 2007: Cork – Biology, Production and Uses. Centro de Estrudos Florestais, Instituto Superior de Agronomia, Univesidade Téhnica de Lisboa, Lisabon
12. Tadić Jurica
13. Tadić Jurica

IZVOR TABLICE

1. Garavaglia, V.,Besacier, C., State of Mediterranean Forests, 2012, URL: http://www.institutduliege.com/colloque2012