

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**ŠUMARSKI FAKULTET**

**ŠUMARSKI ODSJEK**

PREDDIPLOMSKI STUDIJ

OPĆE ŠUMARSTVO

**ANJA GRUBER**

**SPOLNOST KOD OBIČNOG JASENA (*Fraxinus excelsior* L.)**

ZAVRŠNI RAD

**ZAGREB, (SRPANJ 2016.)**

## PODACI O ZAVRŠNOM RADU

Zavod:	Zavod za šumarsku genetiku, dendrologiju i botaniku
Predmet:	Šumarska genetika
Mentor:	prof.dr.sc. Davorin Kajba
Asistent:	mag. ing. silv. Ivan Andrić
Student:	Anja Gruber
JMBAG:	0067476067
Akad. god.:	2015/2016.
Mjesto, datum obrane:	Zagreb, 1.7.2016.
Sadržaj rada:	Slike: 16 Navoda literature: 6
Sažetak:	<p>Kod običnog jasena utvrđen je poligamni raspored cvatova. Muški cvatovi su građeni od dva prašnika, a mogu imati i rudimentarni tučak. Ženski cvatovi imaju tučak, a mogu imati i staminodije-sterilne prašnike koji ne stvaraju pelud. Hermafroditi imaju dva nasuprotna prašnika i tučak koji sazrijeva prije prašnika, a prašnici imaju kratke prašničke niti. Tučak ima nadraslu dvogradnu plodnicu, vrat i dvodijelnu njušku, pa je obični jasen po spolnosti triecična vrsta. Cvjetovi se nalaze u postranim metlicama na prošlogodišnjim izbojcima. U prirodnim sastojinama, kao i u klonskoj sjemenskoj plantaži, utvrđene su tri fenotipske klase: a) grupa jedinki sa muškim cvatovima: b) grupa sa hermafroditnim cvatovima, koji stvaraju pelud i sjeme; te c) grupa sa ženskim cvatovima koji proizvode sjeme. Također je utvrđeno mijenjanje spolova kroz vegetacijske godine, dok se ženski fenotip iskazao kao najmanje stabilan.</p>

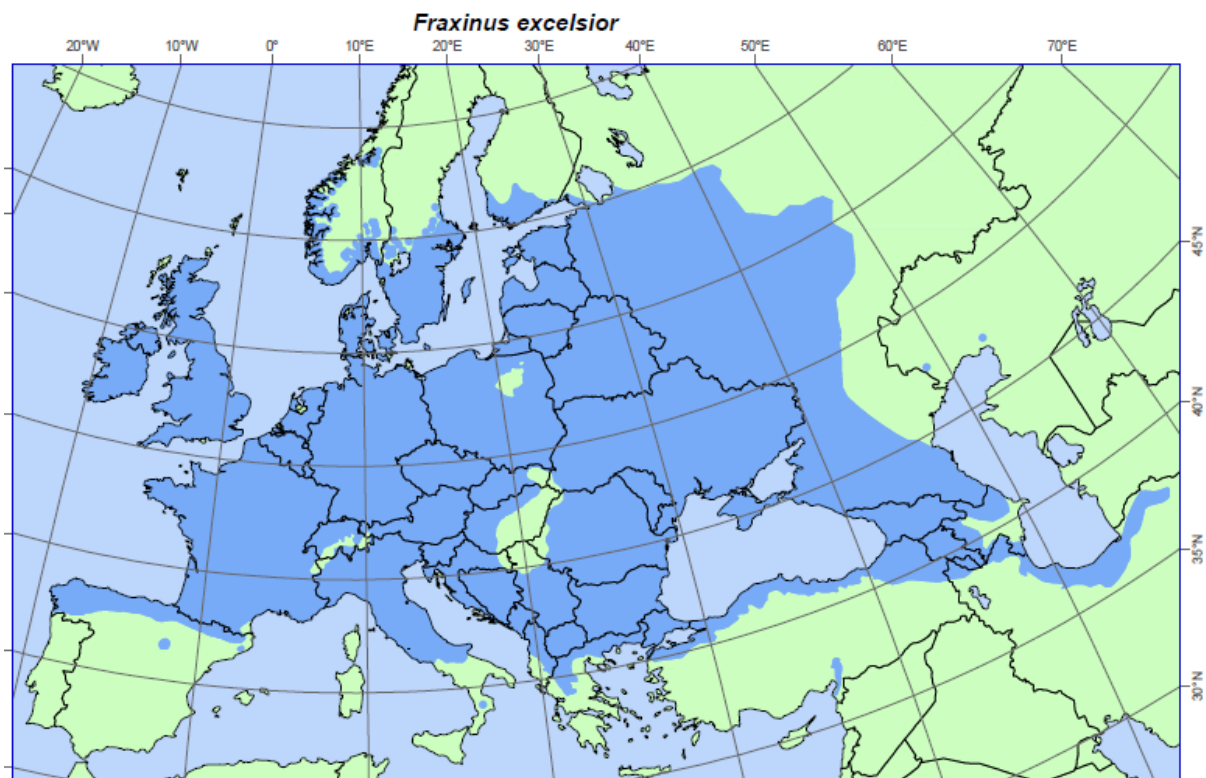
## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1. OSNOVNE ZNAČAJKE OBIČNOG JASENA <i>Fraxinus excelsior</i> L. .	1
1.2. MORFOLOGIJA OBIČNOG JASENA <i>Fraxinus excelsior</i> L.....	2
1.3. SPOLNOST KOD ŠUMSKOG DRVEĆA.....	4
1.3.1. SPOLNO RAZMNOŽAVANJE.....	4
1.3.2. TIPOVI SPOLNOSTI.....	5
2. OBRADA TEME .....	6
2.1. SPOLNOST SA FIZIOLOŠKOG GLEDIŠTA .....	6
2.2. MORFOLOGIJA CVATOVA OBIČNOG JASENA <i>Fraxinus excelsior</i> L. ....	7
2.3. TRIECIJA-ISTRAŽIVANJA I MODELI.....	8
2.4. VARIJABILNOST SPOLNE EKSPRESIJE OBIČNOG JASENA <i>Fraxinus excelsior</i> L. ....	8
2.4.1. SPOLNA EKSPRESIJA U PRIRODNIM SASTOJINAMA .....	9
2.4.2. SPOLNA EKSPRESIJA U KLONSKIM SJEMENSKIM PLANTAŽAMA .....	12
2.4.3. UTJECAJ GUSTOĆE CVIJETA, PLODONOŠENJA I STVARANJA PELUDI NA SPOLNU EKSPRESIJU.....	12
3. ZAKLJUČAK .....	14
4. LITERATURA.....	15

## 1. UVOD

### 1.1. OSNOVNE ZNAČAJKE OBIČNOG JASENA *Fraxinus excelsior* L.

Obični jasen (*Fraxinus excelsior* L.) je listopadna vrsta koja pripada porodici *Oleaceae*. Rasprostranjen je na velikom području od Europe, Male Azije, preko Krima do Kavkaza. Vrsta je osjetljiva na velike hladnoće zimi i sušna, vruća ljeta. Kao stablo u sastojinskom sklopu postiže visine do 40-ak metara na vlažnim tlima, najčešće u gorsko-planinskom području Hrvatske. Najviše mu pogoduju tla koja imaju vrijednost pH veću od 5.5 pa zbog toga najčešće dolazi u zajednicama zajedno sa gorskim javorom, javorom mliječom i gorskim brijestom (Franjić i Škvorc 2010).



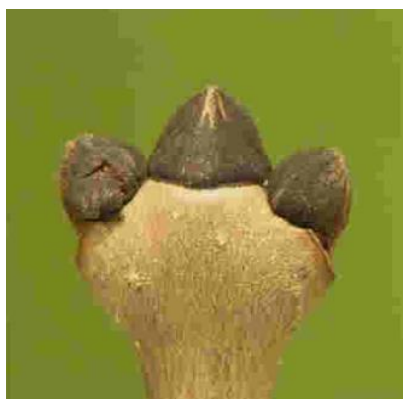
Slika 1. Rasprostranjenost običnog jasena

## 1.2. MORFOLOGIJA OBIČNOG JASENA *Fraxinus excelsior* L.

Kora običnog jasena je u početku siva ili zelena i glatka, a sa vremenom postaje tamnija i izbrazdana (slika 2). Izbojci su goli, debeli, u nodijima spljošteni i prošireni. Pupovi su uglavnom nasuprotni te razlikujemo vršne (terminalne) i postrane (lateralne) koji su pokriveni sa 2 crne ljuske. Vršni su pupovi veći od postranih (slika 3) (Idžojtić 2005).



**Slika 2. Kora**



**Slika 3. Pupovi**

Listovi su neparno perasti sastavljeni od 9-13(15) liski. Liske su duguljasto jajaste, ušiljenog vrha, napiljenog ruba i klinaste osnove. Nisu gole samo u pazušcu listova. Postrane liske su sjedeće, a vršna liska ima peteljku. Odozgo su tamnozeleno i sjajne, a odozdo su nešto svjetlije zelene (slika 4). U jesen listovi požute, a na mjestu otpalog lista ostane ožiljak u obliku srca ili polumjeseca (Idžojtić 2009).



**Slika 4. Liske**

Cvatovi su u postranim metlicama, neugledni i razvijaju se prije listanja (slika 5). Cvjetanje se događa u 4. i 5. mjesecu. Kako cvjetovi ne sadrže vjenčić i čašku, oprašivanje se odvija pomoću vjetrova. U prirodi nalazimo dvospolna stabla, stabla sa samo muškim i stabla sa samo ženskim cvjetovima. Prašnici su ljubičasti ili tamnocrveni (Idžojtić 2013).



**Slika 5. Cvatovi**



Zimi se na prošlogodišnjim izbojcima u metlicama zadržavaju plodovi ili samo stapke plodova. Plod je krilata perutka- jednosjemeni oraščići na vrhu okriljeni jednim krilcom (slika 6). Perutka je usko duguljasta i smeđa, ušiljenog ili tupog vrha. Oraščić je obično kraći od polovice duljine perutke. Sjemenke su plosnate i uzdužno naborane (slika 7). Plodovi sazrijevaju tijekom 9. i 10. mjeseca, a opadaju tijekom zime sve do proljeća. Obični jasen raste ubrzano u mladosti, ali njegov rast se usporava poslije 60. godine starosti (Idžojtić 2013).



Slika 6. Perutka



Slika 7. Sjemenke

### **1.3. SPOLNOST KOD ŠUMSKOG DRVEĆA**

#### **1.3.1. SPOLNO RAZMNOŽAVANJE**

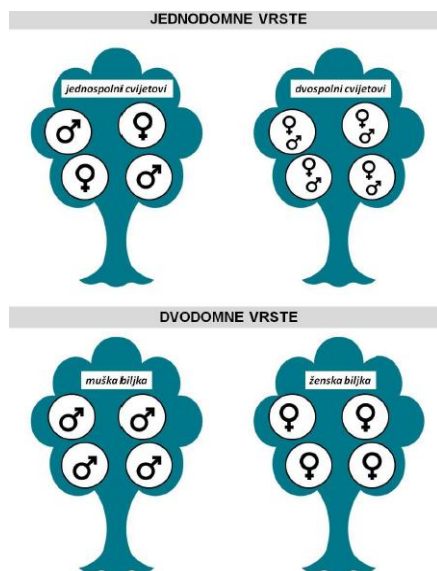
Povećanje broja živih organizama naziva se razmnožavanje, a zasniva se na sposobnosti stanica da se dijele i povećavaju svoj broj. Šumsko drveće se razmnožava na dva načina: spolnim putem pomoću sjemena i nespolnim putem pomoću izbojaka, izdanaka, reznica (Jovančević 1974). Kod vegetativnog razmnožavanja, po pravilu, nema izmjena u genetskoj osnovi. Sve osobine roditeljske biljke pojavljuju se u potomstvu, ukoliko nisu modificirane pod utjecajem vanjskih faktora ( klime, faktora zemljišta, biotičkih faktora). Obični jasen razmnožava se sjemenom, tj. generativno. Ovim načinom biljke ne prenose na potomstvo svoja nasljedna svojstva jer dolazi do izmjene genetskog materijala sa drugim

biljkama. Generativno razmnožavanje je povoljnije jer su biljke nastale na ovaj način otpornije na ekološke prilike.

### 1.3.2. TIPOVI SPOLNOSTI

1. Jednodomne (monoecijske vrste)- ako muški i ženski spolni cvjetovi dolaze na istom stablu. Ovdje razlikujemo jednospolne i dvospolne cvjetove. Jednospolne imaju breze, bukve, hrastovi, grabovi. Dvospolne imaju bagrem, sremza, divlja kruška, trešnja, lipa (slika 8).

2. Dvodomne (diecijske vrste)- ako se muški i ženski cvjetovi nalaze na različitim stablima. Vrste sa ovakvim cvjetovima su topole, vrbe, tise, ginko (slika 8).



Slika 8. Jednodomne i dvodomne vrste

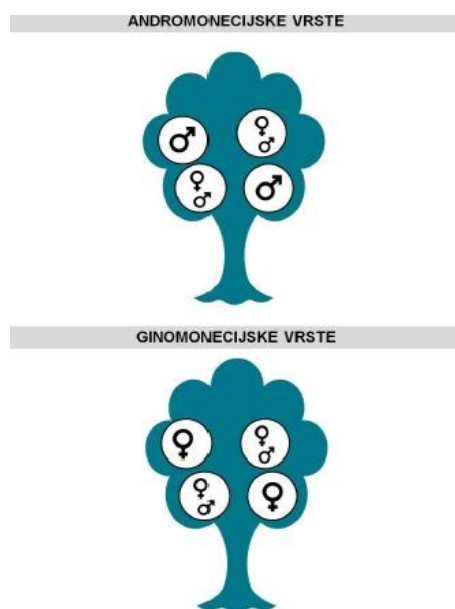
3. Poligamni raspored cvjetova- izveden je iz prethodna dva koja su glavna. Ona pokazuje da su pojedine vrste u prošlosti imale drugačiji raspored spolnih organa. Tu spadaju:

a) andromonecijske vrste-na istom stablu se pored dvospolnih cvjetova javljaju posebni muški (jasen) (slika 9)

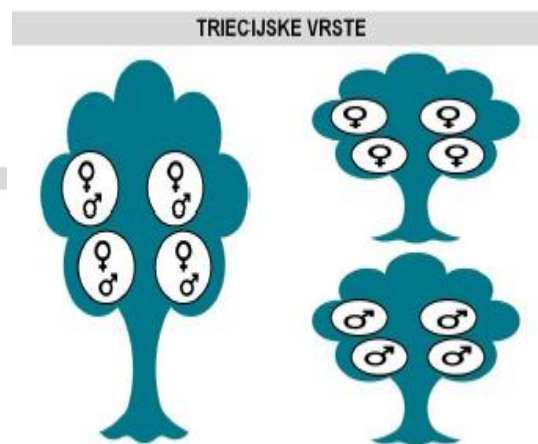
b) ginomonecijske vrste-na istom stablu se pored dvospolnih cvjetova javljaju i posebni ženski cvjetovi (jasen) (slika 9)



- c) trimonecijske vrste-uz dvospolne cvjetove na istom stablu dolaze posebno i muški i ženski cvjetovi
- d) androdiecijijske vrste-pored dvospolnih cvjetova dolaze posebno stabla s muškim cvjetovima
- e) ginodiecijijske vrste-pored dvospolnih cvjetova dolaze posebno stabla sa ženskim cvjetovima
- f) triecijske vrste- uz dvospolna stabla dolaze posebno muška i ženska stabla (jasen) (slika 10)



Slika 9.



Slika 10.

## 2. OBRADA TEME

### 2.1. SPOLNOST SA FIZIOLOŠKOG GLEDIŠTA

Istraživanja prirasta običnog jasena u ovisnosti prema spolnosti pokazala su da muška stabla redovito postižu veću drvenu masu od jednako starih ženskih stabala. To najbolje prikazuje tablica (Rohmeder-Schönbach, 1959) gdje je rast ženskih stabala obilježen sa 100 (Slika 11).

Nalazišta	Starost	Visina	Prečnik	Drvena masa
Ingolstadt	51	114	117	153
Eglharting	55	110	112	133
Dietersheim	53	106	114	135

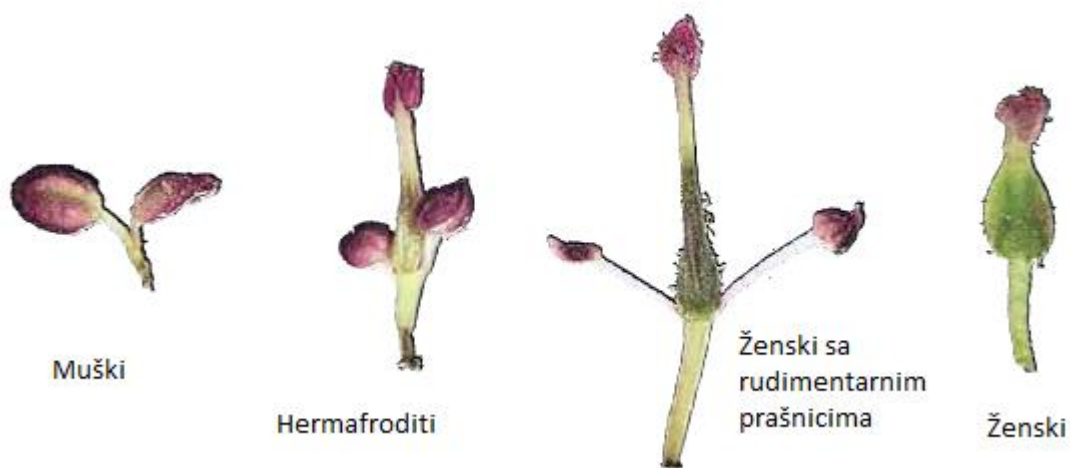
**Slika 11. Superiornost rasta muških nad ženskim stablima jasena**

(Rohmeder-Schönbach, 1959)

Sporiji rast i manji prirast ženskih stabala jasena objašnjava se što ona u rodnim godinama troše hranjive tvari za plodove i sjemenke, a u neplodnim godinama za otklanjanje raznih fizioloških gubitaka nastalih u vezi sa fruktifikacijom. Kroz to vrijeme muška stabla tu količinu hranjivih tvari koriste za povećanje prirasta i drvene mase (Jovančević 1974).

## 2.2. MORFOLOGIJA CVATOVA OBIČNOG JASENA *Fraxinus excelsior* L.

Muški cvatovi su građeni od 2 prašnika, a mogu imati i rudimentarni tučak. Ženski cvatovi imaju tučak, a mogu imati i staminodije-sterilni prašnici koji ne stvaraju pelud. Hermafroditi imaju 2 nasuprotna prašnika i tučak koji sazrijeva prije prašnika. Prašnici imaju kratke prašničke niti. Tučak ima nadraslu dvogradnu plodnicu, vrat i dvodijelnu njušku (slika 12). Prema tome, obični jasen je triecična vrsta. Cvatovi se nalaze u postranim metlicama na prošlogodišnjim izbojcima (Idžojtić 2013).



**Slika 12. Podjela cvatova**

### **2.3. TRIECIJA-ISTRAŽIVANJA I MODELI**

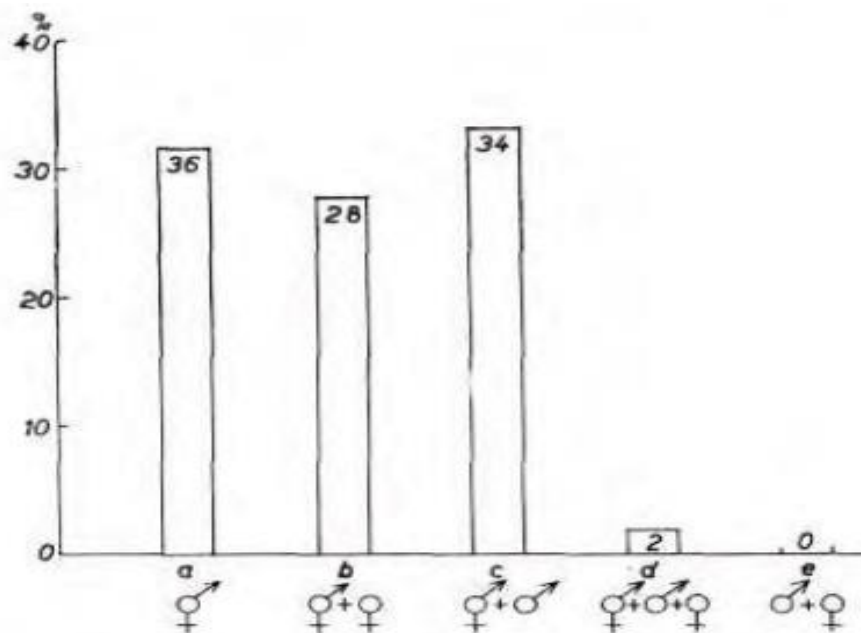
Danas niti jedan teoretski pristup nije pronašao pravi način za održavanje triecije. Istraživanjem, neki znanstvenici su stvorili tri različita modela razmnožavanja. Ti modeli prikazuju uvjete koji su potrebni za stabilnost triecije. Charnov model je pokazao da je triecija nestabilna u odsutnosti samooplodnje. Gouyon je proširio prethodni model i uključio samooplodnju, no nije pronašao stabilne uvjete za trieciju. Maurice i Fleming su išli dalje i pokazali da se tri spolna fenotipa mogu održati smanjenjem ženskih cvatova-ograničenjem polena, križanjem i srednjom stopom samooplodnje. U genetičkom modelu Maurice je otkrio da triecija može biti stabilna nukleo-citoplazmatskim određivanjem spola. Prema svemu tome, za stabilnost triecije potrebno je zadovoljit dva uvjeta:

1. Proizvodnja peludi posebno muških cvjetova mora biti dva puta veća nego kod hermafrodita.
2. Proizvodnja sjemenih zametaka mora biti veća nego kod hermafrodita.

Reprodukcijski uspjeh muških i ženskih jedinki nad hermafroditima praćen je proučavanjem broja cvatova, peludnih zrnaca koji se nalaze u cvatu, plodova i fenologije cvjetanja (Albert i sur. 2013).

### **2.4.VARIJABILNOST SPOLNE EKSPRESIJE OBIČNOG JASENA *Fraxinus excelsior* L.**

Varijabilnost običnog jasena proučavao je Rohmeder (1959) istraživanjem karaktera i brojnosti spolova. Utvrdio je da je više od jedne trećine pregledanih stabala pripada muškom spolu i da su očito ženska stabla vrlo rijetka. Kod pregledanih stabla koja su mješovitog spola, približno je jednak postotak broja stabala sa dvospolnim cvatovima (36%), sa andromonecijskim cvatovima (34%) i sa ginomonecijskim cvatovima (28%) (slika 13) (Jovančević 1974).



**Slika 13. Raspored cvatova običnog jasena sa mješovitim spolom**

(prema Rohmeder-u, 1959)

#### **2.4.1. SPOLNA EKSPRESIJA U PRIRODNIM SASTOJINAMA**

U prirodnim sastojinama sva stabla ne rađaju podjednako. Kod dvodomnih vrsta rađaju samo ženska stabla. Kod jednodomnih vrsta rađaju samo ona stabla kod kojih je izraženija ženska strana. Mnoga istraživanja pokazala su da su muška stabla zdravija što kod dvodomnih, tako i kod jednodomnih vrsta. Razlog tome je u otpornosti. Naime, otpornost šumskog drveća prema insektima, raznim bolestima i nepovoljnim ekološkim prilikama je nasljedna osobina koja je povezana sa spolom.

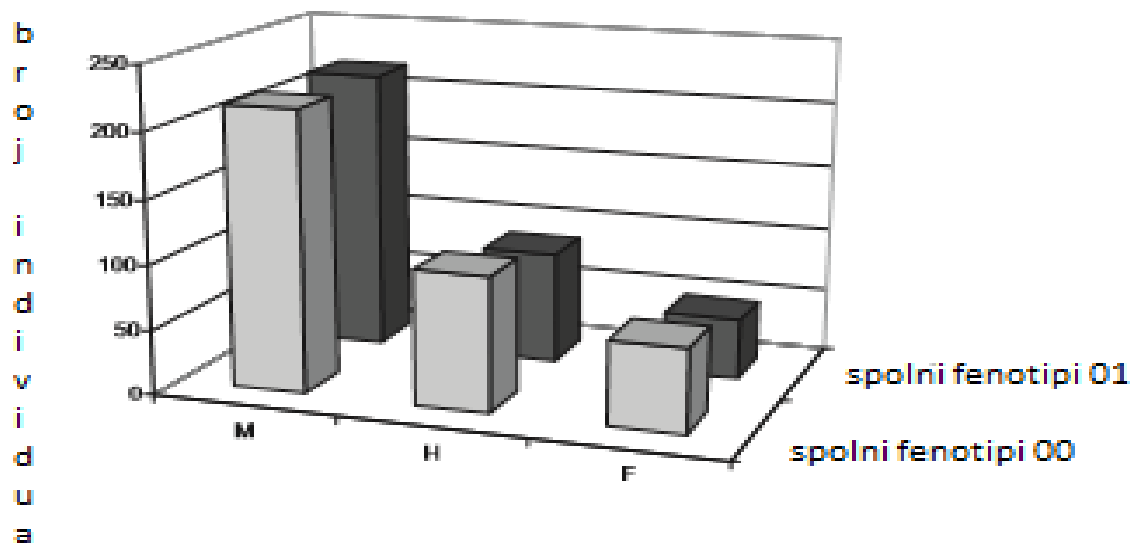
Istraživanjem koje je provedeno tijekom dvije uzastopne godine 2000. i 2001. promatrala se spolna ekspresija *Fraxinus excelsior* L. na nekoliko individua. Dvospolni cvatovi se sastoje od jednog tučka i dva ljubičasta prašnika. Muški cvatovi se sastoje od dva prašnika, a ženski cvatovi od jednog tučka, sa ili bez rudimentarnih prašnika.

Puno je prijelaznih oblika od savršeno čisto muškog cvatova do savršenog čisto ženskog cvata koje nazivamo hermafroditi. Seksualni fenotipi koji su zastupljeni:

1. čisto muške individue koje nose samo muške cvatove (MM)
2. uglavnom muške individue sa samo nekoliko (manje od 50% cvjetanja) dvospolnih cvatova (MH)
3. andromonecijske individue koje su dvospolni sa nekoliko (manje od 50% unutar cvjetanja) muških cvatova (HM)
4. hermafroditi koji imaju dvospolne cvatove (HH)
5. ginomonecijske individue koje imaju dvospolne cvatove sa nekoliko (manje od 50% cvjetanja) ženskih cvatova (HF)
6. uglavnom ženske individue sa samo nekoliko (manje od 50% unutar cvjetanja) dvospolnih cvatova (FH)
7. čisto ženske individue sa samo ženskim cvatovima (FF)

Ovi fenotipi su svrstani u tri kategorije. Ta podjela je napravljena na temelju peludi i plodonošenja. Prva grupa su muški (M) koji proizvode pelud tu su svrstani fenotipi (MH) i (MM). Druga grupa su hermafroditi (H) koji stvaraju pelud i sjeme. Tu spadaju fenotipi (HM) i (HH). Treća grupa su ženski (F) koji proizvode sjeme i grupirani su sa fenotipima (HF) (FH) i (FF).

U prirodnoj sastojini utvrđenoj je da ima najviše muških stabala- 216 (51.6%) u 2000. godini, a 218 (56.1%) u 2001. Hermafrodita 104 (27 %) u 2000. godini, a u 2001. 86 (24.5%). Ženskih stabala bilo je 65 (16.9%) 2000. godine, a 2001. 47 (13.4%) (slika14) (Albert i sur. 2013).



Slika 14. Ukupan broj individua promatranih 2000. i 2001. godine, svrstani u tri kategorije

(Albert i sur. 2013)

U ovoj sastojini 86% drveća koja su cvjetala obje godine izložena su istom fenotipu. Ipak, spolna stabilnost ovisi o vrsti spola ( Slika 15). Gotovo sva muška stabla u 2000. godini su ostala muška i u 2001. godini (171 od ukupno 174). Od ukupno 55 hermafrodita u 2000.godini, dvije trećine (36) su ostali hermafroditi i u 2001. godini, a 11 je izrazilo mušku, dok 8 žensku ekspresiju. Ženski fenotip je najmanje stabilan. Samo 12 od 27 u 2001. godini su ostale ženskog spola. 14 su zabilježeni kao hermafroditi u 2001. ,a samo 1 kao muški (Albert i sur. 2013).

	Muški 2001	Hermafrodi 2001	Ženski 2001
Prirodna sastojina			
Muški 2000	0.983	0.011	0.006
Hermafroditi 2000	0.200	0.655	0.145
Ženski 2000	0.037	0.519	0.444
Sjemenska plantaža			
Muški 2000	0.966	0.034	0
Hermafroditi 2000	0.020	0.700	0.280
Ženski 2000	0	0.227	0.773
	Muški 2008	Hermafrodi 2008	Ženski 2008
Sjemenska plantaža			
Muški	0.97	0.03	0
Hermafroditi	0.02	0.93	0.05
Ženski	0	0.58	0.42

Slika 15. Mijenjanje spolova u prirodnoj sastojini (n= 256) i sjemenskim plantažama (n=241) od 2000. do 2001. godine. I sjemenskim plantažama (n=183) od 2000. do 2008. godine (Albert i sur. 2013)

#### **2.4.2. SPOLNA EKSPRESIJA U KLONSKIM SJEMENSKIM PLANTAŽAMA**

U klonskoj sjemenskoj plantaži, od 88% klonova koji su cvjetali 2000. i 2001. godine, zabilježene su slične razine spolne stabilnosti kao i u prirodnoj sastojini. Također, i tu spolna stabilnost ovisi o vrsti spola. Muški spol je najstabilniji. 142 od 147 muških stabala zadržalo je isti spol u 2000. i 2001. godini. Od 35 hermafrodita samo je jedan postao muško 2001. godine, a 14 je postalo žensko. 10 stabala koja su 2000. godine obilježena kao ženska, postala su hermafroditi u 2001. godini. Isti rezultati ostvareni su i u periodu od 2000. do 2008. godine (slika 15). Seksualna ekspresija je određena genetički (Albert i sur. 2013).

#### **2.4.3. UTJECAJ GUSTOĆE CVIJETA, PLODONOŠENJA I STVARANJA PELUDI NA SPOLNU EKSPRESIJU**

U prirodnoj sastojini spolnost fenotipa se razlikuje u zavisnosti od gustoće cvijeta. Muške jedinice stvaraju daleko veći broj cvjetova nego hermafroditi. U klonskim sjemenskim plantažama spolnost fenotipa se ne razlikuje gustoćom cvijeta. Nikakav utjecaj plodonošenja na spolnost nije zabilježen osim 2001. godine kada su u prirodnoj sastojini ženska stabla dala više plodova od hermafrodita (slika 16). Broj peludnih zrnaca po cvijetu varirao je fenotipima u prirodnoj populaciji 2000. godine. Muška stabla proizvode više peludnih zrnaca po cvijetu nego hermafroditi. U sjemenskoj plantaži proizvodnja peludi po cvijetu je slična u svim spolovima (slika 16) (Albert i sur. 2013).



	2000			2001		
	Mean	SD	N	Mean	SD	N
<b>Prirodna populacija</b>						
<b>Gustoća cvijeta</b>	$K = 6.6$ $df = 2$ $P = 0.037$			$K = 24$ $df = 2$ $P = 6e - 6$		
F	1.6	0.84	62	1.7	0.97	44
H	1.55	0.87	103	1.61	1.04	82
M	1.88	1.07	213	2.33	1.26	209
<b>Plodonošenje</b>	$K = 0.2$ $df = 1$ $P = 0.66$			$K = 6.3$ $df = 1$ $P = 0.012$		
F	0.93	1.41	59	1.27	1.45	40
H	1.02	1.43	99	0.6	0.98	77
<b>Produkcija polena</b>	$K = 38$ $df = 1$ $P = 6e - 10$					
H	100.2	98.6	103			
M	165.3	91.6	210			
<b>Ac flowers/Ac fruits</b>	$K = 76$ $df = 2$ $P < 2e - 16$			$K = 0.65$ $df = 1$ $P = 0.42$		
F	1.96	1	66	1.41	1.7	63
H	2.1	1.3	103	1.2	1.6	103
M	3.6	1.8	229			
<b>Sjemenska plantaža</b>						
<b>Gustoća cvijeta</b>	$K = 4.9$ $df = 2$ $P = 0.08$			$K = 3.6$ $df = 2$ $P = 0.17$		
F	1.5	1.02	11	1.43	1.06	7
H	1.59	1.22	11	2	1.3	9
M	2.21	1.07	30	2.34	1.09	31
<b>Plodonošenje</b>	$K = 0.03$ $df = 1$ $P = 0.86$			$K = 0.2$ $df = 1$ $P = 0.67$		
F	2	1.49	11	1.21	1.11	7
H	1.9	1.35	10	1.61	1.56	9
<b>Stvaranje polena</b>	$K = 2.1$ $df = 1$ $P = 0.14$					
H	148	71	11			
M	196	96	30			
<b>Ac flowers/Ac fruits</b>	$K = 2.3$ $df = 2$ $P = 0.002$			$K = 0.1$ $df = 1$ $P = 0.75$		
F	2.7	0.97	9	2.8	1.75	6
H	2.8	2.12	9	3.5	2.5	6
M	4.6	1.65	29			

Slika 16. Utjecaj gustoće cvijeta, plodonošenja i stvaranja peludi na spolnu ekspresiju (Albert i sur. 2013)

U prirodnoj sastojini 2001. godine fenologija cvjetanja je ovisila o spolu. Muška stabla su cvjetala ranije, a ženska i hermafroditi sredinom i krajem cvjetne sezone (Albert i sur. 2013).

### 3. ZAKLJUČAK

Kod običnog jasena utvrđen je poligamni raspored cvatova. Muški cvatovi su građeni od dva prašnika, a mogu imati i rudimentarni tučak. Ženski cvatovi imaju tučak, a mogu imati i staminodije-sterilne prašnike koji ne stvaraju pelud. Hermafroditi imaju dva nasuprotna prašnika i tučak koji sazrijeva prije prašnika, a prašnici imaju kratke prašničke niti. Tučak ima nadraslu dvogradnu plodnicu, vrat i dvodijelnu njušku, pa je obični jasen po spolnosti triecična vrsta. Cvjetovi se nalaze u postranim metlicama na prošlogodišnjim izbojcima. U prirodnim sastojinama, kao i u klonskoj sjemenskoj plantaži, utvrđene su tri fenotipske klase: a) grupa jedinki sa muškim cvatovima: b) grupa sa hermafroditnim cvatovima, koji stvaraju pelud i sjeme; te c) grupa sa ženskim cvatovima koji proizvode sjeme. Također je utvrđeno mijenjanje spolova kroz vegetacijske godine, dok se ženski fenotip iskazao kao najmanje stabilan. Stabilnost fenotipa ovisi o spolu. Teoretski gledano, triecija može biti stabilna samo ako muška stabla imaju veću plodnost od hermafrodita. Rezultati istraživanja su pokazali da u prirodnoj sastojini muška stabla proizvode više polena od hermafrodita. Također, muška stabla proizvode gušće cvjetove i stvaraju više plodova. Reproductivni uspjeh muškog stabla nad hermafroditima vezan je za fenologiju cvjetanja. Muška stabla cvjetaju ranije nego hermafroditi.

Održavanje triecije također zahtjeva veću plodnost ženski od hermafrodita. No, provedenim istraživanjem nije uočena značajna razlika u plodonošenju između hermafodita i ženski, osim u prirodnoj sastojini.

## 4. LITERATURA

Albert, B., Morand-Prieur, M.-E., Brachet, S., Gouyon, P.-H., Frascaria-Lacoste, N., Raquin, C., 2013: Sex expression and reproductive biology in a tree species, *Fraxinus excelsior* L., C. R. Biologies 336: 479–485.

Franjić, J., Škvorc, Ž., 2010: Šumsko drveće i grmlje Hrvatske. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet. 1-432 str.

Idžojtić, M., 2013: Dendrologija - Cvijet, češer, plod, sjeme [Dendrology - Flower, Cone, Fruit, Seed]. Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet. 1-672 str.

Idžojtić, M., 2009: Dendrologija – List [Dendrology - Leaf]. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet. 1-904 str.

Idžojtić, M., 2005: Listopadno drveće i grmlje u zimskom razdoblju [Deciduous trees and shrubs in winter]. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 1-256 str.

Jovančević, M., 1974: Selekcija i uzgoj šumskog drveća na osnovama njihove spolnosti. Šum. list 10-11: 395-410.