

UDK: 630*164

PRILOG POZNAVANJU MORFOLOŠKO-BIOLOŠKIH ZNAČAJKI PLODOVA I SJEMENA GRMASTE ČIVITNJAČE (*Amorpha fruticosa* L.)

A CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF
MORPHOLOGICAL-BIOLOGICAL PROPERTIES OF FRUITS AND
SEEDS OF THE FALSE INDIGO (*Amorpha fruticosa* L.)

MILAN ORŠANIĆ, IGOR ANIĆ, DAMIR DRVODELIĆ

Received – *Prispjelo*: 15. 6. 2006.

Accepted – *Prihvaćeno*: 21. 9. 2006.

U radu se ispituju morfološka i biološka svojstva plodova (mahuna) i sjemena grmaste čivitnjače (*Amorpha fruticosa* L.). U studenome 2005. godine u potpunosti su skupljeni plodovi s dvaju prosječnih grmova amorfe na svjetlu i dvaju grmova pod zastorom krošanja starih stabala.

Nakon 10 dana sušenja plodova razgrnutih u tankim slojevima plodovi su izmjereni, izvagani i pobrojani te ručno očišćeni na određenom težinskom uzorku. Apsolutna težina sjemena skupljena s grmova na svjetlu iznosila je 6,7 g, a grmova pod zastorom 8,8 g. Unatoč zamjetnoj razlici u veličini mahuna, a samim time i apsolutnoj težini sjemena s obzirom na to je li ono skupljeno s grmova na svjetlu ili pod zastorom krošanja, nije dokazana statistički značajna razlika u varijabilnosti mahuna (maks. promjer/maks. duljina).

U skladu s Pravilima ISTA, metodom tetrazola, ispitivana je vitalnost svježega sjemena. Vitalnost sjemena u jednom i drugom slučaju bila je izuzetno visoka i iznosila je 94 % kod sjemena s grmova na svjetlu odnosno 98 % kod sjemena s grmova pod zastorom krošanja. Dio je sjemena stavljen u posudu s vodom koja je ostavljena u vanjskim uvjetima preko zime. Nakon 146 dana močenja sjemena u vodi ponovno je ispitana vitalnost. Vitalnost sjemena s grmova na svjetlu pala je za 72 %, a sjemena s grmova pod zastorom za 70 %.

Ispitivano je i tonjenje mahuna amorfe u vodi sobne temperature. Nakon 10 dana potonulo je 74,50 % mahuna s grmova na svjetlu i 86,25 % mahuna s grmova pod zastorom krošanja. Nakon četiri tjedna zabilježen je početak klijanja mahuna u vodi, a nakon 42 dana izbrojene su proklijale sjemenke. Ukupno je proklijalo 18,75 % sjemena s grmova na svjetlu odnosno 8,00 % sjemena s grmova pod zastorom.

Laboratorijsko ispitivanje plodova (mahuna) i sjemena obavljeno je prema Pravilima ISTA uz procjenu klijanaca (pravilni i nepravilni). U radu su posebno prikazani nepravilni klijanci (%) s kratkim opisom nepravilnosti. Najmanju laboratorijsku klijavost, prosječno 19,13 %, imalo je sjeme amorfe moćeno 146

dana u vodi, slijedi laboratorijska klijavost mahuna čuvanih na sobnoj temperaturi (48,25 %). Najveću laboratorijsku klijavost, kao i energiju klijavosti, imalo je očišćeno sjeme amorfe (67,50 %). Klijavost mahuna amorfe koje potječe s grmova na svjetlu bila je za 3 % veća od klijavosti mahuna skupljenih pod zastorom krošanja. Klijavost očišćenoga sjemena amorfe koje potječe s grmova na svjetlu također je bila 7 % veća od onoga skupljenoga pod zastorom krošanja.

Ključne riječi: *Amorpha fruticosa*, varijabilnost plodova, vitalnost sjemena, laboratorijska klijavost sjemena

UVOD INTRODUCTION

Rod *Amorpha* L. (porodica mahunarke – *Fabaceae*) uključuje oko 15 vrsta listopadnih grmova ili polugrmova (Wilbur 1975). Među četiri najvažnije vrste roda ubraja se *Amorpha fruticosa* L., koju naš narod naziva amorfa, divlji bagrem, kineski bagrem, bagremac i čivitnjača (Glavaš 1990). U posljednje vrijeme sve je značajnije istraživanje biološko-uzgojnih svojstava grmaste čivitnjače. To je vrsta izuzetne agresivnosti osvajanja novih staništa i mogućnosti brzoga rasprostiranja sjemena na veće udaljenosti, zbog čega je uvelike otežana obnova i njega šuma te povećani njezini troškovi. S druge strane, amorfa je dobra medonosna vrsta, a njezino drvo ima veliku kaloričnu vrijednost. Biološki potencijal ove vrste, koji bi se mogao primijeniti za uzgajanje u kulturama kratkih ophodnji za proizvodnju biomase, izuzetan je. Istraživanje morfološko-bioloških svojstava plodova i sjemena grmova amorfe koji rastu u uvjetima potpunoga odnosno difuznoga svjetla te njihova usporedba dat će mali prinos boljemu poznavanju razmnožavanja i rasprostiranja ove vrste.

PODRUČJE ISTRAŽIVANJA INVESTIGATION AREA

Na području Šumarije Lipovljani u GJ "Josip Kozarac", uz rub odjela 101 i šumske ceste, u potpunosti su skupljeni plodovi s dvaju prosječnih grmova amorfe rasle u uvjetima potpunoga svjetla. U susjednom odjelu 106 iste gospodarske jedinice skupljeno je sjeme s dvaju prosječnih grmova amorfe rasle u uvjetima difuznoga svjetla odnosno pod zastorom krošanja starih stabala.

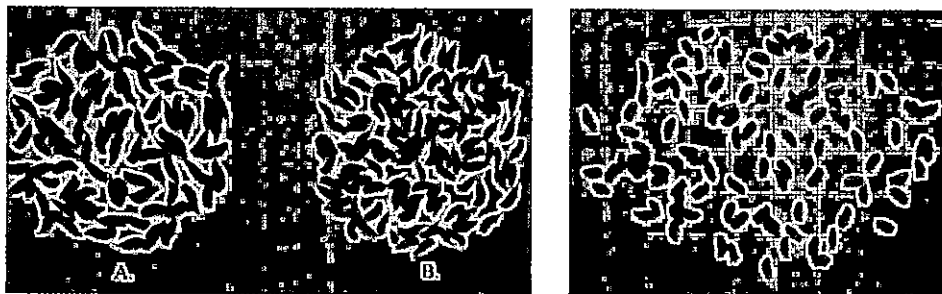
MATERIJAL I METODE MATERIAL AND METHODS

Plodovi (mahune) amorfe skupljeni su u drugoj polovici studenoga 2005. godine. Svi su skidani ručno s dvaju prosječnih grmova koji su rasli u uvjetima izravnoga svjetla i s dvaju grmova koji su rasli u uvjetima difuznoga svjetla. Svakomu je grmu izmjerena ukupna visina i promjer na 1,3 m, registriran je broj izbojaka grma,

izbrojeni su rodni klasići i procijenjen urod prema ovim stupnjevima: pun, djelomičan, loš i nikakav. Nakon 10 dana sušenja mahuna razgrnutih u tankim slojevima na sobnoj temperaturi, u laboratoriju Zavoda za ekologiju i uzgajanje šuma Šumarskoga fakulteta detaljno su istražene. Izvagana je ukupna težina mahuna s grma i izbrojen broj mahuna na grmu. Izračunom je dobiven broj mahuna amorfe u 1 kg. Da bismo hipotetski izračunali broj sjemenki po grmu, metodom poprečnoga rezanja mahuna (4×100) određen je broj punih sjemenki. Digitalnom promjerkom mjerena je duljina, širina i debljina mahuna ($n = 30$). Na prosječnom težinskom uzorku (10 g) ručno smo očistili sjeme iz mahuna te time dobili broj sjemenki iz 1 kg plodova i prosječan broj sjemenki amorfe u 1 kg. Prema Pravilima ISTA, za određivanje apsolutne težine sjemena, uzet je prosječni uzorak od 4×100 sjemenki. Svakih tjedan dana sjeme je vagano digitalnom vagom. Nakon četiri vaganja nije bilo promjene u težini sjemena i rezultati su uzeti kao konačni. Vitalnost je sjemena određena metodom tetrazola i procijenjena je na prosječnom uzorku od 100 sjemenki s grmova na svjetlu i 100 sjemenki s grmova pod zastorom krošanja. Priprema, postupak i procjena vitalnosti sjemena rađeni su prema Pravilima ISTA i uz pomoć radnih obrazaca (ISTA Working Sheets on Tetrazolium Testing). Prema tim Pravilima sjeme amorfe, da bi se procijenilo kao vitalno, u potpunosti treba biti obojeno, odnosno nisu dopuštena neobojena ili nekrotična područja.

Zbog biološko-morfoloških svojstava plodova amorfe i spoznaje o njihovu rasprostriranju ponajprije poplavnim vodama (hidrohorija) te u manjoj mjeri životinjama (zoohorija) ispitivali smo tonjenje mahuna amorfe u vodi. Pokus tonjenja mahuna amorfe u vodi ispitivan je na prosječnom uzorku od 400 (4×100) sjemenki s grmova na svjetlu i 400 sjemenki (4×100) s grmova pod zastorom krošanja. Tijekom 10 dana, svakoga dana, brojili smo mahune koje su potonule u vodi. Prosječna temperatura vode iznosila je oko $19\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nakon 42 dana od stavljanja mahuna u vodu izbrojene su prokljale sjemenke.

Dio skupljenih mahuna stavljen je u posude s vodom 22. 12. 2005. godine, a one su ostavljene u vanjskim uvjetima. Po potrebi je dolijevana voda, a mahune su tijekom zime bile izvrnute procesima smrzavanja i odmrzavanja vode, što se događa i u prirodnim uvjetima. Nakon 146 dana (17. 5. 2006) čuvanja mahuna amorfe u vodi dio je mahuna izvađen kako bi se ponovno ispitala vitalnost i laboratorijska klijavost sjemena. Priprema i procjena sjemena za određivanje vitalnosti napravljeni su u laboratoriju Zavoda za ekologiju i uzgajanje šuma Šumarskoga fakulteta u Zagrebu. Za laboratorijsko ispitivanje klijavosti plodova i sjemena korištene su Krstičeve klijalice. Čivitnjača je jedina vrsta iz roda *Amorpha* koja je uvrštena u službena pravila za ispitivanje sjemena. Prema Pravilima ISTA (International Rules for Seed Testing, Edition 2006) pri laboratorijskomu ispitivanju klijavosti sjemena amorfe potrebno je svjetlo i temperatura od 20 do $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sjeme se raspoređuje na vlažni filter-papir. Ispitivanje traje 28 dana, a prvo brojenje obavlja se deseti dan, što predstavlja energiju klijavosti. Na osnovi propisanih kriterija klijanci se procjenjuju kao pravilni ili nepravilni. U postotak klijavosti i energije klijanja sjemena ulaze isključivo normalno iskljale sjemenke u propisanom roku.



Slika 1. Mahune (A. pod zastorom, B. na svjetlu) i sjeme grmaste čivitnjače (*Amorpha fruticosa* L.)
Figure 1 Pods (A. under the crown cover of old trees, B. in full sunlight) and seed of false indigo (*Amorpha fruticosa* L.)

REZULTATI ISTRAŽIVANJA RESEARCH RESULTS

U tablici br. 1 prikazana su obilježja grmova grmaste čivitnjače, a u tablici br. 3 podaci o plodovima odnosno sjemenu.

Tablica 1. Obilježja grmova amorfe (*Amorpha fruticosa* L.)
Table 1 Characteristics of false indigo shrubs (*Amorpha fruticosa* L.)

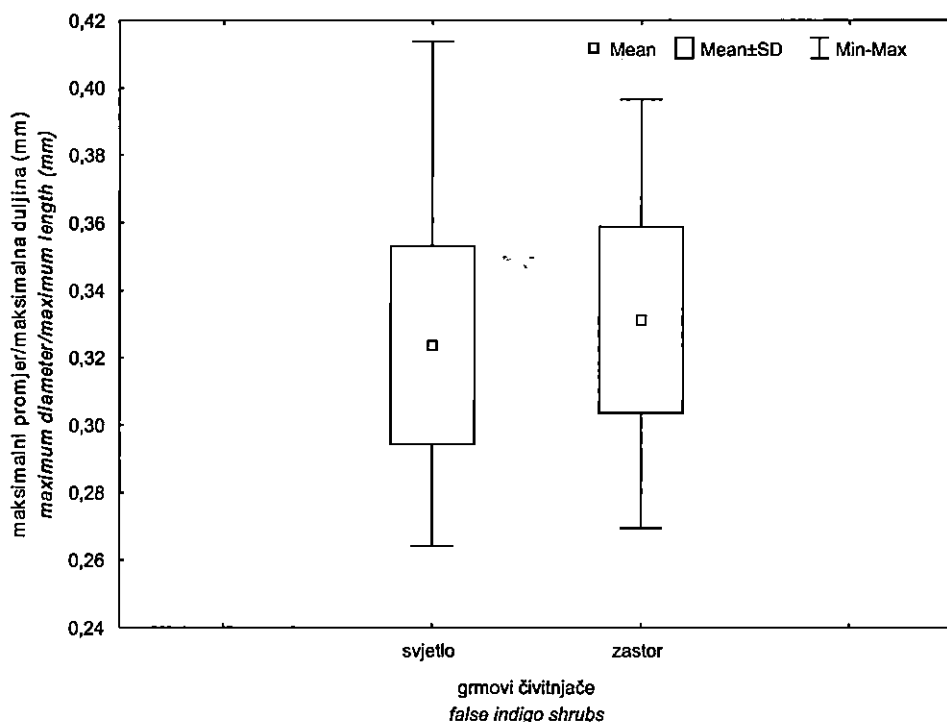
Visina (m) Height (m)	Promjer (cm) Diameter (cm)	Broj stabljika (kom.) No of plants (pcs)	Broj klasova (kom.) Number of spikes (pcs)	Urod Yield
Grmovi na svjetlu – Shrubs in full sunlight				
2,95	1,75	3	694	dobar
3,25	2,29	9	574	dobar
Grmovi pod zastorom krošanja – Shrubs under the crown cover				
2,30	1,37	14	101	djelomičan
2,31	1,43	10	80	djelomičan

Tablica 2. Podaci o plodovima i očišćenom sjemenu grmaste čivitnjače (*Amorpha fruticosa* L.)
Table 2 Data on the fruits and cleaned seeds of false indigo (*Amorpha fruticosa* L.)

Težina mahuna na grmu (g) Pod weight on a shrub (g)	Broj mahuna na grmu (kom.) No of pods on a shrub (pcs)	Broj mahuna u kg (kom.) No of pods in 1 kg (pcs)	Duljina/širina/debljina mahuna (mm) Pod length/width/thickness (mm)	Mahune u kg plodova (%) Pods in 1 kg of fruits (%)	Punoća mahuna (%) Pod fullness (%)	Broj sjemenki na grmu (kom.) No of seeds on a shrub (pcs)	Broj sjemenki iz 1 kg plodova (kom.) No of seeds on a from 1 kg of fruits (pcs)	Broj sjemenki u 1 kg (kom.) No of seeds in 1 kg (pcs)
Grmovi na svjetlu – Shrubs in full sunlight								
463,35	42 119	90 900	7,81/2,56/1,58	37,7	96	40 434	82 100	131 782
557,62	61 227	109 800	7,67/2,43/1,34	37,6	99	101 700	101 700	162 981
Grmovi pod zastorom krošanja – Shrubs under the crown cover								
195,73	13 584	69 400	9,04/2,86/1,61	51,5	100	13 584	49 100	101 237
119,51	9334	78 100	8,23/2,84/1,56	39,1	98	9147	72 200	118 555

Urod grmova amorfe na svjetlu procijenjen je kao dobar, a pod zastorom krošanja starih stabala kao djelomičan. Težina mahuna na grmu iznosila je od 119,51 g do 557,62 g. Broj mahuna na grmu kretao se od 9334 do 61 227 komada. Broj mahuna u 1 kilogramu iznosio je od 69 400 do 109 800 komada. Prosječna duljina/širina/debljina mahune amorfe s grmova na svjetlu bila je 7,74/2,50/1,46 mm, odnosno mahune amorfe s grmova pod zastorom krošanja 8,64/2,85/1,59 mm. Udio samih mahuna u 1 kg plodova iznosio je od 37,6 % do 51,5 % (amorfa pod zastorom). Šturih mahuna bilo je prosječno od 1 % (amorfa pod zastorom) do samo 2,5 % (amorfa na svjetlu). Izračunato je da broj sjemenki na grmu iznosi od 9147 do 101 700 komada. U 1 kg plodova amorfe ima od 49 100 do 101 700 sjemenki. Broj sjemenki u 1 kg kretao se od 101 237 do 131 782 komada.

Na slici 2 prikazana je varijabilnost mahuna amorfe s grmova na svjetlu i pod zastorom krošanja. Analizom varijance (ANOVA) nije dokazana statistički značajna razlika u varijabilnosti mahuna amorfe skupljenih s grmova na svjetlu i pod zastorom krošanja.



Slika 2. Varijabilnost mahuna grmaste čivitnjače (*Amorpha fruticosa* L.) s grmova na svjetlu i pod zastorom krošanja starih stabala

Figure 2. Pod variability of the species *false indigo* (*Amorpha fruticosa* L.) from the shrubs in full sunlight and from the shrubs under the crown cover of old trees

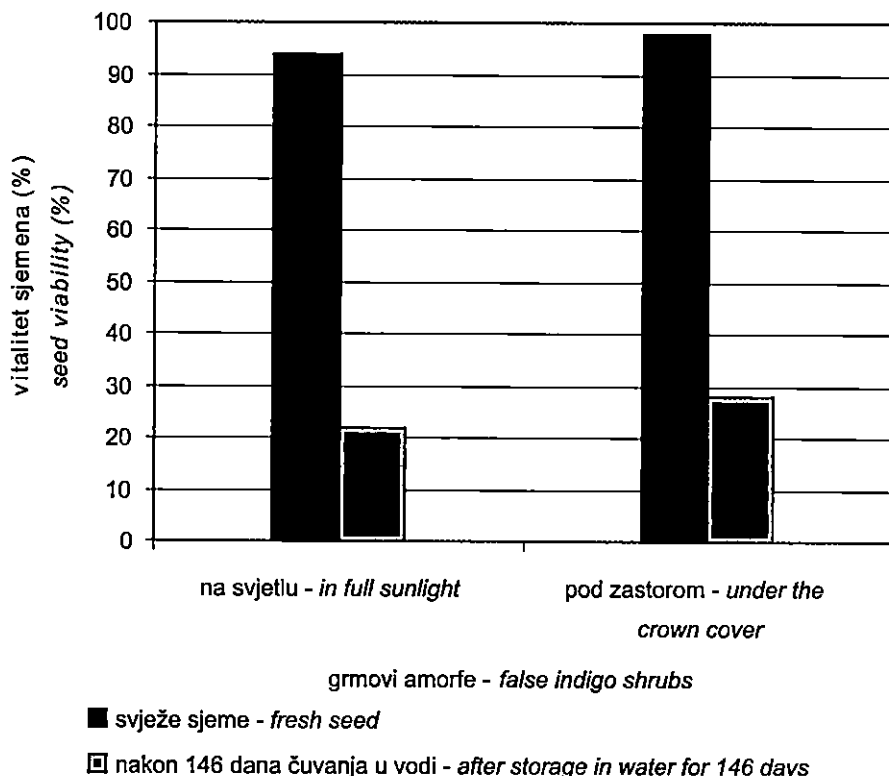
Apsolutna težina sjemena amorfe iznosila je od 5,90 g (gram na svjetlu) do 9,30 g (gram pod zastorom) odnosno prosječno za grmove na svjetlu 6,70 g, a one pod zastorom 8,80 g.

Vitalnost svježega sjemena s grmova na svjetlu iznosila je 94 %, ostatak su činile sjemenke koje pripadaju u kategoriju ostaloga sjemena (nedovoljno obojene sjemenke). Vitalnost svježega sjemena s grmova pod zastorom krošanja bila je 98 %, dok su 2 % činile sjemenke koje su kukci više oštetili.

Na slici 3 prikazana je vitalnost sjemena grmaste čivitnjače nakon skupljanja odnosno čuvanja u vodi u trajanju od 146 dana.

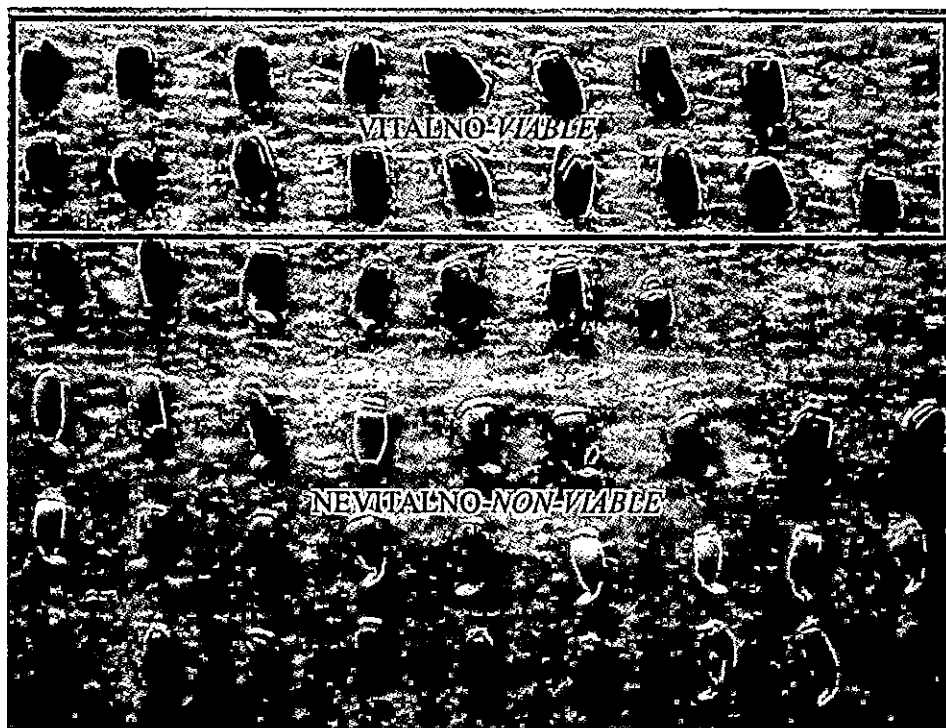
Vitalnost sjemena s grmova na svjetlu nakon 146 dana čuvanja u vodi iznosila je samo 22 %. Sjeme koje pripada u kategoriju ostaloga sjemena činilo je 74 %, gnjiloga sjemena bilo je 1 %, šturoga 3 % i oštećenoga kukcima 0 %.

Vitalnost sjemena s grmova pod zastorom krošanja nakon 146 dana čuvanja u vodi iznosila je 28 %. Sjeme koje pripada u kategoriju ostaloga sjemena činilo je 67 %, gnjiloga sjemena bilo je 3 %, šturoga 2 % i oštećenoga kukcima 0 %.



Slika 3. Vitalnost sjemena grmaste čivitnjače (*Amorpha fruticosa* L.) nakon skupljanja odnosno čuvanja u vodi u trajanju od 146 dana

Figure 3 Seed viability of the species false indigo (*Amorpha fruticosa* L.) after collection and storage in water for 146 days



Slika 4. Vitalno i nevitalno sjeme grmaste čivitnjače (*Amorpha fruticosa* L.) nakon čuvanja u vodi u trajanju od 146 dana

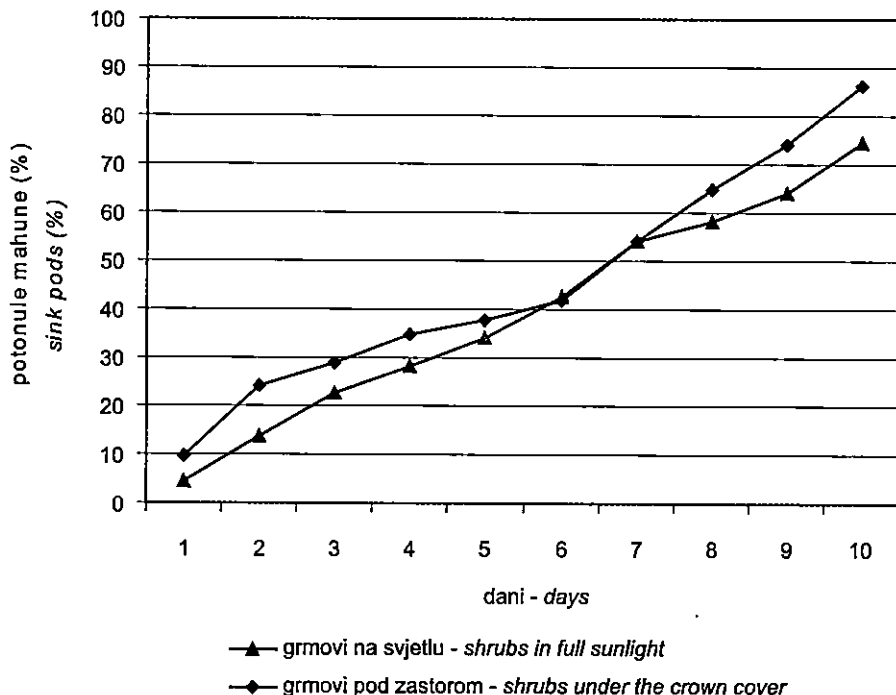
Figure 4 Viable and non-viable seeds of the species false.indigo (*Amorpha fruticosa* L.) after storage in water for 146 days

Nakon 10 dana močenja mahuna amorfe u vodi potonulo je 74,50 % mahuna s grmova na svjetlu i 86,25 % mahuna s grmova pod zastorom krošanja. Početak klijanja sjemena u vodi primijećen je nakon četiri tjedna od početka močenja. Nakon 42 dana od stavljanja mahuna u vodu izbrojene su proklijale sjemenke. Ukupno je isklijalo 18,75 % sjemena skupljenoga s grmova na svjetlu i 8,00 % sjemena skupljenoga s grmova pod zastorom krošanja.

Tijek tonjenja mahuna grmaste čivitnjače u vodi prikazan je na slici 5.

Energija klijavosti mahuna čuvanih na sobnoj temperaturi iznosila je kod amorfe na svjetlu 22,25 %, a kod amorfe pod zastorom krošanja 25,00 %. Energija klijavosti očišćenoga sjemena čuvanoga na sobnoj temperaturi iznosila je kod amorfe pod zastorom krošanja 39,25 %, a kod amorfe na svjetlu 51,75 %. Energija klijavosti mahuna močenih 146 dana u vodi iznosila je kod amorfe na svjetlu 10,75 %, a kod amorfe pod zastorom krošanja 20,00 %.

Laboratorijska klijavost mahuna čuvanih na sobnoj temperaturi iznosila je kod amorfe na svjetlu 49,75 %. Nepravilnih klijanaca bilo je 7,75 %, bolesnoga i gnjiloga sjemena 4,25 %, šturoga 1,25 % i svježe neisklijaloga 37,00 %. Klijavost ma-



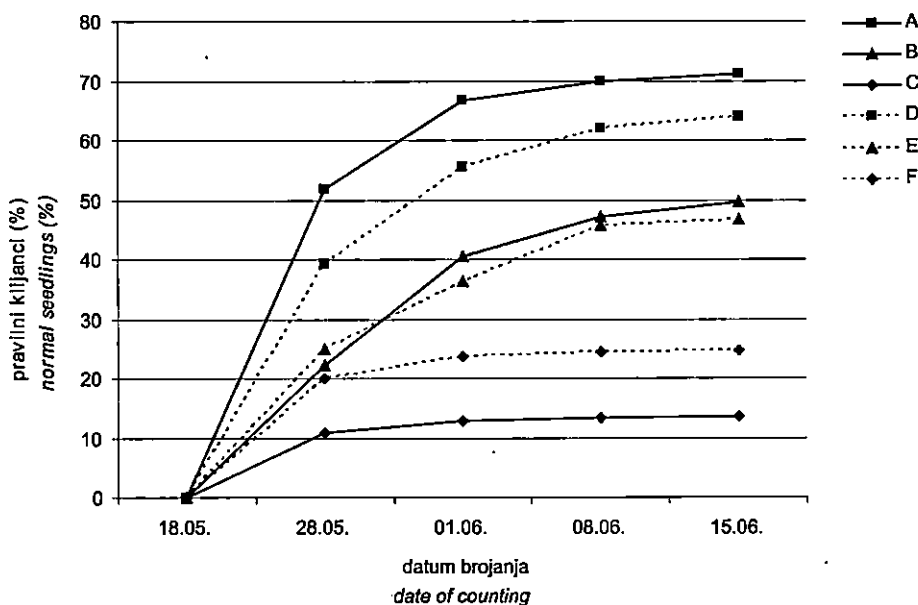
Slika 5. Tijek tonjenja mahuna grmaste čivitnjače (*Amorpha fruticosa* L.) u vodi sobne temperature
 Figure 5 Sinking the pods of the species false indigo (*Amorpha fruticosa* L.) in water at room temperature

huna čuvanih na sobnoj temperaturi kod amorfe pod zastorom krošanja bila je 46,75 %. Nepravilnih klijanaca bilo je 9,25 %, bolesnoga i gnjiloga sjemena 3,75 %, šturoga 2,00 % i svježije neisklijaloga 38,25 %. Laboratorijska klijavost očišćenoga sjemena čuvanoga na sobnoj temperaturi iznosila je kod amorfe na svjetlu 71,00 %. Nepravilnih klijanaca bilo je 8,00 %, bolesnoga i gnjiloga sjemena 1,25 %, šturoga 0,00 % i svježije neisklijaloga 19,75 %. Klijavost očišćenoga sjemena čuvanoga na sobnoj temperaturi kod amorfe pod zastorom krošanja iznosila je 64,00 %. Nepravilnih klijanaca bilo je 18,50 %, bolesnoga i gnjiloga sjemena 3,00 %, šturoga 0,00 % i svježije neisklijaloga 14,50 %. Laboratorijska klijavost mahuna čuvanih 146 dana u vodi iznosila je kod amorfe na svjetlu 13,50 %. Nepravilnih klijanaca bilo je 12,75 %, bolesnoga i gnjiloga sjemena 17,00 %, šturoga 1,00 % i svježije neisklijaloga 55,75 %. Klijavost mahuna čuvanih 146 dana u vodi kod amorfe pod zastorom krošanja iznosila je 24,75 %. Nepravilnih klijanaca bilo je 7,00 %, bolesnoga i gnjiloga sjemena 20,00 %, šturoga 1,25 % i svježije neisklijaloga 47,00 %.

Na slici 6 prikazan je tijek laboratorijskoga ispitivanja klijavosti plodova i sjemena grmaste čivitnjače.

Prema Pravilima ISTA za procjenu klijanaca (ISTA Handbook on Seedling Evaluation) grmasta čivitnjača pripada u tip klijanca E i skupinu B-2-1-1-1. Riječ je o dvo-supnicama s nadzemnim tipom klijanja. U toj skupini tijekom testa klijavosti obično ne raste epikotil; epikotil i plumula uglavnom nisu vidljivi. Korijenski sustav sastoji se od primarnoga korijena (radikule), obično s korijenskim dlačicama, i smatra se izuzetno važnim prilikom procjene. Za vrijeme ispitivanja klijavosti ponekad se mogu razviti sekundarni korjenčići, ali se pri procjeni ne uzimaju u obzir. Nadzemni dio klijanca sastoji se od hipokotila i dva kotiledona između kojih se nalazi plumula.

Već nakon prvoga brojenja isključivih sjemenki grmaste čivitnjače (10. dan) primijećen je rast sekundarnoga korijenja i epikotila (slika 7).



Slika 6. Tijek laboratorijskoga ispitivanja klijavosti plodova i sjemena grmaste čivitnjače (*Amorpha fruticosa* L.)

Figure 6 Laboratory germination test on pods and seeds of the species false indigo (*Amorpha fruticosa* L.)

Legenda:

- A.....očišćeno sjeme čuvano na sobnoj temperaturi, grmovi na svjetlu
A.....cleaned seed storage at room temperature, shrubs in full sunlight
- B.....mahune čuvane na sobnoj temperaturi, grmovi na svjetlu
B..... pods storage at room temperature, shrubs in full sunlight
- C.....mahune čuvane u vodi u trajanju od 146 dana, grmovi na svjetlu
C..... pods storage in water for 146 days, shrubs in full sunlight
- D.....očišćeno sjeme čuvano na sobnoj temperaturi, grmovi pod zastorom krošanja
D..... cleaned seed storage at room temperature, shrubs under the crown cover
- E.....mahune čuvane na sobnoj temperaturi, grmovi pod zastorom krošanja
E..... pods storage at room temperature, shrubs under the crown cover
- F.....mahune čuvane u vodi u trajanju od 146 dana, grmovi pod zastorom krošanja
F..... pods storage in water for 146 days, shrubs under the crown cover

Tablica 3. Nepravilni klijanci (%) grmaste čivitnjače (*Amorpha fruticosa* L.) i kratki opis (prema Pravilima ISTA)

Table 3 Abnormal seedlings (%) of the species false indigo (*Amorpha fruticosa* L.) and short description (according to the ISTA Rules)

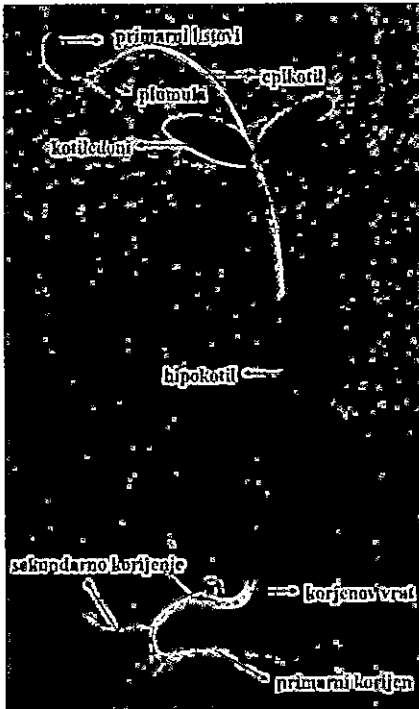
Kratki opis - Short description	Nepravilni klijanci - Abnormal seedlings (%)					
	A	B	C	D	E	F
Primarna zaraza uzrokovala trulež klijanca <i>The seedling is decayed as a result of primary infection</i>	21,87	12,90	-	17,57	10,81	3,57
Primarnom korijenu nedostaje vrh ili je kratak <i>The primary root is stunted or stubby</i>	-	3,23	72,55	4,05	-	71,43
Primarnoga korijena uopće nema <i>The primary root is missing</i>	-	-	7,85	17,57	-	3,57
Primarni korijen ima negativan geotropizam <i>The primary root with negative geotropism</i>	25,00	25,81	3,92	10,81	18,92	14,29
Primarni korijen je tanak ili proziran <i>The primary root is spindly or glassy</i>	3,13	-	1,96	1,35	-	-
Primarna zaraza uzrokovala trulež primarnoga korijena <i>The primary root is decayed as a result of primary infection</i>	34,37	35,48	5,88	40,54	48,65	3,57
Hipokotil kratak i debeo <i>The hypocotyl is short and thick</i>	-	-	3,92	-	-	-
Hipokotil spiralno zavnut <i>The hypocotyl is forming a spiral</i>	6,25	9,68	-	1,35	8,11	-
Hipokotil tanak ili proziran <i>The hypocotyl is spindly or glassy</i>	-	-	1,96	-	-	-
Primarna zaraza uzrokovala trulež hipokotila <i>The hypocotyl is decayed as a result of primary infection</i>	-	6,45	1,96	6,76	13,51	3,57
Primarna zaraza uzrokovala trulež kotiledona <i>The cotyledons are decayed as a result of primary infection</i>	9,38	6,45	-	-	-	-

RASPRAVA I ZAKLJUČCI DISCUSSION AND CONCLUSIONS

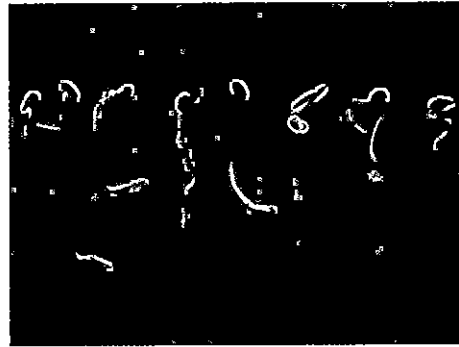
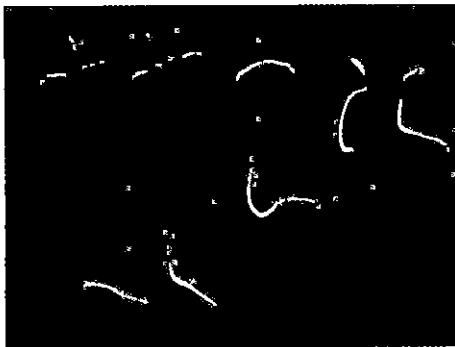
Petračić već 1938. godine o amorfi piše da se u mnoge naše posavske slavonske šume naselila u posljednja tri desetljeća u velikoj množini. Prema istomu autoru 1 g amorfinoga sjemena sadrži oko 90 sjemenki. U našem istraživanju broj sjemenki u 1 g kretao se od 101 do 163, prosječno 129 komada.

U Petračićevu je pokusu, u kojem je ispitivano tonjenje mahuna amorfe u vodi, 10. dan potonulo 99 % mahuna. U našem istraživanju, u slično postavljenom pokusu, potonulo je 74,5 % mahuna s grmova na svjetlu odnosno 86,25 % mahuna s grmova pod zastorom krošanja ili prosječno 80,38 %. I u jednom i drugom slučaju dokazano je da veći dio sjemena amorfe mogu raznositi poplavne vode, i to na veće udaljenosti. Prema Petračiću (1938) male i lagane mahune može po svoj prilici raznositi na manje udaljenosti i jači vjetar, a raznose ih donekle i životinje.

Jasno je da čivitnjača klije u uvjetima niskoga parcijalnoga pritiska kisika. Vjerojatno je kako energiju tijekom klijanja u vodi amorfa dobiva aktivacijom

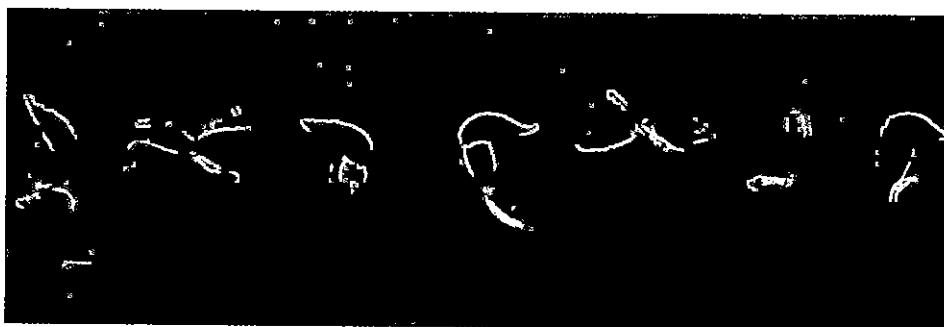


Slika 7. Građa klijanca grmaste čivitnjače (*Amorpha fruticosa* L.)
Figure 7 Structure of the false indigo seedling (*Amorpha fruticosa* L.)



Slika 8. Pravilni (lijevo) i nepravilni (desno) klijanci grmaste čivitnjače (*Amorpha fruticosa* L.) u skladu s Pravilima ISTA
Figure 8 Normal (left) and abnormal (right) seedlings of the species false indigo (*Amorpha fruticosa* L.) according to the ISTA Rules

određenih enzima vrenja. Početak klijanja primijećen je nakon 28 dana od stavljanja mahuna u vodu, dok je nakon 42 dana proklijalo prosječno 13,38 % sjemena. Kod sjemena skupljenoga s grmova na svjetlu klijavost je u vodi bila za 10,75 % veća od sjemena skupljenoga pod zastorom krošanja.



Slika 9. Nepravilni klijanci grmaste čivitnjače (*Amorpha fruticosa* L.) od mahuna čuvanih u vodi u trajanju od 146 dana

Figure 9 Abnormal seedlings of the species false indigo (*Amorpha fruticosa* L.) from the pods storage in water for 146 days

Prema Aniću (1943) u 1 kg nalazi se preko 100 000 plodova (mahune i sjeme zajedno) odnosno samo sjemenki u 1 kg ima preko 150 000. Odnos je ploda i sjemena u omjeru 10 : 6. Anić ističe da najbolje klija sjeme koje potone u vodu (većina sjemenki potone za 10 dana) i u njoj ostane oko 10 dana. Autor zaključuje kako će se amorfa najbolje razmnožavati u slučaju ako poplave traju dvadesetak dana. U našim istraživanjima prosječni broj plodova u kilogramu kod grmova na svjetlu iznosio je 100 350, grmova pod zastorom krošanja 73 750 ili prosječno 87 050 komada. Iz navedenoga je vidljivo da su plodovi (mahune) skupljeni s grmova na svjetlu mnogo manji od onih pod zastorom krošanja, iako analizom varijance nije dokazana statistički značajna razlika u njihovoj varijabilnosti (širina/duljina ploda). Apsolutna težina sjemena skupljenoga s grmova na svjetlu manja je za čak 23,86 % od apsolutne težine sjemena s grmova pod zastorom. Broj sjemenki u 1 kg kod grmova na svjetlu iznosio je 147 382, kod grmova pod zastorom krošanja 109 896 ili prosječno 128 639 komada, što je manje od podataka koje navodi Anić. Postotni udio mahuna u kilogramu plodova kreće se od 37,65 % (grmova na svjetlu) do 45,30 % (grmova pod zastorom) ili prosječno 41,48 %, što se podudara s Anićevim podacima.

Spaić (1957) piše da su u našem nizinskom području, osobito u srednjoj i istočnoj Posavini, velike šumske površine zakorovljene amorfom i ističe kako ona vrlo obilno plodonosi, a njezino lagano sjeme raznosi poplavna voda, čime se zakorovljena površina naglo povećava.

Liović (1988) također navodi da su u nizinskim šumama velike površine zakorovljene bagremcom ili čivitnjačom koja je često ograničavajući čimbenik za obnovu šuma prirodnim putem ili pošumljavanjem. Napominje da vrlo obilno rodi i da njezino sjeme raznosi poplavna voda, zbog čega se najveće zakorovljene površine nalaze uz velike rijeke: Savu, Dravu i Dunav.

Prema Brinkmanu (1974) dobar urod koda vrste *Amorpha californica* Nutt. te drugih vrsta iz roda *Amorpha* događa se svake dvije godine.

U našem istraživanju zabilježeni su puni urodi kod grmova amorfe na svjetlu, a djelomični kod grmova pod zastorom krošanja, iako su punoća mahuna i vitalnost

sjemena u oba slučaja vrlo visoki. Vitalnost sjemena amorfe nakon čuvanja u vodi u trajanju od 146 dana pala je za 72 % (sjeme s grmova na svjetlu) odnosno 70 % (sjeme s grmova pod zastorom). Tako značajan pad vitalnosti sjemena, bez obzira na to potječe li s grmova na svjetlu ili pod zastorom krošanja, govori nam kako sjemenu amorfe ne odgovara duže razdoblje držanja u vodi. Nakon 146 dana čuvanja mahuna amorfe u vodi u najvećem postotku zabilježene su nepravilnosti povezane s primarnim korijenom kojemu nedostaje vrh ili je kratak. Nakon pojave nepravilnosti slijedi negativni geotropizam primarnoga korijena i njegov izostanak.

Prema B. Regentu (1980) grmasta čivitnjača ima dormantno sjeme uzrokovano nepropusnom sjemenom ljuskom. Isti autor navodi prosječnu klijavost sjemena od 67 % (42–85 %) i ističe da vađenje sjemena nije prijeko potrebno jer se siju i čitavi plodovi (mahune).

Prema Youngu i Youngu (1992) uskladišteno sjeme svih vrsta iz roda *Amorpha* ima nepropusnu sjemenu ljusku i visok postotak dormantnoga sjemena. Autori također naglašavaju kako nije potrebno vaditi sjeme iz mahuna jer one u većini slučajeva sadrže samo jednu sjemenku i ne ometaju klijanje. Sjeme čuvano na sobnoj temperaturi zadrži vitalnost 3–5 godina. Prije ispitivanja klijavosti sjemena grmaste čivitnjače potrebno je odrediti razinu njegove dormantnosti.

Brinkman (1974) također spominje da odvajanje sjemena kod amorfe nije potrebno jer ne utječe na klijanje. Mahune koje obično sadrže samo 1 sjemenku imaju tanku stijenku i mekane su u tolikoj mjeri da značajnije ne utječu na klijanje. Sjeme amorfe zadržava vitalnost 3–5 godina ako se čuva na sobnoj temperaturi. Novija istraživanja dokazuju da se sjeme amorfe može čuvati na temperaturi od 2 °C u razdoblju od nekoliko godina bez značajnijega gubitka vitalnosti (Lincoln Oakes Nurseries 1996).

Piotto i di Noi (2001) navode prosječnu klijavost sjemena amorfe 60–90 %.

U našem istraživanju broj mahuna na grmu bio je mnogo veći kod jedinki na svjetlu u odnosu na one pod zastorom.

Najmanju energiju klijavosti imalo je sjeme amorfe držano u vodi u trajanju od 146 dana, prosječno 15,38 %, slijedi energija klijavosti mahuna čuvanih na sobnoj temperaturi (23,63 %). Najveću energiju klijavosti od 45,50 % imalo je očišćeno sjeme amorfe, što je razumljivo s obzirom na to da je uklonjena mahuna koja usprava (ali ne sprječava) klijanje.

Najmanju laboratorijsku klijavost, prosječno 19,13 %, imalo je sjeme amorfe čuvano u vodi u trajanju od 146 dana, slijedi laboratorijska klijavost mahuna čuvanih na sobnoj temperaturi (48,25 %). Najveću laboratorijsku klijavost, kao i energiju klijavosti, imalo je očišćeno sjeme amorfe (67,50 %). Dobivena klijavost očišćenoga sjemena amorfe u potpunosti se podudara s podatkom koji navodi Regent (1980). Klijavost plodova (mahuna) amorfe koji potječu s grmova na svjetlu bila je za 3 % veća od klijavosti mahuna skupljenih pod zastorom krošanja. Klijavost očišćenoga sjemena amorfe koja potječe s grmova na svjetlu također je bila za 7 % veća od onoga pod zastorom krošanja.

Glavaš (1990) piše o štetnosti, ali i korisnosti čivitnjače. Ističe kako je u našem nizinskom području veoma rasprostranjena te da se u nas s jedne strane (šumarske) smatra opasnim korovom, a s druge strane (pčelarske) dobrom medonosnom biljkom koja ima i niz drugih neiskorištenih vrijednosti (dekorativna vrsta, za prehranu i zaklanjanje divljači, protiv erozije, za dobivanje mirisa, insekticida, za medicinske svrhe, za proizvodnju amorfina i ulja, za biomasu itd.).

Čivitnjača je zasigurno vrsta o kojoj će se još mnogo pisati i raspravljati u budućnosti, kao što se raspravljalo i u prošlosti, upravo zbog njezine dvostruke uloge, kao opasnoga šumskoga korova s jedne strane i dobre vrste kad je u pitanju iskorištavanje i uzgoj za potrebe bionergije i ostalih koristi.

LITERATURA REFERENCES

- sl. č Anić, M., 1943: O klijavosti amorfina sjemena. Šumarski list, 9: 261–263, Zagreb.
- č Brinkman, K. A., 1974: *Amorpha*, *amorpha*, false indigo. Seeds of woody plants in the United States, DC: USDA Forest Service: 216–219, Washington.
- κ Dirr, M. A., C. W. Jr Heuser, 1987: Reference Manual of Woody Plant Propagation (*From Seed to Tissue Culture*). Athens, 239 str.
- č Glavaš, M., 1990: Upoznajmo amorfu. Pčela, 8 (109): 223–227, Zagreb.
- κ ISTA Working Sheets on Tetrazolium Testing 2003: Volume II Tree & Shrub Species, The International Seed Testing Association (ISTA), Bassersdorf, Switzerland.
- κ ISTA (International Seed Testing Association) 2006: International Rules for Seed Testing, Edition 2006/1, Chapter 5: The Germination Test, Bassersdorf, Switzerland.
- ℞ č Liović, B., M. Halambek, 1988: Suzbijanje bagremca (*Amorpha fruticosa* L.). Radovi, 23 (75): 141–145, Zagreb.
- sl. č Petračić, A., 1938: *Amorpha fruticosa* L. kao nov i opasan korov u posavskim šumama. Šumarski list, 62: 623–626, Zagreb.
- κ Piotto, B., A. di Noi, 2001: Propagation of Mediterranean trees and shrubs from seed. ANPA Handbook, Roma, 108 str.
- κ Regent, B., 1980: Šumsko sjemenarstvo. Jugoslovenski poljoprivredni šumarski centar – služba šumske proizvodnje. Beograd, 201 str.
- sl. č Spaić, I., 1957: Suzbijanje amorfe herbicidima. Šumarski list, 81 (5–6): 216–222, Zagreb.
- € Zasada, J. C., D. Martineau: *Amorpha* L. *amorpha* or indigobush, www.nsl.fs.fed.us/wpsm/Amorpha.pdf
- κ Young, J. A., C. G. Young, 1992: Seeds of Woody Plants in North America. Portland, 407 str.
- č Wilbur, R. L., 1975: A revision of the North American genus *Amorpha* (*Leguminosae-Psoraleae*). Rhodora 77 (811): 337–409, USA.

A CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF MORPHOLOGICAL-BIOLOGICAL PROPERTIES OF FRUITS AND SEEDS OF THE FALSE INDIGO (*Amorpha fruticosa* L.)

SUMMARY

The paper examines morphological and biological properties of fruits-pods and seeds of false indigo (*Amorpha fruticosa* L.). Fruits were collected in November 2005 from two average false indigo shrubs growing in full sunlight and two shrubs sheltered by the crown cover of old trees.

After the fruits, spread in thin layers, were dried for 10 days, they were measured, weighted and counted. Fruits from a weight sample were manually cleaned. The absolute weight of the seeds collected from the shrubs in light positions was 6.7 g, while that from the shrubs under the crown cover was 8.8 g. Despite the conspicuous difference in pod size and absolute seed in relation to the site of collection (shrubs growing in full sunlight versus shrubs growing under the crown shelter), no statistically significant difference in pod variability was confirmed (max. diameter/max. length).

The viability of fresh seeds was tested with the tetrazolium method following the ISTA Rules. In both cases seed viability was exceptionally high and amounted to 94 % in seeds from the shrubs growing in light positions and 98 % in seeds from the shrubs growing under the crown cover. A part of the seeds was placed in a water-filled vessel, which was left in external conditions over the winter. After soaking the seed for 146 days, its viability was tested again. The viability of the seed from the shrubs in full sunlight dropped by 72 % and of the seed from the shrubs under the crown shelter by 70 %.

Sinking of false indigo pods in water at room temperature was also tested. After 10 days, 74.50 % of the pods from the shrubs in light positions and 86.25 % of the seed from the shrubs under the crown cover sank. The pods submerged in water began to germinate after four weeks, and the germinating seeds were counted after 42 days. Germination involved a total of 18.75 % of the seeds from the shrubs in full sunlight and 8.00 % of the seeds from the shrubs under the crown cover.

Laboratory testing of fruits-pods and seeds was performed and the seedlings were evaluated (normal and abnormal) according to the ISTA Rules. The paper discusses abnormal seedlings (%) and provides brief descriptions of abnormality in a separate section. The lowest laboratory germination rate, averaging 19.13 %, was displayed by the seeds of false indigo soaked in water for 146 days, followed by laboratory germination of pods kept at room temperature (48.25 %). The highest laboratory germination and germination energy was shown by cleaned false indigo seeds (67.50 %). Germination of false indigo fruits-pods from the shrubs in full sunlight exceeded by 3 % that of pods collected from the shrubs under the crown

cover. Germination of cleaned false indigo seeds from the shrubs in full sunlight was also 7 % higher than that of the seeds collected from the shrubs under the crown cover.

Key words: *Amorpha fruticosa*, fruit variability, seed viability, laboratory seed germination