

# Konzervacija genotipova poljskog jasena otpornih na patogenu gljivu *Hymenoscyphus fraxineus*

---

**Rađa, Tibor**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:716756>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-28**



*Repository / Repozitorij:*

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE**  
**ŠUMARSKI ODSJEK**

**PREDIPLOMSKI STUDIJ**  
**ŠUMARSTVO**

**TIBOR RAĐA**

**KONZERVACIJA GENOTIPOVA POLJSKOG JASENA**  
**OTPORNIH NA PATOGENU GLJIVU *HYMENOSCYPHUS***  
***FRAXINEUS***

**ZAVRŠNI RAD**

**ZAGREB (RUJAN 2023.)**

## PODACI O ZAVRŠNOM RADU

<b>Zavod:</b>	Zavod za šumarsku genetiku, dendrologiju i botaniku
<b>Predmet:</b>	Šumarska genetika
<b>Mentor:</b>	prof. dr. sc. Saša Bogdan
<b>Student:</b>	Tibor Rađa
<b>Jmbag:</b>	0068231658
<b>Akad.Godina:</b>	2022./2023.
<b>Mjesto, datum obrane:</b>	Zagreb, 15.09.2023
<b>Sadržaj obrane:</b>	Slika: 7 Navoda literature: 13

---

	<b>Izjava o izvornosti rada</b>	<b>OB FŠDT 05 07</b>
		Revizija: 2
		Datum: 15. 9. 2023

„Izjavljujem da je moj završni rad izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam koristila drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

U Zagrebu, 15. 9. 2023

---

*Vlastoručni potpis*

---

## Sadržaj

1. Uvod .....	1
2. Općenito o genetskim resursima poljskog jasena u RH .....	2
2.1 Značaj i rasprostranjenost poljskog jasena u RH .....	2
2.2 Podvrste poljskog jasena i njegova ugroženost.....	3
2.3 Genetska raznolikost poljskog jasena .....	4
3. Kronologija širenja patogene gljive <i>Hymenoscyphus fraxineus</i> .....	6
4. Genetske varijacije poljskog jasena u otpornosti prema patogenoj gljivi .....	9
5. Rasprava.....	14
6. Preporuke za konzervaciju .....	15
7. Literatura .....	16

---

## 1. Uvod

Patogena gljiva *Hymenoscyphus fraxineus* (basionym: *Chalara fraxinea*), jedan je od glavnih uzročnika masovnog odumiranja stabala poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl), što predstavlja veliki problem u Hrvatskoj, kao i u Europi. Literaturni podaci, kao i dosadašnja iskustva domaćih istraživača, ukazuju na postojanje genotipova poljskog jasena koji posjeduju djelomičnu ili potpunu otpornost na tu gljivu. Takvi genotipovi predstavljaju izuzetno vrijedan genetski resurs, a njihova identifikacija i konzervacija temelj su pridobivanja reprodukcijanskog materijala poljskog jasena koji će omogućiti obnovu devastiranih sastojina.

## 2. Općenito o genetskim resursima poljskog jasena u RH

### 2.1 Značaj i rasprostranjenost poljskog jasena u RH

Poljski jasen, *Fraxinus angustifolia* Vahl, je anemofilna, listopadna vrsta sa sposobnošću širenja sjemena vjetrom i vodom. Tvori biološki i gospodarski posebno vrijedan dio sastojinske strukture lužnjakovih šuma u nizi i vlažnoj gredi. Također, poljski jasen tvori i čiste sastojine u najvlažnijim dijelovima nizinskih šuma- barama. U kontinentalnom području Hrvatske ova vrsta ima relativno kontinuiranu rasprostranjenost te obitava u većim populacijama. Sastojine koje tvori poljski jasen rasprostranjene su na približno 27 600 ha, u poplavnim područjima Posavine, Pokuplja, Podravine, Podunavlja te u Motovunskoj šumi u Istri (slika 1). U nizinskim poplavnim šumama Posavine poljski jasen ima ključnu ulogu jer je pionirska vrsta koja dobro uspijeva u uvjetima nepovoljnima za ostale vrste drveća (Idžojić i dr. 2022). Različitost staništa na kojima poljski jasen uspijeva na tom području određena je ponajviše režimom vlaženja tla.



Slika 1: Rasprostranjenost poljskog jasena u Hrvatskoj

---

## 2.2 Podvrste poljskog jasena i njegova ugroženost

Niža taksonomija poljskog jasena još uvijek nije u potpunosti razriješena, no rezultati svih recentnih istraživanja dijele poljski jasen na tri geografski diferencirane podvrste:

1. *Fraxinus angustifolia* Vahl subsp. *angustifolia* - sredozemni poljski jasen (zapadno Sredozemlje, jugozapadna Europa i sjeverozapadna Afrika)
2. *Fraxinus angustifolia* Vahl subsp. *oxycarpa* (M. Bieb. Ex Willd) Franco et Rocha Afonso (Bot. J. Linn. Soc. 64:377.1991, prema Franjić 2022.) - pontsko-kaspijski poljski jasen (središnja i jugoistočna Europa, Balkan, obale Crnog mora, Kavkaz)
3. *Fraxinus angustifolia* Vahl subsp. *syriaca* (Boiss.) Yalt. (u P.H. Davis (eds.), Fl. Turkey 6: 152. 1978, prema Franjić 2022) - sirijsko-kaspijski poljski jasen (Turska, Anatolija i istočnije do Irana/Pakistana)

Hrvatska se nalazi na dodiru dviju navedenih podvrsta (subsp. *angustifolia* i subsp. *oxycarpa*), gdje je najvećim dijelom prisutna podvrsta *oxycarpa*. U novije vrijeme uporabom molekularnih biljega (Temunović i dr. 2012, 2013) utvrđeno je nekoliko genetski različitih populacija poljskog jasena u Europi, i to populacije zapadnog Balkana, populacije zapadnog Sredozemlja, populacije južne Italije, populacije s obale Crnog mora, te zanimljivo hrvatska populacija s područja Čakovca. (Temunović i dr. 2012) utvrdili su statistički značajne razlike u razinama genetske raznolikosti između kontinentalnih i jadranskih populacija poljskog jasena u Hrvatskoj, te je zabilježena značajna premda vrlo niska geografska genetska struktura populacija (Bogdan i dr. 2022) .

Istraživanjima je potvrđena genetska različitost jadranskih populacija u odnosu na kontinentalne tj. utvrđeno je postojanje dviju rasa poljskog jasena u Hrvatskoj – kontinentalne i jadranske. Uzevši u obzir da te dvije populacije nisu strogo genetski odvojene, one potencijalno predstavljaju dva različita ekotipa. Da li se radi o rasama nastalim prirodnom selekcijom ili kao posljedica genetskog drifta još uvijek nije u potpunosti jasno.



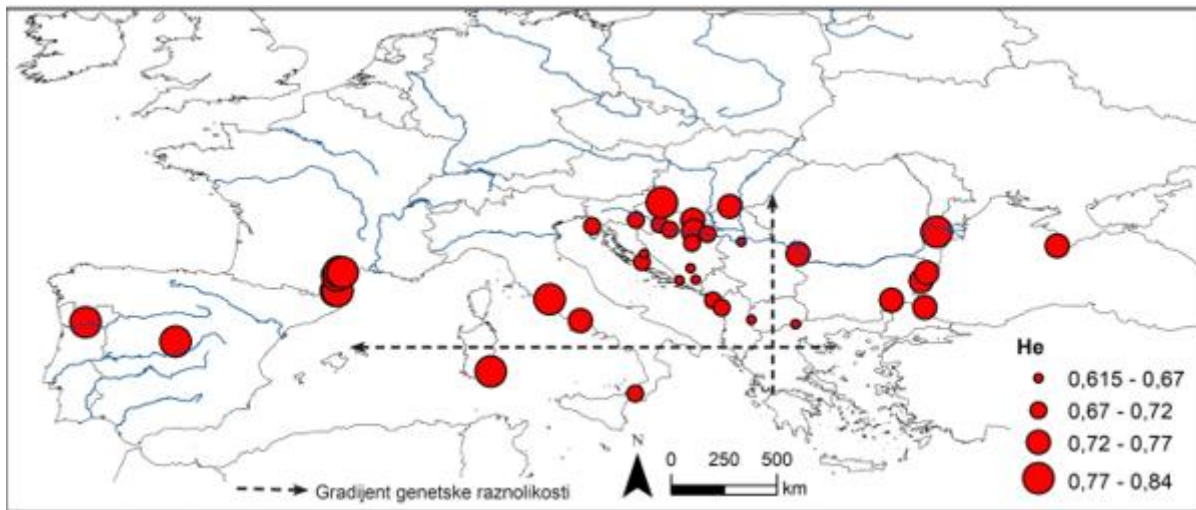
---

## 2.3 Genetska raznolikost poljskog jasena

Kao nezaobilazno sredstvo za određivanje genetske raznolikosti, utjecaja genetskog drifta na populacije te utvrđivanja adaptivne genetske varijabilnosti, je uporaba DNA biljega. Uporabom DNA biljega moguće je odrediti raznolikost na nivou genskih lokusa, čime se postižu detaljnije informacije o genetskoj raznolikosti. Međutim, genetska raznolikost utvrđena pomoću velikog broja do sada korištenih biljega ne korelira s prilagodbenim procesima koji se događaju kod populacija uslijed razlika u okolišnim uvjetima (Bogdan i dr. 2022.). Navedeni nedostaci su smanjeni razvojem najnovijih DNA biljega kojima možemo dobiti uvid u adaptivnu genetsku varijabilnost populacija kao i glavne okolišne čimbenike koji ju i oblikuju. Adaptivna raznolikost odnosi se na genetske razlike koje su uvjetovane prilagodbom populacija na različite selekcijske pritiske (Bogdan i dr. 2022.). Prve analize genetske varijabilnosti poljskog jasena u Europi uporabom DNA biljega provedene su u sklopu projekta akronima Fraxigen (2005.). U istraživanje je bilo uključeno 34 populacija, među kojima je i hrvatska populacija iz Lipovljana. Međutim, rezultati su dosad objavljeni samo za grčke, talijanske i španjolske populacije (Fraxigen 2005; Papi i dr. 2012, prema Anić i dr. 2022).

Novija opsežnija istraživanja genetske varijabilnosti europskih populacija poljskog jasena upotrebom DNA biljega provedena su u periodu od 2008. do 2013. godine (Temunović i dr. 2012, 2013). Upotrebom jezgrinih mikrosatelitnih biljega (nSSR) na 38 europskih populacija potvrđeno je kako populacije poljskog jasena općenito posjeduju vrlo visoku genetsku raznolikost te nisku diferencijaciju populacija (Temunović i dr. 2013). Nastavno na istraživanje Heuertz i dr. (2006) u kojem balkanske populacije poljskog jasena nisu bile dovoljno zastupljene, dodatno je istražena raznolikost kloroplastnih haplotipova istim biljezima (kao i kod Heuertz i dr. 2006) u 38 europskih populacija, od kojih je 25 bilo sa Balkanskog poluotoka (Temunović i dr. 2012, 2013)

Utvrđeno je kako najveću genetsku raznolikost imaju najsjevernije i zapadne mediteranske populacije poljskog jasena među kojima je i hrvatska populacija Čakovec. Također se ističu populacije Dinarida uz istočnu obalu Jadrana (npr. Zrmanja, Neretva itd.) koje su od svih istraživanih europskih populacija imale najmanju genetsku raznolikost (Slika 2).



Slika 2: Bogatstvo alela 38 istraživanih prirodnih populacija poljskog jasena u Europi. (preuzeto od Temunović i dr. 2012)

---

### 3. Kronologija širenja patogene gljive *Hymenoscyphus fraxineus*

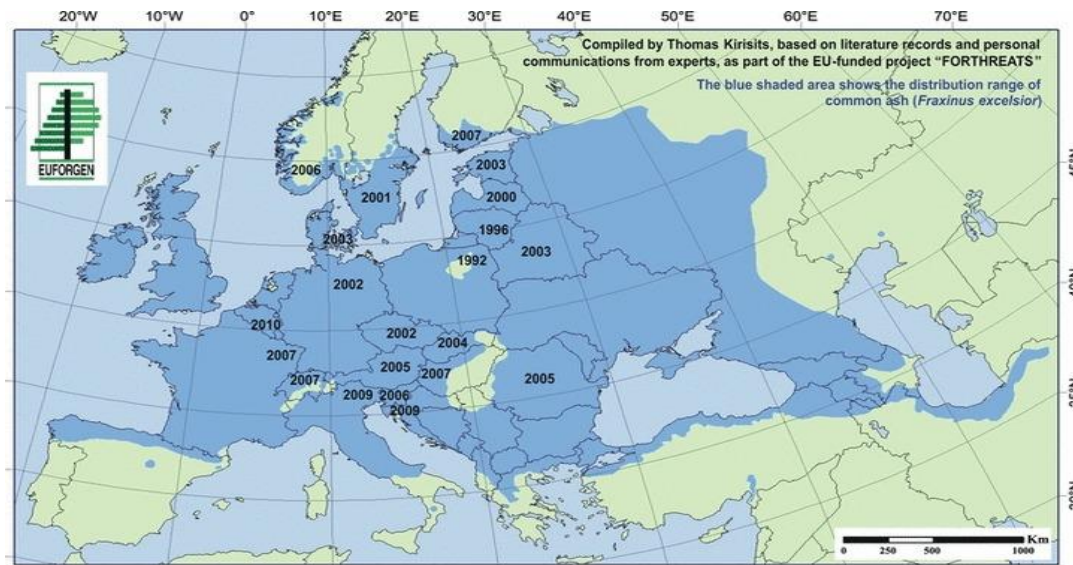
Opisana prvi puta 2006. godine (Kowalski 2006, prema Diminić 2012), *Chalara fraxinea* (Kowalski, 2006) je nova gljivična bolest koja je u posljednjih desetak godina uzrokovala masovno odumiranje običnoga jasena (*Fraxinus excelsior* L.) diljem Europe. Uzrokuje odumiranje i sušenje stabala različitih starosti neovisno o stanišnim uvjetima i načinu gospodarenja. Odumiranju stabala prethodi velik broj simptoma poput venuća i prijevremenog opadanja lišća, nekroze lišća, pupova, lisnih peteljki i kore, odumiranja izbojaka i grana, rakastih tvorevina na izbojcima, granama i deblu, te diskoloracija drva smeđe do sive boje (Slika 3.).

Do sada nema pouzdanih informacija o načinu gospodarenja običnim jasenom u zaraženim sastojinama. Preporučuje se sječa isključivo odumrlih ili jako oboljelih stabala. Preparati (fungicidi) za suzbijanje patogene gljive ne postoje (Hauptman 2016). Dva primarna načina zaraze domaćina patogenom gljivom su putem lenticela i putem lišća domaćina. Simptomi su prvi put uočeni ranih 1990.-ih u Poljskoj i Litvi pretpostavljajući kako su posljedice suše ili mraza. Odumiranje jasena je bilo zabilježeno i prije, no nikada na tolikoj razini.



Slika 3: Simptomi odumiranja jasena: (A) venuće lišća, (B, C) nekroza na mladim granama, (D, E) diskoloracija drva, (F) rakaste tvorevine na deblu, (G) nekroza baze debla, (H) osipanje krošnje (preuzeto od Diminić i dr. 2012)

Počevši od sjevera Poljske, gljiva se širila na jug, zapad i istok, kako bi 1998. godine odumiranje jasena bilo zabilježeno u čitavoj zemlji. 2002. godine bolest je zapažena u sjeveroistočnom dijelu Njemačke i na jugu švedske, da bi dvije godine kasnije 2004. bila masovno rasprostranjena čitavom Švedskom. U Hrvatskoj je ova bolest prvi put zapažena 2009. godine u Gorskom kotaru, te se sada proširila gotovo čitavom Europom (Slika 4.).

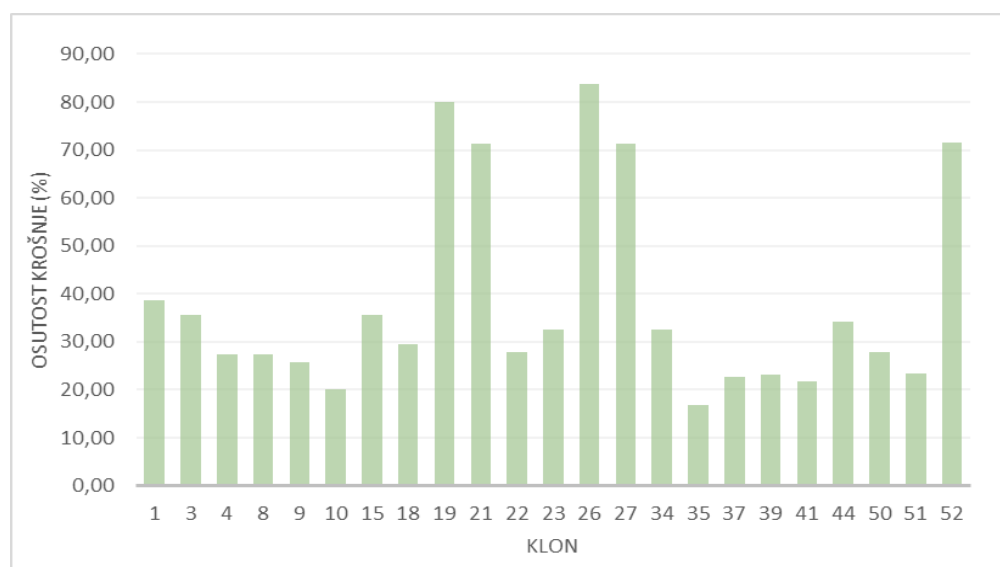


Slika 4: Karta Europe koja plavom bojom prikazuje populacije običnog jasena (*Fraxinus excelsior*) i godinu prve pojave *Hymenoscyphus fraxineus* po državama (Izvor: [https://www.researchgate.net/figure/Map-of-Europe-showing-the-distribution-range-of-Fraxinus-excelisior-in-blue-and-the-year\\_fig2\\_227728837](https://www.researchgate.net/figure/Map-of-Europe-showing-the-distribution-range-of-Fraxinus-excelisior-in-blue-and-the-year_fig2_227728837) (pristupljeno 24.3.2023))

*H. fraxineus* uzrokuje fiziološko slabljenje stabala jasena, otvarajući na taj način put sekundarnim štetnicima kao što su potkornjaci i truležnice (Skovsgaard i dr. 2009, prema Diminić i dr. 2012). Gljivični patogen nije prisutan u termofilnim zajednicama na mediteranskom području rasprostranjenja crnog jasena, te u prirodnim sastojinama crnog jasena nema simptoma bolesti niti je moguća izolacija patogena iz tkiva potencijalnog domaćina, što je u skladu s predikcijom rizika prirodnog širenja gljive *H. fraxineus* (Dal Maso i Montecchio 2014; Santini i dr. 2013, prema Milotić 2017). Istraživanja u Danskoj pokazala su kako je zbog širenja gljive *Hymenoscyphus fraxineus* pao broj stabla zaraženih s *H. Albidus*.

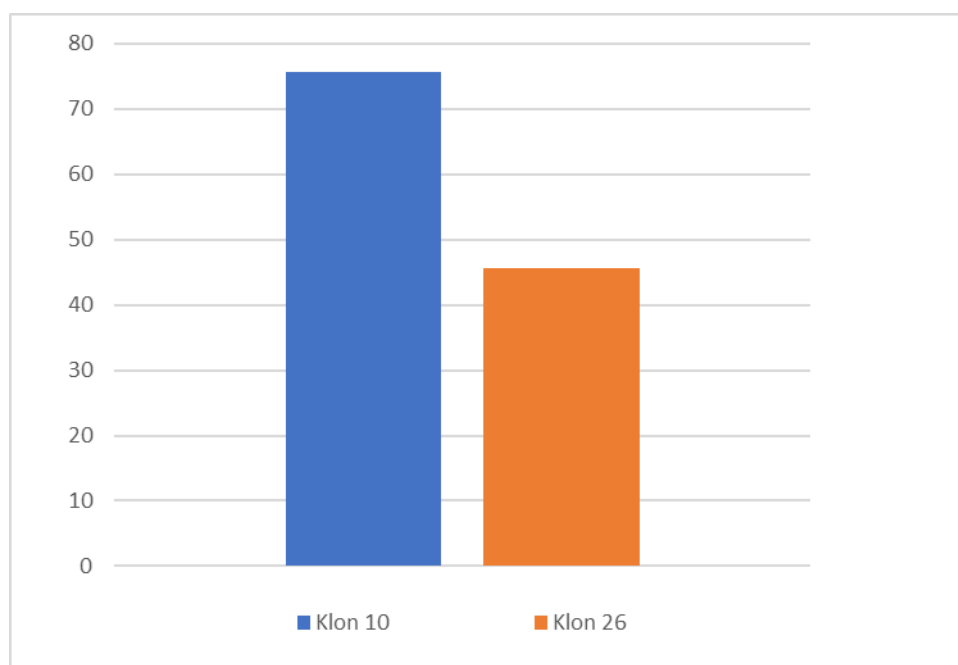
## 4. Genetske varijacije poljskog jasena u otpornosti prema patogenoj gljivi

Unatoč sušenju i odumiranju poljskog jasena, neka stabla su pokazala povećanu otpornost na *Hymenoscyphus fraxineus*. Istraživanja provedena u klonskim plantažama običnog jasena u Danskoj (McKinney i dr. 2011; Kjaer i dr. 2012; Lobo i dr. 2015, prema Hauptman i dr. 2016), Švedskoj (Stener 2013, prema Hauptman i dr. 2016), Austriji (Kirisits i Freinschlag 2012, prema Hauptman i dr. 2016), Litvi (Pliura i dr. 2014, prema Hauptman i dr. 2016) i Njemačkoj (Enderle i dr. 2015, prema Hauptman i dr. 2016) pokazuju smanjene štete na nekim stablima, što upućuje na otpornost pojedinih genotipova na gljivu. Istraživanja provedena u Sloveniji u rasadniku Hraščica (Hauptman i dr. 2016) pokazuju kako stabla poljskog jasena također pokazuju različitu otpornost na *H. fraxineus*. Pokus je proveden na 23 klona poljskog jasena zaraženog sa *H. fraxineus*, gdje se promatrala šteta na krošnjama, širenje nekroze i fenologija lišća. Procjenu štete na krošnjama provodile su dvije osobe u periodu od 2009. do 2012. godine., te su pokazale kako su neka stabla teže stradala od drugih. Značajno veću štetu na krošnji su imali klonovi 19, 21, 26 i 52, sa procjenom od 80.0%, 71.2%, 83.8% i 71.5%, dok su ostala stabla pokazala <50% štete (Slika 5.).



Slika 5: Procjena osutosti krošanja 23 klona 2012. godine (Hauptman i dr. 2016)

Pokus je također pokazao kako zaražena stabla imaju različite duljine nekrotičnog tkiva. Za pokus su se koristili najzdraviji klon (klon 10) i najoštećeniji klon (klon 26) koje se cijepilo sa dva različita izolata *H. fraxineus* uzetih sa nekrotičnog tkiva *F. excelsior* 2007. godine. Rezultati su pokazali značajno veću nekrozu na klonu 26 ( $75.6 \pm 5.5$  mm) nego na klonu 10 ( $45.7 \pm 4.1$  mm) (Slika 6). Prema pokusima izvedenim u Danskoj (McKinney et al. 2012; Lobo et al. 2015, prema Hauptman i dr. 2016) u plantažama običnog jasena, moguće je da neke jedinke pokazuju veću otpornost zbog obrambenog mehanizma koji ograničava rast gljive u ksilemu i floemu. Vrijedi također napomenuti kako su na nekrozama također zabilježene gljive iz porodice *Armillaria* koje su tipični sekundarni štetnici na jasenu.



Slika 6: Graf koji prikazuje duljinu nekroze na klonovima 10 i 26 (Hauptman i dr. 2016)

Pošto je jedan od načina infekcije *H. fraxineus* putem lišća, rano otpadanje lišća domaćina česti je simptom zaraze. U navedenom pokusu također su zabilježeni različiti intenziteti odbacivanja lišća kod klonova, gdje su generalno oštećenija stabla ranije odbacivala svoje lišće od zdravijih. Pored toga, na ovogodišnjem otpalom lišću zabilježene su nekroze, dok su na prošlogodišnjem otpalom lišću zabilježeni apoteciji gljive, što upućuje da je zaraza *H. fraxienus* igrala ulogu u odbacivanju lišća. Slični

---

rezultati dobiveni su u rasadniku običnog jasena u Švedskoj (Stener 2013, prema Hauptman i dr. 2016) dok su u Austriji (Kirisits i Freinschlag 2012., prema Diminić i dr. 2017) i Danskoj (McKinney i dr. 2011, prema Hauptman i dr. 2016) dobiveni drugačiji rezultati prema kojima stabla sa kraćim periodom rasta izbjegnu infekcije drvene tvari zbog ranijeg odbacivanja lišća, te su stoga otpornija na zarazu. Izvedbom inokulacije gljive *H. fraxineus* u grančice različitih klonova te motrenjem posljedično prouzrokovanih nekroza je kasnije to i dokazano (McKinney i dr. 2012, prema Hauptman i dr. 2016). Otpornije jedinice dakle izbjegnu bolest s ranijim otpadanjem lista ili s aktivnim obrambenim mehanizmima, koji ometaju širenje gljive *H. fraxineus* u tkivima domaćina (Milotić 2017).

Pokusi u Srbiji (Vemić i dr. 2021.) dali su značajne rezultate o genetski uvjetovanoj otpornosti jasena na *H. fraxineus*. Promatralo se 450 polusrodnih sadnica *F. angustifolia* gdje su se biljke uzete sa 10 majčinskih stabala, 45 po stablu. Od tih testiranih sadnica, samo su sadnice majčinskog stabla 3 pokazale veću otpornost, sa značajno manjom smrtnošću i veličinom nekroza (Slika 7.). Ostale sadnice pokazale su otpornost na samo jednu testiranu karakteristiku. Tako su npr. sadnice familije 5 imale smanjen mortalitet dok su sadnice familije 8 imale nekrotične rane manje širine od ostalih. Također sadnice familija 2 i 3 imale su sporiji rast nekrotičnih rana dok su sadnice familije 3 i 5 imale najmanju smrtnost. Dobiveni rezultati ukazuju kako bi se križanjem tolerantnih genotipova mogli dobivati otporniji potomci za sadnju i obnovu. Unatoč tome, *H. fraxineus* može potencijalno nadvladati slabiju genetičku otpornost spolnim razmnožavanjem. Pored toga rezultati su pokazali kako više sadnice imaju manji mortalitet nego niže sadnice. To bi se moglo objasniti time da su nekroze na višim sadnicama imale manji utjecaj na transport vode i fiziologiju zbog manje površine nekroze u odnosu na veličinu biljke.





Slika 7: Nekroze tkiva od *H. fraxineus* na sadnicama običnog jasena polusrodnih linija 3 (A), 10 (B) i 1 (C) (Vemić i dr. 2021.)

Konačno, pokusi u Hrvatskoj (Diminić i dr. 2017) kod kojih se ispitivala osjetljivost klonova *F. angustifolia* na *H. fraxineus*, pokazuju zanimljive rezultate o otpornosti poljskog jasena. Za pokus su odabrane sadnice iz dviju klonskih sjemenskih plantaža (Nova Gradiška i Čazma) koje su zatim bile inokulacijom zaražene s *H. fraxineus*. Korištena su 2 izolata *H. fraxineus* uzeta sa stabla *F. excelsior* na mjestu gdje je bolest prvi put zabilježena 2009. godine. Nakon prve godine smrtnost stabala je dosegla 49%, dok je kod pokusa u Litvi smrtnost dosegla 1.2% (Pliūra i dr. 2014, prema Diminić i dr. 2017). To se može objasniti posljedicama dugog vremena u kojem je Litva izložena patogenu, te je zbog istog obični jasen bio izložen intenzivnoj prirodnoj selekciji. Kod našeg pokusa očekivano niti jedan od testiranih klonova ne pokazuje potpunu otpornost na patogenu gljivu, dok neki pokazuju povećanu otpornost. Pored navedenih rezultata, pokus je također pokazao kako su stabla koja ranije odbacuju lišće otpornija na gljivu, no kako su ti podaci bili mjereni na samo dva klona konačni zaključak ne može biti donesen.

---

U istraživanju u Austriji gdje se procjenom određivalo oštećenje stabla jasena srednja vrijednost intenziteta oštećenja jasena dosegla je tek 18,1% u 2009. godini i 17,6% u 2010. godini (Kirisits i Freinschlag 2012, prema Diminić i dr. 2017). Opadanje procjene oštećenost može se objasniti tako da oštećena stabla često reagiraju s formiranjem novih epikormičkih izbojaka da nadoknade gubitak mrtvih izbojaka, što stvara izgled smanjenog intenziteta sušenja i oštećenja koje je patogen izazvao. Također je pretpostavljeno da klimatski faktori mogu pridonijeti smanjenjem intenziteta bolesti (Kirisits i Freinschlag 2012, prema Diminić i dr. 2017). Stoga, defolijacija krošnje ovisi značajno o svojstvima sastojine i mikrolokaciji, te je više indikator sveukupne vitalnosti stabla nego osjetljivosti na *H. fraxineus* (Enderle i dr. 2015, prema Diminić i dr. 2017). Zbog toga je udio živića (epikormičkih izbojaka) u u krošnji bolji indikator stupnja infekcije bolesti ili osjetljivosti stabala (Enderle i dr. 2015, prema Diminić i dr. 2017).

Kod istraživanja uloge *H. fraxineus* u odumiranju jasena u Hrvatskoj (Milotić 2017) ustanovljena su 4 klonova koja su pokazala veću tolerantnost na patogenu gljivu, i to klonovi iz Nove gradiške (klonovi NG03 i NG31) i Bjelovara (klonovi BJ25 i BJ38). Navedeni klonovi pokazuju različite vrijednosti elemenata (u odnosu na kontrolu) gdje su klonovi BJ25 i BJ38 pokazali smanjenu ili povišenu vrijednost nekih elemenata, dok je kod klonova NG03 i NG31 zapažena smanjena ili povišena vrijednost drugih elemenata što jasno ukazuje na utjecaj genotipa domaćina na koncentracije biogenih elemenata u lišću. Element čija je koncentracija bila smanjena kod sva četiri klonova je bio mangan, dok je koncentracija cinka bila povišena kod sva četiri klonova. Utjecaj smanjenih vrijednosti mangana i povećanih vrijednosti cinka na djelovanje patogena *H. fraxineus* trebalo bi detaljnije istražiti. Postoji mogućnost da su smanjene vrijednosti mangana i povećane vrijednosti cinka povezane sa smanjenom aktivnosti patogena (Milotić 2017).

---

## 5. Rasprava

Od prvog nalaza 2009. godine, *Hymenoscyphus fraxineus* se do početka 2016. godine proširio po gotovo čitavom području areala običnog i poljskog jasena u Republici Hrvatskoj. Navedena istraživanja iz prethodnog poglavlja govore o postojanju otpornosti poljskog jasena na *H. fraxineus*, kao i postojanja individualnih razlika u stupnju otpornosti. Kako je većina istraživanja individualne otpornosti rađena na običnom jasenu, istraživanje u Sloveniji u rasadniku Hrašćica bilo je od znatne važnosti za saznanja o djelovanju patogena na poljski jasen. Prema biologiji vrste *H. fraxineus* lišće jasena predstavlja važnu infekcijsku početnu točku za ulazak patogena u domaćina (Kirisits i dr. 2009; Cleary i dr. 2013, prema Milotić 2017). Zbog toga su genotipovi koji listaju ranije i genotipovi koji ranije odbacuju lišće otporniji na patogenu gljivu. Dok su neka stabla pokazala otpornost na samo jednu od ispitanih karakteristika, činjenica da je ta otpornost genetski uvjetovana otvara priliku za selekciju i njihovo križanje kako bi dobili otpornije potomstvo. Točan mehanizam iza povećane otpornosti poljskog jasena još uvijek nije utvrđen, te su potrebna dodatna istraživanja. Poljski jasen se danas smatra najugroženijom šumskom vrstom u Hrvatskoj, te je za njeno očuvanje potrebna provedba hitnih i aktivnih mjera.

---

## 6. Preporuke za konzervaciju

Poljski jasen se uz hrast lužnjak, s obzirom na osutost, smatra najosjetljivijom vrstom nizinskih šuma Hrvatske (Prpić i dr. 1991, prema Milotić 2017). Gubitak velikog broja stabala poljskog jasena snosi teške posljedice na genetsku raznolikost vrste i kapacitet za migracije gena. Kao glavnu mjeru očuvanja treba uzimati u obzir *ex-situ* metodu očuvanja genetske raznolikosti koja obuhvaća evakuaciju genotipova sa njihovog prirodnog staništa u specijalizirane objekte poput klonskih arhiva gdje su zaštićeni od štetnih biotskih i abiotskih uvjeta. Uz *Hymenoscyphus fraxineus*, kao glavni razlog sušenja poljskog jasena smatraju se klimatske promjene (kolebanje podzemnih voda, sušna razdoblja itd.) i pojave drugih štetnika (*Armillaria spp.* jasenov potkornjak i dr.). U navedenoj situaciji kada vrsti prijeti niz štetnih faktora, vrlo je teško određivanje otpornijih genotipova u kratkom vremenu. Dok neki genotipovi pokazuju otpornost prema jednom štetnom faktoru, pronaći genotipove koji istodobno pokazuju otpornost na sve štetne abiotske i biotske čimbenike je veoma teško. Unatoč tome vrijedi pokušati, te je prijedlog da se u sastojinama zahvaćenim odumiranjem jasena provede potraga za pojedinačnim otpornijim stablima. Otporna stabla potrebno je autovegetativno klonirati, te sa rametama dobivenim kloniranjem osnovati barem dva klonska arhiva gdje će se posebna pozornost posvetiti potrebi zaštite od štetnih abiotskih i biotskih čimbenika. Sastojine koje ne pokazuju značajna odumiranja potrebno je u godinama punog uroda sjemena prirodno obnavljati ili po potrebi umjetno obnavljati prikladnim sadnicama. Kod proizvodnje sadnica treba voditi brigu o podrijetlu sjemena. Pažnju zaslužuje i prethodno navedena jadranska rasa poljskog jasena koja pokazuje određenu genetsku posebnost. Također se ističu populacije poljskog jasena na sjeverozapadu Hrvatske kod kojih nema ozbiljnih sušenja te se predlaže *in-situ* mjere očuvanja. Ako bi kod tih populacija došlo do sušenja i odumiranja, preporučuje se primjena *ex-situ* mjera.

---

## 7. Literatura

1. Bogdan S. i dr.: Genetska raznolikost poljskog jasena, 67 – 90 str., u Anić. I., 2022: Poljski jasen u Hrvatskoj, Akademija šumarskih znanosti Zagreb.
2. Diminić D., Kajba D., Milotić M., Andrić I., Kranjec.J., 2017: Susceptibility of *Fraxinus angustifolia* Clones to *Hymenoscyphus fraxineus* in Lowland Croatia; Baltic forestry, vol 23(1); str. 233–243
3. Diminić D., Pernek M., Županić M., Barić L., 2012: Prvi nalazi patogene gljive *Chalara fraxineau* Hrvatskoj – Novog uzročnika odumiranja jasena (*Fraxinus spp.*), Šumarski list, 9–10 (2012): 461–469
4. Franjić J., Škvorc Ž., 2010: Šumsko drveće i grmlje Hrvatske, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, 194 str.
5. Franjić J., Temunović M.: Taksonomski status poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl. *Oleaceae*), 49 – 62str. , u Anić. I., 2022: Poljski jasen u Hrvatskoj, Akademija šumarskih znanosti Zagreb.
5. Hauptman T., Ogris N., De Groot M., Piškur B., Jurc D., 2016: Individual resistance of *Fraxinus angustifolia* clones to ash dieback; Forest pathology, 46; 269-280 str.
6. Heuertz M, Carnevale S, Fineschi S, Sebastiani F, Hausman JF, Paule L, Vendramin GG. Chloroplast DNA phylogeography of European ashes, *Fraxinus* sp. (*Oleaceae*): roles of hybridization and life history traits. *Mol Ecol.* 2006 Jul;15(8):2131-40. doi: 10.1111/j.1365-294X.2006.02897.x. PMID: 16780430.
7. Idžojtić M., Poljak I.: Morfološka i biološka obilježja i prirodna rasprostranjenost poljskog jasena, 33 – 45 str., u Anić. I., 2022: Poljski jasen u Hrvatskoj, Akademija šumarskih znanosti Zagreb.

- 
8. Milić M., 2017.g: Uloga gljive *Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya u odumiranju jasena (*Fraxinus spp.*) u Republici Hrvatskoj, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:615443> (pristupljeno 25.5.2023.)
  9. Nikolić T. ur. (2015 - nadalje): Flora Croatica baza podataka (<http://hirc.botanic.hr/fcd>). Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu (datum pristupa:24.03.2023).
  10. Temunović, M., N. Frascaria-Lacoste, M. Grgurev, J. Franjić, J. F. Fernandez-Manjarres, 2012: Environmental heterogeneity explains the genetic structure of Continental and Mediterranean populations of *Fraxinus Angustifolia* Vahl. PloS ONE, 7(8): e42764
  12. Temunović, M., N. Frascaria-Lacoste, J. Franjić, J. F. Fernandez- Manjarres, 2013: Identifying refugia from climate change using coupled ecological and genetic data in a transitional Mediterranean-temperate tree species. Molecular ecology, 22(8): 2128-2142
  13. Vemić A., Kerkez Janković I., Kudlaček T., Jung T., Šijačić-Nikolić M., Nonić M., Milenković I., 2021: Development of *Hymenoscyphus fraxineus* on seedlings from different half-sib lines of *Fraxinus angustifolia* in Serbia, Forest pathology ;51:e12705