

UNIVERZITET U BEOGRADU  
ŠUMARSKI FAKULTET

MARIJA M. NEŠIĆ

**BIOLOGIJA I EKOLOGIJA INVAZIVNE  
VRSTE *Aster lanceolatus* WILLD.  
COMPLEX**

doktorska disertacija

Beograd, 2017.

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF FORESTRY

MARIJA M. NEŠIĆ

**BIOLOGY AND ECOLOGY OF INVASIVE  
SPECIES *Aster lanceolatus* WILLD.  
COMPLEX**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2017.

Mentor:

**Dr Dragica Obratov-Petković**, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet

Komisija:

**Dr Ivana Bjedov**, docent, Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet

**Dr Matilda Đukić**, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet

**Dr Snežana Belanović Simić**, vanredni profesor, Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet

**Dr Milorad Veselinović**, viši naučni saradnik, Institut za šumarstvo, Beograd

**Dr Danijela Đunisijević-Bojović**, docent, Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet

Datum odbrane doktorata

---

(dan, mesec, godina)

*Mojoj Neni i roditeljima*

Godine tokom kojih sam radila doktorsku disertaciju su bile ispunjene različitim trenucima, uglavnom lepim, ali bilo je i dana kada je sve izgledalo nemoguće. Stručna, moralna i prijateljska podrška ljudi kojima sam bila okružena je učinila da lepo bude još lepše, a da se ostalo brzo zaboravi.

Veliku zahvalnost dugujem prof. dr Dragici Obratov-Petković, mentoru ove doktorske disertacije, na podstreku da uvek uradim više od onoga što mislim da mogu, na uloženom vremenu i trudu, podršci, kao i na svim korisnim sugestijama tokom pisanja doktorske disertacije, ali i u periodu pre toga.

Veliku zahvalnost dugujem i dr Ivani Bjedov, na neizmernoj stručnoj pomoći i stalnom ohrabrivanju još od trenutka kada smo počele da sarađujemo. Dobronamerne komentare i veliki trud koji su poboljšali ovu doktorsku tezu, svakodnevnu podršku i prijateljske savete nikada neću zaboraviti.

Zahvalnost dugujem i prof. dr Matildi Đukuć na korisnim sugestijama tokom izrade ove teze i podršci koju mi je pružila tokom svih ovih godina.

Iskrenu zahvalnost dugujem dr Snežani Belanović Simić na stručnim i vrednim savetima koje mi je davala još u prvim fazama istraživanja. Veliko hvala na pruženoj mogućnosti da koristim laboratorijsku opremu koja mi je bila neophodna, kao i na podršci i spremnosti da mi pomogne kada god mi je to bilo potrebno.

Posebnu zahvalnost dugujem i dr Miloradu Veselinoviću koji mi je omogućio da deo svojih istraživanja uradim u laboratorijama Instituta za šumarstvo. Hvala i za korisne sugestije i pomoć koju ste mi pružili u celokupnom dosadašnjem radu.

Zahvaljujem se i dr Danijeli Đunisijević-Bojović na pomoći u laboratorijskom radu i korisnim sugestijama koje su poboljšale napisanu doktorsku disertaciju.

Deo ove doktorske disertacije je rezultat saradnje sa dr Danijelom Mišić iz Instituta za biološka istraživanja „Siniša Stanković" kojoj dugujem posebnu zahvalnost za veliku pomoć pri hemijskim istraživanjima fenolnih jedinjenja HPLC metodom. Hvala na strpljenju i vremenu koje ste mi posvetili i time omogućili da zakoračim u za mene, novu oblast istraživanja.

U nekoliko redova teško je izraziti zahvalnost koju dugujem dr Dragani Skočajić. Gaga je neko ko mi svojom pozitivnom energijom, entuzijazmom i iskrenim rečima ulepšava svaki radni dan. Hvala na svakodnevnom razgovorima, prijateljskoj pomoći i

podrški koja mi je pomogla da prevaziđem sve stručne i lične izazove tokom izrade ove disertacije.

Koleginici dipl. inž. Dragani Čavlović dugujem veliku zahvalnost na pomoći pri izradi modela za predikciju rasprostranjenja vrsta, podršci i svakodnevnom ohrabrenju da je ostalo još malo do kraja.

Koleginici dr Mileni Stefanović se zahvaljujem na spremnosti da mi pomogne pri statističkoj obradi dela podataka.

Zahvalnost dugujem prof. dr Mirjani Ocokoljić za svu pomoć koju mi je pružila tokom doktorskih studija.

Prof. dr Milanu Kneževiću se zahvaljujem za mogućnost da koristim Pedološku laboratoriju, kao i na pomoći pri analizi uzoraka. Prof. dr Nenadu Keči dugujem zahvalnost za mogućnost da koristim opremu koja mi je bila neophodna.

Zahvaljujem se dipl. inž. Branislavi Mihajlović i mr Gordani Petković na pomoći pri analizi uzoraka u laboratoriji.

Posebnu zahvalnost dugujem dr Zoranu Miletiću i Jeleni Jeremić, kao i dr Suzani Mitrović za pomoć tokom pripreme i analize uzoraka u laboratoriji Instituta za Šumarstvo, Beograd.

Na kraju, želim da se zahvalim mojoj najvećoj podršci...

Dr Neveni Čule koja mi je uvek pružala veliku sestrinsku podršku i ljubav. Bez ove pomoći sve bi bilo uzalud i nemoguće. Hvala i za sve savete, veliki trud i stručnu pomoć tokom izrade disertacije.

Neizmerno hvala mojim roditeljima na безусловnoj ljubavi, podršci i veri u ono što radim. Hvala vam što su uz vas sve brige manje, a svakodnevica uvek vesela.

Markiši hvala za veliku podršku, a Fići, malom istraživaču, hvala na pomoći pri uzrokovanju biljaka.

**UNIVERZITET U BEOGRADU - ŠUMARSKI FAKULTET**  
**KLJUČNA DOKUMENTACIONA INFORMACIJA**

|                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Redni broj (RBB)                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Identifikacioni broj (IBR)                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Tip dokumentacije (TD)                                                                                        | Monografska publikacija                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Tip zapisa (TZ)                                                                                               | Tekstualni štampani materijal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Vrsta rada (VR)                                                                                               | Doktorska disertacija                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Autor (AU)                                                                                                    | Marija M. Nešić, dipl.inž. šumarstva za pejzažnu arhitekturu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Mentor (MN)                                                                                                   | Dr Dragica Obratov-Petković, redovni profesor, Univerziteta u Beogradu-Šumarski fakultet                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Naslov rada (NR)                                                                                              | Biologija i ekologija invazivne vrste <i>Aster lanceolatus</i> Willd. complex                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Jezik publikacije (JP)                                                                                        | Srpski / latinica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Zemlja publikacije (ZP)                                                                                       | Republika Srbija                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Geografsko područje (GP)                                                                                      | Srbija                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Godina izdavanja (GI)                                                                                         | 2017.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Izdavač (IZ)                                                                                                  | Autorski reprint                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Mesto izdavanja i adresa (MS)                                                                                 | 11030 Beograd, R. Srbija, Kneza Višeslava 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Fizički obim rada (FO) (broj poglavlja/strana/literaturnih citata/tabela/grafikona/šema/ karti/slika/priloga) | 9 poglavlja, 266 stranica, 342 literaturna navoda, 46 tabela, 99 grafikona, 40 slika i 4 karte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Naučna oblast (NO)                                                                                            | Biotehničke nauke                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Naučna disciplina (DIS)                                                                                       | Pejzažna arhitektura i hortikultura                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Predmetna odrednica/Ključne reči (PO)                                                                         | <i>Aster lanceolatus</i> Willd. complex, invazivne vrste, alelopatija, reproduktivni potencijal, klimatske promene, predikcija širenja                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| UDK                                                                                                           | 581.524.2:582.998.16(497.11)(043.3)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Čuva se (ČU)                                                                                                  | Biblioteka Šumarskog fakulteta, Kneza Višeslava 1, 11030 Beograd, R. Srbija                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Važna napomena (VN)                                                                                           | Nema                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Izvod (IZ)                                                                                                    | Predmet istraživanja doktorske disertacije je ekologija i biologija invazivne vrste <i>Aster lanceolatus</i> Willd. complex (fam. Compositae). U okviru ovog predmeta, definisani su ciljevi planiranih istraživanja: da se utvrde kvantitativni odnosi vrste <i>A. lanceolatus</i> i drugih cenobionata na staništima koja su zahvaćena invazijom ove vrste; da se utvrde i objasne mehanizmi kojima vrsta utiče na procese u ekosistemima; da se utvrdi uloga generativnog i vegetativnog razmnožavanja u procesu širenja vrste <i>A. lanceolatus</i> ; da se utvrde kauzalni odnosi između regionalnog klimatskog modela i predikcije rasprostranjenja vrste i da se izvrši analiza rizika od vrste <i>A. lanceolatus</i> . |
| Datum prihvatanja teme (DP)                                                                                   | Odluka NNV Šumarskog fakulteta, br 641/1, od 30.01.2014.god.<br>Odluka Veća naučnih oblasti biotehničkih nauka, 02 br. 61206-95/2-14, od 22.01.2014.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Datum odbrane (DO)                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Komisija za ocenu (KO)                                                                                        | Dr Dragica Obratov-Petković, redovni profesor, Univerziteta u Beogradu-Šumarski fakultet<br>Dr Ivana Bjedov, docent, Univerziteta u Beogradu-Šumarski fakultet                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Dr Matilda Đukić, redovni profesor,<br/>Univerziteta u Beogradu-Šumarski fakultet</p> <p>Dr Snežana Belanović Simić, vanredni profesor,<br/>Univerziteta u Beogradu-Šumarski fakultet</p> <p>Dr Milorad Veselinović, viši naučni saradnik,<br/>Instituta za šumarstvo, Beograd</p> <p>Dr Danijela Đunisijević-Bojović, docent,<br/>Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet</p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**UNIVERSITY OF BELGRADE - FACULTY OF FORESTRY**  
**KEY WORDS DOCUMENTATION**

|                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Accession number (ANO)                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Identification number (INO)                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Document type (DT)                                                                               | Monographic publication                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Type of record (TR)                                                                              | Textual printed document                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Contains code (CC)                                                                               | Doctoral Dissertation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Author (AU)                                                                                      | Marija M. Nešić, Bsc. of Forestry for Landscape architecture and horticulture                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Mentor (MN)                                                                                      | Dr Dragica Obratov-Petković, Full Professor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Title (TI)                                                                                       | Biology and ecology of invasive species <i>Aster lanceolatus</i> Willd. complex                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Language of text (LT)                                                                            | Serbian/ Latin alphabet                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Country of publication (CP)                                                                      | Republic of Serbia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Locality of publication (LP)                                                                     | Serbia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Publication year (PY)                                                                            | 2017                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Publisher                                                                                        | Author's reprint                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Publication place (PL)                                                                           | 11030 Belgrade, R. Serbia, Kneza Višeslava 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Physical description (PD) (number of chapters/pages/citations/tables/charts/maps/images/annexes) | 9 chapters, 266 pages, 342 references, 46 tables, 99 charts, 40 figures and 4 maps                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Science field (SF)                                                                               | Biotechnological sciences                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Science discipline (SD)                                                                          | Landscape architecture and horticulture                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Subject/Key words (CX)                                                                           | <i>Aster lanceolatus</i> Willd. complex, invasive species, allelopathy, reproductive potential, climate change, prediction of range expansion                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| UDC                                                                                              | 581.524.2:582.998.16(497.11)(043.3)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Holding data(HD)                                                                                 | Library of Faculty of Forestry, Kneza Višeslava 1, 11030 Belgrade, R. Serbia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Note (N)                                                                                         | None                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Abstract (AB)                                                                                    | This dissertation sets out to investigate the ecology and biology of invasive species <i>Aster lanceolatus</i> Willd. complex (fam. Compositae). The aim of this study was: to determine the quantitative relations of <i>A. lanceolatus</i> with other coexisting species in invaded habitats; to identify and explain the mechanisms by which this species influences the processes in ecosystems; to determine the role of generative and vegetative reproduction in the <i>A. lanceolatus</i> invasion success; to determine the causal relationship between the regional climate model and a prediction of a species distribution and to conduct the risk analysis of <i>A. lanceolatus</i> . |
| Accepted by scientific board on (ACB)                                                            | Decision of Academic-Scientific Council of Faculty of Forestry, No. 641/1, from 30.01.2014. Decision of Professional Board of Biotechnical Sciences, 02 No. 61206-95/2-14, from 22.01.2014.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Defended on (DE)                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Thesis defend board (DB)                                                                         | Dr Dragica Obratov-Petković, full professor<br>Faculty of Forestry, Belgrade<br>Dr Ivana Bjedov, assistant professor<br>Faculty of Forestry, Belgrade<br>Dr Matilda Đukić, full professor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Faculty of Forestry, Belgrade<br>Dr Snežana Belanović Simić, associate professor<br>Faculty of Forestry, Belgrade<br>Dr Milorad Veselinović, Senior Research<br>Associate Institute of Forestry, Belgrade<br>Dr Danijela Đunisijević-Bojović, assistant<br>professor Faculty of Forestry, Belgrade |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

# **BIOLOGIJA I EKOLOGIJA INVAZIVNE VRSTE *Aster lanceolatus* WILLD.**

## **COMPLEX**

### **Sažetak**

Predmet istraživanja doktorske disertacije je ekologija i biologija invazivne vrste *Aster lanceolatus* Willd. complex (fam. Compositae). U okviru ovog predmeta, definisani su ciljevi planiranih istraživanja: da se utvrde kvantitativni odnosi vrste *A. lanceolatus* i drugih cenobionata na staništima koja su zahvaćena invazijom ove vrste; da se utvrde i objasne mehanizmi kojima vrsta utiče na procese u istraživanim ekosistemima; da se utvrdi uloga generativnog i vegetativnog razmnožavanja u procesu širenja vrste *A. lanceolatus*; da se utvrde kauzalni odnosi između regionalnog klimatskog modela i predikcije rasprostranjenja vrste i da se izvrši analiza rizika od vrste *A. lanceolatus*. Istraživanja su sprovedena na terenu i laboratoriji po utvrđenoj metodologiji.

Rezultati istraživanja su pokazala da vrsta *A. lanceolatus* naseljava staništa na kojima su izražene različite vrste poremećaja, da je dominantna na većini istraživanih lokaliteta i da potiskuje druge vrste u zajednicama i staništima na kojima se nalazi, čime je i potvrđena prva postavljena hipoteza.

Postavljena hipoteza da vrsta *A. lanceolatus* utiče na osobine zemljišta i tako doprinosi svojoj kompetitivnosti nije u potpunosti potvrđena. Sa druge strane, hipoteza ne može da bude ni odbačena, jer su određene promene u zemljištu konstatovane.

Gajenjem biljaka u hidrokulturi je utvrđeno da vrsta *A. lanceolatus* ima snažan vegetativan rast, da u početnoj fazi rasta alocira resurse u podzemni deo, da pri interspecijskoj kompeticiji često nadjačava vrstu *Achillea millefolium* L., kao i da ima veliki potencijal za vegetativno razmnožavanje. Rezultati dobijeni gajenjem biljaka u hidrokulturi i ispitivanjem klijavosti semena potvrđuju hipotezu da je i vegetativno i generativno razmnožavanje značajno za proces širenje vrste *A. lanceolatus*.

Uz rezultate sprovedenih bioloških testova, identifikacija i kvantifikacija 14 fenolnih jedinjenja u biljnim organima vrste *A. lanceolatus* predstavljaju potvrdu alelopatskog dejstva ove vrste, čime je i potvrđena postavljena hipoteza.

Hipoteza da klimatske karakteristike utiču na širenje invazivne vrste *A. lanceolatus* je potvrđena, jer su rezultati primenjenog modela pokazali, da će sa povećanjem temperature rasti i potencijal širenja ove vrste.

**Ključne reči:** *Aster lanceolatus* Willd. complex, invazivne vrste, alelopatija, reproduktivni potencial, klimatske promene, predikcija širenja

# **BIOLOGY AND ECOLOGY OF INVASIVE SPECIES *Aster lanceolatus* WILLD. COMPLEX**

## **Abstract**

This dissertation sets out to investigate the ecology and biology of invasive species *Aster lanceolatus* Willd. complex (fam. Compositae). The aim of this study was: to determine the quantitative relations of *A. lanceolatus* with other coexisting species in invaded habitats; to identify and explain the mechanisms by which this species influences the processes in ecosystems; to determine the role of generative and vegetative reproduction in the *A. lanceolatus* invasion success; to determine the causal relationship between the regional climate model and a prediction of a species distribution and to conduct the risk analysis of *A. lanceolatus*. The study was conducted in the field and laboratories by the established methodology.

The results have shown that *A. lanceolatus* inhabits the disturbed habitats suppressing other species in communities and thus the first hypothesis was confirmed.

It was hypothesized that the species *A. lanceolatus* affect soil properties, contributing to its competitiveness. This hypothesis was not fully confirmed since the results were variable. However, certain changes ascertained.

Research has shown that the species *A. lanceolatus* has a strong vegetative growth. Initially, it allocates resources to the underground vegetative parts. In addition, it has great potential for vegetative reproduction and outcompetes *Achillea millefolium* in hydroponic culture. The results obtained by growing plants in hydroponic culture and seed testing showed that vegetative and generative reproductions have the same importance in the expansion of *A. lanceolatus* range.

From the present study, it can be concluded that allelochemicals are present in the aqueous extracts of *A. lanceolatus* and in the soil infested with this plant. In addition 14 phenolic compounds were identified and quantified in *A. lanceolatus* tissue. The results confirmed the allelopathic effects of *A. lanceolatus*, and thus confirmed given the hypothesis.

The hypothesis that climatic characteristics influence the spread of invasive species *A. lanceolatus* was also confirmed, since the results of the applied species distribution model showed that the potential spread of this species would rise with increasing temperature.

Keywords: *Aster lanceolatus* Willd. complex, invasive species, allelopathy, reproductive potential, climate change, prediction of range expansion

## SADRŽAJ

|         |                                                                                    |    |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.      | Uvod.....                                                                          | 1  |
| 1.1.    | Definisanje termina invazivnosti.....                                              | 2  |
| 1.2.    | Mehanizmi širenja invazivnih vrsta .....                                           | 3  |
| 1.3.    | Zakonska regulativa u oblasti bioloških invazija .....                             | 4  |
| 1.4.    | Uloga načina razmnožavanja u procesu širenja invazivnih vrsta.....                 | 5  |
| 1.5.    | Promene u zemljištu izazvane uticajem invazivnih biljaka.....                      | 7  |
| 1.6.    | Promene u ekosistemu nastale uticajem invazivnih biljaka na osobine zemljišta..... | 10 |
| 1.7.    | Alelopatski potencijal invazivnih vrsta .....                                      | 11 |
| 1.8.    | Analiza rizika od invazivnih vrsta.....                                            | 14 |
| 2.      | Predmet istraživanja .....                                                         | 19 |
| 2.1.    | Taksonomija vrste <i>Aster lanceolatus</i> complex.....                            | 20 |
| 2.2.    | Morfologija vrste <i>Aster lanceolatus</i> .....                                   | 22 |
| 2.3.    | Rasprostranjenje i status invazivnosti vrste.....                                  | 23 |
| 3.      | Ciljevi istraživanja.....                                                          | 26 |
| 4.      | Očekivani rezultati (hipoteze) .....                                               | 27 |
| 5.      | Materijal i metode istraživanja .....                                              | 28 |
| 5.1.    | Opis istraživanih lokaliteta .....                                                 | 28 |
| 5.2.    | Istraživanje vegetacije i biljnog materijala vrste <i>A. lanceolatus</i> .....     | 39 |
| 5.2.1   | Terenska istraživanja .....                                                        | 39 |
| 5.2.1.1 | Istraživanje vegetacije ispitivanih područja .....                                 | 39 |
| 5.2.1.2 | Prikupljanje biljnog materijala na istraživanim lokalitetima .....                 | 40 |
| 5.2.2   | Laboratorijska proučavanja .....                                                   | 41 |

|           |                                                                                                                |    |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.2.2.1   | Gajenje biljaka u hidrokulturi .....                                                                           | 41 |
| 5.2.2.2   | Mikrotalasna digestija biljnog materijala .....                                                                | 43 |
| 5.2.2.3   | Određivanje koncentracije mikro i makro elemenata u biljnim tkivima.....                                       | 43 |
| 5.2.2.4   | Ispitivanje alokacije biomase i alokacije resursa .....                                                        | 45 |
| 5.2.2.5   | Određivanje površine lista, specifične lisne površine i relativne lisne površine.....                          | 46 |
| 5.2.2.6   | Određivanje broja ahenija u cvetnim glavicama vrste <i>A. lanceolatus</i> .....                                | 47 |
| 5.2.2.7   | Ispitivanje klijavosti semena vrste <i>A. lanceolatus</i> .....                                                | 47 |
| 5.2.2.7.1 | Eksperiment I – Klijavost semena na konstantnoj temperaturi (ISTA, 2003).....                                  | 47 |
| 5.2.2.7.2 | Eksperiment II – Uticaj alternirajućih temperatura, nitrata i svetlosti na klijanje .....                      | 48 |
| 5.2.3     | Determinacija i kvantifikacija polifenolnih jedinjenja u različitim organima vrste <i>A. lanceolatus</i> ..... | 51 |
| 5.2.3.1   | Uzorkovanje biljnog materijala .....                                                                           | 51 |
| 5.2.3.2   | Priprema ekstrakta.....                                                                                        | 51 |
| 5.2.3.3   | Razdvajanje i kvantifikacija polifenola.....                                                                   | 52 |
| 5.3.      | Proučavanje zemljišta.....                                                                                     | 53 |
| 5.3.1     | Terenska istraživanja - uzorkovanje.....                                                                       | 53 |
| 5.3.2     | Laboratorijska proučavanja zemljišta.....                                                                      | 54 |
| 5.3.2.1   | Osnovne fizičke i hemijske analize zemljišta .....                                                             | 54 |
| 5.4.      | Određivanje alelopatskog potencijala vrste <i>A. lanceolatus</i> .....                                         | 56 |
| 5.4.1     | Uzorkovanje biljnog materijala .....                                                                           | 56 |
| 5.4.2     | Uzorkovanje zemljišta.....                                                                                     | 57 |
| 5.4.3     | Priprema vodenog ekstrakta od svežih vegetativnih delova vrste <i>A. lanceolatus</i> .....                     | 57 |

|        |                                                                                           |    |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.4.4  | Priprema vodenog ekstrakta od suvih vegetativnih delova vrste <i>A. lanceolatus</i> ..... | 57 |
| 5.4.5  | Priprema medijuma za klijanje semena - „sendvič metod“ .....                              | 57 |
| 5.4.6  | Biološki test .....                                                                       | 58 |
| 5.5.   | Analiza rizika od invazivne vrste <i>A. lanceolatus</i> .....                             | 59 |
| 5.6.   | Predikcija rasprostranjenja vrste <i>A. lanceolatus</i> .....                             | 61 |
| 5.7.   | Statistička obrada podataka .....                                                         | 63 |
| 6.     | Rezultati istraživanja .....                                                              | 66 |
| 6.1.   | Fitocenološka analiza .....                                                               | 66 |
| 6.1.1  | Fitocenološka analiza na lokalitetu Ada Međica .....                                      | 66 |
| 6.1.2  | Fitocenološka analiza na lokalitetu Beočin .....                                          | 74 |
| 6.1.3  | Fitocenološka analiza na lokalitetu Beška .....                                           | 76 |
| 6.1.4  | Fitocenološka analiza na lokalitetu Jakovo .....                                          | 77 |
| 6.1.5  | Fitocenološka analiza na lokalitetu Košutnjak .....                                       | 78 |
| 6.1.6  | Fitocenološka analiza na lokalitetu Krnjača .....                                         | 80 |
| 6.1.7  | Fitocenološka analiza na lokalitetu Kumodraž .....                                        | 81 |
| 6.1.8  | Fitocenološka analiza na lokalitetu Makiš .....                                           | 82 |
| 6.1.9  | Fitocenološka analiza na lokalitetu Slankamen .....                                       | 83 |
| 6.1.10 | Fitocenološka analiza na lokalitetu Sremska Kamenica .....                                | 85 |
| 6.1.11 | Fitocenološka analiza na lokalitetu Sremski Karlovci .....                                | 86 |
| 6.1.12 | Fitocenološka analiza na lokalitetu Tamiš .....                                           | 88 |
| 6.1.13 | Fitocenološka analiza na lokalitetu Velika Morava .....                                   | 89 |
| 6.1.14 | Fitocenološka analiza na lokalitetu Veliko ratno ostrvo .....                             | 90 |
| 6.1.15 | Fitocenološka analiza na lokalitetu Zapadna Morava .....                                  | 91 |
| 6.1.16 | Fitocenološka analiza na lokalitetu Živača .....                                          | 93 |

|         |                                                                                                                                                   |     |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.1.17  | Sorensonov koeficijenta sličnosti .....                                                                                                           | 95  |
| 6.2.    | Osnovna fizička i hemijska svojstva proučavanih zemljišta i sadržaj elemenata u biljkama .....                                                    | 97  |
| 6.2.1   | Fizičke karakteristike proučavanih zemljišta .....                                                                                                | 97  |
| 6.2.2   | Hemijske karakteristike proučavanih zemljišta.....                                                                                                | 98  |
| 6.2.3   | Klasifikaciono mesto proučavanih zemljišta.....                                                                                                   | 105 |
| 6.2.4   | Sadržaj elemenata u zemljištu istraživanih lokaliteta.....                                                                                        | 106 |
| 6.2.5   | Sadržaj makro i mikronutrijenata u biljnom tkivu vrste <i>A. lanceolatus</i> i prirodnoj vegetaciji .....                                         | 108 |
| 6.3.    | Ispitivanje vegetativnog rasta vrste <i>A. lanceolatus</i> .....                                                                                  | 120 |
| 6.4.    | Potencijal generativnog razmnožavanja vrste <i>A. lanceolatus</i> .....                                                                           | 132 |
| 6.4.1   | Količina semena u cvetnim glavicama vrste <i>A. lanceolatus</i> .....                                                                             | 132 |
| 6.4.2   | Ispitivanje klijavosti semena vrste <i>A. lanceolatus</i> – Eksperiment I.....                                                                    | 133 |
| 6.4.2.1 | Tehnička klijavost .....                                                                                                                          | 133 |
| 6.4.2.2 | Apsolutna klijavost.....                                                                                                                          | 134 |
| 6.4.2.3 | Energija klijanja .....                                                                                                                           | 135 |
| 6.4.2.4 | Vijabilnost semena .....                                                                                                                          | 136 |
| 6.4.3   | Ispitivanje klijavosti semena vrste <i>A. lanceolatus</i> - Eksperiment II .....                                                                  | 137 |
| 6.4.3.1 | Uticaj alternirajućih temperatura, nitrata i svetlosti na klijanje .....                                                                          | 137 |
| 6.4.3.2 | Uticaj nitrata na parametre klijanja .....                                                                                                        | 144 |
| 6.4.3.3 | Uticaj svetlosti na parametre klijanja .....                                                                                                      | 146 |
| 6.4.3.4 | Vitalnost semena .....                                                                                                                            | 152 |
| 6.5.    | Ispitivanje alelopatškog potencijala vrste <i>A. lanceolatus</i> .....                                                                            | 153 |
| 6.5.1   | Uticaj vodenog ekstrakta vrste <i>A. lanceolatus</i> na klijanje semena test vrsta i klijanje semena test vrsta u zemljišnom biološkom testu..... | 153 |

|       |                                                                                                                                                  |     |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.5.2 | Uticaj vodenog ekstrakta vrste <i>A. lanceolatus</i> na rast klijavaca test vrsta i rast klijavaca test vrsta u zemljišnom biološkom testu ..... | 156 |
| 6.5.3 | Uticaj vodenog ekstrakta vrste <i>A. lanceolatus</i> na suhu biomasu test vrsta ....                                                             | 160 |
| 6.6.  | Ispitivanje polifenolnih jedinjenja u različitim biljnim organima vrste <i>A. lanceolatus</i> .....                                              | 162 |
| 6.6.1 | Analiza sadržaja polifenola u različitim biljnim organima vrste <i>A. lanceolatus</i> .....                                                      | 163 |
| 6.6.2 | Analiza glavnih komponenti (PCA) sadržaja polifenolnih jedinjenja u različitim biljnim organima vrste <i>A. lanceolatus</i> .....                | 170 |
| 6.7.  | EPPO proces prioritizacije za invazivnu vrstu <i>A. lanceolatus</i> .....                                                                        | 178 |
| 6.7.1 | Izveštaj o procesu prioritizacije za invazivnu vrstu <i>Aster lanceolatus</i> Willd.                                                             | 179 |
| 6.8.  | Predikcija rasprostranjenja vrste <i>A. lanceolatus</i> .....                                                                                    | 184 |
| 7.    | Diskusija.....                                                                                                                                   | 192 |
| 7.1.  | Fitocenološka analiza .....                                                                                                                      | 192 |
| 7.2.  | Sadržaj elemenata u biljkama i uticaj na osnovna fizička i hemijska svojstva zemljišta.....                                                      | 195 |
| 7.3.  | Ispitivanje vegetativnog rasta vrste <i>A. lanceolatus</i> .....                                                                                 | 207 |
| 7.4.  | Potencijal generativnog razmnožavanja vrste <i>A. lanceolatus</i> .....                                                                          | 213 |
| 7.5.  | Ispitivanje alelopatskog potencijala vrste <i>A. lanceolatu</i> .....                                                                            | 218 |
| 7.6.  | Ispitivanje polifenolnih jedinjenja u različitim biljnim organima vrste <i>A. lanceolatus</i> .....                                              | 223 |
| 7.7.  | Predikcija rasprostranjenja vrste <i>A. lanceolatus</i> i EPPO proces prioritizacije.....                                                        | 226 |
| 8.    | Zaključci.....                                                                                                                                   | 229 |
| 9.    | Literatura .....                                                                                                                                 | 236 |

## 1. UVOD

Sa porastom brojnosti ljudske populacije i opšte potrošnje, antropogeni uticaj na prirodne resurse je sve veći (Wackernagel *et al.*, 2006). Klimatski modeli predviđaju da će temperatura rasti, a da će se režim padavina promeniti (Đurđević, 2010). Biljke koje imaju sposobnost da se brzo prilagođavaju promenama, migriraju i osvajaju područja koja im više odgovaraju, imaju veću šansu da obezbede svoj opstanak. Invazivne biljke se odlikuju ovim karakteristikama i realno je očekivati da će u budućnosti ove vrste imati još veći uticaj na ekosisteme nego danas.

U brojnim studijama (Walker i Smith, 1997; Daehler, 2003; Yurkonis *et al.*, 2005; Pyšek i Richardson, 2008; Ens *et al.*, 2009; Corbin i D'Antonio, 2012; Moravcová *et al.*, 2015; Gibert *et al.*, 2016) analiziraju se osobine invazivnih biljaka, karakteristike zajednica koje su sklone invaziji stranih vrsta i posledice invazije na ekosisteme i njihove funkcije. Poslednjih nekoliko godina, sve veći broj istraživanja je usmeren na proučavanje uticaja globalnih promena na autohtone i alohtone biljke i pokušavaju da predvide kako će se invazivne vrste ponašati u novonastalim uslovima. Međutim, teško je reći koje su to osobine biljaka i staništa koje će biti od presudnog značaja za razvoj biljaka u budućnosti. Mnogi eksperimenti su sprovedeni, ali opšti obrazac nije utvrđen. Na osnovu 79 poređenja autohtonih i invazivnih biljaka, Daehler (2003) je zaključio da invazivne biljke nemaju veću brzinu rasta, veću kompetitivnu sposobnost ili sposobnost stvaranja većeg broja potomstva, već da uspeh invazivnih biljaka i autohtonih vrsta koje rastu sa njima u zajednici zavisi od uslova u kojima te biljke rastu. Prema Miller-Rushing i Inouye (2009) da bi se predvidelo kako će rod ili vrsta reagovati na klimatske promene, potrebne su specifične studije slučaja. Elementi globalnih promena koji bi mogli da imaju uticaj na širenje invazivnih biljaka su povećana koncentracija CO<sub>2</sub> u atmosferi, klimatske promene, povećanje količine azota u zemljištu, promene režima poremećaja u predelu i povećana fragmentacija staništa (Dukes i Mooney, 1999). Klimatske promene bi mogle da utiču na fiziološku sposobnost invazivnih biljaka da opstanu na određenim lokacijama, kao i na kompeticiju sa autohtonim vrstama (Bradley *et al.*, 2010).

Alohtone vrste utiču na biljne zajednice i ugrožavaju diverzitet u njima. Kada se nađu van svog prirodnog areala, neke strane vrste imaju sposobnost da menjaju prirodne

uslove ekosistema i tako postaju kompetitivnije u odnosu na autohtone vrste u ekosistemu. Posle izvesnog vremena neke od njih postaju invazivne, iako u svom prirodnom arealu nisu bile dominantni kompetitori. Pored toga, s obzirom na složenost odnosa biljka - biljka i biljka - stanište i jedinstvenosti svake biljne vrste, ne iznenađuje postojanje mnogih hipoteza koje objašnjavaju uspeh i širenje invazivnih biljaka. Na primer, „Hipoteza šire tolerancije“ (eng. *The Broader Tolerance Hypothesis*) predviđa da invazivne vrste imaju šire granice tolerancije, da podnose ekstremne uslove životne sredine bolje nego vrste koje nisu invazivne ili da se odlikuje sa obe pomenute karakteristike (Zedler i Kercher, 2004). Goodwin *et al.* (1999) konstatuju da vrste sa širokim arealom imaju predispoziciju da budu invazivne u novom okruženju zbog široke ekološke tolerancije. „Hipoteza efikasnog korišćenja“ (eng. *The Efficient Use Hypothesis*) navodi da invazivne vrste efikasnije koriste hranljive materije i svetlost u poređenju sa autohtonim vrstama (Zedler i Kercher, 2004). Davis *et al.* (2000) iznose hipotezu o promenljivim resursima (eng. *Fluctuating Resource Hypothesis*). Hipoteza je, da će alohtone biljke verovatno naseliti staništa, na kojima ima mnogo pristupačnih resursa, nakon što se na njima dese poremećaji kao što su čiste seče ili požari. Jedna od široko prihvaćenih hipoteza koja objašnjava uspeh invazivnih vrsta je i „Hipoteza novog oružja“ (eng. *Novel Weapons Hypothesis*) (Callaway i Ridenour, 2004). Ova hipoteza upućuje da neke invazivne vrste poseduju biološke supstance koje mogu da im obezbede prednost nad autohtonim vrstama, koje se suočavaju sa novim biološkim materijama.

### **1.1. Definisanje termina invazivnosti**

Postoje različite definicije invazivnih vrsta, ali većina definiše alohtone vrste kao invazivne prema (1) stepenu naturalizacije i brzini širenja ili (2) prema negativnom uticaju na stanište i biodiverzitet. Međunarodna unija za zaštitu prirode i prirodnih resursa IUCN (1999) opisuje invazivne biljke kao alohtone biljne vrste koje su se naselile u prirodnom ili polu-prirodnom ekosistemu ili staništu, koje utiču na floristički diverzitet i uzrokuju promene na tim staništima. Konvencija o biološkoj raznolikosti (CBD) definiše invazivne vrste kao alohtone vrste čija introdukcija i/ili širenje utiče na biodiverzitet.

U literaturi koja se bavi proučavanjem invazivnih vrsta i bioloških invazija, najzastupljenija je definicija koja je predložena od Richardson *et al.* (2000) i Pyšek *et al.* (2004). Prema ovoj definiciji, proces invazije je sagledan kao serija barijera koje vrsta

mora da savlada kako bi postala naturalizovana ili invazivna (Blackburn *et al.*, 2011). Richardson *et al.* (2000) navode da su invazivne biljke naturalizovane biljke koje stvaraju veliki broj propagula i na taj način se šire na druga područja. Isti autori, definišu i kategorije alohtonih biljaka:

Strana vrsta – biljni takson prisutan u oblasti kao rezultat namerne ili slučajne introdukcije koja je posledica ljudske aktivnosti (*eng. alien plant, exotic plant, non-native plant, non indigenous plant*).

Povremeno prisutna strana vrsta – strana vrsta koja se razvija i povremeno razmnožava na određenom području, ali ne formira potomstvo koje je sposobno za reprodukciju, već njen opstanak zavisi od ponovne introdukcije (*eng. casual alien plant*).

Naturalizovana vrsta – strana vrsta koja se konstantno razmnožava (za razliku od povremenih stranih vrsta) i održava populaciju u više životnih ciklusa bez direktnog uticaja čoveka (ili uprkos ljudskoj intervenciji). Često stvara potomstvo, obično u blizini odraslih biljaka i ne naseljavaju uvek prirodne, polu-prirodne i antropogene ekosisteme (*eng. naturalized plant*).

Invazivna vrsta – naturalizovana biljna vrsta koja stvara plodno potomstvo, često u velikom broji i na znatnoj udaljenosti od roditeljske biljke i na taj način ima potencijal da se proširi na velike površine (*eng. invasive plant*).

Korov – vrsta (ne nužno alohtona) koja raste na mestu na kome nije poželjna i koja obično prouzrokuje ekonomsku štetu ili ima uticaja na životnu sredinu (*eng. weed, plant pest, harmful species, problem plant*).

Biljke koje menjaju uslove staništa – podgrupa invazivnih biljaka koje u značajnoj meri menjaju osobine, uslove, oblik ili prirodu ekosistema (*eng. transformers*).

## **1.2. Mehanizmi širenja invazivnih vrsta**

Postoji malo slaganja oko toga koji mehanizmi dovode do invazije u biljnim zajednicama i do naglog porasta broja jedinki jedne vrste. Lonsdale (1999) smatra da je invazija ekosistema novim vrstama uslovljena osobinama ekosistema, brojem propagula koje dospevaju u ekosistem i osobinama autohtonih i alohtonih vrsta. Vitousek i Walker (1989) su među prvima izneli tezu da su invazivne biljke sposobne da modifikuju osobine zemljišta u cilju podsticanja svog razvoja. Neke invazivne biljke menjaju biohemijske osobine zemljišta (Ehrenfeld, 2003), utiču na zemljišne organizme (Ehrenfeld i Scott,

2001; Reinhart i Callaway, 2006) ili proizvode alelohemikalije koje utiču na osobine zemljišta (Callaway i Ridenour, 2004; Callaway *et al.*, 2005).

Prema Levine *et al.* (2003), mehanizmi širenja invazivnih vrsta se definišu kao procesi (npr. kompeticija, alelopatija, produkcija velike količine biomase itd.), kojima invazivne vrste izazivaju uticaje (npr. smanjuju diverzitet, menjaju ciklus kruženja nutrijenata itd.). Uprkos brojnim istraživanjima, mehanizmi koji dovode do invazije biljnih zajednica nisu sasvim jasni. Utvrđivanje osobina invazivnih biljaka i odgovarajućih ekoloških strategija, koje koriste uspešne invazivne biljke, uticalo bi na razumevanje kako odnos invazivnih vrsta i osobina ekosistema prouzrokuje naglo širenje invazivnih vrsta (Herron *et al.*, 2007).

### **1.3. Zakonska regulativa u oblasti bioloških invazija**

Evropska unija se usvajanjem Strategije zaštite biodiverziteta do 2020. godine, obavezala da zaustavi gubitak biološke raznovrsnosti, a invazivne vrste su jedna od 6 glavnih oblasti strategije. Procenjeno je da se od 12 000 alohtonih vrsta u Evropi, 10 - 15% širi i prouzrokuje štete u životnoj sredini, ekonomskom i društvenom sektoru (EC, 2013). Milenijumska procena ekosistema (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) svrstava invazivne vrste u jedan od glavnih uzroka smanjenja biološke raznovrsnosti i promena u uslugama ekosistema.

Evropska komisija je 2014. godine donela uredbu 1143/2014 o sprečavanju i upravljanju unošenja i širenja invazivnih stranih vrsta. Uredba je stupila na snagu 1. januara 2015. godine i propisuje ograničenja i mere koje se odnose na invazivne vrste. Takođe, Uredba je naložila formiranje liste invazivnih stranih vrsta koje izazivaju zabrinutost u Uniji, uz procenu rizika od njih. Shodno tome, u julu 2016. godine na snagu je stupila Uredba o usvajanju liste invazivnih vrsta koje izazivaju zabrinutost u Uniji. Formiranje ove liste, na kojoj se trenutno nalazi 37 vrsta, ima za cilj da spreči, ublaži ili svede na najmanju moguću meru negativne posledice introdukcije ili širenja ovih vrsta.

Zakon o zaštiti prirode („Službeni glasnik RS“ broj 36/2009 i 88/2010) u članu 82, zabranjuje unošenje alohtonih divljih vrsta i njihovih hibrida u slobodnu prirodu na području Republike Srbije. Pored toga, Republika Srbija je potpisnik različitih konvencija koje su usmerena ka očuvanju prirodnih staništa i divljih vrsta. Neke od njih su Ramsarska konvencija, Bernska konvencija, Bonška konvencija, Konvencija o biološkoj

raznovernosti, itd. Sve ove konvencije propisuju odredbe koje se odnose na problem invazivnih vrsta.

U Strategiji biološke raznovernosti Republike Srbije za period od 2011. do 2018. se navodi da je u određenim ekosistemima, procenat alohtonih vrsta u Republici Srbiji blizu 10%. Takođe, u tački 4.2.4. se ističe da invazivne vrste vrše značajan biološki uticaj na autohtone vrste i ekosisteme. U Strategiji je takođe naglašen nedostatak podataka o stranim i invazivnim vrstama u Srbiji, kao i nedostatak znanja o pitanjima životne sredine i biologiji invazivnih vrsta, kao i kvalitetu osetljivih staništa podložnih biološkim invazijama.

Na osnovu Zakona o zdravlju bilja („Službeni glasnik RS ”, broj 41/09), donet je Pravilnik o listama štetnih organizama i listama bilja, biljnih proizvoda i propisanih objekata („Službeni glasnik RS”, broj 7/10, 22/12 i 57/15). U okviru ovog pravilnika dato je 5 lista, u više delova, na koje su uvrštene vrste za koje je unošenje i širenje u Republiku Srbiju zabranjeno ili je potrebno primeniti određene mere. Na ovim listama zastupljene su i invazivne vrste.

#### **1.4. Uloga načina razmnožavanja u procesu širenja invazivnih vrsta**

Poznavanje biologije invazivnih vrsta, posebno načina razmnožavanja i rasejavanja je veoma značajno kako bi se sprečilo širenje invazivnih biljaka (Goodell *et al.*, 2000). Pored toga, način razmnožavanja utiče na sposobnost biljaka da kolonizuju nova staništa.

Kada se introdukovana vrsta nađe na novom staništu, ona se suočava sa novim klimatskim i stanišnim uslovima, što predstavlja izazov za formiranje populacije koja će se dalje širiti na nova staništa. Moravcova *et al.* (2010) su utvrdili da reproduktivne osobine, posebno one koje se odnose na stvaranje semena i rasejavanje, najviše utiču na stepen invazivnosti neke vrste.

Veličina i broj semena koje stvaraju invazivne biljke utiče na sposobnost vrste da osvoji novo stanište i formira stabilnu populaciju. Istraživanja pokazuju da veliki broj invazivnih vrsta stvara veliku količinu sitnog semena (Daehler, 2003; Lake i Leishman, 2004; Hamilton *et al.*, 2005). Vrste sa sitnim semenom stvaraju veliku količinu semena, a sitno seme obično ostaje duže u zemljištu i formira trajnije banke semena (Thompson *et al.*, 1993; Moravcova *et al.*, 2010). Sitno seme koje se rasejava na velike udaljenosti je karakteristično za biljke koje su adaptirane da brzo kolonizuju staništa na kojima su

izraženi poremećaji, pa samim tim vrste sa ovakvim semenom imaju i veću verovatnoću da postanu invazivne (Rejmánek i Richardson, 1996; Hamilton *et al.*, 2005; Moravcova *et al.*, 2010). Seme invazivne vrste *Spartina alterniflora* Loisel., u poređenju sa autohtonim vrstama u Kini, stvara veliku količinu semena koje se rasejava na velike udaljenosti (Wang *et al.*, 2006). Veliki broj metoda je primenjen da bi se sprečilo širenje ove vrste, ali naponi nisu dali povoljne rezultate, dok su uložena materijalna sredstva bila velika (Taylor i Hastings, 2004).

Pritisak propagula je termin koji opisuje broj ili brzinu kojom propagule ulaze u određeno područje (Duncan, 2011). Međutim, pored broja propagula, prilikom procene pritiska propagula ili verovatnoće invazije neke vrste, važno je uzeti u obzir i kvalitet propagula (Davis, 2009). Pritisak propagula je faktor koji ima presudnu ulogu u procesu naseljavanja novih staništa (Rouget i Richardson, 2003; Mason *et al.*, 2008). Zajednička osobina invazivnih vrsta je stvaranje velikog broja propagula (na nivou individue, ali i na nivou populacije), male težine i veće zaobljenosti što uslovljava njihovo lakše rasejavanje vetrom i vodom (Moravcova *et al.*, 2010).

Pored generativnog razmnožavanja, i vegetativno razmnožavanje ima bitnu ulogu u procesu širenja vrste, jer klonalni rast omogućava biljkama da za kratko vreme zauzmu slobodan prostor u ekosistemu (Prach i Pyšek, 1994). Rezultat ovog razmnožavanja je veći broj rameta koji su, jedno vreme, fiziološki i morfološki spojeni sa matičnom biljkom i ostalim rametima, nakon kojega veza može biti prekinuta. Tada, jedan ramet postaje zasebna individua, koja je genetički identična sa matičnom biljkom (Gurevitch *et al.*, 2006).

Kolar i Lodge (2001) su utvrdila da biljke koje se razmnožavaju vegetativno imaju veliki potencijal da postanu invazivne. Takođe, Sakai *et al.* (2001) objašnjavaju da vrste koje se odlikuju višestrukom reproduktivnom strategijom ili biljke koje stvaraju veliku količinu semena uspešno kolonizuju prostor. Većina perena poseduje kapacitet i za generativno i vegetativno razmnožavanje, a značaj ova dva moda razmnožavanja varira unutar vrsta u odnosu na ekološke i genetičke faktore (Eckert, 2002; Lui *et al.*, 2005). U kontekstu bioloških invazija, ravnoteža između generativnog i vegetativnoga razmnožavanja može biti važna ako utiče na obrazac rasejavanja i genetički diverzitet (Lui *et al.*, 2005).

Glavna reproduktivna karakteristika biljaka vlažnih staništa je kompromis (balans) između generativnog i vegetativnog razmnožavanja, veličine semena, vremena dormantnosti, vremenu i mehanizmima rasejavanja semena, kao i dužine života (Naiman i Décamps, 1997).

Nakon naseljavanja nove vrste, širenje se nastavlja zahvaljujući adaptacijama za rasejavanje (Sakai *et al.*, 2001). Brzo povećanje područja svoje rasprostranjenosti ukazuje da vrsta ima veliku sposobnost rasejavanja (Sakai *et al.*, 2001). Broj semena koje vrsta proizvede, vijabilnost i broj cvasti uslovljavaju broj propagula, dok se kao glavni faktori koji utiču na rasejavanje ističu količina i vijabilnost semena, visina cvasti i udaljenost na koju se seme rasejava (Leininger i Foin, 2009).

Pri generativnom razmnožavanju veća je mogućnost rasejavanje propagula na velike udaljenosti. Nasuprot tome, vegetativne propagule retko poseduju mehanizme koji im omogućavaju rasejavanje na velike udaljenosti ili doramantnost (Starfinger i Stöcklin, 1996; Lui *et al.*, 2005).

### **1.5. Promene u zemljištu izazvane uticajem invazivnih biljaka**

Zemljište je prirodni resurs koji pruža podršku razvoju ekosistema. Svojim osobinama, a zemljište uslovljava strukturu i funkcionisanje ekosistema. Zemljište obezbeđuje primarnu produkciju biomase u terestričkim ekosistemima, pa je i produkcija biomase u tesnoj vezi sa resursima zemljišta. Takođe, zemljište predstavlja i stanište za mnoge organizme. Biljke utiču na strukturu zemljišta stvaranjem pora u zemljištu, kroz procese vlaženja i isušivanja zemljišta. Odnos biljka – zemljište uključuje široki spektar bioloških, hemijskih i fizičkih uticaja koje zemljište ima na opstanak, rast i reprodukciju biljaka, kao i povratan uticaj biljaka na formiranje zemljišta, njegovu fizičku strukturu i aktivnost mikroorganizama (Ehrenfeld, 2001).

Za uspešnost razvoja invazivnih vrsta, biohemijske osobine zemljišta imaju važnu ulogu u procesu formiranja novih stabilnih zajednica i kolonizaciju novog područja. Kao što je već napomenuto, hipoteza promenljivih resursa (*eng. fluctuating resource availability*) navodi da povećanje količine dostupnih resursa u ekosistemu podstiče proces širenja invazivnih vrsta (Davis *et al.*, 2000). Povećanje količine dostupnih resursa može biti posledica poremećaja, kao što su čiste seče i požari, ili sposobnosti invazivnih biljaka da povećavaju količinu, pristupačnost i protok nutrijenata u ekosistemima.

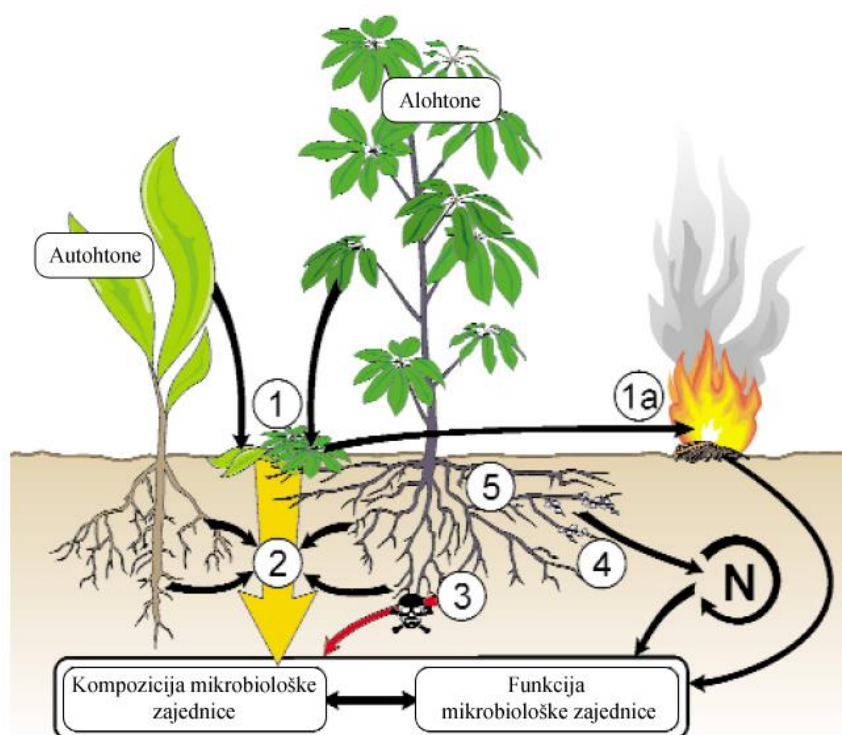
Uticaji invazivnih vrsta nekada mogu biti mali, dok u drugim slučajevima invazivne vrste mogu izazvati značajne poremećaje u strukturi i funkcionisanju mikrobioloških zajednica u zemljištu, kao i u celom ekosistemu. Prema Hobbs *et al.* (2006), kada je uticaj invazivne vrste na balans nutrijenata, transformaciju i protok energije, kao i na biogeochemijske cikluse u ekosistemu izražen nastaju „novi ekosistemi“ (*eng. novel ecosystems*). Autohtone vrste se u „novim ekosistemima“ suočavaju sa promenom mikroklimatskih uslova i novim kompetitivnim odnosima što dovodi do njihovog potiskivanja sa staništa.

Uticaj invazivnih vrsta na zemljište, u velikom broju radova, je proučavan poređenjem zemljišta na kome je invazivna biljka formirala populaciju sa zemljištem koje se nalazi u okolini i na kome dominira autohtona vegetacija. Uticaj invazivnih vrsta na ciklus kruženja nutrijenata je opisan u više objavljenih studija (Ehrenfeld, 2001, 2010; D'Antonio i Corbin, 2003). Zapažena je velika varijabilnost u uticaju invazivnih vrsta na zemljište.

Nakon što formiraju stabilnu zajednicu, neke invazivne biljke povećavaju količinu nutrijenata koja učestvuje u ciklusu kruženja nutrijenata, posebno kada u zajednicama dolazi do zamene jedne funkcionalne grupe biljaka drugom (Ehrenfeld, 2003; Liao *et al.*, 2008). Vitousek *et al.* (1987) su među prvim ukazali na ove osobine invazivnih vrsta. *Myrica faya* Ait., zahvaljujući sposobnosti da vrši azotofiksaciju, povećava količinu azota u zemljištu, potiskujući autohtone vrste adaptirane na zemljište siromašno azotom. Činjenica da veliki broj potencijalno invazivnih biljaka raste na zemljištima koja su bogata azotom, ukazuje da promene koje nastaju kao posledica invazije biljke *M. faya* mogu imati daleko veće posledice od uticaja na ciklus kruženja azota u ekosistemu (Vitousek *et al.*, 1987; Vitousek i Walker, 1989). Ehrenfeld *et al.* (2001) su pokazali da invazivne vrste *Microstegium vimineum* (Trin.) A. Camas i *Berberis thunbergii* DC. utiču na povećanje nitrifikacije i pH vrednosti zemljišta. U zemljištu gde se javlja *M. vimineum*, povećanje parametara je posledica male godišnje produkcije biomase, koja se razlaže sporije nego ostaci autohtonih biljaka uz imobilizaciju azota. Tkivo vrste *B. thunbergii* je bogato azotom, ima veliku brzinu raspadanja pri čemu se ne vrši mobilizacija azota. Razlike između ove dve vrste i autohtonih biljaka u produkciji biomase, koncentraciji nutrijenata u zemljištu i biljnom tkivu, brzini raspadanja biljnih ostataka i dinamici azota prilikom raspadanja biljnih ostataka, mogu da objasne promene u zemljištu. Autori

zaključuju da se dve invazivne vrste razlikuju u nekoliko ključnih osobina, što ukazuje da su slične promene u zemljištu postignute kroz različite mehanizme.

Veći broj istraživanja ukazuje na karakteristike, po kojima se invazivne biljke razlikuju od autohtonih vrsta, i koje ih čine sposobnim da menjaju dinamiku zemljišnih nutrijenata, a time i procese u ekosistemu (Slika 1). Ove osobine uključuju veću produkciju nadzemne biomase, brži rast, povećan intenzitet fotosinteze i veću koncentraciju nutrijenata u biljnom tkivu, kao i veću količinu biljnih ostataka u odnosu na autohtone vrste (Ehrenfeld, 2003; Allison i Vitousek, 2004).



Slika 1. Promene u zemljištu nastale kao posledica invazije biljaka

Legenda: (1) razlike u količini i kvalitetu organskih ostataka; (2) eksudati korena menjaju dostupnost nutrijenata za mikroorganizme; (3) otpuštanje alelohemikalija koje imaju inhibitorno dejstvo na mikrobiološku zajednicu; (4) nova strategija usvajanja nutrijenata, kao što je npr. fiksacija azota, menja biogeohemijske cikluse; (5) fizičke promene u zemljištu, nastale kao posledica strukture ili funkcije korena; (1a) Ovi direktni mehanizmi mogu dovesti do indirektnih posledica, kao što je promena režima poremećaja (modifikovano: Wolfe i Klironomos, 2005).

Ako invazivne vrste povećavaju ukupnu primarnu produkciju i količinu azota u zemljištu, u područjima u kojima su invazivne, a takav uticaj ne pokazuju na njihovim prirodnim staništima, onda možda nasledne osobine nisu jedine odgovorne za ove procese, jer bi isti efekti bili izraženi i na njihovom prirodnom staništu (Rout i Callaway, 2009, citirano prema Weidenhamer i Callaway, 2010). Weidenhamer i Callaway (2010) smatraju da nakon osvajanja novog prostora, dolazi do promena morfoloških karakteristika listova u smislu adaptacija, važnih za ciklus kruženja nutrijenata.

#### **1.6. Promene u ekosistemu nastale uticajem invazivnih biljaka na osobine zemljišta**

Uticaj invazivnih biljaka na biogeohemijske cikluse može biti značajan za širenje invazivnih vrsta, i strategiju restauracije (Hook *et al.*, 2004). Promene dominantnih vrsta u zajednicama menjaju biogeohemijske cikluse menjajući kvalitet organske materije, unošenje i korišćenje hranljivih materija, što utiče na ciklus kruženja vode, procese erozije, pojave požara, lanac ishrane i druge procese. Zahvaljujući sinergetskim odnosima, alohtone biljke različitim mehanizmima pozitivno utiču jedna na drugu ili pojačavaju svoje uticaje na autohtone vrste i time utiču na niz ključnih procesa (*eng. Invasional meltdown*) koji ubrzavaju zamenu autohtonih zajednica novim, invazivnim (Simberloff i VonHolle, 1999; Simberloff, 2006).

Dassonville *et al.* (2008) naglašavaju da je pravac i obim promena u hemijskim svojstvima zemljišta povezan sa hemijskim osobinama zemljišta pre naseljavanja invazivnih vrsta. Zemljišta siromašna hranljivim materijama u površinskom sloju nakon naseljavanja invazivnih vrsta karakterišu se većom koncentracijom nutrijenata, dok manja koncentracija nutrijenata u zemljištu na kome je invazivna vrsta formirala gusti sklop, je karakteristična za zemljišta koja su pre naseljavanja invazivne vrste, bila bogata hranljivim materijama (Dassonville *et al.*, 2008). Ovaj obrazac se pokazao kao ispravan za sve elemente, a posebno za K, Mg, P, Mn i N.

Promenom osobina zemljišta, invazivne vrste smanjuju biodiverzitet i ukupnu produktivnost ekosistema. MacDougall i Turkington (2005) pokreću diskusiju o tome da li su invazivne vrste uzročnici promena ili se javljaju kao posledica poremećaja u ekosistemima (*eng. drivers or passengers*). Neke invazivne vrste kao što je *Myrica faya*

Ait., su uzročnici promene u ekosistemu, ali najveći broj vrsta je prepoznat kao posledica antropogenih promena u ekosistemu.

Organizmi u ekosistemu su u sinekološkim odnosima. Zbog toga, introdukcija nove vrste remeti stabilnost cenobionta ekosistema, što dovodi do poremećaja u lancu ishrane i konkurentskim odnosima za ostale resurse staništa. Neke introdukovane vrste uslovljavaju manje i kratkotrajne promene, dok druge izazivaju krupne promene koje se brzo odvijaju i koje dovode do promene strukture i funkcionisanja ekosistema u kome se odvija invazija (Maurel *et al.*, 2010). U okviru preporučene terminologije za ekologiju invazivnih vrsta, Richardson *et al.* (2000) su u posebnu kategoriju svrstali invazivne vrste koje menjaju osobine, uslove, strukturu i procese u velikom delu ekosistema. Navedeno je nekoliko kategorija ovih vrsta: vrste koje prekomerno koriste resurse; vrste koje stvaraju resurse koji su u maloj količini dostupni u prirodnom ekosistemu; vrste koje menjaju dinamiku požara; vrste koje stabilizuju peskovita zemljišta; vrste koje podstiču procese erozije; vrste koje stvaraju veću količinu organskih ostataka i vrste koje akumuliraju i distribuiraju soli.

Uticaj invazivnih vrsta na zemljište se nastavlja i nakon njihovog uklanjanja (Kourtev *et al.*, 1999; Dassonville *et al.*, 2007). Promene u ekosistemu, nastale uticajem invazivnih biljaka se povećavaju delovanjem dodatnih faktora, kao što su klimatske promene, taloženje azota iz atmosfere, kisele kiše i promene načina korišćenja zemljišta. Restauracija veoma degradiranih ekosistema, ukoliko je moguća, zahteva ulaganje velikih sredstava. Zbog toga, prilikom pravljenja plana restauracije je neophodno osmisliti strategije kojima će se neutralisati uticaji invazivnih biljaka, koji se nastavljaju i kada su one fizički uklonjene iz degradiranih ekosistema.

### **1.7. Alelopatski potencijal invazivnih vrsta**

Veliki broj radova ističe kompeticiju za resurse koji su ograničeni i produkciju alelohemijskih supstanci kao dva glavna mehanizma koji doprinose procesu invazije (Nickerson i Flory, 2015). Tako prema već pomenutoj „Hipotezi novog oružja“, (Callaway i Ridenour, 2004) neke invazivne vrste postaju kompetitivnije, u odnosu na autohtone, jer poseduju biohemijske supstance koje negativno deluju na autohtone vrste koje se prvi put susreću sa tim supstancama i zbog toga nemaju sposobnost da neutrališu ili izbegnu njihovo toksično delovanje (Ridenour i Callaway, 2001; Kato-Noguchi *et al.*,

2015). Iako je ova teorija novijeg datuma, ideja da biljke utiču jedne na druge putem supstanci koje ispuštaju u svojoj okolini uočena je još u trećem veku pre nove ere (Mallik, 2008). Sam termin „alelopatija“ definisao je austrijski botaničar Molis 1937. godine, kao štetan uticaj jedne biljke na drugu putem izlučenih hemikalija (Wilson i Rice, 1968). Rice (1984) definiše alelopatiju kao pozitivne ili negativne, direktne ili indirektne uticaje jedne biljke na drugu putem biohemijskih supstanci. Wardle *et al.* (1998) smatraju da biološke supstance jedne biljke ne utiču samo na susedne biljke i biljne zajednice, već i na ceo ekosistem, posebno kada u ekosistemu postoje poremećaji.

Alelohemikalije su hemikalije, odnosno sekundarni metaboliti, koje proizvode biljke i koje imaju alelopatski uticaj na druge organizme (Kruse *et al.*, 2000). Ove materije su prisutne u korenu, rizomima, lišću, stablu, polenu, semenu, plodovima i cvetovima (Kruse *et al.*, 2000). Razlaganjem biljnih ostataka, eksudacijom iz korena i isparavanjem, alelohemikalije dospevaju u životnu sredinu (Wilson i Rice, 1968; Fujii *et al.*, 2004). Invazivne biljke najčešće eksudatima korena negativno utiču na druge vrste. Uticaji mogu biti direktni, kada alelohemikalije prisutne u eksudatu inhibiraju klijanje semena (Kato-Noguchi *et al.*, 2015), razvoj klijavaca i ometaju formiranja stabilnih populacija ili indirektni kada ove supstance utiču na zemljišne organizme (Levine *et al.*, 2004). Uticaj alelohemikalija invazivnih vrsta na ekosistem varira u zavisnosti od biljne vrste, kao i u zavisnosti od promene uslova sredine ekosistema.

Ridenour i Callaway (2001) ističu da *Centaurea maculosa* Lam., vrsta koja je invazivna u Severnoj Americi, ima alelopatski uticaj na autohtonu vrstu *Festuca idahoensis* Elmer. preko eksudata korena. Zahvaljujući velikoj koncentraciji katehina u eksudatima korena, ova vrsta formira monokulture. Izlučene alelohemikalije ove vrste pokazuju veliki uticaj na autohtone vrste, dok uticaj na druge alohtone vrste u tom regionu nije toliko izražen. Ipak, Callaway *et al.* (2005) su utvrdili da pojedine autohtone vrste, poreklom iz semena vrsta koje su se razvijale u zajednici sa vrstom *C. maculosa*, pokazuju veću otpornost na alelohemikalije ove vrste, što ukazuje da autohtone biljke ipak mogu da se prilagode na uticaj novih alelohemikalija, i da je vreme potrebno za prilagođavanje manje nego što su neka istraživanja pokazala. *Alliaria petiolata* (Bieb.) Cavara et Grande, agresivna invazivna vrsta, inhibira razvoj mnogih zemljišnih organizama putem eksudata korena (Prati i Bossdorf, 2004; Callaway *et al.*, 2008). Negativno dejstvo ove vrste je veoma snažno, pa se ova vrsta koristi u poljoprivredi za uništavanje štetnih zemljišnih

organizama (Brown i Morra, 1997). *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. pomoću supstanci koje se nalaze u lišću, korenu i rizomima inhibira klijanje i razvoj klijavaca nekih vrsta (Inderjit i Dakshini, 1991).

Istraživanja pokazuju da invazivne vrste sa alelopatskim sposobnostima umanjuju vitalnost i kompetitivnost autohtonih biljaka, smanjujući klijavost semena i rast klijavaca (Hierro i Callaway, 2003). Na primer, invazivna vrsta *Ambrosia artemisiifolia* L. inhibira klijanje semena i razvoj klijavaca biljaka koje se nalaze u njenoj okolini (Dali i Xinru, 1996). Vodeni ekstrakt lista vrste *Aster macrophyllus* L. inhibira klijanje semena, kao i razvoj radikule i hipokotila vrste *Lactuca sativa* L., što ukazuje da list ove vrste sadrži fitotoksične supstance (Mallik i Quayyum, 1997).

Biljke koje se razvijaju na nutritivno siromašnom zemljištu, imaju veću količinu alelohemikalija u tkivu u poređenju sa biljkama koje se razvijaju u manje stresnim uslovima (Tang *et al.*, 1995). Li *et al.* (2007) su utvrdili da mala količina pristupačnih nutrijenata i toksični teški metali podstiču stvaranje i izlučivanje alelohemikalija što utiče na povećanje količine pristupačnih nutrijenata. Hemijski sastav biljnih ostataka, naročito sadržaj sekundarnih metabolita, utiče na zemljišne organizme i ima važnu ulogu u procesu mineralizacije i apsorpcije hranjivih materija iz zemljišta (Wardle *et al.*, 1998). Biohemijske promene u zemljištu mogu biti posledica alelopatskih uticaja invazivnih biljaka na prirodnu vegetaciju (Callaway i Ridenour, 2004). Potiskivanjem prirodne vegetacije i promenom sastava vrsta, invazivne biljke utiču na osobine zemljišta i formiraju monodominantne sastojine (Jeddi *et al.*, 2009; Tererai *et al.*, 2015; Ruwanda i Shackleton, 2016).

Primećeno je da biljke izložene povećanoj koncentraciji CO<sub>2</sub> imaju povećan sadržaj ugljenih hidrata, što uzrokuje povećanje koncentracije sekundarnih jedinjenja u listovima koja su potencijalne alelopatske supstance (Reddy i Hodges, 2000). Povećanje koncentracije CO<sub>2</sub> može uticati na proizvodnju sekundarnih metabolita i produkciju biomase, a samim tim i na alelopatski potencijal vrsta (Reddy i Hodges, 2000). Promene u temperaturi, padavinama i klimatskim uslovima će verovatno imati indirektan uticaj na alelopatski potencijal biljaka jer će uticati na dinamiku razlaganja biljnih ostataka (Ziska i Dukes, 2011).

Postoji obimna literatura koja opisuje uticaj alelopatskih supstanci invazivnih vrsta familije Compositae na klijavost i rast biljaka (Mallik i Quayyum, 1997; Zhang *et al.*, 2009; Csiszar *et al.*, 2013; ZhiZhong *et al.*, 2013).

Pored velikog broja studija o alelopatskom uticaju biljaka, malo istraživanja je sprovedeno u prirodnim uslovima, jer je teško razdvojiti uticaj alelopatskih supstanci od ostalih prisutnih uticaja u zemljištu. Procena uticaja alelopatskih hemikalija na druge vrste se često vrši biološkim testovima i ispitivanjem uticaja ekstrakta biljaka ili zemljišta na klijanje semena i rast klijavaca test vrsta. Biološki testovi, sprovedeni u laboratorijskim uslovima, dozvoljavaju istraživačima da eliminišu druge uticaje kroz kontrolu uslova u kojima se istraživanje odvija (Dakshini, 1995).

### **1.8. Analiza rizika od invazivnih vrsta**

Invazivne biljke mogu biti unete na neko područje namerno, kroz trgovinu, ili slučajno uz seme, zemljišni supstrat, itd. Uticaje i posledice uticaja invazivnih biljaka često je teško proceniti i kvantifikovati.

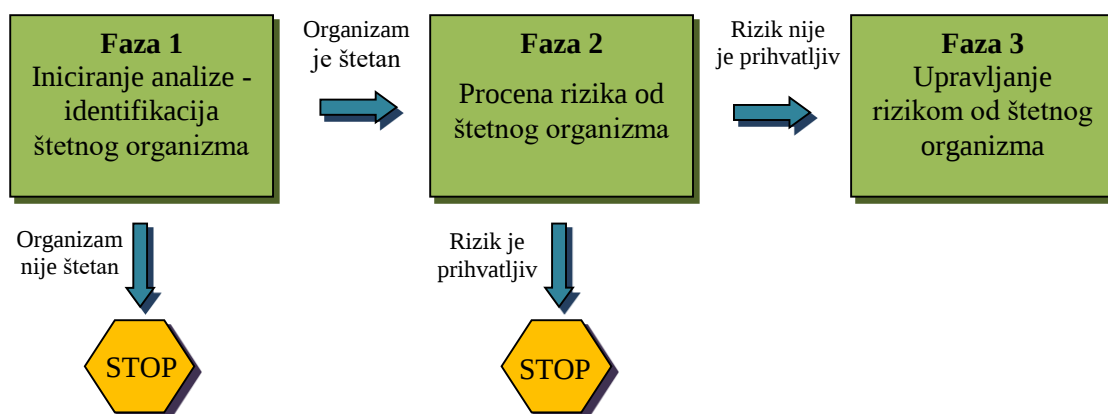
Unošenje i širenje biljaka i biljnih štetočina, iz jednog geografskog područja u drugo, je regulisano kroz više sporazuma. Osnovni sporazum koji ima za cilj da spreči širenje i uvođenje štetnih biljaka i biljnih štetočina u nova područja je Međunarodna konvencija o zaštiti bilja (IPPC). Konvencija definiše potrebu za međunarodnom saradnjom pri suzbijanju štetočina bilja i biljnih proizvoda, kao i pri sprečavanju međunarodnog širenja štetočina bilja i biljnih proizvoda, a posebno njihovog unošenja u ugrožena područja, kroz primenu odgovarajućih fitosanitarnih mera (FAO, 1997). Fitosanitarna mera je zakon, propis ili procedura koja se sprovodi radi sprečavanja unošenja ili širenja štetnih organizama ili smanjenja ekonomske štete prouzrokovane delovanjem štetnih organizama. Pod terminom štetni organizam (*eng. pest*) podrazumeva se bilo koja vrsta, soj ili biotip biljke, životinje ili patogenog organizma koji je štetan za biljke ili biljne proizvode. Konvencija takođe ima za cilj da zaštiti zdravlje bilja uz minimalno ometanje međunarodne trgovine.

IPPC Sekretarijat, pod pokroviteljstvom Organizacije za poljoprivredu i hranu (FAO), rukovodi aktivnostima koje su propisane Konvencijom. IPPC propisuje Međunarodne standarde o primeni fitosanitarnih mera (ISPM). Do sada je usvojeno 36 standarda, od kojih se 3 odnose na analizu rizika (*ISPM no. 1, ISPM no. 2 i ISPM no. 11*).

Standard br. 11 se bitno razlikuje od ostalih, jer je analiza rizika za životnu sredinu i diverzitet, uključujući rizik za prirodnu floru, staništa i ekosisteme kojima se ne upravlja, detaljno opisana, a invazivne vrste su prepoznate kao važan faktor koji ugrožava životnu sredinu (Brunel *et al.*, 2009). Standard br. 11 se odnosi na strane invazivne vrste koje su introdukovane, ali nisu široko rasprostranjene na području za koje se radi analiza. Pored toga, Standard se odnosi i na potencijalno invazivne vrste koje nisu introdukovane.

Prema Zakonu o zdravlju bilja Republike Srbije, koji je u skladu sa IPPC, analiza rizika obuhvata procenu bioloških i drugih naučnih i ekonomskih podataka o tome da li određen štetni organizam treba da bude regulisan, kao i da li za štetni organizam mora biti primenjena posebna fitosanitarna mera ili postupak.

Analiza rizika od štetnog organizma je proces koji se sastoji od tri faze (Grafikon 1): (1) Iniciranje analize kroz identifikaciju štetnog organizma ili putanja kojima se štetni organizmi unose; (2) Procena rizika od štetnog organizma; (3) Upravljanje rizikom od štetnog organizma (IPPC, 2009).



Grafikon 1. Faze analize rizika od štetnog organizma

Rizik koji se procenjuje predstavlja proizvod verovatnoće introdukcije i uticaja (Slika 2). Tačnije, rizik se odnosi na verovatnoću da vrsta bude introdukovana, kao i na efekat koji će imati taj događaj. Zbog toga se u fazi 2 analize rizika, rizik utvrđuje kombinovanjem procene o verovatnoći da se kritični događaj desi (dospevanje biljne štetočine na područje za koje se radi procena, uspostavljanje zajednice i širenje vrste) i procene posledica ili jačine uticaja ukoliko dođe do introdukcije (ekonomske i socijalne posledice, kao i posledice po životnu sredinu) (IPPC, 2009). Ukoliko postoji verovatnoća

da štetni organizam bude uveden i ukoliko je negativan uticaj tog događaja mali, ne postoji rizik od štetnog organizma.

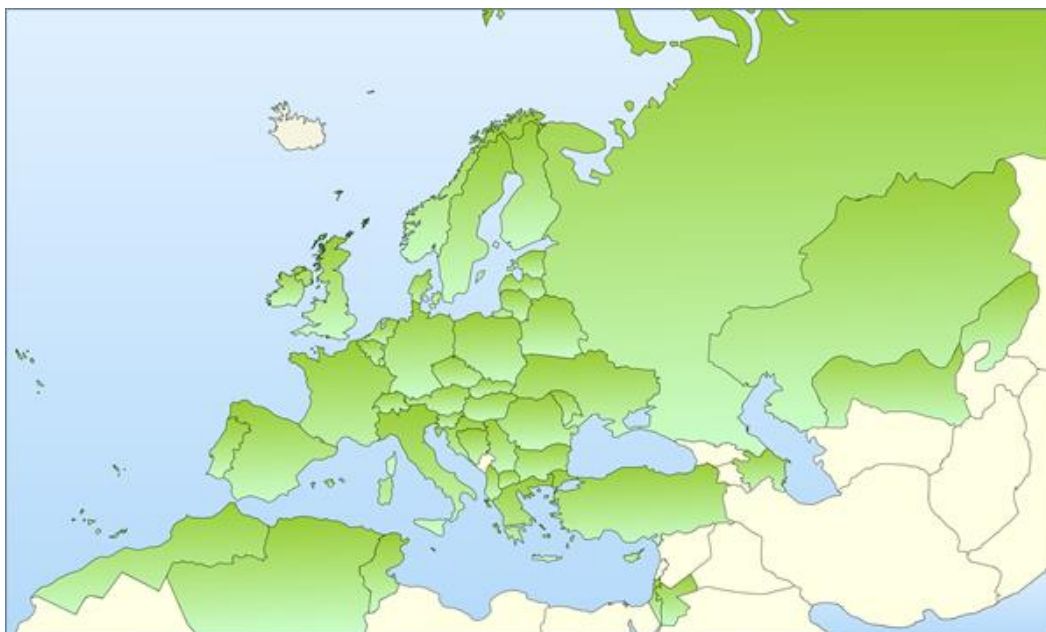
**Rizik od štetnog organizma = (verovatnoća introdukcije) x (jačina uticaja)**

Verovatnoća introdukcije = (verovatnoća ulaska) x (verovatnoća uspostavljanja populacije) x (verovatnoća širenja)

Jačina uticaja = (ekonomski uticaj) + (uticaj na životnu sredinu) + (socijalni uticaj)

Slika 2. Procena rizika od štetnog organizma

Da bi se pospešila regionalna saradnja, IPPC je podstakao formiranje Regionalnih organizacija za zaštitu bilja (RPPO). Evropska i mediteranska organizacije za zaštitu bilja (EPPO) je RPPO za Evropu i mediteransku oblast koja propisuje regionalne standarde za uspostavljanje i sprovođenje fitosanitarnih mera. Organizacija je osnovana 1995. godine i danas ima 50 članica (Slika 3). Glavni cilj ove organizacije je da spreči unošenje štetnih organizama iz drugih delova sveta i da ograniči njihovo širenje unutar EPPO regiona, ukoliko su organizmi uvedeni.



Slika 3. Karta zemalja članica EPPO

EPPO Komisija za invazivne vrste je formirana 2002. godine, sa zadatkom da utvrdi invazivne vrste koje predstavljaju rizik za EPPO region i predloži opcije za upravljanje ovim vrstama. Imajući u vidu da je broj biljaka koje se mogu smatrati štetnim veliki, Komisija je razvila Proces prioritizacije za invazivne ili potencijalno invazivne vrste u EPPO regionu.

Ovaj proces ima za cilj da (1) podstakne formiranje liste invazivnih vrsta zastupljenih na teritoriji za koju se vrši procena ili liste invazivnih vrsta koji nisu prisutne na teritoriji za koju se vrši procena i (2) da odredi koja od invazivnih vrsta ima najveći prioritet pri izradi analize rizika. Kao rezultat ovog procesa formirana je lista štetnih organizama koji predstavljaju neprihvatljivi rizik i čije regulisanje je bitno za ceo ili deo EPPO regiona. Formirane su sledeće liste:

- EPPO A1/A2 lista štetnih organizama za koje se preporučuje primena propisa za karantinske vrste,
- EPPO lista invazivnih biljnih vrsta,
- EPPO lista invazivnih vrsta koje treba pratiti i
- EPPO lista upozorenja.

Na listi A1 se nalaze štetni organizmi koji nisu prisutni u EPPO regionu, dok listu A2 čine štetni organizmi prisutni, ali ne i široko rasprostranjeni u regionu. Svrha liste A1/A2 je da ukaže da organizmi koji predstavljaju ozbiljnu fitosanitarnu opasnost moraju bit regulisani kao karantinski štetni organizmi u zemljama EPPO regiona.

U EPPO listu invazivnih vrsta su uvrštene invazivne vrste koje su prisutne u EPPO regionu ili vrste koje još uvek nisu zabeležene u EPPO regionu, koje imaju veliki potencijal za širenje i koje predstavljaju opasnost za zdravlje biljaka i/ili životnu sredinu i biodiverzitet. EPPO preporučuje zemljama koje su ugrožene ovim vrstama da preduzmu mere za sprečavanje njihovog unošenja i širenja ili da primene odgovarajuće mere za kontrolu širenja vrsta.

EPPO lista invazivnih vrsta koje je potrebno pratiti je formirana 2012. godine. U ovu listu su svrstane vrste koje predstavljaju umereni rizik ili vrste za koje ne postoji dovoljno informacija kako bi se izvršila tačna procena njihovog uticaja.

EPPO lista upozorenja je sastavljena od vrsta koje predlaže EPPO Sekretarijat ili zemlje članice, na osnovu rizika koje ove vrste imaju za EPPO region. Vrste sa ove liste

se procenjuju kroz proces prioritizacije, a zatim se svrstavaju na listu invazivnih vrsta ili listu invazivnih vrsta koje treba pratiti ili se za njih radi analiza rizika.

Proces prioritizacije može biti primenjen za bilo koju biljku na regionalnom, biogeografskom, nacionalnom ili lokalnom nivou. Proces prioritizacije procenjuje potencijal širenja i negativan uticaj invazivne vrsta da bi se došlo do zaključka o stepenu invazivnosti vrste. Tokom procesa, proučavaju se tri vrste negativnih uticaja: (1) uticaj na prirodnu floru, staništa i ekosisteme; (2) uticaj na poljoprivredu, hortikulturu ili šumarstvo; (3) dodatni uticaji (npr. na zdravlje životinja ili ljudi, infrastrukturu ili rekreacione aktivnosti).

Tačne i pouzdane predikcije distribucije invazivnih vrsta su neophodne kako bi se napravili planovi upravljanja i monitoringa područja koja su potencijalno podobna za naseljavanje invazivnih vrsta (West *et al.*, 2016). Modeli ekoloških niša su važan alat u prevenciji i kontroli invazivnih vrsta (Ramírez-Albores *et al.*, 2016). Ovi modeli identifikuju područja u kojima je vrsta možda već invazivna, ali još nije registrovana, kao i područja na koja može da se proširi u budućnosti (Ward, 2007). Takođe, modeli ekoloških niša pružaju podršku pri planiranju područja koja treba nadgledati (Ward, 2007). Predviđanje verovatnoće za uspešno širenje biljnih vrsta modelima može imati značajnu ulogu u procesu sistemima ranog upozoravanja i prioritizacije invazivnih vrsta. Invazioni potencijal neke vrste može da se proceni pre nego što se sam proces invazije dogodi, što omogućava pravljenje novih strategija i modifikovanje planova upravljanja područjima, a sve u cilju sprečavanja pojave invazivnih vrsta. Zbog toga su modeli ekoloških niša osnovni alat koji bi trebalo da bude deo svake analize rizika od invazivnih vrsta (Stohlgren *et al.*, 2010).

## 2. PREDMET ISTRAŽIVANJA

Predmet istraživanja doktorske disertacije je ekologija i biologija vrste *Aster lanceolatus* Willd. complex (fam. Compositae). Predmet istraživanja je odabran jer se vrsta smatra invazivnom u Srbiji (Obratov-Petković *et al.*, 2009) kao i mnogim Evropskim zemljama (Wittenberg, 2005; Jedlička i Prach, 2006; DAISIE, 2013). Ova perena naseljava vlažna staništa duž rečnih korita i jezera, bara, puteva, kao i vlažne ekosisteme u kojima su izraženi poremećaji (Jones, 1978; Obratov-Petković *et al.*, 2009; Obratov-Petković *et al.*, 2013), a sva ova staništa imaju funkciju kao koridori kojima se propagule biljaka raznose.

Vrsta *A. lanceolatus* complex je edifikator u novoj invazivnoj zajednici *Asteretum lanceolati* (Obratov-Petković *et al.*, 2011). Dugim i isprepletanim rizomima ova perena formira široko rasprostranjene, guste monodominantne zajednice (Slika 4) (Jones, 1978) i na taj način sprečava razvoj prirodne vegetacije na vlažnim staništima (Obratov-Petković *et al.*, 2011). U prvoj sezoni rasta, alokacija resursa se vrši u vegetativne delove biljke, posebno u rizome (Chmielewski i Semple, 2001). Rozete koje prezimljavaju proizvode cvetno stablo sledećeg leta (Peterson i Bazzaz, 1978).



Slika 4. Vrsta *Aster lanceolatus* na početku vegetacione sezone (april mesec)

Cvetanje i plodonošenje počinje tokom kasnog leta ili rane jeseni. Razvoj cvetova u cvasti je bazipetalan i nakon oprašivanja, ahenije sazrevaju tokom 3 do 4 nedelje (Chmielewski i Semple, 2001). Na lokalitetima u Srbiji, ova vrsta često produžava cvetanje tokom celog novembra i početkom decembra. Ahenije sa papusom se rasejavaju putem vetra. Različita jedinjenja sa potencijalno alelopatskim uticajem, kao što su germakren D, biociklogermakren, derivati umbeliferona, kaemferol i flavonoid kvercetin su izolovana iz tkiva vrste *A. lanceolatus complex* (Chmielewski i Semple, 2001). *A. lanceolatus complex* spada u grupu klonalnih biljaka, jer ima dvostuki načina razmnožavanja (Bjedov, 2012). Kako bi uspešno opstale u heterogenim uslovima životne sredine, klonalne biljke imaju mogućnost smene generativnog i vegetativnog načina razmnožavanja (Jacquemyn *et al.*, 2006; Bjedov, 2012).

### **2.1. Taksonomija vrste *Aster lanceolatus complex***

Flora Balkanskog poluostrva obiluje vrstama koje su svrstane u taksonomske agregate i komplekse rodova čija je taksonomska pripadnost nedovoljno istražena (Stevanović, 2005). Vrste iz roda *Aster* (fam. Compositae) čine važnu komponentu mnogih staništa i tipova vegetacije u umerenim delovima Severne Amerike (Jones, 1978). Rod pokazuje visok stepen fenotipske plastičnosti u odnosu na promenljive uslove životne sredine i veliku morfološku varijabilnost (Jones, 1978; Chmielewski i Semple, 2001).

Fenotipska plastičnost, kao posledica prirodne hibridizacije, patološke ili mehaničke povrede, klonalni rast i promenljivi uslovi životne sredine su faktori koji doprinose problemima pri identifikaciji vrsta iz roda *Aster*, uključujući i *A. lanceolatus complex* (Chmielewski i Semple, 2001; Jedlička i Prach, 2006). Prema Semple i Chmielewski (1987), complex se posmatra kao jedna vrsta, *Aster lanceolatus*, na osnovu florističkih proučavanja, herbarskog materijala i multivarijantne analize morfoloških varijacija reproduktivnih karakteristika. Prema ovim autorima *Aster lanceolatus complex* čine dve podvrste – ssp. *hesperius* i ssp. *lanceolatus*. Pred toga, ssp. *lanceolatus* se sastoji od 4 varijeteta: var. *lanceolatus*, var. *hirsuticaulis*, var. *interior* i var. *latifolius*. Ovakvo definisanje complex-a se razlikuje od predloga Cronquist (1968) i Jones (1980a, 1980b, 1984) (Slika 5).

| Cronquist<br>(1968)            | Semple and<br>Chmielewski<br>(presented here) | A. Jones<br>(1984)            | A. Jones<br>(1980a, 1980b)         |
|--------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
|                                | <i>A. lanceolatus</i>                         | <i>A. lanceolatus</i>         |                                    |
| <i>A. simplex</i> — — —        | ssp. <i>lanceolatus</i> — — —                 | ssp. <i>lanceolatus</i> — — — | <i>A. lanceolatus</i>              |
| var. <i>simplex</i> — — —      | var. <i>latifolius</i> — — —                  | ssp. <i>simplex</i> — — —     | <i>A. simplex</i>                  |
|                                | var. <i>lanceolatus</i> — — —                 |                               |                                    |
| var. <i>interior</i> — — —     | var. <i>interior</i> — — —                    | ssp. <i>interior</i> — — —    | <i>A. × interior</i>               |
| var. <i>ramosissimus</i> — — — | var. <i>hirsuticaulis</i> — — —               |                               | <i>A. tradescanti</i><br>(in part) |
| <i>A. hesperius</i> — — —      | ssp. <i>hesperius</i> — — —                   |                               | <i>A. hesperius</i>                |

Slika 5. Poređenje taksonomije *Aster lanceolatus* complex (Semple i Chmielewski, 1987)

S obzirom na ovu činjenicu, iz praktičnih razloga u daljem tekstu *Aster lanceolatus* Willd. complex će se posmatrati kao jedna vrsta - *Aster lanceolatus* Willd.

Trenutno prihvaćen naziv vrste je *Symphyotrichum lanceolatum* (Willd.) G.L. Nesom (Euro+Med PlantBase, 2017). Naziv *Aster lanceolatus* Willd. je deklarisan kao sinonim (Euro+Med PlantBase, 2017). U trenutku prijave teme ove doktorske disertacije, prihvaćen naziv za vrstu je bio *Aster lanceolatus* Willd. (Flora Europaea, 2013). Imajući ovo u vidu, kao i naziv usvojene teme doktorske disertacije, u daljem tekstu će se koristiti naziv *A. lanceolatus*, dok je taksonomija vrste prikazana za trenutno prihvaćeni naziv *S. lanceolatum* (Euro+Med PlantBase, 2017).

Regnum - Plantae

Divisio - Tracheophyta

Subdivisio - Spermatophytina

Class - Magnoliopsida

Superordo - Asteranae

Ordo - Asterales

Familia - Compositae Giseke

Tribus - *Astereae* Cass.

Genus - *Symphyotrichum* Nees

U pomenutoj bazi podataka (Euro+Med PlantBase, 2017), kao sinonimi vrste se još navode: *Aster hesperius* A. Gray, *Aster interior* Wiegand, *Aster simplex* Willd., *Aster lanceolatus* subsp. *hesperius* (A. Gray) Semple & Chmiel, kao i *Aster paniculatus* Lam.

(EPPO, 2017). Domaći naziv vrste je zvezdan. Na engleskom govornom području korišćeni nazivi su *tall white aster*, *panicled aster*, *lanceleaved aster*, *simple aster*, *lowland white aster* i *aster simple* (Chmielewski i Semple, 2001).

## 2.2. Morfologija vrste *Aster lanceolatus*

Vrsta *A. lanceolatus* je višegodišnja zeljasta biljka, visine 60-120 cm (Sarić i Diklić, 1986), a nekada i 200 cm, sa rizomom (eFloras, 2017). Po tipu životne forme svrstava se u hemikriptofite (Chmielewski i Semple, 2001).



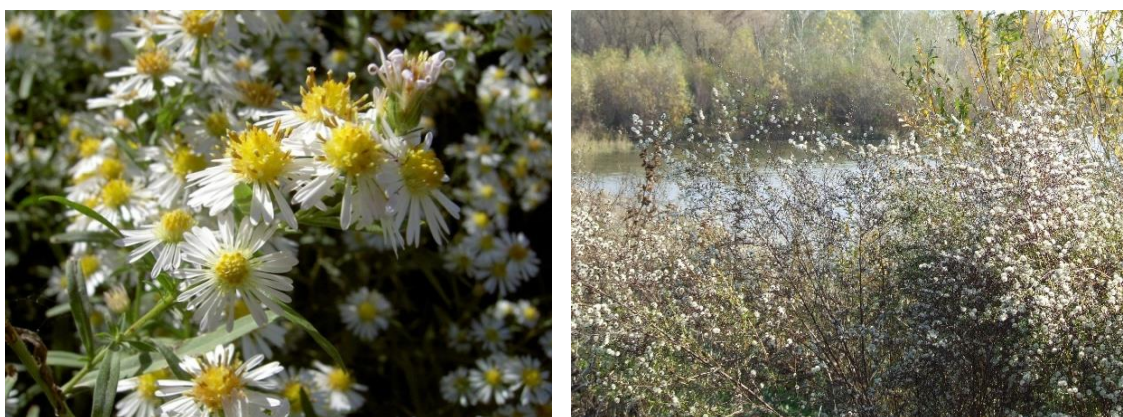
Slika 6. Rizom (levo) i ahenija (desno) vrste *Aster lanceolatus*

Stablo je uspravno, pojedinačno, zelene do tamno crvene boje, ponekad sa uzdužnim linijama belih dlačica (eFloras, 2017). Donji deo stabla, ponekada, braon boje, izgleda odrvenelo (IW, 2017).

Listovi spiralno raspoređeni, duž celog stabla, pri vrhu se smanjuju (IW, 2017). Listovi na stabljici lancetasti, šiljati, duž oboda celi ili testerast, sedeći, sa neznatno uvastom osnovom, delimično obuhvataju stabljiku (Sarić i Diklić, 1986), 3-15 cm dugački i 2-20 mm široki (Chmielewski i Semple, 2001). Na licu, zelene do tamno zelene boje, goli, na naličju svetlije boje (IW, 2017). Sa razvojem bočnih grana, listovi na donjem delu stabla opadaju (Chmielewski i Semple, 2001).

Na vrhu se nalazi metličasta cvast, dok se manje, takođe metličaste cvasti javljaju sporadično u pazuhu gornjih listova i na bočnim granama u gornjem delu stabla (IW, 2017). Terminalna metličasta cvast je izgrađena od približno 1000 cvetnih glavica (Chmielewski i Semple, 2001). Cvetne glavice 3-9 mm dugačke, brakteja 4-6, podjednake

veliĉine, gole, lancetastog do objajastog oblika, podsećaju na listove (Chmielewski i Semple, 2001). Involokrum zvonastog cilindriĉnog oblika 3-8 mm. Cvetne glavice sastavljene od jeziĉastih (16-50) i cevastih (20-40) cvetova (eFloras, 2017). Jeziĉasti cvetovi bele do bledo ruŹiĉaste ili bledo plave boje, 3-10 mm dugaĉki i 0,5-1,3 mm široki (Chmielewski i Semple, 2001). Cevasti Źuti, 2,8-5,8 mm dugaĉki. Cveti od avgusta do novembra (Slika 7) (Chmielewski i Semple, 2001).



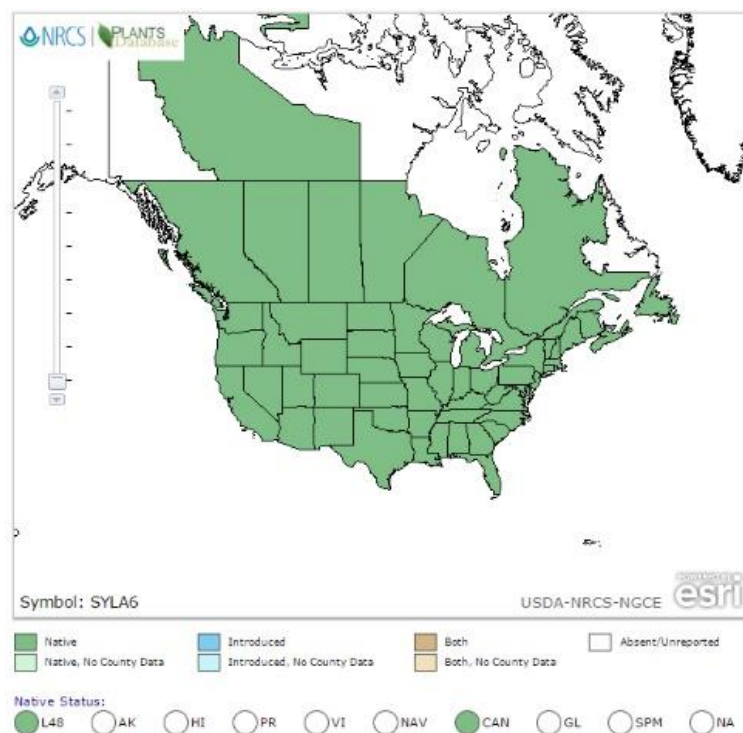
Slika 7. Vrsta *Aster lanceolatus* tokom fenofaze cvetanja (levo) i plodonoŹenja (desno)

Plod ahenija (Chmielewski i Semple, 2001) (cipsela, (eFloras, 2017) ) sa papusom (Slika 6). Ahenija 1,5-2 mm dugaĉka, braon boje, blago spljoŹtjena, sa po jednim rebrom na boĉnim stranama, prekrivena retkim oŹtrim dlakama (Chmielewski i Semple, 2001).

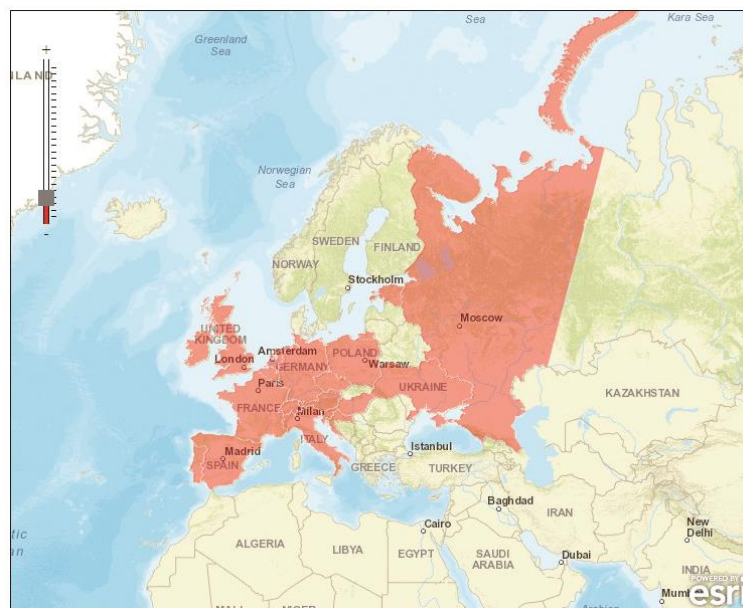
### 2.3. Rasprostranjenje i status invazivnosti vrste

*A. lanceolatus* je Severno Ameriĉka vrsta sa transkontinentalnom distribucijom (Chmielewski i Semple, 2001). Kao autohtona vrsta javlja se i u Kanadi. Ova vrsta zauzima podruĉje juŹne Kanade od Nove Źkotske, juŹno do centralne DŹordŹije i juŹne Floride, zatim do severnog Meksika i do istoĉne Kalifornije (Semple i Chmielewski, 1987; Chmielewski i Semple, 2001) (Slika 8).

U Evropu je introdukovana u 17. i poĉetkom 18. veka, kao biljka za eksperimentalne vrtove (Chmielewski i Semple, 2001). Prema drugim autorima, introdukovana je kao dekorativna vrsta (Wittig, 2004). U Engleskoj se gaji od 1811. godine, a u prirodi je prvi put zabeleŹena 1865. godine (BSBI, 2017). Trenutno je prisutna u viŹe od 20 evropskih zemalja (DAISIE, 2013), kao i u Srbiji (Slika 9).



Slika 8. Prirodno rasprostranjenije vrste *Aster lanceolatus* (USDA, 2017)



Slika 9. Rasprostanjenje vrste *Aster lanceolatus* u Evropi. Podaci za balkanske zemlje nedostaju (DAISIE, 2013).

*A. lanceolatus* se smatra invazivnom u mnogim evropskim zemljama (Jedlička i Prach, 2006). U Belgiji je uvrštena na listu invazivnih vrsta za koje je propisana zabrana sadnje (EPPO, 2013). Vrsta *A. lanceolatus* u Srbiji postala dominantna na vlažnim

staništima uz rečne tokove, kao i u nekim urbanim područjima, gde negativno utiče na autohtonu floru i smanjuje floristički diverzitet (Obratov-Petković *et al.*, 2011). Vrsta je uvrštena na preliminarni spisak invazivnih vrsta (Lazarević *et al.*, 2012) i okarakterisana je kao jako invazivna. Pored toga, nalazi se i na listama invazivnih vrsta, koje su nastale kao rezultat projekata koji su se bavili ovom tematikom (IASV, 2011; Obratov-Petković i Bjedov, 2017). Prema Pravilniku o listama štetnih organizama i listama bilja, biljnih proizvoda i propisanih objekata („Službeni glasnik RS”, broj 7/10, 22/12 i 57/15), *A. lanceolatus* se nalazi na Listi I. deo III - Štetni organizmi za koje je poznato da su prisutni na ograničenom području Republike Srbije i čije je unošenje i širenje u Republiku Srbiju zabranjeno.

### 3. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Vrsta *A. lanceolatus* je u Srbiji postala dominantna na vlažnim staništima uz rečne tokove, kao i u nekim urbanim područjima, gde negativno utiče na autohtonu floru smanjujući floristički diverzitet (Obratov-Petković *et al.*, 2011). Međutim, proces širenja i uticaji ove vrste nisu sasvim jasni.

Imajući ovo u vidu, ciljevi planiranih istraživanja su :

- da se utvrde kvantitativni odnosi vrste *A. lanceolatus* i drugih cenobionata na staništima koji su zahvaćeni invazijom ove vrste,
- da se utvrde i objasne mehanizmi kojima vrsta utiče na procese u ekosistemima (kompeticija za nutrijente, alelopatija),
- da se utvrdi uloga generativnog i vegetativnog razmnožavanja u procesu širenja vrste *A. lanceolatus*,
- da se utvrde kauzalni odnosi između regionalnog klimatskog modela i predikcije rasprostranjenja vrste i
- da se izvrši analiza rizika od vrste *A. lanceolatus*.

#### 4. OČEKIVANI REZULTATI (HIPOTEZE)

Imajući u vidu predmet i cilj istraživanja definisane su sledeće hipoteze:

1. *A. lanceolatus* potiskuje druge vrste u zajednicama i staništima na kojima se nalazi.
2. *A. lanceolatus* ima potencijal da utiče na osobine zemljišta i tako doprinosi svojoj kompetitivnosti.
3. Vegetativno i generativno razmnožavanje imaju podjednaki značaj (utiču ravnopravno) na proces širenje vrste *A. lanceolatus*.
4. Alelopatske supstance su prisutne u tkivu vrste *A. lanceolatus* i imaju pozitivnu ulogu u procesu širenja vrste.
5. Klimatske karakteristike utiču na širenje invazivne vrste *A. lanceolatus*.

## 5. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA

### 5.1. Opis istraživanih lokaliteta

Imajući u vidu da je vrsta *A. lanceolatus* najrasprostranjenija na vlažnim staništima, za istraživanje su odabrani lokaliteti koji pripadaju kategoriji vlažnih staništa prema EUNIS klasifikaciji. Odabrani lokaliteti su prikazani na Slici 10 i u Tabeli 1.

U užem i širem području Beograda izabrani su: Makiš, Živača i Jakovo na aluvijalnoj ravni reke Save, Krnjača na aluvijalnoj ravni reke Dunav, Košutnjak u blizini reke Save i Kumodraž. Dva ostrva, Ada Međica (na Savi) i Veliko Ratno Ostrvo (na Dunavu), su ciljano odabrana, jer su ekosistemi ostrva posebno osetljivi na invaziju vrsta.

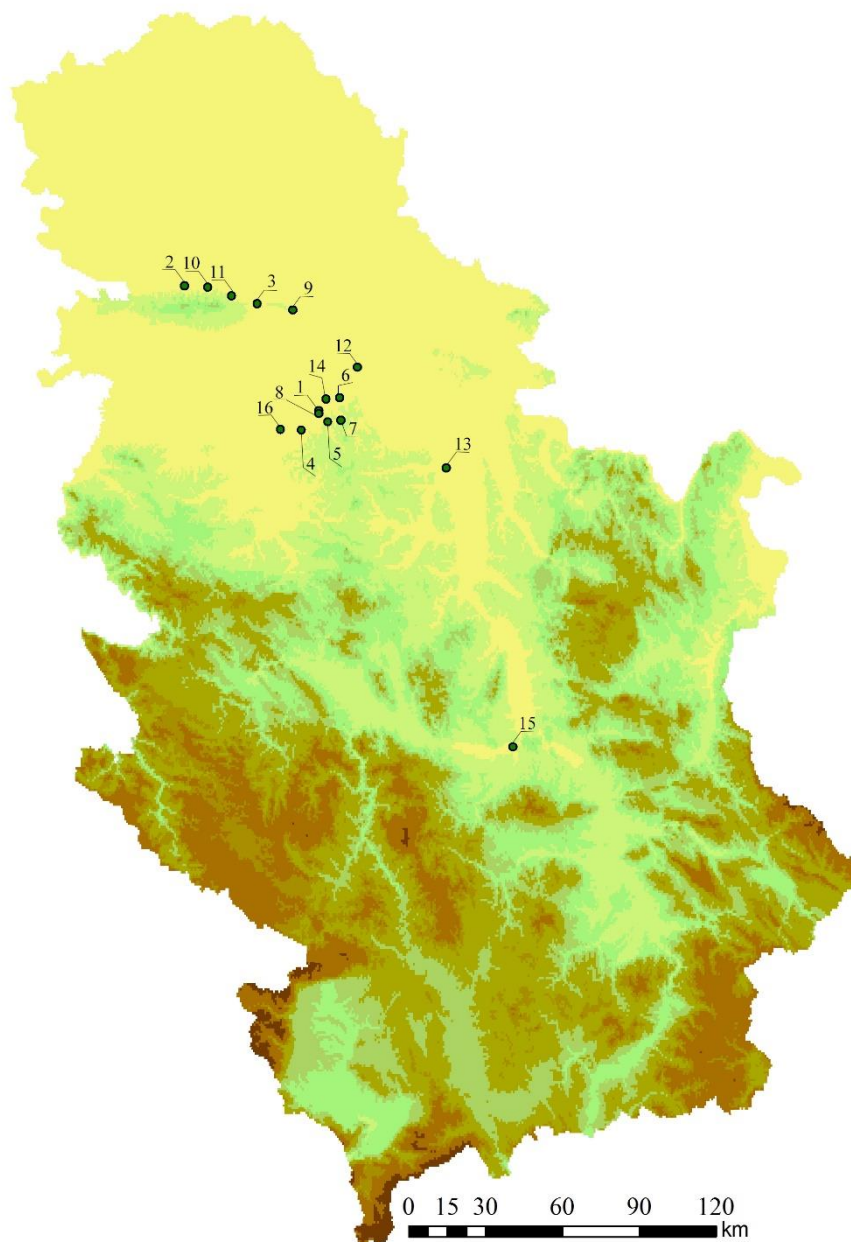
U priobalju reke Tamiš, u selu Jabuka, istražen je jedan lokalitet. U mestu Orlovat, takođe u blizini reke Tamiš, prikupljeni su uzorci vrste *A. lanceolatus* za ispitivanje sadržaja fenolnih jedinjenja. Ovaj lokalitet nije istraživan u ovom doktoratu i predviđen je za nastavak daljih istraživanja.

U Vojvodini, u blizini reke Dunav: Slankamen, Beška, Sremski Karlovci, Sremska Kamenica i Beočin. Svi istraživani lokaliteti se nalaze u neposrednoj blizini vodenih i/ili veštačkih koridora.

U centralnoj Srbiji, odabrana su dva lokaliteta u blizini Velike i Zapadne Morave. Tokom terenskih istraživanja, duž vodotoka Južne Morave, u blizini Stalaća, nije konstatovano prisustvo vrste *A. lanceolatus*.

Na desnoj obali reke Save, na lokalitetima Makiš, reljef je nizijski sa kotom terena od 72 m. Aluvijalna zaravan na desnoj strani Save leži preko rečno jezerskih sedimenata (Cvejić *et al.*, 2008). Prema pedološkoj karti na području istraživanog lokaliteta u Makišu je zastupljena ritska crnica. Sečom i krčenjem prirodnih šuma u Makišu, nastale su antropogene šume. Poremećaj nivoa izdanskih voda, usled rada reni bunara, izgradnje nasipa i objekata, uticao je na promenu sastava vegetacije u Makišu. Prema Jovanović *et al.* (1989) prirodnu potencijalnu vegetaciju Makiša čine šume sladuna i cera (*Quercetum frainetto-cerridis* Rudski 1949.). Pored ostataka prirodne šume, zastupljeni su i antropogeni zasadi. Područje Makiša je faktički nenaseljeno, ali se zapažaju nehigijenska naselja. Na teritoriji Makiša nalazi se više fabrika, stovarišta i mesta za eksploataciju

šljunka. U blizini lokaliteta prolazi obrenovački put i savska magistrala, a na istočnoj strani Makiša se nalazi najveća ranžirna stanica u jugoistočnoj Evropi (2012).



Slika 10. Istraživani lokaliteti

(1) Ada Međica, (2) Beočin, (3) Beška, (4) Jakovo, (5) Košutnjak, (6) Krnjača, (7) Kumodraž, (8) Makiš, (9) Slankamen, (10) Sremska Kamenica, (11) Sremski Karlovci, (12) Tamiš, (13) Velika Morava, (14) Veliko ratno ostrvo, (15) Zapadna Morava, (16) Živača

Tabela 1. Istraživani lokaliteti

| Br. lokaliteta | Lokalitet        | Koordinata           | Nadmorska visina (m) | Geološka podloga <sup>a</sup>                                                  | Tip zemljišta                                                        | Prirodna potencijalna vegetacija                      |
|----------------|------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1.             | Ada Međica       | 44.792708, 20.389116 | 71                   | peskovi                                                                        | aluvijalni nanos ilovasti <sup>b</sup>                               | <i>Quercetum frainetto-cerridis</i> Rudski 1949.      |
| 2.             | Beočin           | 45.225831, 19.717039 | 78                   | aluvijum: peskovi, sugline i šljunkovi-facija korita i povodnja (holocen)      | aluvijalno zabareno zemljište <sup>c</sup>                           | <i>Salici-Populetum nigrae</i> Parabućski 1972.       |
| 3.             | Beška            | 45.166489, 20.078409 | 105                  | šljunkovi, alevrit peskovi, peskovito - glinoviti alevrit, alevritske gline    | deluvijalno karbonatno zemljište <sup>c</sup>                        | <i>Aceri tatarici-Quercetum roboris</i> Zolyomi 1957. |
| 4.             | Jakovo           | 44.722568, 20.303417 | 73                   | peskovi i glinoviti peskovi                                                    | aluvijalni nanos ilovasti <sup>b</sup>                               | <i>Salici-Populetum nigrae</i> Parabućski 1972.       |
| 5.             | Košutnjak        | 44.752343, 20.435139 | 192                  | krečnjaci, gline i peskovite gline (sarmat)                                    | černozem degradirani u ogajnjačavanju <sup>b</sup>                   | <i>Genisto elatae-Quercetum roboris</i> Ht. 1938.     |
| 6.             | Krnjača          | 44.83784, 20.49078   | 70                   | alevriti                                                                       | aluvijalni nanos ilovasti <sup>b</sup>                               | <i>Salici-Populetum nigrae</i> Parabućski 1972.       |
| 7.             | Kumodraž         | 44.759711, 20.499421 | 159                  | les                                                                            | černozem degradirani u ogajnjačavanju <sup>b</sup>                   | <i>Quercetum frainetto-cerridis</i> Rudski 1949.      |
| 8.             | Makiš            | 44.780890, 20.389211 | 72                   | peskovi i šljunkovi sa <i>Corbicula fluminalis</i>                             | ritska crnica <sup>b</sup>                                           | <i>Quercetum frainetto-cerridis</i> Rudski 1949.      |
| 9.             | Slankamen        | 45.144548, 20.256386 | 82                   | litotamnijski krečnjaci, peskoviti krečnjaci, laporoviti peščari, tufo-peščari | deluvijalno karbonatno zemljište <sup>c</sup>                        | <i>Salici-Populetum nigrae</i> Parabućski 1972.       |
| 10.            | Sremska Kamenica | 45.221565, 19.833454 | 82                   | prva rečna terasa (srednji i gornji pleistocen)                                | černozem erodirani ili deluvijalno karbonatno zemljište <sup>c</sup> | <i>Salici-Populetum nigrae</i> Parabućski 1972.       |
| 11.            | Sremski Karlovci | 45.192937, 19.951970 | 83                   | kopneni les (gornji pleistocen)                                                | černozem erodirani <sup>c</sup>                                      | <i>Aceri tatarici-Quercetum roboris</i> Zolyomi 1957. |

| Br. lokaliteta | Lokalitet           | Koordinata              | Nadmorska visina (m) | Geološka podloga <sup>a</sup>                                                           | Tip zemljišta                                       | Prirodna potencijalna vegetacija                  |
|----------------|---------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 12.            | Tamiš               | 44.945112,<br>20.578849 | 76                   | lesoidne sugline                                                                        | černozem karobonantni na lesnoj terasi <sup>c</sup> | <i>Festuco-Quercetum roboris</i> Soó 1957.        |
| 13.            | Velika Morava       | 44.592240,<br>21.017386 | 73                   | aluvijum-facija povodnja - alevritske gline i glinoviti peskovi, lesoidne sugline i les | smonica aluvijalna <sup>b</sup>                     | <i>Genisto elatae-Quercetum roboris</i> Ht. 1938. |
| 14.            | Veliko ratno ostrvo | 44.833315,<br>20.426043 | 71                   | peskovi                                                                                 | aluvijalni nanos ilovasti <sup>b</sup>              | <i>Salici-Populetum nigrae</i> Parabućski 1972.   |
| 15.            | Zapadna Morava      | 43.610809,<br>21.340844 | 139                  | aluvijum                                                                                | aluvijum <sup>b</sup>                               | <i>Genisto elatae-Quercetum roboris</i> Ht. 1938. |
| 16.            | Živača              | 44.724919,<br>20.201521 | 74                   | peskovi i glinoviti peskovi                                                             | aluvijalni nanos ilovasti <sup>b</sup>              | <i>Genisto elatae-Quercetum roboris</i> Ht. 1938. |

Izvori: a - GEOLISS, 2016; b - Tanasijević *et al.*, 1961; c - GEOSrbija, 2009



Slika 11. Lokaliteti Makiš (levo) i Živača (desno)

U sremskom savskom priobalju, na levoj obali Save istražena su dva lokaliteta, u blizini bare Živača (Slika 11) i mesta Jakovo (Slika 12). Aluvijalna ravan je blago zatalasana, sa plitkim uvalama u zoni starih korita, bara i mrtvaja (Cvejić *et al.*, 2008).

Bara Živača je recentna i zaštićena bara. Predstavlja mrtvaju starog meandra reke Save i napaja se vodom preko savskog kanala koji služi i kao odvodni kanal (Cvejić *et al.*, 2008). Danas je ova bara pretvorena u ribnjak, a ima i ornitološki značaj. Lokalitet u blizini Jakova (udaljen približno 3,5 km) se nalazi u plavnom forlandu između obale reke Sava i zaštitnog nasipa. Odabrani lokaliteti se nalaze na nadmorskoj visini od 74 m (Živača) i 73 m (Jakovo). Geološka podloga su peskovi i glinoviti peskovi, a zemljište je tipa ilovastih aluvijalnih nanosa. Prema vertikalnom rasprostranjenju, vegetacija pripada pojasu aluvijalno-higrofilnih tipova šuma. Prema Jovanović *et al.* (1989) prirodnu potencijalnu vegetaciju Živače čine vrste zajednice *Genisto elatae-Quercetum roboris* Ht. 1938., dok je na područje Jakova čine vrste zajednice *Salici-Populetum nigrae* Parabućski 1972.



Slika 12. Lokaliteti Jakovo (levo) i Krnjača (desno)

Na desnoj obali Dunava, u Pančevačkom ritu, odabran je lokalitet u naselju Krnjača (Slika 12). Teren je ravničarski, a nadmorska visina lokaliteta je 70 m. Lokalitet se nalazi u okviru novoizgrađenog stambenog bloka, na parceli sa visokim nivoom podzemnih voda. Zemljišta pripadaju tipu ilovastih aluvijalnih nanosa koja su razvijena na podlozi alevrita. Prema Jovanović *et al.* (1989) prirodnu potencijalnu vegetaciju čine vrste zajednice *Salici-Populetum nigrae* Parabućski 1972.

Park-šuma Košutnjak se nalazi u neposrednom slivu reke Save, na terenu koji je pretežno brežuljkast (Cvejić *et al.*, 2008). Istraživani lokalitet je na obodu park-šume (jugozapadni deo) (Slika 13), a u poređenju sa ostalim lokalitetima, nalazi se na najvišoj koti (192 m). Geološku podlogu čine krečnjaci, gline i peskovite gline (sarmat), dok zemljište pripada tipu degradiranog černozema u ogajnjačavanju. Prirodnu potencijalnu vegetaciju čini zajednica *Genisto elatae-Quercetum roboris* Ht. 1938. (Jovanović *et al.*, 1989).



Slika 13. Lokaliteti Košutnjak (levo) i Kumodraž (desno)

Na jugoistočnom delu Beograda istražen je lokalitet Kumodraž (Slika 13). Najveći deo toka je regulisan i sproveden u kanalizaciju, a samo manji deo toka je otvoren. Lokalitet se nalazi na nadmorskoj visini od 192 m. Na lesnoj podlozi, razvijena su zemljišta tipa degradirani černozem u ogajnjačavanju, a prirodna potencijalna vegetacija pripada zajednici *Quercetum frainetto-cerridis* Rudski 1949.

Ada Međica je ostrvo, dužine 1 km i širine 200 m, pozicionirano na severnoj strani Ade Ciganlije (Slika 14). Reljef je nizijski, a istraživani lokalitet se nalazi na visini od 71m. Prema pedološkoj karti na području istraživanog lokaliteta na Adi Međici su

zastupljeni ilovasti aluvijalni nanosi. Prema Jovanović *et al.* (1989) prirodnu potencijalnu vegetaciju Ade Međice čine šume sladuna i cera (*Quercetum frainetto-cerridis* Rudski 1949.). Pored ostataka prirodne šume, zastupljeni su i antropogeni zasadi. Ada Međica je rekreaciono područje grada, sa velikim brojem vikend objekata, koji su po načinu gradnje prilagođeni periodičnom plavljenju.



Slika 14. Lokaliteta Ada Međica (levo) i Veliko ratno ostrvo (desno)

Veliko ratno ostrvo ima slične karakteristike kao prethodno opisano rečno ostrvo. Istraživani lokalitet (Slika 14) se nalazi na nadmorskoj visini od 71 m. Geološku podlogu čine peskovi, a prema pedološkoj karti, zemljište je tipa ilovastih aluvijalnih nanosa. Prirodnu potencijalnu vegetaciju čine vrste zajednice *Salici-Populetum nigrae* Parabućski 1972. (Jovanović *et al.*, 1989). Delovi ostrva su pod utrinama ili kulturnim stepama zaostalim posle obrađivanja zemljišta i zarasli invazivnim vrstama (2010). Veliko ratno ostrvo je 2005. godine dobilo status predela izuzetnih odlika kojim upravlja Javno komunalno preduzeće „Zelenilo Beograd“. Predstavlja značajno ornitološko područje. Ostrvo se nalazi u nebranjenoj plavnoj zoni i nije naseljeno. Prisutni su vikend objekti, a antropogeni uticaj je veoma izražen.

Na levoj obali reke Tamiš, u selu Jabuka, istražen je lokalitet (Slika 15), udaljen od samog korita reke 450 m. Reljef ovog područja je ravničarski, na lesnoj terasi, sa kotom terena od 76 m. Lokalitet predstavlja pašnjak, u blizini kanala i visokim nivoom podzemnih voda. Geološku podlogu čine lesoidne sugline. Zemljišta je tipa karbonatni černoziem, a prirodna potencijalna vegetacija pripada zajednici *Festuco-Quercetum roboris* Soó 1957. (Jovanović *et al.*, 1989).

Prema podacima RHMZ (Tabela 2), Beograd ima umereno kontinentalnu klimu. Prosečna godišnja temperatura vazduha za period od 1981-2010. iznosi 12,5 °C. Najtopliji mesec je jul, sa prosečnom temperaturom od 23 °C, a najhladniji januar (1,4 °C). Prosečna relativna vlaga vazduha iznosi 68%, dok je srednja godišnja suma padavina 691 mm. Mesec sa najvećom količinom padavina je jun, a sa najmanjom februar.

Tabela 2. Osnovni klimatski parametri lokaliteta u Beogradu i okolini za period 1981-2010. Sinoptička stanica Beograd, RHMZ.

| Parametar           | jan.  | feb.  | mar.  | apr. | maj  | jun   | jul  | avg. | sep. | okt. | nov. | dec.  | god.  |
|---------------------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| temperatura (°C)    |       |       |       |      |      |       |      |      |      |      |      |       |       |
| Normalna vrednost   | 1,4   | 3,1   | 7,6   | 12,9 | 18,1 | 21,0  | 23,0 | 22,7 | 18,0 | 12,9 | 7,1  | 2,7   | 12,5  |
| Apsolutni maksimum  | 20,7  | 23,9  | 28,8  | 32,2 | 34,9 | 37,4  | 43,6 | 40,0 | 37,5 | 30,7 | 28,4 | 22,6  | 43,6  |
| Apsolutni minimum   | -18,2 | -15,4 | -12,4 | -3,4 | 2,5  | 6,5   | 9,4  | 6,7  | 4,7  | -4,5 | -7,8 | -13,4 | -18,2 |
| relativna vlaga (%) |       |       |       |      |      |       |      |      |      |      |      |       |       |
| Prosek              | 78    | 71    | 63    | 61   | 61   | 63    | 61   | 61   | 67   | 71   | 75   | 79    | 68    |
| padavine (mm)       |       |       |       |      |      |       |      |      |      |      |      |       |       |
| Sr. mesečna suma    | 46,9  | 40,0  | 49,3  | 56,1 | 58,0 | 101,2 | 63,0 | 58,3 | 55,3 | 50,2 | 55,1 | 57,4  | 690,9 |



Slika 15. Lokaliteti Tamiš (levo) i Slankamen (desno)

Stari Slankamen se nalazi u Sremu, u podnožju Fruške Gore, na desnoj obali Dunava. Na suprotnoj obali reka Tisa se uliva u Dunav. Lokalitet je pozicioniran na Frušogorskoj lesnoj zaravni, a reljef je brežuljkastog karaktera. Nadmorska visina lokaliteta je 82 m. Istraživana površina je uz samu obalu Dunava, u zoni plavljenja. Geološku podlogu čine litotamnijski krečnjaci, peskoviti krečnjaci, laporoviti peščari i tufo-peščari, na kojima je

razvijeno deluvijalno karbonatno zemljište. Prema Jovanović *et al.* (1989) prirodnu potencijalnu vegetaciju čine vrste zajednice *Salici-Populetum nigrae* Parabučki 1972.

Lokalitet Beška je udaljen od naselja Beška 3,5 km i nalazi se ispod mosta (Slika 16), na oko 150 m od obale Dunava. U blizini lokaliteta je presek dva najvažnija evropska koridora koji prolaze kroz Srbiju, Dunava i auto-puta E-75. Geološku podlogu čine šljunkovi, alevrit peskovi, peskovito - glinoviti alevrit, alevritske gline. Preovlađuje deluvijalno karbonatno zemljište. Prema Jovanović *et al.* (1989) prirodnu potencijalnu vegetaciju čine vrste zajednice *Aceri tatarici-Quercetum roboris* Zolyomi 1957.



Slika 16. Lokaliteti Beška (levo) i Sremski Karlovci (desno)

Lokalitet u blizini Sremskih Karlovaca (1,6 km) je pozicioniran između magistralnog puta M-22.1 i pruge Beograd-Novi Sad-Subotica. Nadmorska visina lokaliteta je 83 m. Geološku podlogu čini kopneni les, na kome se javlja erodirani černozem kao najčešći tip zemljišta. Prirodnu potencijalnu vegetaciju čine vrste zajednice *Aceri tatarici-Quercetum roboris* Zolyomi 1957. (Jovanović *et al.*, 1989).

Lokalitet Sremska Kamenica se nalazi uz regionalni put R107. Nadmorska visina lokaliteta je 82 m. Geološku podlogu čine aluvijalni nanosi. Javlja se deluvijalno karbonatno zemljište ili erodirani černozem. Prema Jovanović *et al.* (1989) prirodnu potencijalnu vegetaciju čine vrste zajednice *Salici-Populetum nigrae* Parabučki 1972.

Lokalitet u Beočinu je udaljen 200 m od Dunava, na nadmorskoj visini od 78 m (Slika 17). Geološku podlogu čine peskovi, sugline i šljunkovi - facija korita i povodnja, na kojima je razvijeno aluvijalno zabareno zemljište. U blizini lokaliteta se javljaju poljoprivredna domaćinstva. Takođe, primetne su i manje površine na koje se neplanski

odlaže komunalni otpad. Prirodnu potencijalnu vegetaciju čine vrste zajednice *Salici-Populetum nigrae* Parabučki 1972. (Jovanović *et al.*, 1989).



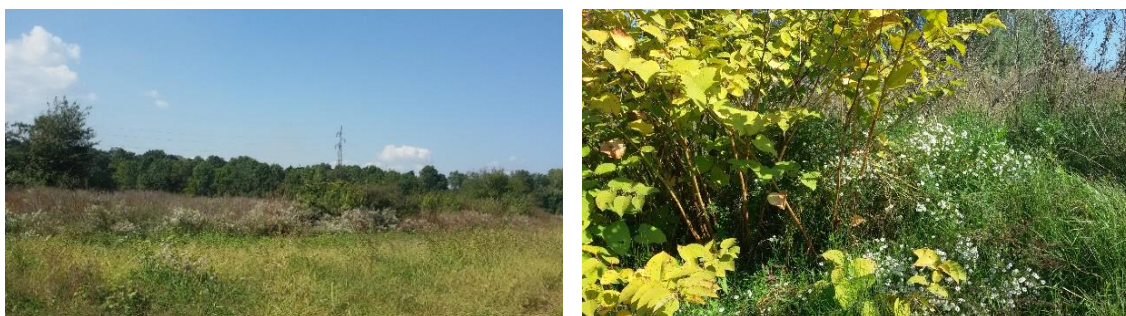
Slika 17. Lokalizet Sremska Kamenica (levo) i Beočin (desno)

Klima na području istraživanih lokaliteta u Vojvodini je umereno kontinentalna. Prosečna godišnja temperatura vazduha za period od 1981-2010. iznosi 11,4 °C (Tabela 3). Najtopliji mesec je jul (21,9 °C), a najhladniji je januar (0,2 °C). Prosečna relativna vlaga vazduha iznosi 74%, dok je srednja godišnja suma padavina 647 mm. Mesec sa najvećom količinom padavina je jun, a sa najmanjom februar.

Tabela 3. Osnovni klimatski parametri lokaliteta u Vojvodini za period 1981-2010. Sinoptička stanica Novi Sad RHMZ.

| Parametri           | jan.  | feb.  | mar.  | apr. | maj  | jun  | jul  | avg. | sep. | okt. | nov.  | dec.  | god.  |
|---------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| temperatura (°C)    |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| Normalna vrednost   | 0,2   | 1,6   | 6,4   | 11,8 | 17,3 | 20,1 | 21,9 | 21,6 | 16,9 | 11,8 | 5,9   | 1,5   | 11,4  |
| Apsolutni maksimum  | 18,7  | 22,3  | 28,3  | 30,8 | 34,0 | 37,6 | 41,6 | 40,0 | 37,4 | 29,2 | 25,0  | 21,0  | 41,6  |
| Apsolutni minimum   | -27,6 | -24,2 | -19,9 | -6,2 | 1,8  | 4,8  | 7,5  | 7,0  | 2,5  | -6,2 | -13,8 | -24,0 | -27,6 |
| relativna vlaga (%) |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| Prosek              | 85    | 79    | 71    | 67   | 66   | 69   | 68   | 68   | 72   | 76   | 82    | 86    | 74    |
| padavine (mm)       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| Sr. mesečna suma    | 39,1  | 31,4  | 42,5  | 49,2 | 63,0 | 91,4 | 64,3 | 57,5 | 53,8 | 52,7 | 53,8  | 48,8  | 647,3 |

Lokalitet u blizini Velike Morave (udaljen oko 5 km) se nalazi uz magistralni put Mala Krsna – Požarevac (Slika 18). U neposrednoj blizini lokaliteta protiče reke Jezava. Teren je ravničarski, a nadmorska visina je 73 m. Geološku podlogu čine alevritske gline i glinoviti peskovi, lesoidne sugline i les, na kojima je razvijeno zemljište tipa aluvijalne smonice. Veći deo područja zauzimaju poljoprivredne površine, kao i veće površine prirodne vegetacije. Prema Jovanović *et al.* (1989) prirodnu potencijalnu vegetaciju čine vrste zajednice *Salici-Populetum nigrae* Parabučki 1972.



Slika 18. Lokaliteti Velika Morava (levo) i Zapadna Morava (desno)

Prosečna godišnja temperatura vazduha za period od 1981-2010. na ovom području iznosi 11,5 °C (Tabela 4). Najtopliji mesec je jul (22 °C), a najhladniji je januar (0,7 °C). Prosečna relativna vlaga vazduha iznosi 72%, dok je srednja godišnja suma padavina 637 mm. Mesec sa najvećom količinom padavina je jun, a sa najmanjom februar.

Tabela 4. Osnovni klimatski parametri lokaliteta u blizini Velike Morave za period 1981-2010. Sinoptička stanica Smederevska palanka, RHMZ.

| Parametri           | jan.  | feb.  | mar.  | apr. | maj  | jun  | jul  | avg. | sep. | okt. | nov.  | dec.  | god.  |
|---------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| temperatura (°C)    |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| Normalna vrednost   | 0,7   | 2,1   | 6,5   | 11,8 | 17,0 | 20,1 | 22,0 | 21,6 | 16,8 | 11,7 | 6,2   | 1,9   | 11,5  |
| Apsolutni maksimum  | 20,6  | 24,4  | 27,7  | 31,2 | 35,6 | 39,7 | 44,9 | 41,7 | 37,4 | 32,5 | 28    | 21,6  | 44,9  |
| Apsolutni minimum   | -28,9 | -25,7 | -20,7 | -7,8 | 0,1  | 4,6  | 7,4  | 5,4  | 1,1  | -6,8 | -13,2 | -23,6 | -28,9 |
| relativna vlaga (%) |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| Prosek              | 81    | 75    | 68    | 66   | 67   | 68   | 66   | 66   | 72   | 75   | 78    | 82    | 72    |
| padavine (mm)       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| Sr. mesečna suma    | 42,4  | 39,2  | 43,6  | 50,1 | 54,3 | 78,7 | 60,5 | 58,9 | 56,4 | 51,2 | 50,0  | 51,8  | 637,2 |

Tabela 5. Osnovni klimatski parametri lokaliteta u blizini Zapadne Morave za period 1981-2010. Sinoptička stanica Kruševac, RHMZ.

| Parametri           | jan.  | feb.  | mar.  | apr. | maj  | jun  | jul  | avg. | sep. | okt. | nov.  | dec.  | god.  |
|---------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| temperatura (°C)    |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| Normalna vrednost   | 0,2   | 2,0   | 6,6   | 11,8 | 16,8 | 20,0 | 21,8 | 21,5 | 16,8 | 11,6 | 5,9   | 1,6   | 11,4  |
| Apsolutni maksimum  | 20,4  | 23,4  | 29,6  | 31,9 | 34,7 | 39,6 | 43,7 | 42,4 | 36,8 | 33,8 | 27,4  | 21,7  | 43,7  |
| Apsolutni minimum   | -26,0 | -23,7 | -15,0 | -6,1 | 0,8  | 4,1  | 5,8  | 3,0  | 1,2  | -6,6 | -15,8 | -23,9 | -26,0 |
| relativna vlaga (%) |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| Prosek              | 85    | 79    | 73    | 71   | 72   | 72   | 70   | 69   | 74   | 79   | 81    | 85    | 76    |
| padavine (mm)       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| Sr. mesečna suma    | 40,3  | 39,2  | 48,4  | 56,6 | 56,9 | 71,2 | 55,0 | 49,8 | 50,0 | 49,3 | 56,2  | 55,1  | 628,1 |

Lokalitet na Zapadnoj Moravi se nalazi 8 km od Stalaća, a 600 m od obale reke (Slika 18). U blizini (1,4 km) protiče reka Rasina, koja se ovde uliva u Zapadnu Moravu. U okolini se javlja dosta rukavaca, bara, močvara i mrtvaja. Lokalitet je okružen obradivim površinama i ostacima prirodne vegetacije. Teren je ravničarski, na nadmorskoj visini od 139 m. Podloga je aluvijum, na kome se razvijaju aluvijalna zemljišta. Prirodnu potencijalnu vegetaciju čini zajednica *Genisto elatae-Quercetum roboris* Ht. 1938. (Jovanović *et al.*, 1989).

Prosečna godišnja temperatura vazduha za period od 1981-2010. na ovom području iznosi 11,4 °C (Tabela 5). Najtopliji mesec je jul (21,8 °C), a najhladniji je januar (0,2 °C). Prosečna relativna vlaga vazduha iznosi 76%, dok je srednja godišnja suma padavina 628 mm. Mesec sa najvećom količinom padavina je jun, a sa najmanjom februar.

## 5.2. Istraživanje vegetacije i biljnog materijala vrste *A. lanceolatus*

### 5.2.1 Terenska istraživanja

#### 5.2.1.1 Istraživanje vegetacije ispitivanih područja

Terenska istraživanja su sprovedena u letnjem i jesenjem aspektu od 2012. do 2016. godine. Identifikacija vrste *A. lanceolatus* je izvršena standardnim florističkim metodama uz korišćenje dostupne florističke literature: Javorka i Csapody (1934); Tutin *et al.* (ur)

(1964-1980); Josifović (ur.) (1970-1977); Sarić i Diklić (ur.) (1986); Sarić (ur.) (1992) i „on line” baza podataka Flore Evrope i Euro+Med PlantBase.

Za rad na terenu, korišćen je formular, formiran na osnovu „on line” baze „CPS SKEW Schwarze Liste und Watch-Liste Invasivegebietsfremde Pflanzen” (2009), dopunjen i prilagođen za uslove rada na istraživanim lokalitetima (Obratov-Petković *et al.*, 2009; Obratov-Petković i Bjedov, 2017).

Fitocenološki snimci su urađeni po standardnom metodu ciriško-monpelješke škole Braun Blankea (Braun-Blanquet, 1964). Prikupljeni podaci su korišćeni za formiranje fitocenološke tabele. Utvrđena je zastupljenost vrste *A. lanceolatus* na analiziranim površinama, kao i vrste koje se pored *A. lanceolatus* nalaze na istraživanim površinama, stepen njihove zastupljenosti i sinekološki odnosi (Obratov-Petković i Bjedov, 2017).

Biljnogeografska analiza je urađena prema Gajiću (1984), a analiza zastupljenosti životnih formi urađena je prema Kojić *et al.*, (1997).

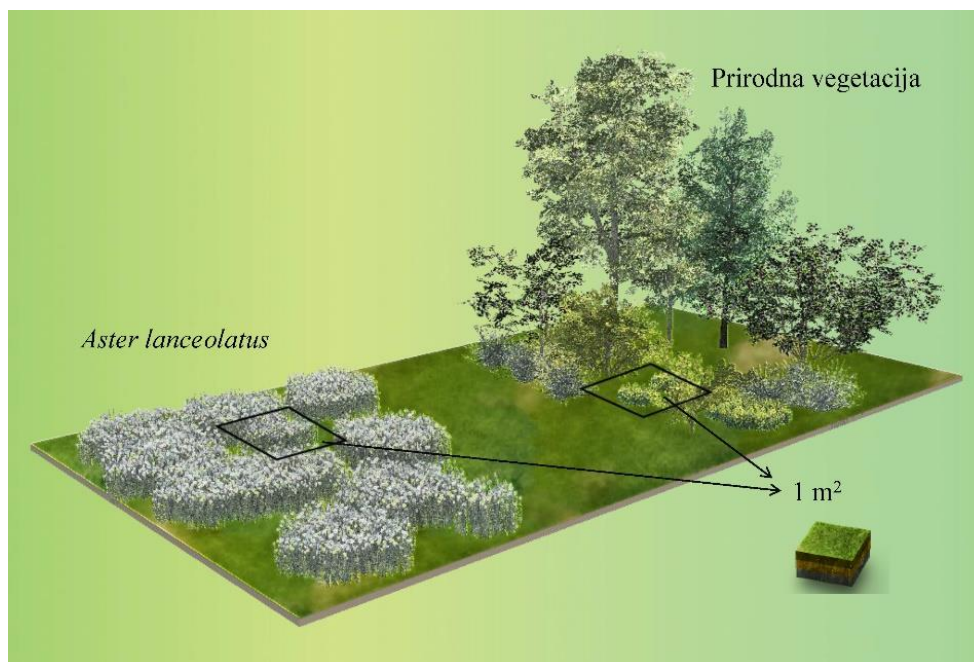
Sorensenov indeks sličnosti je izračunat prema formuli (Sorensen, 1948):

$$C_s = \frac{2c}{a + b} \quad (1)$$

gde je: a – ukupan broj vrsta u prvoj zajednici, b – ukupan broj vrsta u drugoj zajednici i c- broj zajedničkih vrsta.

#### **5.2.1.2 Prikupljanje biljnog materijala na istraživanim lokalitetima**

Na svakom lokalitetu odabrane su površine na kojima je vrsta *A. lanceolatus* formirala gust sklop, kao i površine na kojima dominira prirodna vegetacija (Slika 19). U svakom kvadrantu sakupljen je biljni materijal. U laboratoriji, individue *A. lanceolatus* su razdvojene na nadzemni i podzemni deo, dok je kod prirodne vegetacije izdvojena samo nadzemna biomasa. Biljni materijal je sušen 48 h na 70 °C, a zatim je u mlinu usitnjen do praha. Pripremljeno je 128 utoraka vrste *A. lanceolatus* (nadzemni i podzemni deo) i 64 uzorka biljaka iz prirodne vegetacije.



Slika 19. Šematski prikaz površina na kojima je vrsta *Aster lanceolatus* formirala gust sklop, kao i površine na kojima dominira prirodna vegetacija.

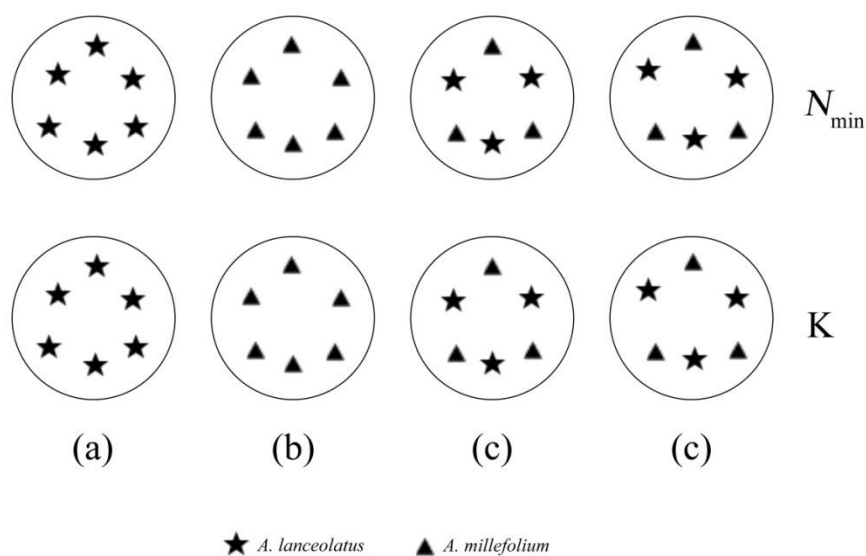
## 5.2.2 Laboratorijska proučavanja

### 5.2.2.1 Gajenje biljaka u hidrokulturi

Kako bi se utvrdio potencijal vegetativnog razmnožavanja i uticaj suboptimalne koncentracije azota na alokaciju biomase i resursa vrste *A. lanceolatus*, kao i kompetitivnost vrsta *Aster lanceolatus* i *Achillea millefolium* L. (hajdučka trava), ove vrste su gajene u hidrokulturi. Biljni materijal je dobijen iz delova rizoma ovih vrsta. Biljke *A. lanceolatus* su sakupljene na lokalitetu Makiš, dok su biljke *A. millefolium* sakupljene u arboretumu Šumarskog fakulteta u Beogradu. Iskrojene reznice su bile približne dužine, debljine i sa približnim brojem pupoljaka. Biljke su se gajile u crnim, za svetlo nepropusnim posudama sa poklopcem, zapremine 3 L. Kao hranljivi rastvor korišćen je 50% modifikovani Hoglandov rastvor sledećeg sastava: (mM): 0,50  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$ ; 0,20  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ; 0,02  $\text{KCl}$ ; 0,12  $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ ; 0,02  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  i ( $\mu\text{M}$ ): 2,50  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ; 0,12  $\text{MnSO}_4$ ; 0,12  $\text{ZnSO}_4$ ; 0,05  $\text{CuSO}_4$ ; 0,0025  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$  (Đunisijević-Bojović, 2013; Džamić *et al.*, 1999). Biljke su obezbeđivane gvožđem dodavanjem  $\text{Fe}^{\text{III}}\text{EDTA}$  u koncentraciji od  $20\mu\text{M L}^{-1}$  (Đunisijević-Bojović, 2013; Džamić *et al.*, 1999). Kako bi se ispitao uticaj azota (N) na rast i razvoj gajenih biljaka u tretmanu  $\text{N}_{\text{min}}$  smanjena je

količina N tako da je sadržaj ovog elementa iznosio 6,4 mg/L hranljivog rastvora. Kako se ovaj element u hranljivom rastvoru nalazi u obliku soli  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$  deo kalcijuma (Ca) je u tretmanu  $N_{\min}$  nadomešten dodavanjem  $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$  (Sarić *et al.*, 1986).

Biljke su gajene u komori za rast biljaka pri temperaturnom režimu od 25/20 °C. Primenjen fotoperiod je bio 16/8 h, dok je gustina fotonskog fluksa u visini biljaka bila  $200 \mu\text{mol}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , a relativna vlaga u komori približno 70% (Đunisijević-Bojović, 2013). Hranljivi rastvor je kontinuirano aerisan i svakog trećeg dana u potpunosti promenjen. Nakon svake promene, pH vrednost rastvora je podešena na 7 upotrebom 0,1 mol/L  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ili 0,1 mol/l KOH. Biljke su u predkulturi gajene 3 nedelje u 50% Hoglandovom rastvoru, a nakon toga su 3 nedelje gajene u tretmanu sa manjom koncentracijom N ( $N_{\min}$ ). Kontrolne biljke su 6 nedelja (3 predkultura + 3 kontrola) gajene u 50% Hoglandovom rastvoru (K). Vrste su gajene u monokulturi i mešovitoj kulturi u odnosu 1:1, a u jednoj posudi je bilo 6 biljka (Slika 20).



Slika 20. Šematski prikaz dizajna eksperimenta. (a) monokultura *Aster lanceolatus*, (b) monokultura *Achillea millefolium* i (c) mešovita kultura dve vrste u tretmanu ( $N_{\min}$ ) i kontroli (K).

Nakon završetka eksperimenta, određen je broj izbojaka, dužina izbojaka, broj primarnih korenova, dužina primarnih korenova i površina listova biljaka iz različitih tretmana. Zatim, izmerena je suva biomasa nadzemnog i podzemnog dela biljaka iz tretmana i kontrole, kao i koncentracija N u listovima i koncentracija P i K u nadzemnom i podzemnom delu biljaka. Inicijalna biomasa segmenata rizoma nije utvrđivana.

### 5.2.2.2 Mikrotalasna digestija biljnog materijala

Ekstrakcija elemenata iz biljnog tkiva je izvršena metodom mikrotalasne digestije. Za digestiju je korišćen CEM Mars 5 mikrotalasni digestor (Version 194A04, CEM Corp, Matthews, NC, USA) (Slika 21). Od osušenog i usitnjenog biljnog materijala odmereno je između 180 i 200 mg uzorka koji je zatim stavljen u kivete uz dodavanje 3 ml  $\text{HNO}_3$  i 2 ml  $\text{H}_2\text{O}_2$  (Đunisijević-Bojović, 2013). Mikrotalasni digestor je podešen na program zagrevanja na 200 °C, na pritisku od 300 psi u trajanju od 15 minuta.



Slika 21. Mikrotalasni digestor (CEM Mars 5)

### 5.2.2.3 Određivanje koncentracije mikro i makro elemenata u biljnim tkivima

Merenje koncentracije elemenata u biljnim tkivima je izvršeno ICP-OES spektrometrom (Varian Vista-PRO, CCD Simultaneous ICP-OES) (Slika 22) standardnom metodologijom (U.S. EPA, 2001).

U suvoj masi biljaka vrste *A. lanceolatus* (nadzemni i podzemni deo) i u nadzemnoj masi biljaka iz prirodne vegetacije sakupljenih na istraživanim lokalitetima, određena je koncentracija 15 elementa. Sadržaj fosfora (P) i kalijuma (K) je određen u nadzemnoj i podzemnoj biomasi biljaka gajenih u hidrokulturi.



Slika 22. ICP-OES spektrometar (Varian Vista-PRO, CCD Simultaneous ICP-OES)

U Tabeli 6 prikazane su talasne dužine merenja i limiti detekcije ispitivanih elemenata (Čule, 2016).

Tabela 6. Talasne dužine i limiti detekcije (LD) ispitivanih elemenata

| Ispitivani elementi | Talasne dužine (nm) | LD u biljnom materijalu (mg/kg) | LD u zemljištu (mg/kg) |
|---------------------|---------------------|---------------------------------|------------------------|
| Al                  | 237,312             | 2,50                            | 3,00                   |
| B                   | 249,772             | 0,83                            | 1,00                   |
| Ca                  | 370,602             | 1,78                            | 2,00                   |
| Cd                  | 228,802             | 0,83                            | 1,00                   |
| Co                  | 228,615             | 0,83                            | 1,00                   |
| Cr                  | 205,560             | 0,83                            | 1,00                   |
| Cu                  | 324,754             | 0,83                            | 1,00                   |
| Fe                  | 261,187             | 0,83                            | 1,00                   |
| K                   | 769,897             | 0,83                            | 1,00                   |
| Mg                  | 279,078             | 0,83                            | 1,00                   |
| Mo                  | 203,846             | 0,83                            | 1,00                   |
| Ni                  | 221,648             | 0,83                            | 1,00                   |
| P                   | 177,434             | 5,54                            | 7,00                   |
| Pb                  | 220,353             | 0,83                            | 1,00                   |
| S                   | 180,669             | 0,83                            | 1,00                   |
| Zn                  | 206,200             | 0,83                            | 1,00                   |

Određivanje ukupnog azota (N) u asimilacionim organima ispitivanih biljaka je izvršeno metodom po Kjeldalu, razaranjem organske materije vlažnom oksidacijom uz prisustvo  $\text{H}_2\text{SO}_4$  i katalizatora (Horneck i Miller, 1998).

#### 5.2.2.4 Ispitivanje alokacije biomase i alokacije resursa

Da bi se ispitala alokacija biomase i alokacija resursa biljaka *A. lanceolatus* i *A. millefolium* gajenih u laboratorijskim uslovima u hidrokulturi, na analitičkoj vagi tačnosti 0,001 g izmerene su suve mase celih biljaka i njihovih pojedinačnih vegetativnih organa (koren, rizom, stablo i list za *A. lanceolatus* odnosno koren, rizom i list za *A. millefolium*).

Za dovođenje dobijenih masa u različite odnose korišćene su sledeće formule (Čule, 2016; Zhang *et al.*, 2008; Zhang *et al.*, 2007; Audet i Charest, 2008, Poorter *et al.*, 2012, Papazoglou *et al.*, 2005):

$$S/R = \frac{Bl + Bs + Br}{Bk} \quad (2)$$

$$A/B = \frac{Bn}{Bp} \quad (3)$$

$$NMF = \frac{Bn}{B} \times 100 \quad (4)$$

$$PMF = \frac{Bp}{B} \times 100 \quad (5)$$

$$LMF = \frac{Bl}{B} \times 100 \quad (6)$$

$$SMF = \frac{Bs}{B} \times 100 \quad (7)$$

$$RMF = \frac{Br}{B} \times 100 \quad (8)$$

$$KMF = \frac{Bk}{B} \times 100 \quad (9)$$

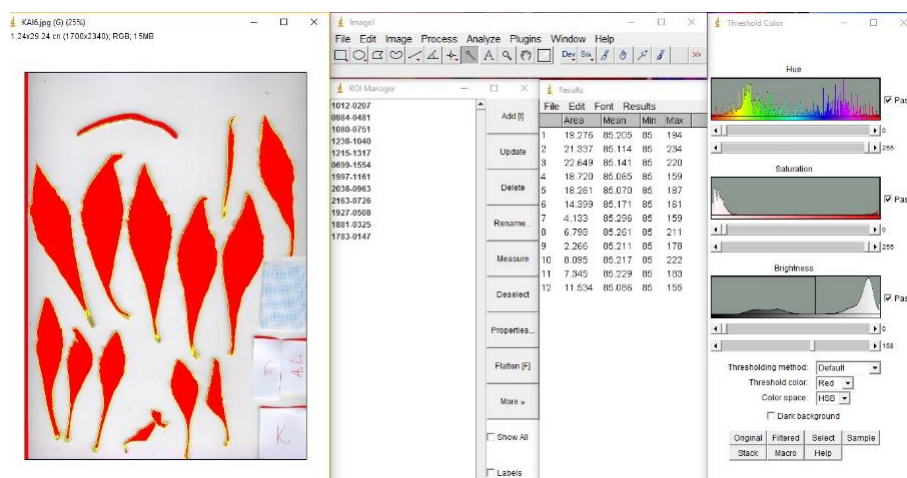
gde je: S/R - odnos biomase nadzemnog dela biljke i rizoma i biomase korena (g/g), A/B - odnos biomase nadzemnog i biomase podzemnog dela biljke (g/g), NMF - maseni udeo nadzemnog dela biljke (%), PMF - maseni udeo podzemnog dela biljke (%), LMF - maseni udeo lista (%), SMF - maseni udeo stabla (%), RMF - maseni udeo rizoma (%), KMF - maseni udeo korena (%), B - suva biomasa cele biljke, Bn - suva biomasa

nadzemnog dela, Bp - suva biomasa podzemnog dela, Bl - suva biomasa lista, Bs - suva biomasa stabla, Br - suva biomasa rizoma, Bk - suva biomasa korena.

Na osnovu rezultata dobijenih za odnos biomase nadzemnog dela biljke i rizoma i biomase korena (S/R ) i odnos biomase nadzemnog i biomase podzemnog dela biljke (A/B) dobijeni su podaci o alokaciji biomase ispitivanih biljaka, dok su se na osnovu masenih udela nadzemnog (NMF) i podzemnog (PMF) dela biljke i pojedinačnih vegetativnih organa (LMF, SMF, RMF, KMF) dobijeni podaci o alokaciji resursa.

#### 5.2.2.5 *Određivanje površine lista, specifične lisne površine i relativne lisne površine*

Da bi se izmerila površina listova biljaka gajenih u hidrokulturi, po završetku eksperimenta listovi gajenih biljaka su odvojeni od stabla i skenirani (svaka biljka posebno). Kako bi se omogućilo kalibrisanje slika na podlogu skenera je postavljen milimetarski papir. Merenje površine listova sa dobijenih slika je obavljeno u programu ImageJ (Slika 23), verzija 1,49v (Rasband, 1997).



Slika 23. Određivanje površine listova u aplikaciji ImageJ

Za određivanje specifične i relativne lisne površine korišćene su sledeće formule (Pérez-Harguindeguy *et al.*, 2013):

$$SLA = \frac{LA}{BI} \quad (10)$$

$$RLA = \frac{LA}{B} \quad (11)$$

gde je: SLA - specifična lisna površina (m<sup>2</sup>/kg), RLA - relativna lisna površina (m<sup>2</sup>/kg), LA - površina listova (m<sup>2</sup>), B - suva biomasa cele biljke, Bl - suva biomasa lista.

#### **5.2.2.6 Određivanje broja ahenija u cvetnim glavicama vrste *A. lanceolatus***

U periodu pune zrelosti plodova (oktobar, novembar) na svakom od 13 lokaliteta, sakupljene su i odvojene bočne i vršne cvetne glavice sa matičnih biljaka. Posle prosušivanja, u laboratoriji je slučajnim uzorkom kod svakog tipa (bočnih i vršnih) glavica izvršeno prebrojavanje broja ahenija.

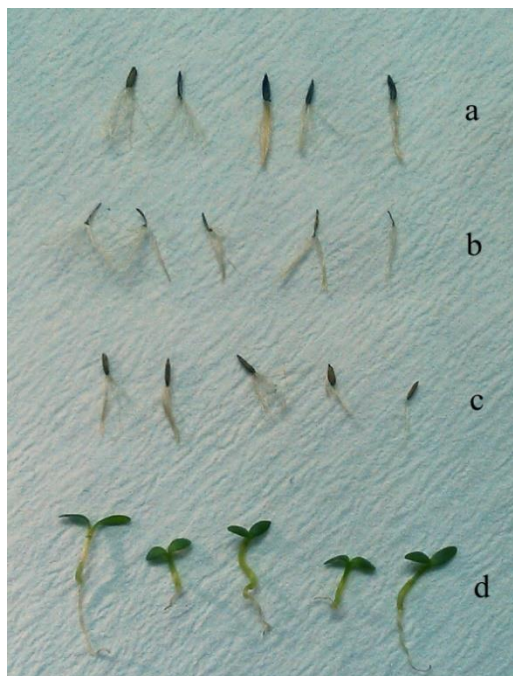
#### **5.2.2.7 Ispitivanje klijavosti semena vrste *A. lanceolatus***

##### **5.2.2.7.1 Eksperiment I – Klijavost semena na konstantnoj temperaturi (ISTA, 2003)**

Da bi se ispitali parametri klijanja, na 13 lokaliteta, sakupljeno je po 50 zrelih cvetnih glavica sa terminalnih i bočnih delova cvasti. U laboratoriji, za svaki lokalitet su metodom slučajnog uzorka, iz oba dela cvasti odabrane po 4 cvetne glavice iz kojih su izdvojene ahenije i očišćene od vizuelnih nečistoća (ahenije iz jedne cvetne glavice su predstavljale jedno ponavljanje). Do momenta ispitivanja, vazdušno prosušene ahenije su čuvane u uslovima naknadnog dozrevanja (*eng. after ripening*) na 5 °C (Bewley i Black, 1994) u periodu od 4 meseca. Nakon ovog perioda, ahenije iz jedne cvetne glavice (jedno ponavljanje) su stavljene u Petri posudu (veličine 9 cm), na vlažan filter papir, u komoru za rast biljaka (Tip: 1291/TPC-1/LP-113) na 20 °C (±2), u uslove fotoperioda 16/8h (Grbić *et al.*, 2011). Za svaki lokalitet su, iz bočnih i terminalnih delova cvasti postavljena po četiri ponavljanja. Klijavost semena je istražena i kvantifikovana kroz parametre klijanja: tehničku klijavost (TK), apsolutnu klijavost (AK), energiju klijanja (EK) i procenat vijabilnosti (V).

Po završetku propisanog perioda za ispitivanje klijavosti (ISTA, 2003) zabeležen je broj iskljajalnih zrna (Slika 24, d) i broj neisklijalnih – razvrstan na procenat trulih semena, (Slika 24, a), procenat šturog semena (Slika 24, b) i procenat svežeg neisklijalog semena (Slika 24, c). Vijabilnost svežeg neisklijalog semena (Slika 25, a, b) je određena na kraju testa klijanja metodom presecanja (ISTA, 2003). Parametri tehničke klijavosti (TK) i

apsolutne klijavosti (AK) su određivani posle 14 dana, dok je parametar energije klijanja (EK) obračunavan četvrtog dana (ISTA, 2003).



Slika 24. Neisklijalo seme (trulo - a, šturo - b, sveže neisklijalo - c) i izgled klijavaca - d



Slika 25. Sveže neisklijalo seme pre (a) i posle (b) presecanja

#### **5.2.2.7.2 *Eksperiment II – Uticaj alternirajućih temperatura, nitrata i svetlosti na klijanje***

Zrele aheniji su po sakupljanju čuvane u periodu od 4 meseca (decembar, januar, februar, mart) u temperaturnim uslovima koji su odgovarali spoljnoj temperaturi vazduha.

Prema podacima Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije, prosečna temperatura vazduha u Beogradu za taj period je bila između 2°C i 4°C.

Nakon ovog perioda, ispitivanje klijavosti je vršeno direktnom metodom u komori za rast biljaka JEIO TECH GC-300TLH i SANYO MLR-351H (Slika 26). Klijavost semena je ispitana u odnosu na nekoliko faktora sredine.



Slika 26. Komore za rast biljaka JEIO TECHGC-300TLH (levo) i SANYOMLR-351H (desno)

Da bi se utvrdio uticaj temperature na klijanje, seme je stavljeno u Petri posude (9 cm) između dva sloja filter papira navlaženog sa 10 ml destilovanom vodom (ISTA, 2003). Primenjen je 14/10 h fotoperiod, sa gustinom fotonskog fluksa  $27 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  i vlažnošću vazduha od 70%. Ispitan je uticaj 4 naizmenična temperaturnog režima 15/6, 20/10, 30/15 i 35/20°C koji su predstavljali približne srednje i apsolutne minimalne i maksimalne mesečne temperature vazduha u Beogradu u proleće, leto i jesen (Tabela 7). Tri ponavljanja od po 30 semena je primenjeno za svaki temperaturni režim, za svaki lokalitet.

Tabela 7. Srednje mesečne temperature vazduha u Beogradu za period 1981-2010 (RHMZS, 2013)

| Mesec                               | Jan.  | Feb.  | Mar.  | Apr. | Maj. | Jun. | Jul. | Avg. | Sep. | Okt. | Nov. | Dec.  |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Srednja maksimalna temperatura (°C) | 4,6   | 7,0   | 12,4  | 18,0 | 23,5 | 26,2 | 28,6 | 28,7 | 23,9 | 18,4 | 11,2 | 5,8   |
| Srednja minimalna temperatura (°C)  | -1,1  | -0,1  | 3,7   | 8,3  | 13,0 | 15,8 | 17,5 | 17,6 | 13,5 | 9,0  | 4,2  | 0,2   |
| Normalna vrednost temperatura (°C)  | 1,4   | 3,1   | 7,6   | 12,9 | 18,1 | 21,0 | 23,0 | 22,7 | 18,0 | 12,9 | 7,1  | 2,7   |
| Apsolutni maksimum (°C)             | 20,7  | 23,9  | 28,8  | 32,2 | 34,9 | 37,4 | 43,6 | 40,0 | 37,5 | 30,7 | 28,4 | 22,6  |
| Apsolutni minimum (°C)              | -18,2 | -15,4 | -12,4 | -3,4 | 2,5  | 6,5  | 9,4  | 6,7  | 4,7  | -4,5 | -7,8 | -13,4 |

Da bi se ispitao uticaj nitrata na klijanje semena korišćene su dve koncentracije  $\text{KNO}_3$ : 0,005 M i 0,05 M rastvor. Između dva sloja filter papira navleženog sa 10ml rastvora stavljeno je 3x30 semena po jednom lokalitetu. Petri posude su postavljene u komoru za rast biljaka na 4 temperaturna režima (15/6, 20/10, 30/15 i 35/20°C), fotoperiod 14/10 sa gustom fotonskog fluksa  $27 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  i vlažnošću vazduha od 70%. Kontrola je testirana sa 10ml destilovane vode.

U cilju određivanja uticaja svetlosti na klijavost semena vrste *A. lanceolatus* svi opisani tretmani su ponovljeni i na semenu koje je bilo u uslovima mraka tokom perioda klijanja. Naime, kod mnogih sitnih semena, koja imaju malu količinu rezervnih materija za rast klijavaca pod zemljom, prekidanje dormantnosti uslovljeno je kvalitetom, a nekada i intenzitetom svetlosti. Seme ovih vrsta neće klijati u senci već na otvorenim prostorima. Takođe, seme neće klijati ni na većim dubinama do kojih ne može da dopre svetlost odgovarajućeg kvaliteta.

Nakon postavljanja semena u Petri posude i primene odgovarajućeg rastvora ili destilovane vode, svaka posuda je umotana u dva sloja aluminijumske folije i postavljena u komoru za rast biljaka.

Za sve tretmane, tehnička klijavost (TK) je određivana posle 14 dana (ISTA, 2003), a za tretmane na svetlu, energija klijanja (EK) četvrtog dana. U tretmanima sa istim temperaturnim režimom i istom koncentracijom  $\text{KNO}_3$ , uticaj svetlosti je izražen procentom inhibicije klijanja semena u mraku u odnosu na klijanje semena na svetlu, po formuli:

$$\% \text{ inhibicije klijanja u mraku} = 100 (\text{TKm} - \text{TKs}) / \text{TKm} \quad (12)$$

gde je: TKm - tehnička klijavost semena u mraku, a TKs - tehnička klijavost semena na svetlu.

Broj klijalih zrna je izražen kao srednja vrednost (%) od 4 ponavljanja, a vijabilno seme je izračunato kao zbir svežeg neisklijalog i klijalog semena, izraženo takođe kao srednja vrednost (%) broja semena u 4 ponavljanja.

### **5.2.3 *Determinacija i kvantifikacija polifenolnih jedinjenja u različitim organima vrste *A. lanceolatus****

#### **5.2.3.1 *Uzorkovanje biljnog materijala***

Da bi se identifikovala i kvantifikovala polifenolna jedinjenja u biljnim organima vrste *A. lanceolatus*, biljni materijal je sakupljen u septembru 2015. godine na 10 lokaliteta: Ada Medica, Beočin, Beška, Košutnjak, Kumodraž, Orlovat, Sremska Kamenica, Tamiš, Velika Morava i Zapadna Morava. Biljke su sakupljene u fenofazi cvetanja. Zbog različitog početka cvetanja na odabranim staništima, sakupljanje materijala je trajalo približno 10 dana, kako bi sve biljke bile sakupljene u fenofazi punog cvetanja. Na svakom lokalitetu sakupljeno je 10 biljaka. U laboratoriji, biljni materijal je razvrstan na cvet, list i rizom (od jedne biljke dobijeno je 3 uzorka za analizu) i osušen na sobnoj temperaturi.

#### **5.2.3.2 *Priprema ekstrakta***

Osušen biljni materijal je usitnjen u mlinu. Za pripremu ekstrakta, na analitičkoj vagi tačnosti 0,001 g, odmeren je 1 g ili 0,5 g biljnog materijala koji je zatim naliven sa 10 ml, odnosno 5 ml metanola (Sigma-Aldrich) i ostavljen da odstoji 24 h u mraku. Supernatant je zatim profiltriran u normalni sud zapremine 10ml, odnosno 5 ml, nakon čega je metanolom podešena zapremina. Za dodatno prečišćavanje uzoraka korišćeni su špric filteri (25 mm, membrana od RC, 0,22 µm, Kinesis). Uzorci za analizu su zatim prebačeni u viala od providnog stakla (Slika 27), zapremine 2 ml, i čuvani na 4°C do trenutka analize.



Slika 27. Pripremljeni uzorci za razdvajanje i kvantifikaciju polifenola

### 5.2.3.3 Razdvajanje i kvantifikacija polifenola

Razdvajanje, determinacija i kvantifikacija polifenola u uzorcima je urađena na DionexUltimate 3000 UHPLC sistemu koji je povezan sa *TSQ Quantum Access Max* masenim spektrometrom koji poseduje sistem trostrukih kvadrupola (ThermoFisher Scientific, Basel, Switzerland). Eluiranje je izvedeno na 30 °C, na Hypersilgold C18 koloni (ThermoFisher Scientific, USA) dimenzija 50×2.1 mm, i sa veličinom čestica od 1.9  $\mu\text{m}$ . Mobilna faza se sastojala od 0,02% rastvora sirćetne kiseline (A) i acetonitrila (MS čistoće, Sigma Aldrich) (B), koji su eluirani prema sledećem gradientu koncentracija: 5–20% B tokom prvih 3 min, 20–40% B 3–5 min, 40–50% B 5–7.5 min, 50–60% B od 7.5 do 8.5 min, 60–95% B 8.5–10.5 min, 95% B 10.5–11.5 min, 95–5% B 11.5–12 min, i 5% B do 15 min. Protok je bio podešen na 0.4 ml/min a injekciona zapremina je bila 10  $\mu\text{l}$ .

TSQ Quantum Access Max maseni spektrometar bio je opremljen jonskim izvorom u obliku elektrosprej jonizacije (HESI), a podešavanja uređaja su obuhvatala temperaturu

jonske probe od 200 °C, voltaža od 4000 V, pritisak nosećeg gasa (N<sub>2</sub>) 50 AU (arbitrarne jedinice, eng. *arbitrary units*), pritisak gasa u jonskom izvoru 0 AU, pritisak auksilarnog gasa 20 AU, temperatura kapilare od 300 °C, podešavanje jonskih sočiva 0 V. Maseni spektrometar je podešen tako da snima mase u negativnom modu u opsegu  $m/z$  od 100 do 1000. U eksperimentima fragmentacije, disocijacija molekula je indukovana kolizijom, pri čemu je energija kolizije ćelije podešena na 30 eV. U cilju kvantifikacije polifenola, korišćen je SRM (eng. *single reaction monitoring*) eksperiment, koji se zasniva na odabiru karakterističnih masenih fragmenata, tj. produkt jona, koji su dijagnostički za analizirana jedinjenja.

Za kontrolu instrumenta korišćen je Xcalibur program, verzija 2.2 (ThermoFisher Scientific). Polifenoli su identifikovani direktnim poređenjem sa komercijalnim standardima, na osnovu retencionih vremena (Rt), MS i MS<sup>2</sup> spektara, i UV spektara. Kvantifikacija je urađena korišćenjem metode externog standarda. Stok rastvori standarda su pripremljeni rastvaranjem 1 mg čiste supstance u 1 ml metanola. Radne smeše standarda su pripremljene rastvaranjem stok rastvora u metanolu, tako da se dobije koncentracija od 100 µg ml<sup>-1</sup>. Dalji kalibracioni nivoi su dobijeni razblaživanjem radnog rastvora u metanolu. Pripremljeno je ukupno 15 kalibracionih nivoa smeše standarda, u opsegu koncentracija od 100 µg ml<sup>-1</sup> to 0.001 µg ml<sup>-1</sup>. Regresiona analiza je pokazala dobru linearnost kalibracionih kriva, sa korelacionim koeficijentima između  $r = 0,990$  i  $0,999$ ,  $p < 0,001$ . Ukupna količina svakog jedinjenja u uzorcima je određena na osnovu površine pikova, i izražena u jedinicama µg 100mg<sup>-1</sup> suve mase.

### 5.3. Proučavanje zemljišta

#### 5.3.1 Terenska istraživanja - uzorkovanje

Da bi se utvrdilo kako vrsta *A. lanceolatus* utiče na osobine zemljišta, na 16 lokaliteta (Kumodraž, Krnjača, Makiš, Košutnjak, Ada Medica, Veliko ratno ostrvo, Živača, Jakovo, Slankamen, Beška, Sremski Karlovci, Sremska Kamenica, Beočin, Zapadna Morava, Velika Morava i Tamiš) sprovedeno je istraživanje koje je obuhvatilo analizu osnovnih fizičkih i hemijskih osobina zemljišta. Na svakom lokalitetu odabrane su površine na kojima je vrsta *A. lanceolatus* formirala gust sklop, kao i površine na kojima dominira prirodna vegetacija (Slika 19). U okviru svake površine odabrano je 4

kvadranta, veličine 1 m<sup>2</sup>. U svakom kvadrantu sakupljeno je 5 uzoraka zemljišta veličine 10 x 10 cm, na dubini od 10 cm. U laboratoriji, iz zemljišnih uzorak su otklonjeni rizomi i korenovi biljaka, a zatim je zemljište osušeno do vazdušno suvog stanja i prosejano kroz sito od 2 mm. Od svakog od 5 uzorka iz jednog kvadranta odmereno je 200 g zemlje, zatim su ove odvage sastavljene čime je dobijen jedan uzorak. Na svakom lokalitetu analizirano je po 4 uzorka zemljišta sakupljenog sa površina na kojima je vrsta *A. lanceolatus* formirala gust sklop i površina na kojima dominira prirodna vegetacija (ukupno 128 uzoraka).

### 5.3.2 Laboratorijska proučavanja zemljišta

#### 5.3.2.1 Osnovne fizičke i hemijske analize zemljišta

U Tabeli 8 prikazani su analizirani parametri i primenjene analitičke metode.

Tabela 8. Parametri i referentne metode za analize zemljišta

| Parametar                                 | Jedinica mere  | Metod                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Granulometrijski sastav                   | %              | Pipet B metoda                                                                                                                           |
| pH (u H <sub>2</sub> O i 1 M KCL)         |                | Merenje potenciometrijski staklenom elektrodom                                                                                           |
| Električna konduktivnosti                 | μS/cm          | Merenje EC metrom                                                                                                                        |
| Ukupni C i ukupni humus                   | %              | Po metodi Tjurina                                                                                                                        |
| CaCO <sub>3</sub>                         | %              | Kalcimetar (ako je pH>7)                                                                                                                 |
| Hidrolitičke kiselosti                    | cmol/kg        | Kolorimetrijski titracijom sa 0,1M NaOH; adsorptivni kompleks - po Kappenu                                                               |
| Suma adsorbovanih baznih katjona          | cmol/kg, % (V) | Po Kappen-u                                                                                                                              |
| Ukupni azot                               | %              | Kjeldalh, makrometoda                                                                                                                    |
| Lako pristupačni oblik fosfora i kalijuma | mg/100g        | AL - metoda po Egner-Riehm-u                                                                                                             |
| Ukupni Ca, Mg, Cu i Zn                    | mg/kg          | Razaranje sa mešavinom HNO <sub>3</sub> i HCl u odnosu 1:3<br>Mereni: ICP-OES spektrometrom (Varian Vista-PRO, CCD Simultaneous ICP-OES) |

Određivanje granulometrijskog sastava zemljišta je izvršeno metodom sedimentacije uz primenu Na-pirofosfata kao peptizacionog sredstva (JDPZ, 1997). Na osnovu

procentualne zastupljenosti teksturnih frakcija u zemljištu određene su teksturne klase zemljišta pomoću trougla USDA (1951, u modifikaciji FAO, 1990).

Određivanje aktivne i supstitucione kiselosti zemljišnog rastvora je izvršeno prema JDPZ, 1966. Kiselost zemljišnog rastvora je izmerena pomoću pH metra (Consort C860, Consort bvba). Iz zemljišnog rastvora, pripremljenog za određivanje aktivne kiselosti izmeren je i električna konduktivnosti zemljišnog rastvora. Elektroprovodljivost je izmerena pomoću EC metra (Waterproof EC meter C66, Milwaukee).

Određivanje ukupnog ugljenika i ukupnog humusa u zemljišnom materijalu je izvršeno po metodi Tjurina (Džamić *et al.*, 1996).

Određivanje slobodnih karbonata u zemljištu je izvršeno kod uzoraka zemljišta čija je aktivna kiselost bila veća od pH 7 (Džamić *et al.*, 1996). Sadržaj  $\text{CaCO}_3$  određen je u kalcimetru (JDPZ, 1966).

Određivanje hidrolitičke kiselosti zemljišta je izvršeno kod uzoraka zemljišta čija je aktivna kiselost bila manja od pH 7 (Živković, 1966), metodom po Kappen-u (JDPZ, 1966).

Određivanje sume adsorbovanih baznih katjona (sume baza) je izvršeno kod uzoraka zemljišta čija je aktivna kiselost bila manja od pH 7, metodom po Kappen-u (Živković, 1966, JDPZ, 1966)). Suma adsorbovanih baznih katjona (S) izražena je u ekvivalentima milimola/100g zemljišta.

Na osnovu dobijenih vrednosti sume adsorbovanih baznih katjona (S) i ukupne hidrolitičke kiselosti zemljišta (T-S) izračunati su totalni kapacitet adsorpcije zemljišta (T) i stepen zasićenosti adsorptivnog kompleksa baznim katjonima (V). Totalni kapacitet adsorpcije zemljišta izražen je u ekvivalentima milimola/100g zemljišta, dok je stepen zasićenosti adsorptivnog kompleksa baznim katjonima izražen u procentima.

Određivanje ukupnog azota (N) u zemljištu prikupljenom na ispitivanim lokalitetima je izvršeno metodom po Kjeldahlu (JDPZ, 1966).

Određivanje lako pristupačnih oblika fosfora i kalijuma u zemljištu izvršeno je AL - metodom po Egner-Riehm-u (Džamić *et al.*, 1996). Za određivanje lako pristupačnih oblika fosfora intenzitet obojenja uzoraka je očitao na kolorimetru (Iskra MA 9507), dok su iz ostatka filtrata očitani lako pristupačni oblici kalijuma na plamenfotometru M6a (Dr. Bruno Lange GmbH).

Ekstrakcija makro- i mikroelemenata iz supstrata je vršena u carskoj vodi metodom ISO 11466 (Cools i De Vos, 2010).

Merenje koncentracije elemenata u zemljištu je izvršeno ICP-OES spektrometrom (Varian Vista-PRO, CCD Simultaneous ICP-OES) standardnom metodologijom (U.S. EPA, 2001). U zemljištu je određena koncentracija 4 elementa (Ca, Mg, Cu i Zn). U Tabeli 6 prikazane su talasne dužine merenja i limiti detekcije ispitivanih elemenata (Čule, 2016).

#### 5.4. Određivanje alelopatskog potencijala vrste *A. lanceolatus*

##### 5.4.1 Uzorkovanje biljnog materijala

Da bi se utvrdio alelopatski potencijal vrste *A. lanceolatus* u laboratorijskim uslovima, cele biljke su sakupljene na Adi Medici u Beogradu, početkom maja 2013. godine. Biljke su bile visine između 25 i 30 cm (Slika 28). Sakupljeni biljni materijal je ispran vodom i razvrstan na rizome, stablo i listove (Slika 28).



Slika 28. Izgled sakupljenih biljaka (levo) i vegetativni delovi korišćeni za dobijanje ekstrakta (desno)

Zelena salata (*Lactuca sativa* L.) i slačica (*Sinapis alba* L.) su korišćene kao test vrste. Proizvođač semena vrste *L. sativa* je Semenarnacoop (Petrovaradin, Srbija), dok je proizvođač semena *S. alba* Institut za medicinska istraživanja „Dr Josif Pančić“ (Beograd, Srbija).

#### **5.4.2 Uzorkovanje zemljišta**

Da bi se uporedio alelopatski potencijal površinskih slojeva zemljišta na kome je rasla vrsta *A. lanceolatus* sa površinskim slojem zemljišta na kome je rasla autohtona vegetacija odabrana su četiri lokaliteta: Beočin, Beška, Kumodraž i Sremski Karlovci. Postupak uzorkovanja zemljišta je opisan u tački 5.3.1.

#### **5.4.3 Priprema vodenog ekstrakta od svežih vegetativnih delova vrste *A. lanceolatus***

Da bi se dobili vodeni ekstrakti od svežih vegetativnih delova biljke, 50 g rizoma, stabla i listova je usitnjeno i posebno potopljeno u 250 ml vode i ostavljeno na 20 °C (Kil i Yun, 1992). Nakon 24 h, ekstrakti su filtrirani kroz 4 sloja gaze, a zatim i kroz filter papir. Dobijeni filtrat je zatim razblažen destilovanom vodom do 25%, 50% i 100% rastvora (Kil i Yun, 1992). pH vrednost filtriranih ekstrakta rizoma se kretala u granici od 6,55 do 6,81, pH ekstrakta stabla od 6,47 do 6,52 i pH ekstrakta listova se kretao od 6,47 do 6,62.

#### **5.4.4 Priprema vodenog ekstrakta od suvih vegetativnih delova vrste *A. lanceolatus***

Za pripremu vodenog ekstrakta, odmereno je po pedeset grama svežih rizoma, stabla i listova, grubo usitnjeno i sušeno tokom 48 h u sušnici na 40 °C (Othman *et al.*, 2012). Nakon sušenja, vegetativni delovi su usitnjeni do praha i posebno potopljeni u 250 ml vode. Posle 24 h na 20 °C, svaki vodeni ekstrakt je filtriran kroz filter papir, a filtrat je razblažen destilovanom vodom do 25%, 50% i 100% rastvora (Kil i Yun, 1992). pH vrednost filtriranih ekstrakta rizoma je bila između 6,98 i 7,21, pH ekstrakta stabla se kretao od 6,43 do 6,55, dok je pH ekstrakta listova bio u granici od 6,89 do 7,06.

#### **5.4.5 Priprema medijuma za klijanje semena - „sendvič metod“**

Da bi se uporedio alelopatski potencijal zemljišta na kome je rasla vrsta *A. lanceolatus* sa alelopatskim potencijalom zemljišta na kome je rasla autohtona vegetacija primenjen je „sendvič metod“ (agar + zemljište). U Petri posude prečnika 9 cm dodato je 3 g zemljišta, a zatim i 5 ml agra (0,75%), ohlađenog do 42°C (Fujii *et al.*, 2005; Iqbal *et al.*, 2004). Nakon što je sloj zemlja-agar očvrsnuo, dodato je još 3,2 ml agra.

#### 5.4.6 *Biološki test*

Dejstvo alelopatskih materija vrste *A. lanceolatus* je ispitano na semenu vrsta *L. sativa* i *S. alba*. Ove dve vrste su odabrane jer predstavljaju standardne vrste za ispitivanje alelopatskih uticaja. Pored toga, odlikuju se brzim rastom i velikom osetljivošću na bioaktivne supstance (Appiah *et al.*, 2015), što ih čini veoma pogodnim za ovakve testove.

U Petri posudu (9 mm), na filter papir navlažen sa 5 ml odgovarajućeg ekstrakta, stavljeno je 15 semena test vrste. Petri posude su smeštene u komoru za rast biljaka na 21 °C u uslovima svetlo/mrak (16/8). Kontrolni tretman je vlažen sa 5 ml destilovane vode (pH 6,81), a svi tretmani su ponovljeni 3 puta.

Da bi se utvrdilo da li povećanje koncentracije vodenog ekstrakta dobijenog od različitih vegetativnih delova biljke utiče na klijanje i rast test vrsta, nakon 7 dana od početka testa, utvrđen je procenat klijanja, dužina radikule i hipokotila, kao i suva masa test vrsta. Zbog propadanja semena tokom eksperimenta, umesto uobičajenog kriterijum za klijanje semena (probijanje semenjače radikulom), pojava kotiledona je utvrđena kao kriterijum klijanja. Broj propalih semena je takođe zabeležen. Nakon brojanja isključujući semena i merenja dužine radikule i hipokotila, klijavci su stavljeni u sušnicu na 70 °C. Nakon 48 h, merena je suva masa klijavaca.

Za ispitivanje uticaja zemljišta, korišćeno je seme vrste *L. sativa* (Slika 29). Na pripremljeni medijum, u svaku Petri posudu je stavljeno 15 semena vrste *L. sativa*. Tretman je ponovljen 3 puta sa zemljom uzorkovanom iz kvadranata u kojima je rasla vrsta *A. lanceolatus*, kao i sa zemljom uzorkovanom iz kvadranata u kojima je dominirala autohtona vegetacija. Nakon 3 dana, utvrđen je procenat klijanja, dužina radikule i hipokotila test vrste.



Slika 29. „Sendvič metod“ – izgled klijanaca nakon 3 dana

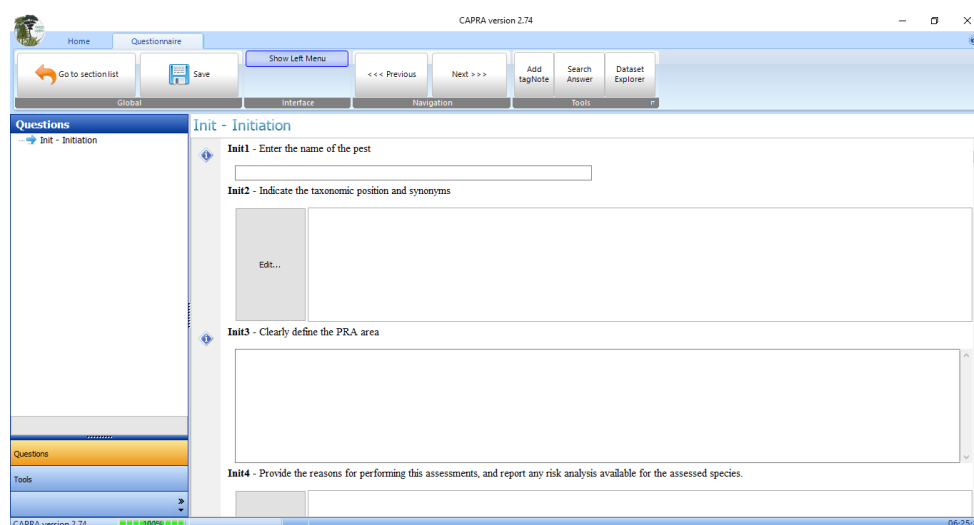
Dužina radikule i hipokotila, kao i suva masa klijavaca je izražena kao procenat inhibicije rasta klijavaca iz tretmana u odnosu na kontrolu, na osnovu formule (Othman *et al.*, 2012):

$$\% \text{ inhibicije rasta} = 100 (pc - pt) / pc \quad (13)$$

gde je: pc - dužine radikule, hipokotila ili suva masa klijavaca kontrole, pt - dužina radikule, hipokotila ili suva masa klijavaca iz tretmana.

#### 5.5. Analiza rizika od invazivne vrste *A. lanceolatus*

Pri izradi analize rizika od štetnih organizama, *eng. Pest risk analysis* (PRA), korišćena je aplikacija CAPRA ver. 2.74 (Computer Assisted Pest Risk Analysis) (Slika 30), koju je razvila Evropska i mediteranska organizacija za zaštitu bilja (EPPO), u okviru projekta PRATIQUE (Brunel *et al.*, 2010).



Slika 30. Izgled radnog okruženja aplikacije CAPRA

Izrada analize rizika zahteva prikupljanje informacija o invazivnim biljkama, po unapred određenom kriterijumu. Podaci su prikupljeni iz naučne literature, baza podataka o invazivnim vrstama, kao i kroz komunikaciju sa istraživačima koji se bave problematikom invazivnih vrsta (EPPO, 2012). Kada se dokumentuju osobine i uticaji invazivne vrste, priložene informacije moraju biti sa referencama kako bi se utvrdilo u kom regionu je utvrđen opisani uticaj. Za pitanja koja moraju biti ocenjena, prema (Branquart, 2007) koristi se trostruka skala (nizak, srednji, visok). Pored toga, nivo nesigurnosti se beleži za pitanja koja se odnose na širenje i uticaje invazivne vrste, uz navođenje razloga za nesigurnost. Nivo nesigurnosti može biti nizak, srednji i visok. Nesigurnost prilikom procene se može javiti ukoliko invazivna biljka nije prisutna na istraživanom području, pa su negativni uticaji vrste zabeleženi u drugim regionima. Takođe, nesigurnost pri proceni može biti izražena i za vrste koje su prisutne na području pod procenom, ukoliko vrsta pokazuje varijabilno ponašanje na različitim lokalitetima ili ukoliko postoje oprečne ili nedovoljne informacije o vrsti (Brunel *et al.*, 2010; EPPO, 2012).

Proces prioritizacije se sastoji iz dva dela. Kao rezultat prvog dela procene, invazivna vrsta se smešta na listu invazivnih vrsta, listu invazivnih vrsta koje treba pratiti ili listu invazivnih biljaka koje predstavljaju malu opasnost. Kada su nove informacije dostupne, vrste smeštene na listu vrsta koje treba pratiti se ponovo procenjuju. Drugi deo analize se radi samo za vrste za koje je prvi deo procesa pokazao da pripadaju listi invazivnih vrsta.

Ovaj deo procene utvrđuje da li međunarodne akcije mogu sprečiti introdukciju ili širenje invazivne vrste i ukoliko je odgovor pozitivan, vrši se detaljna analiza rizika kako bi se dale međunarodne preporuke radi sprečavanja introdukcije ili širenja vrste. Ukoliko rezultati analize utvrde da međunarodne akcije nisu potrebne, detaljna analiza rizika nije prioritet, ali se preporučuje primena različitih mera na nacionalnom nivou, kako bi se sprečilo dalje širenje i ublažili negativni uticaji invazivne vrste.

## **5.6. Predikcija rasprostranjenja vrste *A. lanceolatus***

U izradi modela za predikciju rasprostranjenja vrste *A. lanceolatus* primenjen je metod maksimalne entropije, uz korišćenje programa MaxEnt 3.3.1. (Phillips *et al.*, 2007) za modeliranje staništa vrsta. Program MaxEnt procenjuje potencijalnu distribuciju vrste na osnovu pronalaženja potencijalne distribucije maksimalne entropije (Ward, 2007). Ovo je jedan od najčešće korišćenih modela distribucije vrsta (ili modela ekoloških niša), koji koristi samo podatke o prisutnosti vrste (West *et al.*, 2016). Modeli ekoloških niša, na osnovu klime određuju povoljnost staništa za određenu vrstu, koristeći podatke o distribuciji te vrste (Bradley *et al.*, 2010).

Model je urađen za područje Srbije, a za podatke o prisutnosti vrste, korišćeno je 16 lokaliteta koji su obrađivani u ovoj doktorskoj disertaciji.

Za izgradnju modela korišćeno je 19 predikativnih varijabli (

Tabela 9): 18 bioklimatskih, preuzetih iz WorldClim baze (Hijmans *et al.*, 2005) i nadmorska visina lokaliteta. Podaci su korišćeni u prostornoj rezoluciji od 30'' (sekunde ugla - *eng. arc-seconds*), dobijeni interpolacijom klimatskih podataka u GRID formatu, za referentni period od 1961-1990 godine. Odgovarajuće varijable za budućnost izračunate su preko izlaznih podataka EBU-POM modela (Djurdjevic i Rajkovic, 2010; Đurđević, 2010) za period 2061-2080 godine. Povezani klimatski model EBU-POM (*eng. Eta Belgrade University – Princeton Ocean Model*) je model koji uspešno projektuje predikciju klimatskih parametara za područje jugoistočne Evrope i Srbiju (Djurdjevic i Rajkovic, 2010; Ruml *et al.*, 2012). Simulacija varijabli za budućnost izvršena je prema A2 scenariju, četvrtog IPCC izveštaja o emisijama gasova staklene bašte. Međunarodni panel za klimatske promene – IPCC (*eng. Intergovernmental panel on climate change*) je procenio moguće buduće emisije gasova staklene bašte kao posledice tehnološkog, socijalnog i ekonomskog razvoja čovečanstva i definisao ih kroz 4 familije scenarija (A1,

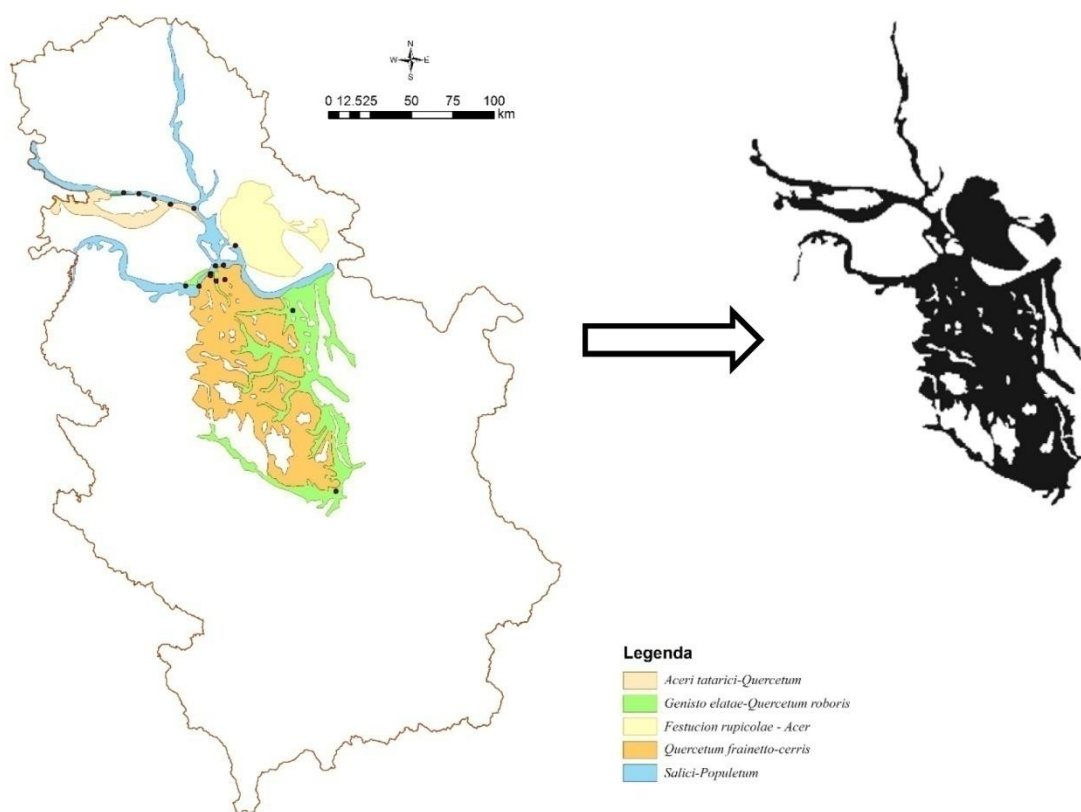
B1, A2 i B2) (Čavlović, 2017). Scenario A2 važi za „visok“ scenario (Đurđević, 2010) i predviđa heterogeno društvo sa stalnim povećanjem svetske populacije i neprekidnim porastom CO<sub>2</sub>. S obzorom na veliki porast emisije gasova staklene bašte od 2000. godine, ovaj scenario predstavlja realniji izbor budućih scenarija u poređenju sa ostalim scenarijima (Ruml *et al.*, 2012).

Tabela 9. Varijable predikcije

| R.br. | Varijable predikcije                                    |
|-------|---------------------------------------------------------|
| 1.    | Srednja godišnja temperatura (Bio 1)                    |
| 2.    | Amplituda dnevnog kolebanja temperature vazduha (Bio 2) |
| 3.    | Izotermalnost (Bio 3)                                   |
| 4.    | Sezonska temperatura (Bio 4)                            |
| 5.    | Maksimalna temperatura najtoplijeg meseca (Bio 5)       |
| 6.    | Minimalna temperatura najhladnijeg meseca (Bio 6)       |
| 7.    | Srednja temperatura najvlažnijeg kvartala (Bio 8)       |
| 8.    | Srednja temperatura najsuvljeg kvartala (Bio 9)         |
| 9.    | Srednja temperatura najtoplijeg kvartala (Bio 10)       |
| 10.   | Srednja temperatura najhladnijeg kvartala (Bio 11)      |
| 11.   | Godišnja suma padavina (Bio 12)                         |
| 12.   | Padavine najvlažnijeg meseca (Bio 13)                   |
| 13.   | Padavine najsuvljeg meseca (Bio 14)                     |
| 14.   | Sezonska padavine (Bio 15)                              |
| 15.   | Padavine najvlažnijeg kvartala (Bio 16)                 |
| 16.   | Padavine najsuvljeg kvartala (Bio 17)                   |
| 17.   | Padavine najtoplijeg kvartala (Bio 18)                  |
| 18.   | Padavine najhladnijeg kvartala (Bio 19)                 |
| 19.   | Nadmorska visina lokaliteta                             |

Korišćene su standardne postavke modela, uz 15 ponavljanja. Svaki put je korišćen nasumični skup podataka u odnosu 75% (trening) / 25% (test skupa).

Kao ograničavajući faktor, odnosno sredstvo za otklanjanje greške modela korišćena je takozvana *bias* mapa, koja se u ovom slučaju odnosila na prirodne potencijalne zajednice u kojima je *A. lanceolatus* već evidentiran (Slika 31).



Slika 31. Bias mapa

Pouzdanost modela potencijalne rasprostranjenosti vrste *Aster lanceolatus* je procenjena ROC (eng. receiver operating characteristic curve) krivom i procenom AUC (eng. area under the receiver operating characteristic curve) vrednosti. ROC kriva meri kvalitet rangiranja staništa (Fielding i Bell, 1997; Phillips i Dudík, 2008). AUC vrednost predstavlja verovatnoću da nasumice odabrano mesto prisutnosti ima višu vrednost od mesta odsutnosti (Phillips i Dudík, 2008). Maksimalna vrednost AUC je 1, a kada je preko 0,75 modeli se ocenjuju kao pouzdani (Elith, 2000; Phillips i Dudík, 2008). Za svako ponavljanje izračunata je AUC vrednost, kao i prosečna AUC vrednost 15 ponavljanja.

### 5.7. Statistička obrada podataka

Da bi se ispitale razlike između svojstava zemljišta sakupljenog u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* i svojstavazemljišta u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom, kao i razlike između merenih parametara vrste *A. lanceolatus* i parametara biljaka iz prirodne

vegetacije u sadržaju kvantifikovanih elemenata u nadzemnoj biomasi primenjena je jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA) i Fišerov LSD test ( $P < 0,05$ ).

Da bi se izvršilo poređenje vrsta gajenih u hidrokulturi, u tretmanu  $N_{min}$  i kontroli K i kulturama (monokultura i mešovita kultura), primenjena je jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA), jer dvofaktorska ANOVA nije pokazala statistički značajnu interakciju između tretmana i kulture. Rezultati dvofaktorske ANOVE nisu prikazani u radu.

Kako bi se ispitale razlike u broju semena, kao i razlike parametra klijanja semena iz terminalnih i bočnih delova cvasti i razlike između lokaliteta u Eksperimentu I upotrebljena je jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA), a zatim i Fišerov LSD testom ( $P < 0,05$ ).

Da bi se utvrdio uticaj primenjenih tretmana na klijanje semena vrste *A. lanceolatus* (Eksperiment II), kao i razlike između lokaliteta primenjena je jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA), a zatim i Fišerov LSD test ( $P < 0,05$ ).

Sličnosti i razlike između analiziranih parametara klijanja (Eksperiment II) po lokalitetima utvrđene su pomoću klaster analize, pri čemu su korišćeni: metod prostog povezivanja (*eng. Single Linkage, Nearest Neighbor*), uz pomoć kog se vrednosti za lokalitete sa najkraćim distancama za odabrana svojstva grupišu u klaster, naredne vrednosti im se pridružuju ili formiraju novu grupu, dok se sve dobijene vrednosti ne ujedine u zajedničku grupu; i metod UPGMA (*eng. unweighted pair - group method using arithmetic averages*) koja definiše udaljenost između dva klastera kao prosek udaljenosti između svih parova koji se mogu definisati i uzima u obzir informacije o svim parovima objekata između dva klastera, zbog čega se preferira u odnosu na prethodnu metodu. Za obe metode je korišćena euklidska udaljenost.

Uticaj različitih koncentracija vodenog ekstrakta na klijanje test vrsta kao i uticaj zemljišta na klijanje test vrste je analiziran jednofaktorskom analizom varijanse (ANOVA), a zatim i Fišerovim LSD testom ( $P < 0,05$ ).

Razlike u sadržaju fenolnih jedinjenja u različitim organima vrste *A. lanceolatus* (cvet, list, stablo) kao i razlike između lokaliteta ispitane su jednofaktorskom analizom varijanse (ANOVA), a zatim i Fišerovim LSD testom ( $P < 0,05$ ).

Analiza glavnih komponenti (PCA) je primenjena na setu od 14 varijabli koje predstavljaju fenolna jedinjenja koja su identifikovana i kvantifikovana u različitim

biljnim organima (cvet, list i rizom) 10 populacija vrste vrste *A. lanceolatus*. Metoda je urađena kako bi se utvrdile sličnosti i razlike u sadržaju fenolnih jedinjenja u odnosu na lokalitete, kao i na vegetativni organ biljke.

Pre primene jednofaktorske analize varijanse, za procentualne vrednosti primenjena je arcsine transformacija. Takođe, za podatke koji su odstupali od normalne raspodele primenjena je logaritamska transformacija. Sve statističke analize su izvedene korišćenjem statističkih programa: STATGRAPHICS Centurion KSVI (Statpoint Technologies, Inc., Warrenton, VA, USA), Stata 12.0 (StataCorp, CollegeStation, TX, USA) i Microsoft EXCEL 2013.

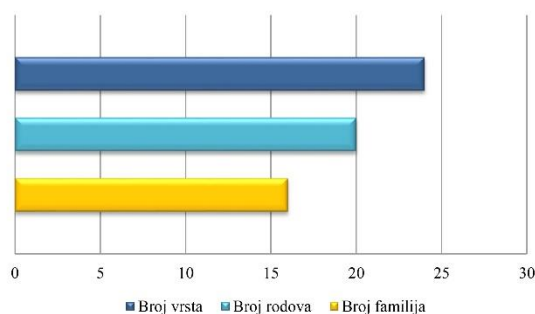
## 6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

### 6.1. Fitocenološka analiza

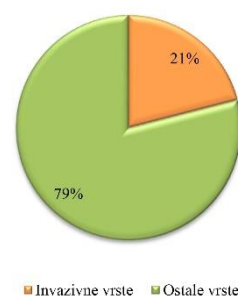
Fitocenološka analiza je urađena na 16 lokaliteta (Tabela 10).

#### 6.1.1 Fitocenološka analiza na lokalitetu Ada Medica

Ada Medica je vikend naselje, pa je jak antropogeni uticaj na floru ovog lokaliteta očekivan. Antropogeni uticaj uslovio je promenu sastava i strukture fitocenoza na ovom prostoru. Na proučavanom lokalitetu zabeleženo je 16 familija, 20 rodova i 24 vrste od kojih su 21% invazivne (Grafikon 2 i 3).



Grafikon 2. Broj vrsta, rodova i familija na lokalitetu Ada Medica



Grafikon 3. Odnos broja invazivnih i ostalih vrsta na lokalitetu Ada Medica

Na istraživanom lokalitetu (Tabela 10, lok. 1) od drvenastih vrsta najzastupljenije su *Alnus glutinosa*, *Fraxinus americana*, *Ulmus laevis*, *Populus alba* i *P. nigra*. Pored njih zabeležene su i sledeće sađene drvenaste vrste: *Acer saccharinum*, *Morus alba*, *M. nigra* i *Betula pendula*.

U spratu žbunja najdominantnije su vrste *Vitis vinifera* subsp. *silvestris* (2.3) i *Rubus caesius* (2.2). Takođe, u spratu žbunja, zabeležena je i invazivna vrsta *Amorpha fruticosa*.

Tabela 10. Jedinstvena fitocenološka tabela proučavanih lokaliteta

| Vrsta                                      | Rod              | Familija      | Lokalitet |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |    | SP |
|--------------------------------------------|------------------|---------------|-----------|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|----|----|
|                                            |                  |               | 1         | 2   | 3   | 4   | 5   | 6  | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12 | 13 | 14  | 15  | 16 |    |
| Nadmorska visina                           |                  |               | 71        | 78  | 105 | 73  | 192 | 70 | 159 | 72  | 82  | 82  | 83  | 76 | 73 | 71  | 139 | 74 |    |
| Ekspozicija                                |                  |               | S         | NE  | N   | W   | E   | N  | NW  | S   | NE  | N   | NE  | SW | NE | NE  | S   | N  |    |
| Sprat drveća                               |                  |               |           |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |    |    |
| <i>Robinia pseudoaccacia</i> L.            | <i>Robinia</i>   | Fabaceae      |           | +   | 1.2 |     | 2.3 |    |     |     | 1.2 | 2.2 |     | +2 |    |     | +2  | +1 | II |
| <i>Salix alba</i> L.                       | <i>Salix</i>     | Salicaceae    |           | 4.4 |     | 4.4 |     | +  |     |     |     | +   | 2.2 |    |    |     | 2.3 |    | II |
| <i>Acer negundo</i> L.                     | <i>Acer</i>      | Sapindaceae   |           | +   | +1  | 1.1 |     | +  |     | 2.2 |     |     | +2  |    |    |     |     |    | II |
| <i>Populus nigra</i> L.                    | <i>Populus</i>   | Salicaceae    | 1.1       | 4.4 |     | 4.4 |     |    |     |     |     | 1.1 | 1.1 |    |    |     |     |    | II |
| <i>Populus alba</i> L.                     | <i>Populus</i>   | Salicaceae    | 1.1       | 1.1 |     | 2.2 |     |    |     |     |     | 2.2 |     |    |    |     | 2.2 |    | II |
| <i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle | <i>Ailanthus</i> | Simaroubaceae |           | +   | 1.2 |     | +1  |    |     |     |     |     | +2  |    |    |     |     |    | II |
| <i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.        | <i>Alnus</i>     | Betulaceae    | 2.2       | +   |     |     |     |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |    | I  |
| <i>Betula pendula</i> Roth                 | <i>Betula</i>    | Betulaceae    | +1        | +1  |     |     |     |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |    | I  |
| <i>Fraxinus excelsior</i> L.               | <i>Fraxinus</i>  | Oleaceae      | +         |     |     |     | 1.2 |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |    | I  |
| <i>Fraxinus americana</i> L.               | <i>Fraxinus</i>  | Oleaceae      | +         |     |     |     |     |    |     |     |     |     | +   |    |    |     |     |    | I  |
| <i>Morus alba</i> L.                       | <i>Morus</i>     | Moraceae      | +         | +   |     |     |     |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |    | I  |
| <i>Prunus spinosa</i> L.                   | <i>Prunus</i>    | Rosaceae      |           |     |     |     | +   |    |     |     |     |     | +   |    |    |     |     |    | I  |
| <i>Pyrus</i> sp.                           | <i>Pyrus</i>     | Rosaceae      |           | +   |     |     |     |    |     |     |     |     |     |    | +  |     |     |    | I  |
| <i>Clematis vitalba</i> L.                 | <i>Clematis</i>  | Ranunculaceae |           |     |     |     | +   |    |     |     |     |     | +   |    |    |     |     |    | I  |
| <i>Fraxinus ornus</i> L.                   | <i>Fraxinus</i>  | Oleaceae      |           |     |     | 3.2 |     |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |    | I  |
| <i>Carpinus betulus</i> L.                 | <i>Carpinus</i>  | Corylaceae    |           |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |    |    | 2.2 |     |    | I  |
| <i>Juglans regia</i> L.                    | <i>Juglans</i>   | Juglandaceae  |           |     |     |     | 2.2 |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |    | I  |
| <i>Acer saccharinum</i> L.                 | <i>Acer</i>      | Sapindaceae   | 1.1       |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |    | I  |
| <i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.             | <i>Prunus</i>    | Rosaceae      |           |     |     |     | +   |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |    | I  |
| <i>Cornus sanguinea</i> L.                 | <i>Cornus</i>    | Cornaceae     |           | +   |     |     |     |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |    | I  |
| <i>Acer campestre</i> L.                   | <i>Acer</i>      | Sapindaceae   |           | +   |     |     |     |    |     |     |     |     |     |    |    |     |     |    | I  |

| Vrsta                                                             | Rod               | Familija       | Lokalitet |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | SP  |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                                                   |                   |                | 1         | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  |     |
| <i>Morus nigra</i> L.                                             | <i>Morus</i>      | Moraceae       | +         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | I   |
| <i>Corylus avellana</i> L.                                        | <i>Corylus</i>    | Corylaceae     |           |     |     |     | +   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | I   |
| <i>Ficus carica</i> L.                                            | <i>Ficus</i>      | Moraceae       |           |     |     |     | +   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | I   |
| <i>Tilia tomentosa</i> Moench                                     | <i>Tilia</i>      | Malvaceae      |           |     |     |     | +   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | I   |
| <i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marshall                            | <i>Fraxinus</i>   | Oleaceae       |           |     |     |     |     |     |     | +   |     |     |     |     |     |     |     |     | I   |
| Sprat žbunja                                                      |                   |                |           |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Amorpha fruticosa</i> L.                                       | <i>Amorpha</i>    | Fabaceae       | 1.3       | 2.3 | 1.1 | 2.2 |     | +   | +   | 1.3 |     | 2.3 | 1.2 | 1.2 |     | 1.2 |     |     | IV  |
| <i>Rubus caesius</i> L.                                           | <i>Rubus</i>      | Rosaceae       | 2.2       | 2.2 | 2.3 | 2.2 | +   |     |     | 1.1 |     | 1.2 | 2.2 |     | 1.2 | 2.3 |     |     | IV  |
| <i>Sambucus ebulus</i> L.                                         | <i>Sambucus</i>   | Adoxaceae      |           |     | +2  |     |     |     |     |     |     | +2  | +2  |     | 1.2 | 2.2 |     |     | II  |
| <i>Vitis vinifera</i> L. subsp. <i>silvestris</i> (C. Gmel.) Hegi | <i>Vitis</i>      | Vitaceae       | 2.3       |     |     | 1.1 |     |     |     |     |     |     | 1.1 |     |     |     |     |     | I   |
| <i>Robinia pseudoaccacia</i> L.                                   | <i>Robinia</i>    | Fabaceae       |           | 1.1 |     |     |     |     |     |     | 2.2 |     |     |     |     |     |     |     | I   |
| <i>Sambucus nigra</i> L.                                          | <i>Sambucus</i>   | Adoxaceae      |           |     |     |     |     |     |     | +   |     |     | +   |     |     |     |     |     | I   |
| <i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.                              | <i>Calystegia</i> | Convolvulaceae |           |     |     |     |     | 1.1 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | I   |
| <i>Reynoutria japonica</i> Houtt.                                 | <i>Reynoutria</i> | Polygonaceae   |           |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | +2  |     |     |     | I   |
| <i>Rosa canina</i> L.                                             | <i>Rosa</i>       | Rosaceae       |           |     |     |     |     |     |     |     |     |     | +   |     |     |     |     |     | I   |
| <i>Syringa vulgaris</i> L.                                        | <i>Syringa</i>    | Oleaceae       |           |     |     |     | +   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | I   |
| <i>Cornus mas</i> L.                                              | <i>Cornus</i>     | Cornaceae      |           |     |     |     | +   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | I   |
| Sprat prizemne flore                                              |                   |                |           |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Aster lanceolatus</i> Willd.                                   | <i>Aster</i>      | Compositae     | 4.4       | 3.3 | 4.4 | 4.4 | 3.3 | 4.4 | 4.4 | 4.5 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 2.3 | 2.3 | 4.5 | 2.3 | 1.1 | V   |
| <i>Cichorium intybus</i> L.                                       | <i>Cichorium</i>  | Compositae     | +         | +   | +   |     | +   | +   | +   | +   |     | +   |     | 2.1 |     | +   |     |     | IV  |
| <i>Urtica dioica</i> L.                                           | <i>Urtica</i>     | Urticaceae     | +         | +2  | +1  |     | +   | +1  | 1.1 | +1  |     |     | 1.1 |     |     | 1.1 |     |     | III |
| <i>Artemisia vulgaris</i> L.                                      | <i>Artemisia</i>  | Compositae     |           |     | +1  |     | +   | 1.1 | 1.1 |     |     |     | +1  |     | 1.1 | +   | 2.2 |     | III |
| <i>Erigeron annuus</i> (L.) Desf.                                 | <i>Erigeron</i>   | Compositae     | +         |     |     | +2  | 2.3 | +   | 1.1 |     |     | +   |     |     |     | +   |     | +2  | III |
| <i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski                               | <i>Elytrigia</i>  | Poaceae        | 2.2       |     |     |     | 3.3 | 1.1 | 3.3 | 3.3 | +1  |     |     |     |     | +   |     |     | III |

| Vrsta                                     | Rod                | Familija       | Lokalitet |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     | SP  |
|-------------------------------------------|--------------------|----------------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                           |                    |                | 1         | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10 | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  |     |
| <i>Dactylis glomerata</i> L.              | <i>Dactylis</i>    | Poaceae        |           |     | 1.1 |     |     | +   | +1  | +1  | +3  | +1 |     |     | 2.3 |     |     |     | II  |
| <i>Rumex obtusifolius</i> L.              | <i>Rumex</i>       | Polygonaceae   |           |     |     |     | +   |     | 1.1 | 1.3 |     | +2 | 1.1 |     | 1.2 | +   |     |     | III |
| <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.         | <i>Cirsium</i>     | Compositae     |           |     | +   |     | +2  | +   | +   |     | +1  | +1 |     |     | 1.2 |     |     |     | III |
| <i>Convolvulus arvensis</i> L.            | <i>Convolvulus</i> | Convolvulaceae |           |     |     |     | 1.1 | +   | 1.1 | +   |     |    | +1  |     |     | +   |     |     | II  |
| <i>Trifolium pratense</i> L.              | <i>Trifolium</i>   | Fabaceae       |           | +   | +   |     |     | +   |     |     |     |    |     | +1  |     | +   |     | +1  | II  |
| <i>Populus alba</i> L.                    | <i>Populus</i>     | Salicaceae     | +         |     | +2  |     |     |     |     | +   |     |    |     |     |     | +1  |     | 1.1 | II  |
| <i>Trifolium repens</i> L.                | <i>Trifolium</i>   | Fabaceae       |           | +   |     |     | +2  | +   |     |     |     |    |     | +2  |     | +   |     |     | II  |
| <i>Ranunculus repens</i> L.               | <i>Ranunculus</i>  | Ranunculaceae  |           | +   |     | +1  |     |     |     |     |     |    |     | +1  | +   | +   |     |     | II  |
| <i>Achillea millefolium</i> L.            | <i>Achillea</i>    | Compositae     |           | +   |     |     | +   |     | +   | +   |     |    |     | 1.1 |     |     |     |     | II  |
| <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud. | <i>Phragmites</i>  | Poaceae        |           | 2.2 | 1.3 |     | 1.2 |     |     |     | 3.2 |    |     |     |     |     |     |     | II  |
| <i>Xanthium strumarium</i> L.             | <i>Xanthium</i>    | Compositae     |           |     |     | 1.1 |     |     |     |     | 2.2 |    |     |     | +2  |     | 1.1 |     | II  |
| <i>Lythrum salicaria</i> L.               | <i>Lythrum</i>     | Lythraceae     |           |     |     | +1  |     | 1.1 | 1.1 |     |     |    |     |     |     |     |     | 1.1 | I   |
| <i>Chenopodium album</i> L.               | <i>Chenopodium</i> | Amaranthaceae  |           | 1.1 |     |     |     | 1.1 | +1  |     |     |    |     |     |     |     | 1.1 |     | II  |
| <i>Potentilla reptans</i> L.              | <i>Potentilla</i>  | Rosaceae       |           | 1.2 |     |     |     | +   |     |     | +2  |    |     | 1.2 |     |     |     |     | II  |
| <i>Glechoma hederacea</i> L.              | <i>Glechoma</i>    | Lamiaceae      |           | 1.3 |     | +   | +   |     |     |     |     |    |     |     |     | 1.3 |     |     | II  |
| <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.        | <i>Cynodon</i>     | Poaceae        |           |     |     |     |     | +   |     |     | +2  | +2 |     | +2  |     |     |     |     | I   |
| <i>Ballota nigra</i> L.                   | <i>Ballota</i>     | Lamiaceae      |           | +   |     |     | +2  |     |     |     | +   | +1 |     |     |     |     |     |     | II  |
| <i>Plantago major</i> L.                  | <i>Plantago</i>    | Plantaginaceae |           | +1  |     |     | +   |     |     |     | +2  |    |     |     |     |     |     | +   | II  |
| <i>Lotus corniculatus</i> L.              | <i>Lotus</i>       | Fabaceae       |           |     |     |     |     | +   |     |     |     |    |     | +2  |     | +   |     | +1  | II  |
| <i>Symphytum officinale</i> L.            | <i>Symphytum</i>   | Boraginaceae   | +         |     |     |     |     |     | +   | +1  |     |    |     |     |     | +   |     |     | I   |
| <i>Euphorbia palustris</i> L.             | <i>Euphorbia</i>   | Euphorbiaceae  | +         |     |     |     |     | +   |     | +   |     |    |     |     |     |     |     | +   | II  |
| <i>Agrostis stolonifera</i> L.            | <i>Agrostis</i>    | Poaceae        |           |     | +2  |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     | 3.4 |     | 2.2 | I   |
| <i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.       | <i>Sorghum</i>     | Poaceae        |           |     |     |     |     |     |     |     | 1.2 |    |     |     | 2.3 |     | 2.2 |     | I   |
| <i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.     | <i>Setaria</i>     | Poaceae        |           |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     | 1.1 | 1.2 |     | 1.1 |     | I   |
| <i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Besser     | <i>Rorippa</i>     | Brassicaceae   |           |     |     | +1  |     |     |     |     |     |    |     |     |     | 2.2 | +1  |     | I   |
| <i>Mentha longifolia</i> (L.) L.          | <i>Mentha</i>      | Lamiaceae      |           |     |     |     | +1  |     | 1.1 |     |     |    |     |     |     |     |     | +2  | I   |
| <i>Lolium perenne</i> L.                  | <i>Lolium</i>      | Poaceae        |           |     |     |     |     | +   |     |     | +2  |    |     | 3.3 |     |     |     |     | I   |

| Vrsta                                               | Rod                 | Familija          | Lokalitet |     |     |   |    |     |     |     |     |    |     |     |    |    |     |    | SP |
|-----------------------------------------------------|---------------------|-------------------|-----------|-----|-----|---|----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|----|----|-----|----|----|
|                                                     |                     |                   | 1         | 2   | 3   | 4 | 5  | 6   | 7   | 8   | 9   | 10 | 11  | 12  | 13 | 14 | 15  | 16 |    |
| <i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Delarbre        | <i>Persicaria</i>   | Polygonaceae      |           |     |     |   |    |     |     |     | 2.3 |    |     |     |    | +  |     | +3 | I  |
| <i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.                | <i>Calystegia</i>   | Convolvulaceae    |           |     |     |   |    | 1.1 | 1.1 |     |     |    |     |     |    | +  |     |    | I  |
| <i>Melilotus alba</i> Medik.                        | <i>Melilotus</i>    | Fabaceae          |           |     |     |   | +1 | +   |     |     |     |    |     |     |    |    | 1.2 |    | I  |
| <i>Bidens tripartitus</i> L.                        | <i>Bidens</i>       | Compositae        | +1        |     |     |   |    |     |     | +   |     |    |     |     |    | +1 |     |    | I  |
| <i>Rumex conglomeratus</i> Murray                   | <i>Rumex</i>        | Polygonaceae      |           | 1.3 |     | + |    |     |     |     |     |    |     |     |    |    |     | +  | I  |
| <i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. & A. Gray | <i>Echinocystis</i> | Cucurbitaceae     |           |     |     |   |    |     |     | +   |     |    |     |     |    | +  | 1.2 |    | I  |
| <i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg.               | <i>Taraxacum</i>    | Compositae        |           |     |     |   | +  |     |     |     |     |    |     | 1.2 |    | +  |     |    | I  |
| <i>Hordeum murinum</i> L.                           | <i>Hordeum</i>      | Poaceae           |           |     |     |   |    | +   | +   |     |     |    |     |     |    | +  |     |    | I  |
| <i>Humulus lupulus</i> L.                           | <i>Humulus</i>      | Cannabaceae       |           |     |     | + |    |     | +   |     |     |    |     |     | +  |    |     |    | I  |
| <i>Ulmus laevis</i> Pall.                           | <i>Ulmus</i>        | Ulmaceae          | 2.2       |     |     |   |    |     |     | 3.3 |     |    |     |     |    |    |     |    | I  |
| <i>Stellaria media</i> (L.) Cirillo                 | <i>Stellaria</i>    | Caryophyllaceae   |           | 2.2 |     |   |    |     |     |     |     |    | 1.2 |     |    |    |     |    | I  |
| <i>Datura stramonium</i> L.                         | <i>Datura</i>       | Solanaceae        |           | 1.2 |     |   |    |     |     |     |     |    |     |     |    |    | 1.2 |    | I  |
| <i>Dipsacus laciniatus</i> L.                       | <i>Dipsacus</i>     | Caprifoliaceae    |           |     |     |   |    |     |     |     | 1.1 | +3 |     |     |    |    |     |    | I  |
| <i>Aristolochia clematitis</i> L.                   | <i>Aristolochia</i> | Aristolochioideae | 1.1       |     |     |   |    |     |     |     |     |    |     |     |    | +3 |     |    | I  |
| <i>Phalaroides arundinacea</i> (L.) Rauschert       | <i>Phalaroides</i>  | Poaceae           |           |     | 1.1 |   |    |     |     |     |     |    |     |     |    | +3 |     |    | I  |
| <i>Salix alba</i> L.                                | <i>Salix</i>        | Salicaceae        |           |     | +2  |   |    |     |     |     | 1.1 |    |     |     |    |    |     |    | I  |
| <i>Festuca valesiaca</i> Gaudin                     | <i>Festuca</i>      | Poaceae           |           |     |     |   |    |     |     |     |     | +1 |     | 1.1 |    |    |     |    | I  |
| <i>Poa trivialis</i> L.                             | <i>Poa</i>          | Poaceae           |           |     |     |   |    |     |     | 1.3 |     |    |     |     |    | +  |     |    | I  |
| <i>Sanguisorba minor</i> Scop.                      | <i>Sanguisorba</i>  | Rosaceae          |           | 1.3 |     |   |    |     |     |     | +2  |    |     |     |    |    |     |    | I  |
| <i>Erigeron canadensis</i> L.                       | <i>Erigeron</i>     | Compositae        | +         |     |     |   |    |     |     |     |     |    |     |     |    |    | 2.2 |    | I  |
| <i>Sisymbrium orientale</i> L.                      | <i>Sisymbrium</i>   | Brassicaceae      |           |     |     |   |    |     |     |     |     |    | +1  |     |    |    | +2  |    | I  |
| <i>Securigera varia</i> (L.) Lassen                 | <i>Securigera</i>   | Fabaceae          |           |     |     |   |    |     |     | +   |     | +3 |     |     |    |    |     |    | I  |
| <i>Vicia cracca</i> L.                              | <i>Vicia</i>        | Fabaceae          |           |     |     |   |    | +2  | +   |     |     |    |     |     |    |    |     |    | I  |
| <i>Arctium lappa</i> L.                             | <i>Arctium</i>      | Compositae        |           | +   |     |   |    |     |     |     |     |    |     | +2  |    |    |     |    | I  |

| Vrsta                                        | Rod                  | Familija      | Lokalitet |     |   |    |    |   |     |   |    |    |    |    |    |     |    |     | SP |
|----------------------------------------------|----------------------|---------------|-----------|-----|---|----|----|---|-----|---|----|----|----|----|----|-----|----|-----|----|
|                                              |                      |               | 1         | 2   | 3 | 4  | 5  | 6 | 7   | 8 | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14  | 15 | 16  |    |
| <i>Daucus carota</i> L.                      | <i>Daucus</i>        | Apiaceae      |           |     |   |    | +2 |   |     |   |    |    |    | +  |    |     |    |     | I  |
| <i>Galium aparine</i> L.                     | <i>Galium</i>        | Rubiaceae     |           |     |   |    |    |   |     |   |    |    |    |    |    | +   | +1 |     | I  |
| <i>Holcus lanatus</i> L.                     | <i>Holcus</i>        | Poaceae       |           |     |   |    |    |   |     | + | +1 |    |    |    |    |     |    |     | I  |
| <i>Geranium robertianum</i> L.               | <i>Geranium</i>      | Geraniaceae   |           | +   |   |    |    |   |     | + |    |    |    |    |    |     |    |     | I  |
| <i>Mentha arvensis</i> L.                    | <i>Mentha</i>        | Lamiaceae     |           |     |   |    |    | + | +   |   |    |    |    |    |    |     |    |     | I  |
| <i>Consolida regalis</i> Gray                | <i>Consolida</i>     | Ranunculaceae |           |     |   |    |    | + | +   |   |    |    |    |    |    |     |    |     | I  |
| <i>Typha latifolia</i> L.                    | <i>Typha</i>         | Typhaceae     |           |     |   |    |    |   |     |   |    |    |    |    |    |     |    | 3.3 | I  |
| <i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P. Beauv.  | <i>Deschampsia</i>   | Poaceae       |           | 2.3 |   |    |    |   |     |   |    |    |    |    |    |     |    |     | I  |
| <i>Carex remota</i> L.                       | <i>Carex</i>         | Cyperaceae    |           | 2.3 |   |    |    |   |     |   |    |    |    |    |    |     |    |     | I  |
| <i>Equisetum telmateia</i> Ehrh.             | <i>Equisetum</i>     | Equisetaceae  |           |     |   |    |    |   | 2.2 |   |    |    |    |    |    |     |    |     | I  |
| <i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) Palla    | <i>Bolboschoenus</i> | Cyperaceae    |           |     |   |    |    |   |     |   |    |    |    |    |    |     |    | 2.2 | I  |
| <i>Juncus jacquinii</i> L.                   | <i>Juncus</i>        | Juncaceae     |           |     |   |    |    |   |     |   |    |    |    |    |    |     |    | 2.2 | I  |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv. | <i>Echinochloa</i>   | Poaceae       |           | 1.2 |   |    |    |   |     |   |    |    |    |    |    |     |    |     | I  |
| <i>Prunella vulgaris</i> L.                  | <i>Prunella</i>      | Lamiaceae     |           | 1.2 |   |    |    |   |     |   |    |    |    |    |    |     |    |     | I  |
| <i>Eleocharis palustris</i> (L.) R. Br.      | <i>Eleocharis</i>    | Cyperaceae    |           |     |   |    |    |   |     |   |    |    |    |    |    |     |    | 1.2 | I  |
| <i>Lysimachia vulgaris</i> L.                | <i>Lysimachia</i>    | Primulaceae   |           |     |   |    |    |   |     |   |    |    |    |    |    | 1.2 |    |     | I  |
| <i>Amaranthus retroflexus</i> L.             | <i>Amaranthus</i>    | Amaranthaceae |           |     |   |    |    |   | 1.1 |   |    |    |    |    |    |     |    |     | I  |
| <i>Hedera helix</i> L.                       | <i>Hedera</i>        | Araliaceae    | 1.1       |     |   |    |    |   |     |   |    |    |    |    |    |     |    |     | I  |
| <i>Salvia verticillata</i> L.                | <i>Salvia</i>        | Lamiaceae     |           |     |   |    |    |   | 1.1 |   |    |    |    |    |    |     |    |     | I  |
| <i>Galium mollugo</i> L.                     | <i>Galium</i>        | Rubiaceae     |           |     |   |    |    |   | 1.1 |   |    |    |    |    |    |     |    |     | I  |
| <i>Polygonum aviculare</i> L.                | <i>Polygonum</i>     | Polygonaceae  |           |     |   |    |    |   | 1.1 |   |    |    |    |    |    |     |    |     | I  |
| <i>Lycopus europaeus</i> L.                  | <i>Lycopus</i>       | Lamiaceae     |           |     |   |    |    |   |     |   |    |    |    |    |    |     |    | 1.1 | I  |
| <i>Salix cinerea</i> L.                      | <i>Salix</i>         | Salicaceae    |           |     |   |    |    |   |     |   |    |    |    |    |    |     |    | 1.1 | I  |
| <i>Salix alba</i> L.                         | <i>Salix</i>         | Salicaceae    |           |     |   |    |    |   |     |   |    |    |    |    |    |     |    | 1.1 | I  |
| <i>Lysimachia nummularia</i> L.              | <i>Lysimachia</i>    | Primulaceae   |           |     |   | +2 |    |   |     |   |    |    |    |    |    |     |    |     | I  |

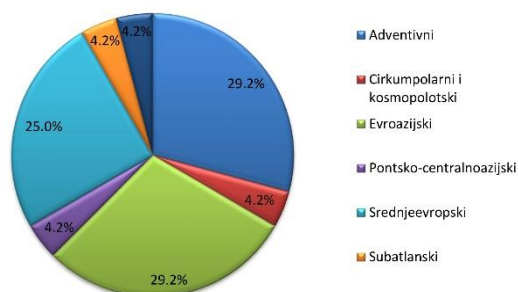
| Vrsta                                                            | Rod                  | Familija         | Lokalitet |    |   |    |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    | SP |
|------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------|-----------|----|---|----|----|---|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                                                                  |                      |                  | 1         | 2  | 3 | 4  | 5  | 6 | 7  | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |    |
| <i>Myosotis scorpioides</i> L.                                   | <i>Myosotis</i>      | Boraginaceae     |           |    |   | +2 |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    | I  |
| <i>Iris graminea</i> L.                                          | <i>Iris</i>          | Iridaceae        |           |    |   |    |    |   |    |   |   |    |    |    |    | +3 |    |    | I  |
| <i>Bromus hordeaceus</i> L.                                      | <i>Bromus</i>        | Poaceae          |           |    |   |    |    |   |    |   |   |    |    | +2 |    |    |    |    | I  |
| <i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve                         | <i>Fallopia</i>      | Polygonaceae     |           | +2 |   |    |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    | I  |
| <i>Chrysopogon gryllus</i> (L.) Trin.                            | <i>Chrysopogon</i>   | Poaceae          |           |    |   |    |    |   |    |   |   | +1 |    |    |    |    |    |    | I  |
| <i>Koeleria macrantha</i> (Ledeb.) Schult.                       | <i>Koeleria</i>      | Poaceae          |           |    |   |    |    |   |    |   |   | +1 |    |    |    |    |    |    | I  |
| <i>Festuca valesiaca</i> subsp. <i>parviflora</i> (Hack.) Tracey | <i>Festuca</i>       | Poaceae          |           |    |   |    |    |   |    |   |   | +1 |    |    |    |    |    |    | I  |
| <i>Inula helenium</i> L.                                         | <i>Inula</i>         | Compositae       |           |    |   |    |    |   |    |   |   |    |    | +1 |    |    |    |    | I  |
| <i>Cherophyllum aureum</i> L.                                    | <i>Chaerophyllum</i> | Apiaceae         |           |    |   |    | +1 |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    | I  |
| <i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke                           | <i>Silene</i>        | Caryophyllaceae  |           |    |   |    |    |   | +1 |   |   |    |    |    |    |    |    |    | I  |
| <i>Veronica anagalis-aquatica</i> L.                             | <i>Veronica</i>      | Scrophulariaceae |           |    |   |    |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    | +1 |    | I  |
| <i>Solidago gigantea</i> Aiton                                   | <i>Solidago</i>      | Compositae       |           |    |   |    |    |   | +1 |   |   |    |    |    |    |    |    |    | I  |
| <i>Stachys palustris</i> L.                                      | <i>Stachys</i>       | Lamiaceae        |           |    |   |    |    |   |    |   |   |    |    |    |    | +  |    |    | I  |
| <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.                       | <i>Capsella</i>      | Brassicaceae     |           |    |   |    |    | + |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    | I  |
| <i>Carex distans</i> L.                                          | <i>Carex</i>         | Cyperaceae       |           |    |   |    |    | + |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    | I  |
| <i>Lactuca serriola</i> L.                                       | <i>Lactuca</i>       | Compositae       |           |    |   |    |    |   | +  |   |   |    |    |    |    |    |    |    | I  |
| <i>Silene latifolia</i> Poir.                                    | <i>Silene</i>        | Caryophyllaceae  |           |    |   |    |    |   | +  |   |   |    |    |    |    |    |    |    | I  |
| <i>Poa pratensis</i> L.                                          | <i>Poa</i>           | Poaceae          |           | +  |   |    |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    | I  |
| <i>Tussilago farfara</i> L.                                      | <i>Tussilago</i>     | Compositae       |           |    |   |    |    |   |    | + |   |    |    |    |    |    |    |    | I  |
| <i>Anisantha sterilis</i> (L.) Nevski                            | <i>Anisantha</i>     | Poaceae          |           |    |   |    |    |   |    |   |   |    |    |    |    | +  |    |    | I  |
| <i>Linaria vulgaris</i> Mill.                                    | <i>Linaria</i>       | Scrophulariaceae |           |    |   |    |    |   | +  |   |   |    |    |    |    |    |    |    | I  |
| <i>Papaver rhoeas</i> L.                                         | <i>Papaver</i>       | Papaveraceae     |           |    |   |    |    |   | +  |   |   |    |    |    |    |    |    |    | I  |
| <i>Roripa amphibia</i> (L.) Besser                               | <i>Roripa</i>        | Brassicaceae     |           |    |   |    |    |   | +  |   |   |    |    |    |    |    |    |    | I  |

| Vrsta                               | Rod               | Familija     | Lokalitet |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    | SP |
|-------------------------------------|-------------------|--------------|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                                     |                   |              | 1         | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |    |
| <i>Alisma plantago-aquatica</i> L.  | <i>Alisma</i>     | Alismataceae |           |   |   | + |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    | I  |
| <i>Galium palustre</i> L.           | <i>Galium</i>     | Rubiaceae    |           |   |   | + |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    | I  |
| <i>Oenanthe aquatica</i> (L.) Poir. | <i>Oenanthe</i>   | Apiaceae     |           |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | +  | I  |
| <i>Geum urbanum</i> L.              | <i>Geum</i>       | Rosaceae     |           |   |   |   | + |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    | I  |
| <i>Hypericum perforatum</i> L.      | <i>Hypericum</i>  | Clusiaceae   |           |   |   |   |   |   |   |   | + |    |    |    |    |    |    |    | I  |
| <i>Centaurium erythraea</i> Rafn    | <i>Centaurium</i> | Gentianaceae |           |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | +  | I  |
| <i>Tanacetum vulgare</i> L.         | <i>Tanacetum</i>  | Compositae   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | +  |    |    |    |    | I  |

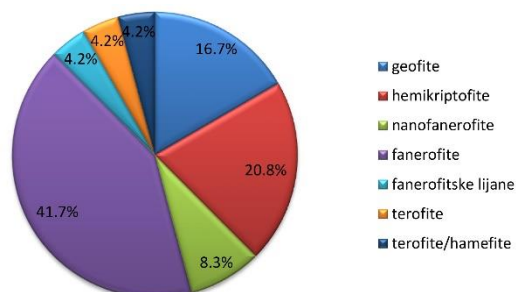
Lokaliteti: (1) Ada Medica, (2) Beočin, (3) Beška, (4) Jakovo, (5) Košutnjak, (6) Krnjača, (7) Kumodraž, (8) Makiš, (9) Slankamen, (10) Sremska Kamenica, (11) Sremski Karlovci, (12) Tamiš, (13) Velika Morava, (14) Veliko ratno ostrvo, (15) Zapadna Morava, (16) Živača; SP - stepen prisustva

Na celoj površini na istraživanom lokalitetu u prizemnom spratu jasno se uočava dominacija vrste *Aster lanceolatus* (4.4). U nešto većem broju javlja se i vrsta *Elytrigia repens* (2.2), *Bidens tripartitus* (+.1), *Hedrea helix* (1.1) i *Aristolochia clematitis* (1.1), dok se prisustvo ostalih vrsta u prizemnom spratu može označiti ocenom +. U florističkom smislu istraživani lokalitet je siromašan.

Najzastupljeniji su adventivni i evroazijski florni elementi, a najmanje pontsko-centralnoazijski, cirkumpolarni i kosmopolitski, subatlanski i submediteranski (Grafikon 4). U spektru životne forme preovlađuju fanerofite i hemikriptofite (Grafikon 5), dok su fanerofitske liane, terofite i terofito/hamefite najmanje zastupljene.



Grafikon 4. Odnos flornih elemenata na lokalitetu Ada Medica

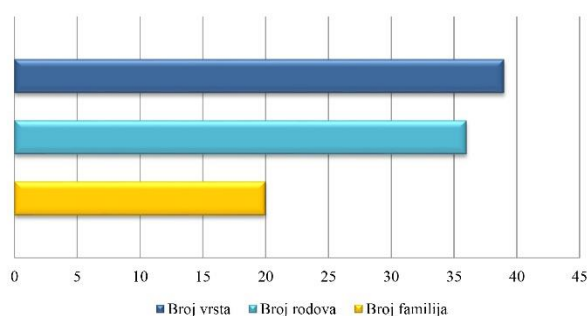


Grafikon 5. Odnos životnih formi na lokalitetu Ada Medica

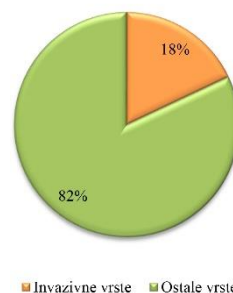
### 6.1.2 Fitocenološka analiza na lokalitetu Beočin

Na lokalitetu Beočin koji se nalazi uz Dunav autohtona vegetacija *Salici-Populetum* je u znatnoj meri degradirana. Zabeležena je 39 biljna vrsta, koje mogu biti svrstane u 36 rodova i 20 familija (Grafikon 6). Pored toga, 18% biljnih vrsta pripada kategoriji invazivnih (Grafikon 7).

U spratu drveća (Tabela 10, lok. 2) dominiraju edifikatori zajednice: *Salix alba* (4.4), *Populus alba* (1.1) i *P. nigra* (4.4). Pored njih javljaju se i sledeće vrste: *Betula pendula*, *Acer campestre*, *Alnus glutinosa* i dr.



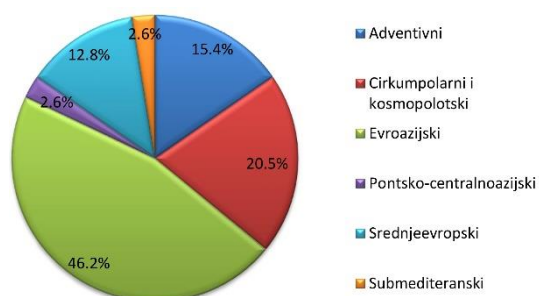
Grafikon 6. Broj vrsta, rodova i familija na lokalitetu Beočin



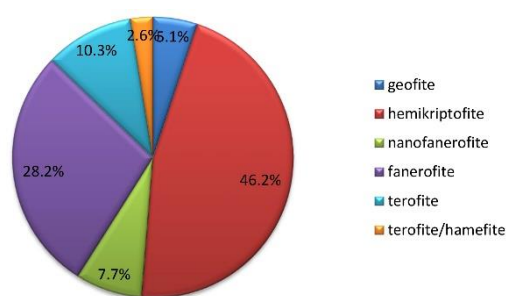
Grafikon 7. Odnos broja invazivnih i ostalih vrsta na lokalitetu Beočin

U spratu žbunja sa većom zastupljenošću zabeležene su i invazivne vrste *Amorpha fruticosa* i *Robinia pseudoacacia*. *Amorpha fruticosa* je u spratu žbunja najdominantnija vrsta.

Sprat prizemne flore potpuno je potisnula vrsta *Aster lanceolatus*, posebno u pojasu širine od oko 30 m uz reku. Broj individua u populaciji je veoma velik. Udaljavajući se od rečnog toka, u spratu prizemne flore konstatuje se sve veći broj vrsta koje čine karakteristične vrste autohtone zajednice. Značajno učešće imaju vrste *Phragmites australis* (2.2), *Carex remota* (2.3), *Deschampsia caespitosa* (2.3), *Rumex conglomeratus* (1.3), *Echinochloa crus-galli* (1.2), *Potentilla reptans* (1.2), *Sanguisorba minor* (1.3), *Prunella vulgaris* (1.2) i dr. Sa jedne strane istraživani lokalitet je ograničen lokalnim putem. U tom delu zabeleženo je nekoliko ruderalnih vrsta koje grade guste populacije: *Urtica dioica*, *Chenopodium album*, *Fallopia convolvulus*.



Grafikon 8. Odnos flornih elemenata na lokalitetu Beočin



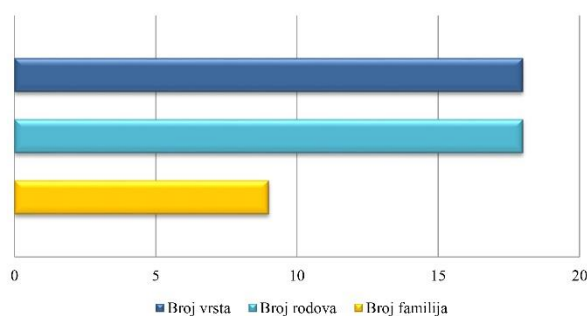
Grafikon 9. Odnos životnih formi na lokalitetu Beočin

Najzastupljeniji su evroazijski florni elementi, a najmanje pontsko-centralnoazijski i submediteranski (Grafikon 8). Na Grafikon 9 se zapaža da u spektru životnih formi dominiraju hemikriptofite (46,2%) i fanerofite (28,2%).

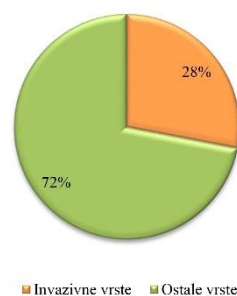
### 6.1.3 Fitocenološka analiza na lokalitetu Beška

Proučavani lokalitet se nalazi u blizini obale Dunava (150 m) i ispod mosta. Pored toga značajno je istaći blizinu preseka dva najvažnija evropska koridora koji prolaze kroz Srbiju, Dunava i auto-puta E-75. Sve navedeno predstavlja značajne faktore koji utiču na floristički sastav i strukturu odabranog lokaliteta.

U istraživanoj biljnoj zajednici konstatovano je 9 familija, 18 rodova i 18 vrsta (Grafikon 10), od kojih je 28% invazivnih (Grafikon 11).

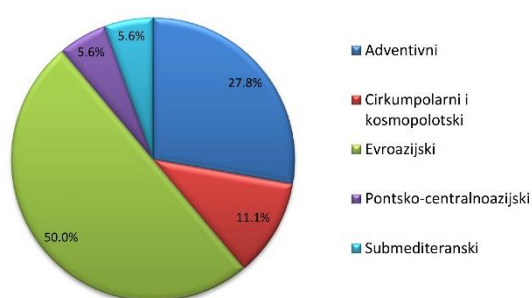


Grafikon 10. Broj vrsta, rodova i familija na lokalitetu Beška

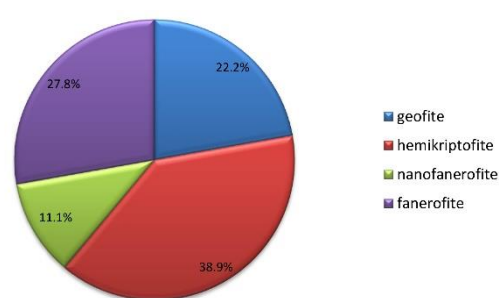


Grafikon 11. Odnos broja invazivnih i ostalih vrsta na lokalitetu Beška

Na lokalitetu (Tabela 10, lok. 3) dominira vrsta *Aster lanceolatus* (4.4). Duž granica lokaliteta zabeležena je vrsta *Rubus caesus* čija brojnost i socijalnost iznosi 2.3. Mestimični se javljaju elementi autohtone vegetacije koja je značajno degradirana. *Phragmites australis* se javlja sa brojnošću i socijalnošću 1.3, zatim vrste *Salix alba*, *Populus nigra* i *P. alba* sa brojnošću i socijalnošću +.2. Uz ivicu lokaliteta zabeležene su sledeće invazivne vrste: *Robinia pseudoacacia* (1.2), *Ailanthus altissima* (1.2) i *Acer negundo* (+.2). Ruderalne vrste su zabeležene, takođe uz ivicu proučavanog lokaliteta: *Rubus caesius*, *Sambucus ebulus*, *Cirsium arvense*, *Poa pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Setaria viridis*, *Artemisia vulgaris* i dr.



Grafikon 12. Odnos flornih elemenata na lokalitetu Beška

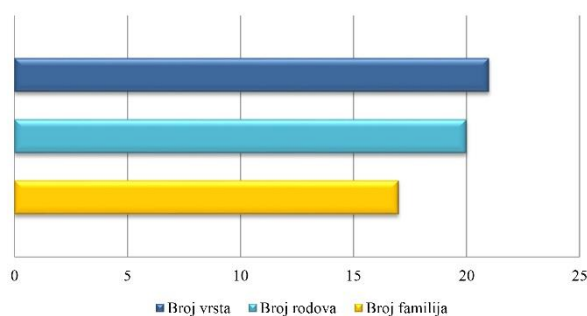


Grafikon 13. Odnos životnih formi na lokalitetu Beška

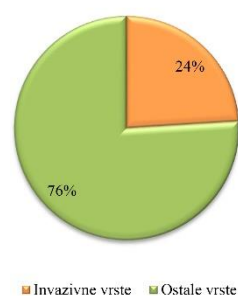
Najzastupljeniji su evroazijski florni elementi, a najmanje ponto-centralnoazijski i submediteranski (Grafikon 12). Analizom biološkog spektra konstatovano je 4 životne forme od kojih su zastupljenije hemikriptofite (38,9%), zatim fanerofite (27,8%), geofite (22,2%) i nanofanerofite sa najmanjom procentualnom zastupljenošću (11,1%) (Grafikon 13).

#### 6.1.4 Fitocenološka analiza na lokalitetu Jakovo

Izabrani lokalitet se nalazi u blizini naselja Jakovo na aluvijalnoj ravni reke Save. Na ovom lokalitetu je zabeležena 21 biljna vrsta, 20 rodova i 17 familija (Grafikon 14). U odnosu na ukupan broj vrsta, 24% čine invazivne vrste (Grafikon 15).



Grafikon 14. Broj vrsta, rodova i familija na lokalitetu Jakovo



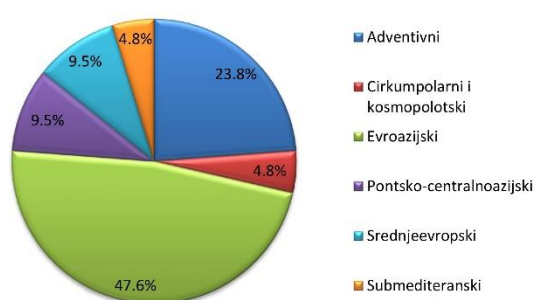
Grafikon 15. Odnos broja invazivnih i ostalih vrsta na lokalitetu Jakovo

Prirodna vegetacija na ovom lokalitetu je *Salici-Populetum nigrae* (Tabela 10, lok. 4). U značajnoj meri je degradirana usled intenzivne antropopresije. Očuvana je fragmentarno u veoma uzanom pojasu. Edifikatori fitocenoze *Populus nigra* i *Salix alba*

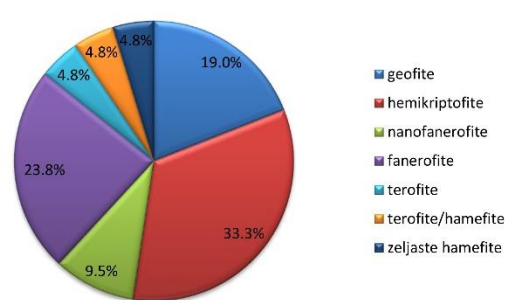
imaju oznaku 4.4 za brojnost i pokrovnost. Pored ove dve vrste u spratu drveća javljaju se *Fraxinus ornus* (3.2), *Populus alba* (2.2) i invazivna vrsta *Acer negundo* (1.1).

U spratu žbunja konstatovane su 4 vrste: *Rubus caesius* (2.2), *Vitis vinifera* (1.1) i invazivna vrsta *Amorpha fruticosa* (2.2).

U spratu zeljastih biljaka dominira vrsta *Aster lanceolatus* (4.4) koja je u potpunosti potisnula autohtone vrste. Brojnost i socijalnost ostalih vrsta veoma je mala. Neke od njih su: *Glechoma hederacea*, *Rumex conglomerates*, *Erigeron annuus*, *Ranunculus repens* i dr.



Grafikon 16. Odnos flornih elemenata na lokalitetu Jakovo

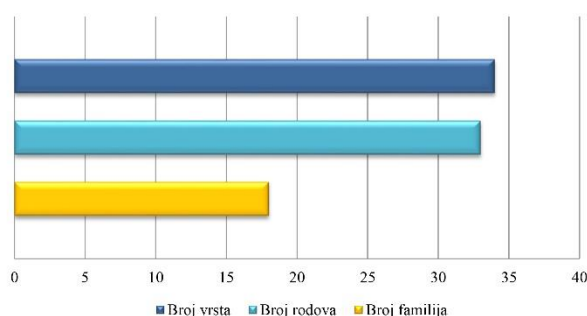


Grafikon 17. Odnos životnih formi na lokalitetu Jakovo

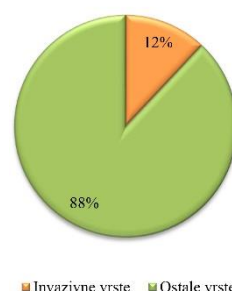
Fitogeografskom analizom konstatovano je 6 flornih elemenata od koji su najzastupljeniji evroazijski, a najmanje submediteranski i cirkumpolarni i kosmopolitski (Grafikon 16). Kada se posmatraju životne forme, zapaža se najveća zastupljenost hemikriptofita (33,3%) i fanerofita (23,8%), dok su terofite, terofito/hamefite i zeljaste hamefite zastupljene sa 4,8% (Grafikon 17).

#### 6.1.5 Fitocenološka analiza na lokalitetu Košutnjak

Istraživani lokalitet se nalazi na obodu šume koja pripada svezi *Quercion petraeae-cerris*. I na ovom lokalitetu, vegetacija je značajno antropogeno izmenjena. Ukupno je zabeleženo 34 biljne vrste, svrstanih u 33 roda i 18 familija (Grafikon 18). Zabeleženo je 4 invazivne vrste, što čini 12% od ukupnog broja biljaka (Grafikon 19).



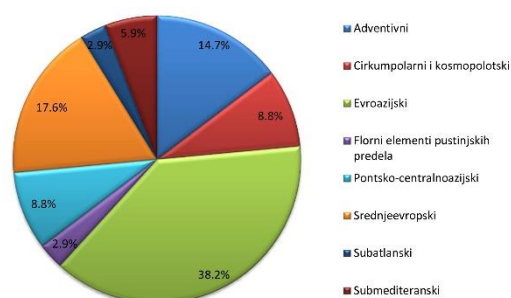
Grafikon 18. Broj vrsta, rodova i familija na lokalitetu Košutnjak



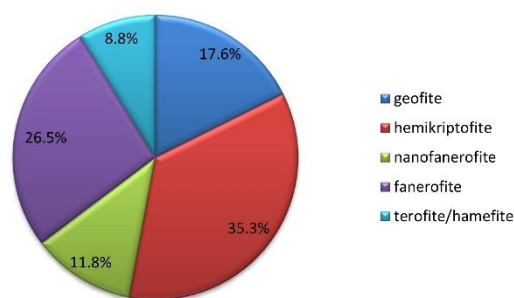
Grafikon 19. Odnos broja invazivnih i ostalih vrsta na lokalitetu Košutnjak

Kao na skoro svim istraživanim lokalitetima, dominantna vrsta je *Aster lanceolatus* (4.3). Od drvenastih vrsta (Tabela 10, lok. 5) zabeležene su invazivne vrste *Ailanthus altissima* (+.1) i *Robinia pseudoacacia* (2.3), zatim *Juglans regia* (2.2), *Fraxinus excelsior* (1.2) i po jedna individua vrsta *Prunus cerasifera*, *P. spinosa*, *Corylus avellana*, *Ficus carica* i *Tilia tomentosa*.

Pored dominantne vrste *Aster lanceolatus*, sa velikom brojnošću i socijalnošću javlja se vrsta *Elytrigia repens* (3.3), *Erigeron annuus* (2.3), što takođe ukazuje na jačinu antropogenog uticaja na ovo stanište. Na snažnu antropopresiju takođe ukazuju i sledeće vrste: *Ballota nigra*, *Trifolium repens*, *Cirsium arvense*, *Melilotus alba* i *Daucus carota* čija se brojnost i socijalnost mogu označiti ocenom (+.2). Značajno je napomenuti da je na lokalitetu zabeležena i vrsta *Phragmites australis*, čija brojnost i socijalnost iznose 1.2. Ostale vrste se javljaju u malom procentu.



Grafikon 20. Odnos flornih elemenata na lokalitetu Košutnjak



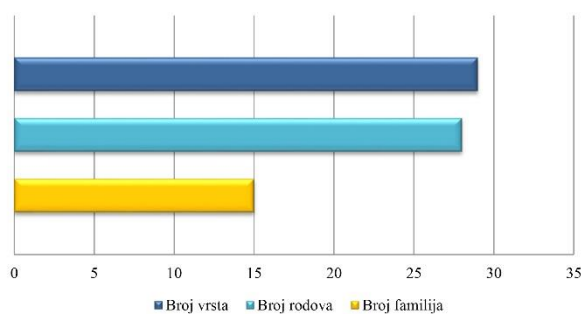
Grafikon 21. Odnos životnih formi na lokalitetu Košutnjak

Fitogeografskom analizom konstatovano je 8 flornih elemenata. Najbrojniji su evroazijski, dok su florni elementi pustinjaških predela i subatlantski zastupljeni u najmanjoj meri (Grafikon 20). Na Grafikon 21 se zapaža da u spektru životnih formi dominiraju hemikriptofite (35,3%) i fanerofite (26,5%).

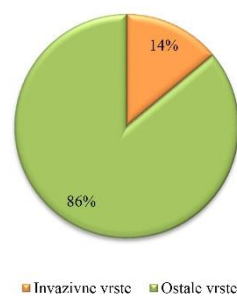
#### 6.1.6 Fitocenološka analiza na lokalitetu Krnjača

Istraživani lokalitet u naselju Krnjača nalaze se u okviru bloka novih zgrada. Površina je napuštena, trenutno nema nikakvu namenu i ne održava se. Sa jedne strane oivičena je kanalom što je uticalo i na floristički sastav ovog lokaliteta.

Na lokalitetu Krnjača zabeleženo je 15 familija, 28 rodova i 29 biljnih vrsta (Grafikon 22), od kojih je 14% invazivnih (Grafikon 23).



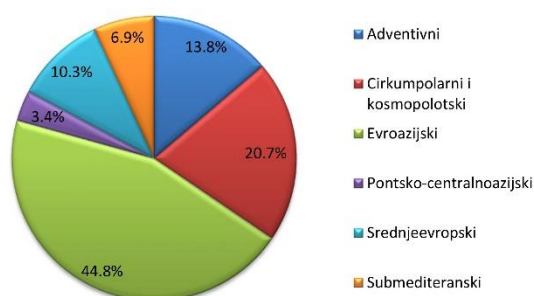
Grafikon 22. Broj vrsta, rodova i familija na lokalitetu Krnjača



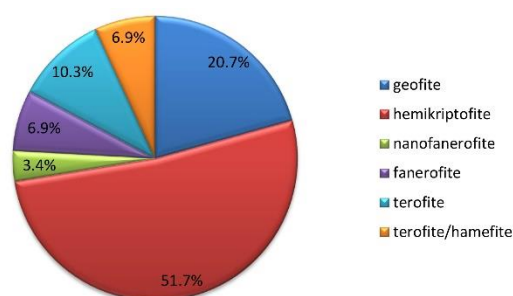
Grafikon 23. Odnos broja invazivnih i ostalih vrsta na lokalitetu Krnjača

Na lokalitetu (Tabela 10, lok. 6) se uočava jasna dominacija vrste *Aster lanceolatus* (4.4). Sa nižim stepenom prisustva zabeležene su sledeće vrste: *Elytrigia repens*, *Lolium perenne*, *Convolvulus arvensis*, *Calystegia sepium*, *Lythrum salicaria*, *Euphorbia palustris*, *Mentha arvensis*, *Erigeron annuus*, *Vicia cracca*, *Cirsium arvense*, *Acer negundo* i *Amorpha fruticosa*. Uz pomenuti kanal zabeleženo je i jedno stablo vrste *Salix alba*.

Najzastupljeniji su evroazijski florni elementi (44,8%), a najmanje pontsko-centralnoazijski (3%) (Grafikon 24). Analizom biološkog spektra konstatovano je 6 životnih formi od kojih su najzastupljenije hemikriptofite (51,7%), a najmanje nanofanerofite (Grafikon 25).



Grafikon 24. Odnos flornih elemenata na lokalitetu Krnjača

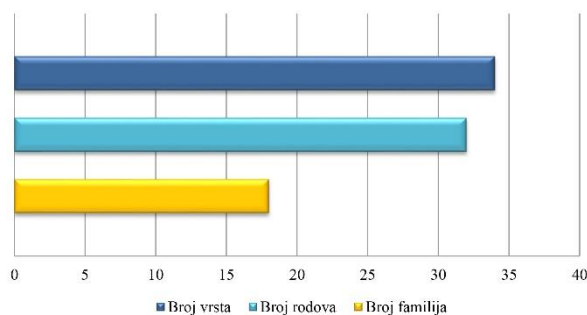


Grafikon 25. Odnos životnih formi na lokalitetu Krnjača

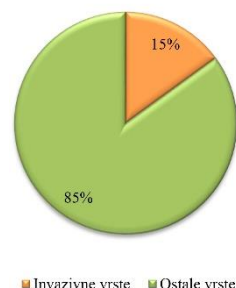
### 6.1.7 Fitocenološka analiza na lokalitetu Kumodraž

U Kumodražu je istraživana livada tipa *Calystegio-Equsetetum telmateiae*, a obrađena su tri lokaliteta. Lokalitet se nalazi u blizini potoka. S obzirom da se lokalitet nalazi i u blizini naselja koje se sve više širi, antropogeni uticaj i ovde je značajno izražen.

Na lokalitetu Kumodraž, zabeleženo je 34 biljne vrste, svrstanih u 32 rodova i 18 familija (Grafikon 26). U odnosu na ukupan broj vrsta, invazivne vrste su zastupljene sa 15% (Grafikon 27).



Grafikon 26. Broj vrsta, rodova i familija na lokalitetu Kumodraž

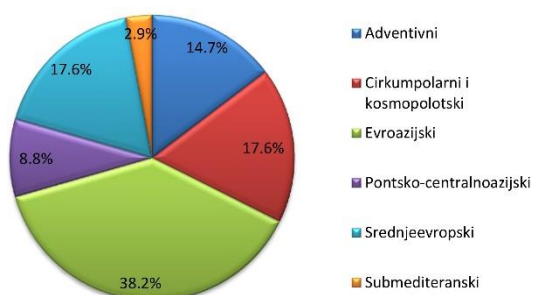


Grafikon 27. Odnos broja invazivnih i ostalih vrsta na lokalitetu Kumodraž

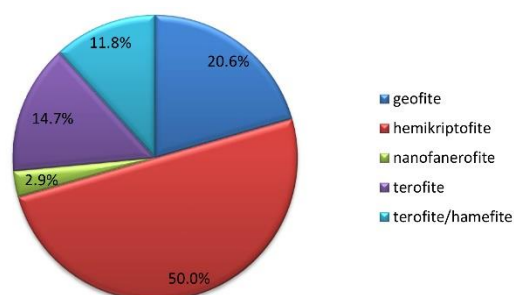
Vrsta *Aster lanceolatus* (4.4) je dominantna i značajno je potisnula vrste edifikatore zajednice *Calystegio-Equsetetum telmateiae* (Tabela 10, lok. 7). Brojnost i socijalnost vrste *Equisetum telmateia* iznosi 2.2, dok se brojnost i socijalnost vrste *Calystegia sepium* može označiti ocenom 1.1. Ostale vrste javljaju se sa veoma malim procentom zastupljenosti: *Elytrigia repens*, *Convolvulus arvensis*, *Dactylis glomerata*, *Salvia*

*verticillata*, *Galium mollugo*, *Rumex obtusifolius*, *Silene vulgaris*, *Linaria vulgaris*, *Mentha longifolia* i dr.

Fitogeografskom analizom konstatovano je 6 flornih elemenata od koji su najzastupljeniji evroazijski, a najmanje submediteranski (Grafikon 28). Kao i na predhodnm lokalitetu, u spektru životne forme preovlađuju hemikriptofite, dok su nanofanerofite najmanje zastupljene (Grafikon 29).



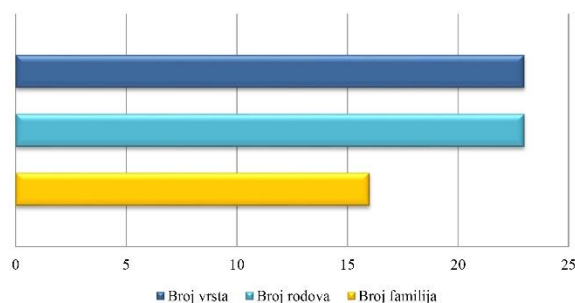
Grafikon 28. Odnos flornih elemenata na lokalitetu Kumodraž



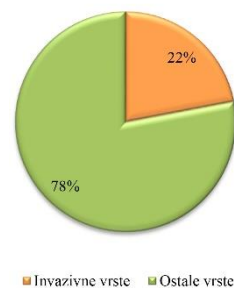
Grafikon 29. Odnos životnih formi na lokalitetu Kumodraž

### 6.1.8 Fitocenološka analiza na lokalitetu Makiš

Na istraživanom lokalitetu nalazi se antropogeno podignuta šumska kultura hrasta lužnjaka (*Quercus robur*). Na floristički sastav fitocenoze ovog lokaliteta u velikoj mjeri utiče blizina ugostiteljski i rekreativni objekti i fabrika, kao i vode koja se nalaze u njegovoj blizini. Podignuta šumska kultura se može oceniti kao neuspela pošto je uočena velika brojnost invazivnih vrsta koje ne dozvoljavaju rast i razvoj vrste *Q. robur*.



Grafikon 30. Broj vrsta, rodova i familija na lokalitetu Makiš

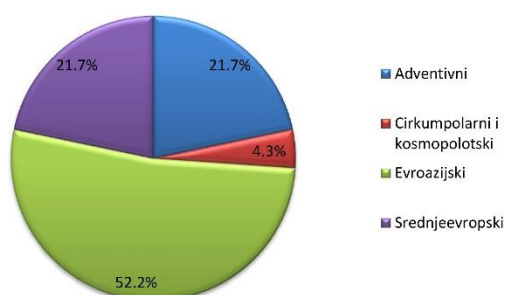


Grafikon 31. Odnos broja invazivnih i ostalih vrsta na lokalitetu Makiš

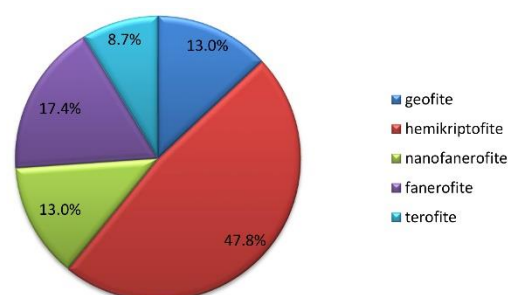
Na lokalitetu Makiš zabeleženo je 16 familija, 23 rod i 23 biljnih vrsta (Grafikon 30), od kojih je 22% invazivnih (Grafikon 31).

Uočava se apsolutna dominacija vrste *Aster lanceolatus* (4.5) (Tabela 10, lok. 8). Pored ove vrste značajno učešće ima i invazivna vrsta *Amorpha fruticosa* (1.3), koja je u ovoj zajednici dostigla visinu od 1,5 msa po većim brojem izdanaka po žbunu. U snimku se sa malom brojnošću javljaju i: *Erigeron annuus*, *Symphytum officinale*, *Convolvulus arvensis*, *Acer negundo*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Sambucus nigra*, *Euphorbia palustris* i *Tussilago farfara*.

Uz ivicu istraživanog lokaliteta nalazi se šuma u uskom pojasu gusto obrasla vrstama *Acer negundo*, *Ulmus laevis* i *Rubus caesius*. Broj individua *A. lanceolatus* u ovom delu je velik. Kao primešane vrste zastupljene su *Dactylis glomerata* i *Holcus lanatus* sa brojnošću i socijalnošću +.1, *Elytrigia repens*, *Poa trivialis* i *Rumex obtusifolius* sa 1.3 i *Achillea millefolium* sa oznakom +.



Grafikon 32. Odnos flornih elemenata na lokalitetu Makiš

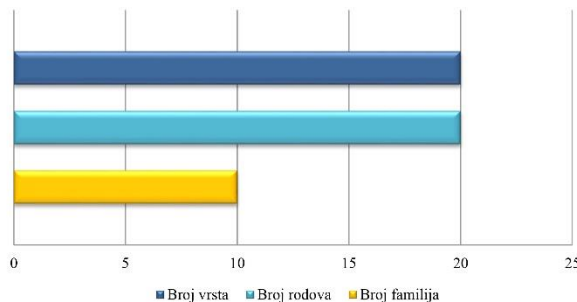


Grafikon 33. Odnos životnih formi na lokalitetu Makiš

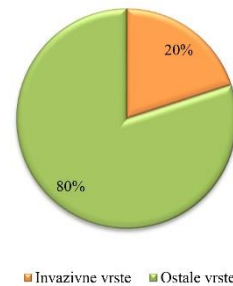
Najzastupljeniji su evroazijski florni elementi (52,2%), zatim adventivni i srednjeevropski (21,7%), dok su cirkumpolarni i kosmopolitski najmanje zastupljeni (Grafikon 32). U spektru životne forme preovlađuju hemikriptofite (Grafikon 33), dok su terofite najmanje zastupljene.

#### 6.1.9 Fitocenološka analiza na lokalitetu Slankamen

Lokalitet u naselju Slankamen se nalazi na obali Dunava. Ukupno je zabeleženo 20 biljnih vrsta, svrstanih u 20 rodova i 10 familija (Grafikon 34). Zabeleženo je 4 invazivne vrste, što čini 20% od ukupnog broja biljaka (Grafikon 35).



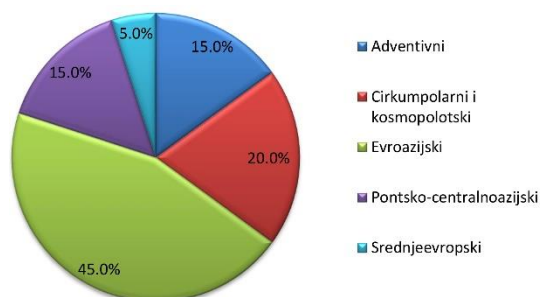
Grafikon 34. Broj vrsta, rodova i familija na lokalitetu Slankamen



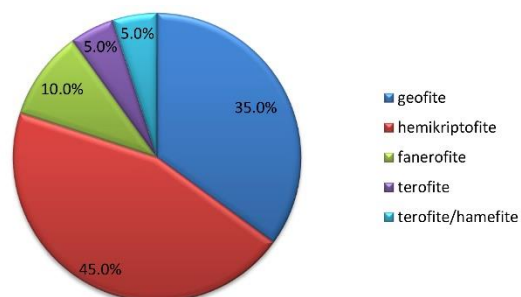
Grafikon 35. Odnos broja invazivnih i ostalih vrsta na lokalitetu Slankamen

Brojnost i socijalnost vrste *Aster lanceolatus* je 4.4, što pokazuje jasnu dominaciju vrste na istraživanom lokalitetu (Tabela 10, lok. 9). Vrsta *Salix alba* je jedina vrsta potencijalne vegetacije koja je bila razvijena na ovom području. Brojnost i socijalnost ove vrste je 1.1.

Danas floristički sastav ovog lokaliteta čine invazivne i ruderalne vrste. Pored vrste *Aster lanceolatus*, značajno su zastupljene invazivne vrste *Xanthium strumarium* (2.2) i *Sorghum halepense* (1.2), a tendencija širenja pomenutih vrsta jasno je uočljiva. Isto se može konstatovati i za vrstu *Robinia pseudoacacia*. S obzirom na veliki procenat zastupljenosti, značajan uticaj na fiziognomiju zajednice ima i vrsta *Persicaria lapathifolia* čija se brojnost i socijalnost može označiti ocenom 2.3. U nešto manjem broju zastupljene su i ruderalne vrste, kao što su: *Potentilla reptans*, *Plantago major*, *Sanguisorba minor*, *Cynodon dactylon*, *Cirsium arvense* i dr.



Grafikon 36. Odnos flornih elemenata na lokalitetu Slankamen



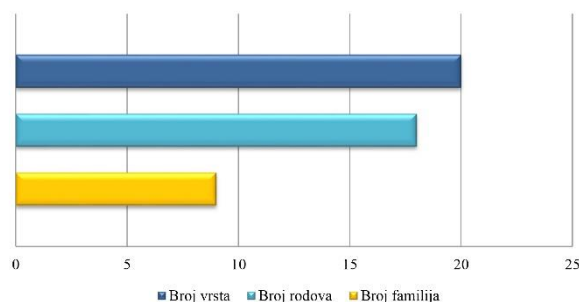
Grafikon 37. Odnos životnih formi na lokalitetu Slankamen

Fitogeografskom analizom konstatovano je 5 flornih elemenata od koji su najzastupljeniji evroazijski, a najmanje srednjeevropski (Grafikon 36). Analizom biološkog spektra konstatovano je 5 životnih formi od kojih su najzastupljenije hemikriptofite (45%), a najmanje terofite i terofito/hamefite (Grafikon 37).

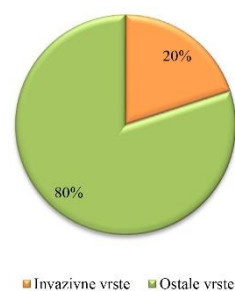
#### 6.1.10 Fitocenološka analiza na lokalitetu Sremska Kamenica

S obzirom da se odabrani lokalitet u Sremskoj Kamenici nalazi uz regionalni put, stanište je pod jakim antropogenim uticajem. Granica lokaliteta sa druge strane je reka Dunav. Reč je o travnoj formaciji koja predstavlja degradacioni stadijum iskonskih panonskih stepa. Opšta pokrovnost zajednice je 100%.

Na lokalitetu Sremska Kamenica, zabeleženo je 20 biljnih vrsta, svrstanih u 18 rodova i 9 familija (Grafikon 38). U odnosu na ukupan broj vrsta, invazivne vrste su zastupljene sa 20% (Grafikon 39).



Grafikon 38. Broj vrsta, rodova i familija na lokalitetu Sremska Kamenica



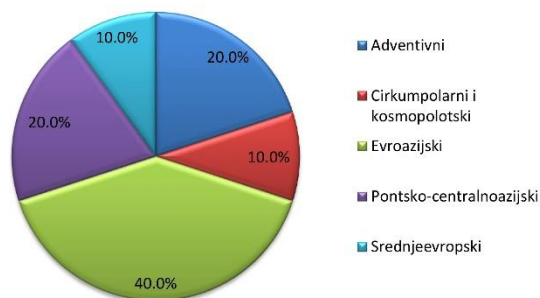
Grafikon 39. Odnos broja invazivnih i ostalih vrsta na lokalitetu Sremska Kamenica

Dominantna vrsta je *Aster lanceolatus* (4.4), koja je potpuno potisnula autohtonu vegetaciju (Tabela 10, lok. 10). Od vrsta koje su zastupljene u nešto veće procentu, mogu se navesti sledeće: *Rubus caesius* (1.2), koja se javlja na ivici lokaliteta uz magistralni put, zatim vrste *Populus nigra* (1.1) nalazi su uz obalu reke, *Robinia pseudoacacia* (2.2) koja postepeno počinje da obrasta površinu duž ivica lokaliteta i koja se polako širi ka unutrašnjosti staništa.

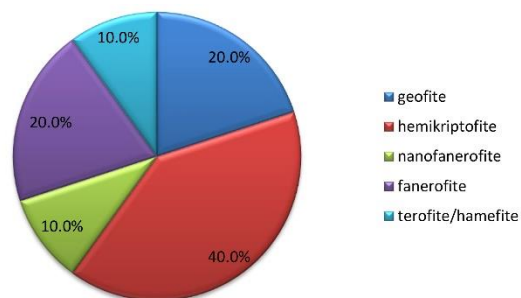
Sa malim stepenom prisustva javljaju se sledeće vrste: *Rumex optusifolius* (+.2), *Urtica urens* (+.3), *Dipsacus laciniatus* (+.3), *Pyrus sp.* (+.1), *Cynodon dactylon* (+.2), *Sambucus ebulus* (+.2), *Cirsium arvense* (+.1) i dr. Vrste koje su nekada činile

karakteristične vrste ovog staništa javljaju se u veoma niskom procentu: *Chrysopogon gryllus*, *Festuca valesiaca* subsp. *parviflora*, *F. valesiaca* i *Koeleria macrantha*.

Najzastupljeniji su evroazijski florni elementi, a najmanje srednjeevropski i cirkumpolarni i kosmopolitski (Grafikon 40). U spektru životne forme preovlađuju hemikriptofite (Grafikon 41), dok su terofito/hamefite i nanofanerofite najmanje zastupljene.



Grafikon 40. Odnos flornih elemenata na lokalitetu Sremska Kamenica



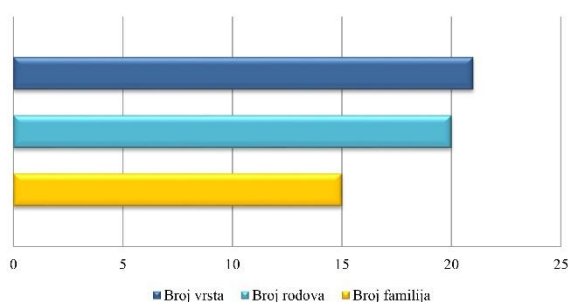
Grafikon 41. Odnos životnih formi na lokalitetu Sremska Kamenica

#### 6.1.11 Fitocenološka analiza na lokalitetu Sremski Karlovci

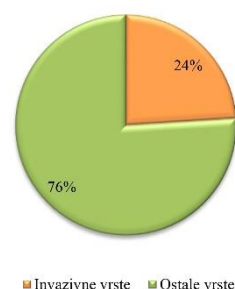
S obzirom na dugotrajnu i intenzivnu antropopresiju, kao i na ostalim istraživanim lokalitetima i na ovom lokalitetu, prirodna potencijalna vegetacija je znatno izmenjena. Prirodni ekosistemi su degradirani, a staništa fragmentisana. Na istraživanom lokalitetu uz Dunav konstatovani su fragmenti autohtone šume vrbe i topole sveze *Salicion albae*.

Edifikatori zajednice su *Salix alba* i *Populus nigra* (Tabela 10, lok. 11). Zajednica je floristički siromašna. Zabeleženo je 15 familija, 20 rodova i 21 biljna vrsta (Grafikon 42), od kojih je 24% invazivnih (Grafikon 43). Na visokim gredama koje su znatno kraće plavljene razvijena je zajednica bele vrbe i crne topole *Salici-Populetum nigrae*.

U spratu žbunja zabeležene su vrste: *Amorpha fruticosa*, *Vitis silvestris* i *Rubus caesius*.



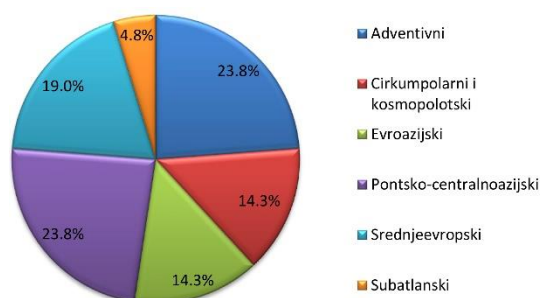
Grafikon 42. Broj vrsta, rodova i familija na lokalitetu Sremski Karlovci



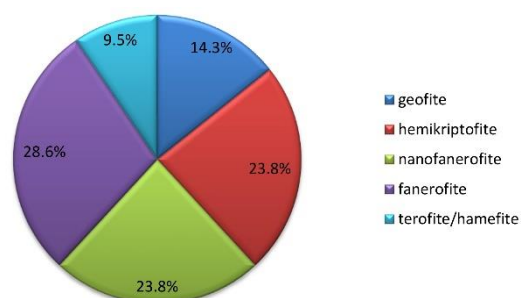
Grafikon 43. Odnos broja invazivnih i ostalih vrsta na lokalitetu Sremski Karlovci

Idući od rečne obale ka magistralnom putu (Sremski Karlovci – Novi Sad) prirodna vegetacija je značajno ili potpuno degradirana, potisnuta od strane ruderalnih i invazivnih vrsta. U tom delu, vrsta *Aster lanceolatus* je dominantna (4.4). Jedinke ove vrste formiraju veoma guste populacije. Pored nje na prostoru na kojem je potisnuta prirodna vegetacija konstatovane su i sledeće ruderalne vrste: *Urtica dioica*, *Artemisia vulgaris*, *Sisymbrium orientale*, *Stellaria media*, *Rumex obtusifolius*, *Prunus spinosa*, *Rosa canina*, *Rubus caesius*, *Sambucus ebulus*, *S. nigra*, *Convolvulus arvensis*, kao i invazivne vrste: *Acer negundo*, *Amorpha fruticosa* i *Ailanthus altissima*.

Najzastupljeniji su adventivni i pontsko-centralnoazijski florni elementi, a najmanje subatlanski (Grafikon 44). U spektru životne forme preovlađuju fenerofite (28,6%), zatim hemikriptofite i nanofanerofite sa 23,8% (Grafikon 45). Najmanje zastupljene su geofite i terofite/hamefite.



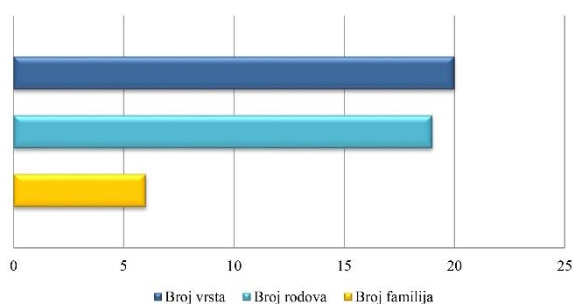
Grafikon 44. Odnos flornih elemenata na lokalitetu Sremski Karlovci



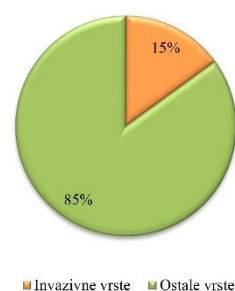
Grafikon 45. Odnos životnih formi na lokalitetu Sremski Karlovci

### 6.1.12 Fitocenološka analiza na lokalitetu Tamiš

Na lokalitetu Tamiš obrađena je livadska zajednica u kojoj dominira *Lolium perenne*. Pokrovnost zajednice je 100%. Zabeleženo je 20 biljnih vrsta, svrstanih u 19 rodova i 6 familija (Grafikon 46). U odnosu na ukupan broj vrsta, invazivne vrste su zastupljene sa 15% (Grafikon 47).



Grafikon 46. Broj vrsta, rodova i familija na lokalitetu Tamiš

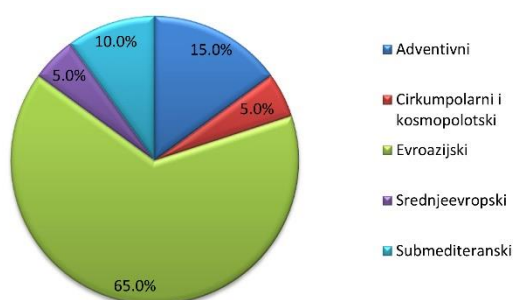


Grafikon 47. Odnos broja invazivnih i ostalih vrsta na lokalitetu Tamiš

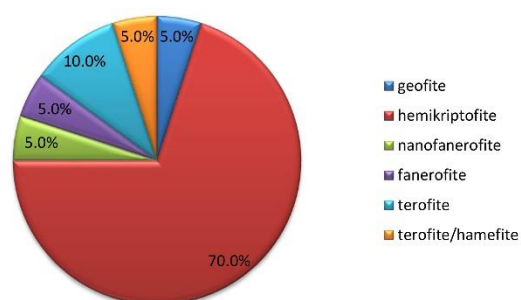
Pored vrste *L. perenne*, sa značajnom brojnošću javljaju se i sledeće vrste: *Cichorium intybus*, *Achillea millefolium*, *Lotus corniculatus*, *Bromus hordeaceus*, *Cynodon dactylon*, *Daucus carota*, *Festuca valesiaca* subsp. *pseudovina*, *Potentilla repens*, *Ranunculus repens*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens* (Tabela 10, lok. 12). Navedene vrste predstavljaju karakteristične vrste ove zajednice.

Na istraživanoj površini nalazi se kanal. Uz sam kanal jasno je uočljiva dominacija invazivnih vrsta *Amorpha fruticosa* i *Aster lanceolatus*, koje su u potpunosti potisnule autohtonu floru. Jedino se na nekim mestima može uočiti pojedinačna individua vrste *Robinia pseudacacia*. Brojnost i pokrovnost ove dve vrste se smanjuje udaljavanjem od kanala.

Fitogeografskom analizom konstatovano je 5 flornih elemenata od koji su najzastupljeniji evroazijski, a najmanje srednjeevropski i cirkumpolarni i kosmopolitski (Grafikon 48). Kada se posmatraju životne forme, zapaža se velika zastupljenost hemikriptofita (70%), dok su u znatno manjem procentu zastupljene terofite, nanofanerofite, fenerofite, terofite/hamefite i geofite (Grafikon 49).



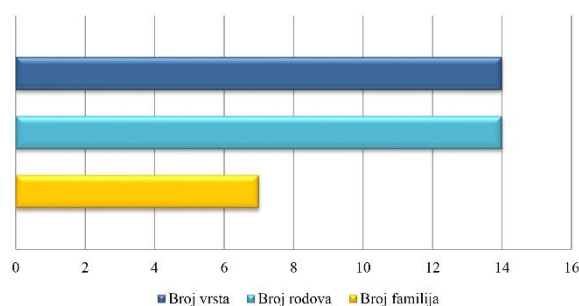
Grafikon 48. Odnos flornih elemenata na lokalitetu Tamiš



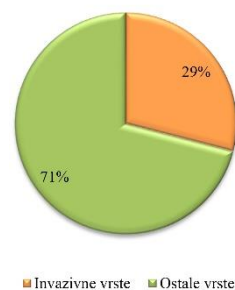
Grafikon 49. Odnos životnih formi na lokalitetu Tamiš

### 6.1.13 Fitocenološka analiza na lokalitetu Velika Morava

Istraživani lokalitet u blizini Velike Morave se nalazi uz magistralni put. Veći deo područja zauzimaju poljoprivredne površine, kao i veće površine prirodne vegetacije sveze *Salicion albae* (Ass. *Populeto-Salicetum*). Naime, granice proučavanog lokaliteta su njive, magistralni put i fragmenti prirodne vegetacije. S obzirom na jaku antropopresiju vegetacija na odabranom lokalitetu je takođe u značajnoj meri degradirana. Zabeleženo je 7 familija, 14 rodova i 14 biljnih vrsta (Grafikon 50), od kojih je 29% invazivnih (Grafikon 51).



Grafikon 50. Broj vrsta, rodova i familija na lokalitetu Velika Morava

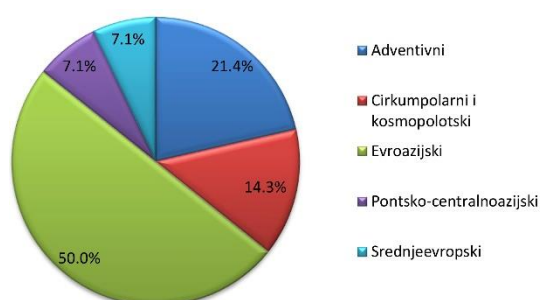


Grafikon 51. Odnos broja invazivnih i ostalih vrsta na lokalitetu Velika Morava

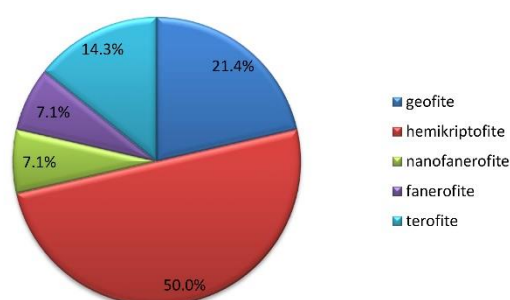
Kao i na prethodnom lokalitetu, vrsta *Aster lanceolatus* ni ovde nije dominantna. Njena brojnost i socijalnost iznosi 2.3 (Tabela 10, lok. 13). U najvećem broju i sa gustim populacijama javlja se duž granice lokalitet, uz ivicu šume, uz njivu i uz put. Kao i u slučaju prethodnog lokaliteta može se pretpostaviti da je vrsta ovde tek započela svoje širenje.

U značajnom broju i sa značajnom zastupljenošću na proučavanom lokalitetu zabeležena je invazivna vrsta *Sorghum halepense* (2.3). Javlja se i invazivna vrsta *Xanthium strumarium* (+.2). O značajnom antropogenom uticaju zaključuje se na osnovu prisustva velikog broja nitrifilnih vrsta: *Rubus caesius* (1.2), *Setaria viridis* (1.2), *Dactylis glomerata* (2.3), *Artemisia vulgaris* (1.1), *Cirsium arvense* (1.2), *Sambucus ebulus* (1.2), *Rumex obtusifolius* (1.2), *Ranunculus repens* (+) i dr.

Najzastupljeniji su evroazijski florni elementi, a najmanje srednjeevropski i pontsko-centralnoazijski (Grafikon 52). Na Grafikon 53 se zapaža da u spektru životnih formi dominiraju hemikriptofite (50%), a da su nanofanerofite i fanerofite najmanje zastupljene.



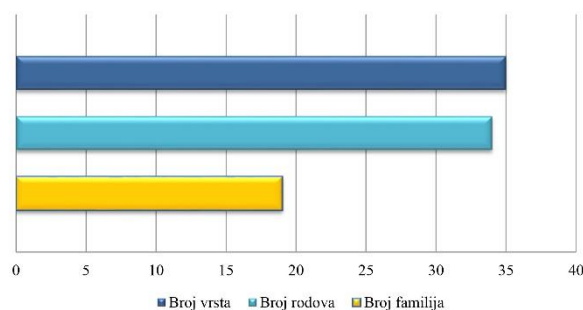
Grafikon 52. Odnos flornih elemenata na lokalitetu Velika Morava



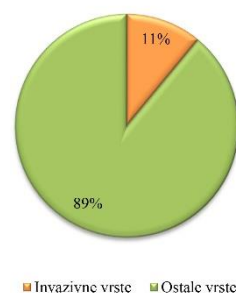
Grafikon 53. Odnos životnih formi na lokalitetu Velika Morava

#### 6.1.14 Fitocenološka analiza na lokalitetu Veliko ratno ostrvo

Na Velikom ratnom ostrvu istraživanja su vršena na lokalitetu uz ivicu šume *Rubeto-Salicetum albae*. Ukupno je zabeleženo 35 biljne vrste, svrstanih u 34 roda i 19 familija (Grafikon 54). U odnosu na ukupan broj vrsta, invazivne vrste su zastupljene sa 11% (Grafikon 55).



Grafikon 54. Broj vrsta, rodova i familija na lokalitetu Veliko ratno ostrvo

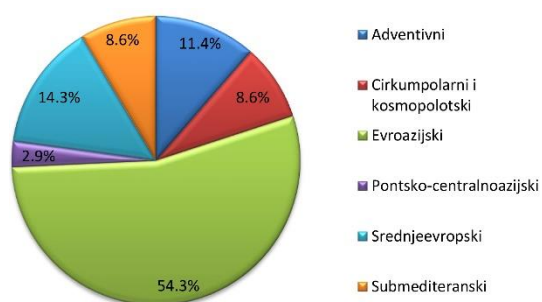


Grafikon 55. Odnos broja invazivnih i ostalih vrsta na lokalitetu Veliko ratno ostrvo

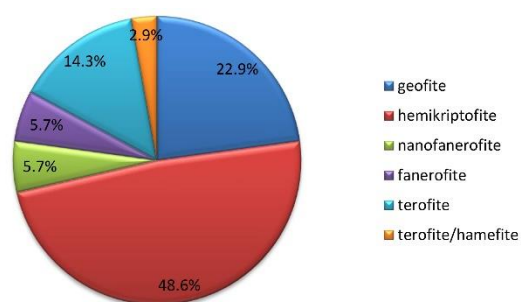
Kao i na većini ostalih lokaliteta vrsta *Aster lanceolatus* jasno dominira (4.5) (Tabela 10, lok. 14). Potisnula je ostale vrste, a pre svega edifikatore pomenute zajednice. Pored ove vrste, u velikom broju zabeležene su i vrste *Rubus caesius* i *Lysimachia vulgaris* koje imaju oznaku za brojnost i socijalnost 2.3, odnosno 1.2.

Vrsta *Salix alba* javlja se u malom broju i njena brojnost i socijalnost se označava ocenom 1.1. Kao pojedinačni primeri zabeležene su sledeće vrste: *Aristolochia clematitis*, *Calystegia sepium*, *Bidens tripartitus* i dr. Uz ivicu šume zabeležene su i vrste: *Amorpha fruticosa*, *Poa trivialis*, *Symphytum officinale*, *Echinocystis lobata* koje se takođe javljaju u malom broju.

Najzastupljeniji su evroazijski florni elementi, a najmanje pontsko-centralnoazijski (Grafikon 56). Kada se posmatraju životne forme, zapaža se najveća zastupljenost hemikriptofita (48,6%), dok su terofito/hamefite najmanje zastupljene (Grafikon 57).



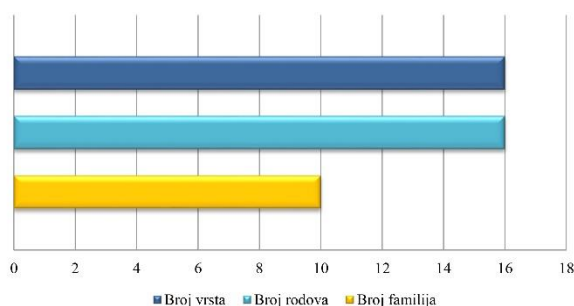
Grafikon 56. Odnos flornih elemenata na lokalitetu Veliko ratno ostrvo



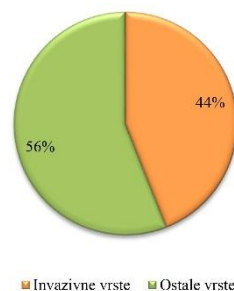
Grafikon 57. Odnos životnih formi na lokalitetu Veliko ratno ostrvo

#### 6.1.15 Fitocenološka analiza na lokalitetu Zapadna Morava

Lokalitet na Zapadnoj Moravi se nalazi u blizini obale reke. Lokalitet je okružen obradivim površinama i ostacima prirodne vegetacije sveze *Salicion albae*. Vegetacija ovog lokaliteta je slično ostalim istraživanim lokalitetima u značajnoj meri degradirana, na šta ukazuje i floristički sastav. Ukupno je zabeleženo 16 biljnih vrsta, svrstanih u 16 rodova i 10 familija (Grafikon 58). U odnosu na ukupan broj vrsta, invazivne vrste su zastupljene sa 44% (Grafikon 59).



Grafikon 58. Broj vrsta, rodova i familija na lokalitetu Zapadna Morava

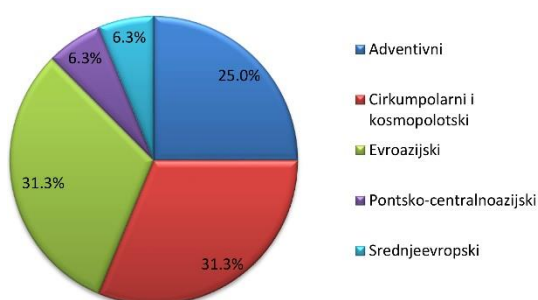


Grafikon 59. Odnos broja invazivnih i ostalih vrsta na lokalitetu Zapadna Morava

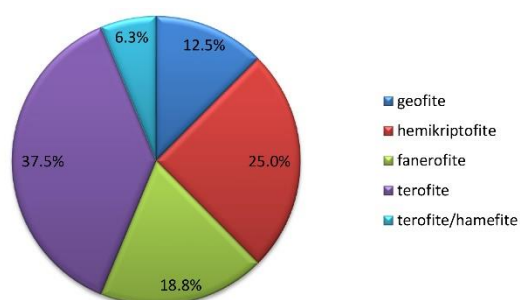
Uz ivicu lokaliteta, uz reku uočavaju se fragmenti prirodne vegetacije: *Salix alba*, *S. triandra* i *Populus alba*.

Za razliku od ostalih lokaliteta, vrsta *Aster lanceolatus* nije dominantna, ali njena brojnost i socijalnost je značajna i iznosi 2.3 (Tabela 10, lok. 15). Ovakva brojnost i socijalnost, ali i biologija i ekologija vrste mogu navesti na zaključak da će vrsta nastaviti svoje širenje.

Jak antropogeni uticaj se uočava kroz visoku brojnost i socijalnost nitrifilnih vrsta i to: *Galium aparine*, *Melilotus albus*, *Conyza canadensis*, *Sorghum halepense*, *Datura stramonium*, *Artemisia vulgaris*, *Chaenopodium album*, *Roripa silvestris*, *Xanthium strumarium*, *Setaria viridis*, *Sisymbrium orientale* i dr.



Grafikon 60. Odnos flornih elemenata na lokalitetu Zapadna Morava



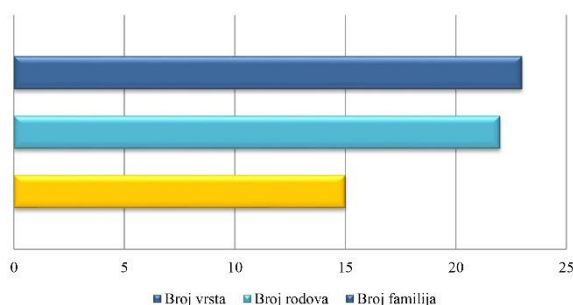
Grafikon 61. Odnos životnih formi na lokalitetu Zapadna Morava

Fitogeografskom analizom konstatovano je 5 flornih elemenata od koji su najzastupljeniji evroazijski i cirkumpolarni i kosmopolitski, a najmanje srednjeevropski i

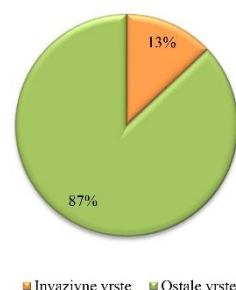
pontsko-centralnoazijski (Grafikon 60). Kada se posmatraju životne forme, zapaža se najveća zastupljenost terofita (37,5%), dok su terofite/hamefite najmanje zastupljene (6,2%) (Grafikon 61)

#### 6.1.16 Fitocenološka analiza na lokalitetu Živača

Sledeći lokalitet se nalazi u neposrednoj blizini bare Živača. Na lokalitetu Živača zabeleženo je 15 familija, 22 rodova i 23 biljnih vrsta (Grafikon 62), od kojih je 13% invazivnih (Grafikon 63).



Grafikon 62. Broj vrsta, rodova i familija na lokalitetu Živača



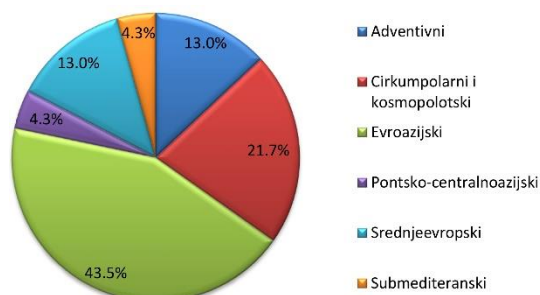
Grafikon 63. Odnos broja invazivnih i ostalih vrsta na lokalitetu Živača

Ovaj lokalitet se izdvaja od ostalih proučavanih lokaliteta po zastupljenosti vrste *Aster lanceolatus*. Naime, na ovom lokalitetu *Aster lanceolatus* se javlja u značajno manjem broju u odnosu na ostale istraživane lokalitete. Brojnost i socijalnost ove vrste se može označiti ocenom 1.1 (Tabela 10, lok. 16).

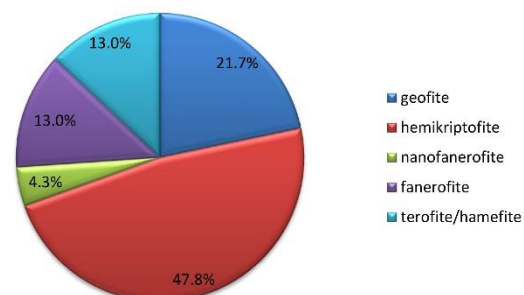
Na ovom lokalitetu dominiraju vrste: *Phragmites australis* (4.4), *Typha latifolia* (3.3) i *Scirpus maritimus* (3.3). Sa značajnim procentom zastupljenosti javljaju se vrste *Agrostis alba* i *Juncus atratus* (2.2). Na ovom lokalitetu voda se duže zadržava i zemljište se zabaruje što se može zaključiti i na osnovu prisustva velikog broja hidrofilnih vrsta. Pored najzastupljenijih vrsta u ovu grupu spadaju i vrste: *Lythrum salicaria* (1.1), *Veronica anagalis-aquatica* (+.1) i *Euphorbia palustris* (+). Takođe je konstatovan i veliki broj individua vrste *Salix alba*, čija se brojnost i socijalnost mogu označiti 1.1.

Pored vrste *Aster lanceolatus* na istraživanom lokalitetu zabeležena je i invazivna vrsta *Amorpha fruticosa* (+.3) i *Robinia pseudoacacia* (+.1). Ove vrste se uglavnom nalaze uz ivicu lokaliteta.

Najzastupljeniji su evroazijski florni elementi (43,5%), a najmanje submediteranski i pontsko-centralnoazijski (4,3%) (Grafikon 64). Analizom biološkog spektra zapaža se da su hemikriptofite (47,8%) najzastupljenije, dok su nanofanerofite prisutne u najmanjem broju (4,3%) (Grafikon 65).

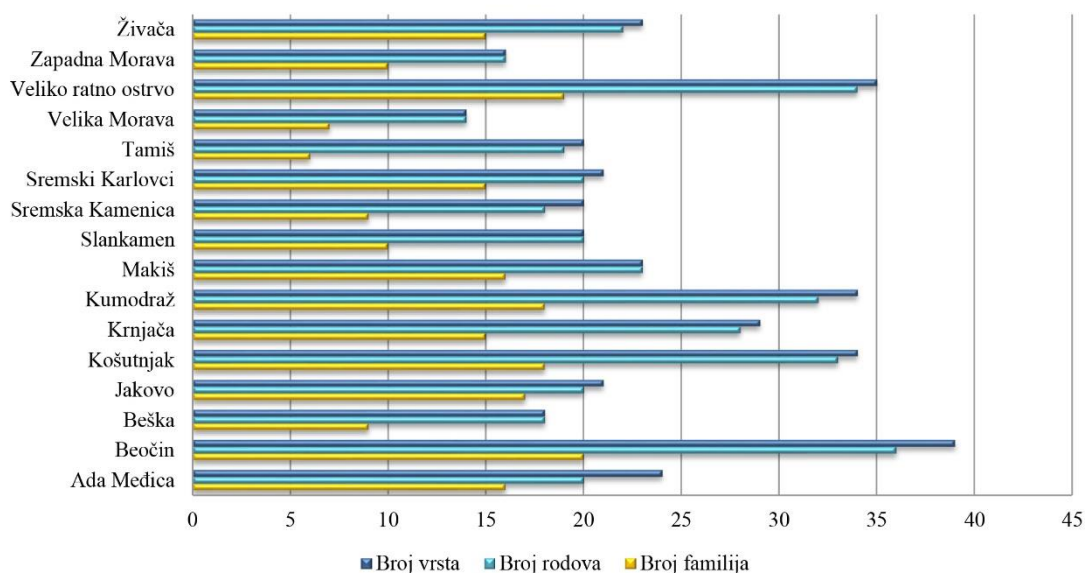


Grafikon 64. Odnos flornih elemenata na lokalitetu Živača

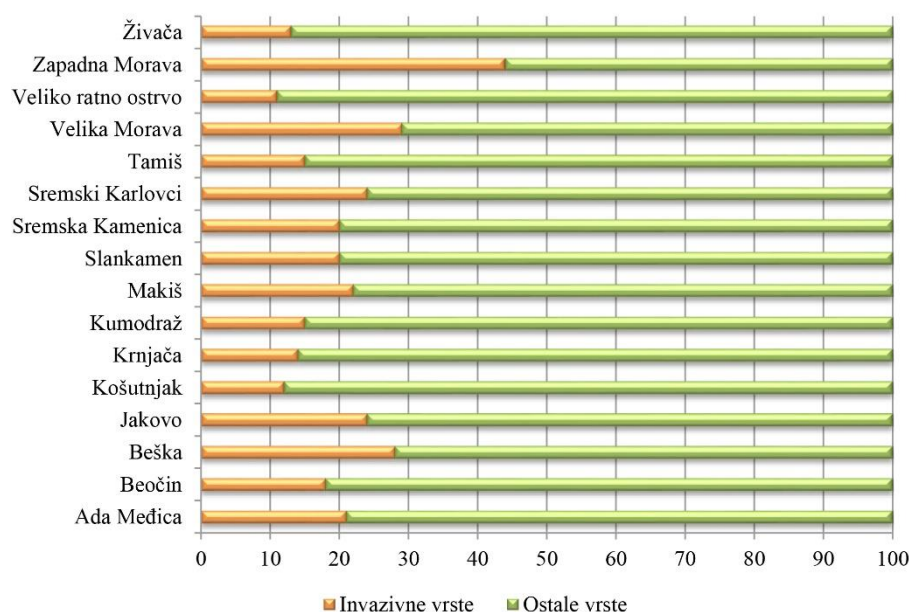


Grafikon 65. Odnos životnih formi na lokalitetu Živača

Na Grafikon 66 i 67 prikazan je odnos broj vrsta, rodova i familija u istraživanim zajednicama, kao i i procentualni odnos invazivnih i ostalih biljaka u istraživanim zajednicama na svim lokalitetima.



Grafikon 66. Broj vrsta, rodova i familija u istraživanim zajednicama



Grafikon 67. Procentualni odnos invazivnih i ostalih biljaka u istraživanim zajednicama

#### 6.1.17 Sorensonov koeficijenta sličnosti

Računanjem Sorensonovog koeficijenta sličnosti ( $\beta$ ) izvršeno je poređenje florističkog sastava istraživanih zajednica (Tabela 11). Vrednost Sorensonovog indeksa se kretala u rasponu od 0,05 do 0,53. Najveća vrednost indeksa sličnosti je zabeležena za parove lokaliteta Krnjača i Kumodraž (0,53) i Ada Međica i Makiš (0,46). Nešto manji indeks je zabeležen je pri poređenju lokaliteta Veliko ratno ostrvo sa Makišom (0,45), Beškom (0,42) i Krnjačom (0,40), kao i poređenjem lokaliteta Beška sa Sremskom Kamenicom (0,42) i Sremskim Karlovcima (0,41). Indeks sličnosti za ostale lokalitete je bio znatno manji. Najmanja vrednost  $\beta$  je zabeležena pri poređenju florističkog sastava lokaliteta Živača sa Zapadnom Moravom (0,05) i Sremskim Karlovcima (0,05).

Tabela 11. Sorensenov indeks sličnosti

| Lokaliteti | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|
| 1          | 0    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 2          | 0,30 | 0    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 3          | 0,28 | 0,34 | 0    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 4          | 0,30 | 0,32 | 0,21 | 0    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 5          | 0,24 | 0,32 | 0,35 | 0,15 | 0    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 6          | 0,25 | 0,28 | 0,38 | 0,24 | 0,31 | 0    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 7          | 0,24 | 0,16 | 0,27 | 0,18 | 0,32 | 0,53 | 0    |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 8          | 0,46 | 0,25 | 0,39 | 0,18 | 0,28 | 0,34 | 0,35 | 0    |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 9          | 0,09 | 0,26 | 0,31 | 0,10 | 0,25 | 0,27 | 0,15 | 0,18 | 0    |      |      |      |      |      |      |    |
| 10         | 0,31 | 0,30 | 0,42 | 0,34 | 0,30 | 0,32 | 0,26 | 0,28 | 0,34 | 0    |      |      |      |      |      |    |
| 11         | 0,30 | 0,29 | 0,41 | 0,33 | 0,33 | 0,27 | 0,22 | 0,36 | 0,10 | 0,34 | 0    |      |      |      |      |    |
| 12         | 0,13 | 0,33 | 0,26 | 0,15 | 0,26 | 0,36 | 0,15 | 0,19 | 0,24 | 0,30 | 0,10 | 0    |      |      |      |    |
| 13         | 0,10 | 0,15 | 0,38 | 0,29 | 0,21 | 0,18 | 0,25 | 0,22 | 0,29 | 0,35 | 0,29 | 0,18 | 0    |      |      |    |
| 14         | 0,37 | 0,24 | 0,42 | 0,25 | 0,35 | 0,40 | 0,35 | 0,45 | 0,11 | 0,25 | 0,29 | 0,29 | 0,24 | 0    |      |    |
| 15         | 0,15 | 0,21 | 0,18 | 0,27 | 0,16 | 0,22 | 0,12 | 0,10 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,17 | 0,33 | 0,20 | 0    |    |
| 16         | 0,17 | 0,16 | 0,24 | 0,18 | 0,18 | 0,23 | 0,14 | 0,13 | 0,18 | 0,14 | 0,05 | 0,19 | 0,05 | 0,24 | 0,10 | 0  |

Lokaliteti: (1) Ada Međica, (2) Beočin, (3) Beška, (4) Jakovo, (5) Košutnjak, (6) Krnjača, (7) Kumodraž, (8) Makiš, (9) Slankamen, (10) Sremska Kamenica, (11) Sremski Karlovci, (12) Tamiš, (13) Velika Morava, (14) Veliko ratno ostrvo, (15) Zapadna Morava, (16) Živača

## 6.2. Osnovna fizička i hemijska svojstva proučavanih zemljišta i sadržaj elemenata u biljkama

### 6.2.1 Fizičke karakteristike proučavanih zemljišta

Fizičke karakteristike zemljišta proučavanih lokaliteta određene su granulometrijskim sastavom sitne zemlje i teksturnom klasom. Prema mehaničkom sastavu (Tabela 12) istraživana zemljišta pripadaju sledećim teksturnim klasama: ilovasti pesak (na 3 lokaliteta u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom), peskovita ilovača (na 5 lokaliteta u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* i 6 lokaliteta u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom), ilovača (na 5 lokaliteta u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* i 2 lokaliteta u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom), peskovito glinovita ilovača (na po 1 lokalitetu u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* i u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom), glinovita ilovača (na 5 lokaliteta u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* i 3 lokaliteta u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom) i glina (na 1 lokalitetu u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom).

Tabela 12. Mehanički sastav proučavanih zemljišta i teksturna klasa

| Lokalitet           | Vrsta | Krupan pesak % | Sitan pesak % | Prah % | Glina % | Ukupan pesak % | Ukupna glina % | Teksturna klasa             |
|---------------------|-------|----------------|---------------|--------|---------|----------------|----------------|-----------------------------|
| Kumodraž            | A     | 0,70           | 34,70         | 26,50  | 38,10   | 35,40          | 64,60          | Glinovita ilovača           |
|                     | P     | 0,60           | 34,80         | 25,00  | 39,60   | 35,40          | 64,60          | Glinovita ilovača           |
| Krnjača             | A     | 2,70           | 48,50         | 27,20  | 21,60   | 51,20          | 48,80          | Peskovito glinovita ilovača |
|                     | P     | 35,70          | 48,60         | 10,00  | 5,70    | 84,30          | 15,70          | Ilovasti pesak              |
| Makiš               | A     | 0,60           | 20,20         | 44,80  | 34,40   | 20,80          | 79,20          | Glinovita ilovača           |
|                     | P     | 0,60           | 35,40         | 24,80  | 39,20   | 36,00          | 64,00          | Glinovita ilovača           |
| Košutnjak           | A     | 3,10           | 24,80         | 44,40  | 27,70   | 27,90          | 72,10          | Glinovita ilovača           |
|                     | P     | 1,90           | 38,90         | 32,40  | 26,80   | 40,80          | 59,20          | Ilovača                     |
| Ada Medica          | A     | 0,30           | 44,80         | 39,40  | 15,50   | 45,10          | 54,90          | Ilovača                     |
|                     | P     | 0,70           | 60,60         | 26,70  | 12,00   | 61,30          | 38,70          | Peskovita ilovača           |
| Veliko ratno ostrvo | A     | 0,70           | 63,30         | 23,20  | 12,80   | 64,00          | 36,00          | Peskovita ilovača           |
|                     | P     | 0,20           | 62,70         | 24,10  | 13,00   | 62,90          | 37,10          | Peskovita ilovača           |
| Živača              | A     | 0,10           | 51,50         | 32,60  | 15,80   | 51,60          | 48,40          | Ilovača                     |
|                     | P     | 0,40           | 60,90         | 23,80  | 14,90   | 61,30          | 38,70          | Peskovita ilovača           |
| Jakovo              | A     | 4,90           | 39,40         | 35,90  | 19,80   | 44,30          | 55,70          | Ilovača                     |
|                     | P     | 28,30          | 41,30         | 17,60  | 12,80   | 69,60          | 30,40          | Peskovita ilovača           |
| Slankamen           | A     | 8,80           | 50,50         | 27,70  | 13,00   | 59,30          | 40,70          | Peskovita ilovača           |
|                     | P     | 6,40           | 75,00         | 12,90  | 5,70    | 81,40          | 18,60          | Ilovasti pesak              |

| Lokalitet        | Vrsta | Krupan pesak % | Sitan pesak % | Prah % | Glina % | Ukupan pesak % | Ukupna glina % | Teksturna klasa             |
|------------------|-------|----------------|---------------|--------|---------|----------------|----------------|-----------------------------|
| Beška            | A     | 8,40           | 65,80         | 17,40  | 8,40    | 74,20          | 25,80          | Peskovita ilovača           |
|                  | P     | 1,50           | 51,10         | 31,80  | 15,60   | 52,60          | 47,40          | Peskovita ilovača           |
| Sremski Karlovci | A     | 17,90          | 44,30         | 23,30  | 14,50   | 62,20          | 37,80          | Peskovita ilovača           |
|                  | P     | 8,70           | 37,00         | 32,90  | 21,40   | 45,70          | 54,30          | Ilovača                     |
| Sremska Kamenica | A     | 4,50           | 43,00         | 31,60  | 20,90   | 47,50          | 52,50          | Ilovača                     |
|                  | P     | 16,20          | 36,20         | 24,80  | 22,80   | 52,40          | 47,60          | Peskovito glinovita ilovača |
| Beočin           | A     | 9,40           | 41,90         | 37,10  | 11,60   | 51,30          | 48,70          | Ilovača                     |
|                  | P     | 35,80          | 38,50         | 17,10  | 8,60    | 74,30          | 25,70          | Peskovita ilovača           |
| Zapadna Morava   | A     | 4,90           | 57,40         | 24,30  | 13,40   | 62,30          | 37,70          | Peskovita ilovača           |
|                  | P     | 23,60          | 57,30         | 11,80  | 7,30    | 80,90          | 19,10          | Ilovasti pesak              |
| Velika Morava    | A     | 9,70           | 29,30         | 27,10  | 33,90   | 39,00          | 61,00          | Glinovita ilovača           |
|                  | P     | 8,10           | 30,20         | 19,60  | 42,10   | 38,30          | 61,70          | Glina                       |
| Tamiš            | A     | 1,90           | 32,30         | 31,40  | 34,40   | 34,20          | 65,80          | Glinovita ilovača           |
|                  | P     | 1,50           | 37,00         | 32,90  | 28,60   | 38,50          | 61,50          | Glinovita ilovača           |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost za četiri ponavljanja. Vrsta: A - zemljište u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus*, P - zemljište u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom

### 6.2.2 Hemijske karakteristike proučavanih zemljišta

U Tabeli 13 prikazana su hemijska svojstva proučavanih zemljišta.

Analiza pH vrednosti proučavanih zemljišta pokazuje da su zemljišta u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* i u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom alkalne reakcije (56%) i srednje alkalne reakcije (25%). Manje su zastupljena zemljišta neutralne reakcije (na 3 lokaliteta u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* i 2 lokaliteta u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom), dok je srednje kiselo zemljište prisutno samo na lokalitetu Kumodraž u prirodnoj vegetaciji. Na 2 lokaliteta (Tabela 13) je primećena značajno veća pH vrednost u zemljištu u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus*, dok je na jednom lokalitetu zabeležena značajno manja vrednost. Na ostalim lokalitetima razlike u pH vrednosti nisu primećene.

Električni konduktivitet (EC) zemljišta na istraživanim lokalitetima kreće se u rasponu od 0,05 (lokalitet Zapadna Morava, u zemljištu u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom) do 0,80  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Najveći EC zemljišta je zabeležen na lokalitetu Slankamen u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom, a zatim u zemljištu u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus*. Na 4 lokaliteta (Tabela 13), zemljište u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* je imalo značajno viši EC, dok na ostalim lokalitetima značajne razlike nisu utvrđene.

Rezultati analize sadržaja slobodnih karbonata ( $\text{CaCO}_3$ ) pokazuju da zemljišta u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* u najvećem procentu pripadaju klasi veoma karbonatnih zemljišta ( $\text{CaCO}_3 > 13$ , 5 lokaliteta) (Knežević i Košanin, 2011), karbonatnih ( $\text{CaCO}_3$  6-13%, 4 lokaliteta), slabo karbonatnih ( $\text{CaCO}_3$  do 1 %, 3 lokaliteta) i bezkarbonatnih zemljišta ( $\text{CaCO}_3$  0%, na po 3 lokaliteta). Zemljišta u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom pripadaju klasi veoma karbonatnih zemljišta (3 lokaliteta), karbonatnih (8 lokaliteta), slabo karbonatnih (1 lokaliteta) i bezkarbonatnih zemljišta (4 lokaliteta).

Istraživan zemljišta su u najvećoj meri eutrična, zasićena bazama ( $V > 50\%$ ), dok su na manjem broju lokaliteta prisutna distrična zemljišta siromašna bazama ( $V < 50\%$ ).

Tabela 13. Hemijska svojstva proučavanih zemljišta

| Lokalitet           | Vrsta | pH                     |                        | EC                     | CaCO <sub>3</sub> | Adsorptivni kompleks |            |           |            |                 |
|---------------------|-------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|----------------------|------------|-----------|------------|-----------------|
|                     |       | H <sub>2</sub> O       | KCl                    | μS/cm                  | %                 | T                    | S          | T-S       | V          | Y <sub>1</sub>  |
|                     |       |                        |                        |                        |                   | cmol/kg              |            |           | %          | cm <sup>3</sup> |
| Kumodraž            | A     | 7,02±0,07 <sup>a</sup> | 6,34±0,09 <sup>a</sup> | 0,24±0,01 <sup>a</sup> | 0,00±0,00         | 38,99±1,30           | 35,76±1,62 | 3,24±0,39 | 91,60±1,21 | 4,98±0,60       |
|                     | P     | 5,95±0,04 <sup>b</sup> | 4,97±0,03 <sup>b</sup> | 0,15±0,00 <sup>b</sup> | 0,00±0,00         | 32,01±1,21           | 25,77±0,38 | 6,23±1,55 | 81,03±4,45 | 9,59±2,38       |
| Krnjača             | A     | 7,60±0,05 <sup>a</sup> | 7,15±0,02 <sup>a</sup> | 0,28±0,07 <sup>a</sup> | 9,45±1,66         | 0,00±0,00            | 0,00±0,00  | 0,00±0,00 | 0,00±0,00  | 0,00±0,00       |
|                     | P     | 7,63±0,09 <sup>a</sup> | 7,20±0,10 <sup>a</sup> | 0,23±0,03 <sup>a</sup> | 8,39±2,10         | 0,00±0,00            | 0,00±0,00  | 0,00±0,00 | 0,00±0,00  | 0,00±0,00       |
| Makiš               | A     | 7,51±0,01 <sup>a</sup> | 6,85±0,01 <sup>a</sup> | 0,26±0,02 <sup>a</sup> | 2,79±1,27         | 0,00±0,00            | 0,00±0,00  | 0,00±0,00 | 0,00±0,00  | 0,00±0,00       |
|                     | P     | 7,47±0,08 <sup>a</sup> | 6,85±0,06 <sup>a</sup> | 0,28±0,03 <sup>a</sup> | 7,49±0,98         | 0,00±0,00            | 0,00±0,00  | 0,00±0,00 | 0,00±0,00  | 0,00±0,00       |
| Košutnjak           | A     | 6,92±0,06 <sup>b</sup> | 6,07±0,10 <sup>a</sup> | 0,13±0,01 <sup>a</sup> | 0,00±0,00         | 26,80±0,39           | 23,82±0,41 | 2,97±0,18 | 88,90±0,67 | 4,58±0,28       |
|                     | P     | 7,25±0,10 <sup>a</sup> | 6,45±0,13 <sup>a</sup> | 0,16±0,02 <sup>a</sup> | 0,00±0,00         | 30,65±0,55           | 28,00±0,19 | 2,64±0,38 | 91,42±1,09 | 4,07±0,58       |
| Ada Medica          | A     | 7,73±0,01 <sup>a</sup> | 7,12±0,03 <sup>b</sup> | 0,26±0,01 <sup>a</sup> | 9,30±0,29         | 0,00±0,00            | 0,00±0,00  | 0,00±0,00 | 0,00±0,00  | 0,00±0,00       |
|                     | P     | 7,75±0,03 <sup>a</sup> | 7,25±0,04 <sup>a</sup> | 0,28±0,01 <sup>a</sup> | 10,67±0,77        | 0,00±0,00            | 0,00±0,00  | 0,00±0,00 | 0,00±0,00  | 0,00±0,00       |
| Veliko ratno ostrvo | A     | 7,54±0,05 <sup>a</sup> | 6,99±0,04 <sup>a</sup> | 0,27±0,02 <sup>a</sup> | 8,77±0,79         | 0,00±0,00            | 0,00±0,00  | 0,00±0,00 | 0,00±0,00  | 0,00±0,00       |
|                     | P     | 7,63±0,00 <sup>a</sup> | 7,06±0,01 <sup>a</sup> | 0,21±0,01 <sup>a</sup> | 9,31±0,46         | 0,00±0,00            | 0,00±0,00  | 0,00±0,00 | 0,00±0,00  | 0,00±0,00       |
| Živača              | A     | 7,98±0,03 <sup>a</sup> | 7,32±0,02 <sup>a</sup> | 0,27±0,01 <sup>a</sup> | 13,39±0,16        | 0,00±0,00            | 0,00±0,00  | 0,00±0,00 | 0,00±0,00  | 0,00±0,00       |
|                     | P     | 7,76±0,09 <sup>a</sup> | 7,19±0,09 <sup>a</sup> | 0,18±0,00 <sup>b</sup> | 10,55±2,12        | 0,00±0,00            | 0,00±0,00  | 0,00±0,00 | 0,00±0,00  | 0,00±0,00       |
| Jakovo              | A     | 7,62±0,04 <sup>a</sup> | 7,08±0,05 <sup>a</sup> | 0,25±0,01 <sup>a</sup> | 11,31±0,54        | 0,00±0,00            | 0,00±0,00  | 0,00±0,00 | 0,00±0,00  | 0,00±0,00       |
|                     | P     | 7,86±0,14 <sup>a</sup> | 7,23±0,08 <sup>a</sup> | 0,17±0,03 <sup>b</sup> | 9,45±0,51         | 0,00±0,00            | 0,00±0,00  | 0,00±0,00 | 0,00±0,00  | 0,00±0,00       |
| Slankamen           | A     | 7,94±0,03 <sup>a</sup> | 7,59±0,03 <sup>a</sup> | 0,60±0,11 <sup>a</sup> | 16,90±1,69        | 0,00±0,00            | 0,00±0,00  | 0,00±0,00 | 0,00±0,00  | 0,00±0,00       |
|                     | P     | 7,89±0,07 <sup>a</sup> | 7,68±0,04 <sup>a</sup> | 0,80±0,23 <sup>a</sup> | 16,45±0,40        | 0,00±0,00            | 0,00±0,00  | 0,00±0,00 | 0,00±0,00  | 0,00±0,00       |
| Beška               | A     | 8,11±0,04 <sup>a</sup> | 7,59±0,04 <sup>a</sup> | 0,16±0,01 <sup>a</sup> | 14,01±1,77        | 0,00±0,00            | 0,00±0,00  | 0,00±0,00 | 0,00±0,00  | 0,00±0,00       |
|                     | P     | 7,95±0,05 <sup>b</sup> | 7,45±0,03 <sup>b</sup> | 0,30±0,05 <sup>a</sup> | 15,03±0,42        | 0,00±0,00            | 0,00±0,00  | 0,00±0,00 | 0,00±0,00  | 0,00±0,00       |
| Sremski Karlovci    | A     | 8,02±0,02 <sup>a</sup> | 7,45±0,02 <sup>a</sup> | 0,18±0,01 <sup>a</sup> | 15,08±0,90        | 0,00±0,00            | 0,00±0,00  | 0,00±0,00 | 0,00±0,00  | 0,00±0,00       |
|                     | P     | 8,11±0,08 <sup>a</sup> | 7,38±0,04 <sup>a</sup> | 0,28±0,05 <sup>a</sup> | 16,02±1,63        | 0,00±0,00            | 0,00±0,00  | 0,00±0,00 | 0,00±0,00  | 0,00±0,00       |
| Sremska Kamenica    | A     | 7,43±0,06 <sup>a</sup> | 7,02±0,23 <sup>a</sup> | 0,20±0,03 <sup>a</sup> | 2,77±0,45         | 0,00±0,00            | 0,00±0,00  | 0,00±0,00 | 0,00±0,00  | 0,00±0,00       |
|                     | P     | 7,43±0,04 <sup>a</sup> | 6,81±0,03 <sup>a</sup> | 0,21±0,01 <sup>a</sup> | 2,17±0,29         | 0,00±0,00            | 0,00±0,00  | 0,00±0,00 | 0,00±0,00  | 0,00±0,00       |
| Beočin              | A     | 7,80±0,08 <sup>a</sup> | 7,34±0,09 <sup>a</sup> | 0,34±0,02 <sup>a</sup> | 26,17±2,96        | 0,00±0,00            | 0,00±0,00  | 0,00±0,00 | 0,00±0,00  | 0,00±0,00       |
|                     | P     | 7,73±0,08 <sup>a</sup> | 7,18±0,11 <sup>a</sup> | 0,28±0,03 <sup>a</sup> | 10,36±1,26        | 0,00±0,00            | 0,00±0,00  | 0,00±0,00 | 0,00±0,00  | 0,00±0,00       |

| Lokalitet      | Vrsta | pH                     |                        | EC                     | CaCO <sub>3</sub> | Adsorptivni kompleks |            |           |             |                 |
|----------------|-------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|----------------------|------------|-----------|-------------|-----------------|
|                |       | H <sub>2</sub> O       | KCl                    | μS/cm                  | %                 | T                    | S          | T-S       | V           | Y <sub>1</sub>  |
|                |       |                        |                        |                        |                   | cmol/kg              |            |           | %           | cm <sup>3</sup> |
| Zapadna Morava | A     | 7,77±0,07 <sup>a</sup> | 7,20±0,03 <sup>a</sup> | 0,19±0,03 <sup>a</sup> | 2,85±0,59         | 0,00±0,00            | 0,00±0,00  | 0,00±0,00 | 0,00±0,00   | 0,00±0,00       |
|                | P     | 7,66±0,14 <sup>a</sup> | 6,60±0,12 <sup>b</sup> | 0,05±0,00 <sup>b</sup> | 0,00±0,00         | 30,03±10,05          | 28,93±9,69 | 1,10±0,37 | 72,26±24,09 | 1,68±0,56       |
| Velika Morava  | A     | 7,08±0,18 <sup>a</sup> | 6,28±0,25 <sup>a</sup> | 0,21±0,03 <sup>a</sup> | 0,00±0,00         | 65,74±3,41           | 61,86±4,14 | 3,88±0,73 | 93,95±1,36  | 5,97±1,13       |
|                | P     | 6,65±0,05 <sup>a</sup> | 5,66±0,04 <sup>a</sup> | 0,21±0,04 <sup>a</sup> | 0,00±0,00         | 65,27±5,25           | 60,68±5,93 | 4,59±0,76 | 92,63±1,51  | 7,07±1,18       |
| Tamiš          | A     | 7,61±0,02 <sup>a</sup> | 7,00±0,02 <sup>a</sup> | 0,21±0,01 <sup>a</sup> | 2,44±0,32         | 0,00±0,00            | 0,00±0,00  | 0,00±0,00 | 0,00±0,00   | 0,00±0,00       |
|                | P     | 7,58±0,05 <sup>a</sup> | 7,04±0,05 <sup>a</sup> | 0,32±0,03 <sup>a</sup> | 3,04±0,35         | 0,00±0,00            | 0,00±0,00  | 0,00±0,00 | 0,00±0,00   | 0,00±0,00       |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost ± SE za četiri ponavljanja. U okviru istog lokaliteta srednje vrednosti sa različitim slovom se značajno razlikuju, p<0,05.

Vrsta: A - zemljište u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus*, P - zemljište u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom

Tabela 13. Hemijska svojstva proučavanih zemljišta (nastavak)

| Lokalitet           | Vrsta | Ukupni                  |                        |                        | C/N                     | Lako pristupačni              |                          |
|---------------------|-------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------------------|
|                     |       | humus                   | C                      | N                      |                         | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O         |
|                     |       | %                       | %                      | %                      |                         | mg/100g                       |                          |
| Kumodraž            | A     | 3,81±0,18 <sup>a</sup>  | 2,21±0,11 <sup>a</sup> | 0,88±0,27 <sup>a</sup> | 3,15±0,75 <sup>a</sup>  | 42,70±4,71 <sup>a</sup>       | 42,75±6,95 <sup>a</sup>  |
|                     | P     | 2,71±0,14 <sup>b</sup>  | 1,57±0,08 <sup>b</sup> | 0,37±0,14 <sup>a</sup> | 5,51±1,14 <sup>a</sup>  | 2,02±0,27 <sup>b</sup>        | 18,75±0,36 <sup>b</sup>  |
| Krnjača             | A     | 3,39±0,41 <sup>a</sup>  | 1,97±0,24 <sup>a</sup> | 0,34±0,08 <sup>a</sup> | 6,75±1,58 <sup>a</sup>  | 39,33±10,31 <sup>a</sup>      | 28,18±3,22 <sup>a</sup>  |
|                     | P     | 2,89±0,31 <sup>a</sup>  | 1,67±0,18 <sup>a</sup> | 0,28±0,05 <sup>a</sup> | 6,48±0,81 <sup>a</sup>  | 27,55±4,29 <sup>a</sup>       | 28,83±3,49 <sup>a</sup>  |
| Makiš               | A     | 4,58±0,36 <sup>a</sup>  | 2,66±0,21 <sup>a</sup> | 0,65±0,08 <sup>a</sup> | 4,33±0,68 <sup>b</sup>  | 15,14±4,10 <sup>a</sup>       | 37,00±10,41 <sup>a</sup> |
|                     | P     | 5,56±0,63 <sup>a</sup>  | 3,22±0,37 <sup>a</sup> | 0,51±0,08 <sup>a</sup> | 6,54±0,54 <sup>a</sup>  | 16,36±2,75 <sup>a</sup>       | 22,30±1,87 <sup>a</sup>  |
| Košutnjak           | A     | 2,03±0,15 <sup>b</sup>  | 1,18±0,09 <sup>b</sup> | 0,19±0,02 <sup>a</sup> | 6,46±0,63 <sup>a</sup>  | 16,42±1,11 <sup>a</sup>       | 15,58±0,70 <sup>b</sup>  |
|                     | P     | 2,65±0,15 <sup>a</sup>  | 1,54±0,09 <sup>a</sup> | 0,26±0,03 <sup>a</sup> | 6,08±0,59 <sup>a</sup>  | 14,12±1,63 <sup>a</sup>       | 21,73±1,71 <sup>a</sup>  |
| Ada Medica          | A     | 3,11±0,27 <sup>a</sup>  | 1,81±0,15 <sup>a</sup> | 0,28±0,02 <sup>a</sup> | 6,39±0,03 <sup>b</sup>  | 25,92±1,53 <sup>a</sup>       | 11,50±1,19 <sup>b</sup>  |
|                     | P     | 3,20±0,04 <sup>a</sup>  | 1,86±0,02 <sup>a</sup> | 0,25±0,02 <sup>a</sup> | 7,39±0,39 <sup>a</sup>  | 26,51±0,45 <sup>a</sup>       | 23,45±2,75 <sup>a</sup>  |
| Veliko ratno ostrvo | A     | 5,28±1,57 <sup>a</sup>  | 3,06±0,91 <sup>a</sup> | 0,29±0,02 <sup>a</sup> | 10,63±3,31 <sup>a</sup> | 38,55±2,87 <sup>a</sup>       | 13,63±0,88 <sup>a</sup>  |
|                     | P     | 3,29±0,07 <sup>a</sup>  | 1,91±0,04 <sup>a</sup> | 0,26±0,02 <sup>a</sup> | 7,52±0,32 <sup>a</sup>  | 29,95±0,98 <sup>b</sup>       | 12,53±0,35 <sup>a</sup>  |
| Živača              | A     | 1,56±0,12 <sup>a</sup>  | 0,90±0,07 <sup>a</sup> | 0,16±0,01 <sup>a</sup> | 5,78±0,38 <sup>b</sup>  | 6,77±0,49 <sup>a</sup>        | 9,48±0,61 <sup>b</sup>   |
|                     | P     | 3,70±0,97 <sup>a</sup>  | 2,15±0,56 <sup>a</sup> | 0,27±0,07 <sup>a</sup> | 8,11±0,49 <sup>a</sup>  | 19,84±6,96 <sup>a</sup>       | 46,15±4,08 <sup>a</sup>  |
| Jakovo              | A     | 3,19±0,39 <sup>a</sup>  | 1,85±0,23 <sup>a</sup> | 0,26±0,03 <sup>a</sup> | 7,24±0,20 <sup>a</sup>  | 18,36±4,74 <sup>a</sup>       | 13,50±2,28 <sup>a</sup>  |
|                     | P     | 3,07±0,87 <sup>a</sup>  | 1,79±0,51 <sup>a</sup> | 0,22±0,05 <sup>a</sup> | 7,71±0,62 <sup>a</sup>  | 15,30±3,58 <sup>a</sup>       | 15,75±5,54 <sup>a</sup>  |
| Slankamen           | A     | 1,84±0,22 <sup>a</sup>  | 1,07±0,13 <sup>a</sup> | 0,15±0,00 <sup>a</sup> | 7,24±0,74 <sup>a</sup>  | 28,04±0,88 <sup>a</sup>       | 9,78±0,62 <sup>a</sup>   |
|                     | P     | 1,30±0,13 <sup>a</sup>  | 0,75±0,07 <sup>a</sup> | 0,11±0,01 <sup>b</sup> | 7,36±0,68 <sup>a</sup>  | 25,59±0,48 <sup>a</sup>       | 9,25±0,94 <sup>a</sup>   |
| Beška               | A     | 2,42±0,58 <sup>b</sup>  | 1,41±0,34 <sup>b</sup> | 0,16±0,02 <sup>b</sup> | 8,75±1,07 <sup>a</sup>  | 29,39±3,04 <sup>b</sup>       | 25,53±3,20 <sup>b</sup>  |
|                     | P     | 5,45±0,41 <sup>a</sup>  | 3,16±0,24 <sup>a</sup> | 0,34±0,01 <sup>a</sup> | 9,36±0,34 <sup>a</sup>  | 42,89±0,81 <sup>a</sup>       | 119,25±5,11 <sup>a</sup> |
| Sremski Karlovci    | A     | 2,87±0,21 <sup>a</sup>  | 1,67±0,12 <sup>a</sup> | 0,18±0,02 <sup>a</sup> | 9,49±1,37 <sup>a</sup>  | 30,74±4,16 <sup>a</sup>       | 28,98±0,19 <sup>a</sup>  |
|                     | P     | 6,44±2,12 <sup>a</sup>  | 3,74±1,23 <sup>a</sup> | 0,25±0,09 <sup>a</sup> | 14,37±3,23 <sup>a</sup> | 25,53±5,45 <sup>a</sup>       | 24,55±0,65 <sup>b</sup>  |
| Sremska Kamenica    | A     | 4,93±0,82 <sup>a</sup>  | 2,86±0,47 <sup>a</sup> | 0,33±0,01 <sup>a</sup> | 8,73±0,83 <sup>b</sup>  | 66,80±1,74 <sup>a</sup>       | 105,75±1,55 <sup>a</sup> |
|                     | P     | 5,29±0,26 <sup>a</sup>  | 3,07±0,15 <sup>a</sup> | 0,31±0,10 <sup>a</sup> | 15,55±1,21 <sup>a</sup> | 59,35±5,45 <sup>a</sup>       | 75,75±3,47 <sup>b</sup>  |
| Beočin              | A     | 6,38±0,69 <sup>b</sup>  | 3,70±0,39 <sup>b</sup> | 0,39±0,03 <sup>a</sup> | 10,17±0,87 <sup>b</sup> | 43,41±0,96 <sup>a</sup>       | 101,25±5,72 <sup>b</sup> |
|                     | P     | 14,76±2,99 <sup>a</sup> | 8,56±1,74 <sup>a</sup> | 0,58±0,08 <sup>a</sup> | 16,80±1,35 <sup>a</sup> | 46,12±0,68 <sup>a</sup>       | 120,25±2,39 <sup>a</sup> |

| Lokalitet      | Vrsta | Ukupni                 |                        |                        | C/N                     | Lako pristupačni              |                         |
|----------------|-------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|
|                |       | humus                  | C                      | N                      |                         | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O        |
|                |       | %                      | %                      | %                      |                         | mg/100g                       |                         |
| Zapadna Morava | A     | 3,15±0,54 <sup>a</sup> | 1,83±0,31 <sup>a</sup> | 0,22±0,01 <sup>a</sup> | 9,34±0,89 <sup>a</sup>  | 20,07±3,40 <sup>a</sup>       | 26,40±2,44 <sup>a</sup> |
|                | P     | 0,60±0,04 <sup>b</sup> | 0,35±0,02 <sup>b</sup> | 0,04±0,00 <sup>b</sup> | 8,51±1,23 <sup>a</sup>  | 8,66±0,30 <sup>b</sup>        | 8,03±0,66 <sup>b</sup>  |
| Velika Morava  | A     | 4,33±0,34 <sup>a</sup> | 2,51±0,20 <sup>a</sup> | 0,23±0,02 <sup>a</sup> | 11,22±1,86 <sup>a</sup> | 13,84±1,22 <sup>a</sup>       | 30,18±1,34 <sup>a</sup> |
|                | P     | 4,24±0,74 <sup>a</sup> | 2,46±0,43 <sup>a</sup> | 0,22±0,02 <sup>a</sup> | 9,40±0,44 <sup>a</sup>  | 10,26±0,53 <sup>b</sup>       | 28,35±3,22 <sup>a</sup> |
| Tamiš          | A     | 6,52±0,22 <sup>a</sup> | 3,78±0,13 <sup>a</sup> | 0,41±0,02 <sup>a</sup> | 9,02±0,75 <sup>a</sup>  | 36,59±2,76 <sup>a</sup>       | 79,75±2,53 <sup>a</sup> |
|                | P     | 6,14±0,23 <sup>a</sup> | 3,56±0,13 <sup>a</sup> | 0,45±0,01 <sup>a</sup> | 8,11±0,15 <sup>a</sup>  | 28,90±0,76 <sup>b</sup>       | 68,50±3,28 <sup>b</sup> |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost ± SE za četiri ponavljanja. U okviru istog lokaliteta srednje vrednosti sa različitim slovom se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ .

Vrsta: A - zemljište u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus*, P - zemljište u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom

Analiza sadržaja humusa pokazuje da zemljišta u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* u najvećem procentu pripadaju klasi slabo humusna (1-3% humusa, 5 lokaliteta) (Knežević i Košanin, 2011), dosta humusna zemljišta (3-5% humusa, 8 lokaliteta) i jako humusna zemljišta (5-10% humusa, 1 lokalitet). Zemljišta u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom pripadaju klasi slabo humusna (4 lokaliteta) i vrlo slabo humusna (<10% humusa), jako humusna i dosta humusna (na po 5 lokaliteta) i vrlo jako humusna (>10% humusa) utvrđeni na po 1 lokalitetu.

Proučavana zemljišta u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* u odnosu na sadržaj N se mogu okarakterisati kao vrlo bogata na 6 lokaliteta (>0,3% N) (Knežević i Košanin, 2011), bogata (0,2-0,3% N) i sa dobrim sadržajem (0,1-0,2% N) na po 5 lokaliteta. Zemljišta u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom se mogu okarakterisati kao vrlo bogata na 6 lokaliteta, bogata na 8 lokaliteta, sa dobrim sadržajem na 1 lokalitetu i siromašna (0,03-0,06% N) na 1 lokalitetu.

Analiza sadržaja azota (N) i ugljenika u zemljištu u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* i u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom je pokazala da na nekim lokalitetima postoje statistički značajne razlike u sadržaju ovih elemenata. Značajno veći sadržaj ugljenika (C) u zemljištu u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* je primećen na 2 lokaliteta, značajno manji na 3 lokaliteta, dok na ostalim lokalitetima nije bilo značajnih razlika. Sadržaj N je bio značajno veći u zemljištu u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* na 2 lokalitetu, značajno manji na 1 lokalitetu, dok na ostalim lokalitetima nije bilo značajnih razlika (Tabela 13).

Odnos C/N u zemljištu istraživanih lokaliteta na velikom broju lokaliteta je bio uzak, dok je na lokalitetima Sremska Kamenica i Beočin u zemljištu u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom bio nešto širi. Na 5 lokaliteta, odnos C/N je bio značajno užu u zemljištu u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus*.

Rezultati analize sadržaja lako pristupačnog fosfora ( $P_2O_5$ ) pokazuju da zemljišta u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* u najvećoj meri imaju visok sadržaj  $P_2O_5$  u zemljištu (>20 mg/100g, 11 lokaliteta) (Knežević i Košanin, 2011), na 3 lokaliteta je konstatovan srednji sadržaj (15-20 mg/100g), a na po jednom nizak (10-15 mg/100g) i vrlo nizak (<10 mg/100g). U zemljištu u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom je na 9 lokaliteta sadržaj  $P_2O_5$  bio visok, na 4 lokaliteta srednji, na 2 lokaliteta nizak i na 1 lokalitetu vrlo nizak. Takođe, u zemljištu u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus*

značajno veći sadržaj  $P_2O_5$  u poređenju sa sadržajem u zemljištu u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom je konstatovan na 5 lokaliteta, dok je manji sadržaj konstatovan na 1 lokalitetu.

Istraživana zemljišta u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* su imala visok sadržaj lako pristupačnog kalijuma ( $K_2O$ ) na 11 lokaliteta, srednji na 3 lokaliteta i nizak na 2 lokaliteta (Knežević i Košanin, 2011). U zemljištu u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom sadržaj  $K_2O$  je bio visok na 10 lokaliteta, srednji na 4 lokaliteta, dok je na 2 lokaliteta bio nizak (Knežević i Košanin, 2011). Poređenjem sadržaja  $K_2O$  u zemljištu u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* i u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom zapaža se da je sadržaj ovog jedinjenja na 5 lokaliteta bio značajno veći u zemljištu u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus*, a takođe na 5 lokaliteta je bio i značajno manji.

### 6.2.3 Klasifikaciono mesto proučavanih zemljišta

U Tabeli 14 prikazani su tipovi zemljišta prema klasifikaciji Škorić *et al.*, (1985) i prema WBR klasifikaciji. Na osnovu analiziranih rezultata istraživanja može se zaključiti da vrsta *A. lanceolatus* pretežno (13 lokaliteta) naseljava zemljišta koja pripadaju redu hidromorfniha zemljišta, odnosno klasi nerazvijeno hidromorfniha, tipa aluvijalnih zemljišta (fluvisol) sa podtipovima karbonatnim i ilovastokarbonatnim zemljištima i klasi glejnih zemljišta, odnosno tipu ritska crnica. U manjem procentu (3 lokaliteta) naseljava zemljišta koja pripadaju redu automorfniha zemljišta i to kalsi humusno-akumulativnim zemljištima, tipa smonica i klasi kambičnih zemljišta, tipa eutrično smeđe zemljište.

Tabela 14. Zemljišta na proučavanim lokalitetima

| Lokalitet           | Zemljišta prema nacionalnoj klasifikaciji (JDPZ, 1985) | Zemljišta prema WRB klasifikaciji (2006) |
|---------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Kumodraž            | Eutrično smeđe zemljište                               | EutricCambisol                           |
| Krnjača             | Nerazvijeno aluvijalno zemljište – ilovasto-karbonatno | HaplicFluvisol (Calcaric)                |
| Makiš               | Ritska crnica, karbonatna                              | MollicGleysol                            |
| Košutnjak           | Eutrično smeđe zemljište                               | EutricCambisol                           |
| Ada Medica          | Nerazvijeno aluvijalno zemljište – ilovasto-karbonatno | HaplicFluvisol (Calcaric)                |
| Veliko ratno ostrvo | Fluvisol, karbonatni                                   | HaplicFluvisol (Calcaric)                |
| Živača              | Nerazvijeno aluvijalno zemljište – ilovasto-karbonatno | HaplicFluvisol (Calcaric)                |

| Lokalitet        | Zemljišta prema nacionalnoj klasifikaciji (JDPZ, 1985) | Zemljišta prema WRB klasifikaciji (2006) |
|------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Jakovo           | Nerazvijeno aluvijalno zemljište – ilovasto-karbonatno | HaplicFluvisol (Calcaric)                |
| Slankamen        | Nerazvijeno aluvijalno zemljište – ilovasto-karbonatno | HaplicFluvisol (Calcaric)                |
| Beška            | Nerazvijeno aluvijalno zemljište – ilovasto-karbonatno | HaplicFluvisol (Calcaric)                |
| Sremski Karlovci | Nerazvijeno aluvijalno zemljište – ilovasto-karbonatno | HaplicFluvisol (Calcaric)                |
| Sremska Kamenica | Nerazvijeno aluvijalno zemljište – ilovasto-karbonatno | HaplicFluvisol (Calcaric)                |
| Beočin           | Nerazvijeno aluvijalno zemljište – ilovasto-karbonatno | HaplicFluvisol (Calcaric)                |
| Zapadna Morava   | Nerazvijeno aluvijalno zemljište – ilovasto-karbonatno | HaplicFluvisol (Calcaric)                |
| Velika Morava    | Smonica                                                | Vertisol                                 |
| Tamiš            | Ritska crnica, karbonatna                              | MollicGleysol                            |

#### 6.2.4 Sadržaj elemenata u zemljištu istraživanih lokaliteta

U proučavanim zemljištima utvrđen je sadržaj Ca, Mg, Cu i Zn (Tabela 15).

Tabela 15. Koncentracije elemenata u zemljištu u kvadrantima sa vrstom *Aster lanceolatus* i u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom

| Lokalitet           | Vrsta | Ca (mg/kg)                    | Mg (mg/kg)                  | Cu (mg/kg)              | Zn (mg/kg)                |
|---------------------|-------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Kumodraž            | A     | 1863,77±72,20 <sup>a</sup>    | 1496,49±38,98 <sup>a</sup>  | 7,14±0,21 <sup>a</sup>  | 18,76±0,60 <sup>a</sup>   |
|                     | P     | 1170,87±39,55 <sup>b</sup>    | 1427,97±115,90 <sup>a</sup> | 5,66±0,30 <sup>b</sup>  | 14,70±1,32 <sup>b</sup>   |
| Krnjača             | A     | 13104,70±808,48 <sup>a</sup>  | 2505,85±200,94 <sup>a</sup> | 5,40±0,30 <sup>a</sup>  | 19,98±1,47 <sup>a</sup>   |
|                     | P     | 10656,30±1994,12 <sup>a</sup> | 3048,64±516,13 <sup>a</sup> | 5,97±1,28 <sup>a</sup>  | 26,98±4,42 <sup>a</sup>   |
| Makiš               | A     | 5953,16±1463,06 <sup>a</sup>  | 2581,66±151,89 <sup>a</sup> | 9,73±0,60 <sup>a</sup>  | 31,85±2,28 <sup>a</sup>   |
|                     | P     | 10408,40±1711,35 <sup>a</sup> | 2973,24±158,16 <sup>a</sup> | 10,96±0,93 <sup>a</sup> | 36,12±3,37 <sup>a</sup>   |
| Košutnjak           | A     | 1409,52±47,88 <sup>a</sup>    | 1656,17±64,03 <sup>a</sup>  | 5,93±0,15 <sup>a</sup>  | 19,64±0,77 <sup>a</sup>   |
|                     | P     | 1739,80±161,62 <sup>a</sup>   | 1973,08±113,35 <sup>a</sup> | 6,19±0,33 <sup>a</sup>  | 23,15±1,43 <sup>a</sup>   |
| Ada Medica          | A     | 14432,40±634,34 <sup>a</sup>  | 3891,03±104,65 <sup>a</sup> | 11,45±0,43 <sup>a</sup> | 102,87±10,05 <sup>a</sup> |
|                     | P     | 15662,00±600,23 <sup>a</sup>  | 4254,53±119,70 <sup>a</sup> | 9,06±1,01 <sup>a</sup>  | 72,73±9,31 <sup>a</sup>   |
| Veliko ratno ostrvo | A     | 15155,80±529,96 <sup>a</sup>  | 5294,35±144,98 <sup>a</sup> | 10,57±0,82 <sup>a</sup> | 59,70±2,60 <sup>a</sup>   |
|                     | P     | 13892,20±174,19 <sup>a</sup>  | 5191,87±71,00 <sup>a</sup>  | 9,02±0,09 <sup>a</sup>  | 57,06±0,28 <sup>a</sup>   |
| Živača              | A     | 16050,40±565,80 <sup>a</sup>  | 3922,46±127,46 <sup>a</sup> | 6,47±0,34 <sup>a</sup>  | 19,75±1,03 <sup>a</sup>   |
|                     | P     | 12206,80±2455,14 <sup>a</sup> | 3248,27±559,05 <sup>a</sup> | 5,46±0,15 <sup>b</sup>  | 18,08±0,28 <sup>a</sup>   |
| Jakovo              | A     | 15287,40±323,99 <sup>a</sup>  | 3874,32±91,29 <sup>a</sup>  | 8,73±0,35 <sup>a</sup>  | 50,67±2,78 <sup>a</sup>   |
|                     | P     | 13753,30±1272,58 <sup>a</sup> | 3976,16±313,15 <sup>a</sup> | 5,64±1,69 <sup>a</sup>  | 33,80±12,40 <sup>a</sup>  |

| Lokalitet           | Vrsta | Ca<br>(mg/kg)                 | Mg<br>(mg/kg)               | Cu<br>(mg/kg)           | Zn<br>(mg/kg)              |
|---------------------|-------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Slankamen           | A     | 19950,90±1526,08 <sup>a</sup> | 4631,26±430,15 <sup>a</sup> | 6,34±0,62 <sup>a</sup>  | 37,13±3,64 <sup>a</sup>    |
|                     | P     | 17544,80±666,56 <sup>a</sup>  | 4966,23±319,17 <sup>a</sup> | 4,66±0,43 <sup>a</sup>  | 28,02±2,04 <sup>a</sup>    |
| Beška               | A     | 15895,30±2449,46 <sup>a</sup> | 3177,54±264,85 <sup>a</sup> | 4,84±0,63 <sup>a</sup>  | 16,75±1,87 <sup>a</sup>    |
|                     | P     | 19617,00±320,10 <sup>a</sup>  | 3466,70±76,05 <sup>a</sup>  | 7,09±0,78 <sup>a</sup>  | 17,74±0,53 <sup>a</sup>    |
| Sremski<br>Karlovci | A     | 19993,00±1283,74 <sup>a</sup> | 2818,86±106,80 <sup>a</sup> | 8,47±0,63 <sup>a</sup>  | 28,77±3,22 <sup>a</sup>    |
|                     | P     | 19967,80±2337,66 <sup>a</sup> | 2191,99±115,92 <sup>b</sup> | 12,10±2,07 <sup>a</sup> | 25,30±3,25 <sup>a</sup>    |
| Sremska<br>Kamenica | A     | 4079,25±691,48 <sup>a</sup>   | 2223,86±171,01 <sup>a</sup> | 8,83±0,73 <sup>a</sup>  | 25,37±1,52 <sup>a</sup>    |
|                     | P     | 4108,37±542,69 <sup>a</sup>   | 2030,79±104,69 <sup>a</sup> | 7,03±0,38 <sup>a</sup>  | 23,24±0,60 <sup>a</sup>    |
| Beočin              | A     | 35953,60±4263,13 <sup>a</sup> | 3775,82±358,16 <sup>a</sup> | 25,74±4,54 <sup>a</sup> | 330,21±153,51 <sup>a</sup> |
|                     | P     | 18385,70±1114,94 <sup>b</sup> | 2240,34±244,87 <sup>b</sup> | 28,19±1,38 <sup>a</sup> | 112,22±15,35 <sup>a</sup>  |
| Zapadna<br>Morava   | A     | 4214,39±828,45 <sup>a</sup>   | 7232,78±792,77 <sup>a</sup> | 6,99±0,90 <sup>a</sup>  | 30,50±3,92 <sup>a</sup>    |
|                     | P     | 1340,82±138,49 <sup>b</sup>   | 1251,16±65,46 <sup>b</sup>  | 1,69±0,13 <sup>b</sup>  | 8,91±0,43 <sup>b</sup>     |
| Velika Morava       | A     | 2820,83±328,65 <sup>a</sup>   | 5157,72±602,40 <sup>a</sup> | 10,78±1,03 <sup>a</sup> | 46,32±4,63 <sup>a</sup>    |
|                     | P     | 2216,55±366,06 <sup>a</sup>   | 3749,43±257,66 <sup>a</sup> | 10,47±0,74 <sup>a</sup> | 44,19±3,00 <sup>a</sup>    |
| Tamiš               | A     | 5715,66±516,49 <sup>a</sup>   | 3275,70±184,79 <sup>b</sup> | 8,06±0,36 <sup>a</sup>  | 24,78±1,49 <sup>a</sup>    |
|                     | P     | 6433,10±177,06 <sup>a</sup>   | 3776,67±50,10 <sup>a</sup>  | 8,15±0,08 <sup>a</sup>  | 24,70±0,55 <sup>a</sup>    |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost ± SE za četiri ponavljanja. U okviru istog lokaliteta srednje vrednosti sa različitim slovom se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ . Vrsta: A - zemljište u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus*, P - zemljište u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom.

Koncentracija kalcijuma (Ca) u zemljištu na kome dominira *A. lanceolatus* se kretala od 1409,52 mg/kg (Košutnjak) do 35953,60 mg/kg (Beočin). Najmanja koncentracija Ca u zemljištu u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom je bila na lokalitetu Kumodraž (1170,87 mg/kg), dok je najveća koncentracija zabeležena na lokalitetu Sremski Karlovci (19967,80 mg/kg).

Poređenje koncentracija Ca u zemljištu u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* sa koncentracijom u zemljištu na kome dominira prirodna vegetacija po lokalitetu pojedinačno je pokazalo da je na 3 lokaliteta koncentracija Ca bila viša u zemljištu na kome dominira *A. lanceolatus*, dok na ostalim lokalitetima nije bilo statistički značajnih razlika (Tabela 15).

Koncentracija magnezijuma (Mg) u zemljištu na kome dominira *A. lanceolatus* se kretala od 1496,49 mg/kg na lokalitetu Kumodraž do 7232,78 mg/kg na lokalitetu Zapadna Morava. Najmanja koncentracija Mg u zemljištu u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom je bila na lokalitetu Zapadna Morava (1251,16 mg/kg), dok je najveća koncentracija zabeležena na lokalitetu Veliko ratno ostrvo (5191,87 mg/kg).

Poređenje koncentracija Mg u zemljištu u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* sa koncentracijom u zemljištu u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom po lokalitetu

pojedinačno je pokazalo da je na 3 lokaliteta koncentracija Mg bila viša u zemljištu na kome dominira *A. lanceolatus*, na 1 lokalitetu u zemljištu u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom, dok na ostalim lokalitetima nije bilo statistički značajnih razlika (Tabela 15).

Rezultati pokazuju da se koncentracija bakra (Cu) u zemljištu na kome je *A. lanceolatus* formirao gust sklop kretala od 4,84 mg/kg na lokalitetu Beška do 25,74 mg/kg u zemljištu sa lokaliteta Beočin. Koncentracija Cu u zemljištu na kome je dominirala prirodna vegetacija je bila u rasponu od 1,69 mg/kg (Zapadna Morava) do 28,19 mg/kg (Beočin).

Poređenje koncentracija Cu u zemljištu na kome dominira *A. lanceolatus* sa koncentracijom u zemljištu u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom po lokalitetu pojedinačno je pokazalo da je na 3 lokaliteta koncentracija Cu veća u zemljištu na kome dominira *A. lanceolatus*, dok na ostalim lokalitetima nije bilo statistički značajnih razlika (Tabela 15).

Rezultati su pokazali da se koncentracija cinka (Zn) u zemljištu u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* kretala od 16,75 mg/kg (Beška) do 330,21 mg/kg (Beočin). Koncentracija Zn u zemljištu u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom je bila u rasponu od 8,91 mg/kg (Zapadna Morava) do 112,22 mg/kg (Beočin).

Poređenje koncentracija Zn u zemljištu u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* sa koncentracijom u zemljištu u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom po lokalitetu pojedinačno je pokazalo da je na 2 lokaliteta koncentracija Zn bila viša u zemljištu na kome dominira *A. lanceolatus*, dok na ostalim lokalitetima nije bilo statistički značajnih razlika (Tabela 15).

#### **6.2.5 Sadržaj makro i mikronutrijenata u biljnom tkivu vrste *A. lanceolatus* i prirodnoj vegetaciji**

U nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* detektovano je 13 makro- i mikronutrijenata (Tabela 16). Kobalt, hrom, molibden i nikl su bili ispod limita detekcije instrumenta (Tabela 6). U podzemnoj biomasi ove vrste, identifikovano je 15 elemenata. Kobalt bio ispod limita detekcije u svim uzorcima, a hrom, molibden i nikl u većini uzoraka (Tabela 17). U nadzemnoj biomasi vrsta koje su činile prirodnu vegetaciju, detektovano je 16 elemenata (Tabela 16), dok su kobalt i molibden bili ispod limita

detekcije instrumenta (Tabela 6). Elementi Cr, Ni i Pb su konstatovani u manjem broju uzoraka tako da su dobijeni rezultati za sadržaj ovih elemenata u biljnom tkivu prikazani kao srednje vrednosti uzoraka u kojima su detektovani.

Tabela 16. Koncentracija elemenata u nadzemnoj biomasi vrste *Aster lanceolatus* i prirodne vegetacije

| Lokalitet           | Vrsta | N<br>(g/kg)             | P<br>(mg/kg)                | K<br>(mg/kg)                  | Ca<br>(mg/kg)                 | Mg<br>(mg/kg)                | S<br>(mg/kg)                |
|---------------------|-------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Kumodraž            | A     | 25,65±0,33 <sup>b</sup> | 3024,07±92,09 <sup>a</sup>  | 18567,10±151,89 <sup>a</sup>  | 10651,70±565,54 <sup>a</sup>  | 1538,33±78,10 <sup>b</sup>   | 1847,51±41,63 <sup>a</sup>  |
|                     | P     | 36,49±1,90 <sup>a</sup> | 3281,67±292,21 <sup>a</sup> | 21457,50±1265,60 <sup>a</sup> | 17497,80±4192,40 <sup>a</sup> | 5805,18±1257,81 <sup>a</sup> | 2990,78±481,13 <sup>a</sup> |
| Krnjača             | A     | 19,81±3,64 <sup>a</sup> | 2808,22±638,82 <sup>a</sup> | 17646,20±908,04 <sup>a</sup>  | 9929,71±781,79 <sup>a</sup>   | 2071,59±56,74 <sup>a</sup>   | 1801,05±295,05 <sup>a</sup> |
|                     | P     | 17,51±0,79 <sup>a</sup> | 3972,51±835,86 <sup>a</sup> | 16906,00±2922,10 <sup>a</sup> | 9606,31±1905,33 <sup>a</sup>  | 1864,66±149,64 <sup>a</sup>  | 2532,06±76,29 <sup>a</sup>  |
| Makiš               | A     | 28,84±1,32 <sup>a</sup> | 2894,25±441,15 <sup>a</sup> | 17662,30±311,87 <sup>b</sup>  | 8514,28±883,10 <sup>b</sup>   | 1703,14±17,09 <sup>b</sup>   | 2334,83±190,77 <sup>a</sup> |
|                     | P     | 32,84±2,13 <sup>a</sup> | 3207,63±461,88 <sup>a</sup> | 23387,90±2149,76 <sup>a</sup> | 16237,20±2948,80 <sup>a</sup> | 3473,39±403,24 <sup>a</sup>  | 2710,77±329,39 <sup>a</sup> |
| Košutnjak           | A     | 20,23±0,24 <sup>a</sup> | 3516,64±157,01 <sup>a</sup> | 15882,60±324,61 <sup>a</sup>  | 10824,90±221,12 <sup>a</sup>  | 1795,38±74,38 <sup>a</sup>   | 2699,62±91,35 <sup>a</sup>  |
|                     | P     | 17,94±1,92 <sup>a</sup> | 2988,41±69,12 <sup>b</sup>  | 14123,60±503,45 <sup>b</sup>  | 9501,29±618,69 <sup>a</sup>   | 1855,90±222,97 <sup>a</sup>  | 2499,40±157,80 <sup>a</sup> |
| Ada Medica          | A     | 42,61±1,14 <sup>a</sup> | 3098,29±80,21 <sup>b</sup>  | 18417,00±559,49 <sup>b</sup>  | 11163,10±515,16 <sup>b</sup>  | 2285,90±223,48 <sup>b</sup>  | 3045,11±117,39 <sup>a</sup> |
|                     | P     | 39,78±1,58 <sup>a</sup> | 4139,09±199,06 <sup>a</sup> | 25207,90±1253,57 <sup>a</sup> | 16624,20±1136,48 <sup>a</sup> | 3387,40±257,00 <sup>a</sup>  | 2949,19±211,09 <sup>a</sup> |
| Veliko ratno ostrvo | A     | 42,03±0,49 <sup>a</sup> | 3583,99±223,55 <sup>a</sup> | 21967,50±183,75 <sup>a</sup>  | 10315,10±299,29 <sup>b</sup>  | 1729,60±67,64 <sup>b</sup>   | 2844,00±74,60 <sup>a</sup>  |
|                     | P     | 24,46±1,13 <sup>b</sup> | 3295,88±314,18 <sup>a</sup> | 13300,80±2733,73 <sup>b</sup> | 18576,50±1124,95 <sup>a</sup> | 4777,89±453,82 <sup>a</sup>  | 3419,12±498,54 <sup>a</sup> |
| Živača              | A     | 26,66±2,06 <sup>a</sup> | 3294,53±74,65 <sup>b</sup>  | 15603,30±473,26 <sup>b</sup>  | 10280,90±297,32 <sup>b</sup>  | 2324,51±116,30 <sup>b</sup>  | 2532,68±76,32 <sup>b</sup>  |
|                     | P     | 23,35±0,32 <sup>a</sup> | 4245,53±73,96 <sup>a</sup>  | 25447,20±1767,66 <sup>a</sup> | 16842,30±1150,85 <sup>a</sup> | 3065,33±167,76 <sup>a</sup>  | 4721,17±395,88 <sup>a</sup> |
| Jakovo              | A     | 32,52±1,80 <sup>a</sup> | 3456,70±151,62 <sup>a</sup> | 16954,50±583,79 <sup>a</sup>  | 11760,00±816,20 <sup>a</sup>  | 2673,85±106,24 <sup>a</sup>  | 2726,84±111,36 <sup>a</sup> |
|                     | P     | 17,30±1,13 <sup>b</sup> | 4124,59±272,07 <sup>a</sup> | 12762,70±1208,90 <sup>b</sup> | 11416,20±2195,45 <sup>a</sup> | 2696,81±481,27 <sup>a</sup>  | 2551,90±285,89 <sup>a</sup> |
| Slankamen           | A     | 20,39±0,53 <sup>b</sup> | 3454,76±353,60 <sup>a</sup> | 18382,50±1493,17 <sup>a</sup> | 9710,09±954,53 <sup>a</sup>   | 2238,89±206,53 <sup>a</sup>  | 2687,85±223,29 <sup>b</sup> |
|                     | P     | 28,37±0,39 <sup>a</sup> | 2432,50±423,08 <sup>a</sup> | 14709,10±1604,90 <sup>a</sup> | 8849,50±1325,76 <sup>a</sup>  | 2722,45±504,96 <sup>a</sup>  | 4385,50±555,82 <sup>a</sup> |
| Beška               | A     | 28,24±3,70 <sup>a</sup> | 5153,06±539,20 <sup>a</sup> | 19863,60±974,46 <sup>a</sup>  | 11104,10±1365,39 <sup>b</sup> | 1754,13±168,61 <sup>a</sup>  | 2900,19±113,21 <sup>a</sup> |
|                     | P     | 21,02±1,13 <sup>a</sup> | 3325,83±155,39 <sup>b</sup> | 18358,80±1438,22 <sup>a</sup> | 16097,80±1283,93 <sup>a</sup> | 2477,90±482,62 <sup>a</sup>  | 2080,74±317,51 <sup>a</sup> |
| Sremski Karlovci    | A     | 20,44±2,48 <sup>a</sup> | 3832,97±115,59 <sup>a</sup> | 16598,70±257,93 <sup>a</sup>  | 13971,00±388,55 <sup>b</sup>  | 1822,30±188,19 <sup>b</sup>  | 2794,30±156,99 <sup>a</sup> |
|                     | P     | 16,45±1,27 <sup>a</sup> | 2633,86±252,10 <sup>b</sup> | 17748,70±553,02 <sup>a</sup>  | 22336,20±889,74 <sup>a</sup>  | 2840,22±41,01 <sup>a</sup>   | 2327,48±201,45 <sup>a</sup> |
| Sremska Kamenica    | A     | 15,00±1,10 <sup>a</sup> | 3720,54±150,41 <sup>a</sup> | 17384,10±461,23 <sup>b</sup>  | 11372,00±698,63 <sup>b</sup>  | 1697,08±60,75 <sup>b</sup>   | 2285,76±194,52 <sup>a</sup> |
|                     | P     | 19,19±1,41 <sup>a</sup> | 3829,37±665,38 <sup>a</sup> | 23005,90±518,80 <sup>a</sup>  | 19398,70±2496,31 <sup>a</sup> | 3563,01±417,71 <sup>a</sup>  | 2369,69±168,24 <sup>a</sup> |
| Beočin              | A     | 36,81±1,32 <sup>a</sup> | 2735,44±279,03 <sup>a</sup> | 21228,00±566,84 <sup>b</sup>  | 10304,70±777,47 <sup>b</sup>  | 1906,93±156,25 <sup>b</sup>  | 2800,27±271,74 <sup>b</sup> |
|                     | P     | 32,78±3,16 <sup>a</sup> | 3174,31±353,83 <sup>a</sup> | 25779,40±622,34 <sup>a</sup>  | 47418,70±9558,98 <sup>a</sup> | 6560,34±277,25 <sup>a</sup>  | 4320,03±383,28 <sup>a</sup> |

| Lokalitet      | Vrsta | N<br>(g/kg)             | P<br>(mg/kg)                | K<br>(mg/kg)                  | Ca<br>(mg/kg)                 | Mg<br>(mg/kg)               | S<br>(mg/kg)                |
|----------------|-------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Zapadna Morava | A     | 17,14±0,76 <sup>a</sup> | 3293,37±63,13 <sup>a</sup>  | 16187,70±271,15 <sup>a</sup>  | 9553,48±423,57 <sup>b</sup>   | 1881,93±226,73 <sup>b</sup> | 2810,61±119,97 <sup>a</sup> |
|                | P     | 16,47±1,11 <sup>a</sup> | 2322,65±110,90 <sup>b</sup> | 15675,40±472,25 <sup>a</sup>  | 16955,30±2205,83 <sup>a</sup> | 3100,15±192,74 <sup>a</sup> | 2485,74±485,20 <sup>a</sup> |
| Velika Morava  | A     | 18,40±1,81 <sup>a</sup> | 3135,76±286,79 <sup>a</sup> | 15662,30±678,45 <sup>a</sup>  | 9941,99±360,34 <sup>b</sup>   | 4120,35±216,36 <sup>a</sup> | 2202,03±98,62 <sup>b</sup>  |
|                | P     | 18,52±1,70 <sup>a</sup> | 3728,01±276,04 <sup>a</sup> | 15161,00±713,75 <sup>a</sup>  | 12963,60±1008,32 <sup>a</sup> | 3997,09±287,97 <sup>a</sup> | 3822,78±590,57 <sup>a</sup> |
| Tamiš          | A     | 15,93±1,01 <sup>a</sup> | 3323,87±119,29 <sup>a</sup> | 17905,70±249,38 <sup>a</sup>  | 11440,40±451,55 <sup>a</sup>  | 2059,38±56,62 <sup>b</sup>  | 2861,58±73,92 <sup>a</sup>  |
|                | P     | 19,37±1,74 <sup>a</sup> | 3882,39±492,17 <sup>a</sup> | 20352,10±2776,76 <sup>a</sup> | 12796,20±3103,91 <sup>a</sup> | 2910,80±332,11 <sup>a</sup> | 2835,28±363,56 <sup>a</sup> |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost ± SE za četiri ponavljanja. U okviru istog lokaliteta srednje vrednosti sa različitim slovom se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ .

Vrsta: A - vrsta *A. lanceolatus*, P - prirodna vegetacija. nd - nije detektovano

Tabela 16. Koncentracija elemenata u nadzemnoj biomasi vrste *Aster lanceolatus* i prirodne vegetacije (nastavak)

| Lokalitet           | Vrsta | Fe<br>(mg/kg)               | Cu<br>(mg/kg)           | B<br>(mg/kg)              | Zn<br>(mg/kg)             | Ni<br>(mg/kg) | Cr (mg/kg) | Pb<br>(mg/kg) | Cd<br>(mg/kg)          |
|---------------------|-------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------|------------|---------------|------------------------|
| Kumodraž            | A     | 197,10±9,39 <sup>a</sup>    | 10,74±0,55 <sup>b</sup> | 96,30±18,19 <sup>a</sup>  | 89,51±9,83 <sup>a</sup>   | nd            | nd         | nd            | 2,16±0,46 <sup>a</sup> |
|                     | P     | 217,02±22,70 <sup>a</sup>   | 16,81±0,52 <sup>a</sup> | 46,35±2,91 <sup>b</sup>   | 22,33±0,91 <sup>b</sup>   | nd            | nd         | 10,09         | 1,74±0,20 <sup>a</sup> |
| Krnjača             | A     | 170,59±30,22 <sup>a</sup>   | 9,72±3,64 <sup>a</sup>  | 82,51±7,27 <sup>a</sup>   | 105,78±22,93 <sup>a</sup> | nd            | nd         | 10,54         | 2,02±0,34 <sup>a</sup> |
|                     | P     | 414,27±192,21 <sup>a</sup>  | 13,38±3,68 <sup>a</sup> | 55,68±9,80 <sup>a</sup>   | 84,92±25,35 <sup>a</sup>  | 2,94          | 11,77      | 3,25          | 1,92±0,28 <sup>a</sup> |
| Makiš               | A     | 87,22±6,81 <sup>b</sup>     | 6,27±0,80 <sup>a</sup>  | 40,89±3,17 <sup>a</sup>   | 60,92±4,86 <sup>a</sup>   | nd            | nd         | 13,19         | 2,10±0,28 <sup>a</sup> |
|                     | P     | 218,76±39,46 <sup>a</sup>   | 8,08±1,89 <sup>a</sup>  | 40,63±7,14 <sup>a</sup>   | 39,45±8,30 <sup>a</sup>   | nd            | nd         | nd            | 1,24±0,38 <sup>a</sup> |
| Košutnjak           | A     | 130,18±20,13 <sup>b</sup>   | 6,22±0,92 <sup>a</sup>  | 51,38±3,13 <sup>a</sup>   | 83,45±5,50 <sup>a</sup>   | nd            | nd         | 8,10          | 1,58±0,03 <sup>a</sup> |
|                     | P     | 380,84±53,00 <sup>a</sup>   | 1,93±0,16 <sup>b</sup>  | 22,58±0,82 <sup>b</sup>   | 28,34±3,69 <sup>b</sup>   | nd            | nd         | 2,74          | 1,40±0,24 <sup>a</sup> |
| Ada Medica          | A     | 291,41±68,77 <sup>a</sup>   | 9,46±0,63 <sup>a</sup>  | 49,32±1,84 <sup>a</sup>   | 63,40±3,73 <sup>a</sup>   | nd            | nd         | 5,77          | 2,61±0,31 <sup>a</sup> |
|                     | P     | 467,66±57,92 <sup>a</sup>   | 5,13±0,56 <sup>b</sup>  | 40,96±8,14 <sup>a</sup>   | 44,54±6,64 <sup>b</sup>   | nd            | nd         | 2,71          | 1,74±0,44 <sup>a</sup> |
| Veliko ratno ostrvo | A     | 422,06±114,54 <sup>b</sup>  | 15,76±0,83 <sup>a</sup> | 36,51±2,06 <sup>a</sup>   | 102,38±5,54 <sup>a</sup>  | nd            | nd         | nd            | 3,61±0,45 <sup>a</sup> |
|                     | P     | 2037,26±490,58 <sup>a</sup> | 6,32±1,62 <sup>b</sup>  | 30,38±9,62 <sup>a</sup>   | 56,87±2,69 <sup>b</sup>   | 13,69         | 32,24      | nd            | 1,85±0,14 <sup>b</sup> |
| Živača              | A     | 136,18±15,27 <sup>b</sup>   | 13,93±0,39 <sup>a</sup> | 80,83±5,01 <sup>a</sup>   | 166,20±15,38 <sup>a</sup> | nd            | nd         | 1,95          | 1,94±0,27 <sup>a</sup> |
|                     | P     | 520,80±150,04 <sup>a</sup>  | 17,81±2,80 <sup>a</sup> | 51,97±12,05 <sup>a</sup>  | 114,11±17,63 <sup>a</sup> | 5,41          | 13,06      | 2,86          | 1,46±0,25 <sup>a</sup> |
| Jakovo              | A     | 480,35±37,85 <sup>b</sup>   | 6,96±0,58 <sup>a</sup>  | 41,37±5,11 <sup>a</sup>   | 94,81±10,98 <sup>a</sup>  | nd            | nd         | 1,50          | 2,22±0,32 <sup>a</sup> |
|                     | P     | 708,28±69,11 <sup>a</sup>   | 3,10±0,65 <sup>b</sup>  | 21,85±3,80 <sup>b</sup>   | 49,90±11,13 <sup>b</sup>  | nd            | 8,19       | 1,71          | 1,83±0,28 <sup>a</sup> |
| Slankamen           | A     | 454,67±31,36 <sup>a</sup>   | 12,77±1,57 <sup>a</sup> | 137,32±29,81 <sup>a</sup> | 104,75±7,44 <sup>a</sup>  | nd            | nd         | 5,62          | 1,79±0,25 <sup>a</sup> |
|                     | P     | 340,28±87,64 <sup>a</sup>   | 3,24±1,00 <sup>b</sup>  | 56,19±4,54 <sup>b</sup>   | 58,04±13,91 <sup>b</sup>  | nd            | nd         | 17,69         | 2,41±0,65 <sup>a</sup> |
| Beška               | A     | 170,71±23,20 <sup>a</sup>   | 13,16±1,47 <sup>a</sup> | 43,09±2,50 <sup>a</sup>   | 112,67±14,12 <sup>a</sup> | nd            | nd         | 5,02          | 1,13±0,53 <sup>a</sup> |
|                     | P     | 212,88±45,71 <sup>a</sup>   | 2,99±0,61 <sup>b</sup>  | 53,45±8,38 <sup>a</sup>   | 39,49±5,19 <sup>b</sup>   | nd            | nd         | nd            | 1,49±0,35 <sup>a</sup> |
| Sremski Karlovci    | A     | 379,08±30,61 <sup>b</sup>   | 10,65±1,46 <sup>a</sup> | 87,44±7,93 <sup>a</sup>   | 132,74±11,39 <sup>a</sup> | nd            | nd         | 6,13          | 1,30±0,28 <sup>a</sup> |
|                     | P     | 980,68±114,72 <sup>a</sup>  | 6,56±1,78 <sup>a</sup>  | 47,64±13,86 <sup>b</sup>  | 51,79±5,51 <sup>b</sup>   | 5,70          | 9,47       | nd            | 1,15±0,06 <sup>a</sup> |
| Sremska Kamenica    | A     | 161,75±11,29 <sup>b</sup>   | 12,10±0,73 <sup>a</sup> | 67,91±4,25 <sup>a</sup>   | 130,28±10,57 <sup>a</sup> | nd            | nd         | nd            | 1,59±0,09 <sup>a</sup> |
|                     | P     | 206,48±8,98 <sup>a</sup>    | 2,83±1,09 <sup>b</sup>  | 62,38±3,63 <sup>a</sup>   | 28,13±5,43 <sup>b</sup>   | nd            | nd         | nd            | 1,97±0,46 <sup>a</sup> |
| Beočin              | A     | 114,23±3,41 <sup>b</sup>    | 10,69±1,20 <sup>a</sup> | 40,64±3,07 <sup>b</sup>   | 70,09±5,04 <sup>a</sup>   | nd            | nd         | 6,58          | 1,75±0,17 <sup>a</sup> |
|                     | P     | 512,14±43,66 <sup>a</sup>   | 5,67±1,73 <sup>a</sup>  | 85,35±3,12 <sup>a</sup>   | 78,41±8,35 <sup>a</sup>   | 1,59          | nd         | 1,43          | 1,68±0,34 <sup>a</sup> |

| Lokalitet      | Vrsta | Fe<br>(mg/kg)             | Cu<br>(mg/kg)           | B<br>(mg/kg)            | Zn<br>(mg/kg)             | Ni<br>(mg/kg) | Cr (mg/kg) | Pb<br>(mg/kg) | Cd<br>(mg/kg)          |
|----------------|-------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------|------------|---------------|------------------------|
| Zapadna Morava | A     | 226,50±28,38 <sup>b</sup> | 8,88±0,68 <sup>a</sup>  | 69,80±6,71 <sup>a</sup> | 77,90±8,10 <sup>a</sup>   | nd            | nd         | nd            | 1,70±0,09 <sup>a</sup> |
|                | P     | 830,61±88,34 <sup>a</sup> | 3,84±0,09 <sup>b</sup>  | 39,92±6,39 <sup>b</sup> | 97,19±24,63 <sup>a</sup>  | 6,25          | 18,15      | 4,82          | 1,47±0,45 <sup>a</sup> |
| Velika Morava  | A     | 678,79±18,06 <sup>a</sup> | 8,36±0,75 <sup>a</sup>  | 63,48±6,59 <sup>a</sup> | 125,02±12,24 <sup>a</sup> | nd            | nd         | 3,4           | 2,35±0,10 <sup>a</sup> |
|                | P     | 731,82±77,82 <sup>a</sup> | 4,41±0,74 <sup>b</sup>  | 36,77±4,83 <sup>b</sup> | 69,32±3,80 <sup>b</sup>   | nd            | nd         | nd            | 1,98±0,23 <sup>a</sup> |
| Tamiš          | A     | 101,48±9,29 <sup>b</sup>  | 4,13±0,55 <sup>b</sup>  | 68,05±2,13 <sup>a</sup> | 71,15±4,24 <sup>a</sup>   | nd            | nd         | nd            | 1,42±0,30 <sup>a</sup> |
|                | P     | 439,88±95,13 <sup>a</sup> | 11,21±1,70 <sup>a</sup> | 40,01±6,31 <sup>b</sup> | 42,02±7,84 <sup>b</sup>   | nd            | nd         | nd            | 1,59±0,33 <sup>a</sup> |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost ± SE za četiri ponavljanja. U okviru istog lokaliteta srednje vrednosti sa različitim slovom se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ .

Vrsta: A - vrsta *A. lanceolatus*, P - prirodna vegetacija. nd - nije detektovano

Tabela 17. Koncentracija elemenata u podzemnoj biomasi vrste *Aster lanceolatus*

| Lokalitet           | P<br>(mg/kg)   | K<br>(mg/kg)    | Ca<br>(mg/kg)  | Mg<br>(mg/kg)  | S<br>(mg/kg)   | Fe<br>(mg/kg)  |
|---------------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Kumodraž            | 2406,32±335,83 | 13309,53±328,44 | 5674,51±544,03 | 1172,31±55,68  | 847,03±68,06   | 1054,92±141,12 |
| Krnjača             | 2152,81±559,70 | 13265,68±772,88 | 5249,07±314,53 | 1065,41±128,27 | 1133,14±90,42  | 440,83±107,87  |
| Makiš               | 2383,86±174,47 | 13264,95±52,88  | 4860,47±624,69 | 1134,35±59,17  | 1082,80±80,88  | 663,24±171,91  |
| Košutnjak           | 2508,31±45,77  | 12681,41±61,85  | 6031,26±128,38 | 1210,13±20,35  | 1139,99±44,39  | 724,49±27,65   |
| Ada Medica          | 2858,49±110,43 | 15715,81±530,65 | 5536,95±594,61 | 1158,83±19,88  | 1138,78±45,48  | 680,14±125,78  |
| Veliko ratno ostrvo | 3122,99±155,65 | 15229,91±415,75 | 9100,43±229,89 | 1950,83±101,69 | 1358,07±73,00  | 2140,82±198,61 |
| Živača              | 3424,80±361,37 | 14207,40±590,25 | 6205,31±810,33 | 1341,18±227,75 | 1096,28±65,94  | 1067,94±451,08 |
| Jakovo              | 2994,00±343,25 | 10711,62±657,58 | 5336,45±314,57 | 1428,16±41,37  | 1058,58±55,04  | 1215,91±71,78  |
| Slankamen           | 4667,77±7,92   | 16260,80±88,85  | 4327,30±70,53  | 1395,23±34,95  | 1944,17±26,76  | 468,71±19,13   |
| Beška               | 3256,60±4,01   | 12824,45±138,91 | 6388,23±241,37 | 1266,36±23,10  | 988,15±83,17   | 1005,50±38,04  |
| Sremski Karlovci    | 2979,74±135,93 | 13225,31±401,75 | 4858,82±188,00 | 927,80±78,77   | 936,73±61,42   | 432,99±56,01   |
| Sremska Kamenica    | 3359,23±321,87 | 13672,61±622,39 | 5523,02±641,44 | 1318,04±56,46  | 997,81±38,44   | 964,40±52,38   |
| Beočin              | 3145,34±375,20 | 12374,90±187,35 | 6273,68±472,32 | 1256,31±67,84  | 1033,91±148,01 | 1014,53±276,24 |
| Zapadna Morava      | 2864,09±161,07 | 12553,41±189,24 | 5447,07±309,73 | 1302,58±26,65  | 1054,00±73,03  | 665,40±55,94   |
| Velika Morava       | 2488,21±82,61  | 12538,95±271,28 | 4314,80±323,77 | 1406,86±54,88  | 878,88±68,39   | 714,50±43,97   |
| Tamiš               | 2412,87±78,74  | 11967,32±418,21 | 4415,39±196,34 | 1029,47±49,49  | 1122,43±38,17  | 500,22±67,96   |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost ± SE za četiri ponavljanja.nd - nije detektovano

Tabela 17. Koncentracija elemenata u podzemnoj biomasi vrste *Aster lanceolatus* (nastavak)

| Lokalitet           | Cu<br>(mg/kg) | B<br>(mg/kg) | Zn<br>(mg/kg) | Ni<br>(mg/kg) | Cr<br>(mg/kg) | Pb<br>(mg/kg) | Cd<br>(mg/kg) | Mo<br>(mg/kg) |
|---------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Kumodraž            | 13,64±0,91    | 18,28±4,10   | 33,07±1,70    | nd            | 1,65±0,26     | nd            | 1,44±0,09     | 10,57±0,36    |
| Krnjača             | 8,59±1,93     | 24,05±0,98   | 31,93±3,49    | nd            | nd            | 2,41±0,89     | 1,26±0,10     | 3,79±0,03     |
| Makiš               | 16,10±0,93    | 19,27±1,93   | 31,11±2,50    | nd            | 4,52±0,02     | nd            | 1,98±0,32     | 8,81±0,07     |
| Košutnjak           | 15,87±2,77    | 21,52±2,25   | 34,46±1,42    | nd            | nd            | nd            | 2,04±0,34     | nd            |
| Ada Medica          | 11,28±1,85    | 21,05±1,88   | 32,55±1,43    | nd            | nd            | 3,82±0,65     | 1,72±0,14     | nd            |
| Veliko ratno ostrvo | 25,45±1,13    | 15,38±3,77   | 56,35±1,92    | 2,51±0,67     | 2,23±0,47     | 7,78±4,23     | 3,42±0,48     | nd            |
| Živača              | 11,62±1,14    | 17,30±1,95   | 42,05±9,62    | 1,76±0,01     | nd            | nd            | 1,80±0,34     | 4,40±1,26     |
| Jakovo              | 22,70±2,51    | 13,23±2,39   | 33,72±2,03    | 1,22±0,18     | nd            | nd            | 2,03±0,47     | nd            |
| Slankamen           | 12,02±0,47    | 12,96±1,85   | 27,06±1,24    | nd            | nd            | nd            | 1,31±0,19     | nd            |
| Beška               | 21,60±0,78    | 14,82±1,64   | 34,92±1,69    | nd            | nd            | 8,32±1,34     | 1,97±0,54     | nd            |
| Sremski Karlovci    | 10,59±0,99    | 14,44±1,41   | 41,88±2,65    | nd            | 1,53±0,03     | 16,42±5,26    | 1,62±0,37     | 6,17±2,97     |
| Sremska Kamenica    | 10,44±0,43    | 18,00±0,75   | 40,40±9,63    | 2,42±0,27     | nd            | nd            | 1,83±0,28     | 11,37±2,37    |
| Beočin              | 21,48±4,96    | 17,40±2,62   | 32,46±1,19    | nd            | nd            | 7,48±0,26     | 1,43±0,08     | nd            |
| Zapadna Morava      | 16,83±2,07    | 16,40±1,22   | 28,37±0,63    | 2,71±0,56     | nd            | 20,07±1,26    | 2,09±0,27     | nd            |
| Velika Morava       | 11,12±0,44    | 16,05±1,22   | 32,16±3,13    | nd            | nd            | 2,51±0,34     | 1,06±0,67     | nd            |
| Tamiš               | 9,19±1,67     | 13,17±1,98   | 22,76±4,50    | nd            | nd            | 21,35±15,68   | 1,51±0,43     | 12,57±3,14    |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost ± SE za četiri ponavljanja.nd - nije detektovano

Koncentracija azota (N) u nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* se kreće od 15,00 g/kg na lokalitetu Sremska Kamenica do 42,61 g/kg na lokalitetu Ada Međica (Tabela 16). Najmanji sadržaj N u nadzemnoj biomasi prirodne vegetacije je izmerena na lokalitetu Sremski Karlovci (16,45 g/kg), a najveći na lokalitetu Ada Međica (39,78 g/kg).

Kada se poredi sadržaj N u vrsti *A. lanceolatus* i prirodnoj vegetaciji po lokalitetima, rezultati pokazuju da je na 2 lokaliteta *A. lanceolatus* imao značajno veći sadržaj N, na 1 lokalitetu koncentracija je bila značajno veća u prirodnoj vegetaciji, dok na ostalih 13 lokaliteta nije zabeležena statistički značajna razlika.

Rezultati su pokazali da se sadržaj fosfora (P) u nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* kretao od 2735,44 mg/kg (Beočin) do 5153,06 mg/kg (Beška) (Tabela 16). Koncentracija P u podzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* se kretala od 2152,81 mg/kg kod biljaka sa lokaliteta Krnjača do 4667,77 mg/kg na lokalitetu Slankamen (Tabela 17). Najmanja koncentracija P u nadzemnoj biomasi prirodne vegetacije je izmerena na lokalitetu Zapadna Morava 2322,65 mg/kg, dok je najviša koncentracija izmerena kod biljaka sa lokaliteta Živača (4245,53 mg/kg).

Utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika u sadržaju P u vrsti *A. lanceolatus* i prirodnoj vegetaciji po lokalitetima i to na 4 lokaliteta koncentracija P je bila značajno veća u nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus*, na 2 lokaliteta je bila značajno manja, dok na ostalim lokalitetima (10) razlike nisu primećene (Tabela 16).

Izmereni rezultati su pokazali da se sadržaj kalijuma (K) u nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* kreće od 15603,30 mg/kg (Živača) do 21967,50 mg/kg (Beočin) (Tabela 16). Koncentracija K u podzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* se kretala od 10711,62 mg/kg kod biljaka sa lokaliteta Jakovo do 16260,80 mg/kg na lokalitetu Slankamen (Tabela 17). Najmanja koncentracija K u nadzemnoj biomasi prirodne vegetacije je izmerena na lokalitetu Slankamen 12762,70 mg/kg, dok je najviša koncentracija izmerena kod biljaka sa lokaliteta Beočin (25779,40 mg/kg).

Poređenje sadržaja K u vrsti *A. lanceolatus* i prirodnoj vegetaciji po lokalitetima, je pokazalo da postoje statistički značajne razlike. Na 3 lokaliteta koncentracija K je bila značajno veća u nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus*, a na 5 lokaliteta je bila značajno manja, dok na ostalim lokalitetima razlike nisu primećene (Tabela 16).

Rezultati istraživanja su pokazali da se sadržaj kalcijuma (Ca) u nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* kretao od 8514,28 mg/kg (Makiš) do 13971,00 mg/kg (Sremski

Karlovcu) (Tabela 16). Koncentracija Ca u podzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* se kretala od 3965,67 mg/kg kod biljaka sa lokaliteta Velika Morava do 9100,43 mg/kg na lokalitetu Veliko ratno ostrvo (Tabela 17). Najmanja koncentracija Ca u nadzemnoj biomasi prirodne vegetacije, je zabeležena na lokalitetu Slankamen (8849,50 mg/kg), dok je ekstremno visoka koncentracija zabeležena kod biljaka sa lokaliteta Beočin (47418,70 mg/kg).

Utvrđena koncentracija Ca je na 10 lokaliteta bila statistički značajno veća u nadzemnoj biomasi prirodne vegetacije (Tabela 16), dok na ostalim lokalitetima značajne razlike nisu utvrđene.

Rezultati analize sadržaja magnezijuma (Mg) u nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* su pokazali da se sadržaj ovog elementa kretao u rasponu od 1538,33 mg/kg na lokalitetu Kumodraž do 4120,35 mg/kg na lokalitetu Velika Morava (Tabela 16). U podzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* najniža koncentracija Mg je zabeležena na kod biljaka sa lokaliteta Sremski Karlovci (927,80 mg/kg), dok je najveća koncentracija i za ovaj element zabeležena na lokalitetu Veliko ratno ostrvo i iznosila je 1950,83 (Tabela 17). U prirodnoj vegetaciji koncentracija Mg se kretala između 1855,90 mg/kg (Košutnjak) i 6560,34 mg/kg (Beočin).

Poređenjem sadržaja Mg u vrsti *A. lanceolatus* i prirodnoj vegetaciji po lokalitetima, je utvrđeno da postoje statistički značajne razlike na 10 lokaliteta, gde su zabeležene manje koncentracije Mg u nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus*. Na ostalim lokalitetima nije bilo značajnih razlika (Tabela 16).

Sadržaja sumpora (S) u nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* se kreće između 1801,05 mg/kg i 3045,11 mg/kg (Tabela 16). U podzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* (Tabela 17) najniža koncentracija je izmerena kod biljaka sa lokaliteta Velika Morava (813,49 mg/kg), a najveća na lokalitetu Slankamen (1944,17 mg/kg). U prirodnoj vegetaciji koncentracija se kreće od 2080,74 mg/kg (Beška) do 4721,17 mg/kg (Živača).

Poređenjem sadržaja S u vrsti *A. lanceolatus* i prirodnoj vegetaciji po lokalitetima, zapaža se da je, na 4 lokaliteta, sadržaj S u nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* statistički značajno manji nego u prirodnoj vegetaciji. Značajna razlika na ostalim lokalitetima nije zabeležena ( $p > 0,05$ ).

Rezultati analize sadržaja gvožđa (Fe) u nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* su pokazali da se sadržaj ovog elementa kreće u rasponu od 87,22 mg/kg (Makiš) do 678,79

mg/kg (Velika Morava) (Tabela 16). U podzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* najniža koncentracija Fe je izmerena na kod biljaka sa lokaliteta Sremski Karlovci (432,99 mg/kg), dok je najveća koncentracija i za ovaj element izmerena na lokalitetu Veliko ratno ostrvo (Tabela 17). U prirodnoj vegetaciji koncentracija Fe se kretala između 206,48 mg/kg (Sremska Kamenica) i 2027,26 mg/kg (Veliko ratno ostrvo).

Poređenje izmerenih sadržaja Fe u vrsti *A. lanceolatus* i prirodnoj vegetaciji po lokalitetima, je pokazalo da statistički značajne razlike u sadržaju ovog elementa u prirodnoj vegetaciji i vrsti *A. lanceolatus* postoje na 10 lokaliteta gde su izmerene manje koncentracije Fe u nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus*. Na ostalim lokalitetima nije bilo značajnih razlika (Tabela 16).

Koncentracija bakra (Cu) u nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* se kretala od 4,13 mg/kg (Tamiš) do 15,76 mg/kg (Veliko ratno ostrvo) (Tabela 16). U podzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* najmanja koncentracija je izmerena na lokalitetu Krnjača (8,59 mg/kg), a najveća kod biljaka sakupljenih na lokalitetu Veliko ratno ostrvo (25,45 mg/kg) (Tabela 17). Najmanji sadržaj Cu u prirodnoj vegetaciji je zabeležen na lokalitetu Košutnjak (1,93 mg/kg), a najveći na lokalitetu Živača (17,81 mg/kg).

Kada se poredi sadržaj Cu u vrsti *A. lanceolatus* i prirodnoj vegetaciji po lokalitetima, rezultati pokazuju da je na 9 lokaliteta *A. lanceolatus* imao značajno veći sadržaj Cu, na 2 lokaliteta koncentracija je bilja značajno veća u prirodnoj vegetaciji, dok na ostalih 5 lokaliteta nije zabeležena statistički značajna razlika.

Koncentracija bora (B) u nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* se kretala od 36,51 mg/kg do 137,32 mg/kg (Tabela 16). U podzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* najmanja koncentracija je izmerena na lokalitetu Slankamen (12,96 mg/kg), a najveća kod biljaka sakupljenim na lokalitetu Krnjača (24,05 mg/kg) (Tabela 17). Najmanji sadržaj B u nadzemnoj biomasi prirodne vegetacije je zabeležen na lokalitetu Jakovo (21,85 mg/kg), a najveći na lokalitetu Beočin (85,35 mg/kg).

Kada se poredi sadržaj B u vrsti *A. lanceolatus* i prirodnoj vegetaciji po lokalitetima, rezultati pokazuju da je na 8 lokaliteta *A. lanceolatus* imao značajno veći sadržaj B, na jednom lokalitetu koncentracija je bila značajno veća u prirodnoj vegetaciji, dok na ostalih 7 lokaliteta nije zabeležena statistički značajna razlika.

Sadržaj cinka (Zn) u nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* kreće od 60,92 mg/kg (Makiš) do 166,20 mg/kg (Živača) (Tabela 16). Koncentracija Zn u podzemnoj biomasi

vrste *A. lanceolatus* se kreće od 22,76 mg/kg ( Tamiš) do 56,35 mg/kg (Veliko ratno ostrvo) (Tabela 17). Najmanja koncentracija Zn u nadzemnoj biomasi prirodne vegetacije je izmerena na lokalitetu Kumodraž 22,33 mg/kg, dok je najviša izmerena kod biljaka na lokalitetu Živača (114,11 mg/kg).

Poređenjem sadržaja Zn u vrsti *A. lanceolatus* i prirodnoj vegetaciji po lokalitetima, utvrđeno je da postoje statistički značajne razlike, i to na 11 lokaliteta na kojima je koncentracija Zn statistički značajno veća u nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus*, dok na ostalim lokalitetima značajne razlike nisu utvrđene (Tabela 16).

U nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* nikl (Ni) je bio ispod limita detekcije instrumenta. Nikl je izmeren u rizomu ove vrste na 5 lokaliteta, a koncentracija se je u opsegu od 1,22 mg/kg do 2,71 mg/kg (Tabela 17). U nadzemnoj biomasi biljaka prirodne vegetacije Ni je izmeren na 6 lokaliteta. Najmanja koncentracija je izmerena na lokalitetu Beočin, a najveća na lokalitetu Veliko ratno ostrvo.

Kao što je ranije napomenuto, sadržaj hroma (Cr) je bio ispod limita detekcije u nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* (Tabela 16). U podzemnoj biomasi ove vrste, Cr je detektovan samo na 4 lokaliteta i kretao se u rasponu od 1,53 mg/kg do 4,52 mg/kg (Tabela 17). U nadzemnoj biomasi prirodne vegetacije Cr je izmeren u biljkama na 5 lokaliteta. Najmanja vrednost je zabeležena na lokalitetu Jakovo, a najveća na Velikom ratnom ostrvu (Tabela 16).

Sadržaja olova (Pb) u nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* se kreće u rasponu od 1,50 mg/kg (Jakovo) do 13,19 mg/kg na lokalitetu Makiš (Tabela 16) i na 5 lokaliteta je ispod limita detekcije instrumenta. U podzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* sadržaj Pb nije detektovan na 6 lokaliteta, dok se na ostalim lokalitetima kreće od 0,63 mg/kg do 21,35 mg/kg (Tabela 17). U prirodnoj vegetaciji Pb nije detektovan na 6 lokaliteta. dok se na ostalim lokalitetima (Tabela 16) kreće u rasponu od 1,43 mg/kg (Beočin) do 17,69 mg/kg (Slankamen).

Rezultati analize sadržaja kadmijuma (Cd) u nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* su pokazali da se sadržaj ovog elementa kreće u rasponu od 1,13 mg/kg (Beška) do 3,61 mg/kg (Veliko ratno ostrvo) (Tabela 16). Najniža koncentracija u podzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* je zabeležena na kod biljaka sa lokaliteta Krnjača, a najveća na lokalitetu Veliko ratno ostrvo (Tabela 17). U prirodnoj vegetaciji koncentracija se kretala između 1,15 mg/kg (Sremski Karlovci) i 2,41 mg/kg ( Slankamen) (Tabela 16).

Poređenje sadržaja Cd u vrsti *A. lanceolatus* i u prirodnoj vegetaciji po lokalitetima, je pokazalo da statistički značajne razlike postoje samo na lokalitetu Veliko ratno ostrvo gde su izmerene veće koncentracije Cd u nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus*. Na ostalim lokalitetima nije bilo značajnih razlika (Tabela 16).

U nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus*, kao i u prirodnoj vegetaciji molibden (Mo) je bio ispod limita detekcije instrumenta. Molibden je detektovan jedino u rizomu vrste *A. lanceolatus* na 6 lokaliteta (Tabela 17). Najmanja koncentracija je zabeležena u biljkama sa lokaliteta Krnjača (3,79 mg/kg), a najveća kod biljaka sa lokaliteta Tamiš (12,57 mg/kg).

Niz usvajanja elemenata u nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* prati niz  $N > K > Ca > P > S > Mg > Fe > Zn > B > Cu > Pb > Cd$ , dok je u podzemnoj biomasi niz usvajanja  $K > Ca > P > Mg > S > Fe > Zn > B > Cu > Pb > Mo > Cr > Ni > Cd$ . U nadzemnoj biomasi prirodne vegetacije niz usvajanja je  $N > K > Ca > Mg > P > S > Fe > Zn > B > Cr > Cu > Ni > Pb > Cd$ .

### 6.3. Ispitivanje vegetativnog rasta vrste *A. lanceolatus*

Morfološki parametri rasta istraživanih vrsta, gajenih u hidrokulturi, u odnosu na primenjene tretmane (tretman  $N_{min}$  ili kontrola) i kulturu (monokultura ili mešovita kultura) su prikazani u Tabeli 18. Kao polazni materijal, korišćene su reznice rizoma.

Analizom dobijenih rezultata za dužini i širiu korišćenih reznica konstatovano je da nije bilo statistički značajnih razlika ovih parametara ni u odnosu na primenjeni tretman, kao ni u odnosu na vrstu biljke odnosno kulturu u kojoj je gajena.

Rezultati su pokazali razliku u broju formiranih izbojaka u odnosu na tretman i vrstu. Vrsta *A. lanceolatus* je formirala veći broj izbojaka u tretmanu  $N_{min}$  i kontroli, u poređenju sa vrstom *Achillea millefolium*, koja je imala samo 1 izbojak. Razlike u odnosu na kulturu (monokultura i mešovita kultura) nisu utvrđene.

Vrsta *A. millefolium* nije formirala stablo za razliku od vrste *A. lanceolatus*. Razlike u dužini stabla vrste *A. lanceolatus* u odnosu na tretman i kulturu nisu konstatovane.

Parametri kao što su broj primarnih korenova, ukupna dužina primarnih korenova i ukupna površina listova se nisu statistički značajno razlikovali između vrsta u okviru tretmana  $N_{min}$  i kontrole, kao ni u odnosu na primenjenu kulturu.

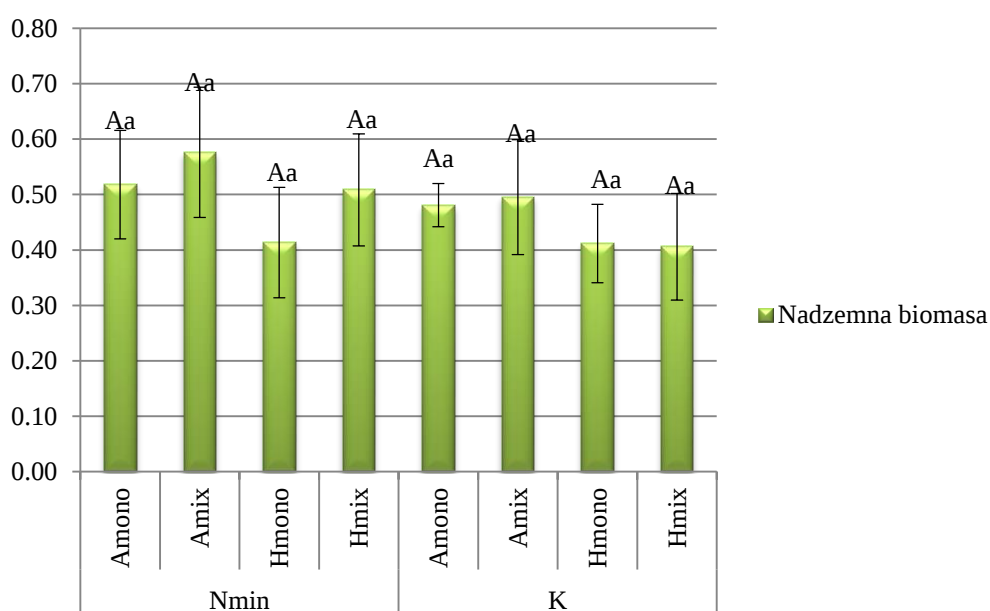
Tabela 18. Morfološki parametri rasta vrsta *Aster lanceolatus* i *Achillea millefolium*

| Tretmani         | Kultura           | Dužina reznice rizoma (cm) | Širina reznice rizoma (cm) | Broj izbojaka            | Dužina stabla           | Broj primarnih korenova  | Ukupna dužina primarnih korenova (cm) | Ukupna površina listova (cm <sup>2</sup> ) |
|------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------|
| N <sub>min</sub> | A <sub>mono</sub> | 4,32±0,20 <sup>Aa</sup>    | 0,30±0,05 <sup>Aa</sup>    | 1,67±0,33 <sup>ABa</sup> | 4,75±1,56 <sup>Aa</sup> | 12,00±2,21 <sup>Aa</sup> | 161,67±19,22 <sup>Aa</sup>            | 95,40±16,23 <sup>Aa</sup>                  |
|                  | A <sub>mix</sub>  | 3,92±0,12 <sup>Aa</sup>    | 0,30±0,03 <sup>Aa</sup>    | 2,33±0,49 <sup>Aa</sup>  | 5,52±1,09 <sup>Aa</sup> | 11,00±2,13 <sup>Aa</sup> | 122,42±23,94 <sup>Aa</sup>            | 112,51±19,72 <sup>Aa</sup>                 |
|                  | H <sub>mono</sub> | 4,18±0,30 <sup>Aa</sup>    | 0,22±0,03 <sup>ABa</sup>   | 1,00                     | /                       | 10,33±1,93 <sup>Aa</sup> | 97,72±25,15 <sup>Aa</sup>             | 69,03±18,59 <sup>Aa</sup>                  |
|                  | H <sub>mix</sub>  | 4,27±0,16 <sup>Aa</sup>    | 0,23±0,02 <sup>Aa</sup>    | 1,00                     | /                       | 8,50±1,09 <sup>Aa</sup>  | 99,95±21,20 <sup>Aa</sup>             | 92,67±16,36 <sup>Aa</sup>                  |
| K                | A <sub>mono</sub> | 4,07±0,21 <sup>Aa</sup>    | 0,28±0,03 <sup>Aa</sup>    | 2,33±0,49 <sup>Aa</sup>  | 5,25±1,16 <sup>Aa</sup> | 8,50±1,61 <sup>Aa</sup>  | 130,93±18,22 <sup>Aa</sup>            | 115,73±12,82 <sup>Aa</sup>                 |
|                  | A <sub>mix</sub>  | 4,10±0,15 <sup>Aa</sup>    | 0,28±0,03 <sup>Aa</sup>    | 1,83±0,31 <sup>ABa</sup> | 6,98±1,04 <sup>Aa</sup> | 9,83±1,70 <sup>Aa</sup>  | 154,63±20,76 <sup>Aa</sup>            | 114,71±26,63 <sup>Aa</sup>                 |
|                  | H <sub>mono</sub> | 3,78±0,22 <sup>Aa</sup>    | 0,27±0,02 <sup>Aa</sup>    | 1,00                     | /                       | 8,17±0,83 <sup>Aa</sup>  | 121,70±14,39 <sup>Aa</sup>            | 88,88±15,95 <sup>Aa</sup>                  |
|                  | H <sub>mix</sub>  | 3,90±0,18 <sup>Aa</sup>    | 0,23±0,02 <sup>Aa</sup>    | 1,00                     | /                       | 8,17±1,42 <sup>Aa</sup>  | 111,52±21,80 <sup>Aa</sup>            | 106,93±22,27 <sup>Aa</sup>                 |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost ± SE za šest ponavljanja. U okviru istog tretmana srednje vrednosti sa različitim velikim slovom se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ . U okviru iste kulture srednje vrednosti sa različitim malim slovom se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ . Tretmani: N<sub>min</sub> - tretman sa nižom koncentracijom azota, K - kontrola; Kultura: A<sub>mono</sub> - vrsta *A. lanceolatus* u monokulturi, A<sub>mix</sub> - vrsta *A. lanceolatus* u mešovitoj kulturi, H<sub>mono</sub> - vrsta *A. millefolium* u monokulturi, H<sub>mix</sub> - vrsta *A. millefolium* u mešovitoj kulturi.

Da bi se izvršilo poređenje vrsta u tretmanu  $N_{min}$  i kontroli K i kulturama (monokultura i mešovita kultura), primenjena je jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA), jer dvofaktorska ANOVA nije pokazala statistički značajnu interakciju između tretmana i kulture. Rezultati dvofaktorske ANOVE nisu prikazani u radu.

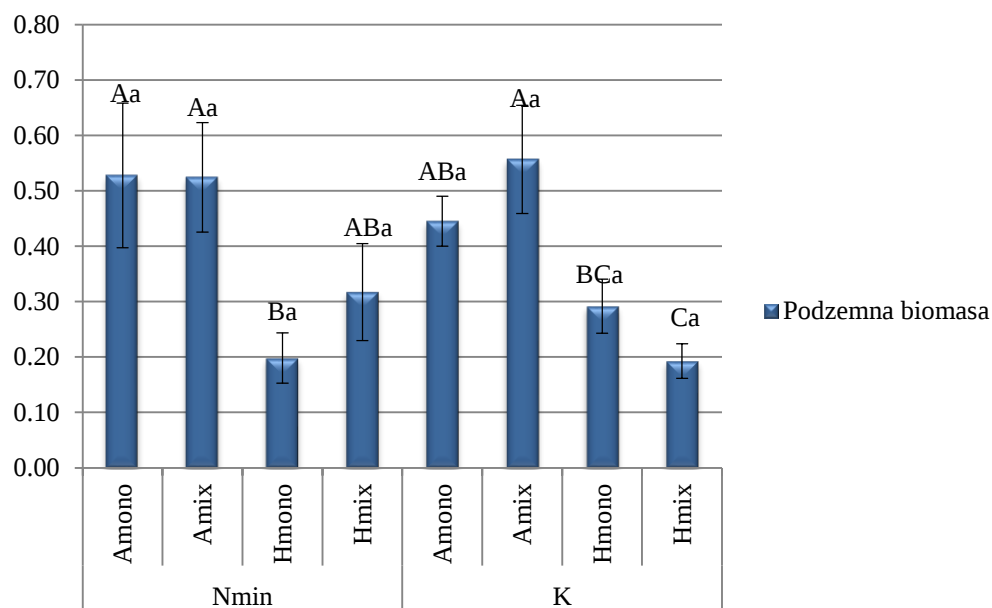
Rezultati dobijeni analizom biomase su pokazali da su vrste *A. lanceolatus* i *A. millefolium* stvarale približno istu količinu nadzemne biomase ( $p < 0,05$ ) (Grafikon 68). Nasuprot ovome, razlike u podzemnoj biomasi su zapažene (Grafikon 69).



Grafikon 68. Nadzemna biomasa vrste *Aster lanceolatus* i *Achillea millefolium*. Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost  $\pm$  SE za šest ponavljanja. U okviru istog tretmana srednje vrednosti sa različitim velikim slovom se značajno razlikuju. U okviru iste kulture srednje vrednosti sa različitim malim slovom se značajno razlikuju. Tretmani:  $N_{min}$  - tretman sa nižom koncentracijom azota, K - kontrola; Kultura:  $A_{mono}$  - vrsta *A. lanceolatus* u monokulturi,  $A_{mix}$  - vrsta *A. lanceolatus* u mešovitoj kulturi,  $H_{mono}$  - vrsta *A. millefolium* u monokulturi,  $H_{mix}$  - vrsta *A. millefolium* u mešovitoj kulturi.

U tretmanu  $N_{min}$ , *A. lanceolatus*, gajen u monokulturi i u mešovitoj kulturi, je imao statistički značajno veću podzemnu biomasu u poređenju sa podzemnom biomasom *A. millefolium* u monokulturi. Podzemna biomasa vrste *A. lanceolatus* gajene u obe kulture je takođe bila veća i u odnosu na mešovitu kulturu *A. millefoliumu* ali je razlika

bila bez statističkog značaja. Još veća razlika između vrsta je primećena u kontroli. U mešovitoj kulturi, vrsta *A. lanceolatus* je imala najveću podzemnu biomasu. U monokulturi, podzemna biomasa ove vrste je bila manja u odnosu na mešovitu kulturu, ali bez statističkog značaja. Značajno manja podzemna biomasa je konstatovana kod vrste *A. millefolium* u monokulturi i mešovitoj kulturi u odnosu na vrstu *A. lanceolatus*. Takođe, produkcija podzemne biomase *A. millefolium* je bila najmanja u mešovitoj kulturi. Posmatranjem vrsta u okviru iste kulture i različitih tretmana, ne zapažaju se statistički značajne razlike u nadzemnoj i podzemnoj biomasi.



Grafikon 69. Podzemna biomasa vrste *Aster lanceolatus* i *Achillea millefolium*. Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost  $\pm$  SE za šest ponavljanja. U okviru istog tretmana srednje vrednosti sa različitim velikim slovom se značajno razlikuju. U okviru iste kulture srednje vrednosti sa različitim malim slovom se značajno razlikuju. Tretmani: N<sub>min</sub> - tretman sa nižom koncentracijom azota, K - kontrola; Kultura: A<sub>mono</sub> - vrsta *A. lanceolatus* u monokulturi, A<sub>mix</sub> - vrsta *A. lanceolatus* u mešovitoj kulturi, H<sub>mono</sub> - vrsta *A. millefolium* u monokulturi, H<sub>mix</sub> - vrsta *A. millefolium* u mešovitoj kulturi.

Da bi se dobile informacije o alokaciji biomase ispitivanih biljaka, izračunat je odnos biomase nadzemnog dela biljke i rizoma i biomase korena (S/R), kao i odnos nadzemnog i podzemnog dela biljke (A/B) (Tabela 19).

Tabela 19. Alokaciji biomase za vrste *Aster lanceolatus* i *Achillea millefolium*

| Tretmani         | Kultura           | S/R       | A/B       |
|------------------|-------------------|-----------|-----------|
| N <sub>min</sub> | A <sub>mono</sub> | 2,97±0,26 | 1,04±1,04 |
|                  | A <sub>mix</sub>  | 2,25±0,13 | 1,10±1,10 |
|                  | H <sub>mono</sub> | 5,01±0,71 | 2,04±2,04 |
|                  | H <sub>mix</sub>  | 7,03±1,82 | 2,18±2,18 |
| K                | A <sub>mono</sub> | 2,35±0,23 | 1,10±0,08 |
|                  | A <sub>mix</sub>  | 2,38±0,39 | 0,88±0,06 |
|                  | H <sub>mono</sub> | 3,35±0,20 | 1,80±0,08 |
|                  | H <sub>mix</sub>  | 4,34±0,29 | 2,03±0,13 |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost  $\pm$  SE za šest ponavljanja. Tretmani: N<sub>min</sub> - tretman sa nižom koncentracijom azota, K - kontrola; Kultura: A<sub>mono</sub> - vrsta *A. lanceolatus* u monokulturi, A<sub>mix</sub> - vrsta *A. lanceolatus* u mešovitoj kulturi, H<sub>mono</sub> - vrsta *A. millefolium* u monokulturi, H<sub>mix</sub> - vrsta *A. millefolium* u mešovitoj kulturi.

Rezultati su pokazali da je u okviru tretmana N<sub>min</sub> i kontrole, kod obe istraživane vrste alokacija biomase bila veća u nadzemni deo biljke i rizom. U tretmanu N<sub>min</sub> indeks S/R je bio veći kod vrste *A. millefolium* u poređenju sa vrstom *A. lanceolatus*, što znači da je ova vrsta veći deo biomase alocirala u nadzemni deo i rizom u odnosu na koren. U kontroli, vrednost S/R je takođe bila veća kod vrste *A. millefolium*, u obe kulture.

Kada se posmatra indeks S/R u odnosu na istu kulturu i različit tretman, rezultati su pokazali da vrsta *A. millefolium* u monokulturi i mešovitoj kulturi ima veću vrednost S/R u tretmanu N<sub>min</sub>. Kod monokulture *A. lanceolatus* vrednost indeksa je bila veća u tretmanu N<sub>min</sub>. Kada je vrsta gajena u mešovitoj kulturi, vrednost S/R je bila neznatno veća u kontroli.

Kada je alokacija biomase posmatrana kao odnos podzemne i nadzemne biomase (A/B), zapaža se da su u tretmanu N<sub>min</sub>, obe vrste alocirale biomasu u nadzemni deo (Tabela 19). Ovaj indeks je kod vrste *A. millefolium* bio veći u poređenju sa vrednošću indeksa za vrstu *A. lanceolatus* i u monokulturi i mešovitoj kulturi. U kontroli je takođe postojala razlika između ispitivanih vrsta. Veća vrednost indeksa A/B je ponovo zabeležena kod *A. millefolium* i u monokulturi i mešovitoj kulturi. Pored napred iznetog, vrednosti indeksa A/B za vrstu *A. lanceolatus* u mešovitoj kulturi je pokazala da je ova vrsta u kontroli alocirala biomasu u podzemnom delu, dok je u monokulturi alokacija biomase ove vrste bila u nadzemni deo.

Rezultati su pokazali da se u okviru iste kulture, vrednost indeksa A/B vrste *A. lanceolatus* u monokulturi nije bitno promenila u odnosu na tretman, dok je u mešovitoj kulturi u kontroli alokacija bila veća u nadzemnu biomasu. U okviru iste kulture, vrsta *A. millefolium* je imala približne vrednosti u tretmanu  $N_{min}$  i kontroli.

Rezultati dobijeni analizom masenog udela nadzemnog i podzemnog dela, lista, stabla, rizoma i korena za vrste *A. lanceolatus* i *A. millefolium* su u Tabeli 20. Iz rezultata se uočava da je vrsta *A. lanceolatus* približno u sličnom udelu alocirala biomasu u podzemni i nadzemni deo. Kod vrste *A. millefolium*, veći udeo biomase je alociran u nadzemni deo. Ovo je potvrđeno i analizom varijanse, koja je pokazala da postoje razlike u udelu nadzemne i podzemne biomase kada se porede ove dve vrste u okviru tretmana  $N_{min}$ , kao i kontrole. Udeo nadzemne biomase je bio značajno veći, kod vrste *A. millefolium*. Poređenje biljaka u okviru iste kulture, pokazuje da nije bilo značajnih razlika u udelu biomase, sem u mešovitoj kulturi vrste *A. lanceolatus*. Vrednosti NMF i PMF su pokazali da je u tretmanu  $N_{min}$  u mešovitoj kulturi vrsta *A. lanceolatus* alocirala veći udeo biomase u nadzemni deo, dok je u kontroli bilo obrnuto (Tabela 20).

Alokacije resursa u svakom vegetativnom delu posebno je pokazala i statistički značajne razlike između tretmana  $N_{min}$  i kontrole, kao i među vrstama. Vrednost masenog udela lista (LMF) je bila značajno niža u tretmanu  $N_{min}$  kod vrste *A. lanceolatus* u poređenju sa vrstom *A. millefolium*. Značajno niže vrednosti su uočene i u kontroli. Pored toga, u kontroli su se značajno razlikovale i vrednost LMF između vrste *A. lanceolatus* gajene u monokulturi i mešovitoj kulturi. Razlike između vrsta u istim kulturama takođe nisu primećene. Vrsta *A. millefolium* nije imala stablo, dok se kod vrste *A. lanceolatus* maseni udeo stabla (SMF) nije statistički značajno razlikovao u odnosu na tretman i kulturu ( $P > 0,05$ ).

Tabela 20. Maseni udeo nadzemnog (NMF) i podzemnog dela (PMF), lista (LMF), stabla (SMF), rizoma (RMF) i korena (KMF) za vrste *Aster lanceolatus* i *Achillea millefolium*

| Tretmani         | Kultura           | NMF                       | PMF                       | LMF                      | SMF                      | RMF                       | KMF                      |
|------------------|-------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| N <sub>min</sub> | A <sub>mono</sub> | 50,14±2,83 <sup>Ba</sup>  | 49,86±2,83 <sup>Aa</sup>  | 41,20±1,52 <sup>Ba</sup> | 8,94±1,75 <sup>Aa</sup>  | 24,19±2,18 <sup>Aa</sup>  | 25,67±1,56 <sup>Aa</sup> |
|                  | A <sub>mix</sub>  | 52,15±1,48 <sup>Ba</sup>  | 47,85±1,48 <sup>Ab</sup>  | 40,43±0,91 <sup>Ba</sup> | 11,73±1,36 <sup>Aa</sup> | 16,84±2,46 <sup>Ba</sup>  | 31,00±1,24 <sup>Aa</sup> |
|                  | H <sub>mono</sub> | 66,43±2,17 <sup>Aa</sup>  | 33,57±2,17 <sup>Ba</sup>  | 66,43±2,17 <sup>Aa</sup> | /                        | 15,88±2,81 <sup>Ba</sup>  | 17,69±1,81 <sup>Ba</sup> |
|                  | H <sub>mix</sub>  | 61,79±7,96 <sup>ABa</sup> | 38,21±7,96 <sup>ABa</sup> | 61,79±7,96 <sup>Aa</sup> | /                        | 13,70±2,62 <sup>Ba</sup>  | 15,33±2,68 <sup>Ba</sup> |
| K                | A <sub>mono</sub> | 52,13±1,73 <sup>Ba</sup>  | 47,87±1,73 <sup>Ba</sup>  | 42,95±1,97 <sup>Ba</sup> | 9,19±1,18 <sup>Aa</sup>  | 17,22±2,16 <sup>ABb</sup> | 30,65±2,41 <sup>Aa</sup> |
|                  | A <sub>mix</sub>  | 46,49±1,87 <sup>Cb</sup>  | 53,51±1,87 <sup>Aa</sup>  | 36,63±2,82 <sup>Ca</sup> | 9,86±1,33 <sup>Aa</sup>  | 21,51±3,37 <sup>Aa</sup>  | 32,00±4,34 <sup>Aa</sup> |
|                  | H <sub>mono</sub> | 64,22±0,95 <sup>Aa</sup>  | 35,78±0,95 <sup>Ca</sup>  | 64,22±0,95 <sup>Aa</sup> | /                        | 12,60±0,53 <sup>Ba</sup>  | 20,73±2,59 <sup>Ba</sup> |
|                  | H <sub>mix</sub>  | 66,68±1,33 <sup>Aa</sup>  | 33,32±1,33 <sup>Ca</sup>  | 66,68±1,33 <sup>Aa</sup> | /                        | 14,32±1,62 <sup>Ba</sup>  | 19,00±1,03 <sup>Ba</sup> |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost ± SE za šest ponavljanja. U okviru istog tretmana srednje vrednosti sa različitim velikim slovom se značajno razlikuju. U okviru iste kulture srednje vrednosti sa različitim malim slovom se značajno razlikuju. Tretmani: N<sub>min</sub> - tretman sa nižom koncentracijom azota, K - kontrola; Kultura: A<sub>mono</sub> - vrsta *A. lanceolatus* u monokulturi, A<sub>mix</sub> - vrsta *A. lanceolatus* u mešovitoj kulturi, H<sub>mono</sub> - vrsta *A. millefolium* u monokulturi, H<sub>mix</sub> - vrsta *A. millefolium* u mešovitoj kulturi.

Daljim raščlanjivanjem udela podzemne biomase na udeo rizoma i udeo korena, primećuju se razlike u obrascu alokacije resursa između ove dve vrste. Poređenjem vrednosti RMF u okviru tretmana  $N_{min}$  primetno je da vrsta *A. lanceolatus* u monokulturi alocirala veći udeo biomase u rizom u odnosu na vrstu *A. millefolium* u monokulturi i mešovitoj kulturi. U kontroli, vrsta *A. lanceolatus* je takođe imala veću vrednost RMF kada je gajena u monokulturi, ali i u mešovitoj kulturi u odnosu na vrstu *A. millefolium*. Razlike između vrsta u istoj kulturi nisu postojale, sem za vrstu *A. lanceolatus* u monokulturi. Ovde je u tretmanu  $N_{min}$  zabeležena veća vrednost RMF u poređenju sa kontrolom. Slike 32 i 33 prikazuju rizome vrste *A. lanceolatus*, formirane tokom eksperimenta. Formiranje novih rizoma kod vrste *A. millefolium* nije zabeleženo.



Slika 32. Novoformirani rizomi i korenovi vrste *Aster lanceolatus* u kontroli u mešovitoj kulturi ( $A_{mix}$ )



Slika 33. Novoformirani rizomi i korenovi vrste *Aster lanceolatus* u monokulturi ( $A_{mono}$ ) tretmanu  $N_{min}$  (levo) i kontroli (desno)

Vrednost masenog udela korena (KMF) je bila značajno viša kod vrste *A. lanceolatus* i u tretmanu  $N_{min}$  i u kontroli. Razlika između vrsta u istim kulturama nije primećena.

Kao što je napred izneto (Tabela 18), lisna površina se nije razlikovala ni u odnosu na vrstu, ni u odnosu na tretman. Suprotno ovome, specifična lisna površina (SLA) istraživanih vrsta se značajno razlikovala (Tabela 21). U tretmanu  $N_{min}$  vrsta *A. lanceolatus* je u mešovitoj kulturi imala značajno veću vrednost SLA u poređenju sa vrstom *A. millefolium* u mešovitoj i monokulturi. Pored toga, vrsta *A. lanceolatus* je u monokulturi imala statistički značajno veću vrednost SLA samo u odnosu na vrednost ovog parametra za *A. millefolium* u monokulturi. U kontroli, jedino je vrsta *A. millefolium* gajena u monokulturi imala značajno manju vrednost SLA u odnosu na drugu vrstu. Analiza vrednosti SLA biljaka u istoj kulturi je pokazala da vrsta *A. millefolium* ima značajno nižu vrednost SLA u tretmanu  $N_{min}$  kada je gajena i u mešovitoj i monokulturi. Vrsta *A. lanceolatus* koja je gajena u monokulturi je imala značajno nižu SLA u tretmanu  $N_{min}$  u poređenju sa kontrolom.

Tabela 21. Specifična lisna površina (SLA) i relativna površina listova (RLA) vrsta *Aster lanceolatus* i *Achillea millefolium*

| Tretmani         | Kultura           | SLA                       | RLA                      |
|------------------|-------------------|---------------------------|--------------------------|
| N <sub>min</sub> | A <sub>mono</sub> | 22,82±0,66 <sup>ABb</sup> | 9,42±0,52 <sup>Ab</sup>  |
|                  | A <sub>mix</sub>  | 25,69±0,97 <sup>Aa</sup>  | 10,35±0,28 <sup>Aa</sup> |
|                  | H <sub>mono</sub> | 15,88±1,11 <sup>Cb</sup>  | 10,57±0,88 <sup>Aa</sup> |
|                  | H <sub>mix</sub>  | 19,46±2,12 <sup>BCb</sup> | 11,73±1,79 <sup>Ab</sup> |
| K                | A <sub>mono</sub> | 28,97±1,41 <sup>Aa</sup>  | 12,50±0,99 <sup>Ba</sup> |
|                  | A <sub>mix</sub>  | 29,12±1,22 <sup>Aa</sup>  | 10,53±0,54 <sup>Ba</sup> |
|                  | H <sub>mono</sub> | 21,52±1,16 <sup>Ba</sup>  | 12,71±1,65 <sup>Ba</sup> |
|                  | H <sub>mix</sub>  | 26,65±1,94 <sup>Aa</sup>  | 17,72±1,21 <sup>Aa</sup> |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost  $\pm$  SE za šest ponavljanja. U okviru istog tretmana srednje vrednosti sa različitim velikim slovom se značajno razlikuju. U okviru iste kulture srednje vrednosti sa različitim malim slovom se značajno razlikuju. Tretmani: N<sub>min</sub> - tretman sa nižom koncentracijom azota, K - kontrola; Kultura: A<sub>mono</sub> - vrsta *A. lanceolatus* u monokulturi, A<sub>mix</sub> - vrsta *A. lanceolatus* u mešovitoj kulturi, H<sub>mono</sub> - vrsta *A. millefolium* u monokulturi, H<sub>mix</sub> - vrsta *A. millefolium* u mešovitoj kulturi.

Analizom relativne površine listova (RLA) je utvrđeno da u tretmanu N<sub>min</sub> ne postoje značajne razlike između gajenih vrsta (Tabela 21). U kontroli, vrsta *A. millefolium* je u mešovitoj kulturi imala značajno veću vrednost RLA u odnosu na drugu vrstu, kao i na monokulturu. Kada se posmatraju biljke u okviru iste kulture, vidi se da je vrsta *A. lanceolatus* u monokulturi imala značajno veću vrednost RLA u odnosu na tretman N<sub>min</sub>, a da je vrsta *A. millefolium* gajena u mešovitoj kulturi imala veću vrednost RLA, takođe u kontroli.

Sadržaj nutrijenata u nadzemnoj (P, K i N) i podzemnoj biomasi (P i K) ispitivanih vrsta u odnosu na tretman i kulturu u kojoj su vrste gajene je prikazan u Tabeli 22.

Rezultati analize sadržaja fosfora (P) u nadzemnoj biomasi su pokazali da postoje značajne razlike u koncentraciji ovog elementa u zavisnosti od vrste, tretmana i kulture (Tabela 22). U tretmanu N<sub>min</sub> vrsta *A. lanceolatus* je imala značajno veću koncentraciju P od vrste *A. millefolium*. Najmanja koncentracija P u tretmanu N<sub>min</sub> je zabeležena kod vrste *A. millefolium* u mešovitoj kulturi. U podzemnoj biomasi, rezultati su bili drugačiji. Vrsta *A. millefolium* gajena u monokulturi je imala najveću koncentraciju P u tretmanu N<sub>min</sub> ( $P < 0,05$ ), a zatim nešto niža koncentracija je zabeležena u mešovitoj kulturi ( $P < 0,05$ ). Koncentracija P u podzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* je bila značajno manja. U kontroli nisu primećene razlike u koncentraciji P u nadzemnoj masi. Takođe, razlika nije bilo ni u sadržaju P u podzemnoj biomasi ( $P > 0,05$ ). Kada se posmatraju vrste u okviru

iste kulture, rezultati su pokazali da vrsta *A. lanceolatus* u mešovitoj kulturi i u monokulturi ima značajno veću koncentraciju P u nadzemnoj masi u tretmanu  $N_{min}$ . Razlike kod vrste *A. millefolium* nisu primećene. Takođe, rezultati su pokazali i da vrsta *A. lanceolatus* gajena u monokulturi i mešovitoj kulturi ima veću koncentraciju P u podzemnoj biomasi u tretmanu  $N_{min}$ .

Rezultati analize sadržaja kalijuma (K) u nadzemnoj biomasi su pokazali da ne postoje razlike u sadržaju ovog elementa između vrsta i tretmana. Međutim, u podzemnoj biomasi, u tretmanu  $N_{min}$  koncentracija K je u monokulturi vrste *A. lanceolatus* bila značajno manja u poređenju sa koncentracijom koju je ova vrsta imala u mešovitoj kulturi. U kontroli, najveća koncentracija K je zabeležena kod vrste *A. millefolium* u mešovitoj kulturi ( $P < 0,05$ ), zatim u monokulturi iste vrste ( $P < 0,05$ ). Koncentracija K u podzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* je bila značajno niža. Kada se posmatraju vrste u okviru iste kulture, rezultati su pokazali da vrsta *A. lanceolatus* u mešovitoj i u monokulturi u tretmanu  $N_{min}$  ima značajno veću koncentraciju K u podzemnoj biomasi. U monokulturi vrste *A. millefolium* zabeležena je veća koncentracija K u tretmanu  $N_{min}$ , u podzemnoj biomasi. Razlike u okviru kultura u sadržaju K u nadzemnoj biomasi nisu zabeležene.

Rezultati analize sadržaja azota (N) u nadzemnoj biomasi su pokazali da postoje značajne razlike u sadržaju ovog elementa između vrsta. U tretmanu  $N_{min}$  vrsta *A. lanceolatus*, u monokulturi i u mešovitoj kulturi, je usvojila značajno veću količinu N u odnosu na *A. millefolium* u obe gajene kulture. Isti trend je zabeležen i u kontroli. Kada se posmatraju vrste u okviru iste kulture, rezultati su pokazali da vrsta *A. lanceolatus* u monokulturi u tretmanu  $N_{min}$  ima značajno nižu koncentraciju N u poređenju sa kontrolom. Razlike u okviru kultura vrste *A. millefolium* u odnosu na tretmane nisu zabeležene, kao ni kod vrste *A. lanceolatus* u mešovitoj kulturi.

Tabela 22. Sadržaj nutrijenata u nadzemnoj i podzemnoj biomasi vrsta *Aster lanceolatus* i *Achillea millefolium*

| Tretmani         | Kultura           | Koncentracija u nadzemnoj biomasi |                                |                          | Koncentracija u podzemnoj biomasi |                                |
|------------------|-------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
|                  |                   | P<br>(mg/kg)                      | K<br>(mg/kg)                   | N<br>(g/kg)              | P<br>(mg/kg)                      | K<br>(mg/kg)                   |
| N <sub>min</sub> | A <sub>mono</sub> | 5698,08±566,44 <sup>ABa</sup>     | 28938,40±770,45 <sup>Aa</sup>  | 42,56±0,81 <sup>Ab</sup> | 3097,65±267,67 <sup>Ca</sup>      | 25730,20±809,20 <sup>Ba</sup>  |
|                  | A <sub>mix</sub>  | 6475,88±415,19 <sup>Aa</sup>      | 30782,90±1110,89 <sup>Aa</sup> | 42,70±1,49 <sup>Aa</sup> | 3009,87±107,26 <sup>Ca</sup>      | 28271,50±763,90 <sup>Aa</sup>  |
|                  | H <sub>mono</sub> | 4758,37±696,25 <sup>BCa</sup>     | 30414,70±1305,37 <sup>Aa</sup> | 32,63±1,47 <sup>Ba</sup> | 4278,52±129,84 <sup>Aa</sup>      | 26089,90±876,75 <sup>ABa</sup> |
|                  | H <sub>mix</sub>  | 3591,88±135,26 <sup>Ca</sup>      | 28903,50±294,28 <sup>Aa</sup>  | 35,75±1,03 <sup>Ba</sup> | 3701,04±42,47 <sup>Ba</sup>       | 27506,70±973,95 <sup>ABa</sup> |
| K                | A <sub>mono</sub> | 4165,66±370,51 <sup>Ab</sup>      | 30232,10±600,54 <sup>Aa</sup>  | 48,78±0,12 <sup>Aa</sup> | 2223,26±85,55 <sup>Bb</sup>       | 21733,10±1067,16 <sup>Cb</sup> |
|                  | A <sub>mix</sub>  | 4629,83±532,48 <sup>Ab</sup>      | 29197,00±700,30 <sup>Aa</sup>  | 45,82±0,07 <sup>Aa</sup> | 2252,39±97,31 <sup>Bb</sup>       | 20879,90±586,84 <sup>B</sup>   |
|                  | H <sub>mono</sub> | 5154,51±568,44 <sup>Aa</sup>      | 30328,10±1082,67 <sup>Aa</sup> | 33,56±2,63 <sup>Ba</sup> | 3406,52±119,01 <sup>Ab</sup>      | 23681,00±469,48 <sup>Bb</sup>  |
|                  | H <sub>mix</sub>  | 4433,69±457,01 <sup>Aa</sup>      | 31144,10±990,45 <sup>Aa</sup>  | 37,03±1,51 <sup>Ba</sup> | 3408,93±446,14 <sup>Aa</sup>      | 27553,40±787,76 <sup>Aa</sup>  |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost ± SE za šest ponavljanja. U okviru istog tretmana srednje vrednosti sa različitim velikim slovom se značajno razlikuju. U okviru iste kulture srednje vrednosti sa različitim malim slovom se značajno razlikuju. Tretmani: N<sub>min</sub> - tretman sa nižom koncentracijom azota, K - kontrola; Kultura: A<sub>mono</sub> - vrsta *A. lanceolatus* u monokulturi, A<sub>mix</sub> - vrsta *A. lanceolatus* u mešovitoj kulturi, H<sub>mono</sub> - vrsta *A. millefolium* u monokulturi, H<sub>mix</sub> - vrsta *A. millefolium* u mešovitoj kulturi.

#### 6.4. Potencijal generativnog razmnožavanja vrste *A. lanceolatus*

##### 6.4.1 Količina semena u cvetnim glavicama vrste *A. lanceolatus*

Broj ahenija u jednoj cvetnoj glavici se kretao u opsegu od 48,50 do 60,00 (Tabela 23).

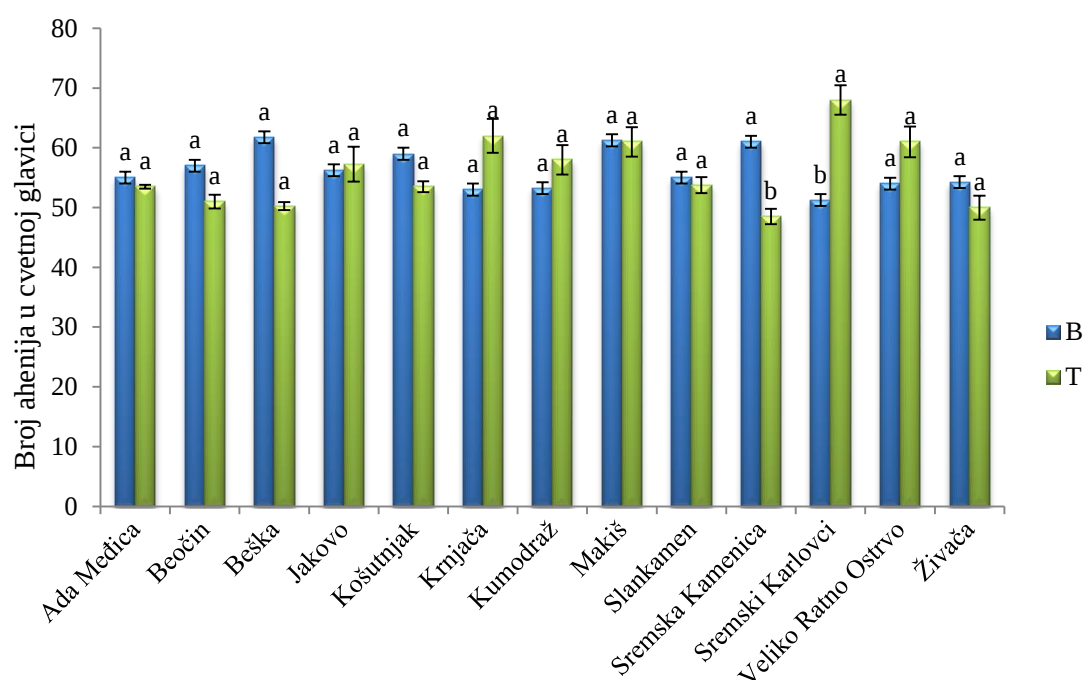
Tabela 23. Broj semena i parametri klijanja vrste *Aster lanceolatus*

| Lokalitet           | D<br>C | N                           | TK                         | AK                           | EK                       | V                            |
|---------------------|--------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| Ada Medica          | B      | 55,00±1,47 <sup>bcde</sup>  | 14,95±5,96 <sup>bcd</sup>  | 23,75±8,94 <sup>bcde</sup>   | 14,95±5,96 <sup>b</sup>  | 63,38±4,49 <sup>abcde</sup>  |
|                     | T      | 53,50±0,64 <sup>bcde</sup>  | 43,44±9,59 <sup>a</sup>    | 60,81±0,82 <sup>a</sup>      | 17,79±5,6 <sup>ab</sup>  | 72,14±6,66 <sup>abc</sup>    |
| Beočin              | B      | 57,00±2,97 <sup>bcde</sup>  | 5,53±2,11 <sup>cd</sup>    | 9,74±3,72 <sup>efg</sup>     | 1,77±0,10 <sup>cde</sup> | 65,66±9,52 <sup>abcd</sup>   |
|                     | T      | 51,00±2,27 <sup>cde</sup>   | 10,93±2,97 <sup>bcd</sup>  | 15,72±3,12 <sup>cdefg</sup>  | 7,59±2,73 <sup>cd</sup>  | 65,71±5,86 <sup>abcd</sup>   |
| Beška               | B      | 61,75±5,81 <sup>abc</sup>   | 16,97±4,60 <sup>bc</sup>   | 21,40±4,92 <sup>bcdef</sup>  | 2,51±0,56 <sup>cde</sup> | 72,24±4,21 <sup>abc</sup>    |
|                     | T      | 50,25±1,38 <sup>de</sup>    | 25,22±8,95 <sup>b</sup>    | 34,24±11,26 <sup>b</sup>     | 0,00±0,00 <sup>e</sup>   | 67,43±4,78 <sup>abcd</sup>   |
| Jakovo              | B      | 56,25±5,09 <sup>bcde</sup>  | 7,97±0,25 <sup>ab</sup>    | 11,07±1,13 <sup>defg</sup>   | 7,97±0,25 <sup>cde</sup> | 74,08±9,27 <sup>abc</sup>    |
|                     | T      | 57,25±5,82 <sup>abcde</sup> | 5,12±1,31 <sup>cd</sup>    | 6,72±1,79 <sup>efg</sup>     | 5,12±1,30 <sup>cde</sup> | 58,39±3,82 <sup>bcdef</sup>  |
| Košutnjak           | B      | 59,00±4,26 <sup>abcde</sup> | 45,98±13,86 <sup>a</sup>   | 70,31±15,17 <sup>a</sup>     | 0,35±0,35 <sup>e</sup>   | 63,64±6,50 <sup>abcd</sup>   |
|                     | T      | 53,5±1,85 <sup>bcde</sup>   | 44,23±10,89 <sup>a</sup>   | 65,55±11,75 <sup>a</sup>     | 0,45±0,45 <sup>e</sup>   | 63,62±6,16 <sup>abcd</sup>   |
| Krnjača             | B      | 53,00±4,71 <sup>bcde</sup>  | 4,88±0,77 <sup>cd</sup>    | 6,06±1,25 <sup>efg</sup>     | 0,00±0,00 <sup>e</sup>   | 81,81±7,21 <sup>a</sup>      |
|                     | B      | 62,00±5,70 <sup>ab</sup>    | 4,83±1,44 <sup>cd</sup>    | 9,05±4,00 <sup>efg</sup>     | 1,39±1,39 <sup>de</sup>  | 60,02±11,85 <sup>bcdef</sup> |
| Kumodraž            | B      | 53,25±1,65 <sup>bcde</sup>  | 3,31±0,51 <sup>cd</sup>    | 5,24±0,82 <sup>fg</sup>      | 1,38 ±0,85 <sup>de</sup> | 49,72±5,16 <sup>def</sup>    |
|                     | T      | 58,00±4,92 <sup>abcde</sup> | 4,79±1,23 <sup>cd</sup>    | 6,07±1,34 <sup>efg</sup>     | 0,57±0,57 <sup>e</sup>   | 65,52±4,85 <sup>abcd</sup>   |
| Makiš               | B      | 61,25±5,25 <sup>abc</sup>   | 11,95±1,87 <sup>bcd</sup>  | 15,91±1,85 <sup>cdefg</sup>  | 3,59±2,19 <sup>cde</sup> | 71,00±1,72 <sup>abc</sup>    |
|                     | T      | 61,00±4,92 <sup>abcd</sup>  | 24,14±5,83 <sup>b</sup>    | 30,76±7,13 <sup>bc</sup>     | 24,14 ±5,83 <sup>a</sup> | 77,20±8,03 <sup>ab</sup>     |
| Slankamen           | B      | 55,00±1,35 <sup>bcde</sup>  | 23,25±7,53 <sup>b</sup>    | 36,88±11,61 <sup>b</sup>     | 5,88±1,66 <sup>cde</sup> | 57,90±2,56 <sup>cdef</sup>   |
|                     | T      | 53,75±2,66 <sup>bcde</sup>  | 14,77±3,84 <sup>abcd</sup> | 32,56±9,79 <sup>bc</sup>     | 1,76±0,68 <sup>cde</sup> | 44,43±1,86 <sup>ef</sup>     |
| Sremska Kamenica    | B      | 61,00±2,34 <sup>abcd</sup>  | 17,73±4,60 <sup>bc</sup>   | 28,66±6,92 <sup>bcd</sup>    | 0,00±0,00 <sup>e</sup>   | 58,14±6,68 <sup>cdef</sup>   |
|                     | T      | 48,50±2,60 <sup>e</sup>     | 6,44±2,73 <sup>cd</sup>    | 9,99±4,09 <sup>efg</sup>     | 0,00±0,00 <sup>e</sup>   | 55,75±6,92 <sup>cdef</sup>   |
| Sremski Karlovci    | B      | 51,25±2,18 <sup>bcde</sup>  | 7,08±3,18 <sup>cd</sup>    | 9,55±3,70 <sup>efg</sup>     | 7,08±3,18 <sup>cd</sup>  | 43,90±16,22 <sup>f</sup>     |
|                     | T      | 68,00±4,95 <sup>a</sup>     | 5,06±0,75 <sup>cd</sup>    | 6,83±0,82 <sup>efg</sup>     | 5,0±0,75 <sup>cde</sup>  | 73,50±2,31 <sup>abc</sup>    |
| Veliko Ratno Ostrvo | B      | 54,00±2,27 <sup>bcde</sup>  | 2,80±1,60 <sup>cd</sup>    | 4,53±2,63 <sup>fg</sup>      | 2,80±1,60 <sup>cde</sup> | 63,14±1,74 <sup>abcde</sup>  |
|                     | T      | 61,00±5,12 <sup>abcd</sup>  | 13,40±6,67 <sup>bcd</sup>  | 18,88±7,93 <sup>bcdefg</sup> | 4,19±1,84 <sup>cde</sup> | 63,99±5,20 <sup>abcd</sup>   |
| Živača              | B      | 54,25±4,33 <sup>bcde</sup>  | 1,79±1,06 <sup>d</sup>     | 2,71±1,68 <sup>g</sup>       | 0,00±0,00 <sup>e</sup>   | 57,80±2,20 <sup>cdef</sup>   |
|                     | T      | 50,00±4,02 <sup>e</sup>     | 0,58±0,58 <sup>d</sup>     | 0,83±0,83 <sup>g</sup>       | 0,58±0,58 <sup>e</sup>   | 60,27±7,89 <sup>bcdef</sup>  |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost ± SE za četiri ponavljanja. Srednje vrednosti sa različitim slovima se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ . Legenda: DC - deo cvasti, B - bočni, T- terminalni, N - broj ahenija u cvetnoj glavici, TK - tehnička klijavost, AK - apsolutna klijavost, EK - energija klijanja, V – vijabilnost

Kada se posmatraju svi istraživani lokaliteti i oba dela cvasti prosečan broj ahenija u jednoj cvetnoj glavici je bio 56,14. Razlike u broju semena u jednoj cvetnoj glavici, na svim lokalitetima, nisu bile statistički značajne ( $p > 0,05$ ).

Takođe, broj semena (ahenija) u jednoj cvetnoj glavici se nije razlikovao u odnosu na deo cvasti, izuzev semena sakupljenog na lokalitetu Sremska Kamenica i Sremski Karlovci, gde je na nivou značajnosti ( $p < 0,05$ ) postojala statistički značajna razlika (Grafikon 70).



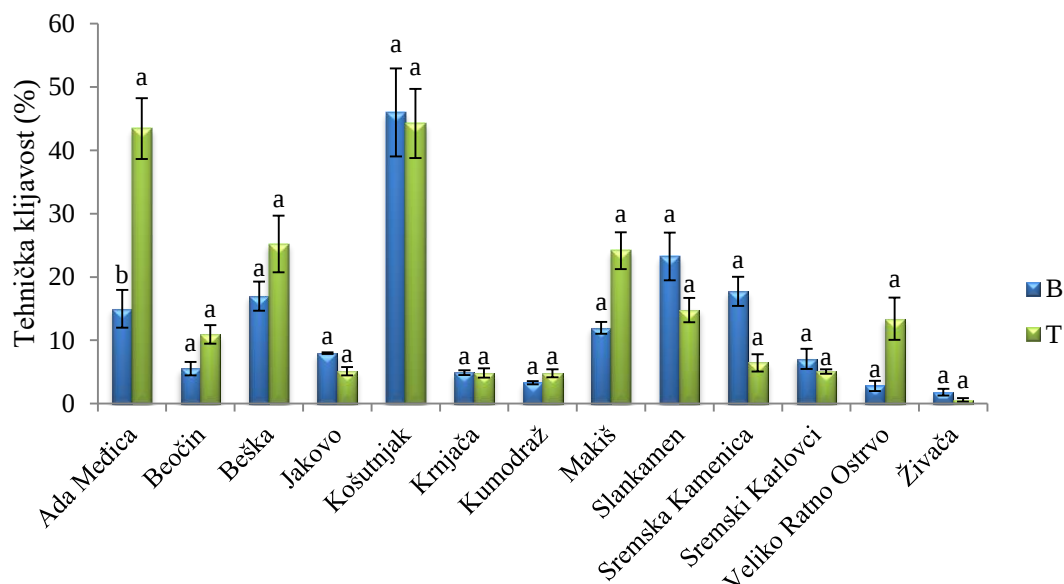
Grafikon 70. Broj ahenija u cvetnoj glavici – razlike između semena iz bočnih (B) i terminalnih (T) delova cvasti. Svaki stub grafikona predstavlja srednju vrednost  $\pm$  SE za četiri ponavljanja. Srednje vrednosti sa različitim slovima se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ .

#### 6.4.2 Ispitivanje klijavosti semena vrste *A. lanceolatus* – Eksperiment I

##### 6.4.2.1 Tehnička klijavost

Kako bi se procenio potencijal za generativno razmnožavanje vrste *A. lanceolatus* utvrđena je tehnička klijavost. Rezultati su pokazali značajne razlike ( $p < 0,05$ ) tehničke klijavosti između semena sa različitih lokaliteta. Srednji procenat klijanja varira između 0,58% i 45,98% (Tabela 23). Seme iz bočnih i terminalnih delova cvasti, prikupljeno na

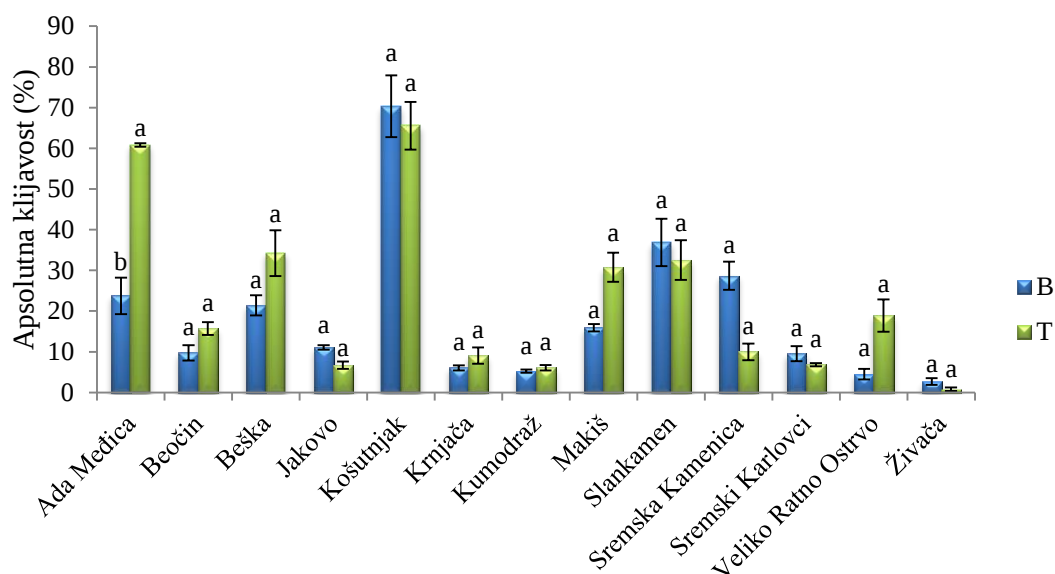
lokalitetu Košutnjak imalo je najveću TK, 45,98% i 44,23%. Seme sakupljeno iz oba dela cvasti na lokalitetu Živača pokazalo je najmanju TK. Kao što je prikazano na Grafikonu 71, nije bilo značajne razlike u vrednostima TK u odnosu na deo cvasti iz kojih je uzeto seme, osim za seme koje je sakupljeno na lokalitetu Ada Međica.



Grafikon 71. Tehnička klijavost – razlike između semena iz bočnih (B) i terminalnih (T) delova cvasti. Svaki stub grafikona predstavlja srednju vrednost  $\pm$  SE za četiri ponavljanja. Srednje vrednosti sa različitim slovima se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ .

#### 6.4.2.2 Apsolutna klijavost

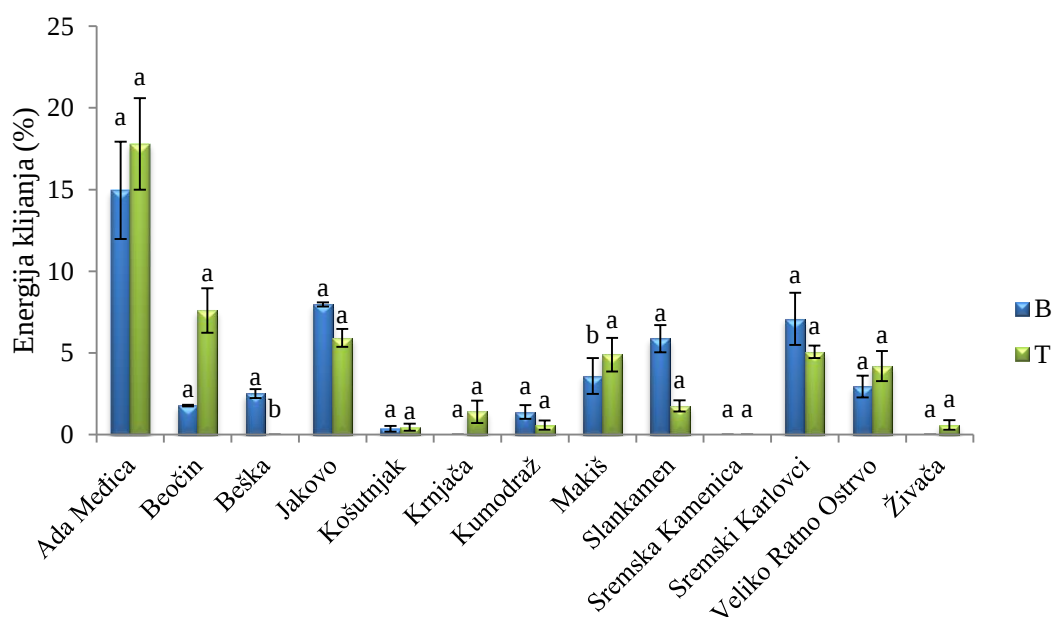
Apsolutna klijavost (AK) ili procenat iskljajalih semena u odnosu na broj punozrnih se kretao od 0,83% do 70,31%. Utvrđene su značajne razlike u vrednostima AK kod semena sakupljenog na različitim lokalitetima. Seme prikupljeno na lokalitetu Košutnjak, iz oba dela cvasti, pokazalo je najveću AK (Tabela 23). Seme sakupljeno iz terminalnog dela cvasti na lokalitetu Ada Međica je takođe pokazalo visoku AK (60,81%). AK semena sakupljenog na ostalim lokalitetima se kretala između 4,53% i 36,88%, osim za seme sa lokaliteta Živača, gde je AK bila najniži i iznosila je 2,71% za seme iz bočnih delova cvasti i 0,83% za seme iz terminalnih delova cvasti. Rezultati su pokazali da ne postoji statistički značajna razlika u vrednostima AK u odnosu na bočne i terminalne delove cvasti, izuzev na lokalitetu Ada Međica, gde je seme sakupljeno iz terminalnih delova cvasti imalo veću AK (Grafikon 72).



Grafikon 72. Apsolutna klijavost – razlike između semena iz bočnih (B) i terminalnih (T) delova cvasti. Svaki stub grafikona predstavlja srednju vrednost  $\pm$  SE za četiri ponavljanja. Srednje vrednosti sa različitim slovima se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ .

#### 6.4.2.3 Energija klijanja

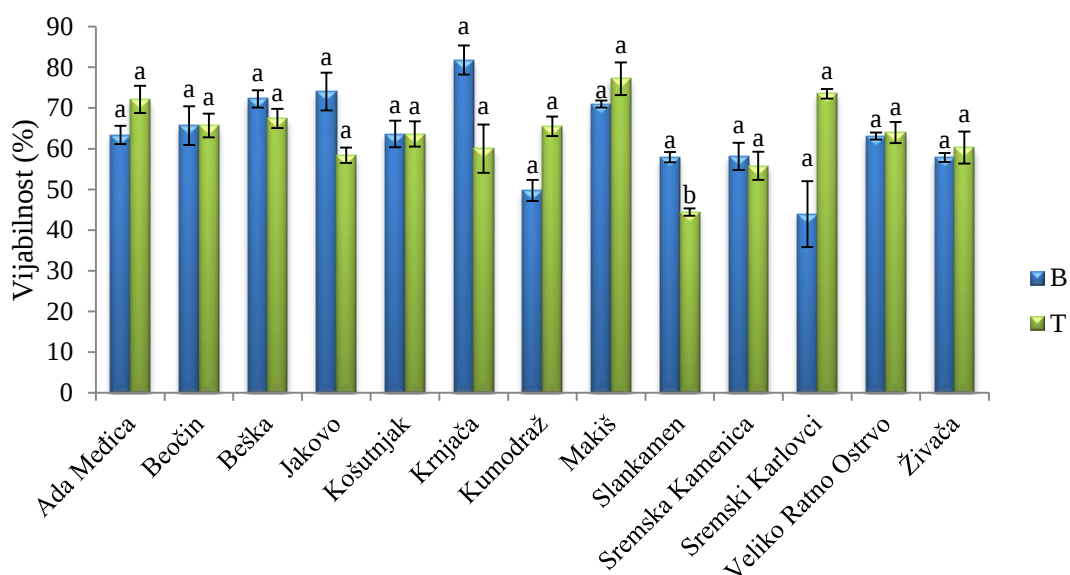
Vrednosti parametra energije klijanja (EK) koje su se kretale u rasponu od 0 do 24,14% (Tabela 23) ukazuju da seme vrste *A. lanceolatus*, iz oba dela cvasti, sporo klija. Zabeležene su i statistički značajne razlike između lokaliteta (Tabela 23). Beška, Košutnjak, Krnjača, Kumodraž i Živača su lokaliteti sa najnižom EK. Značajnih razlika nije bilo ( $p > 0,05$ ) između vrednosti EK semena sakupljenog iz oba dela cvasti, u Jakovu i Sremskim Karlovcima. Takođe, nije bilo statistički značajne razlike između vrednosti EK za seme prikupljeno iz bočnih delova cvasti na Adi Međice i Velikom ratnom ostrvu, kao i iz terminalnog dela cvasti na lokalitetu Makiš i Živača. EK je pokazala statistički značajne razlike između semena iz bočnih i terminalnih delova cvasti samo na lokalitetu Makiš i Beška (Grafikon 73).



Grafikon 73. Energija klijanja – razlike između semena iz bočnih (B) i terminalnih (T) delova cvasti. Svaki stub grafikona predstavlja srednju vrednost  $\pm$  SE za četiri ponavljanja. Srednje vrednosti sa različitim slovima se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ .

#### 6.4.2.4 Vijabilnost semena

Analiza varijanse je pokazala da postoje značajne razlike ( $p < 0,05$ ) između lokaliteta u vijabilnosti semena. Najveći srednji procenat vijabilnih semena je zabeležen na lokalitetu Krnjača (81,81%) u bočnim delovima cvasti (Tabela 23). Seme sakupljeno iz bočnih delova cvasti, na lokalitetu Košutnjak imalo je najmanji procenat vijabilnih zrna (43,90%). Statistički značajna razlika u vijabilnosti semena iz bočnih i terminalnih delova cvasti je zabeležena na lokalitetu Slankamen, dok na ostalim istraživanim lokalitetima razlike nisu bile značajne (Grafikon 74).



Grafikon 74. Vijabilnost semena – razlike između semena iz bočnih (B) i terminalnih (T) delova cvasti. Svaki stub grafikona predstavlja srednju vrednost  $\pm$  SE za četiri ponavljanja. Srednje vrednosti sa različitim slovima se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ .

#### 6.4.3 Ispitivanje klijavosti semena vrste *A. lanceolatus* - Eksperiment II

##### 6.4.3.1 Uticaj alternirajućih temperatura, nitrata i svetlosti na klijanje

Povećanje temperature je pokazalo značajan uticaj na parametre klijanja (Tabela 24 - 29). Očekivano, energija klijanja je bila niska na 15/6 °C i iznosila je 0% (Tabela 24). Takođe, temperaturni režim 20/10 °C je nepovoljno uticao na EK koja je imala prosečnu vrednost 1,20% (Tabela 24).

Tabela 24. Uticaj temperature i različitih koncentracija  $KNO_3$  na prosečnu energiju klijanja (EK).

| Temp. režim (°C) | 0 M $KNO_3$                   | 0,005 M $KNO_3$               | 0,05 M $KNO_3$                |
|------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 15/6             | 0,00 $\pm$ 0,00 <sup>c</sup>  | 0,00 $\pm$ 0,00 <sup>c</sup>  | 0,09 $\pm$ 0,09 <sup>c</sup>  |
| 20/10            | 1,20 $\pm$ 0,36 <sup>c</sup>  | 2,65 $\pm$ 0,56 <sup>c</sup>  | 1,97 $\pm$ 0,67 <sup>c</sup>  |
| 30/15            | 47,61 $\pm$ 3,00 <sup>a</sup> | 59,40 $\pm$ 2,75 <sup>a</sup> | 51,97 $\pm$ 3,35 <sup>a</sup> |
| 35/20            | 28,97 $\pm$ 2,12 <sup>b</sup> | 38,46 $\pm$ 2,66 <sup>b</sup> | 35,13 $\pm$ 2,69 <sup>b</sup> |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost  $\pm$  SE tri ponavljanja. Srednje vrednosti sa različitim slovima se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ .

Kada je seme izloženo temperaturnom režimu 30/15 °C prosečna energija klijanja se značajno povećala i iznosila je 47,61% (Tabela 24), dok je pri temperaturi 35/20 °C bila značajno manja u odnosu na režim 30/15°C i iznosila je 28,97%.

Posmatrajući ispitane lokalitete pojedinačno, prosečna energija klijanja na lokalitetima je bila ujednačena na 15/6 °C (Tabela 25). Na temperaturi 20/10°C (Tabela 26) energija klijanja je bila značajno viša ( $p < 0,05$ ) za seme sakupljeno na lokalitetu Makiš. Na temperaturi 30/15 °C (Tabela 27) najveća energija klijanja je zabeležena kod smena sakupljenog na lokalitetu Ada Medica (84,4%,  $p < 0,05$ ), dok je najniža bila kod semena sa lokaliteta Krnjača (13,33%,  $p < 0,05$ ). Na temperaturi 35/20 °C (Tabela 28), najveća EK je zabeležena na lokalitetu Jakovo (51,11%,  $p < 0,05$ ), dok je kao i na prethodnom temperaturnom režimu, najniža zabeležena na lokalitetu Krnjača (4,44%,  $p < 0,05$ ).

Tabela 25. Prosečna klijavost semena na temperaturi 15/6 °C i uticaj različitih koncentracija KNO<sub>3</sub> i svetlosti na parametre klijanja po lokalitetu

| Lokalitet           | 15/6 °C                |                            |                            |                          |                           |                            |                         |                           |                          |
|---------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|
|                     | 0 M KNO <sub>3</sub>   |                            |                            | 0,005 M KNO <sub>3</sub> |                           |                            | 0,05 M KNO <sub>3</sub> |                           |                          |
|                     | EK                     | TK                         |                            | EK                       | TK                        |                            | EK                      | TK                        |                          |
|                     | S                      | S                          | M                          | S                        | S                         | M                          | S                       | S                         | M                        |
| Ada Medica          | 0,00±0,00 <sup>a</sup> | 36,66±3,33 <sup>abc</sup>  | 15,56±7,29 <sup>cd</sup>   | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 71,11±2,22 <sup>a</sup>   | 47,78±7,29 <sup>cd</sup>   | 0,00±0,00 <sup>b</sup>  | 25,56±4,44 <sup>fg</sup>  | 10,00±6,94 <sup>c</sup>  |
| Beočin              | 0,00±0,00 <sup>a</sup> | 27,78±12,22 <sup>bcd</sup> | 10,00±3,85 <sup>cdef</sup> | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 62,22±4,84 <sup>ab</sup>  | 65,55±12,22 <sup>abc</sup> | 0,00±0,00 <sup>b</sup>  | 51,11±4,44 <sup>abc</sup> | 45,56±4,44 <sup>b</sup>  |
| Beška               | 0,00±0,00 <sup>a</sup> | 17,78±8,89 <sup>cde</sup>  | 3,33±1,93 <sup>def</sup>   | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 41,11±4,01 <sup>c</sup>   | 33,33±1,93 <sup>de</sup>   | 0,00±0,00 <sup>b</sup>  | 40,00±3,33 <sup>cde</sup> | 14,44±5,88 <sup>c</sup>  |
| Jakovo              | 0,00±0,00 <sup>a</sup> | 33,33±1,93 <sup>abc</sup>  | 13,33±1,93 <sup>cdef</sup> | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 38,89±2,94 <sup>cd</sup>  | 55,56±1,11 <sup>c</sup>    | 0,00±0,00 <sup>b</sup>  | 26,67±5,77 <sup>efg</sup> | 22,22±8,01 <sup>c</sup>  |
| Košutnjak           | 0,00±0,00 <sup>a</sup> | 53,33±5,09 <sup>a</sup>    | 30,00±10,18 <sup>b</sup>   | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 38,89±2,22 <sup>cd</sup>  | 78,89±12,81 <sup>a</sup>   | 1,11±1,11 <sup>a</sup>  | 46,67±3,33 <sup>bcd</sup> | 83,33±5,09 <sup>a</sup>  |
| Krnjača             | 0,00±0,00 <sup>a</sup> | 3,33±1,93 <sup>e</sup>     | 1,11±1,11 <sup>ef</sup>    | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 7,78±1,11 <sup>e</sup>    | 1,11±1,11 <sup>g</sup>     | 0,00±0,00 <sup>b</sup>  | 10,00±1,92 <sup>h</sup>   | 3,33±1,93 <sup>c</sup>   |
| Kumodraž            | 0,00±0,00 <sup>a</sup> | 44,44±9,49 <sup>ab</sup>   | 0,00±0,00 <sup>f</sup>     | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 66,67±1,93 <sup>ab</sup>  | 57,78±4,45 <sup>c</sup>    | 0,00±0,00 <sup>b</sup>  | 56,66±3,33 <sup>ab</sup>  | 23,33±5,09 <sup>c</sup>  |
| Makiš               | 0,00±0,00 <sup>a</sup> | 28,89±12,37 <sup>bcd</sup> | 46,67±5,77 <sup>a</sup>    | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 55,56±1,11 <sup>abc</sup> | 77,78±4,84 <sup>ab</sup>   | 0,00±0,00 <sup>b</sup>  | 36,67±5,77 <sup>def</sup> | 52,22±2,94 <sup>b</sup>  |
| Slankamen           | 0,00±0,00 <sup>a</sup> | 10,00±3,33 <sup>de</sup>   | 2,22±2,22 <sup>def</sup>   | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 21,11±8,01 <sup>de</sup>  | 3,33±1,93 <sup>fg</sup>    | 0,00±0,00 <sup>b</sup>  | 20,00±6,94 <sup>gh</sup>  | 4,45±2,22 <sup>c</sup>   |
| Sremska Kamenica    | 0,00±0,00 <sup>a</sup> | 38,89±9,49 <sup>abc</sup>  | 22,22±4,45 <sup>bc</sup>   | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 64,45±13,52 <sup>ab</sup> | 81,11±6,19 <sup>a</sup>    | 0,00±0,00 <sup>b</sup>  | 57,78±2,94 <sup>ab</sup>  | 7,78±1,11 <sup>c</sup>   |
| Sremski Karlovci    | 0,00±0,00 <sup>a</sup> | 18,89±5,56 <sup>cde</sup>  | 22,22±6,76 <sup>bc</sup>   | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 56,67±8,82 <sup>abc</sup> | 60,00±6,94 <sup>bc</sup>   | 0,00±0,00 <sup>b</sup>  | 45,55±7,78 <sup>bcd</sup> | 3,33±1,93 <sup>c</sup>   |
| Veliko Ratno Ostrvo | 0,00±0,00 <sup>a</sup> | 31,11±2,94 <sup>bcd</sup>  | 1,11±1,11 <sup>ef</sup>    | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 41,11±9,69 <sup>c</sup>   | 8,89±1,11 <sup>fg</sup>    | 0,00±0,00 <sup>b</sup>  | 53,33±5,09 <sup>abc</sup> | 17,78±4,01 <sup>c</sup>  |
| Živaca              | 0,00±0,00 <sup>a</sup> | 25,55±6,19 <sup>bcd</sup>  | 14,44±1,11 <sup>cde</sup>  | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 50,00±5,09 <sup>c</sup>   | 21,11±4,44 <sup>ef</sup>   | 0,00±0,00 <sup>b</sup>  | 64,44±1,11 <sup>a</sup>   | 45,56±20,58 <sup>b</sup> |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost ± SE tri ponavljanja. Srednje vrednosti sa različitim slovima se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ .

Tabela 26. Prosečna klijavost semena na temperaturi 20/10 °C i uticaj različitih koncentracija KNO<sub>3</sub> i svetlosti na parametre klijanja po lokalitetu

| Lokalitet           | 20/10°C                |                           |                          |                          |                             |                           |                         |                           |                            |
|---------------------|------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------|
|                     | 0 M KNO <sub>3</sub>   |                           |                          | 0,005 M KNO <sub>3</sub> |                             |                           | 0,05 M KNO <sub>3</sub> |                           |                            |
|                     | EK                     | TK                        |                          | EK                       | TK                          |                           | EK                      | TK                        |                            |
|                     | S                      | S                         | M                        | S                        | S                           | M                         | S                       | S                         | M                          |
| Ada Medica          | 0,00±0,00 <sup>b</sup> | 42,22±5,88 <sup>cd</sup>  | 86,67±8,39 <sup>a</sup>  | 6,67±1,92 <sup>ab</sup>  | 74,44±2,94 <sup>abc</sup>   | 90,00±1,92 <sup>a</sup>   | 0,00±0,00 <sup>c</sup>  | 64,45±4,01 <sup>cd</sup>  | 92,22±4,45 <sup>a</sup>    |
| Beočin              | 1,11±1,11 <sup>b</sup> | 57,78±7,29 <sup>ab</sup>  | 34,44±2,94 <sup>e</sup>  | 2,22±2,22 <sup>bc</sup>  | 61,11±4,01 <sup>cdef</sup>  | 72,22±6,19 <sup>bc</sup>  | 0,00±0,00 <sup>c</sup>  | 55,56±1,11 <sup>de</sup>  | 75,55±11,76 <sup>abc</sup> |
| Beška               | 2,22±2,22 <sup>b</sup> | 71,11±4,01 <sup>a</sup>   | 63,33±8,39 <sup>bc</sup> | 3,33±1,92 <sup>abc</sup> | 70,00±5,09 <sup>bcd</sup>   | 72,22±2,94 <sup>bc</sup>  | 6,67±1,92 <sup>b</sup>  | 68,89±5,88 <sup>bcd</sup> | 25,56±2,94 <sup>d</sup>    |
| Jakovo              | 0,00±0,00 <sup>b</sup> | 52,22±4,01 <sup>bcd</sup> | 41,11±9,87 <sup>de</sup> | 0,00±0,00 <sup>c</sup>   | 67,78±11,11 <sup>bcde</sup> | 55,55±2,22 <sup>de</sup>  | 4,44±2,22 <sup>b</sup>  | 76,67±7,70 <sup>abc</sup> | 6,67±0,00 <sup>de</sup>    |
| Košutnjak           | 2,22±1,11 <sup>b</sup> | 55,56±2,94 <sup>bc</sup>  | 88,89±5,88 <sup>a</sup>  | 7,78±2,22 <sup>a</sup>   | 54,44±4,84 <sup>ef</sup>    | 90,00±3,85 <sup>a</sup>   | 0,00±0,00 <sup>c</sup>  | 62,22±5,88 <sup>cde</sup> | 87,78±6,19 <sup>a</sup>    |
| Krnjača             | 0,00±0,00 <sup>b</sup> | 16,67±0,00 <sup>e</sup>   | 10,00±5,09 <sup>f</sup>  | 0,00±0,00 <sup>c</sup>   | 37,78±4,45 <sup>g</sup>     | 6,67±1,93 <sup>g</sup>    | 0,00±0,00 <sup>c</sup>  | 18,89±4,44 <sup>f</sup>   | 1,11±1,11 <sup>e</sup>     |
| Kumodraž            | 1,11±1,11 <sup>b</sup> | 52,22±8,01 <sup>bcd</sup> | 8,89±2,94 <sup>f</sup>   | 0,00±0,00 <sup>c</sup>   | 56,67±5,77 <sup>def</sup>   | 70,00±12,62 <sup>cd</sup> | 0,00±0,00 <sup>c</sup>  | 85,56±1,11 <sup>ab</sup>  | 66,67±12,62 <sup>bc</sup>  |
| Makiš               | 6,67±0,00 <sup>a</sup> | 43,33±5,77 <sup>bcd</sup> | 75,56±5,56 <sup>ab</sup> | 6,67±1,92 <sup>ab</sup>  | 75,55±4,01 <sup>abc</sup>   | 87,78±2,94 <sup>ab</sup>  | 13,33±1,92 <sup>a</sup> | 76,67±8,82 <sup>abc</sup> | 93,33±1,93 <sup>a</sup>    |
| Slankamen           | 0,00±0,00 <sup>b</sup> | 38,89±4,44 <sup>d</sup>   | 4,44±1,11 <sup>f</sup>   | 0,00±0,00 <sup>c</sup>   | 46,67±1,93 <sup>fg</sup>    | 8,89±4,44 <sup>g</sup>    | 0,00±0,00 <sup>c</sup>  | 46,67±11,71 <sup>e</sup>  | 5,56±2,94 <sup>e</sup>     |
| Sremska Kamenica    | 0,00±0,00 <sup>b</sup> | 57,78±2,22 <sup>ab</sup>  | 42,22±4,01 <sup>de</sup> | 2,22±2,22 <sup>bc</sup>  | 85,56±6,76 <sup>a</sup>     | 77,78±4,84 <sup>abc</sup> | 0,00±0,00 <sup>c</sup>  | 85,55±6,19 <sup>ab</sup>  | 15,55±4,01 <sup>de</sup>   |
| Sremski Karlovci    | 0,00±0,00 <sup>b</sup> | 48,89±6,19 <sup>bcd</sup> | 42,22±1,11 <sup>de</sup> | 2,22±1,11 <sup>bc</sup>  | 57,78±4,84 <sup>def</sup>   | 33,33±0,00 <sup>f</sup>   | 0,00±0,00 <sup>c</sup>  | 57,78±4,84 <sup>de</sup>  | 74,44±4,84 <sup>abc</sup>  |
| Veliko Ratno Ostrvo | 2,22±1,11 <sup>b</sup> | 54,44±4,44 <sup>bc</sup>  | 55,56±2,94 <sup>cd</sup> | 3,33±1,92 <sup>abc</sup> | 76,67±1,93 <sup>ab</sup>    | 48,89±7,29 <sup>ef</sup>  | 0,00±0,00 <sup>c</sup>  | 88,89±5,56 <sup>a</sup>   | 63,33±11,71 <sup>c</sup>   |
| Živaca              | 0,00±0,00 <sup>b</sup> | 52,22±4,45 <sup>bcd</sup> | 44,44±1,11 <sup>de</sup> | 0,00±0,00 <sup>c</sup>   | 70,00±5,09 <sup>bcd</sup>   | 64,45±9,09 <sup>cde</sup> | 1,11±1,11 <sup>c</sup>  | 60,00±3,33 <sup>cde</sup> | 85,56±7,29 <sup>ab</sup>   |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost ± SE tri ponavljanja. Srednje vrednosti sa različitim slovima se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ .

Tabela 27. Prosečna klijavost semena na temperaturi 30/15 °C i uticaj različitih koncentracija KNO<sub>3</sub> i svetlosti na parametre klijanja po lokalitetu

| Lokalitet           | 30/15 °C                 |                          |                          |                            |                           |                            |                              |                           |                          |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------|
|                     | 0 M KNO <sub>3</sub>     |                          |                          | 0,005 M KNO <sub>3</sub>   |                           |                            | 0,05 M KNO <sub>3</sub>      |                           |                          |
|                     | EK                       | TK                       |                          | EK                         | TK                        |                            | EK                           | TK                        |                          |
|                     | S                        | S                        | M                        | S                          | S                         | M                          | S                            | S                         | M                        |
| Ada Medica          | 84,44±5,88 <sup>a</sup>  | 96,67±0,00 <sup>a</sup>  | 97,78±1,11 <sup>a</sup>  | 67,78±7,78 <sup>abc</sup>  | 91,11±2,94 <sup>bcd</sup> | 81,11±2,22 <sup>cde</sup>  | 71,11±6,19 <sup>ab</sup>     | 92,22±1,11 <sup>abc</sup> | 86,67±6,67 <sup>a</sup>  |
| Beočin              | 37,78±4,01 <sup>c</sup>  | 87,78±1,11 <sup>ab</sup> | 60,00±8,39 <sup>c</sup>  | 68,89±4,01 <sup>abc</sup>  | 91,11±2,22 <sup>bcd</sup> | 84,45±4,01 <sup>bcd</sup>  | 52,22±12,37 <sup>abcde</sup> | 84,44±5,88 <sup>d</sup>   | 87,78±2,94 <sup>a</sup>  |
| Beška               | 48,89±8,68 <sup>bc</sup> | 88,89±2,22 <sup>ab</sup> | 87,78±7,29 <sup>ab</sup> | 65,56±5,88 <sup>abc</sup>  | 94,44±1,11 <sup>ab</sup>  | 78,89±4,44 <sup>de</sup>   | 44,44±2,94 <sup>cde</sup>    | 94,45±2,22 <sup>abc</sup> | 45,55±2,22 <sup>cd</sup> |
| Jakovo              | 50,00±8,82 <sup>bc</sup> | 87,78±2,22 <sup>ab</sup> | 91,11±2,22 <sup>ab</sup> | 73,33±9,62 <sup>a</sup>    | 96,67±0,00 <sup>ab</sup>  | 61,11±4,01 <sup>f</sup>    | 73,33±8,82 <sup>a</sup>      | 93,33±1,93 <sup>abc</sup> | 41,11±4,01 <sup>cd</sup> |
| Košutnjak           | 44,44±6,76 <sup>bc</sup> | 88,89±2,22 <sup>ab</sup> | 91,11±2,94 <sup>ab</sup> | 63,33±6,94 <sup>abc</sup>  | 93,33±0,00 <sup>abc</sup> | 90,00±1,92 <sup>abc</sup>  | 47,78±4,84 <sup>bcde</sup>   | 95,56±2,94 <sup>ab</sup>  | 88,89±4,44 <sup>a</sup>  |
| Krnjača             | 13,33±5,09 <sup>d</sup>  | 70,00±10,18 <sup>d</sup> | 44,45±7,78 <sup>d</sup>  | 23,33±6,94 <sup>d</sup>    | 85,56±1,11 <sup>de</sup>  | 82,22±6,19 <sup>bcde</sup> | 14,44±7,78 <sup>f</sup>      | 87,78±1,11 <sup>cd</sup>  | 8,89±2,94 <sup>e</sup>   |
| Kumodraž            | 38,89±2,22 <sup>c</sup>  | 92,22±1,11 <sup>ab</sup> | 44,45±4,01 <sup>d</sup>  | 57,78±10,60 <sup>abc</sup> | 93,33±0,00 <sup>abc</sup> | 56,67±5,09 <sup>f</sup>    | 35,56±2,94 <sup>def</sup>    | 90,00±1,92 <sup>bcd</sup> | 47,78±9,88 <sup>c</sup>  |
| Makiš               | 57,78±9,88 <sup>bc</sup> | 85,56±1,11 <sup>bc</sup> | 95,56±1,11 <sup>a</sup>  | 66,67±8,39 <sup>abc</sup>  | 94,44±1,11 <sup>ab</sup>  | 92,22±1,11 <sup>ab</sup>   | 71,11±6,76 <sup>ab</sup>     | 94,44±2,94 <sup>abc</sup> | 98,89±1,11 <sup>a</sup>  |
| Slankamen           | 41,11±7,29 <sup>c</sup>  | 91,11±2,22 <sup>ab</sup> | 78,89±4,84 <sup>b</sup>  | 58,89±2,94 <sup>abc</sup>  | 93,33±1,93 <sup>abc</sup> | 72,22±5,55 <sup>e</sup>    | 58,89±14,44 <sup>abcd</sup>  | 97,78±1,11 <sup>a</sup>   | 91,11±1,11 <sup>a</sup>  |
| Sremska Kamenica    | 63,33±8,82 <sup>b</sup>  | 92,22±2,22 <sup>ab</sup> | 36,66±3,33 <sup>d</sup>  | 57,78±7,78 <sup>abc</sup>  | 87,78±5,55 <sup>cde</sup> | 87,78±2,94 <sup>abcd</sup> | 55,56±2,22 <sup>abcd</sup>   | 96,67±0,00 <sup>ab</sup>  | 33,33±1,93 <sup>d</sup>  |
| Sremski Karlovci    | 46,67±6,94 <sup>bc</sup> | 94,44±2,94 <sup>ab</sup> | 41,11±1,11 <sup>d</sup>  | 50,00±8,82 <sup>bc</sup>   | 83,33±3,33 <sup>e</sup>   | 92,22±1,11 <sup>ab</sup>   | 28,89±4,44 <sup>ef</sup>     | 92,22±1,11 <sup>abc</sup> | 87,78±1,11 <sup>a</sup>  |
| Veliko Ratno Ostrvo | 52,22±7,29 <sup>bc</sup> | 75,55±4,01 <sup>cd</sup> | 91,11±4,01 <sup>ab</sup> | 71,11±10,60 <sup>ab</sup>  | 96,67±0,00 <sup>ab</sup>  | 95,56±1,11 <sup>a</sup>    | 66,67±14,53 <sup>abc</sup>   | 97,78±1,11 <sup>a</sup>   | 88,89±7,78 <sup>a</sup>  |
| Živaca              | 40,00±3,33 <sup>c</sup>  | 85,56±2,94 <sup>bc</sup> | 100,00±0,00 <sup>a</sup> | 47,78±8,01 <sup>c</sup>    | 97,78±1,11 <sup>a</sup>   | 92,22±1,11 <sup>ab</sup>   | 55,56±5,56 <sup>abcd</sup>   | 98,89±1,11 <sup>a</sup>   | 73,33±1,93 <sup>b</sup>  |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost ± SE tri ponavljanja. Srednje vrednosti sa različitim slovima se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ .

Tabela 28. Prosečna klijavost semena na temperaturi 35/20 °C i uticaj različitih koncentracija KNO<sub>3</sub> i svetlosti na parametre klijanja po lokalitetu.

| Lokalitet           | 35/20 °C                 |                          |                           |                           |                           |                          |                           |                          |                             |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|                     | 0 M KNO <sub>3</sub>     |                          |                           | 0,005 M KNO <sub>3</sub>  |                           |                          | 0,05 M KNO <sub>3</sub>   |                          |                             |
|                     | EK                       | TK                       |                           | EK                        | TK                        |                          | EK                        | TK                       |                             |
|                     | S                        | S                        | M                         | S                         | S                         | M                        | S                         | S                        | M                           |
| Ada Medica          | 27,78±5,88 <sup>bc</sup> | 95,56±2,94 <sup>a</sup>  | 93,33±5,09 <sup>a</sup>   | 40,00±3,85 <sup>bcd</sup> | 98,89±1,11 <sup>a</sup>   | 93,33±6,67 <sup>a</sup>  | 40,00±5,09 <sup>ab</sup>  | 96,67±1,93 <sup>a</sup>  | 68,89±6,76 <sup>abc</sup>   |
| Beočin              | 33,33±8,82 <sup>bc</sup> | 98,89±1,11 <sup>a</sup>  | 86,67±1,93 <sup>a</sup>   | 14,44±4,84 <sup>ef</sup>  | 96,67±1,93 <sup>ab</sup>  | 51,11±2,94 <sup>d</sup>  | 41,11±16,37 <sup>a</sup>  | 97,78±2,22 <sup>a</sup>  | 48,89±10,94 <sup>de</sup>   |
| Beška               | 23,33±5,09 <sup>c</sup>  | 87,78±7,78 <sup>ab</sup> | 87,78±2,22 <sup>a</sup>   | 42,22±2,94 <sup>bc</sup>  | 92,22±4,84 <sup>abc</sup> | 68,89±8,68 <sup>bc</sup> | 27,78±4,44 <sup>ab</sup>  | 93,33±3,85 <sup>ab</sup> | 57,78±6,19 <sup>cde</sup>   |
| Jakovo              | 51,11±4,84 <sup>a</sup>  | 90,00±1,92 <sup>a</sup>  | 94,45±2,22 <sup>a</sup>   | 58,89±2,94 <sup>a</sup>   | 95,56±2,94 <sup>ab</sup>  | 81,11±4,01 <sup>ab</sup> | 50,00±6,94 <sup>ab</sup>  | 92,22±2,94 <sup>ab</sup> | 77,78±5,55 <sup>ab</sup>    |
| Košutnjak           | 31,11±2,94 <sup>bc</sup> | 95,56±2,94 <sup>a</sup>  | 55,56±6,76 <sup>de</sup>  | 25,56±7,29 <sup>de</sup>  | 80,00±5,77 <sup>de</sup>  | 84,45±2,22 <sup>a</sup>  | 21,11±4,84 <sup>ab</sup>  | 85,56±2,94 <sup>bc</sup> | 60,00±5,09 <sup>bcd</sup>   |
| Krnjača             | 4,44±1,11 <sup>d</sup>   | 62,22±12,37 <sup>c</sup> | 48,89±1,11 <sup>e</sup>   | 7,78±2,22 <sup>f</sup>    | 78,89±1,11 <sup>e</sup>   | 35,56±5,56 <sup>e</sup>  | 5,56±1,11 <sup>a</sup>    | 78,89±1,11 <sup>c</sup>  | 42,22±5,88 <sup>e</sup>     |
| Kumodraž            | 20,00±5,09 <sup>cd</sup> | 74,44±1,11 <sup>bc</sup> | 81,11±4,44 <sup>ab</sup>  | 40,00±1,92 <sup>bcd</sup> | 83,33±3,85 <sup>cde</sup> | 81,11±6,76 <sup>ab</sup> | 35,56±6,19 <sup>ab</sup>  | 87,78±1,11 <sup>b</sup>  | 54,44±8,89 <sup>cde</sup>   |
| Makiš               | 40,00±6,67 <sup>ab</sup> | 91,11±4,01 <sup>a</sup>  | 68,89±7,29 <sup>bcd</sup> | 60,00±1,92 <sup>a</sup>   | 93,34±3,33 <sup>ab</sup>  | 94,44±2,94 <sup>a</sup>  | 45,56±4,84 <sup>c</sup>   | 87,78±4,01 <sup>b</sup>  | 71,11±4,01 <sup>abc</sup>   |
| Slankamen           | 31,11±7,78 <sup>bc</sup> | 84,44±8,89 <sup>ab</sup> | 63,33±5,09 <sup>cde</sup> | 48,89±4,01 <sup>ab</sup>  | 87,78±2,94 <sup>bcd</sup> | 82,22±4,01 <sup>ab</sup> | 32,22±10,60 <sup>bc</sup> | 91,11±2,22 <sup>ab</sup> | 62,22±10,60 <sup>abcd</sup> |
| Sremska Kamenica    | 34,44±4,44 <sup>bc</sup> | 85,56±4,84 <sup>ab</sup> | 85,56±1,11 <sup>a</sup>   | 47,78±8,01 <sup>ab</sup>  | 95,56±1,11 <sup>ab</sup>  | 55,56±5,56 <sup>cd</sup> | 35,56±11,60 <sup>a</sup>  | 78,89±6,19 <sup>c</sup>  | 48,89±1,11 <sup>de</sup>    |
| Sremski Karlovci    | 25,56±5,56 <sup>bc</sup> | 91,11±2,22 <sup>a</sup>  | 78,89±4,84 <sup>abc</sup> | 32,22±8,01 <sup>cd</sup>  | 87,78±2,94 <sup>bcd</sup> | 30,00±5,09 <sup>e</sup>  | 31,11±4,84 <sup>abc</sup> | 86,67±3,85 <sup>bc</sup> | 61,11±4,01 <sup>abcde</sup> |
| Veliko Ratno Ostrvo | 25,56±4,01 <sup>bc</sup> | 91,11±1,11 <sup>a</sup>  | 86,67±8,82 <sup>a</sup>   | 38,89±7,78 <sup>bcd</sup> | 94,45±4,01 <sup>ab</sup>  | 91,11±2,22 <sup>a</sup>  | 48,89±12,52 <sup>ab</sup> | 93,33±0,00 <sup>ab</sup> | 80,00±3,85 <sup>a</sup>     |
| Živaca              | 28,89±5,88 <sup>bc</sup> | 94,44±2,94 <sup>a</sup>  | 68,89±9,49 <sup>bcd</sup> | 43,33±1,92 <sup>bc</sup>  | 88,89±2,94 <sup>bcd</sup> | 51,11±6,19 <sup>d</sup>  | 42,22±4,01 <sup>ab</sup>  | 93,33±1,93 <sup>ab</sup> | 61,11±7,29 <sup>abcde</sup> |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost ± SE tri ponavljanja. Srednje vrednosti sa različitim slovima se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ .

Prosečna tehnička klijavost semena izloženog svetlu tokom klijanja i temperaturi 15/6 °C, iznosila je 28,46% (Tabela 29), dok je TK semena, na istoj temperaturi u mraku iznosila 14,02% (Tabela 29). Na oba svetlosna tretmana, ove vrednosti su bile značajno manje ( $p < 0,05$ ) u odnosu na vrednosti TK na višim temperaturama. Na temperaturi 20/10 °C za seme koje je bilo izloženo svetlu, TK je iznosila 49,49%, dok je za seme koje je klijalo u mraku, na istoj temperaturi, bila slične vrednosti i iznosila je 45,98%. Prosečna tehnička klijavost na višim temperaturama (30/15 °C i 35/20 °C) je bila značajno veća ( $p < 0,05$ ) u odnosu na tretmane na nižim temperaturama, kako za seme izloženo svetlosti, tako i za seme testirano u mraku (Tabela 29). Tako je prosečna TK semena koje je klijalo na svetlu, na temperaturi 30/15 °C, bila 87,44%, odnosno 73,85% kada je seme testirano u mraku. Prosečna TK semena izloženog temperaturnom režimu 35/20 °C iznosila 87,86% za koje je klijalo na svetlu, odnosno 76,92% za koje je klijalo u mraku.

Tabela 29. Prosečna klijavost semena u zavisnosti od temperature i uticaj različitih koncentracija KNO<sub>3</sub> i svetlosti na tehničku klijavost (TK).

| Temp. režim<br>(°C) | 0 M KNO <sub>3</sub>    |                         | 0,005 M KNO <sub>3</sub> |                         | 0,05 M KNO <sub>3</sub> |                          |
|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
|                     | S                       | M                       | S                        | M                       | S                       | M                        |
| 15/6                | 28,46±2,72 <sup>c</sup> | 14,02±2,39 <sup>c</sup> | 47,35±3,21 <sup>c</sup>  | 45,56±4,76 <sup>c</sup> | 41,11±2,78 <sup>c</sup> | 25,64±4,12 <sup>c</sup>  |
| 20/10               | 49,49±2,31 <sup>b</sup> | 45,98±4,52 <sup>b</sup> | 64,19±2,41 <sup>b</sup>  | 59,83±4,60 <sup>b</sup> | 65,21±3,28 <sup>b</sup> | 53,33±5,89 <sup>b</sup>  |
| 30/15               | 87,44±1,41 <sup>a</sup> | 73,85±3,96 <sup>a</sup> | 92,22±0,85 <sup>a</sup>  | 82,05±2,07 <sup>a</sup> | 93,50±0,85 <sup>a</sup> | 67,69±4,59 <sup>a</sup>  |
| 35/20               | 87,86±1,97 <sup>a</sup> | 76,92±2,58 <sup>a</sup> | 90,26±1,26 <sup>a</sup>  | 69,23±3,65 <sup>b</sup> | 89,49±1,17 <sup>a</sup> | 61,11±2,33 <sup>ab</sup> |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost ± SE tri ponavljanja. Srednje vrednosti sa različitim slovima se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ .

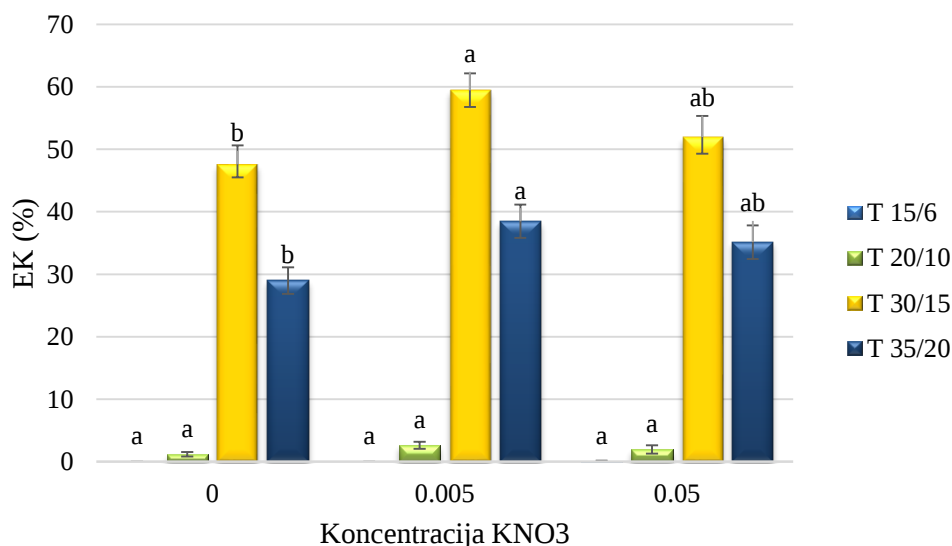
Posmatrajući lokalitete pojedinačno, seme sakupljeno u Krnjači je imalo manju ( $p < 0,05$ ) TK, na svim temperaturnim režimima u tretmanima na svetlu, u odnosu na prosečnu vrednost TK za ostale lokalitete (Tabela 25, 26, 27 i 28). Najviša TK, na temperaturi 15/6 °C, na svetlu je zabeležena na lokalitetu Košutnjak (53,33%), dok je na temperaturi 20/10 °C seme sakupljeno na lokalitetu Beška imalo najveći procenat klijavosti (71,11%). Na temperaturi 30/15 °C i 35/20 °C, u tretmanu na svetlu, TK je bila najviša na lokalitetu Živača (97,78%), odnosno na lokalitetu Beočin (98,89%). U tretmanima u mraku, na lokalitetu Kumodraž na temperaturi 15/6 °C i 30/15 °C je zabeležena najniža TK i iznosila je 0%, odnosno 56,67%, zatim na lokalitetu Slankamen (4,44%) na temperaturi 20/10°C, dok je na lokalitetu Krnjača najniža TK zabeležena u

okviru tretmana na temperaturnom režimu 35/20 °C. Najviša TK, na temperaturi 15/6 °C je zabeležena na lokalitetu Makiš (46,67%), zatim na temperaturi 20/10°C na lokalitetu Košutnjak (88,89%), na temperaturi 30/15 °C na lokalitetu Veliko ratno ostrvo (95,56%) i na lokalitetu Jakovo (94,45%) na temperaturi 35/20 °C.

Sa povećanjem temperature, EK se povećala kada je seme tretirano rastvorom 0,005 M i 0,05 M KNO<sub>3</sub> (Tabela 24). U oba tretmana, najviša tehnička klijavost je zabeležena pri temperaturi 30/15 °C ( $p < 0,05$ ). Sličan uticaj je zabeležen i na TK (Tabela 29). Sa povećanjem temperature, povećavala se i TK, u tretmanima na svetlu i mraku. Najviše vrednosti TK su takođe zabeležene na temperaturi 30/15 °C.

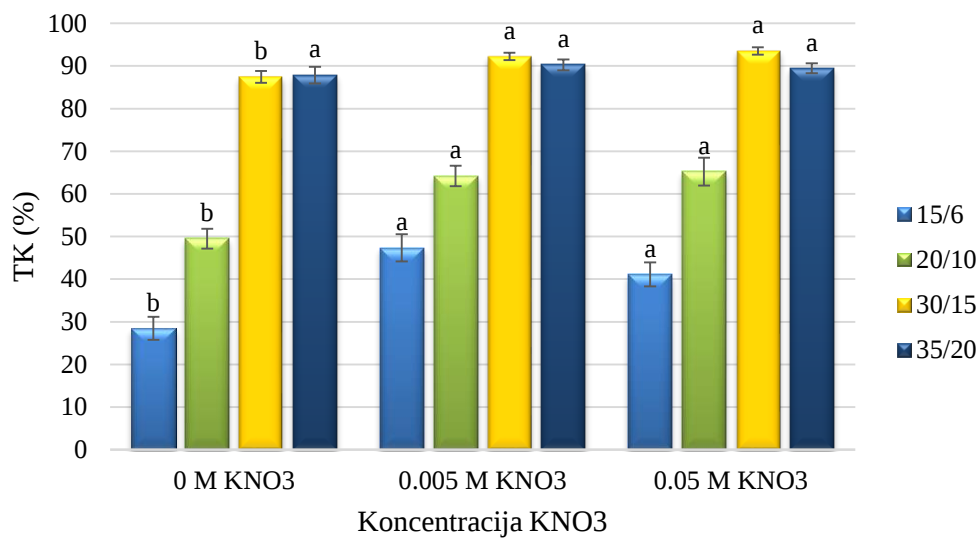
#### 6.4.3.2 Uticaj nitrata na parametre klijanja

Klijanje semena je pokazalo osetljivost na prisustvo različitih koncentracija KNO<sub>3</sub>, posebno na višim temperaturama (Grafikon 75). Porast energije klijanja u odnosu na kontrolu, pri temperaturi 15/6 °C, kao i 20/10 °C pod uticajem obe koncentracije KNO<sub>3</sub> nije bio statistički značajan (Grafikon 75). KNO<sub>3</sub> u koncentraciji od 0,005 M je uticao na statistički značajno povećanje EK u odnosu na kontrolu, pri temperaturi 30/15 °C i 35/20 °C, dok je 0,05 M KNO<sub>3</sub> uslovlila statistički neznačajno povećanje EK u odnosu na kontrolu (Grafikon 75).

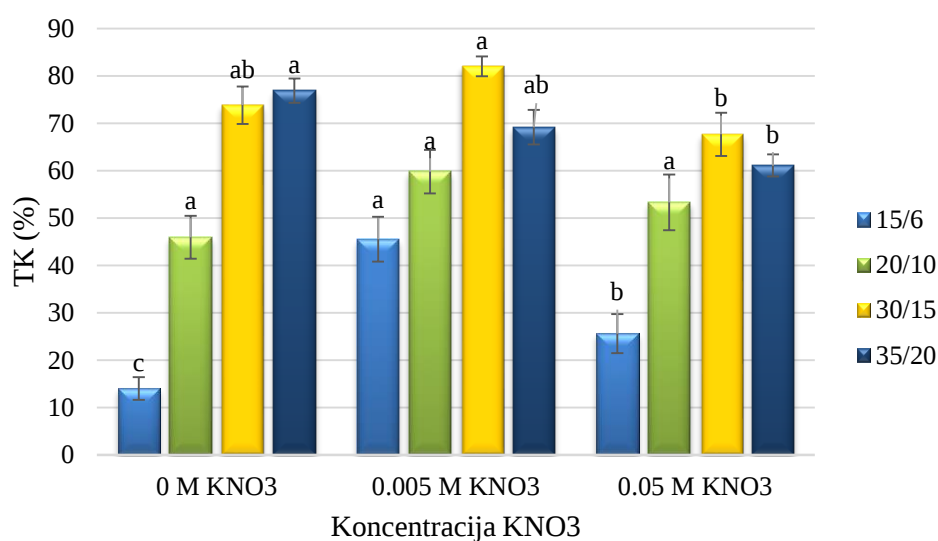


Grafikon 75. Uticaj koncentracije KNO<sub>3</sub>, u okviru istog temperaturnog režima, na prosečnu energiju klijanja (EK). Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost  $\pm$  SE za tri ponavljanja. Srednje vrednosti sa različitim slovima se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ .

Uticaj različitih koncentracija  $\text{KNO}_3$  na tehničku klijavost prikazana je na Grafikonu 76 i 77.  $\text{KNO}_3$  koncentracije 0,005 M i 0,05 M u tretmanima u kojima je seme bilo izloženo svetlu, je izazvao statistički značajno povećanje TK u odnosu na kontrolu na svim temperaturnim režimima, izuzev na temperaturi 35/20 °C, gde povećanje nije bilo statistički značajno (Grafikon 76). U tretmanima u mraku, rastvor 0,005 M  $\text{KNO}_3$  je takođe povoljno uticao na TK, izuzev na temperaturi 35/20 °C, gde je vrednost TK bila manja, ali bez statističkog značaja ( $p > 0,05$ ).



Grafikon 76. Uticaj koncentracije  $\text{KNO}_3$ , u okviru istog temperaturnog režima, na prosečnu tehničku klijavost (TK) u tretmanima na svetlu. Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost  $\pm$  SE za tri ponavljanja. Srednje vrednosti sa različitim slovima se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ .



Grafikon 77. Uticaj koncentracije KNO<sub>3</sub>, u okviru istog temperaturnog režima, na prosečnu tehničku klijavost (TK) u tretmanima u mraku. Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost  $\pm$  SE za tri ponavljanja. Srednje vrednosti sa različitim slovima se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ .

Tretman KNO<sub>3</sub>, koncentracije 0,05 M je povećao vrednost TK u odnosu na kontrolu ( $p < 0,05$ ), jedino pri temperaturi 15/6 °C (Grafikon 77). Na temperaturnim režimima 20/10 °C i 30/15 °C, dejstvo 0,05 M KNO<sub>3</sub> nije imalo statistički značajan uticaj na TK. Fitotoksično dejstvo 0,05 M KNO<sub>3</sub> je primećeno kod tretmana na temperaturi 35/20 °C.

Kada se posmatraju lokaliteti, u tretmanima sa 0,005 M i 0,05 M KNO<sub>3</sub>, na lokalitetu Krnjača zabeležena je najmanja EK, kao i TK, na svim temperaturnim režimima, na svetlu i u mraku (Tabela 25, 26, 27 i 28). Izuzetak je jedino tretman u mraku, na temperaturi 30/15 °C i 0,005 M u kome seme sa ovog lokaliteta nije imalo najnižu vrednost mernih parametara (Tabela 27).

#### 6.4.3.3 Uticaj svetlosti na parametre klijanja

Kao što je i očekivano, svetlosni režim je uticao na klijanje semena (Tabela 30).

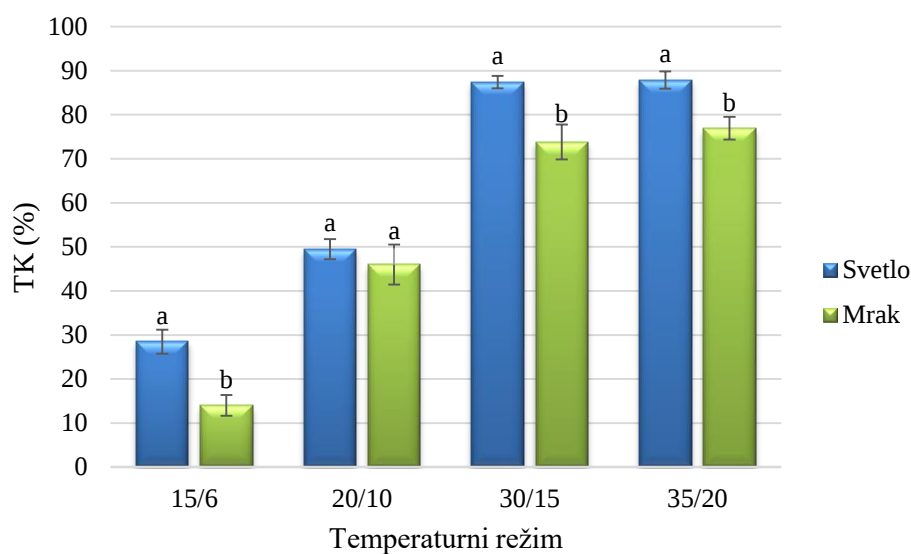
Tabela 30. Inhibicija klijavosti semena u mraku

| Temperaturni režim (° C) | Koncentracija KNO <sub>3</sub> | Inhibicija klijavosti u mraku (%) |
|--------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 15/6                     | 0,005 M KNO <sub>3</sub>       | 3,79                              |
| 20/10                    | 0,005 M KNO <sub>3</sub>       | 6,79                              |
| 20/10                    | 0 M KNO <sub>3</sub>           | 7,08                              |
| 30/15                    | 0,005 M KNO <sub>3</sub>       | 11,03                             |
| 35/20                    | 0 M KNO <sub>3</sub>           | 12,45                             |
| 30/15                    | 0 M KNO <sub>3</sub>           | 15,54                             |
| 20/10                    | 0,05 M KNO <sub>3</sub>        | 18,22                             |
| 35/20                    | 0,005 M KNO <sub>3</sub>       | 23,30                             |
| 30/15                    | 0,05 M KNO <sub>3</sub>        | 27,61                             |
| 35/20                    | 0,05 M KNO <sub>3</sub>        | 31,71                             |
| 15/6                     | 0,05 M KNO <sub>3</sub>        | 37,63                             |
| 15/6                     | 0 M KNO <sub>3</sub>           | 50,75                             |

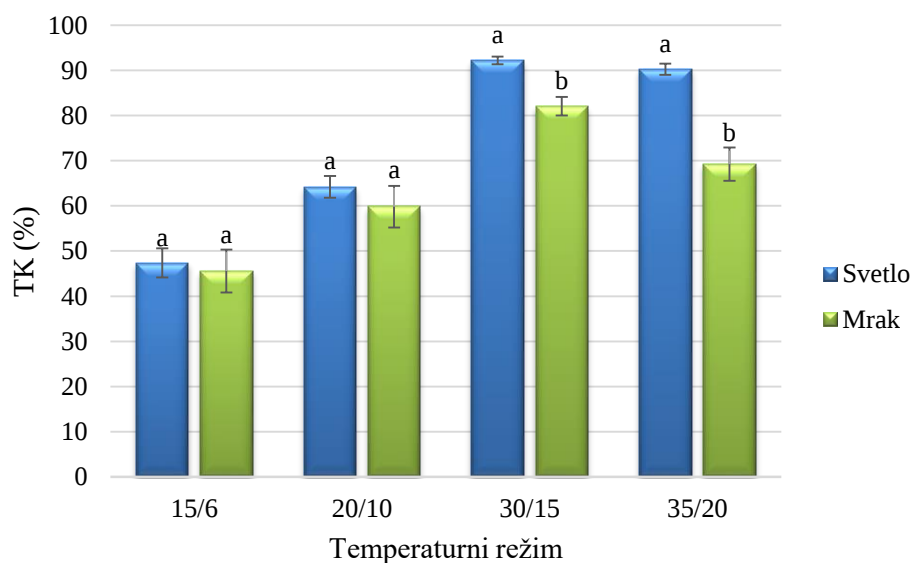


Slika 34. Seme klijalo na svetlu (levo) i u mraku (desno)

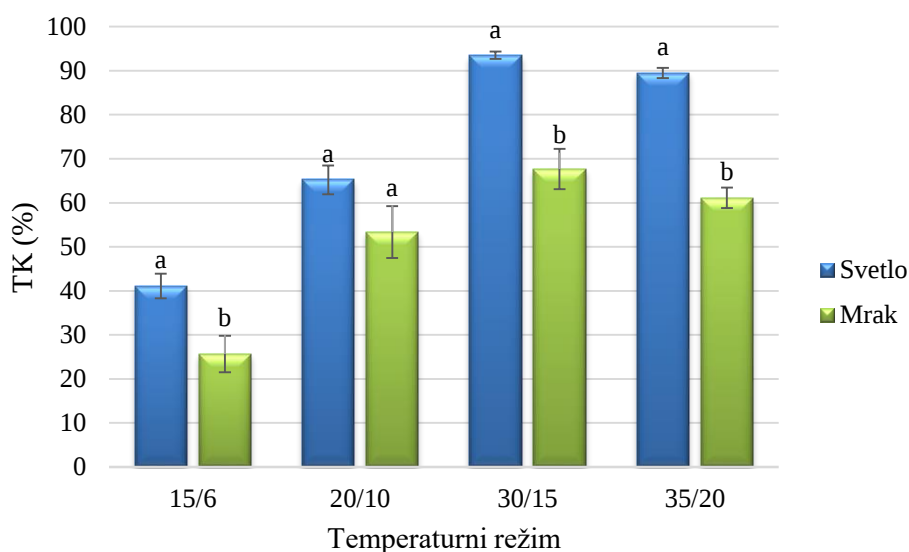
Poređenjem tehničke klijavosti tretmana sa istim temperaturnim režimom i istom koncentracijom KNO<sub>3</sub>, a različitim svetlosnim režimom, može se zaključiti da je TK tretmana u mraku bila manja u odnosu na TK tretmana na svetlu (Grafikon 78, 79 i 80). Kod tretmana sa 0 M KNO<sub>3</sub>, na temperaturi 15/6 °C, nedostatak svetlosti je značajno smanjio vrednost TK za 50,75% (Tabela 30). Statistički značajno smanjenje je utvrđeno i pri temperaturi 30/15° C i 35/20° C (Grafikon 78).



Grafikon 78. Uticaj svetlosti, u okviru istog temperaturnog režima, na prosečnu tehničku klijavost (TK) u tretmanu sa 0 KNO<sub>3</sub>. Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost  $\pm$  SE za tri ponavljanja. Srednje vrednosti sa različitim slovima se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ .



Grafikon 79. Uticaj svetlosti, u okviru istog temperaturnog režima, na prosečnu tehničku klijavost (TK) u tretmanu sa 0,005 KNO<sub>3</sub>. Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost  $\pm$  SE za tri ponavljanja. Srednje vrednosti sa različitim slovima se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ .



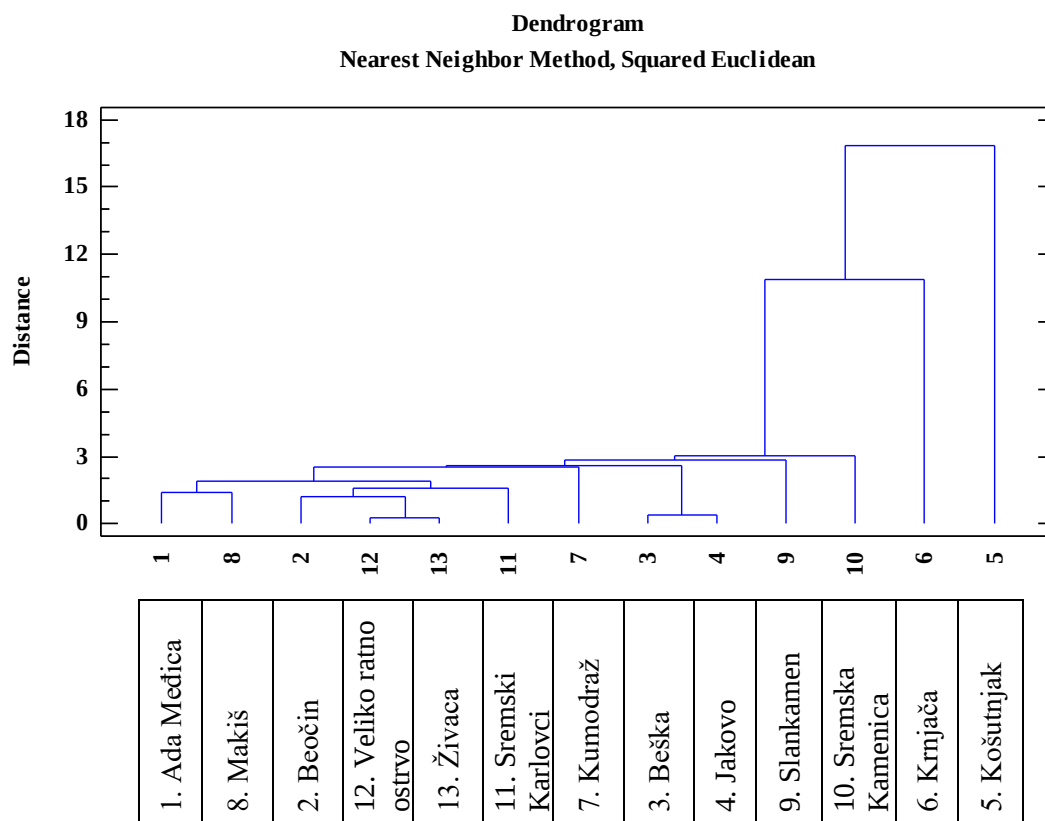
Grafikon 80. Uticaj svetlosti, u okviru istog temperaturnog režima, na prosečnu tehničku klijavost (TK) u tretmanu sa 0,05 KNO<sub>3</sub>. Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost  $\pm$  SE za tri ponavljanja. Srednje vrednosti sa različitim slovima se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ .

U tretmanima sa 0,005 M KNO<sub>3</sub> statistički značajna inhibicija klijavosti pri nedostatku svetla je zabeležena na temperaturi 30/15 °C i 35/20 °C (Grafikon 79). Najmanji uticaj svetlosnog režima je bio kod tretmana sa 0,005 M KNO<sub>3</sub> na 15/6 °C, gde je TK tretmana u mraku bila smanjena za 3,79% u odnosu na isti tretman na svetlosti (Tabela 30). Takođe, i u tretmanima sa 0,05 M KNO<sub>3</sub> statistički značajna inhibicija klijavosti je zabeležena na temperaturi 15/6 °C, 30/15 °C i 35/20 °C (Grafikon 80). Najveća inhibicija klijanja je bila na temperaturi 15/6 °C (37,63%) (Tabela 30).



Slika 35. Izgled klijavaca iz tretmana u mraku (a) i svetlu (b)

Na osnovu klijavosti semena u svim tretmanima (uticaj temperature, nitrata i svetlosti) urađena je klaster analiza za vrednosti tehničke klijavosti (TK) na 13 lokaliteta i na Grafikonu 81, prikazan je dendrogram sa grupisanjem lokaliteta prema dobijenim prosečnim vrednostima.

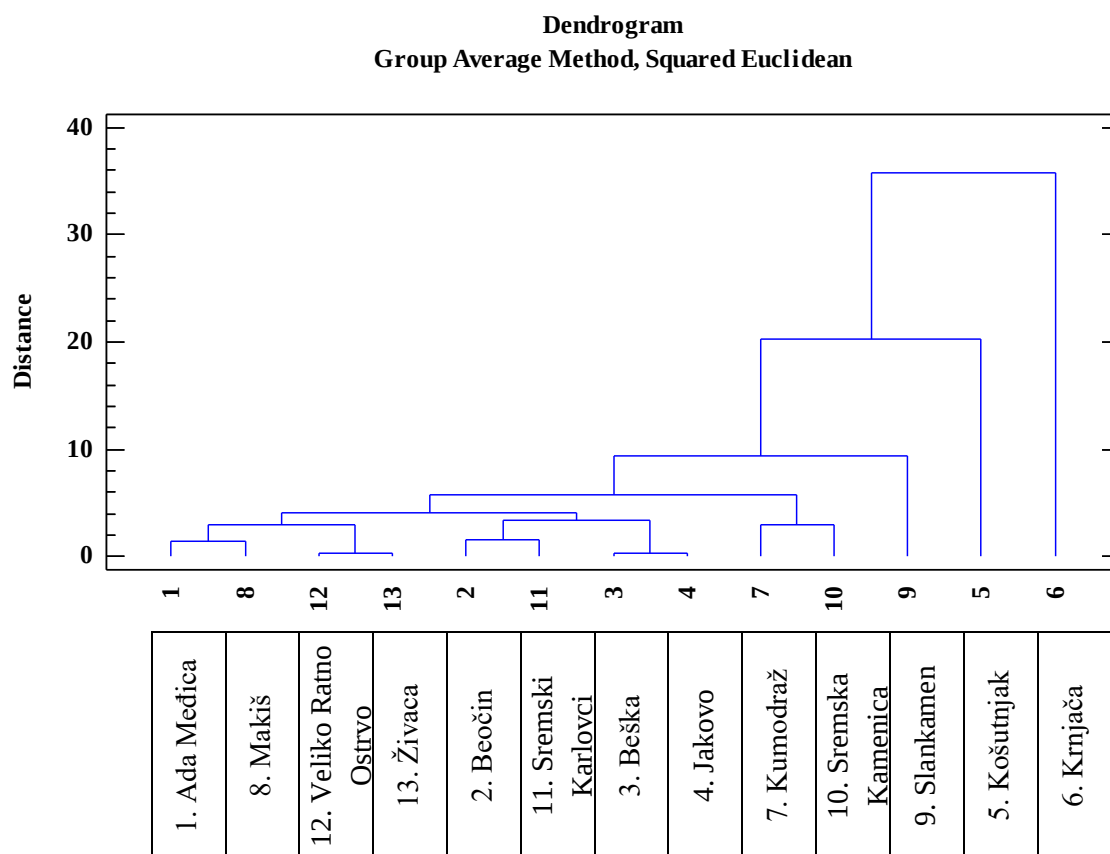


Grafikon 81. Dendrogram klaster analize urađen na osnovu parametra tehničke klijavosti za sve lokalitete i tretmane, metod prostog povezivanja (*Single Linkage, Nearest Neighbor*)

Sa najmanjom udaljenošću grupisani su lokaliteti Veliko ratno ostrvo i Živaca kojima se po vrednostima parametara pridružuje lokaliteti Beočin i Sremski Karlovci, čineći jednu homogenu grupu. Na većoj udaljenosti u zasebnoj homogenoj grupi su lokaliteti Ada Medica i Makiš. Vrednosti za lokalitet Kumodraž, na sličnoj udaljenosti je povezao ove dve homogene grupe. Zasebno, na niskoj udaljenosti su grupisani i lokaliteti Beška i Jakovo, koji čine posebnu homogenu grupu. Vrednosti dobijene za lokalitete Slankamen i Sremska Kamenica, ne formiraju zasebne grupe ali se narelativno maloj

udaljenosti (distanca – 3), pojedinačno vezuju za sve pomenute lokalitete. Na najvećoj udaljenosti se raspoređuju vrednosti lokaliteta Krnjača i Košutnjak.

Ako se za metodu izdvoji upoređenje informacija o svim parovima objekata između dva klastera (metod UPGMA) dobija se dendrogram prikazan na Grafikonu 82.



Grafikon 82. Dendrogram klaster analize urađen na osnovu parametra tehničke klijavosti za sve lokalitete i tretmane, metoda prosečne veze između grupa (UPGMA)

Sa sličnim rasporedom lokaliteta: na najmanjoj udaljenosti grupisani su lokaliteti Veliko ratno ostrvo i Živača i Beška i Jakovo. Za prvu grupu vezani su sa većom distancom lokaliteti Ada Međica i Makiš, a za drugi vrednosti lokaliteta Beočin i Sremski Karlovci. Lokaliteti Kumodraž i Sremska Kamenica na većoj međusobnoj udaljenosti formiraju zasebnu grupu, a lokalitet Slankamen zasebno je pridružen (sa vešto većom vrednosti distance – 10) za sve pomenute grupe. I u ovoj analizi zasebno su izdvojeni lokaliteti Košutnjak i Krnjača.

#### 6.4.3.4 Vitalnost semena

Tetrazolijum test je ukazao na veliku vitalnost semena (Slika 36). Posmatrajući sve lokalitete, procenat vitalnih zrna se kretao između 93,33 i 100 (Tabela 31).

Tabela 31. Vitalnost semena utvrđena tetrazolijum testom

| Lokalitet           | Vitalno seme (%) | Nevitalno seme (%) |
|---------------------|------------------|--------------------|
| Ada Medica          | 100,00           | 0,00               |
| Beočin              | 96,67            | 3,33               |
| Beška               | 96,67            | 3,33               |
| Jakovo              | 96,67            | 3,33               |
| Košutnjak           | 96,67            | 3,33               |
| Krnjača             | 93,33            | 6,67               |
| Kumodraž            | 93,33            | 6,67               |
| Makiš               | 96,67            | 3,33               |
| Slankamen           | 100,00           | 0,00               |
| Sremska Kamenica    | 96,67            | 3,33               |
| Sremski Karlovci    | 100,00           | 0,00               |
| Veliko Ratno Ostrvo | 100,00           | 0,00               |
| Živaca              | 100,00           | 0,00               |



Slika 36. Vitalni embrioni (levo) i nevitalni embrion (desno)

## 6.5. Ispitivanje alelopatskog potencijala vrste *A. lanceolatus*

### 6.5.1 Uticaj vodenog ekstrakta vrste *A. lanceolatus* na klijanje semena test vrsta i klijanje semena test vrsta u zemljišnom biološkom testu

Uticaj vodenog ekstrakta, napravljenog od svežih i suvih vegetativnih delova vrste *A. lanceolatus* na test vrste je prikazan u Tabeli 32.

Tabela 32. Uticaj različitih ekstrakta vrste *Aster lanceolatus* na klijanje semena test vrste

| V      | C (%) | Prosečna klijavost (%)    |                           |                           |                           |
|--------|-------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|        |       | Sv                        |                           | Su                        |                           |
|        |       | <i>S. alba</i>            | <i>L. sativa</i>          | <i>S. alba</i>            | <i>L. sativa</i>          |
| K      | d     | 84,47±2,23 <sup>a</sup>   | 80,00±7,68 <sup>a</sup>   | 84,47±2,23 <sup>a</sup>   | 80,00±7,68 <sup>a</sup>   |
| Stablo | 100   | 42,23±12,38 <sup>d</sup>  | 80,00±3,87 <sup>a</sup>   | 20,00±3,87 <sup>d</sup>   | 68,90±5,88 <sup>ab</sup>  |
|        | 50    | 55,57±12,37 <sup>cd</sup> | 48,90±8,02 <sup>b</sup>   | 66,67±3,84 <sup>bc</sup>  | 57,80±5,88 <sup>bcd</sup> |
|        | 25    | 60,00±7,68 <sup>bcd</sup> | 66,70±11,55 <sup>ab</sup> | 82,20±5,88 <sup>a</sup>   | 55,50±2,23 <sup>bcd</sup> |
| Rizom  | 100   | 77,80±5,88 <sup>ab</sup>  | 71,10±11,10 <sup>ab</sup> | 13,37±6,67 <sup>d</sup>   | 51,10±5,88 <sup>bcd</sup> |
|        | 50    | 60,00±3,87 <sup>bcd</sup> | 55,60±5,89 <sup>b</sup>   | 13,33±3,84 <sup>d</sup>   | 42,20±7,99 <sup>d</sup>   |
|        | 25    | 62,23±7,99 <sup>bcd</sup> | 55,50±9,68 <sup>b</sup>   | 73,30±0,00 <sup>abc</sup> | 62,20±5,88 <sup>abc</sup> |
| List   | 100   | 51,10±2,20 <sup>d</sup>   | 66,70±3,84 <sup>ab</sup>  | 62,23±9,68 <sup>c</sup>   | 64,50±2,23 <sup>ab</sup>  |
|        | 50    | 73,33±7,71 <sup>abc</sup> | 57,8±5,88 <sup>ab</sup>   | 66,63±6,67 <sup>bc</sup>  | 64,40±5,88 <sup>ab</sup>  |
|        | 25    | 53,30±0,00 <sup>cd</sup>  | 57,80±5,88 <sup>ab</sup>  | 80,00±0,00 <sup>ab</sup>  | 44,40±8,02 <sup>cd</sup>  |

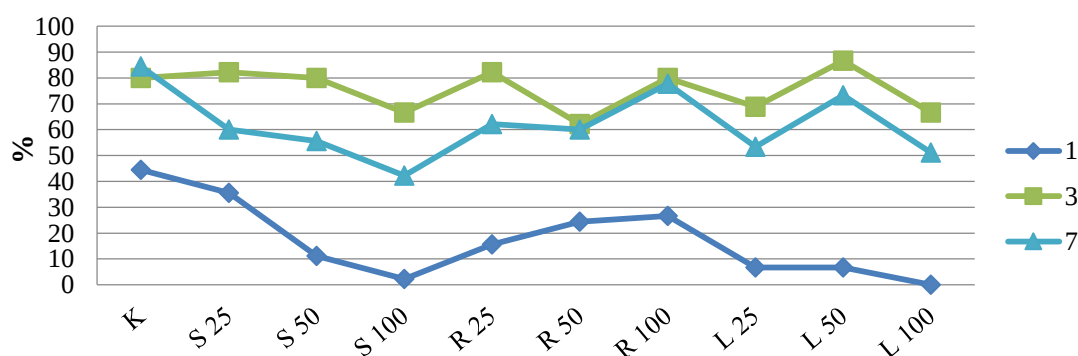
Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost ± SE za tri ponavljanja. Srednje vrednosti sa različitim slovom se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ . Legenda: V - vegetativni deo od koga je dobijen ekstrakt; C - koncentracija ekstrakta; Sv - vodeni ekstrakt svežih vegetativnih delova; Su - vodeni ekstrakt suvih vegetativnih delova; K - kontrola; d - destilovana voda

Vodeni ekstrakt dobijen od svežeg materijala je imao uticaj na klijanje semena obe test vrste. Uticaj je posebno izražen kod vrste *Sinapis alba*. Vodeni ekstrakt stabla, u svim koncentracijama, je statistički značajno smanjio klijanje semena test vrste *S. alba*. Osim toga, klijanje semena *S. alba* je značajno smanjeno pod uticajem 50% i 25% ekstrakta rizoma, kao i 100% i 25% ekstrakta listova, dok je 100% ekstrakta rizoma i 50% ekstrakta listova smanjio klijavost semena *S. alba*, ali to smanjenje nije bilo statistički značajno. Ekstrakti dobijen od svežih vegetativnih delova vrste *A. lanceolatus* su imali sličan, ali manje izražen uticaj na klijanje semena *Lactuca sativa*. Delovanje 50% i 25% ekstrakta rizoma i 50% ekstrakta stabla je statistički značajno smanjio klijavost semena ove vrste (Tabela 32).

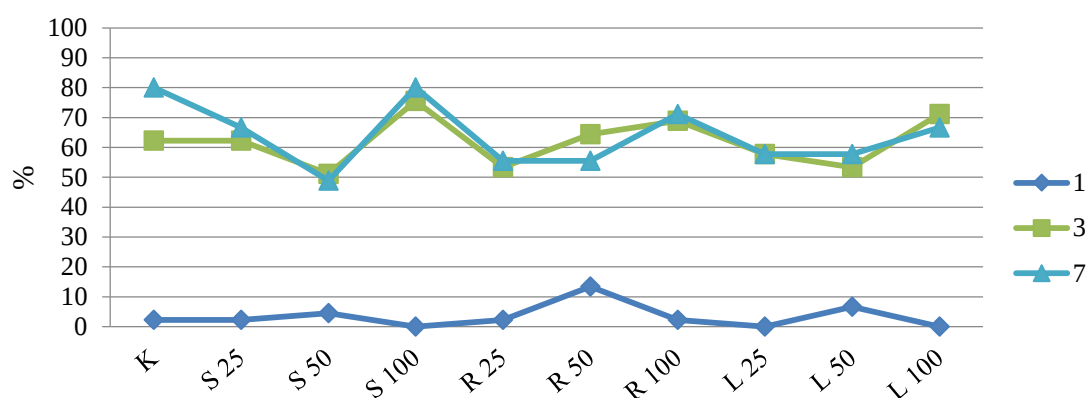
Vodeni ekstrakt dobijen od suvih vegetativnih delova vrste *A. lanceolatus* je smanjio klijavost semena *S. alba* u svim koncentracijama (Tabela 32). Smanjenje klijavost je

posebno bilo izraženo u tretmanima sa ekstraktom stabla u najvećoj koncentraciji, kao i u 50% 100% koncentraciji ekstrakta rizoma. Klijanje semena vrste *L. sativa* je bilo smanjeno uticajem ekstrakta suvih vegetativnih delova. Inhibicija klijavosti je bila najveća pod uticajem ekstrakta rizoma u koncentraciji 100% i 50%, stabla u koncentraciji 50% i 25% i ekstraktu lista u koncentraciji 25%.

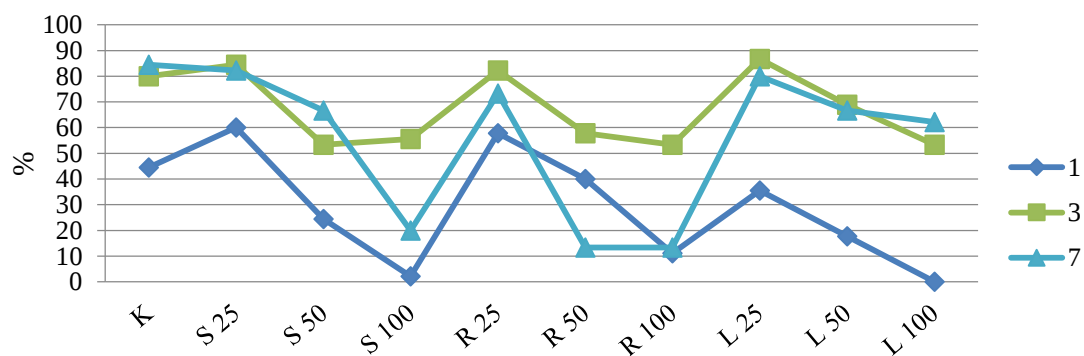
Tokom trajanja eksperimenta primećeno je propadanje semena test vrsta (Grafikon 83, 84, 85 i 86). Broj iskljajalih semena, prema utvrđenom kriterijumu klijanja, je bio manji od broja semena kod kojih je došlo do probijanja semenjače radikulom (Tabela 32). Ovo je posebno bilo uočljivo kod vrste *S. alba* u tretmanima ekstraktima dobijenim od svežih vegetativnih delova. Propadanje semena ove vrste se javilo i u tretmanima sa ekstraktima dobijenim od suvih vegetativnih delova. Propadanje semena *L. sativa* se javilo u tretmanu sa 50% rastvorom stabla i rizoma, kao i u tretmanu sa 100% ekstraktom lista svežih vegetativnih delova. U tretmanima ekstraktima suvih vegetativnih delova, propadanje semena se javilo pod uticajem 50% ekstrakta rizoma, kao i pod uticajem 50% i 25% ekstrakta lista. Kod kontrolnog tretmana, propadanje semena nije uočeno.



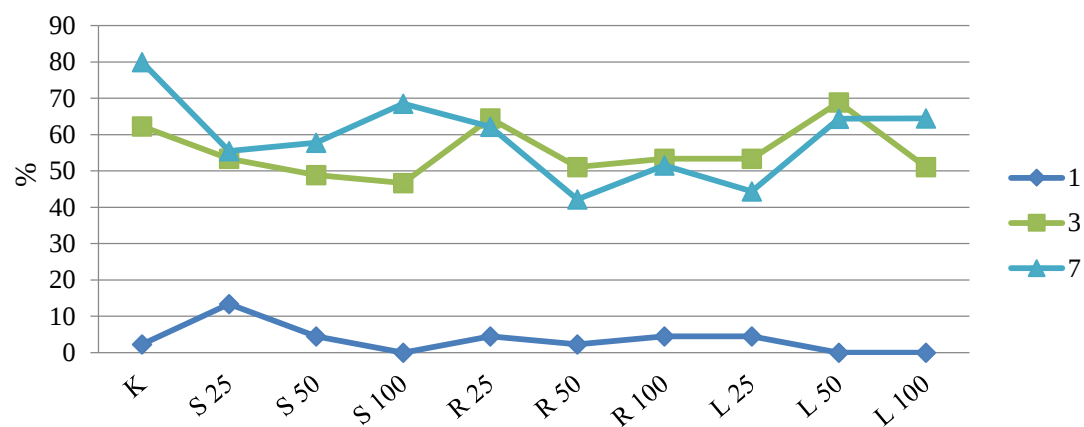
Grafikon 83. Procenat vitalnih zrna vrste *Sinapis alba* u tretmanima prvog, trećeg i sedmog dana eksperimenta vodenim ekstraktom svežih vegetativnih delova



Grafikon 84. Procenat vitalnih zrna vrste *Lactuca sativa* u tretmanima prvog, trećeg i sedmog dana eksperimenta vodenim ekstraktom svežih vegetativnih delova

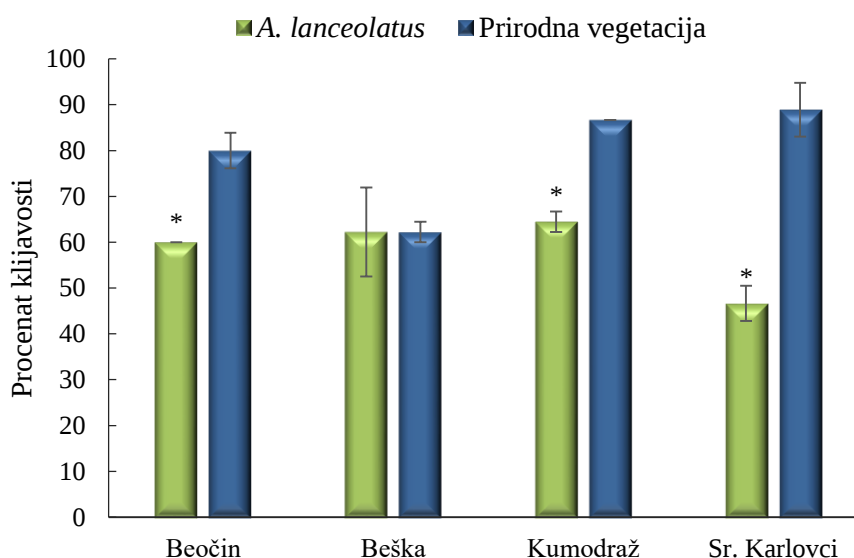


Grafikon 85. Procenat vitalnih zrna vrste *Sinapis alba* u tretmanima prvog, trećeg i sedmog dana eksperimenta vodenim ekstraktom suvih vegetativnih delova



Grafikon 86. Procenat vitalnih zrna vrste *Lactuca sativa* u tretmanima prvog, trećeg i sedmog dana eksperimenta vodenim ekstraktom suvih vegetativnih delova

Rezultati su pokazali da je zemljište skupljeno na 3 lokaliteta (Beočin, Kumodraž i Sremski Karlovci) u kvadrantima u kojima dominira *A. lanceolatus* značajno ( $P < 0,05$ ) inhibirala klijanje semena vrste *L. sativa* (Grafikon 87). Na lokalitetu Beška inhibicija semena nije zabeležena. Najveća redukcija klijavosti (47,50%) je zabeležena na lokalitetu Sremski Karlovci.

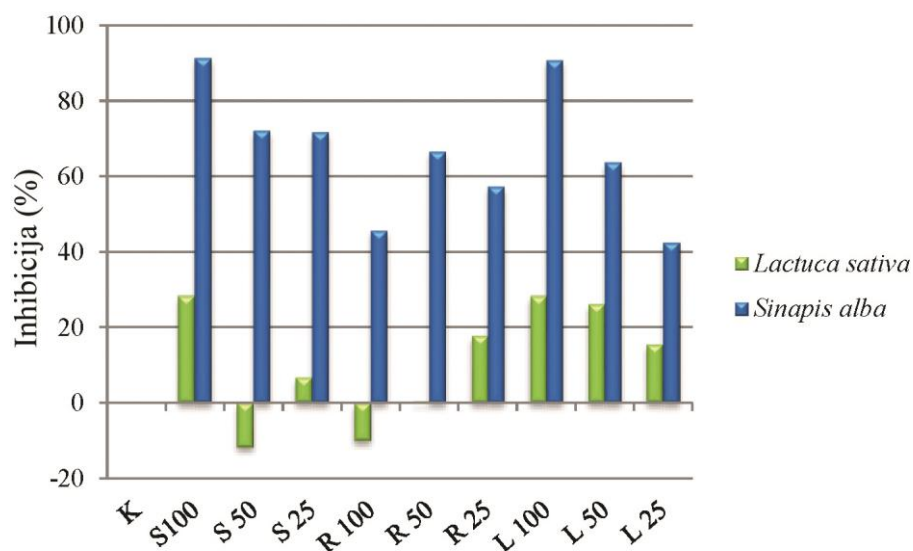


Grafikon 87. Procentat klijanja semena vrste *Lactuca sativa* u zemljišnom biološkom testu. Stubovi grafikona predstavljaju srednju vrednost  $\pm$  SE za tri ponavljanja. Zvezdica (\*) iznad stubova grafikona označava statistički značajnu razliku na datom lokalitetu,  $p < 0,05$ .

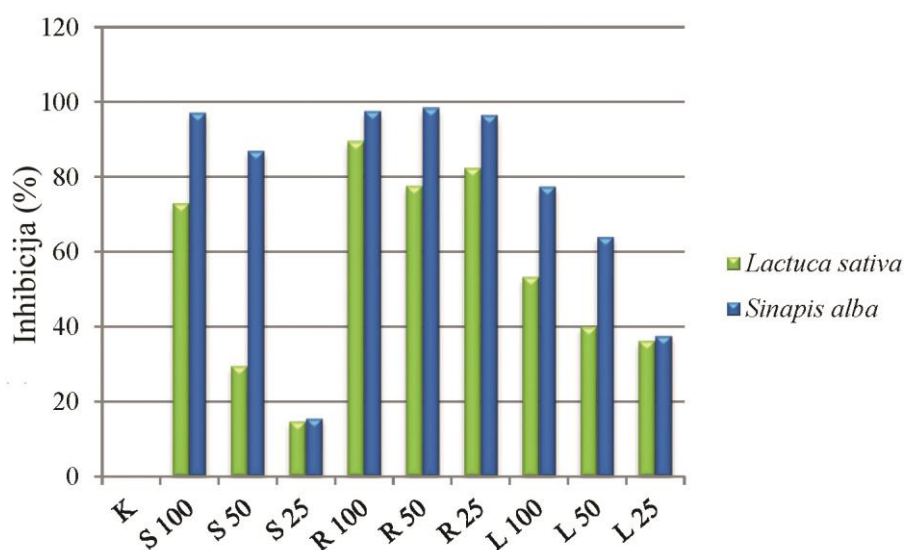
#### 6.5.2 Uticaj vodenog ekstrakta vrste *A. lanceolatus* na rast klijavaca test vrsta i rast klijavaca test vrsta u zemljišnom biološkom testu

Rastvor dobijen od svežih vegetativnih delova je inhibirao rast radikule vrste *S. alba* (Grafikon 88). Inhibicija rasta se kretalo između 42,58 i 91,32%. Smanjenje radikule je bilo posebno izraženo pod uticajem ekstrakta stabla dobijenog od svežeg tkiva u svim koncentracijama, kao i 100% i 50% ekstrakta suvog stabla. Takođe, smanjenje rasta radikule je primećeno u tretmanima ekstraktom suvih rizoma (Grafikon 89), u svim koncentracijama, kao i ekstraktom lista dobijenog bilo od suvog ili svežeg tkiva, u najvećoj koncentraciji. Procentat inhibicije rasta radikule vrste *S. alba* se kretao od 15,63%

do 98,50% u tretmanima sa rastvorom dobijenim od suvih vegetativnih delova (Grafikon 89).



Grafikon 88. Uticaj vodenog ekstrakta svežih vegetativnih delova vrste *Aster lanceolatus* na rast radikule klijavaca test vrsta

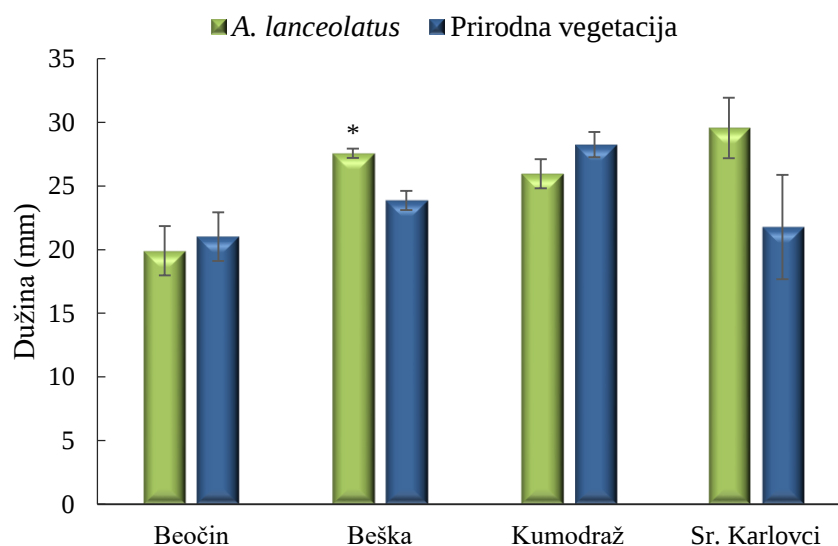


Grafikon 89. Uticaj vodenog ekstrakta suvih vegetativnih delova vrste *Aster lanceolatus* na rast radikule klijavaca test vrsta

Ekstrakt svežeg stabla, koncentracije 50%, kao i 100% ekstrakt svežeg rizoma su podstakli izduživanje radikule vrste *L. sativa*, pa je njena dužina u ovim tretmanima bila veća u odnosu na kontrolu, dok su ostali rastvori svežih vegetativnih delova inhibirali rast

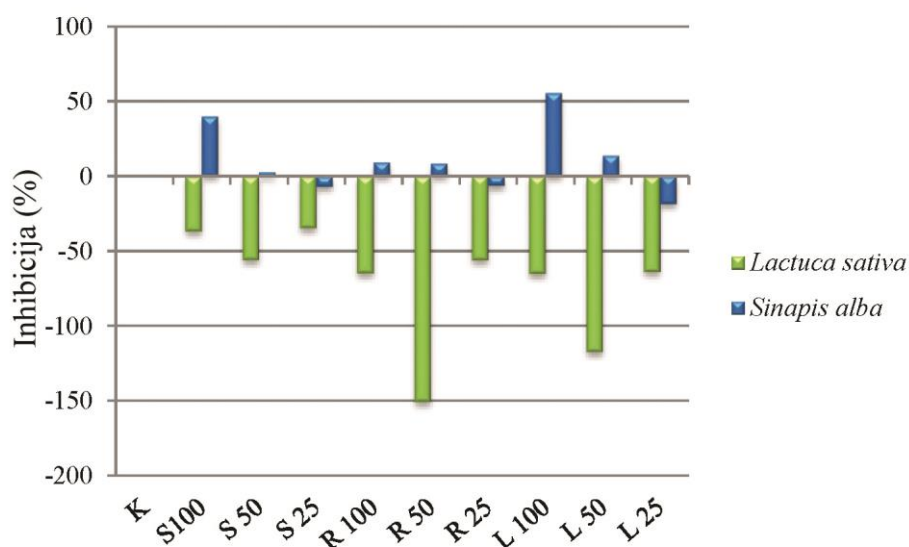
radikule vrste (Grafikon 88). Ekstrakti suvih vegetativnih delova su, takođe, inhibirali rast radikule test vrste, a procenat inhibicije se kretao u rasponu od 14,72% do 89,57% (Grafikon 89).

Zemljište skupljeno na lokalitetu Beška, u kvadrantima u kojima dominira *A. lanceolatus*, podstakla je statistički značajno izduživanje radikule (Grafikon 90). Izduživanje hipokotila, u istom tretmanu, je primećeno i na lokalitetu Sremski Karlovci, ali je bilo bez statističkog značaja ( $p > 0,05$ ). Na druga dva lokaliteta, dužina radikule je bila manja u tretmanu sa zemljom iz kvadranta na kome je rasla autohtona vegetacija, ali statistički značaj nije zabeležen ( $p > 0,05$ ).

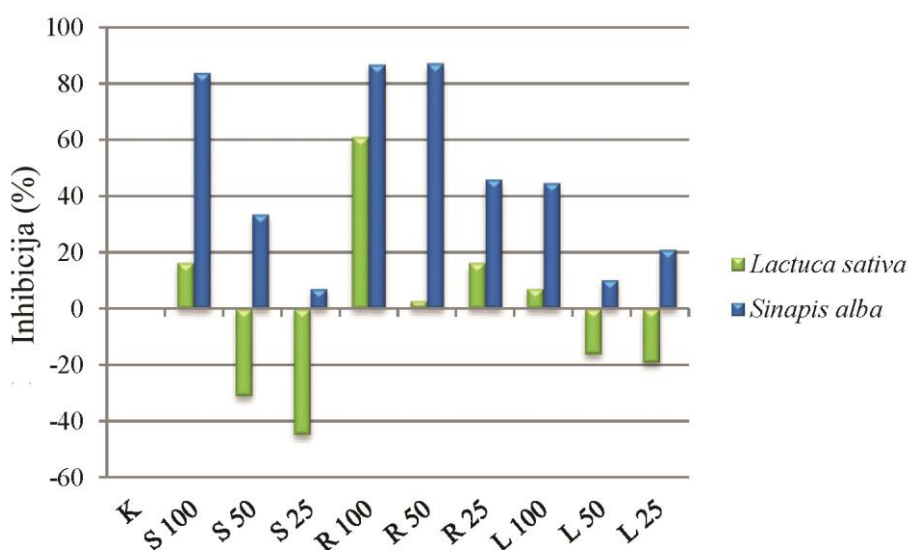


Grafikon 90. Rast radikule vrste *Lactuca sativa* u zemljišnom biološkom testu. Stubovi grafikona predstavljaju srednju vrednost  $\pm$  SE za tri ponavljanja. Zvezdica (\*) iznad stubova grafikona označava statistički značajnu razliku na datom lokalitetu,  $p < 0,05$ .

Ekstrakti dobijeni od svežih vegetativnih delova su imali manji uticaj na rast hipokotila vrste *S. alba* (Grafikon 91). Najveće smanjenje dužine hipokotila vrste *S. alba*, u odnosu na kontrolu, je utvrđeno u tretmanu sa 100% ekstraktom suvog stabla (83,79%) kao i delovanjem 100% ekstrakta suvog rizoma za 86,77%, odnosno 87,12% delovanjem 50% ekstrakta suvog rizoma (Grafikon 92). Ekstrakti dobijeni od svežih vegetativnih delova su imali manji uticaj na rast hipokotila vrste *S. alba*. Najmanje koncentracije ovih ekstrakta su podstakle izduživanje hipokotila, u odnosu na dužinu hipokotila kontrole (Grafikon 91).



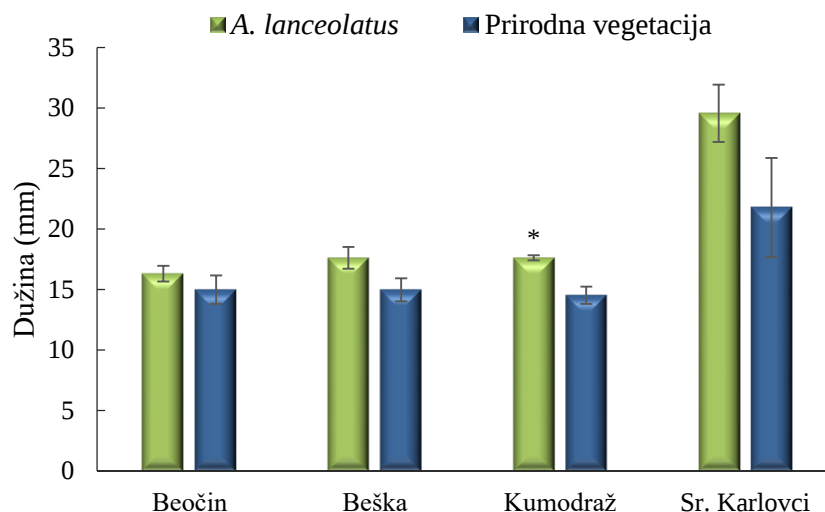
Grafikon 91. Uticaj vodenog ekstrakta svežih vegetativnih delova vrste *Aster lanceolatus* na rast hipokotila klijavaca test vrsta



Grafikon 92. Uticaj vodenog ekstrakta suvih vegetativnih delova vrste *Aster lanceolatus* na rast hipokotila klijavaca test vrsta

Dužina hipokotila vrste *L. sativa* je bila veća u odnosu na kontrolu u tretmanima ekstraktima svežih vegetativnih delova (Grafikon 91). Takođe, 50% i 25% ekstrakti suvog stabla i lista su imali slično dejstvo na dužinu hipokotila, dok je ekstrakt suvog rizoma, koncentracije 25%, imao najveće inhibitorno delovanje (61%) na dužinu hipokotila vrste *L. sativa* (Grafikon 92).

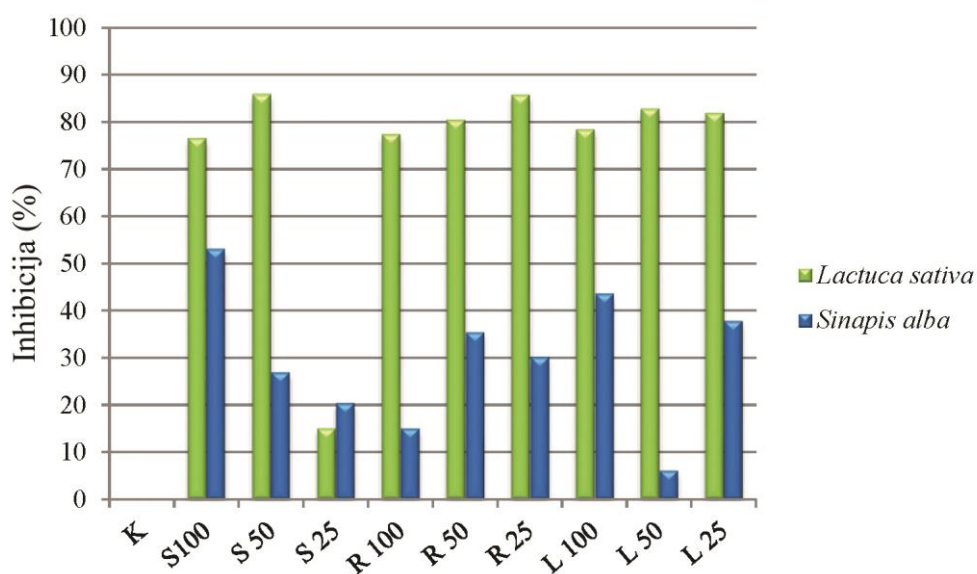
Zemlja sakupljena u kvadrantima u kojima dominira *A. lanceolatus* je podstakla izduživanje hipokotila (Grafikon 93). Iako je porast dužina hipokotila zabeležen na svim lokalitetima, statistički značajno povećanje je utvrđeno samo na lokalitetu Kumodraž.



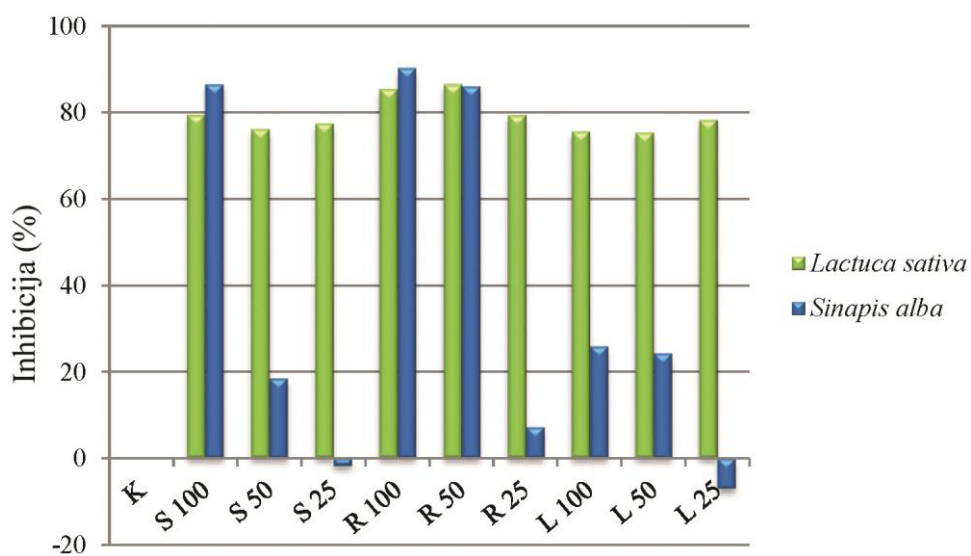
Grafikon 93. Rast hipokotila vrste *Lactuca sativa* u zemljišnom biološkom testu. Stubovi grafikona predstavljaju srednju vrednost  $\pm$  SE za triponavljanja. Zvezdica iznad stubova grafikona označava statistički značajnu razliku na datom lokalitetu,  $p < 0,05$

### 6.5.3 Uticaj vodenog ekstrakta vrste *A. lanceolatus* na suhu biomasu test vrsta

Vodeni ekstrakti vrste *A. lanceolatus* su uticali na suhu masu klijavaca obe test vrste (Grafikon 94 i 95). Svi tretmani su doveli do redukcije biomase u odnosu na kontrolu, izuzev tretmana ekstraktom dobijenim od suvih listova i stabla, u najmanjoj koncentraciji kojima je tretirano seme vrste *S. alba*. Smanjenje biomase klijavaca *S. alba* je bilo najveće u prisustvu 100% ekstrakta stabla i rizoma, kao i 50% ekstrakta rizoma dobijenih od suvih vegetativnih delova (Grafikon 95). Ekstrakti svežih vegetativnih delova (Grafikon 94), kao i ekstrakti dobijeni od suvih vegetativnih delova (Grafikon 95) uticali su na smanjenje biomasa klijavaca vrste *L. sativa* koje je bilo preko 75% u odnosu na kontrolu. Izuzetak je tretmanu rastvorom svežih delova stabla, u najmanjoj koncentraciji, koji je smanjio biomasu klijavaca za 15,08%.



Grafikon 94. Uticaj vodenog ekstrakta svežih vegetativnih delova vrste *Aster lanceolatus* na suhu biomasu test vrsta



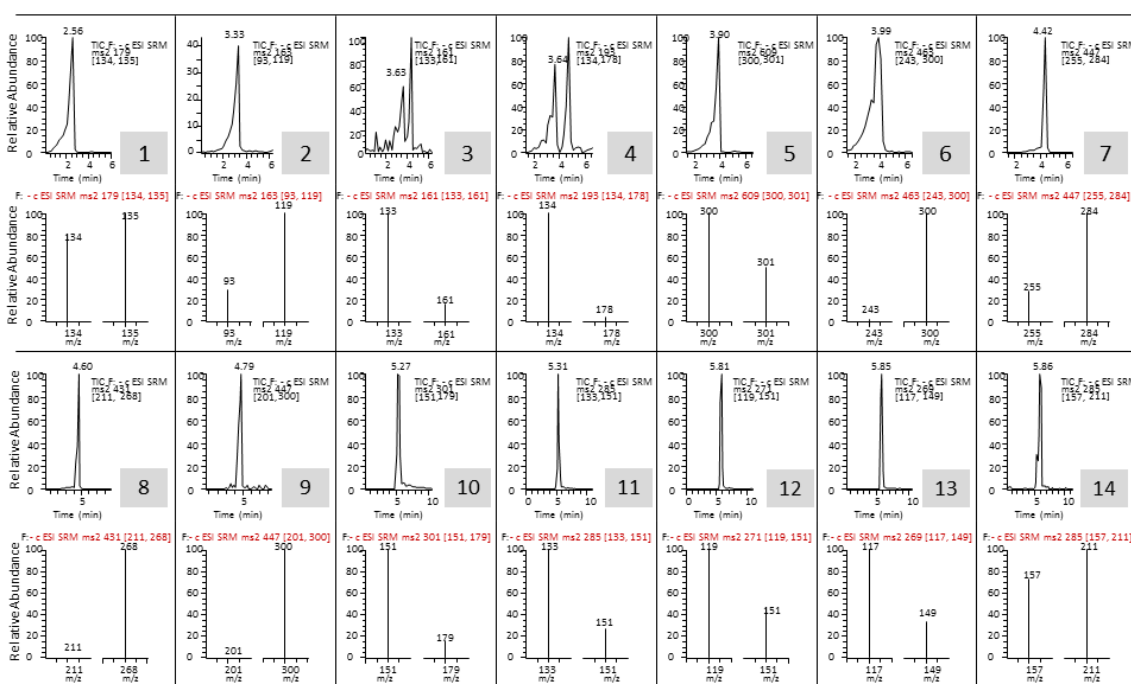
Grafikon 95. Uticaj vodenog ekstrakta suvih vegetativnih delova vrste *Aster lanceolatus* na suhu biomasu test vrsta

## 6.6. Ispitivanje polifenolnih jedinjenja u različitim biljnim organima vrste *A. lanceolatus*

U uzorcima *A. lanceolatus* je identifikovano ukupno 14 fenolnih jedinjenja. UHPLC/DAD/qqqMS podaci su predstavljeni u Tabeli 33, a reprezentativni UHPLC/qqqMS hromatogrami na Slici 37.

Tabela 33. UHPLC/DAD/qqqMS podaci 14 polifenola identifikovanih u metanolnim ekstraktima rizoma, cveta i lista *Aster lanceolatus*. Prikazani su MS<sup>2</sup> dijagnostički fragmenti za svako jedinjenje, koji su korišćeni u SRM (eng. *single reaction monitoring*) eksperimentu za kvantifikaciju.

| Peak No. | Assignment                              | Rt [min] | [M-H] <sup>-</sup> (m/z) | HESI ionization mode | MS <sup>2</sup> fragments (m/z) |
|----------|-----------------------------------------|----------|--------------------------|----------------------|---------------------------------|
| 1        | Kafeinska kiselina <sup>a</sup>         | 2,56     | 179                      | [M-H] <sup>-</sup>   | 135; 134                        |
| 2        | <i>p</i> -Kumarna kiselina <sup>a</sup> | 3,33     | 163                      | [M-H] <sup>-</sup>   | 119; 93                         |
| 3        | Umbeliferon                             | 3,63     | 161                      | [M-H] <sup>-</sup>   | 133; 161                        |
| 4        | Ferulična kiselina <sup>a</sup>         | 3,64     | 193                      | [M-H] <sup>-</sup>   | 178; 134                        |
| 5        | Rutin <sup>a</sup>                      | 3,90     | 609                      | [M-H] <sup>-</sup>   | 301; 300                        |
| 6        | Izokvercitrin <sup>a</sup>              | 3,99     | 463                      | [M-H] <sup>-</sup>   | 300; 243                        |
| 7        | Astragalin <sup>a</sup>                 | 4,42     | 447                      | [M-H] <sup>-</sup>   | 284; 255                        |
| 8        | Apigetrin                               | 4,60     | 431                      | [M-H] <sup>-</sup>   | 268; 211                        |
| 9        | Kvercitrin                              | 4,79     | 447                      | [M-H] <sup>-</sup>   | 300; 201                        |
| 10       | Kvercetin <sup>a</sup>                  | 5,27     | 301                      | [M-H] <sup>-</sup>   | 179; 151                        |
| 11       | Luteolin <sup>a</sup>                   | 5,31     | 285                      | [M-H] <sup>-</sup>   | 151; 133                        |
| 12       | Naringenin <sup>a</sup>                 | 5,81     | 271                      | [M-H] <sup>-</sup>   | 151; 119                        |
| 13       | Apigenin <sup>a</sup>                   | 5,85     | 269                      | [M-H] <sup>-</sup>   | 149; 117                        |
| 14       | Kaemferol <sup>a</sup>                  | 5,86     | 285                      | [M-H] <sup>-</sup>   | 211; 157                        |



Slika 37. UHPLC/HESI-MS hromatogram metanalnog ekstrakta cveta *Aster lanceolatus* u SRM (eng. single reaction monitoring) modu, i odgovarajući MS<sup>2</sup> spektri. Brojevi jedinjenja (1-14) odgovaraju brojevima u Tabeli 33.

#### 6.6.1 Analiza sadržaja polifenola u različitim biljnim organima vrste *A. lanceolatus*

U metanolskim ekstraktima različitih delova biljke *A. lanceolatus* je identifikovano i kvantifikovano 14 fenolnih jedinjenja: 3 fenolne kiseline iz grupe hidroksicimetnih kiselina, jedno iz grupe kumarina i 10 iz klase flavonoida (flavonoli, flavoni i flavanoni) (Tabela 34, 35, 36, 37 i 38).

Od fenolnih kiselina identifikovane su kafeinska, p-kumarinska i ferulinska kiselina. Posmatrano u odnosu na biljni organ iz koga su ova jedinjenja izolovana, koncentracije kafeinske kiseline su se statistički značajno razlikovale i pratile su niz cvet>list>rizom (Tabela 34). Isti trend je zabeležen i u promeni koncentracije p-kumarinske kiseline. Koncentracija ferulinske kiseline je bila približne vrednosti u cvetu (0,40 µg/100mg) i rizomu (0,41 µg/100mg), dok je u listu bila značajno manja ( $p < 0,05$ ) i iznosila je 0,17 µg/100mg.

Tabela 34. Sadržaja fenolnih jedinjenja ( $\mu\text{g}/100\text{mg}$ ) u različitim organima vrste *Aster lanceolatus* (cvet, list, stablo)

| Detektovana jedinjenja | Biljni organ       |                   |                   |
|------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
|                        | Cvet               | List              | Rizom             |
| kafeinska kiselina     | $2,53 \pm 0,08^a$  | $1,04 \pm 0,05^b$ | $0,30 \pm 0,02^c$ |
| p-kumarinska kiselina  | $0,70 \pm 0,02^a$  | $0,55 \pm 0,04^b$ | $0,39 \pm 0,03^c$ |
| umbeliferon            | $0,09 \pm 0,01^b$  | $0,02 \pm 0,00^b$ | $0,85 \pm 0,07^a$ |
| ferulinska kiselina    | $0,40 \pm 0,02^a$  | $0,17 \pm 0,01^b$ | $0,41 \pm 0,05^a$ |
| rutin                  | $8,83 \pm 0,36^a$  | $7,59 \pm 0,45^b$ | $0,07 \pm 0,01^c$ |
| izokvercitrin          | $27,13 \pm 1,33^a$ | $6,57 \pm 0,47^b$ | $0,11 \pm 0,01^c$ |
| astragalin             | $2,24 \pm 0,13^a$  | $2,45 \pm 0,33^a$ | $0,01 \pm 0,00^b$ |
| kvercitrin             | $0,23 \pm 0,02^a$  | $0,10 \pm 0,01^b$ | $0,00 \pm 0,00^c$ |
| apigetrin              | $24,85 \pm 0,66^a$ | $2,50 \pm 0,23^b$ | $0,04 \pm 0,01^c$ |
| luteolin               | $12,77 \pm 0,45^a$ | $1,77 \pm 0,18^b$ | $0,02 \pm 0,00^c$ |
| kvercetin              | $46,44 \pm 1,75^a$ | $2,81 \pm 0,22^b$ | $0,11 \pm 0,03^b$ |
| apigenin               | $57,06 \pm 1,46^a$ | $4,76 \pm 0,64^b$ | $0,05 \pm 0,02^c$ |
| naringenin             | $1,24 \pm 0,07^a$  | $0,12 \pm 0,01^b$ | $0,00 \pm 0,00^b$ |
| kaemferol              | $1,45 \pm 0,14^a$  | $0,73 \pm 0,08^b$ | nd                |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost  $\pm$  SE. Srednje vrednosti sa različitim slovima se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ . nd - nije detektovano

Rezultati analize sadržaja fenolnih kiselina u odnosu na lokalitet su pokazali značajne razlike među lokalitetima (Tabela 35). Najveći sadržaj kafeinske kiseline zabeležen je u biljkama sakupljenim na lokalitetima Kumodraž ( $1,75 \mu\text{g}/100\text{mg}$ ) i Velika Morava ( $1,67 \mu\text{g}/100\text{mg}$ ), dok je najmanji zabeležena u Beočinu ( $0,78 \mu\text{g}/100\text{mg}$ ). U odnosu na deo biljke i stanište, najveći sadržaj u cvetu su imale biljke sa staništa Kumodraž (Tabela 35), odnosno Velika Morava (list i rizom) (Tabela 37 i 38). Koncentracija p-kumarinske kiseline je bila najveća kod biljaka sa staništa u blizini reke Tamiš, a najmanja kod biljaka sa staništa u Košutnjaku. U odnosu na deo biljke i stanište, najveći sadržaj u cvetu i listu su imale biljke sa staništa Tamiš, dok su u rizomu najveću koncentraciju imale biljke sa lokaliteta u Sremskoj Kamenici. Biljke sakupljene na lokalitetu Ada Međica u imale najveću koncentraciju ferulinske kiseline ( $0,60 \mu\text{g}/100\text{mg}$ ). Kod biljaka sa staništa u blizine Zapadne Morave, identifikovana je najmanja koncentracija ove fenolne kiseline ( $0,18 \mu\text{g}/100\text{mg}$ ). U odnosu na deo biljke i stanište, najveći sadržaj u cvetu su imale biljke sa staništa Beška, odnosno Ada Međica (list i rizom).

Tabela 35. Sadržaja fenolnih jedinjenja ( $\mu\text{g}/100\text{mg}$ ) u svim alaniziranim biljnim organima (ukupno) u odnosu na stanište

| Lokalitet        | kafeinska kiselina             | p-kumarinska kiselina          | umbeliferon                    | ferulinska kiselina            | rutin                           | izokvercitrin                   | astragalin                     |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Ada Medica       | 1,38 $\pm$ 0,20 <sup>ab</sup>  | 0,70 $\pm$ 0,07 <sup>ab</sup>  | 0,33 $\pm$ 0,09 <sup>c</sup>   | 0,60 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>   | 3,72 $\pm$ 0,64 <sup>e</sup>    | 11,10 $\pm$ 2,56 <sup>abc</sup> | 1,32 $\pm$ 0,24 <sup>d</sup>   |
| Beočin           | 0,78 $\pm$ 0,12 <sup>c</sup>   | 0,49 $\pm$ 0,04 <sup>def</sup> | 0,33 $\pm$ 0,07 <sup>c</sup>   | 0,40 $\pm$ 0,04 <sup>bc</sup>  | 4,55 $\pm$ 1,00 <sup>de</sup>   | 12,58 $\pm$ 2,94 <sup>ab</sup>  | 0,79 $\pm$ 0,16 <sup>d</sup>   |
| Beška            | 1,29 $\pm$ 0,16 <sup>abc</sup> | 0,55 $\pm$ 0,04 <sup>cde</sup> | 0,77 $\pm$ 0,18 <sup>ab</sup>  | 0,33 $\pm$ 0,04 <sup>bcd</sup> | 5,23 $\pm$ 0,84 <sup>bcd</sup>  | 8,31 $\pm$ 2,11 <sup>bc</sup>   | 0,75 $\pm$ 0,18 <sup>d</sup>   |
| Košutnjak        | 1,47 $\pm$ 0,21 <sup>ab</sup>  | 0,33 $\pm$ 0,04 <sup>g</sup>   | 0,56 $\pm$ 0,09 <sup>abc</sup> | 0,19 $\pm$ 0,03 <sup>de</sup>  | 8,67 $\pm$ 1,25 <sup>a</sup>    | 10,99 $\pm$ 2,09 <sup>abc</sup> | 2,63 $\pm$ 0,73 <sup>ab</sup>  |
| Kumodraž         | 1,75 $\pm$ 0,27 <sup>a</sup>   | 0,48 $\pm$ 0,04 <sup>ef</sup>  | 0,71 $\pm$ 0,19 <sup>abc</sup> | 0,40 $\pm$ 0,05 <sup>bc</sup>  | 7,67 $\pm$ 1,10 <sup>ab</sup>   | 17,91 $\pm$ 3,65 <sup>a</sup>   | 0,88 $\pm$ 0,19 <sup>d</sup>   |
| Orlovat          | 1,36 $\pm$ 0,23 <sup>ab</sup>  | 0,50 $\pm$ 0,05 <sup>de</sup>  | 0,28 $\pm$ 0,06 <sup>c</sup>   | 0,23 $\pm$ 0,03 <sup>de</sup>  | 7,18 $\pm$ 1,05 <sup>abc</sup>  | 8,19 $\pm$ 1,37 <sup>bc</sup>   | 3,09 $\pm$ 0,56 <sup>a</sup>   |
| Sremska Kamenica | 1,24 $\pm$ 0,20 <sup>abc</sup> | 0,63 $\pm$ 0,06 <sup>bcd</sup> | 0,36 $\pm$ 0,11 <sup>c</sup>   | 0,46 $\pm$ 0,07 <sup>ab</sup>  | 5,04 $\pm$ 0,82 <sup>cde</sup>  | 15,25 $\pm$ 3,33 <sup>ab</sup>  | 1,58 $\pm$ 0,23 <sup>bcd</sup> |
| Tamiš            | 0,97 $\pm$ 0,16 <sup>bc</sup>  | 0,80 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>   | 0,93 $\pm$ 0,28 <sup>a</sup>   | 0,32 $\pm$ 0,03 <sup>cde</sup> | 3,05 $\pm$ 0,53 <sup>e</sup>    | 12,74 $\pm$ 3,30 <sup>ab</sup>  | 1,47 $\pm$ 0,34 <sup>cd</sup>  |
| Velika Morava    | 1,67 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>   | 0,35 $\pm$ 0,02 <sup>fg</sup>  | 0,30 $\pm$ 0,06 <sup>c</sup>   | 0,20 $\pm$ 0,02 <sup>de</sup>  | 4,11 $\pm$ 0,56 <sup>de</sup>   | 4,90 $\pm$ 0,85 <sup>c</sup>    | 1,01 $\pm$ 0,15 <sup>d</sup>   |
| Zapadna Morava   | 1,12 $\pm$ 0,18 <sup>bc</sup>  | 0,64 $\pm$ 0,07 <sup>bc</sup>  | 0,50 $\pm$ 0,15 <sup>bc</sup>  | 0,18 $\pm$ 0,02 <sup>e</sup>   | 6,34 $\pm$ 0,87 <sup>abcd</sup> | 11,47 $\pm$ 1,84 <sup>abc</sup> | 2,58 $\pm$ 0,69 <sup>abc</sup> |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost  $\pm$  SE. Srednje vrednosti sa različitim slovima se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ .

Tabela 35. Sadržaja fenolnih jedinjenja ( $\mu\text{g}/100\text{mg}$ ) u svim alaniziranim biljnim organima (ukupno) u odnosu na stanište (nastavak)

| Lokalitet        | kvercitrin                     | apigetrin                     | luteolin                      | kvercetin                     | apigenin                      | naringenin                     | kaemferol                      |
|------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Ada Medica       | 0,06 $\pm$ 0,01 <sup>c</sup>   | 9,88 $\pm$ 2,47 <sup>a</sup>  | 4,21 $\pm$ 0,96 <sup>b</sup>  | 17,23 $\pm$ 4,54 <sup>a</sup> | 20,84 $\pm$ 5,02 <sup>a</sup> | 0,56 $\pm$ 0,13 <sup>bc</sup>  | 1,31 $\pm$ 0,33 <sup>abc</sup> |
| Beočin           | 0,12 $\pm$ 0,03 <sup>abc</sup> | 10,79 $\pm$ 2,33 <sup>a</sup> | 8,36 $\pm$ 1,89 <sup>a</sup>  | 17,11 $\pm$ 4,00 <sup>a</sup> | 26,03 $\pm$ 6,00 <sup>a</sup> | 0,46 $\pm$ 0,09 <sup>bc</sup>  | 0,14 $\pm$ 0,02 <sup>c</sup>   |
| Beška            | 0,18 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>   | 10,27 $\pm$ 2,74 <sup>a</sup> | 4,47 $\pm$ 1,21 <sup>b</sup>  | 24,95 $\pm$ 6,49 <sup>a</sup> | 17,64 $\pm$ 4,56 <sup>a</sup> | 0,39 $\pm$ 0,09 <sup>c</sup>   | 0,81 $\pm$ 0,17 <sup>bc</sup>  |
| Košutnjak        | 0,09 $\pm$ 0,02 <sup>bc</sup>  | 8,08 $\pm$ 2,08 <sup>a</sup>  | 5,21 $\pm$ 1,30 <sup>ab</sup> | 13,67 $\pm$ 3,69 <sup>a</sup> | 18,85 $\pm$ 4,75 <sup>a</sup> | 0,66 $\pm$ 0,17 <sup>abc</sup> | 1,56 $\pm$ 0,45 <sup>ab</sup>  |
| Kumodraž         | 0,12 $\pm$ 0,05 <sup>abc</sup> | 7,40 $\pm$ 1,86 <sup>a</sup>  | 3,87 $\pm$ 0,93 <sup>b</sup>  | 22,06 $\pm$ 5,42 <sup>a</sup> | 19,98 $\pm$ 5,11 <sup>a</sup> | 0,80 $\pm$ 0,28 <sup>ab</sup>  | 0,73 $\pm$ 0,13 <sup>bc</sup>  |
| Orlovat          | 0,09 $\pm$ 0,01 <sup>bc</sup>  | 6,82 $\pm$ 1,64 <sup>a</sup>  | 4,88 $\pm$ 1,08 <sup>b</sup>  | 15,30 $\pm$ 3,82 <sup>a</sup> | 16,84 $\pm$ 3,95 <sup>a</sup> | 0,39 $\pm$ 0,09 <sup>c</sup>   | 0,85 $\pm$ 0,04 <sup>bc</sup>  |
| Sremska Kamenica | 0,14 $\pm$ 0,03 <sup>abc</sup> | 9,91 $\pm$ 2,53 <sup>a</sup>  | 3,20 $\pm$ 0,86 <sup>b</sup>  | 19,76 $\pm$ 4,81 <sup>a</sup> | 21,91 $\pm$ 5,31 <sup>a</sup> | 0,51 $\pm$ 0,11 <sup>bc</sup>  | 0,92 $\pm$ 0,15 <sup>bc</sup>  |
| Tamiš            | 0,18 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>   | 11,83 $\pm$ 2,60 <sup>a</sup> | 5,08 $\pm$ 1,04 <sup>b</sup>  | 14,15 $\pm$ 3,76 <sup>a</sup> | 25,88 $\pm$ 5,82 <sup>a</sup> | 0,62 $\pm$ 0,12 <sup>bc</sup>  | 0,71 $\pm$ 0,12 <sup>bc</sup>  |
| Velika Morava    | 0,09 $\pm$ 0,02 <sup>c</sup>   | 8,15 $\pm$ 1,62 <sup>a</sup>  | 5,69 $\pm$ 1,27 <sup>ab</sup> | 13,19 $\pm$ 3,21 <sup>a</sup> | 22,36 $\pm$ 5,55 <sup>a</sup> | 0,47 $\pm$ 0,10 <sup>bc</sup>  | 0,96 $\pm$ 0,14 <sup>abc</sup> |
| Zapadna Morava   | 0,17 $\pm$ 0,03 <sup>ab</sup>  | 9,32 $\pm$ 1,81 <sup>a</sup>  | 5,07 $\pm$ 0,77 <sup>b</sup>  | 13,61 $\pm$ 3,35 <sup>a</sup> | 27,41 $\pm$ 5,84 <sup>a</sup> | 1,07 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>   | 1,90 $\pm$ 0,27 <sup>a</sup>   |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost  $\pm$  SE. Srednje vrednosti sa različitim slovima se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ .

Tabela 36. Sadržaja fenolnih jedinjenja ( $\mu\text{g}/100\text{mg}$ ) u cvetu vrste *Aster lanceolatus* u odnosu na stanište

| Lokalitet        | kafeinska kiselina       | p-kumarinska kiselina   | umbeliferon              | ferulinska kiselina      | rutin                     | izokvercitrin             | astragalin               |
|------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Ada Medica       | 2,54±0,25 <sup>bcd</sup> | 0,83±0,09 <sup>ab</sup> | 0,10±0,02 <sup>b</sup>   | 0,51±0,09 <sup>a</sup>   | 6,18±0,87 <sup>e</sup>    | 28,65±3,73 <sup>bcd</sup> | 2,35±0,17 <sup>bcd</sup> |
| Beočin           | 1,48±0,17 <sup>g</sup>   | 0,69±0,03 <sup>bc</sup> | 0,14±0,01 <sup>a</sup>   | 0,44±0,03 <sup>ab</sup>  | 11,29±1,09 <sup>abc</sup> | 32,84±2,75 <sup>bc</sup>  | 1,89±0,10 <sup>cde</sup> |
| Beška            | 2,19±0,18 <sup>e</sup>   | 0,67±0,06 <sup>cd</sup> | 0,09±0,01 <sup>b</sup>   | 0,51±0,06 <sup>a</sup>   | 6,22±0,79 <sup>e</sup>    | 22,33±3,15 <sup>de</sup>  | 1,90±0,31 <sup>cde</sup> |
| Košutnjak        | 2,96±0,11 <sup>abc</sup> | 0,54±0,04 <sup>de</sup> | nd                       | 0,22±0,04 <sup>d</sup>   | 12,75±0,87 <sup>a</sup>   | 25,83±1,51 <sup>cd</sup>  | 3,72±0,85 <sup>a</sup>   |
| Kumodraž         | 3,49±0,28 <sup>a</sup>   | 0,72±0,04 <sup>bc</sup> | 0,08±0,01 <sup>abc</sup> | 0,42±0,06 <sup>abc</sup> | 10,28±0,95 <sup>bcd</sup> | 41,92±3,80 <sup>a</sup>   | 1,97±0,31 <sup>cde</sup> |
| Orlovat          | 3,02±0,16 <sup>ab</sup>  | 0,72±0,06 <sup>bc</sup> | 0,06±0,02 <sup>bc</sup>  | 0,36±0,03 <sup>bcd</sup> | 12,18±0,95 <sup>ab</sup>  | 16,03±1,46 <sup>dg</sup>  | 3,14±0,35 <sup>ab</sup>  |
| Sremska Kamenica | 2,47±0,25 <sup>cde</sup> | 0,74±0,04 <sup>bc</sup> | 0,08±0,02 <sup>bc</sup>  | 0,45±0,04 <sup>ab</sup>  | 9,30±0,60 <sup>cd</sup>   | 36,28±4,32 <sup>ab</sup>  | 2,61±0,24 <sup>bc</sup>  |
| Tamiš            | 2,01±0,21 <sup>eg</sup>  | 0,93±0,05 <sup>a</sup>  | 0,11±0,01 <sup>ab</sup>  | 0,47±0,04 <sup>ab</sup>  | 5,25±0,69 <sup>e</sup>    | 34,01±5,20 <sup>abc</sup> | 2,23±0,38 <sup>bcd</sup> |
| Velika Morava    | 2,82±0,08 <sup>bcd</sup> | 0,44±0,02 <sup>e</sup>  | 0,04±0,01 <sup>c</sup>   | 0,27±0,01 <sup>d</sup>   | 5,97±0,36 <sup>e</sup>    | 10,76±0,67 <sup>g</sup>   | 1,03±0,07 <sup>e</sup>   |
| Zapadna Morava   | 2,37±0,14 <sup>de</sup>  | 0,73±0,05 <sup>bc</sup> | 0,07±0,02 <sup>bc</sup>  | 0,29±0,02 <sup>cd</sup>  | 8,91±0,47 <sup>d</sup>    | 21,14±2,06 <sup>de</sup>  | 1,54±0,22 <sup>de</sup>  |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost  $\pm$  SE. Srednje vrednosti sa različitim slovima se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ . nd - nije detektovano

Tabela 36. Sadržaja fenolnih jedinjenja ( $\mu\text{g}/100\text{mg}$ ) u cvetu vrste *Aster lanceolatus* u odnosu na stanište (nastavak)

| Lokalitet        | kvercitrin               | apigetrin                | luteolin                 | kvercetin                | apigenin                 | naringenin              | kaemferol              |
|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|
| Ada Medica       | 0,12±0,02 <sup>d</sup>   | 27,95±1,92 <sup>a</sup>  | 10,99±0,87 <sup>cd</sup> | 44,74±6,31 <sup>cd</sup> | 54,90±4,22 <sup>c</sup>  | 1,20±0,12 <sup>bc</sup> | 1,53±0,37 <sup>b</sup> |
| Beočin           | 0,28±0,02 <sup>ab</sup>  | 27,49±0,79 <sup>ab</sup> | 22,00±0,51 <sup>a</sup>  | 45,85±1,75 <sup>cd</sup> | 67,40±1,43 <sup>ab</sup> | 0,89±0,01 <sup>c</sup>  | nd                     |
| Beška            | 0,26±0,04 <sup>abc</sup> | 30,11±2,59 <sup>a</sup>  | 12,50±1,80 <sup>bc</sup> | 70,39±7,78 <sup>a</sup>  | 50,81±4,09 <sup>c</sup>  | 0,77±0,05 <sup>c</sup>  | 1,36±0,26 <sup>b</sup> |
| Košutnjak        | 0,14±0,02 <sup>bc</sup>  | 23,26±1,78 <sup>bc</sup> | 14,72±1,12 <sup>b</sup>  | 38,80±5,10 <sup>d</sup>  | 52,70±2,99 <sup>c</sup>  | 1,45±0,20 <sup>ab</sup> | 2,65±0,71 <sup>a</sup> |
| Kumodraž         | 0,23±0,13 <sup>abc</sup> | 20,63±1,13 <sup>cd</sup> | 10,46±0,62 <sup>cd</sup> | 60,01±4,50 <sup>ab</sup> | 55,68±4,29 <sup>c</sup>  | 1,98±0,54 <sup>a</sup>  | 1,08±0,08 <sup>b</sup> |
| Orlovat          | 0,15±0,01 <sup>bc</sup>  | 18,14±1,47 <sup>d</sup>  | 11,13±0,65 <sup>cd</sup> | 36,48±3,74 <sup>d</sup>  | 38,21±2,86 <sup>d</sup>  | 0,94±0,10 <sup>bc</sup> | 0,83±0,04 <sup>b</sup> |
| Sremska Kamenica | 0,22±0,04 <sup>abc</sup> | 27,49±2,30 <sup>ab</sup> | 8,93±1,03 <sup>d</sup>   | 54,12±2,83 <sup>bc</sup> | 57,35±5,99 <sup>bc</sup> | 1,09±0,09 <sup>bc</sup> | 1,24±0,19 <sup>b</sup> |
| Tamiš            | 0,33±0,06 <sup>a</sup>   | 30,87±1,82 <sup>a</sup>  | 12,38±0,87 <sup>bc</sup> | 39,95±5,03 <sup>d</sup>  | 68,35±3,52 <sup>a</sup>  | 1,18±0,06 <sup>bc</sup> | 1,31±0,22 <sup>b</sup> |
| Velika Morava    | 0,20±0,00 <sup>abc</sup> | 20,14±0,68 <sup>cd</sup> | 14,83±0,31 <sup>b</sup>  | 35,40±1,08 <sup>d</sup>  | 54,35±3,96 <sup>c</sup>  | 0,93±0,04 <sup>bc</sup> | 1,34±0,11 <sup>b</sup> |
| Zapadna Morava   | 0,32±0,06 <sup>a</sup>   | 22,38±1,01 <sup>cd</sup> | 9,73±0,44 <sup>d</sup>   | 38,63±1,88 <sup>d</sup>  | 70,82±2,19 <sup>a</sup>  | 1,93±0,06 <sup>a</sup>  | 0,85±0,00 <sup>b</sup> |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost  $\pm$  SE. Srednje vrednosti sa različitim slovima se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ . nd - nije detektovano

Tabela 37. Sadržaja fenolnih jedinjenja ( $\mu\text{g}/100\text{mg}$ ) u listu vrste *Aster lanceolatus* u odnosu na stanište

| Lokalitet        | kafeinska kiselina            | p-kumarinska kiselina          | umbeliferon                  | ferulinska kiselina           | rutin                          | izokvercitrin                  | astragalin                    |
|------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Ada Medica       | 1,28 $\pm$ 0,18 <sup>b</sup>  | 0,66 $\pm$ 0,14 <sup>b</sup>   | 0,02 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup> | 0,30 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>  | 4,90 $\pm$ 0,97 <sup>c</sup>   | 6,29 $\pm$ 1,01 <sup>cde</sup> | 1,58 $\pm$ 0,46 <sup>c</sup>  |
| Beočin           | 0,57 $\pm$ 0,08 <sup>e</sup>  | 0,48 $\pm$ 0,03 <sup>bcd</sup> | 0,02 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup> | 0,23 $\pm$ 0,02 <sup>ab</sup> | 1,85 $\pm$ 0,23 <sup>d</sup>   | 3,32 $\pm$ 0,42 <sup>eg</sup>  | 0,37 $\pm$ 0,05 <sup>c</sup>  |
| Beška            | 1,38 $\pm$ 0,11 <sup>b</sup>  | 0,53 $\pm$ 0,08 <sup>bc</sup>  | nd                           | 0,18 $\pm$ 0,03 <sup>bc</sup> | 9,42 $\pm$ 1,09 <sup>b</sup>   | 2,56 $\pm$ 0,30 <sup>g</sup>   | 0,35 $\pm$ 0,01 <sup>c</sup>  |
| Košutnjak        | 1,13 $\pm$ 0,07 <sup>bc</sup> | 0,14 $\pm$ 0,03 <sup>e</sup>   | nd                           | 0,10 $\pm$ 0,00 <sup>cd</sup> | 13,12 $\pm$ 1,47 <sup>a</sup>  | 6,99 $\pm$ 0,75 <sup>bcd</sup> | 4,11 $\pm$ 1,81 <sup>ab</sup> |
| Kumodraž         | 1,29 $\pm$ 0,11 <sup>b</sup>  | 0,27 $\pm$ 0,02 <sup>de</sup>  | 0,01 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup> | 0,13 $\pm$ 0,03 <sup>cd</sup> | 11,89 $\pm$ 1,24 <sup>ab</sup> | 9,84 $\pm$ 1,66 <sup>b</sup>   | 0,57 $\pm$ 0,13 <sup>c</sup>  |
| Orlovat          | 0,76 $\pm$ 0,04 <sup>de</sup> | 0,56 $\pm$ 0,08 <sup>bc</sup>  | 0,02 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup> | 0,13 $\pm$ 0,02 <sup>cd</sup> | 9,37 $\pm$ 0,82 <sup>b</sup>   | 6,91 $\pm$ 0,84 <sup>bcd</sup> | 5,20 $\pm$ 1,03 <sup>a</sup>  |
| Sremska Kamenica | 0,91 $\pm$ 0,17 <sup>cd</sup> | 0,45 $\pm$ 0,03 <sup>bcd</sup> | 0,01 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup> | 0,19 $\pm$ 0,01 <sup>bc</sup> | 5,27 $\pm$ 1,06 <sup>c</sup>   | 7,89 $\pm$ 1,76 <sup>bc</sup>  | 1,97 $\pm$ 0,23 <sup>bc</sup> |
| Tamiš            | 0,60 $\pm$ 0,11 <sup>de</sup> | 1,03 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>   | 0,01 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup> | 0,18 $\pm$ 0,02 <sup>bc</sup> | 3,85 $\pm$ 0,80 <sup>cd</sup>  | 4,15 $\pm$ 1,29 <sup>deg</sup> | 2,19 $\pm$ 0,76 <sup>bc</sup> |
| Velika Morava    | 1,71 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>  | 0,35 $\pm$ 0,03 <sup>cde</sup> | nd                           | 0,07 $\pm$ 0,01 <sup>d</sup>  | 6,30 $\pm$ 0,34 <sup>c</sup>   | 4,51 $\pm$ 0,22 <sup>deg</sup> | 1,91 $\pm$ 0,07 <sup>bc</sup> |
| Zapadna Morava   | 0,79 $\pm$ 0,09 <sup>de</sup> | 0,99 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>   | 0,02 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup> | 0,13 $\pm$ 0,01 <sup>cd</sup> | 9,96 $\pm$ 0,81 <sup>b</sup>   | 13,20 $\pm$ 1,81 <sup>a</sup>  | 6,21 $\pm$ 1,49 <sup>a</sup>  |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost  $\pm$  SE. Srednje vrednostisa različitim slovima se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ . nd - nije detektovano

Tabela 37. Sadržaja fenolnih jedinjenja ( $\mu\text{g}/100\text{mg}$ ) u listu vrste *Aster lanceolatus* u odnosu na (nastavak)

| Lokalitet        | kvercitrin                     | apigetrin                     | luteolin                      | kvercetin                      | apigenin                      | naringenin                    | kaemferol                     |
|------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Ada Medica       | 0,06 $\pm$ 0,03 <sup>bcd</sup> | 1,66 $\pm$ 0,72 <sup>c</sup>  | 1,63 $\pm$ 0,65 <sup>bc</sup> | 3,44 $\pm$ 1,35 <sup>ab</sup>  | 5,50 $\pm$ 3,35 <sup>bc</sup> | 0,10 $\pm$ 0,05 <sup>bc</sup> | 1,03 $\pm$ 0,59 <sup>b</sup>  |
| Beočin           | 0,02 $\pm$ 0,00 <sup>d</sup>   | 3,60 $\pm$ 0,58 <sup>b</sup>  | 2,18 $\pm$ 0,26 <sup>ab</sup> | 3,56 $\pm$ 0,77 <sup>ab</sup>  | 5,32 $\pm$ 1,71 <sup>bc</sup> | 0,08 $\pm$ 0,02 <sup>c</sup>  | 0,14 $\pm$ 0,02 <sup>c</sup>  |
| Beška            | 0,21 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>   | 0,68 $\pm$ 0,20 <sup>c</sup>  | 0,91 $\pm$ 0,28 <sup>cd</sup> | 4,42 $\pm$ 0,96 <sup>a</sup>   | 2,10 $\pm$ 0,95 <sup>c</sup>  | 0,05 $\pm$ 0,01 <sup>c</sup>  | 0,43 $\pm$ 0,11 <sup>bc</sup> |
| Košutnjak        | 0,10 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>   | 0,93 $\pm$ 0,29 <sup>c</sup>  | 0,89 $\pm$ 0,11 <sup>cd</sup> | 2,13 $\pm$ 0,40 <sup>bc</sup>  | 1,93 $\pm$ 0,52 <sup>c</sup>  | 0,06 $\pm$ 0,01 <sup>c</sup>  | 0,48 $\pm$ 0,11 <sup>bc</sup> |
| Kumodraž         | 0,07 $\pm$ 0,01 <sup>bc</sup>  | 0,78 $\pm$ 0,40 <sup>c</sup>  | 0,71 $\pm$ 0,32 <sup>cd</sup> | 3,49 $\pm$ 0,48 <sup>ab</sup>  | 2,17 $\pm$ 0,70 <sup>c</sup>  | 0,09 $\pm$ 0,04 <sup>c</sup>  | 0,38 $\pm$ 0,18 <sup>c</sup>  |
| Orlovat          | 0,07 $\pm$ 0,01 <sup>bcd</sup> | 1,62 $\pm$ 0,46 <sup>c</sup>  | 1,07 $\pm$ 0,19 <sup>cd</sup> | 1,76 $\pm$ 0,34 <sup>bc</sup>  | 2,20 $\pm$ 0,68 <sup>c</sup>  | 0,08 $\pm$ 0,02 <sup>c</sup>  | 0,85 $\pm$ 0,06 <sup>bc</sup> |
| Sremska Kamenica | 0,09 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>   | 1,23 $\pm$ 0,32 <sup>c</sup>  | 0,34 $\pm$ 0,05 <sup>d</sup>  | 3,13 $\pm$ 0,48 <sup>abc</sup> | 6,19 $\pm$ 1,89 <sup>bc</sup> | 0,09 $\pm$ 0,02 <sup>c</sup>  | 0,64 $\pm$ 0,18 <sup>bc</sup> |
| Tamiš            | 0,19 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>   | 4,60 $\pm$ 0,82 <sup>ab</sup> | 2,84 $\pm$ 0,62 <sup>b</sup>  | 2,44 $\pm$ 0,44 <sup>bc</sup>  | 9,27 $\pm$ 3,05 <sup>ab</sup> | 0,19 $\pm$ 0,05 <sup>b</sup>  | 0,53 $\pm$ 0,06 <sup>bc</sup> |
| Velika Morava    | 0,02 $\pm$ 0,00 <sup>cd</sup>  | 4,29 $\pm$ 0,15 <sup>ab</sup> | 1,68 $\pm$ 0,36 <sup>bc</sup> | 1,51 $\pm$ 0,25 <sup>c</sup>   | 1,56 $\pm$ 0,39 <sup>c</sup>  | 0,05 $\pm$ 0,01 <sup>c</sup>  | 0,73 $\pm$ 0,18 <sup>bc</sup> |
| Zapadna Morava   | 0,16 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>   | 5,56 $\pm$ 0,77 <sup>a</sup>  | 5,48 $\pm$ 0,47 <sup>a</sup>  | 2,17 $\pm$ 0,46 <sup>bc</sup>  | 11,40 $\pm$ 1,97 <sup>a</sup> | 0,41 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>  | 2,05 $\pm$ 0,26 <sup>a</sup>  |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost  $\pm$  SE. Srednje vrednosti sa različitim slovima se značajno razlikuju,  $p < 0,05$ . nd - nije detektovano

Tabela 38. Srednje vrednosti ( $\pm$  SE) sadržaja fenolnih jedinjenja ( $\mu\text{g}/100\text{mg}$ ) u rizomu vrste *Aster lanceolatus* u odnosu na stanište

| Lokalitet        | kafeinska kiselina | p-kumarinska kiselina | umbeliferon     | ferulinska kiselina | rutin           | izokvercitrin   | astragalin       |
|------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|---------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Ada Medica       | 0,33 $\pm$ 0,08    | 0,62 $\pm$ 0,11       | 0,55 $\pm$ 0,13 | 0,89 $\pm$ 0,30     | 0,07 $\pm$ 0,02 | 0,11 $\pm$ 0,03 | 0,02 $\pm$ 0,00  |
| Beočin           | 0,23 $\pm$ 0,06    | 0,29 $\pm$ 0,03       | 0,68 $\pm$ 0,07 | 0,56 $\pm$ 0,10     | 0,08 $\pm$ 0,02 | 0,34 $\pm$ 0,10 | 0,02 $\pm$ 0,01  |
| Beška            | 0,30 $\pm$ 0,06    | 0,44 $\pm$ 0,04       | 1,31 $\pm$ 0,18 | 0,30 $\pm$ 0,04     | 0,04 $\pm$ 0,01 | 0,03 $\pm$ 0,00 | 0,00 $\pm$ 0,00  |
| Košutnjak        | 0,32 $\pm$ 0,03    | 0,32 $\pm$ 0,05       | 0,56 $\pm$ 0,09 | 0,19 $\pm$ 0,05     | 0,13 $\pm$ 0,05 | 0,15 $\pm$ 0,04 | 0,06 $\pm$ 0,02  |
| Kumodraž         | 0,32 $\pm$ 0,05    | 0,44 $\pm$ 0,06       | 1,01 $\pm$ 0,21 | 0,55 $\pm$ 0,10     | 0,07 $\pm$ 0,01 | 0,19 $\pm$ 0,06 | 0,01 $\pm$ 0,00b |
| Orlovat          | 0,30 $\pm$ 0,04    | 0,21 $\pm$ 0,02       | 0,42 $\pm$ 0,05 | 0,18 $\pm$ 0,04     | 0,01 $\pm$ 0,00 | 0,01 $\pm$ 0,00 | 0,00 $\pm$ 0,00  |
| Sremska Kamenica | 0,24 $\pm$ 0,06    | 0,69 $\pm$ 0,16       | 0,79 $\pm$ 0,19 | 0,79 $\pm$ 0,17     | 0,04 $\pm$ 0,00 | 0,07 $\pm$ 0,01 | 0,01 $\pm$ 0,00  |
| Tamiš            | 0,30 $\pm$ 0,08    | 0,43 $\pm$ 0,04       | 1,79 $\pm$ 0,42 | 0,30 $\pm$ 0,05     | 0,05 $\pm$ 0,01 | 0,07 $\pm$ 0,01 | 0,00 $\pm$ 0,00  |
| Velika Morava    | 0,47 $\pm$ 0,04    | 0,26 $\pm$ 0,03       | 0,40 $\pm$ 0,06 | 0,24 $\pm$ 0,02     | 0,04 $\pm$ 0,01 | 0,02 $\pm$ 0,01 | 0,00 $\pm$ 0,00  |
| Zapadna Morava   | 0,22 $\pm$ 0,02    | 0,20 $\pm$ 0,02       | 1,00 $\pm$ 0,22 | 0,12 $\pm$ 0,01     | 0,16 $\pm$ 0,07 | 0,07 $\pm$ 0,01 | 0,00 $\pm$ 0,00  |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost  $\pm$  SE.

Tabela 38. Srednje vrednosti ( $\pm$  SE) sadržaja fenolnih jedinjenja ( $\mu\text{g}/100\text{mg}$ ) u rizomu vrste *Aster lanceolatus* u odnosu na stanište (nastavak)

| Lokalitet        | kvercitrin      | apigetrin       | luteolin        | kvercetin       | apigenin        | naringenin      |
|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Ada Medica       | 0,01 $\pm$ 0,00 | 0,02 $\pm$ 0,01 | 0,01 $\pm$ 0,00 | 0,09 $\pm$ 0,02 | 0,02 $\pm$ 0,01 | 0,01 $\pm$ 0,01 |
| Beočin           | 0,00 $\pm$ 0,00 | 0,23 $\pm$ 0,13 | 0,05 $\pm$ 0,02 | 0,22 $\pm$ 0,07 | 0,22 $\pm$ 0,16 | 0,02 $\pm$ 0,00 |
| Beška            | 0,00 $\pm$ 0,00 | 0,01 $\pm$ 0,00 | 0,01 $\pm$ 0,00 | 0,04 $\pm$ 0,00 | 0,01 $\pm$ 0,00 | 0,01 $\pm$ 0,00 |
| Košutnjak        | 0,00 $\pm$ 0,00 | 0,05 $\pm$ 0,01 | 0,02 $\pm$ 0,00 | 0,07 $\pm$ 0,01 | 0,04 $\pm$ 0,01 | 0,00 $\pm$ 0,00 |
| Kumodraž         | 0,01 $\pm$ 0,00 | 0,05 $\pm$ 0,02 | 0,07 $\pm$ 0,04 | 0,51 $\pm$ 0,27 | 0,11 $\pm$ 0,06 | 0,00 $\pm$ 0,00 |
| Orlovat          | 0,00 $\pm$ 0,00 | 0,00 $\pm$ 0,00 | 0,00 $\pm$ 0,00 | 0,01 $\pm$ 0,00 | 0,00 $\pm$ 0,00 | 0,00 $\pm$ 0,00 |
| Sremska Kamenica | 0,00 $\pm$ 0,00 | 0,02 $\pm$ 0,00 | 0,01 $\pm$ 0,00 | 0,05 $\pm$ 0,01 | 0,01 $\pm$ 0,00 | 0,00 $\pm$ 0,00 |
| Tamiš            | 0,00 $\pm$ 0,00 | 0,02 $\pm$ 0,00 | 0,01 $\pm$ 0,00 | 0,04 $\pm$ 0,00 | 0,01 $\pm$ 0,00 | 0,00 $\pm$ 0,00 |
| Velika Morava    | 0,00 $\pm$ 0,00 | 0,00 $\pm$ 0,00 | 0,00 $\pm$ 0,00 | 0,01 $\pm$ 0,00 | 0,00 $\pm$ 0,00 | 0,00 $\pm$ 0,00 |
| Zapadna Morava   | 0,00 $\pm$ 0,00 | 0,01 $\pm$ 0,00 | 0,01 $\pm$ 0,00 | 0,03 $\pm$ 0,01 | 0,02 $\pm$ 0,01 | 0,00 $\pm$ 0,00 |

Svaka vrednost predstavlja srednju vrednost  $\pm$  SE.

Iz grupe kumarina, identifikovan je umbeliferon. Umbeliferon je kvantifikovan u svih 97 uzoraka rizoma, dok je u cvetu identifikovan u 51, odnosno u listu u 27 uzoraka. Ovo jedinjenje je imalo značajno veću koncentraciju u rizomu ( $0,85 \mu\text{g}/100\text{mg}$ ), dok su koncentracije u cvetu ( $0,09 \mu\text{g}/100\text{mg}$ ) i listu ( $0,02 \mu\text{g}/100\text{mg}$ ) bile niže i međusobno se nisu statistički značajno razlikovale ( $p>0,05$ ). Posmatrajući rezultate u odnosu na lokalitet, biljke sa lokaliteta Tamiš su imale najveću koncentraciju umbeliferona. Biljke sa lokaliteta Ada Međica, Beočin, Orlovat, Sremska Kamenica i Velika Morava imale su približne vrednosti koje u ujedno i bile značajno niže u odnosu na ostale lokalitete (Tabela 35). U odnosu na deo biljke i stanište, najveći sadržaj umbeliferona u rizomu je konstatovan kod biljaka sa staništa Tamiš.

Od flavonola identifikovani su rutin, izokvercitrin, astragalin, kvercitrin, kvercetin i kaemferol. Koncentracija rutina, izokvercitrina i kvercitrina se statistički značajno razlikovala u odnosu na biljni organ i pratile su niz  $\text{cvet} > \text{list} > \text{rizom}$  (Tabela 34). Kvercitrin je identifikovan u skoro svim uzorcima cveta i lista, dok je u rizomu identifikovan u 65 od 97 uzoraka i njegova vrednost je bila mala ( $0,004 \mu\text{g}/100\text{mg}$ ). Cvetovi i stablo su imali značajno višu koncentraciju astragalina u odnosu na rizom, u kome je kvantifikovana veoma niska koncentracija ovog flavonola (Tabela 34). U poređenju sa koncentracijom u listu i rizomu, između kojih nije bilo statistički značajne razlike, u cvetovima je izmerena višestruko veća koncentracija kvercetina ( $46,44 \mu\text{g}/100\text{mg}$ ). Koncentracija kaemferola u cvetovima ( $1,45 \mu\text{g}/100\text{mg}$ ) je bila značajno veća od koncentracije u listu ( $0,73 \mu\text{g}/100\text{mg}$ ), dok u uzorcima rizoma njegovo prisustvo nije detektovano. Rezultati analize sadržaja flavonola u odnosu na lokalitet su pokazali da su se koncentracije rutina, izokvercitrina, astragalina, kvercitrina i kaemferola značajno razlikovale među lokalitetima (Tabela 35). Najveća koncentracija rutina je zabeležena u Košutnjaku, najmanja na Adi Međici i Tamišu. Biljke sa staništa u Kumodražu su imale najveću koncentraciju izokvercitrina, a biljke skupljene na staništu u blizini Velike Morave najmanju. Zatim, astragalin je konstatovan u najvećoj koncentraciji na lokalitetu Orlovat, dok je najmanja koncentracija zabeležena na lokalitetu Beška. Biljke sa staništa Beška i Tamiš su imale istu koncentraciju kvercitrina, koja je ujedno bila i najviša, za razliku od biljaka sa lokaliteta Ada Međica i Velika Morava kod kojih je koncentracija bilja među najmanjima. Najveća koncentracija kaemferola je konstatovana kod biljaka sa staništa u blizini Zapadne Morave, a najmanja

u Beočinu. Koncentracija kvercetina je bila ujednačena među lokalitetima i statistički značajne razlike nisu zabeležene u odnosu na deo biljke i stanište, najveći sadržaj rutina, astragalina i kaemferola u cvetu je zabeležen na lokalitetu Košutnjak (Tabela 36), dok su biljke sa staništa u blizini Zapadne Morave imale najvišu koncentraciju izokvercitrina, astragalina, kvercitrina i kaemferola u listu (Tabela 37).

Iz grupe flavona kvantifikovani su apigetrin, luteolin i apigenin. Koncentracije ovih flavona su se statistički značajno razlikovale u odnosu na biljni organ i pratile su niz cvet>list>rizom (Tabela 34). Koncentracija ovih jedinjenja u rizomu je bila mala. Rezultati analize sadržaja flavona u odnosu na lokalitet su pokazali da se sadržaj apigetrina i apigenina ne razlikuje između biljaka sa različitih staništa. Koncentracija luteolina bila je značajno veća u biljkama sa lokaliteta Beočin, dok je na ostalim lokalitetima sadržaj bio relativno ujednačen. U odnosu na deo biljke i stanište, maksimalni sadržaj ovih jedinjenja u cvetu je varirao u odnosu na lokalitete, dok je najveći sadržaj apigetrina, luteolina i apigenina konstatovan kod biljaka sa lokaliteta Zapadna Morava. Kao što je napred izneto, sadržaj ovih jedinjenja je bio nizak u rizomu, jedino se izdvaja lokalitet Beočin, gde su utvrđene nešto više koncentracije apigetrina i apigenina u odnosu na ostala staništa.

Iz grupe flavanona, identifikovan je naringenin. Ovo jedinjenje je imalo značajno veću koncentraciju u cvetu u odnosu na koncentraciju u listu i rizomu. Kao i kod flavona, koncentracija flavanona u rizomu je bila veoma niska (0,004 µg/100mg). Najveća koncentracija naringenina je zabeležena u biljkama sa staništa u blizini Zapadne Morave, dok je najmanja koncentracija zabeležena na staništima Orlovat i Beška (Tabela 35). U odnosu na deo biljke i stanište, najveći sadržaj u cvetu su imale biljke sa staništa Kumodraž, odnosno Zapadna Morava u listu.

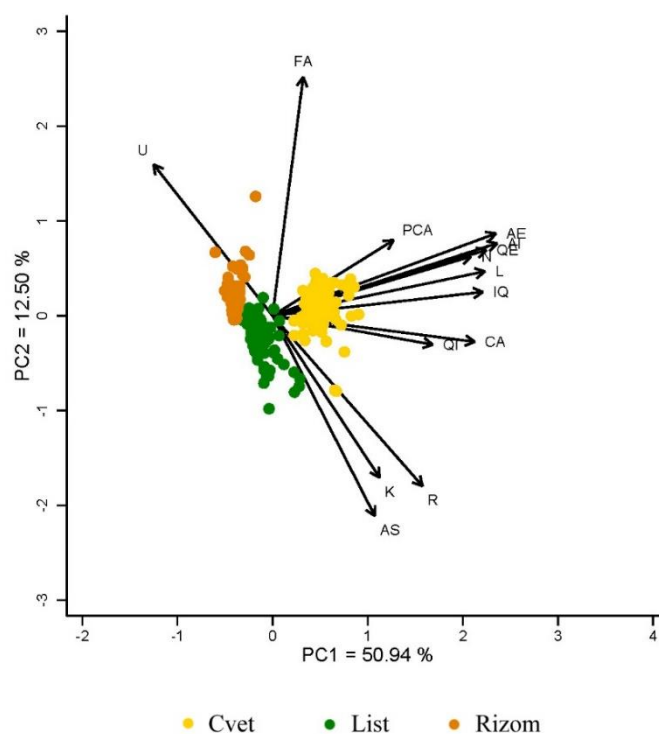
#### **6.6.2 Analiza glavnih komponenti (PCA) sadržaja polifenolnih jedinjenja u različitim biljnim organima vrste *A. lanceolatus***

Analiza glavnih komponenti (PCA) je deskriptivna metoda koja pomaže da se iz mase podataka sagledaju tendencije, strukture individua i strukture svojstava (Čule, 2016; Stefanović, 2015). Ova metoda je primenjena na setu od 14 varijabli koje predstavljaju fenolna jedinjenja koja su identifikovana i kvantifikovana u različitim biljnim organima (cvet, list i rizom) vrste *A. lanceolatus*.

PCA analiza sadržaja fenolnih jedinjenja u različitim biljnim organima vrste *A. lanceolatu* je prikazana u Tabeli 39 i na Grafikonu 96. Najviše informacija o totalnoj varijabilnosti objašnjava osa 1 (50,94%), zatim osa 2 (12,50%), pa osa 3 (8,69%) i tako redom, opadajućim stepenom. Prve 2 ose objašnjavaju 63,44% totalne varijabilnosti.

Tabela 39. Analiza glavnih komponenti (PCA) sadržaja fenolnih jedinjenja u različitim organima vrste *Aster lanceolatus* – glavne komponente i procenti totalne varijabilnosti koje one objašnjavaju.

| Glavna komponenta | Karakteristične vrednosti | Procenat varijabilnosti | Totalna varijabilnost |
|-------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1                 | 7,132                     | 50,94                   | 50,94                 |
| 2                 | 1,750                     | 12,50                   | 63,44                 |
| 3                 | 1,217                     | 8,69                    | 72,14                 |
| 4                 | 0,799                     | 5,71                    | 77,84                 |
| 5                 | 0,668                     | 4,77                    | 82,61                 |
| 6                 | 0,539                     | 3,85                    | 86,46                 |
| 7                 | 0,458                     | 3,27                    | 89,73                 |
| 8                 | 0,421                     | 3,01                    | 92,74                 |
| 9                 | 0,346                     | 2,47                    | 95,21                 |
| 10                | 0,271                     | 1,94                    | 97,15                 |
| 11                | 0,193                     | 1,38                    | 98,53                 |
| 12                | 0,101                     | 0,72                    | 99,25                 |
| 13                | 0,076                     | 0,55                    | 99,80                 |
| 14                | 0,028                     | 0,20                    | 100,00                |



Grafikon 96. Analiza glavnih komponenti (PCA) sadržaja 14 fenolnih jedinjenja u različitim organima vrste *Aster lanceolatus* (cvet, list, stablo). Svojstva (elementi): kafeinska kiselina (CA), p-kumarinska kiselina (PCA), umbeliferon (U), ferulinska kiselina (FA), rutin (R), izokvercitrin (IQ), astragalin (AS), kvercitrin (QI), apigetrin (AI), luteolin (L), kvercetin (QE), apigenin (AE), naringenin (N), kaemferol (K).

Svojstva CA, IQ, AI, L, QE, AE i N najviše doprinose formiranju ose 1 (0,31; 0,33; 0,35; 0,33; 0,33; 0,34; 0,31), dok svojstva U, FA i R najviše doprinose formiranju ose 2 (0,33; 0,53; -0,38) (na osnovu apsolutnih vrednosti koeficijenata linearnih kombinacija koje izgrađuju glavne ose, očitanih u programu).

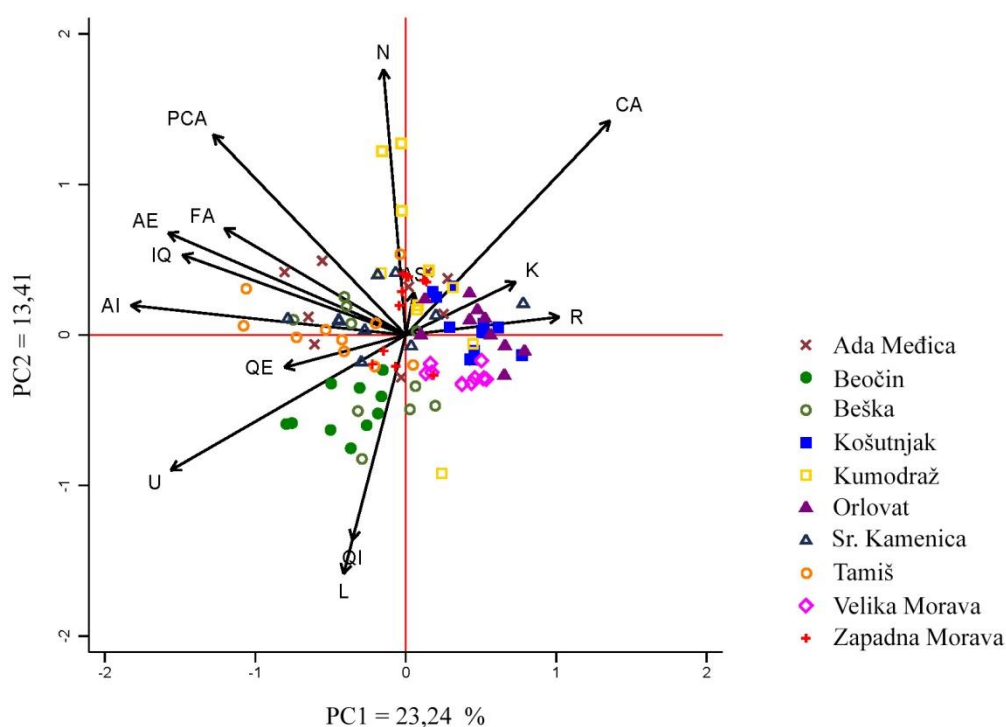
Na Grafikonu 96 prikazana je zavisnost prve dve glavne komponente PC1 i PC2. Vidljivo je jasno razdvajanje cveta, lista i rizoma prema sadržaju fenolnih jedinjenja. Cvetovi se karakterišu visokim sadržajem p-kumarinske kiseline, apigenina, kvercetina, luteolina, izokvercitrina i naringenina. Listovi se izdvajaju po manjem sadržaju ovih jedinjenja kao i ferulinske kiseline, dok su rizomi specifični po višem sadržaju ubeliferona i niskom sadržaju kaemferola, astragalina i rutina.

Rezultati PCA sadržaja fenolnih jedinjenja u cvetu vrste *A. lanceolatus* u odnosu na stanište su prikazani u Tabeli 40 i na Grafikonu 97. Najviše informacija o totalnoj varijabilnosti objašnjava osa 1 (23,24%), zatim osa 2 (13,41%), pa osa 3 (13,19%) i tako redom, opadajućim stepenom. Prve 3 ose objašnjavaju 49,84% totalne varijabilnosti.

Tabela 40. Analiza glavnih komponenti (PCA) sadržaja fenolnih jedinjenja u cvetu vrste *Aster lanceolatus* na različitim staništima – glavne komponente i procenti totalne varijabilnosti koje one objašnjavaju.

| Glavna komponenta | Karakteristične vrednosti | Procenat varijabilnosti | Totalna varijabilnost |
|-------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1                 | 3,254                     | 23,24                   | 23,24                 |
| 2                 | 1,877                     | 13,41                   | 36,65                 |
| 3                 | 1,846                     | 13,19                   | 49,83                 |
| 4                 | 1,320                     | 9,43                    | 59,27                 |
| 5                 | 1,097                     | 7,84                    | 67,1                  |
| 6                 | 1,042                     | 7,44                    | 74,54                 |
| 7                 | 0,823                     | 5,88                    | 80,42                 |
| 8                 | 0,642                     | 4,58                    | 85                    |
| 9                 | 0,576                     | 4,11                    | 89,12                 |
| 10                | 0,459                     | 3,28                    | 92,4                  |
| 11                | 0,401                     | 2,87                    | 95,26                 |
| 12                | 0,312                     | 2,23                    | 97,49                 |
| 13                | 0,192                     | 1,37                    | 98,87                 |
| 14                | 0,159                     | 1,13                    | 100                   |

Svojstva U, IQ, AI, AE najviše doprinose formiranju ose 1 (0,37; 0,35; 0,35; 0,43; 0,37), svojstva CA, PCA, QI, L i N najviše doprinose formiranju ose 2 (0,38; 0,36; -0,37; -0,42; 0,48), dok svojstva AS, QE i K najviše doprinose formiranju ose 3 (0,54; 0,43; 0,52).



Grafikon 97. Analiza glavnih komponenti (PCA) sadržaja 14 fenolnih jedinjenja u cvetu vrste *Aster lanceolatus* na različitim staništima. Svojstva (elementi): kafeinska kiselina (CA), p-kumarinska kiselina (PCA), umbeliferon (U), ferulinska kiselina (FA), rutin (R), izokvercitrin (IQ), astragalin (AS), kvercitrin (QI), apigetrin (AI), luteolin (L), kvercetin (QE), apigenin (AE), naringenin (N), kaemferol (K).

Na Grafikonu 97 prikazana je zavisnost prve dve glavne komponente PC1 i PC2, koje ukupno čine 36,65% ukupne varijabilnosti. Vidljivo je razdvajanje populacija Košutnjak, Orlovat i Velika Morava u pozitivnom segmentu prve ose i populacija Beočin i Tamiš u negativnom segmentu prve ose. Individue populacije Košutnjak odlikuje visok sadržaj kaemferola i rutina, a nizak sadržaj kvercetina i umbeliferona. Individue populacije Orlovat karakteriše visok sadržaj rutina i nizak apigetrina, dok individue sa lokaliteta Velika Morava odlikuje nizak sadržaj p-kumarinske kiseline, izokvercetina i ferulinske kiseline. Individue populacije Beočin odlikuje visok sadržaj luteolina i umbeliferona, a nizak sadržaj kafeinske kiseline, dok individue populacije Tamiš karakteriše visok sadržaj apigetrina i izokvercitina.

Rezultati PCA sadržaja fenolnih jedinjenja u listu vrste *A. lanceolatus* u odnosu na stanište su prikazani u Tabeli 41 i na Grafikonu 98. Najviše informacija o totalnoj

varijabilnosti objašnjava osa 1 (33,16%), zatim osa 2 (16,55%), pa osa 3 (10,78%) i tako redom, opadajućim stepenom. Prve 3 ose objašnjavaju 60,49% totalne varijabilnosti.

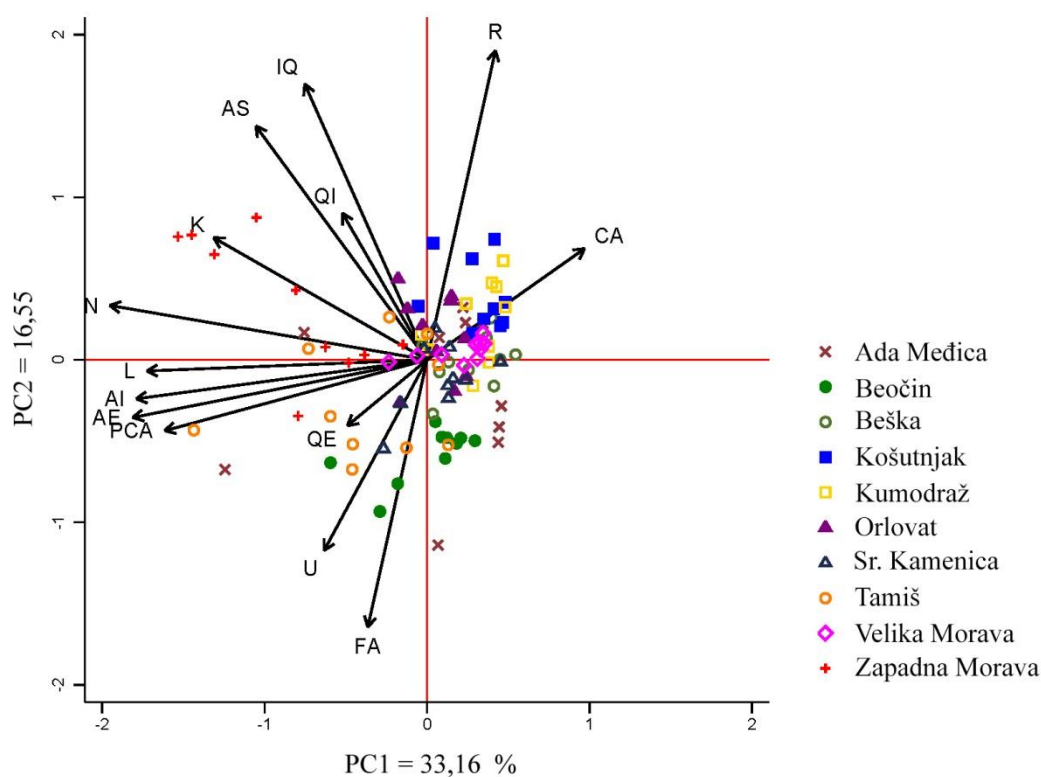
Tabela 41. Analiza glavnih komponenti (PCA) sadržaja fenolnih jedinjenja u listu vrste *Aster lanceolatus* na različitim staništima – glavne komponente i procenti totalne varijabilnosti koje one objašnjavaju.

| Glavna komponenta | Karakteristične vrednosti | Procenat varijabilnosti | Totalna varijabilnost |
|-------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1                 | 4,642                     | 33,16                   | 33,16                 |
| 2                 | 2,317                     | 16,55                   | 49,71                 |
| 3                 | 1,509                     | 10,78                   | 60,48                 |
| 4                 | 1,040                     | 7,43                    | 67,91                 |
| 5                 | 0,932                     | 6,66                    | 74,57                 |
| 6                 | 0,797                     | 5,69                    | 80,26                 |
| 7                 | 0,736                     | 5,26                    | 85,52                 |
| 8                 | 0,536                     | 3,83                    | 89,35                 |
| 9                 | 0,451                     | 3,22                    | 92,57                 |
| 10                | 0,333                     | 2,38                    | 94,95                 |
| 11                | 0,257                     | 1,83                    | 96,78                 |
| 12                | 0,230                     | 1,64                    | 98,42                 |
| 13                | 0,160                     | 1,15                    | 99,57                 |
| 14                | 0,061                     | 0,43                    | 100,00                |

Svojstva PCA, AI, L, AE i N najviše doprinose formiranju ose 1 (0,35; 0,39; 0,37; 0,39; 0,42), svojstva FA, R, IQ i AS najviše doprinose formiranju ose 2 (-0,30; 0,49; 0,44; 0,42), dok svojstva FA i QE najviše doprinose formiranju ose 3 (0,46; 0,65).

Na Grafikonu 98 prikazana je zavisnost prve dve glavne komponente PC1 i PC2, koje ukupnoj varijabilnosti doprinose sa 49,71%. Zapaža se razdvajanje populacija Beočin, uglavnom u negativnom segmentu druge ose. U negativnom segmentu prve ose se izdvaja populacija Zapadna Morava, a populacija Košutnjak u pozitivnom segmentu druge glavne ose. Individue populacije Beočin odlikuje nizak sadržaj izokvercitrina, astragalina, kvercitrin i rutina. Individue populacije Košutnjak karakteriše visok sadržaj rutina, a nizak p-kumarinske kiseline, umbeliferona i ferulinske kiseline. Individue populacije Zapadna Morava odlikuje visok sadržaj kaemferola, luteolina i naringenina. Uz nekoliko izuzetaka, duž PC1 jasno se razdvajaju populacije Zapadna Morava i Tamiš sa jedne strane, i populacije Košutnjak, Kumodraž, Sremska Kamenica, Velika Morava i

Ada Međica sa druge. PC2 osa jasno razdvaja populacije Beočin, Ada Međica i Beška, od populacija Košutnjak, Kumodraž, Velika Morava, Zapadna Morava i Orlovat.



Grafikon 98. Analiza glavnih komponenti (PCA) sadržaja 14 fenolnih jedinjenja u listu vrste *Aster lanceolatus* na različitim staništima. Svojstva (elementi): kafeinska kiselina (CA), p-kumarinska kiselina (PCA), umbeliferon (U), ferulinska kiselina (FA), rutin (R), izokvercitrin (IQ), astragalin (AS), kvercitrin (QI), apigetrin (AI), luteolin (L), kvercetin (QE), apigenin (AE), naringenin (N), kaemferol (K).

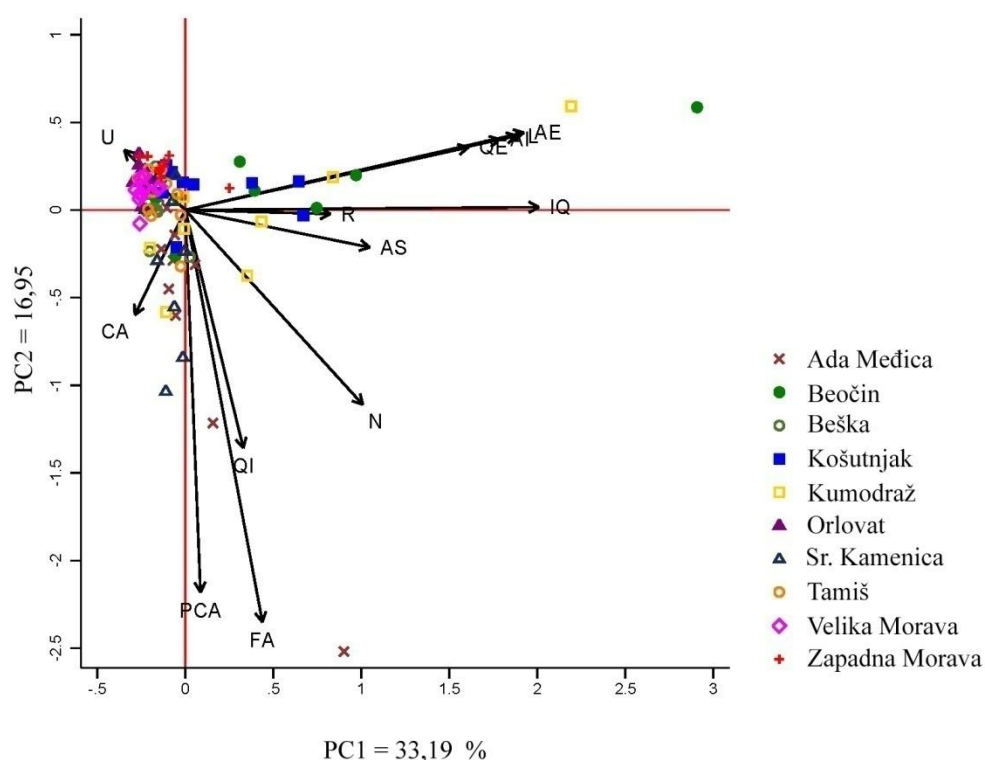
Rezultati PCA sadržaja fenolnih jedinjenja u rizomu vrste *A. lanceolatus* u odnosu na stanište su prikazani u Tabeli 42 i na Grafikonu 99. Najviše informacija o totalnoj varijabilnosti objašnjava osa 1 (33,19%), zatim osa 2 (16,95%), pa osa 3 (11,86%) i tako redom, opadajućim stepenom. Prve 3 ose objašnjavaju 62,00% totalne varijabilnosti.

Tabela 42. Analiza glavnih komponenti (PCA) sadržaja fenolnih jedinjenja u rizomu vrste *Aster lanceolatus* na različitim staništima – glavne komponente i procenti totalne varijabilnosti koje one objašnjavaju.

| Glavna komponenta | Karakteristične vrednosti | Procenat varijabilnosti | Totalna varijabilnost |
|-------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1                 | 4,315                     | 33,19                   | 33,19                 |
| 2                 | 2,204                     | 16,95                   | 50,14                 |
| 3                 | 1,542                     | 11,86                   | 62,01                 |
| 4                 | 1,262                     | 9,71                    | 71,72                 |
| 5                 | 1,058                     | 8,14                    | 79,86                 |
| 6                 | 0,854                     | 6,57                    | 86,43                 |
| 7                 | 0,648                     | 4,98                    | 91,41                 |
| 8                 | 0,479                     | 3,68                    | 95,10                 |
| 9                 | 0,368                     | 2,83                    | 97,93                 |
| 10                | 0,167                     | 1,28                    | 99,21                 |
| 11                | 0,093                     | 0,71                    | 99,93                 |
| 12                | 0,006                     | 0,05                    | 99,97                 |
| 13                | 0,003                     | 0,03                    | 100,00                |

Svojstva IQ, AL, L, QE i AE najviše doprinose formiranju ose 1 (0,44; 0,40; 0,41; 0,36; 0,43), svojstva PCA, FA i QI najviše doprinose formiranju ose 2 (0,57; 0,62; 0,36), dok svojstva R i AS najviše doprinose formiranju ose 3 (0,64; 0,55).

Na Grafikonu 99 prikazana je zavisnost prve dve glavne komponente PC1 i PC2, koje predstavljaju 50,14% ukupne varijabilnosti. Zapaža se sličnost populacije Zapadna Morava, Velika Morava, Tamiš i Orlovat u pogledu sastava fenolnih jedinjenja. Za individue ovih populacija je karakterističan nizak sadržaj astragalina, naringenina i rutina.



Grafikon 99. Analiza glavnih komponenti (PCA) sadržaja 14 fenolnih jedinjenja u rizomu vrste *Aster lanceolatus* na različitim staništima. Svojstva (elementi): kafeinska kiselina (CA), p-kumarinska kiselina (PCA), umbeliferon (U), ferulinska kiselina (FA), rutin (R), izokvercitrin (IQ), astragalin (AS), kvercitrin (QI), apigetrin (AI), luteolin (L), kvercetin (QE), apigenin (AE), naringenin (N), kaemferol (K).

### 6.7. EPPO proces prioritizacije za invazivnu vrstu *A. lanceolatus*

EPPO Sekretarijat je u okviru projekta Evropske unije PRATIQUE razvio kompjuterski program CAPRA (*Computer Assisted Pest Risk Analysis*). Program ima za cilj da pomogne sprovođenje procesa prioritizacije invazivnih organizama, kao i da odredi status invazivnih vrsta koje se analiziraju.

U tački 6.7.1 prikazan je izveštaj, koji se dobija nakon završenog postupka analize u programu CAPRA. Za potrebe ove doktorske disertacije, izveštaj je preveden na srpski jezik.

### 6.7.1 Izveštaj o procesu prioritizacije za invazivnu vrstu *Aster lanceolatus* Willd.

**DEO A: Šema procesa prioritizacije za izradu različitih lista invazivnih vrsta (štetnih i potencijalno štetnih) za područje za koje se vrši procena**

**Init1 - Uneti ime štetnog organizma**

*Aster lanceolatus* Willd.

**Init2 - Navedi taksonomski položaj i sinonime**

Familija: Compositae (Asteraceae)

Sinonimi: *Aster tradescantii* auct. eur., non L., *Aster simplex* Willd., *Symphotrichum lanceolatum* (Willd.) Nesom

**Init3 -Precizno definisati oblast za koju se vrši procena (PRA oblast)**

Srbija

**Init4 -Navedite razloge zbog kojih se vrši ova procena, kao i postojeće analize rizika za vrstu koja se procenjuje (ukoliko postoje)**

Vrsta *A. lanceolatus* je postala dominantna na vlažnim staništima, duž obala reka i u nekim urbanim sredinama, gde se nekontrolisano širi i potiskuje druge autohtone vrste i smanjuje floristički diverzitet (Obratov-Petković *et al.*, 2011). Vrsta *A. lanceolatus* je edifikator u novoj invazivnoj zajednici *Asteretum lanceolati*, na vlažnim i degradiranim staništima (Obratov-Petković *et al.*, 2011).

**A.1 - Da li je vrsta alohtona u celom ili većem delu područja za koje se vrši procena?**

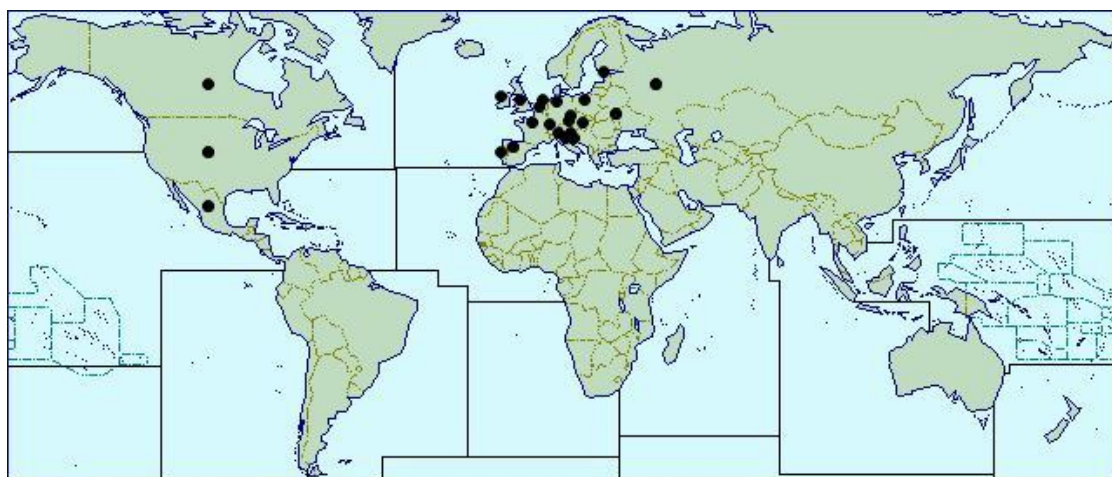
**Da**

*A. lanceolatus* je Severno Američka vrsta sa transkontinentalnom distribucijom (Chmielewski i Semple, 2001). Vrsta je introdukovana u više od 20 evropskih zemalja (DAISIE, 2013), tako da je i u Srbiji alohtona.

**A.2 - Da li je biljna vrsta prisutna u barem delu teritorije za koji se vrši procena?**

**Navedi područja na kojima je vrsta prisutna i područja na kojima postoji potencijal za javljanje ove vrste, uzimajući u obzir klimatske faktore i osobine zemljišta.**

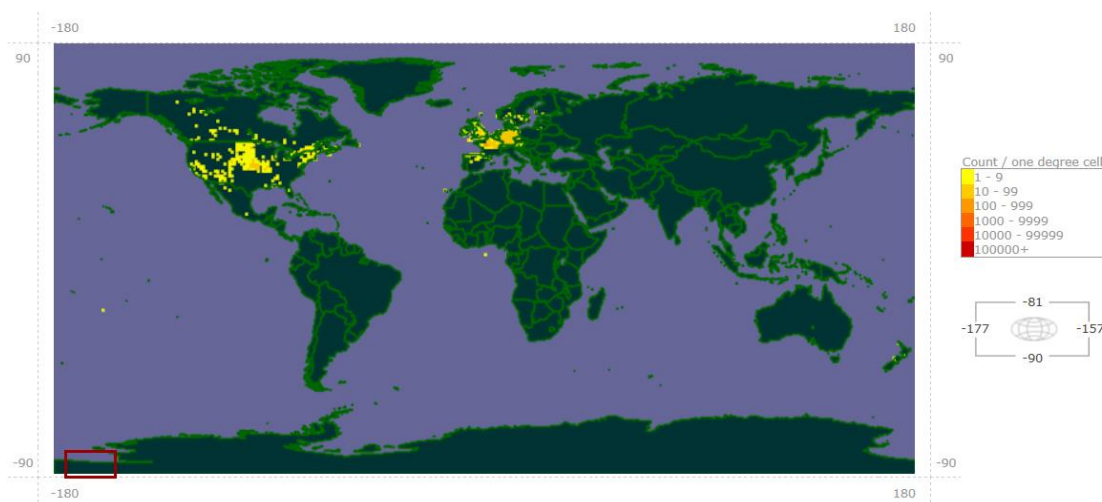
**Da**



Slika 38. Rasprostranjenost vrste *Aster lanceolatus* Willd. (cabi.org/isc, 11.07.2013.)

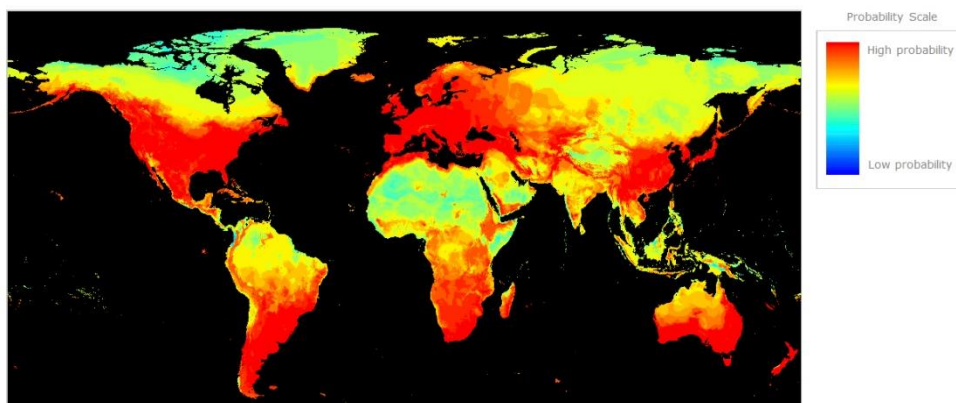
Slika 38 pokazuje distribuciju vrste *A. lanceolatus*. Vrsta je autohtona u Severnoj Americi (Chmielewski i Semple, 2001). U velikom delu Evrope ova vrsta se smatra invazivnom (Jedlička, Prach, 2006). Takođe, vrsta je formirala populacije i u Srbiji (Obratov-Petković *et al.*, 2009).

Mapa rasprostranjenosti vrste *A. lanceolatus*, kojoj je pristupljeno preko portala GBIF (Global Biodiversity Information Facility) odgovara poznatoj rasprostranjenosti ove vrste, ali podaci za Balkan nedostaju (Slika 39).



Slika 39. GBIF karta rasprostranjenosti vrste *Aster lanceolatus* Willd. (data.gbif.org, 11.07.2013.)

Uzimajući u obzir svih 19 ponuđenih klimatskih parametara, koji se odnose na temperaturu i količinu padavina, GBIF Model ekoloških niša pokazuje da su staništa u Srbiji pogodna za formiranje populacije vrste *A. lanceolatus* (Slika 40). Ova projekcija odgovara sadašnjoj distribuciji ove vrste.



Slika 40. Projekcija GBIF Modela ekoloških niša za vrstu *Aster lanceolatus* Willd.  
(data.gbif.org, 11.07.2013.)

#### A.5 - Koliki je potencijal širenja biljke u području za koje se procena radi?

**Visok**

**Nivo nesigurnosti: nizak**

*A. lanceolatus* stvara veliku količinu sitnog semena, adaptiranog za raznošenje vetrom, koje klija u velikom procentu (Jones, 1978; Chmielewski i Semple, 2001; Jedlička i Prach, 2006). Pored toga, vrsta ima veliki potencijal za vegetativno razmnožavanje, koji značajno doprinosi uspehu ove vrste (Nešić *et al.* 2012).

#### A.6 - Koliki je potencijalni negativni uticaj biljke na autohtone vrste, staništa i ekosisteme u području za koje se vrši procena?

**Visok**

**Nivo nesigurnosti: nizak**

Prema EUNIS klasifikaciji staništa, vrsta zauzima C3.5, J11.51, G1.CB, J1.51, E5.62, G1.11, D5.1, D5.131 i D1.7 staništa (Obratov-Petković *et al.*, 2013). Vrsta *A. lanceolatus* naseljava vlažna zemljišta duž rečnih korita i jezera, bara, puteva, kao i vlažne ekosisteme u kojima su izraženi poremećaji (Jones, 1978; Obratov-Petković *et al.*, 2009). Dugim i isprepletanim rizomima, ova perena formira široko rasprostranjene guste

monodominantne zajednice (Jones, 1978) i na taj način sprečava razvoj prirodne vegetacije na vlažnim staništima (Obratov-Petković *et al.*, 2009). Pored toga, vrsta utiče i na neke osobine zemljišta (Nešić *et al.*, 2013).

**A.7 - Koliki je potencijalni negativni uticaj biljke na poljoprivredu, hortikulturu ili šumarstvo u području za koje se vrši procena?**

**Nizak**

**Nivo nesigurnosti: srednji**

*A. lanceolatus* se ne smatra za poljoprivredni korov, ali može postati problematična u zapuštenim njivama ili na pašnjacima kojima se loše upravlja (Chmielewski i Semple, 2001). U rasadnicima, može se javiti kao korovska vrsta (lična zapažanja).

Srednji nivo nesigurnosti je određen jer za Srbiju ne postoji dovoljno podataka o uticaju ove vrste na poljoprivredu, hortikulturu i šumarstvo, a podaci o uticajima su razmatrani na osnovu literature koja posmatra ovu vrstu kao autohtonu i korovsku.

**A.8 - Koliki su ostali potencijalni negativni uticaji (npr. na zdravlje životinja i ljudi, na infrastrukturu ili rekreacione aktivnosti i drugi trgovinski uticaji, kao što su tržišni gubici)?**

**Nizak**

**Nivo nesigurnosti: srednji**

Ishrana ovom vrstom može izazvati gubitak težine i oštećenje jetre kod stoke (Chmielewski i Semple, 2001).

Srednji nivo nesigurnosti je određen jer za Srbiju ne postoji dovoljno podataka o ovim uticajima.

Odgovori na pitanja o uticajima (A.5, A.6, A.7 i A.8) se iskazuju u matrici (Tabela 43), kako bi se vrste svrstale u određenu kategoriju. Uticaji u pitanju A.8 ne mogu se posmatrati zasebno kao najveći uticaji. Samo ako su uticaji u pitanjima A.6 i/ili A.7 ocenjeni kao srednji, a u pitanju A.8 kao visoki, ukupni uticaj se može smatrati visok.

One vrste koje sadrže visok potencijal širenja i visok potencijal uticaja (bilo u kultivisanim ili prirodnim ekosistema) se uključuju na listu invazivnih biljaka. Vrste kod kojih je potencijal širenja i uticaja ocenjen kao srednji ili nizak, kao i vrste sa malim intenzitetom širenja i velikim uticajem se svrstavaju na listu invazivnih vrsta koje treba pratiti. Sve ostale vrste nalaze se na listi vrsta manjeg značaja.

Tabela 43. Matrica potencijala širenja i uticaja

| Nepovoljni<br>uticaji<br>(ocene na<br>pitanja<br>A.6, A.7. i<br>A.8) | A5 -Potencijal širenja |                                                 |                                                 |                                                 |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                                                                      | Nizak                  | Nizak                                           | Srednji                                         | Visok                                           |
|                                                                      |                        | Lista vrsta<br>manjeg značaja                   | Lista vrsta<br>manjeg značaja                   | Lista vrsta<br>manjeg značaja                   |
|                                                                      | Srednji                | Lista invazivnih<br>vrsta koje treba<br>pratiti | Lista invazivnih<br>vrsta koje treba<br>pratiti | Lista invazivnih<br>vrsta koje treba<br>pratiti |
|                                                                      | Visok                  | Lista invazivnih<br>vrsta koje treba<br>pratiti | Lista invazivnih<br>vrsta koje treba<br>pratiti | Lista invazivnih<br>vrsta                       |

Odgovor na pitanje A.5 koje se odnosi na potencijal širenja: **Visok**

Odgovor na pitanje A.6 o negativnom uticaju na autohtone vrste, staništa i ekosisteme:

**Visok**

Odgovor na pitanje A.7 o negativnom uticaju na poljoprivredu, hortikulturu ili šumarstvo:

**Nizak**

Odgovor na pitanje A.8 o dodatnim uticajima: **Nizak**

**A.9 - Ukupna nesigurnost za deo A EPPO procesa prioritizacije za invazivne biljke**

**Niska**

Prema datim ocenama vrsta *Aster lanceolatus* Willd. treba da bude uvrštena na:

**Listu invazivnih biljaka**

**DEO B: Šema procesa prioritizacije za identifikaciju invazivnih biljaka za koje je potrebna analiza rizika**

**B.1 - Da li se biljnom vrstom međunarodno trguje ili da li postoje drugi međunarodni putevi kojima biljka može biti introdukovana? Navesti puteve introdukcije kao potvrdu.**

**Da, barem jedana međunarodna putanja introdukcije je identifikovan.**

Ova vrsta može biti uneta putem rečnih i drugih koridora. Pored toga, može biti uvezena kao ukrasna vrsta.

**B.2 - Da li je rizik introdukcije ovim međunarodnim putanjama veći u odnosu na introdukciju prirodnim putanjama?**

**Ne.**

Ova vrsta je već prisutna na teritoriji Srbije.

**Zaključak DELA B:**

**Ova vrsta nije prioritet za EPPO Analizu rizika.**

**6.8. Predikcija rasprostranjenja vrste *A. lanceolatus***

Na osnovu distribucije vrste *A. lanceolatus* na 16 lokaliteta i varijabli predikcije (Tabela 46) dobijena je karta trenutne distribucije vrste *A. lanceolatus* (Karta 3), dok je buduća (potencijalna) distribucija vrste *A. lanceolatus* za period do 2080. godine prikazana na Karti 4.

Analizom podataka Republičkog hidrometeorološkog zavoda (RHMZ) i podataka dobijenih pomoću regionalnog modela za teritoriju Beograda (Tabela 44) zapaža se da će srednje mesečne temperature, u proseku, biti veće za 3,7 °C u slučaju scenarija A2. Najveće povećanje temperature je konstatovano u januaru, julu i avgustu (4,7 °C). U istom periodu, na godišnjem nivou očekuje se smanjenje godišnje sume padavina za 167,1 mm (Tabela 45). Najveće smanjenje sume padavina je konstatovano u avgustu (38,3 mm), a zatim u junu (34,7 mm).

Analizom podataka Republičkog hidrometeorološkog zavoda (RHMZ) i podataka dobijenih pomoću regionalnog modela za teritoriju Novi Sad za scenario A2 (Tabela 44), konstatovano je da će srednja mesečna temperatura u proseku biti veća za 3,7 °C. Najveće povećanje je konstatovano u januaru (5,0 °C), a zatim u julu (4,4 °C) i avgustu (4,3 °C). Pored toga, očekuje se smanjenje godišnje sume padavina za 97,4 mm (Tabela 45). Najveće smanjenje sume padavina je konstatovano u avgustu (37,3 mm), a zatim u junu (30,7 mm).

Nakon analize podataka Republičkog hidrometeorološkog zavoda (RHMZ) i podataka dobijenih pomoću regionalnog modela za teritoriju Smederevske Palanke za scenario A2 (Tabela 44), konstatovano je da će srednja mesečna temperatura u proseku biti veća za 4,2 °C. Najveće povećanje je konstatovano u januaru (5,3 °C), a zatim u avgustu (5,2 °C) i julu (5,1 °C). Analizom godišnje sume padavina, zapaža se da se najveće smanjenja padavina očekuje u junu (40,3 mm), kao i u avgustu (35,3 mm). Predviđeno smanjenja sume padavina na godišnjem nivou iznosi 120,2 mm (Tabela 45).

Tabela 44. Temperaturne normale za period 1961-1990. i predviđena temperatura za scenario A2 za period 2070-2100.

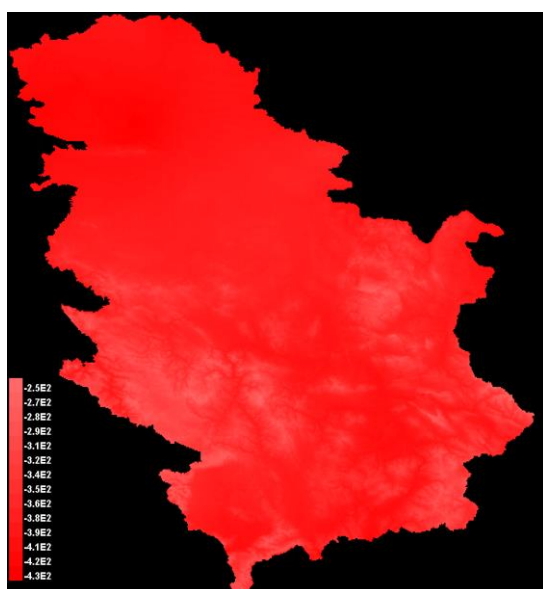
| Merna stanica      | Temperatura (°C)    | jan.  | feb. | mar.  | apr.  | maj   | jun   | jul   | avg.  | sep.  | okt.  | nov.  | dec. | god. prosek |
|--------------------|---------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------------|
| Beograd            | MODEL (2071.-2100.) | 5,14  | 6,35 | 10,37 | 15,30 | 19,34 | 23,82 | 26,49 | 26,13 | 21,25 | 16,09 | 11,05 | 5,73 | 15,59       |
|                    | RHMZ (1961.-1990.)  | 0,40  | 2,80 | 7,20  | 12,40 | 17,20 | 20,10 | 21,80 | 21,40 | 17,70 | 12,50 | 7,00  | 2,30 | 11,90       |
|                    | $\Delta$            | 4,74  | 3,55 | 3,17  | 2,90  | 2,14  | 3,72  | 4,69  | 4,73  | 3,55  | 3,59  | 4,05  | 3,43 | 3,69        |
| Novi Sad           | MODEL (2071.-2100.) | 3,98  | 5,27 | 9,33  | 14,36 | 18,71 | 23,19 | 25,54 | 24,94 | 20,11 | 15,00 | 9,71  | 4,44 | 14,55       |
|                    | RHMZ (1961.-1990.)  | -1,00 | 1,50 | 6,00  | 11,40 | 16,60 | 19,60 | 21,10 | 20,60 | 16,90 | 11,50 | 5,90  | 1,20 | 10,90       |
|                    | $\Delta$            | 4,98  | 3,77 | 3,33  | 2,96  | 2,11  | 3,59  | 4,44  | 4,34  | 3,21  | 3,50  | 3,81  | 3,24 | 3,65        |
| Smederevska Planka | MODEL (2071.-2100.) | 4,87  | 5,91 | 9,88  | 14,89 | 18,99 | 23,36 | 26,00 | 25,60 | 20,77 | 15,61 | 10,77 | 5,45 | 15,17       |
|                    | RHMZ (1961.-1990.)  | -0,40 | 2,00 | 6,30  | 11,50 | 16,30 | 19,30 | 20,90 | 20,40 | 16,70 | 11,20 | 6,20  | 1,60 | 11,00       |
|                    | $\Delta$            | 5,27  | 3,91 | 3,58  | 3,39  | 2,69  | 4,06  | 5,10  | 5,20  | 4,07  | 4,41  | 4,57  | 3,85 | 4,17        |
| Kruševac           | MODEL (2071.-2100.) | 2,28  | 3,73 | 8,03  | 12,87 | 16,86 | 21,04 | 23,46 | 23,42 | 18,78 | 13,86 | 9,04  | 3,39 | 13,06       |
|                    | RHMZ (1961.-1990.)  | -0,80 | 1,90 | 6,10  | 11,40 | 16,20 | 19,20 | 20,70 | 20,30 | 16,60 | 11,20 | 5,90  | 1,20 | 10,80       |
|                    | $\Delta$            | 3,08  | 1,83 | 1,93  | 1,47  | 0,66  | 1,84  | 2,76  | 3,12  | 2,18  | 2,66  | 3,14  | 2,19 | 2,26        |

Tabela 45. Suma padavina za period 1961-1990. i predviđena suma padavina za scenario A2 za period 2070-2100.

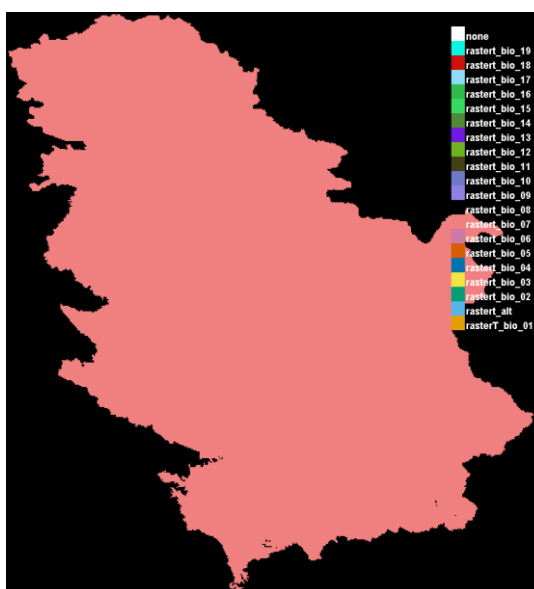
| Merna stanica      | Padavine (mm)       | jan.   | feb.  | mar.  | apr.  | maj    | jun    | jul    | avg.   | sep.   | okt.  | nov.  | dec.  | god. suma |
|--------------------|---------------------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-----------|
| Beograd            | MODEL (2071.-2100.) | 43,39  | 36,16 | 52,30 | 52,48 | 62,10  | 55,71  | 48,75  | 12,89  | 5,06   | 30,46 | 56,39 | 61,52 | 517,21    |
|                    | RHMZ (1961.-1990.)  | 49,30  | 44,40 | 49,50 | 58,80 | 70,70  | 90,40  | 66,50  | 51,20  | 51,40  | 40,30 | 54,30 | 57,50 | 684,30    |
|                    | $\Delta$            | -5,91  | -8,24 | 2,80  | -6,32 | -8,60  | -34,69 | -17,75 | -38,31 | -46,34 | -9,84 | 2,09  | 4,02  | -167,09   |
| Novi Sad           | MODEL (2071.-2100.) | 40,39  | 31,30 | 42,24 | 46,27 | 49,74  | 51,82  | 45,77  | 17,55  | 6,35   | 31,95 | 58,01 | 58,04 | 479,44    |
|                    | RHMZ (1961.-1990.)  | 37,80  | 34,80 | 40,70 | 46,80 | 56,90  | 82,50  | 61,20  | 55,30  | 35,90  | 34,80 | 45,90 | 44,20 | 576,80    |
|                    | $\Delta$            | 2,59   | -3,50 | 1,54  | -0,53 | -7,16  | -30,68 | -15,43 | -37,75 | -29,55 | -2,85 | 12,11 | 13,84 | -97,36    |
| Smederevska Planka | MODEL (2071.-2100.) | 39,90  | 36,91 | 56,19 | 47,46 | 59,82  | 50,68  | 50,84  | 11,29  | 23,91  | 33,25 | 51,26 | 54,51 | 516,02    |
|                    | RHMZ (1961.-1990.)  | 44,40  | 39,90 | 46,90 | 50,00 | 69,90  | 91,00  | 58,90  | 46,60  | 47,50  | 39,80 | 52,50 | 48,80 | 636,20    |
|                    | $\Delta$            | -4,50  | -2,99 | 9,29  | -2,54 | -10,08 | -40,32 | -8,06  | -35,31 | -23,59 | -6,55 | -1,24 | 5,71  | -120,18   |
| Kruševac           | MODEL (2071.-2100.) | 28,19  | 36,66 | 56,93 | 50,98 | 64,59  | 49,06  | 48,39  | 5,04   | 30,09  | 42,92 | 52,63 | 53,43 | 518,92    |
|                    | RHMZ (1961.-1990.)  | 43,90  | 39,40 | 44,10 | 56,40 | 78,80  | 86,00  | 58,60  | 45,10  | 44,20  | 38,30 | 57,70 | 55,00 | 647,50    |
|                    | $\Delta$            | -15,71 | -2,74 | 12,83 | -5,42 | -14,21 | -36,94 | -10,21 | -40,06 | -14,11 | 4,62  | -5,07 | -1,57 | -128,58   |

Analizom podataka Republičkog hidrometeorološkog zavoda (RHMZ) i podataka dobijenih pomoću regionalnog modela za teritoriju Kruševca (Tabela 44) zapaža se da će srednje mesečne temperature, u proseku, biti veće za 2,3 °C u slučaju scenarija A2. Najveće povećanje temperature je konstatovano u januaru, avgustu i septembru (3,1 °C). U istom periodu, na godišnjem nivou očekuje se smanjenje godišnje sume padavina za 128,6 mm (Tabela 45). Najveće smanjenje sume padavina se predviđa u avgustu (40,1 mm), a zatim u junu (36,9 mm).

Nakon što su početni modeli pokrenuti sa svim bioklimatskim varijablama predikcije, utvrđena je varijabla koja je uticala na pouzdanost modela. Karta 1 prikazuje multivarijantnu sličnost površina (eng. *MESS – multivariate similarity surface*), gde su crvenom bojom obeležene površine sa odstupanjima varijabli (Elith et al., 2010). Analizom Karte 2 utvrđeno je da je u ovom slučaju to godišnji temperaturni opseg (Bio 7), odnosno da opseg ove varijable značajno odstupa od opsega koji je dobijen treniranjem modela. Vrednosti godišnjeg temperaturnog opsega za period 2061-2080. godine su potpuno različite od opsega za period 1961-1990. godine i to ukazuje na veliku promenu klime u smislu kolebanja godišnjih temperatura. Kako dovodi do smanjivanja pouzdanosti modela, ova varijabla je isključena iz daljeg modelovanja.



Karta 1. Multivarijantna sličnost površina (eng. *MESS – multivariate similarity surface*)



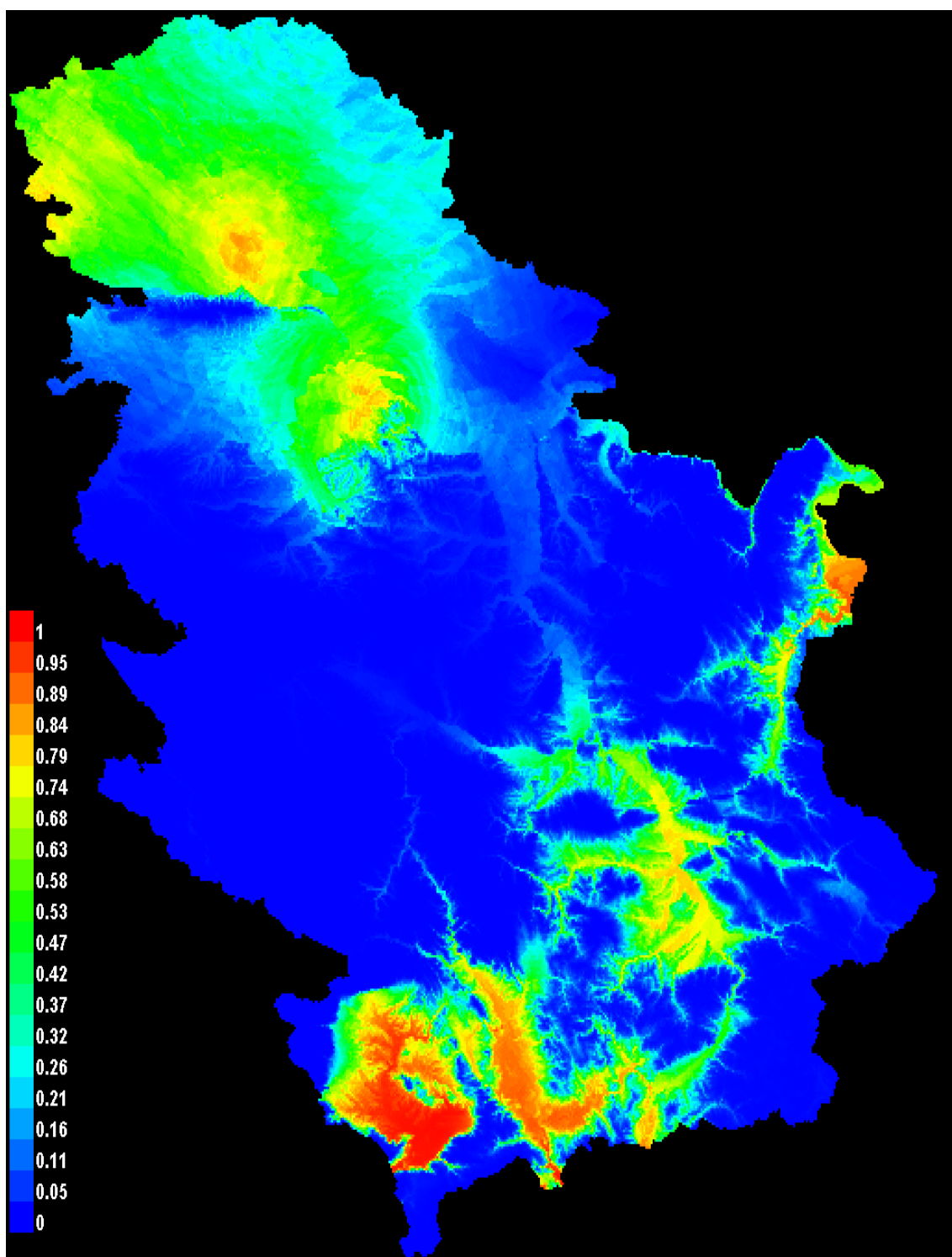
Karta 2. Odstupanje varijable Bio 7 od opsega modela

Prosečna AUC vrednost je iznosila 0,872 ( $\pm 0,047$ SD), što pokazuje da je pouzdanost modela visoka.

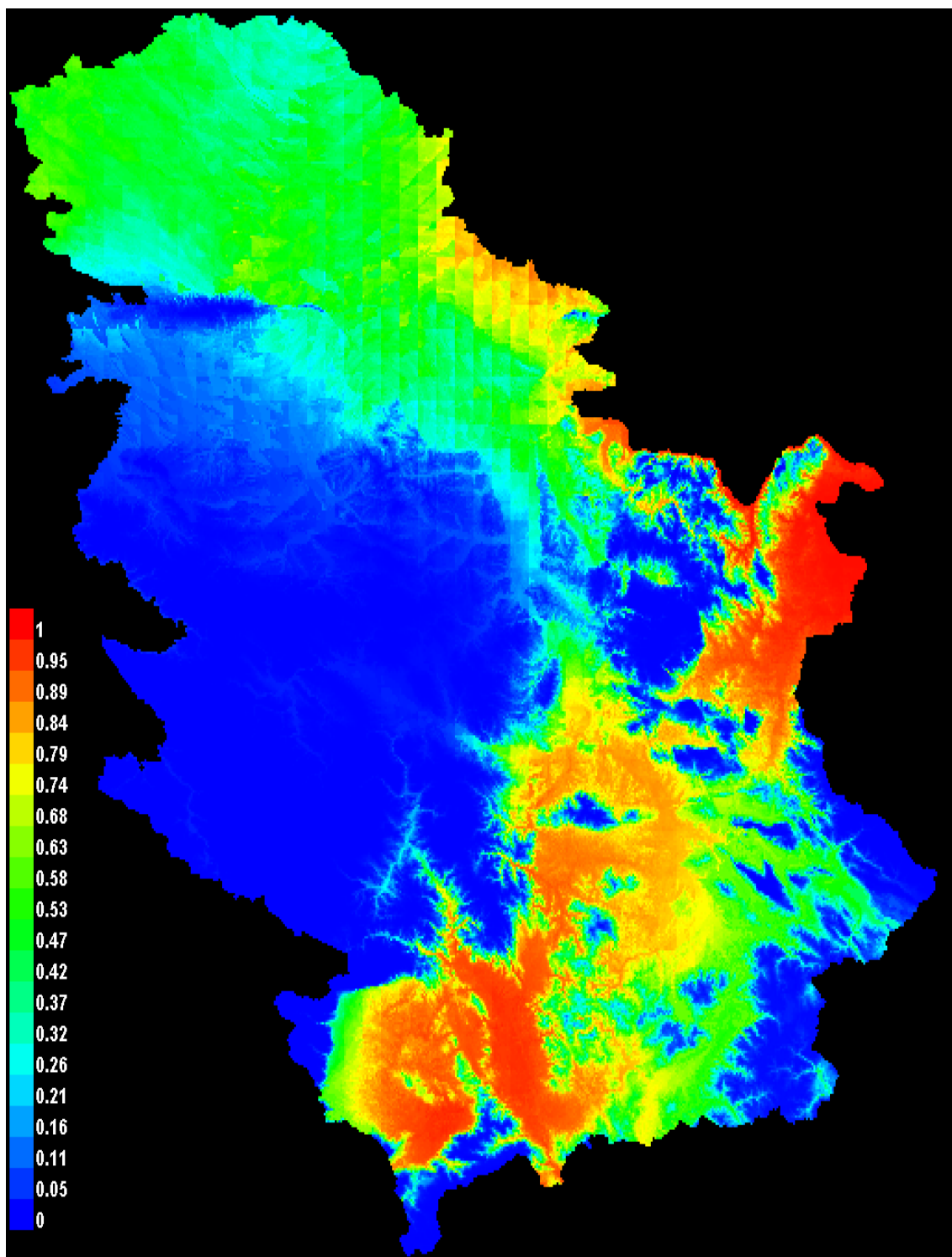
Prediktivne karte pokazuju rasprostranjenost vrste *A. lanceolatus* (Karta 3 i 4) u odnosu na pogodnost klimatskih i stanišnih parametara za ovu vrstu. Toplije boje označavaju staništa sa većom pogodnošću. Crvenom bojim su prikazani najpovoljniji stanišni uslovi, a plavom najmanje pogodni.

Na Karti 3 se zapaža da se staništa sa najpovoljnijim trenutnim klimatskim uslovima za razvoj vrste *A. lanceolatus* nalaze uz tokove većih reka. Najpovoljnija potencijalna staništa ove vrste se nalaze na Kosovu i Metohiji uz rečne tokove Belog Drima, Kline i Sitnice, zatim u istočnom delu Srbije u Zaječarskom i Borskom okrugu u slivu reke Timok. Pogodna staništa za razvoj ove vrste se nalaze i na severu Srbije, tačnije na području Beograda sa okolinom i u Vojvodini uz reke Dunav i Tisu. Pored toga, na jugu Srbije, zapažaju se pogodna staništa uz sliv reke Južne Morave, kao i u okolini ušća Južne i Zapadne Morave.

Karta pogodnosti staništa za vrstu *A. lanceolatus*, za period do 2080. godine (Karta 4) prikazuje da se najpovoljnija staništa nalaze na istoku Srbije u slivu reke Timok, kao i uz istočnu granicu Srbije, odnosno reku Dunav. U odnosu na predikciju povoljnosti staništa za sadašnje klimatske uslove, na jugu Srbije, uz sliv Južne Morave i u delu Zapadne Morave u blizini ušća povoljnost staništa je veća pri predikciji za period do 2080. godine. Pogodnost staništa u Vojvodini i Beogradu sa okolinom je manja u odnosu na sadašnjju. Izuzetak je istočni deo Južnobanatskog okruga gde se pogodnost povećava. Stanišna pogodnost raste i uz tok Velike Morave.



Karta 3. Prediktivna karta trenutne pogodnosti staništa za vrstu *Aster lanceolatus*



Karta 4. Prediktivna karta pogodnosti staništa za vrstu *Aster lanceolatus* u odnosu na scenario A2

U tabeli 46 prikazane su relativne vrednosti doprinosa pojedinih varijabli predikcije modelu.

Tabela 46. Relativni doprinosi modelu i permutacijska značajnost varijabli

| Varijabla predikcije | Procenat doprinosa modelu | Permutacijski značaj |
|----------------------|---------------------------|----------------------|
| Bio 4                | 39,7                      | 15,6                 |
| Bio 9                | 21,7                      | 2,2                  |
| Bio 18               | 8,6                       | 49,4                 |
| Bio 5                | 8,3                       | 19,3                 |
| Bio 15               | 7,6                       | 2,3                  |
| Bio 10               | 4,6                       | 1,2                  |
| Bio 8                | 3,8                       | 0,0                  |
| Bio 16               | 1,9                       | 0,0                  |
| Bio 1                | 1,5                       | 0,0                  |
| Bio 11               | 1,1                       | 0,0                  |
| Bio 19               | 0,9                       | 9,2                  |
| Bio 14               | 0,2                       | 0,0                  |
| Nadmorska visina     | 0,1                       | 0,8                  |
| Bio 12               | 0,1                       | 0,0                  |
| Bio 2                | 0,0                       | 0,0                  |
| Bio 17               | 0,0                       | 0,0                  |
| Bio 3                | 0,0                       | 0,0                  |
| Bio 6                | 0,0                       | 0,0                  |
| Bio 13               | 0,0                       | 0,0                  |

Kao najznačajnije varijable pri modelovanju potencijalnog staništa vrste *A. lanceolatus*, izdvojile su se sezonska temperatura (Bio 4) i srednja temperatura najsuvljeg kvartala (Bio 9). Kao varijable sa nešto manjim doprinosom ističu se padavine najtoplijeg kvartala (Bio 18), maksimalna temperatura najtoplijeg meseca (Bio 5), sezonska padavine (Bio 15), srednja temperatura najtoplijeg kvartala (Bio 10) i srednja temperatura najvlažnijeg kvartala (Bio 8). Zatim slede padavine najvlažnijeg kvartala (Bio 16), srednja godišnja temperatura (Bio 1) i srednja temperatura najhladnijeg kvartala (Bio 11). Varijable sa udelom ispod 1% su padavine najhladnijeg kvartala (Bio 19), padavine najsuvljeg meseca (Bio 14), nadmorska visina lokaliteta i godišnja suma padavina (Bio 12). Ostale varijable nisu imale značaj pri izradi potencijalnih staništa.

## 7. DISKUSIJA

### 7.1. Fitocenološka analiza

Fitocenološka istraživanja su pokazala da su istraživani lokaliteti floristički siromašni. Broj vrsta na lokalitetima se kretao od 14 do 39. Najveći broj vrsta (21) pripada porodici Poaceae, a zatim porodica Compositae (16). Ovakav rezultat je bio i očekivan s obzirom da su ove dve porodice najzastupljenije u flori Srbije, i s obzirom na to da su istraživane zajednice bile livadskog tipa. Sa više od 5 taksona izdvajaju se porodice Fabaceae, Lamiaceae, Rosaceae, Salicaceae, Polygonaceae i Oleaceae.

Na istraživanim lokalitetima prevlađuju florni elementi iz grupe širokog rasprostranjenja. Na većini lokaliteta najzastupljeniji su evrozajski florni elementi što je u skladu sa velikom zastupljenošću ovih elemenata u flori Srbije. Na lokalitetima Zapadna Morava, Ada Međica, Velika Morava, Sremski Karlovci, Makiš, Jakovo i Beška se zapaža veće učešće adventivnih flornih elemenata što ukazuje na nestabilnost ovih zajednica i prisustvo invazivnih vrsta (Čavlović *et al.*, 2012; Čavlović, 2017).

Životna forma obuhvata grupu biljaka sa sličnim morfološkim karakteristikama koje predstavljaju adaptaciju na uslove spoljašnje sredine (Kojić *et al.*, 1997). Prema Raunkiaer (1934) životne forme predstavljaju dobre indikatore klimatskih uslova (Kojić *et al.*, 1997). Rezultati su pokazali da su u istraživanim zajednicama najzastupljenije hemikriptofite, što je i bilo očekivano jer su istraživane livadske zajednice formirane od zeljastih biljaka (Obratov-Petković i Bjedov, 2017), pored toga hemikriptofite čine procentualno najbrojniju grupu životnih formi u Srbiji (Diklić, 1984). Na većem broju lokaliteta, u značajnom procentu su prisutne i fanerofite. Pored toga, zastupljenos geofita, koja je na većini lokaliteta oko ili preko 15%, ukazuje na mezofilni karakter zajednica (Obratov-Petković i Bjedov, 2017). Procenat terofita je bio oko 10% što je u skladu sa činjenicom da su istraživani lokaliteti otvorene površine, zaparloženi i zapušteni tereni u blizini naselja (Diklić, 1984, Obratov-Petković i Bjedov, 2017).

Vrednosti Sorensenovog indeksa sličnosti su pokazale da ne postoji velika sličnost u florističkom sastavu istraživanih zajednica. Izračunati koeficijent je pokazao veću sličnost između flore Ada Međice i Makiša, što može biti posledica male udaljenosti ovih

lokaliteta. Takođe, poređenje lokaliteta Kranjača i Kumodraž, lokaliteta Veliko ratno ostrvo sa Beškom, Makišom i Krnjačom, kao i lokaliteta Beška sa Sremskom Kamenicom i Sremskim Karlovcima je pokazalo da su ovi parovi lokaliteta najbližiji i da imaju između 40% i 53% zajedničkih vrsta. Između drugih lokaliteta zapažena je manja sličnost. Mala floristička sličnost između ovih lokaliteta može biti posledica izraženog antropogenog uticaja i degradacije prirodne potencijalne vegetacije. Pored toga, različiti načini korišćenja istraživanih površina, kao i blizina linearnih koridora su uticali na smanjenje florističke sličnosti istraživanih staništa.

Vrsta *Aster lanceolatus* pripada grupi najagresivnijih invazivnih biljaka (Jedlička, i Prach, 2006; Lazarević *et al.*, 2012). *A. lanceolatus* je klonalna vrsta, što doprinosi njenom intenzivnom širenju na područjima koja nisu njen prirodan areal. Pored toga, ova vrsta produkuje veliki broj malih semena koja se raznose vetrom i vodom, veoma lako i na velike udaljenosti.

Sa druge strane, uspešnost invazivne vrste da se širi zavisi i od tipa staništa. Neka staništa su u značajnoj meri podložnija invaziji u odnosu na druga (Alpert *et al.*, 2000). Kada je reč o autohtonim zajednicama u grupu staništa koja su podložnija invaziji spadaju priobalna staništa (DeFerrari i Naiman 1994; Planty-Tabacchi *et al.*, 1996; Fleischmann 1997; Kotanen *et al.*, 1998; Stohlgren *et al.*, 1998). Lokaliteti koji su proučavani u ovoj disertaciji spadaju u takvu grupu staništa ili se nalaze u njihovoj neposrednoj blizini. Zbog toga, ovo se može navesti kao jedan od faktora koji omogućuje širenje istraživane vrste *Aster lanceolatus*. Značajna je i činjenica da priobalna staništa mogu biti mesta sa kojih počinje širenje invazivnih vrsta ka drugim manje vlažnim staništima koja se nalaze u njihovoj blizini. Do ovog zaključka došli su Richardson *et al.* (2007) proučavajući širenje invazivne vrste *Heracleum mantegazzianum* Sommier & Levier. Istovremeno priobalna staništa se odlikuju velikom vlažnošću zemljišta, a upravo su vlažni ekosistemi veoma skloni naseljavanju invazivnim vrstama jer predstavljaju trase kojima se raznose propagule vrsta (Pyšek i Prach, 1993).

Antropogeni uticaj je jedan od faktora koji utiče na podložnost invaziji prirodnih staništa. U poglavlju Rezultati navedeno je da su zajednice na proučavanim lokalitetima u značajnoj meri degradirane usled intenzivne antropopresije, pa je ovo još jedan faktor koji pogoduje širenju istraživane invazivne vrste.

Degradacija staništa uslovljava i fragmentaciju istih. Veliki broj autora (Vitousek *et al.*, 1997; Watkins *et al.*, 2003; Hansen i Clevenger, 2005) ističe da su fragmentisana staništa podložna biološkim invazijama. Fragmentacija staništa je uočljiva na svim istraživanim lokalitetima.

U blizini svih proučavanih lokaliteta, postoji jedan ili nekoliko tipova linearnih koridora. Svi lokaliteti nalaze se uz reku ili u njenoj neposrednoj blizini. Pored reke u blizini lokaliteta su magistralni ili lokalni putevi. Linearni koridori, kao što su reke, kanali, putevi i železničke pruge se često posmatraju kao putevi koji olakšavaju kretanje različitih vrsta kroz manje pogodna staništa i time utiču na održanje populacija (Van Der Windt i Swart, 2008). Ipak, takvi koridori mogu i da utiču na širenje invazivnih vrsta (Hulme, 2006, 2009). Na lokalitetu Beočin guste populacije vrsta *Aster lanceolatus* nalaze se posebno u pojasu širine od oko 30 m uz reku. Na lokalitetu Beška invazivne vrste: *Sorghum halepense*, *Robinia pseudoacacia*, *Ailanthus altissima* i *Acer negundo* razvijaju se uz ivicu lokaliteta koji se nalazi duž lokalnog puta. Uz ivicu šume na lokalitetu Makiš zabeležena je invazivna vrsta *Acer negundo*. Na lokalitetu Tamiš duž rečnog kanal zabeležena je dominacija invazivnih vrsta *Amorpha fruticosa* i *Aster lanceolatus*, koje su u tom delu lokaliteta potpuno potisnule autohtonu floru. Proučavana vrsta *A. lanceolatus*, na lokalitetu Velika Morava, u najvećem broju i sa gustim populacijama, se javlja duž granice lokaliteta, odnosno uz ivicu šume, uz njivu i uz put. Pored prirodnih koridora, proučavani lokaliteti se nalaze uz ili u blizni putnih koridora. Prema Gelbard i Belnap (2003), Hansen i Clevenger (2005) uz putne koridore, na različitim staništima, javlja se veliki broj invazivnih vrsta što pokazuje da su ivice koridora pogodna mikrostaništa za razvoj mnogih invazivnih vrsta

Visoki vodostaj koji se javlja periodično dovodi do nestanka postojeće vegetacije, kao i do povećanja količine dostupnih resursa čime se stvara prostor i uslovi za naseljavanje novih vrsta (Richardson *et al.*, 2007). Od proučavanih lokaliteta, u zoni plavljenja se nalaze Ada Medica, Veliko ratno ostrvo, Jakovo i Slankamen.

U kojoj meri će određeno stanište biti podložno invaziji zavisi i od diverziteta zajednice. Floristički bogatije zajednice su manje podložne invaziji u odnosu na one koje su floristički siromašnije (Tilman 1997, Case 1991). Na najvećem broju lokaliteta, koji su proučavani, antropogeni uticaj uslovio je značajnu degradaciju prirodne potencijalne vegetacije što je rezultiralo siromašnim florističkim sastavom. U tom smislu, može se

primetiti da je ovo još jedan faktor koji pogoduje širenju invazivnih vrsta na istraživanim lokalitetima, a pre svega širenju vrste *A. lanceolatus* koja na većini proučavanih lokaliteta ima apsolutnu dominaciju u odnosu na ostale vrste.

Prema dobijenim rezultatima, vrsta *A. lanceolatus* se ne javlja kao dominantna vrsta na četiri lokaliteta: Živača, Tamiš, Velika i Zapadna Morava. Na ostalim lokalitetima ova vrsta je dominantna u proučavanim zajednicama. Ovi lokaliteti, izuzev lokaliteta Jakovo su smešteni u urbanoj zoni. Lokalitet Jakovo pripada suburbanoj zoni. Poznato je da su urbane i suburbane zone centri širenja invazivnih vrsta (Von der Lippe i Kowarik, 2008). Iz ovih zona invazivne vrste se zatim šire u ruralna područja. U skladu sa tim može se pretpostaviti da su lokaliteti u urbanoj zoni Vojvodine i Beograda centri širenja vrste *A. lanceolatus*, a da je ona dalje nastavila svoje širenje ka ruralnim područjima u koja spadaju lokaliteti na kojima je zabeležena manja brojnost i socijalnost vrste. U prilog ovoj pretpostavci ide i tvrdnja Säumel i Kowarik (2010) da se seme, prilagođeno za rasejavanje vetrom, brzo transportuje rečnim koridorima. Isti autori navode da na ovaj način reke povezuju urbana naselja, koja su često tačke od kojih počinje širenje invazivnih vrsta, sa prirodnim staništima koja se nalaze nizvodno.

## **7.2. Sadržaj elemenata u biljkama i uticaj na osnovna fizička i hemijska svojstva zemljišta**

Objavljena istraživanja pokazuju da zahvaljujući osobinama koje se razlikuju od osobina autohtonih vrsta, neke invazivne biljke uslovljavaju promene u fizičkim i hemijskim karakteristikama zemljišta (Ehrenfeld, 2003, 2010; Corbin i D'Antonio, 2012). Ove osobine invazivnih biljaka uključuju povećanje intenziteta fotosinteze i veću koncentraciju hranljivih materija u biljnom tkivu (Williamson i Fitter, 1996; Baruch i Goldstein, 1999), veću proizvodnju nadzemne biomase (Dassonville *et al.*, 2007), biljne ostatke koji se brže raspadaju (Liao *et al.*, 2008), simbiotičke odnose sa mikoriznim gljivama i drugim zemljišnim organizmima (Wolfe i Klironomos, 2005), kao i produkciju alelopatskih jedinjenja (Hierro i Callaway, 2003; Callaway i Ridenour, 2004; Lorenzo *et al.*, 2013). Dassonville *et al.* (2008) naglašavaju da je pravac i obim promena u hemijskim svojstvima zemljišta povezan sa hemijskim osobinama zemljišta pre invazije. Ova varijabilnost uticaja naglašava značaj ekološkog konteksta u razumevanju i predviđanju uticaja invazivnih vrsta na ekosisteme (Ehrenfeld, 2010).

Vrsta *A. lanceolatus* naseljava zemljišta lakšeg mehaničkog sastava, ali uspeva i na zemljištu nešto težeg mehaničkog sastava (sadržaj ukupne gline preko 60%). Na osnovu analiziranih rezultata istraživanja može se zaključiti da vrsta *A. lanceolatus* pretežno naseljava zemljišta koja pripadaju redu hidromorfniha zemljišta, odnosno klasi nerazvijeno hidromorfniha, tipa aluvijalnih zemljišta (fluvisol) i klasi glejnih zemljišta, odnosno tipu ritska crnica, a u manjem procentu naseljava zemljišta koja pripadaju redu automorfniha zemljišta i to kalsi humusno-akumulativnim zemljištima, tipa smonica i klasi kambičnih zemljišta, tipa eutrično smeđe zemljište.

Odgovarajuće koncentracije dostupnih mikroelemenata su od vitalnog značaja za ishranu biljaka, a njihova dostupnost zavisi od mobilnosti, porekla, ukupnog sadržaja i oblik u kome se javljaju u zemljištu, kao i od biljne vrste (Kabata-Pendias, 2011; Belanović *et al.*, 2012.). Istraživanje zemljišta u ovoj doktorskoj disertaciji je zasnovano na hipotezi da postoje razlike u svojstvima zemljišta pre i posle naseljavanja invazivni biljaka (Walker i Smith, 1997). Poređenje gornjih slojeva zemljišta, na kome rastu invazivne biljke i slojeva zemljišta na kome je zastupljena prirodna vegetacija pokazuje uticaj invazivnih vrsta na neke osobine zemljišta (Kourtev *et al.*, 1999; Vanderhoeven *et al.*, 2006). Početna istraživanja su pokazala da vrsta *A. lanceolatus* utiče na neke osobine zemljišta (Obratov-Petković *et al.*, 2016).

Istraživanja različitih autora su identifikovala promenu pH vrednosti zemljišta kao rezultat naseljavanja invazivnih vrsta. Kourtev *et al.* (1998, 1999) i Ehrenfeld *et al.* (2001) su utvrdili povećanu pH vrednost u zemljištima pod invazivnim biljkama. Nasuprot njima, Boswell i Espie (1998), Scott *et al.* (2001) i Collins i Jose (2008) su zabeležili nižu pH u zemljištima pod invazivnim vrstama. Pored toga, Maurel *et al.* (2010) su pokazali da invazivna vrsta *Reynoutria japonica* Houtt. nema uticaj na pH zemljišta.

Rezultati istraživanja u ovoj disertaciji su pokazali da vrsta *A. lanceolatus* pretežno naseljava zemljišta slabo alkalne do srednje alkalne reakcije. Razlike u pH vrednosti između zemljišta pod invazivnom vrstom i prirodnom vegetacijom su bile malobrojne, pa se može zaključiti da vrsta *A. lanceolatus* ima mali uticaj na pH vrednost zemljišta. U vezi aspekta mineralne ishrane na alkalnim zemljištima karakteristična je smanjena pristupačnost nutrijenata kao što su P, Fe, Zn, Mn, Cu. Biljne koje su adaptirane na ovakvim zemljištima poseduju mehanizme za mobilizaciju nutrijenata, koju prati i povećana produkcija biomase. Nešto veći uticaj vrste je zabeležen na električni

konduktivitet (EC) zemljišta, koji je bio značajno veći u zemljištu pod ovom vrstom na 4 lokaliteta. Ovi rezultati su u skladu sa činjenicom da vrsta *A. lanceolatus* ima veću biomasu, gušći sklop i veću brzinu rasta u poređenju sa autohtonim vrstama koje se javljaju na istom području. Simberloff i Von Holle (1999) objašnjavaju da je EC zemljišta povezana sa hemijskim supstancama koje dospevaju u zemljište. Povećana električna konduktivnost ukazuje na povećanje koncentracije elektrolita u zemljišnom rastvoru tj. na zastupljenost jedinjenja u jonskom obliku. Ona može biti posledica povećane prisupačnosti nutrijenata. Treba imati na umu da neelektroliti ne mogu direktno uticati na EC. U tkivu vrste *A. lanceolatus* utvrđeno je prisustvo različitih alelopatskih jedinjenja, kao što su germakren D, biociklogermakren, derivati umbeliferona, kampferol i flavonoidkvercetin (Chmielewski i Semple, 2001). Pored toga, rezultati ove disertacije su takođe potvrdili prisustvo 14 fenolnih jedinjenja u biljnim organima ove vrste. Imajući ovo u vidu, moguće je da je EC analiziranog zemljišta povećana uticajem eksudata korena, kao i jedinjenja koja se oslobađaju tokom procesa razlaganja biljnih ostataka vrste *A. lanceolatus*. Smanjenje električne konduktivnosti u zemljištu na kome je rasla vrsta *A. lanceolatus* je teško objasniti. Moguće je da je ovo posledica brzog rasta, intenzivne fotosinteze, usvajanja makro i mikro elemenata koje je obilnije, a to dovodi do njihovog smanjenog sadržaja u zemljištu i snižavanja električne konduktivnosti. S druge strane razlaganje, tj. humifikacija i mineralizacija nadzemnih ostataka posle sušenja u jesen traje duže tako da količina usvojenih nutrijenata ne može da se nadoknadi, a sve ovo je u tesnoj vezi sa uslovima staništa kao što je temperatura zemljišta, sadržaj kiseonika, količina mikroorganizama, humifikatora i mineralizatora, pH i dr. Antropogeno zagađenje, karakteristike lokaliteta, floristički sastav i starost zajednice su neki od faktora koji bi mogli da budu odgovorni za ovakve rezultate. Viša vrednost EC na lokalitetu Slankamen u poređenju sa drugim lokalitetima je najverovatnije posledica podzemnih izvora koji su bogati solima Na.

Brojna istraživanja su pokazala da invazivne biljke uslovljavaju povećanje sadržaja i dostupnost hranljivih materija u zemljištu u poređenju sa ekosistemima u kojima nema invazivnih vrsta, dok druge studije pokazuju suprotan obrazac (Weidenhamer i Callaway, 2010). Uticaj introdukovanih vrsta varira u zavisnosti od staništa i uslova na staništu.

Biljni ostaci i eksudati korena menjaju zemljište, a potencijal za skladištenje i zadržavanje zemljišnih nutrijenata, kao i ukupna količina nutrijenata se vremenom

povećava. Organski ostaci mnogih invazivnih biljaka se brže razlažu u poređenju sa ostacima autohtonih biljaka (Ehrenfeld, 2003). Uži odnos C/N i lignin/N, kao i veća količina azota u tkivu i ostacima invazivnih biljaka utiče na povećanje brzine raspadanja biljnih ostataka što utiče na povećano kruženje nutrijenata u ekosistemu (Liao *et al.*, 2008). Ipak, zapažene su i vrste koje stvaraju organske ostatke slabijeg kvaliteta u odnosu na ostatke autohtonih biljaka. Dassonville *et al.*, (2008) su utvrdili da listovi i stabljike vrste *Reynoutria japonica* imaju nizak sadržaj azota, a samim tim širok C/N odnos, dok odnos lignin/N ukazuje da se organski ostaci ove vrste razlažu sporije, u poređenju sa autohtonim vrstama na istom području. Koncentracija azota se tokom procesa razlaganja biljnih ostataka *R. japonica* povećava, dok količina ugljenika ostaje ista, što je posledica fiksacije azota, čime se sadržaj azota u zemljištu povećava i bez obzira što su organski ostaci siromašni nutrijentima.

Sadržaj azota u zemljištu istraživanih lokaliteta je bio iznad 0,1%, izuzev na lokalitetu Zapadna Morava u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom, što pokazuje da ova zemljišta pretežno imaju zadovoljavajući sadržaj azota, odnosno na pojedinim lokalitetima sadržaj ovog elementa može biti okarakterisan kao bogat ili vrlo bogat. Rezultati istraživanja su pokazali da vrsta *A. lanceolatus* nije imala veliki uticaj na sadržaj ukupnog azota u zemljištu. Odnos C/N u zemljištu je bio uzak što pokazuje da su uslovi za razlaganje organskih ostataka i prevođenje N u oblike dostupne biljkama bili povoljni. Uži C/N odnos utvrđen je u zemljištu u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* na dva lokaliteta. Organski ostaci vrste *A. lanceolatus* nisu značajno uticali na stanje N u zemljištu, međutim u sadržaju organske materije je utvrđena razlika. Sadržaj azota u listovima vrste *A. lanceolatus* je na 2 lokaliteta bio veći u poređenju sa sadržajem u listovima prirodne vegetacije, na jednom lokalitetu primećen je obrnuto, dok na ostalim lokalitetima nije bilo razlike u sadržaju azota. Optimalan sadržaj N u listovima različitih vrsta se kreće u granicama od 20-55 g/kg (Kastori *et al.*, 2006), dok se prema Barker i Pilbeam (2010) optimalan sadržaj azota u tkivu perena kreće od 22-38 g/kg. Sadržaj azota u analiziranim listovima vrste *A. lanceolatus* se kretao od 16,45 g/kg do 39,78 g/kg, pa se u odnosu na napred spomenute kriterijume sadržaj ovog elementa na pojedinim lokalitetima može posmatrati kao deficitaran. Poređenjem sadržaja azota u vrstama *A. lanceolatus* i *Solidago canadensis* L., Schmid i Bazzaz (1994) su utvrdili da vrsta *A. lanceolatus* ima manji sadržaj N, listove koji traju kraće, ali da je efikasnost korišćenja

azota kod ove vrste veća. S obzirom na ovo, mali uticaj vrste *A. lanceolatus* na ukupan sadržaj N u zemljištu je bio očekivan.

Veći sadržaj fosfora u zemljištu je često povezan sa razvojem invazivnih biljaka, ali nije jasno da li invazivnim vrstama više pogoduju mikrostaništa sa većim sadržajem zemljišnog fosfora ili one povećavaju količinu dostupnog fosfora u zemljištu (Weidenhamer i Callaway, 2010). Dassonville *et al.* (2008) su utvrdili da je količina pristupačnog fosfora porasla u zemljištu na kome je formirana populacija vrste *Solidago gigantea* Aiton. Ovo povećanje je objašnjeno smanjenjem pH vrednosti u zemljištu na kome su se razvijale invazivne biljke, što dovodi do povećane rastvorljivosti organskog fosfora. Takođe, količina fosfora je veća u biljnim ostacima vrste *S. gigantea* u poređenju sa prirodnom vegetacijom, pa je i količina fosfora koja se vraća u zemljište veća na mestima gde raste ova invazivna vrsta. Pored toga, *S. gigantea* usvaja veliku količinu fosfora i ima veliku podzemnu biomasu, koja se brzo raspada čime se nastavlja kruženje ovog elementa.

Sadržaj lako pristupačnog fosfora ( $P_2O_5$ ) u istraživanom zemljištu u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus*, u skoro 70% ispitanih uzoraka je bio visok ( $>20$  mg/100g), dok je u zemljištu u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom visok sadržaj konstatovan u 56% analiziranih uzoraka. Poređenje sadržaja u zemljištu u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* i u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom je pokazalo statistički značajno veći sadržaj  $P_2O_5$  u zemljištu pod invazivnom vrstom na 5 lokaliteta, dok je na jednom lokalitetu zabeležen manji sadržaj u zemljištu u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom. Optimalan sadržaj ukupnog P u zeljastim biljkama se kreće približno od 2000-5000 mg/kg. Iz ovoga proizilazi da je sadržaj P u biljnom tkivu ispitivanih vrsta bio u granicama optimalnog sadržaja. Takođe, rezultati su pokazali da je vrsta *A. lanceolatus* pretežno vršila translokaciju ovog elementa u nadzemni deo, dok je na lokalitetu Živača, Slankamen i Beočin translokacija P bila veća u podzemni deo. Na 4 lokaliteta, sadržaj P je bio značajno veći u nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus*, dok je na 2 lokaliteta bio značajno manji. Najveći sadržaj P u nadzemnoj biomasi (5153,06 mg/kg) vrste *A. lanceolatus* je zabeležen na lokalitetu Živača, na kome je sadržaj  $P_2O_5$  u zemljištu bio vrlo nizak ( $<10$  mg/100g). Ovaj podatak može da ukaže da vrsta *A. lanceolatus* poseduje mehanizme kojima povećava dostupnost nutrijenata koji se u zemljišnom rastvoru nalaze u manjim količinama, kao npr. na lokalitetima Beška i Sremski Karlovci na kojima je

utvrđen veći sadržaj P u nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* iako su zemljišta bila jako karbonatna, a samim tim i pristupačni fosfor ograničen. Kada raste u zemljištu sa niskim sadržajem pristupačnog P, vrsta *Vicia faba* L. eksudacijom malata i citrata utiče na pH vrednost zemljišta u kome raste i na taj način povećava pristupačnost fosfora (Weidenhamer i Callaway, 2010) što je veoma značajno. Isti autori navode i da pored karboksilata, eksudacija različitih polifenola i enzima takođe može da utiče na povećanje sadržaja dostupnog fosfora.

Sadržaj pristupačnog kalijuma ( $K_2O$ ) u proučavanim zemljištima je u 69% uzoraka zemljišta u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* bio visok ( $>20$  mg/100g), dok je u zemljištu u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom visok sadržaj konstatovan u 63% analiziranih uzoraka. Analiza razlika u sadržaju  $K_2O$  u zemljištu pod invazivnom vrstom i prirodnom vegetacijom je pokazala veliku varijabilnost. Poređenje sadržaja u zemljištu u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* i u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom je pokazalo statistički značajno veći sadržaj  $K_2O$  u zemljištu pod invazivnom vrstom na 31,2% lokaliteta, dok je u istom % utvrđeni manji, a približan sadržaj  $K_2O$  je konstatovan na 37,5 % lokaliteta. Optimalan sadržaj kalijuma u biljkama se kreće od 1,5-7% u suvoj materiji (Kastori *et al.*, 2006). Prema ovim kriterijumima sadržaj kalijuma u nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* je bio u granici optimalne koncentracije, dok je u prirodnoj vegetaciji, na tri lokaliteta (Košutnjak, Veliko ratno ostrvo, Jakovo i Slankamen) sadržaj ovog biogenog elementa bio nešto niži od optimalnih koncentracija. Collins i Jose (2009) su utvrdili da je u zemljištu pod invazivnom vrstom *Imperata cylindrica* (L.) P.Beauv., sadržaj kalijuma bio manji u poređenju sa zemljištem na kome se razvijala prirodna vegetacija. Ovi rezultati su objašnjeni postojanjem mikorize i velike mreže rizoma sa vlaknastim korenovim sistemom koji uspeva da koristi kalijum koji je smešten u međuslojevima gline. Vrsta *A. lanceolatus* stupa u simbiozu sa mikoriznim gljivama (Štajerová *et al.*, 2009) i to može biti razlog za povećano usvajanje kalijuma.

Koncentracija ukupnog kalcijuma i magnezijuma (1000-10000 mg/kg) se u alkalnim, karbonatnim zemljištima uvek nalazi u dovoljnim količinama za biljke, odnosno nije u deficitu (Barker i Pilbeam, 2010). Rezultati ispitivanja sadržaja ovih elemenata u zemljištu na istraživanim lokalitetima su u saglasnosti sa ovom činjenicama. Sadržaj Ca u biljkama se nalazi u granici od 2000-38400 mg/kg (Barker i Pilbeam, 2010), odnosno od 4000-90000 mg/kg (Kastori *et al.*, 2006). U biomasi vrste *A. lanceolatus*, kao i u

prirodnoj vegetaciji sadržaj Ca je bio u okviru normalnih koncentracija. Veće koncentracija Ca u zemljištu i u biomasi biljaka na lokalitetu Beočin u odnosu na druge lokaliteta su najverovatnije posledica antropogenog zagađenja. Normalna koncentracija Mg u biljakama se kreće od 1000-8000 mg/kg, a u vrstama roda *Aster* u granici od 1800-3500 mg/kg (Barker i Pilbeam, 2010). U nadzemnoj i podzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus*, kao i u nadzemnoj biomasi vrsta iz prirodne vegetacije, izmerene vrednosti Mg su bile u okviru normalnih koncentracija.

Makronutrijenti imaju različiti uticaj na rast biljaka. Među mobilnim nutrijentima N ima najveći uticaj na rast biljaka jer utiče na broj i veličinu ćelija, P ima sličan, ali manje izražen uticaj, dok K ima nešto manji uticaj na rast biljaka (Chapin, 1980; Zhao *et al.*, 2005; Barker i Pilbeam, 2010). Nasuprot ovim mobilnim elementima kalcijum je nepokretan u floemu, nagomilava se u ksilemu i njegova traslokacija u podzemni deo je mala (Chapin, 1980; Barker i Pilbeam, 2010). Sezonsko skladištenje nutrijenata u tkiva koja ne vrše fotosintezu je bitna osobina perena, jer je njihov brz i jak porast u proleće moguć upravo zahvaljujući ovim uskladištenim nutrijentima (Chapin, 1980). Više od polovine N i P se translocira iz listova u druge delov biljke pre nego što list opadne (Chapin, 1980). Kalijum se iz listova ne translocira već pod dejstvom vode dospeva u zemljište. Niže koncentracije pojedinih makroelemenata u tkivu vrste *A. lanceolatus* mogu biti posledica translokacije ovih elemenata u podzemne organe, jer je sakupljanje biljnog materijala za analizu izvršeno krajem vegetacione sezone, u septembru. Odnos koncentracije Mg u nadzemnoj i podzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* na većini lokaliteta je bio između 1,2 i 2 što znači da translokacija magnezijuma u nadzemni deo nije bila velika kako je bilo očekivano. Izuzetak je lokalitet Velika Morava na kome je odnos alokacije Mg između nadzemnog i podzemnog dela bilo preko 3. Pored toga, na lokalitetu Veliko ratno ostrvo translokacija Mg je bila veća u podzemnu biomasu. Slično je konstatovano i kod Ca i P. Koncentracija Mg u listovima raste sa starošću listova, da bi od trenutka cvetanja i plodonošenja počela da opada (Barker i Pilbeam, 2010). Prilikom sakupljanje biljnog materijala za analizu, vrsta *A. lanceolatus* je bila u fenofazi cvetanja što je moglo da utiče na sadržaj i alokaciju Mg, ali i drugih elemenata u tkivima ove vrste.

Ukupan sadržaj Zn u nezagađenim zemljištima se kreće u intervalu od 10 do 300 mg/kg (Kabata-Pendias i Mukherjee, 2007; Kabata-Pendias, 2011). Granična vrednost Zn iznosi 140 mg/kg (Sl. glasnik, 2010). Rezultati istraživanja su pokazali da sadržaj cinka

u ispitivanim zemljištima ne prelazi granične vrednosti. Izuzetak je zemljište na lokalitetu Beočin, na kome je prosečna vrednost sadržaj ovog elementa bila 330,21 mg/kg. Normalna koncentracija cinka u biljkama se kreće od 12 do 47 mg/kg (Kabata-Pendias i Mukherjee, 2007), dok kritična i toksična koncentracija iznose 150 mg/kg, odnosno 200 mg/kg (Kastori *et al.*, 2006). U nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* koncentracija Zn je bila veća u odnosu na normalne vrednosti i kretala se od 60,92 do 166,20 mg/kg, dok je u podzemnoj biomasi izmerena vrednost bila od 22,76 do 56,35 mg/kg. U prirodnoj vegetaciji sadržaj Zn je bio manji (od 22,33 do 114,11 mg/kg). Visoka koncentracija fosfora u biljnom tkivu može da utiče na usvajanje mikronutrijenata, posebno Zn (Adriano, 2001). Ipak, treba naglasiti da o uticaju P na usvajanje cinka postoje oprečna mišljenja. Iako je veći broj istraživača utvrdio negativnu korelaciju između Zn i P, postoje istraživanja koja navode sinergetski odnos ovih elemenata u kome povećanje koncentracije P podstiče usvajanje Zn (Adriano, 2001). Pored toga, Mateos-Naranjo *et al.* (2008) su utvrdila da je povećanje koncentracije Zn u tkivu vrste *Spartina densiflora* Brongn., uticalo na smanjenje koncentracije Ca, Mg, N i P. Korelacija između ukupnog Zn i navedenih elemenata u biomasi vrste *A. lanceolatus* nije utvrđena (rezultati nisu prikazani), što upućuje da sadržaj P nije uticao na koncentraciju Zn u biomasi ove vrste, kao ni da usvajanje Zn nije imalo uticaj na sadržaj pomenutih elemenata. Koncentracija Zn u biljkama je najveća u korenu, zatim u listovima, granama i najmanja u stablu (Eisler, 1997; Kabata-Pendias i Mukherjee, 2007). Dobijeni rezultati su u suprotnosti sa navedenom činjenicom, jer je vrsta *A. lanceolatus* vršila translokaciju Zn u nadzemni deo.

Osnovna funkcija Zn je u vezi sa metabolizmom ugljenih hidrata, proteina, fosfata, auksina, RNA i formiranjem ribozoma i povećanjem otpornost biljaka na sušu, toplo vreme i bolesti (Kabata-Pendias i Mukherjee, 2007; El Mehdawi *et al.*, 2015), pa se može pretpostaviti da je veći sadržaj Zn u nadzemnom delu vrste *A. lanceolatus* mogao da utiče na otpornost ove vrste na sušu i visoku temperaturu tokom letnjih meseci. Terenska istraživanja na odabranim lokalitetima su vršena u periodu od 2010. do 2016. godine. Prema podacima RHMZ-a o klimatskim karakteristikama za sezonu, tokom ovog perioda zabeležena su veoma topla i uglavnom sušna leta. Leto 2012 je bilo jedno od najsušnijih i najtoplijih od kada postoje meterološka merenja u Srbiji (RHMZ, 2012), dok je leto 2015. godine u Beogradu bilo drugo najtoplije (RHMZ, 2015). Tokom letnjih meseci, vizuelni simptomi suše kod vrste *A. lanceolatus* nisu zabeleženi ni u jednoj godini

istraživanja. Nasuprot ovome, sušenje nadzemnih delova pojedinih zeljastih vrsta koje su koegzistirale sa vrstom *A. lanceolatus* je bilo evidentno tokom leta 2012. i 2015. godine.

Dobijeni rezultati su u skladu sa drugim istraživanjima koja su utvrdila povišenu koncentraciju Zn u drugim vrstama roda *Aster*. Liu *et al.* (2007) su u podzemnoj biomasi vrste *Aster subulatus* Michx. utvrdili koncentraciju Zn od 254,38 mg/kg, dok je koncentracija ovog elementa u nadzemnom delu bila 63,51 mg/kg. Pored toga, Carvalho *et al.* (2006) navode da zahvaljujući AM, *Aster tripolium* L. ima sposobnost da usvoji veću koncentraciju teških metala. Dobijeni rezultati potvrđuju činjenicu da arbuskularna mikoriza pozitivno utiče na proces invazije (Štajerová *et al.*, 2009).

Kritična koncentracija za Cu u zemljištu iznosi 36 mg/ kg (Sl. glasnik, 2010). Prema ovom kriterijumu, sadržaj bakra u svim uzorcima je bio ispod granice kritične vrednosti. Normalna koncentracija Cu u biljnom tkivu ima vrednost do 30 mg/kg (Kabata-Pendias, 2011). Izmerene koncentracije Cu su bile u granicama normalnih vrednosti u biomasi vrste *A. lanceolatus* i u prirodnoj vegetaciji.

Arbuskularna mikoriza (AM) ima potencijal da utiče na akumulaciju mikroelemenata u biljkama (Jamal *et al.*, 2002), povećava sadržaj dostupnih metala i tako podstiče rast biljaka (Giasson *et al.*, 2008). Vrste koje stupaju u simbiozu sa mikoriznim gljivama imaju veću koncentraciju Zn i Cu u poređenju sa biljkama bez AM (Marschner, 2011). Vrsta *A. lanceolatus* stupa u simbiozu sa mikoriznim gljivama (Chmielewski i Semple, 2001, Štajerová *et al.*, 2009) i to može biti razlog za povećano usvajanje nutrijenata, posebno Zn i Cu. Marschner (2011) navodi da je AM mehanizam adaptacije biljaka koje žive na karbonatnom zemljištu. Nedostatak mikroelemenata se često javlja u karbonatnim zemljištima, jer dostupnost Zn, Cu, Ni i Mn opada sa porastom pH vrednosti zemljišta (Kabata-Pendias, 2011). U zemljištu sa visokom pH vrednošću i visokom količinom organske materije ukupni cink može biti prisutan u visokoj koncentraciji u zemljištu, ali je njegova koncentracija u pristupačnoj formi najčešće nedovoljna za normalan rast biljaka (Adriano, 2001). S obzirom da su ispitivana zemljišta alkalne reakcije moguće je da vrsta *A. lanceolatus* ima mehanizme kojima povećava dostupnost pojedinih hranljivih materija i na taj način postaje kompetitivnija u odnosu na biljke prirodne vegetacije. Eksudati korena pojedinih biljaka mogu da deluju kao helatori metala (Gregory, 2008) i tako povećavaju rastvorljivost i pristupačnost metalnih katjona. Bakar je jedan od mikronutrijenta neophodnih za normalan razvoj biljaka (Adriano, 1986).

Alokacija bakra između različitih delova biljke ima glavnu ulogu u iskorišćavanju ovog elementa od strane biljaka (Kabata-Pendias, 2011). U odnosu na druge hranljive elemente, bakar ima malu pokretljivost i zbog toga najveća koncentracija ovog elementa ostaje u korenu i starijim listovima tokom razvića biljke, dok se samo mali procenat Cu translocira u mlade organe (Kabata-Pendias, 2011). Bakar ulazi u sastav važnih enzima, a pored toga ima važnu ulogu u fiziološkim procesima kao što su fotosinteza i disanje, metabolizam ugljenih hidrata i azota, zatim u razmnožavanju, propustljivosti za vodu, a povećava i otpornosti na bolesti (Adriano, 1986; Kabata-Pendias, 2011). Deficitarne koncentracije Cu u biljkama su očekivane na alkalnom i karbonatnom zemljištu sa visokom koncentracijom  $\text{CaCO}_3$  (Adriano, 2001). Sadržaj Cu u nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* je na 56% lokaliteta bio veći u poređenju sa koncentracijom ovog elementa u biljkama prirodne vegetacije. Pored toga zapaža se da je translokacija Cu iz podzemnog u nadzemni deo biljke bila veća na lokalitetima Krnjača, Živača, Sremski Karlovci i Sremska Kamenica. Ovo može biti pokazatelj da vrsta *A. lanceolatus* ima sposobnost da usvaja Cu na karbonatnim zemljištima i da ga translocira u nadzemni deo.

Sadržaj sumpora (S) u biljkama se kreće u rasponu od 1000 do 5000 mg/kg (Tabatabai i Bremner, 1972; Barker i Pilbeam, 2010). Gvožđe (Fe) je biogeni element, koji se u biljkama nalazi u malim količinama tako da ga većina autora ubraja u mikroelemente (Nešković *et al.* 2003). Prema istim autorima, ovaj element ima značajnu ulogu pri sintezi hlorofila, učestvuje u prvim fazama fotosinteze i procesu disanja. Koncentracija gvožđa (Fe) se u biljkama nalazi u granici od 18 do 1000 mg/kg (Jones i Jervis, 1981). Na istraživani lokalitetima sadržaj ovih elemenata u biomasi proučavanih vrsta se kretao u okviru pomenutih granica.

Normalna koncentracija nikla (Ni) u biljnom tkivu se kreće od 0,1 do 5 mg/kg (Kabata-Pendias, 2011). Na većem broju lokaliteta, u biomasi istraživanih vrsta Ni je bio ispod limita detekcije, a na lokalitetima na kojima je konstatovan, sadržaj je bio u granicama normalnih koncentracija. Sve izmerene vrednosti su u rasponu normalne koncentracije.

Bor (B), olovo (Pb) i molibden (Mo) u zemljištu su bili ispod limita detekcije instrumenta, ali su biljke uspele da ih usvoje i koncentrišu u svojim organima. Normalne koncentracije bora se kod različitih biljaka kreću u širokom rasponu od 10 do 200 mg/kg

(Adriano, 2001). Deficit kod većine biljaka je između 5 i 30 mg/kg (Kabata-Pendias, 2011). U biomasi istraživanih vrsta B je bio u granicama normalne koncentracije.

Olovo spada u toksične elemente. De Vries i Bakker (1996) navode da se normalne koncentracije Pb u biljnom tkivu kreću u intervalu od 0,1 do 5 mg/kg. Prema drugim autorima, normalna koncentracija Pb u biljkama je do 10 mg/kg, dok koncentracija od 20 mg/kg može biti toksična (Kastori *et al.*, 2006; Kabata-Pendias i Mukherjee, 2007). U nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* izmerene koncentracije su bile u granicama normalnih, sem na lokalitetu Krnjača i Makiš na kojima su zabeležene nešto više vrednosti (10,54 mg/kg i 13,19 mg/kg). U podzemnoj biomasi ove vrste na lokalitetu Zapadna Morava (20,07 mg/kg) i Tamiš (21,35 mg/kg) izmerene su koncentracije iznad toksične vrednosti. Na biljkama nisu primećeni nikakvi simptomi toksičnosti. U nadzemnoj biomasi prirodne vegetacije sadržaj Pb je bio u granicama normalnih vrednosti, sem na lokalitetu Slankamen (17,69 mg/kg).

Molibden (Mo) je konstatovan samo u podzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* na 7 lokaliteta, a izmerene koncentracije su bile u opsegu od 3,79 do 12,57 mg/kg. Normalna koncentracija Mo u biljkama se kreće od 0,80 do 5 mg/kg, dok neke biljke sadrže i više od 15 mg/kg Mo (Adriano, 2001).

Od mikroelemenata elemenata u istraživanim biljnim vrstama identifikovani su još kadmijum (Cd) i hrom (Cr). Sadržaj Cd u biomasi biljka je bio ispod kritične (5 mg/kg) i toksične koncentracije (10 mg/kg) (Kastori *et al.*, 2006). Prema Kabata-Pendias (2011) normalne koncentracije Cr u biljkama se kreću od 0,1 do 0,5 mg/kg, dok se toksične koncentracije kreću u opsegu od 5 do 30 mg/kg. Kloke *et. al* (1984) i Kastori *et al.* (2006) navode da čak i niske koncentracije Cr (1-2 mg/kg) mogu da budu štetne za biljke. Macnicol i Beckett (1985) navode da se toksične koncentracije Cr u biljkama kreću između 1 i 10 mg/kg. U nadzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* hrom je bio ispod limita detekcije, dok su u podzemnoj biomasi izmerene vrednosti zabeležene u biljkama na 25% lokaliteta i bile su u opsegu od 1,53 do 4,52 mg/kg. U prirodnoj vegetaciji, hrom je detektovan u nadzemnoj biomasi na 37,5% lokaliteta. Maksimalna izmerena koncentracija je bila 32,24 mg/kg, a simptomi toksičnosti nisu primećeni na biljkama. Ovo zapažanja su u saglasnosti sa Adriano (2001) koji navodi da se toksičnost Cr ispoljava pri mnogo većim koncentracijama.

Prema Kabata-Pendias (2011), pH vrednost ima ključnu ulogu u usvajanju mikroelemenata. Imajući u vidu da je razlika u pH vrednosti u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* i zemljišta u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom bila mala, može se zaključiti da pH vrednost nije uticala na povećano usvajanje mikroelemenata. I pored povećanog sadržaja mikroelemenata, nikakva oštećenja nisu konstatovana kod vrste *A. lanceolatus*.

Koncentracije N, P, K, Cu i B u biljnom tkivu takođe nisu konstantne, već je na nekim lokalitetima sadržaj ovih elemenata bio veći u biomasi vrste *A. lanceolatus*. Nasuprot ovome koncentracija Ca, Mg, S, Fe i Zn je u biomasi vrste *A. lanceolatus* uglavnom bila veća. Ove razlike su konstatovane na većem broju lokaliteta.

Rezultati su pokazali da na istraživanim lokalitetima ne postoji velika razlika u koncentraciji hranljivih elemenata u zemljištu u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* i u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom. Ipak, određene razlike se zapažaju. Konstatovan je veći sadržaj Ca i Cu u zemljištu u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* na nekim lokalitetima. Pored toga, sadržaj Mg, C, N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  i sadržaj humusa se takođe razlikovao između zemljišta u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* i u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom, ali pored povećanja koncentracije, konstatovane su i manje koncentracije ovih elemenata u zemljištu u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* na pojedinim lokalitetima.

Na osnovu svega, hipoteza da vrsta *A. lanceolatus* utiče na osobine zemljišta i tako doprinosi svojoj kompetitivnosti ne može biti u potpunosti potvrđena. Sa druge strane, hipoteza ne može da bude ni odbačena, jer su određene promene konstatovane. Važno je istaći da su sva ispitivana zemljišta pod velikim uticajem antropogenih faktora, a da se neki lokaliteti (Ada Međica, Veliko ratno ostrvo, Jakovo i Slankamen) nalaze u zoni plavljenja. Usled uticaja ovih faktora promene u zemljištu bi mogle da budu ublažene, ali i da budu posledica delovanja ovih faktora.

Sprovedena istraživanja upućuju da se strategija širenja vrste *A. lanceolatus* zasniva na efikasnom korišćenju nutrijenata čija dostupnost nije ograničena i povećanom usvajanju mikroelemenata koji su na alkalnom zemljištu manje dostupni, kao npr. na lokalitetu Živača i Velika Morava. Ovakva strategija može biti uzrok malih promena u zemljištu, ali i širenja vrste.

### 7.3. Ispitivanje vegetativnog rasta vrste *A. lanceolatus*

Razmnožavanje, rast i opstanak su konfliktni zahtevi u odnosu na ukupnu količinu resursa koji su biljkama dostupni, pa su zbog toga i različiti načini alokacije resursa jedan od mehanizama kojima neke vrste stiču prednost u odnosu na druge na različitim staništima (Gross *et al.*, 1983). Kada su izložene stresu, posebno nedostatku nutrijenata, biljke pokazuju plastičnost u alokaciji biomase, tj. alociraju svoju biomasu u određene organe (Gedroc *et al.*, 1996; Audet i Charest, 2008).

Variranje osobina biljaka u odnosu na uslove sredine se označava kao plastičnost (Hastwell i Panetta, 2005). Veća plastičnost osobina omogućava invazivnim vrstama da se adaptiraju na stres i heterogene uslove sredine i tako kolonizuju nove prostore (Parker *et al.*, 2003; Hastwell i Panetta, 2005). Zahvaljujući fenotipskoj plastičnosti mnoge vrste šire svoj areal na različita geografska područja, koja su veoma varijabilna u klimatskim i edafskim uslovima (Jones, 1978).

Interspecijska kompeticija se odražava kroz borbu i preživljavanje populacija konkurentskih vrsta koje se bolje i brže prilagođavaju uslovima staništa (Stevanović i Janković, 2001). Tokom interakcija između vrsta za određene resurse staništa, dolazi do promene fizičkih i hemijskih uslova sredine i njihovog nepovoljnog efekta na razvoj i opstanak konkurentskih biljnih organizama (Stevanović i Janković, 2001). Takođe, konkurentski odnosi između biljaka mogu biti izraženi i kroz biohemijske koakcije, tj. reakciju vrsta na aktivne supstance koje luče susedne vrste ili mogu biti posledica mehaničkih koakcija jedinki koje se bore za prostor (Stevanović i Janković, 2001).

Rezultati publikovanih istraživanja pokazuju da invazivne vrste postaju kompetitivnije u odnosu na autohtone vrste kada naseljavaju zemljišta sa većom količinom hranljivih materija, posebno azota (Wilson i Tilman, 1991; Davis *et al.*, 2000; Daehler, 2003), a da će autohtone vrste imati prednost kada je dostupnost azota manja (Lowe *et al.*, 2003).

Vrsta *A. millefolium* je odabrana za planirani eksperiment, jer je njeno vegetativno širenje brzo, što povećava kompetitivnu sposobnost ove vrste u zajednicama (Warwick i Black, 1982). Biljke se šire bočno zahvaljujući razgranatim rizomima. U Severnoj Americi i Kanadi smatra se za korovsku vrstu (Warwick i Black, 1982). Prilikom terenskih istraživanja, primećeno je da se ova vrsta javlja na pojedinim staništima koja naseljava i vrsta *A. lanceolatus*. Kao i *A. lanceolatus*, *A. millefolium* je višegodišnja

zeljasta vrsta. Po tipu životne forme pripada hemikriptofitama, naseljava sušne i mezofilne fitocenoze i zemljišta koja su srednje bogata mineralnim materijama, dok prema zahtevima za svetlom pripada prelaznoj grupi između polusciofita i heliofita (Kojić *et al.*, 1997).

Cilj eksperimenta u ovom radu je bio da istraži uticaj smanjene koncentracije N i kompeticije na vegetativni rast i alokaciju resursa vrsta *A. lanceolatus* i *A. millefolium*. Upoređivanje dva različita roda iz familije Compositae, zastupljenih na istom staništu, omogućava procenu uticaja morfološki ili fizioloških ograničenja na alokaciju resursa vrsta (Gross *et al.*, 1983).

Da bi se odredila alokacije resursa, utvrđen je udeo biomase u različitim vegetativnim delovima biljaka. Rezultati su pokazali da *A. lanceolatus* i *A. millefolium* stvaraju približno jednaku nadzemnu biomasu, dok *A. lanceolatus* stvara značajno veću podzemnu biomasu u oba tretmana. Rezultati ovog istraživanja su pokazali da je u kontroli podzemna masa *A. millefolium* bila manja u odnosu na masu kada je gajena u monokulturi. Ovaj rezultat može da ukaže da je ova vrsta gubila pri kompeticiji sa vrstom *A. lanceolatus*. Ipak u tretmanu sa manjim sadržajem N, podzemna biomasa *A. millefolium* u mešovitoj kulturi je bila veća u poređenju sa masom u monokulturi. Odnos nadzemnog dela i rizoma prema korenu (S/R) kao i odnos nadzemnog i podzemnog dela (A/B) je pokazao da *A. millefolium* alocira veći deo biomase u nadzemni deo, kako u tretmanu sa manjim sadržajem N, tako i u kontrolnom tretmanu. Sa smanjenjem sadržaja azota, alokacija biomase u nadzemni deo se povećala kod hajdučke trave. Kada se posmatra odnos nadzemne i podzemne biomase vrste *A. lanceolatus*, zapaža se da je ova vrsta alocirala približno jednaku količinu biomase u nadzemni i podzemni deo. Izuzetak je bio kontrolni tretman u kome je ova vrsta gajena u mešovitoj kulturi i pritom je zabeležena veća alokacija u podzemnu bio masu. S obzirom da vrsta *A. lanceolatus* naseljava staništa na kojima su izražene različite vrste poremećaja, ovakvi rezultati su bili očekivani. Za razliku od biljaka koje naseljavaju stabilne zajednice u kojima nisu izraženi poremećaji ili zajednice u kasnijim fazama sukcesije, biljke koje naseljavaju staništa na kojima su izraženi poremećaji ili zajednice rane sukcesije, alociraju veći deo resursa u reproduktivni deo (Gross *et al.*, 1983). Dobijeni rezultati mogu biti i posledica kompeticije za resurse koja je postojala u okviru mešovite kulture. Produkcija veće

podzemne biomase vrste *A. lanceolatus* je mogla da bude reakcija vrste na prisustvo *A. millefolium* u istoj posudi za gajenje i težnje ove vrste da usvoji veću količinu nutrijenata.

Chmielewski i Semple (2001a) navode da tokom prve sezone rasta *A. lanceolatus* alocira biomasu u strukture za vegetativno razmnožavanje i prezimljavanje, tj, rizome. Isti autori navode da su individue *A. lanceolatus* koje su rasle na đubrenom zemljištu alocirale više biomase u rizome nego u nadzemni deo u poređenju sa biljkama koje su rasle na zemljištu koje nije đubreno. Kada raste u prirodi, *A. lanceolatus* alocira oko 70% svoje biomase u nadzemni deo, a ova karakteristika ne pokazuje zavisnost u odnosu na tip zemljišta na kome se vrsta javlja (Schmid i Bazzaz, 1990). Prema Chmielewski i Semple (2001a), vrsta *A. lanceolatus* alocira oko 26% svoje biomase u rizome, što povećava verovatnoću da će u narednoj vegetacionoj sezoni formirati veću količina nadzemne i reproduktivne biomase.

Upravo ovakva strategija rasta vrste *A. lanceolatus* bi mogla da doprinosi širenju ove vrste. Naime, alokacija biomase u podzemni deo u kontrolnom tretmanu u mešovitoj kulturi i približna alokacija u drugim tretmanima, ukazuje da ova vrsta u početku svog ontogenetskog razvića, alocira biomasu u koren, kao i rizom i na taj način stvara potencijal za veće usvajanje resursa. Ovakav način rasta se razlikuje od vrste *A. millefolium* koja je alocirala najveći deo svoje biomase u listove. Udeo lisne mase kod ove vrste je bio preko 60%. Pored toga ova vrsta nije formirala stablo što je najverovatnije posledica dužine trajanje eksperimenta. Kada raste u prirodi *A. millefolium* u proleće formira rozetu listova, a tek kasnije tokom sezone i stablo. U prirodi, *A. millefolium* alocira 34% biomase u podzemni deo, 29% u stablo, 21% u list i 15% u cvetove (Abrahamson, 1979). Veća alokacija vegetativne biomase u listove i stablo je posledica kompeticije za svetlo. Na staništima na kojima su kompetitori približne strukture, individue koje alociraju veći udeo biomase u stablo su favorizovane, jer više individue dobijaju više svetlosti i na taj način ostvaruju kompetitivnu prednost, dok na staništima na kojima kompetitori imaju višu strukturu, selekcija favorizuje mehanizme za povećanje fotosintetskog kapaciteta zeljastih biljaka, tj. produkciju lisne mase (Abrahamson i Gadgil, 1973; Schmid i Bazzaz, 1987). Alokacije veće količine biomase u listove vrste *A. millefolium* može biti i posledica mehaničkih koakcija između vrsta.

Broj i ukupna dužina primarnih korenova se nije razlikovala između vrsta. Kada se udeo podzemne biomase dodatno raščlani, zapaža se da je kod vrste *A. lanceolatus* udeo

rizoma bio između 16% i 25%, dok je udeo korena bio od 25% do 32%. Značajno niže vrednosti su zabeležene kod vrste *A. millefolium*. Približno ujednačen udeo podzemne biomase (PMF, RMF i KMF) u okviru tretmana i kontrole je bio očekivan, jer je podzemna biomasa manje podložna uticaju tretmana sa različitom koncentracijom nutrijenata nego nadzemna biomasa (Güsewell i Bollens, 2003).

Pristupačnost nutrijenata može da utiče na rast biljaka i alokaciju resursa (Zhang *et al.*, 2007). Pri manjoj koncentraciji nutrijenata biljke rastu sporije i povećavaju alokaciju biomase u podzemni deo, dok se koncentracija nutrijenata u biomasi smanjuje (Aerts i Chapin, 1999; Poorter i Nagel, 2000). Azot je komponenta većine primarnih strukturalnih, metaboličkih i genetskih jedinjenja biljnih ćelija, a pored toga on je glavni sastojak hlorofila i ulazi u sastav velikog broja sekundarnih jedinjenja (Đukić *et al.*, 2012). Azot ulazi u sastav proteina i tako ima važnu ulogu u svim enzimskim aktivnostima, dok je fosfor uključen za prenos energije u ćeliji i zajedno sa azotom je glavni gradivni element nukleinskih kiselina (Aerts i Chapin, 1999; Marschner i Marschner, 2012). Zdrave biljke sadrže i do 3-4% N u nadzemnom delu što su značajno veće količine u odnosu na bilo koji drugi nutrijent poreklom iz zemljišta (Đukić *et al.*, 2012).

U kontroli nije bilo razlike u sadržaju P u nadzemnom delu posmatranih vrsta. Nasuprot ovome, u tretmanu sa nižim sadržajem azota, *A. lanceolatus* je imao značajno veći sadržaj ovog elementa. Sposobnost biljaka da menja kapacitet usvajanja nutrijenata u odnosu na rast pri različitim nivoima pristupačnosti nutrijenata je najbolje razvijena kod biljaka koje imaju veliku relativnu brzinu rasta (Aerts i Chapin, 1999). S obzirom da kompeticija za nutrijente mora da integriše sposobnost biljaka da koriste hranljive materije za brz rast kao i da usvoje i zadrže nutrijente kada je njihova pristupačnost niska (Garbey *et al.*, 2004), osobina vrste *A. lanceolatus* da usvaja veću količinu P kada je izložena stresu, može biti još jedna od osobina koja omogućava prednost ovoj vrsti u odnosu na druge vrste koje koegzistiraju sa njom.

U podzemnoj biomasi, u oba tretmana *A. millefolium* je imala veći sadržaj fosfora. Sadržaj kalijuma u nadzemnoj biomasi se nije razlikovao među vrstama, dok je u kontroli *A. lanceolatus* imao manji sadržaj ovog nutrijenata u podzemnoj biomasi. Rezultati pokazuju da se kod obe vrste P i K translociraju iz podzemne u nadzemnu biomasu. Translokacija P je bila izraženija kod vrste *A. lanceolatus*. Takođe, sadržaj P u nadzemnoj

i podzemnoj masi vrste *A. millefolium* je bio manji kada je biljka gajena u mešovitoj kulturi u poređenju sa monokulturom ove vrste. Ovaj rezultat pokazuje da je vrsta *A. lanceolatus* kompetitivnija pri usvajanju nutrijenata. Pored ovoga, sadržaj K je bio veći u podzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* kada je gajena u mešovitoj kulturi u poređenju sa monokulturom, što takođe doprinosi prethodnoj tvrdnji. Razlike u akumulaciji biomase i sadržaju N i P u tkivu su odraz razlika u vrstama u odnosu na efikasnost usvajanja i korišćenja nutrijenata (Güsewell i Bollens, 2003; Zhang *et al.*, 2007). Sposobnost da usvoje i skladište nutrijente čini klonalne biljke kompetitivnijim u odnosu na ostale vrste (Woo i Zedler, 2002). Biljke koje imaju veliki kapacitet za skladištenje nutrijenata, trebalo bi da budu sposobnije da se nasele u širem ekološkom opsegu nego vrste koje imaju mali kapacitet za skladištenje nutrijenata (Thiébaud, 2005). Polovina azota, fosfora i kalijuma se retranslocira iz starijih listova i koristi za novi rast (Chapin III *et al.*, 1990). Azot i fosfor koji imaju ulogu u razmnožavanju uglavnom potiču od retranslociranih nutrijenata iz listova (Chapin III *et al.*, 1990).

Specifična lisna površina je u pozitivnoj korelaciji sa rastom i efikasnošću biljaka (Baruch i Goldstein, 1999) i predstavlja glavni faktor koji uslovljava razliku u relativnoj brzini rasta između invazivnih i autohtonih vrsta (Grotkopp *et al.*, 2002). Prema istraživanjima, visoka SLA je u visokoj korelaciji sa uspehom invazivnih vrsta (Grotkopp *et al.*, 2002; Gulías *et al.*, 2003; Lake i Leishman, 2004; Hamilton *et al.*, 2005; James i Drenovsky, 2007). Stvaranje veće lisne površine po jedinici biomase može da obezbedi bolje iskorišćenje fiksiranog ugljenika što omogućava invazivnim biljkama veću relativnu brzinu rasta u odnosu na autohtone vrste (Baruch i Goldstein, 1999; James i Drenovsky, 2007). SLA je takođe povezana i sa alokacijom azota u proces fotosinteze (Feng *et al.*, 2008). Vrste koje imaju visok SLA alociraju veću količinu azota iz lista u proces fotosinteze pa samim tim imaju i veću efikasnost korišćenja azota za fotosintezu (Feng *et al.*, 2008). Kao što je već izloženo, *A. lanceolatus* stvara veliku lisnu biomasu. Pored toga, zbog široko razgranatog habitusa ova vrsta nagomilava veliku lisnu masu u gornjem delu biljke. Kao posledica toga, zbog manje količine svetla u donjem delu biljke dolazi do sušenja listova (Schmid i Bazzaz, 1994). Krupniji listovi postavljeni su horizontalno, dok su manji listovi, iste starosti postavljeni pod manjim uglom čime se stvaraju uslovi za maksimalnu izloženost listova svetlu (Schmid i Bazzaz, 1994).

Rezultati ovih istraživanja nisu pokazali razliku između vrsta u lisnoj površini. Relativna površina listova (RLA) pokazuje količinu lisne površine koju biljka stvara po jedinici ukupne biomase (James i Drenovsky, 2007). Nepostojanje razlika u RLA između istraživanih vrsta u okviru tretmana sa manjom količinom azota, može biti posledica veće alokacije biomase u koren i rizom. Ipak kada se analizira samo nadzemni deo biomase, SLA je bila veća kod vrste *A. lanceolatus* u kontroli i u tretmanu sa manjom količinom dostupnog azota. Posebno izražena razlika u SLA je bila u tretmanu sa manjim sadržajem azota. Razlike u SLA između invazivnih i autohtonih vrsta mogu da budu posledica različite debljine lista ili građe lista (James i Drenovsky, 2007). Lignini, fenoli i druga sekundarna jedinjenja mogu da utiču na smanjenje SLA, ali produžavaju dužinu trajanja lišća i povećavaju otpornost biljaka u odnosu na herbivore i nepovoljne uslove sredine (James i Drenovsky, 2007). Vrsta *A. lanceolatus* ima listove koji traju kraći vremenski period, a ovakve listove karakteriše brz rast, niska količina uložених resursa za njihovu izgradnju i brzo dostizanje visoke stope fotosinteze (Schmid i Bazzaz, 1994) što je u skalu da dobijenim rezultatima i visokom SLA.

Kada se javi na blago vlažnom zemljištu, *A. lanceolatus* formira rizome koji su dugački i 100 cm (Schmid i Bazzaz, 1990). Prema istim autorima, ova karakteristika omogućava biljkama da formiraju genet koji nije kompaktan, već se širi. Na kraju leta, klonovi zauzimaju prostor od 60 do 100 m u prečniku (Jones, 1978). Zbog ovoga, različiti geneti ove vrste su isprepletani i formiraju poliklone površine (Schmid i Bazzaz, 1987). Vrste roda *Aster* i *Solidago canadensis* su imale sličan rast kada su rasle samostalno, ali kada su rasle u mešovitoj sastojini *Aster* je imao veći procenat rasta u odnosu na drugu vrstu, čiji je rast bio inhibiran (Schmid i Bazzaz, 1987). Autori zaključuju da je upravo arhitektura rizoma doprinela kompetitivnosti, jer zahvaljujući svome rastu, rizom vrsta roda *Aster* je isprepletan sa podzemnim strukturama drugih vrsta koje rastu u njegovoj blizini (Schmid i Bazzaz, 1987). Mladi izbojci se javljaju na određenoj udaljenosti od starijih stabla u okviru geneta (Jones, 1978). Horizontalni rizomi različitih rameta ostaju spojeni nekoliko sezona kada rastu na sunčanim položajima, dok se na senovitim položajima veza nekada prekida tokom zime (Jones, 1978). Prema Schmid *et al.* (1995) veza između rizoma se prekida nakon godinu dana.

*Symphyotrichum pilosum* (syn. *Aster pilosus*) je severnoamerička vrsta koja naseljava slična staništa kao i vrsta *A. lanceolatus* (Baskin i Baskin, 1979; Chmielewski

i Semple, 2001b). Kompetitivna strategija vrste *S. pilosum* se zasniva na (1) sposobnosti vrste da u prvoj godini toleriše ograničenja u dostupnosti resursa koje je posledica rasta jednogodišnjih vrsta, (2) fiziološka konstitucija dozvoljava ovoj vrsti da sačuva, uskladišti resurse čak i kada je interspecijska kompeticija sa jednogodišnjim vrstama jaka, (3) skladištenje resursa se nastavlja i kada jednogodišnji kompetitori nisu aktivni i (4) s obzirom da je ova vrsta perena, njeni prolećni izdanci će biti veći od izdanaka jednogodišnjih vrsta (Bazzaz, 1990; Chmielewski i Semple, 2001b). Rezultati istraživanja su pokazali da vrsta *A. lanceolatus* toleriše manji sadržaj azota, da pri interspecijskoj kompeticiji često nadjačava vrstu sa kojom je rasla, kao i da ima veliki potencijal za vegetativno razmnožavanje.

Ovi rezultati, kao i drugi podaci o karakteristikama vrste dobijeni tokom istraživanja na terenu, u laboratorij i na osnovu literature, jasno upućuju na zaključak da je strategija na kojoj se zasniva širenje ove vrste veoma slična napred iznesenoj strategiji vrste *S. pilosum*. Dobijeni rezultati u disertaciji su i u saglasnosti sa istraživanjem Jedlička i Prach (2006), koji su pokazali da *A. lanceolatus* ima veliki potencijal za vegetativno razmnožavanje, stvara veći broj novih rizoma i formira guste kolonije.

#### **7.4. Potencijal generativnog razmnožavanja vrste *A. lanceolatus***

Osobine koje podstiču razmnožavanje i rasejavanje semena su jedan od ključnih pokazatelja uspešnih invazivnih vrsta (Rejmanek *et al.*, 2005). Zbog odnosa između broja semena i srednje mase semena, biljke sa sitnim semenom obično proizvode veći broj semena (Poschlod *et al.*, 2005). Parametri koji utiču na potencijal rasejavanja su visina cvasti, proizvodnja semena, kao i trenutak i vreme trajanja rasejavanja semena (Poschlod *et al.*, 2005).

Brzina vetra, promene uslova sredine tokom godine i uopšte uslovi sredine su ključni za rasejavanje semena vetrom, pa samim tim, period sazrevanje semena i okolna vegetacija su važni faktori koji utiču na ovaj događaj (Poschlod *et al.*, 2005). Na ispitivanim lokalitetima *A. lanceolatus* cveta od kraja avgusta do početka decembra. Takođe, ova vrsta formira veoma razgranate cvasti. Vreme cvetanja može da omogućiti prednost vrsti *A. lanceolatus* nad drugim autohtonim biljkama, jer u ovom periodu mali broj biljaka cveta, pa je i kompeticija za polinatore mala.

Pritisak propagula je termin koji opisuje broj ili brzinu kojom propagule ulaze u određeno područje (Duncan, 2011). Međutim, pored broja propagula, prilikom procene pritiska propagula ili verovatnoće invazije neke vrste, važno je uzeti u obzir i kvalitet propagula (Davis, 2009). Na 1 m<sup>2</sup>, broj individua vrste *A. laceolatus* se kreće od 60 do 2.700 duž obale reka i od 700 do 1.200 uz ivicu šuma na vlažnim staništima (Obratov-Petković *et al.*, 2009). Sprovedeno istraživanje je pokazalo da neke individue vrste *A. laceolatus* imaju 200, a ponekad čak i više cvetnih glavica u cvasti. Sa prosečnim brojem ahenija 56,14 u jednoj cvetnoj glavici, ova vrsta proizvodi veliku količinu potencijalno klijavog semena iz samo jednog rameta. *A. laceolatus* je visoka perena koja na nekim lokalitetima dostiže visinu od preko 2 metra i obično naseljava zajednice otvorenog sklopa. Velika količina sitnog semena, prilagođena anemohornom rasejavanju, seme koje sazrevaju tokom sezone kada su vetrovi česti, kao i prethodno navedene karakteristike vrste su upravo one osobine koje bi mogle da obezbede veću kompetitivnost ove vrste u odnosu na druge autohtone biljke u zajednicama. Ujedno ove osobine su i karakteristika vrsta koje prve kolonizuju prazan prostor, koji nastaje kao posledica nekog poremećaja u ekosistemu (Peterson i Bazzaz, 1978).

Prema podacima iz literature, klijavost semena vrste *A. lanceolatus* se kreće između 60 i 80% kod semena koje nije stratifikovano, dok je kod semena koje je prošlo proces stratifikacije ovaj procenat još veći (Jones, 1978). Schmid i Bazzaz (1990) su utvrdili klijavost semena ove vrste između 39,5 i 43,7%, dok Jedlička i Prach (2006) ističu da se klijavost kreće između 18,7 i 89,4%. Cilj Eksperimenta I u okviru ispitivanja klijavosti semena je bio da se proceni potencijal generativnog razmnožavanja vrste *A. lanceolatus*, jer su prva istraživanja (Nešić *et al.*, 2012) pokazala da je potencijal generativnog razmnožavanja ove vrste mali. Rezultati ovog istraživanja su pokazali mnogo veću tehničku klijavost semena koja je imala maksimalnu vrednost od 45,98% klijalih ahenija u jednoj cvetnoj glavici. Apsolutna klijavost je bila još viša (70,31%). Budući da je apsolutna klijavost procenat iskljicalih zrna u odnosu na broj punozrnih semena (Stilinović, 1985, Grbić *et al.*, 2011) može se zaključiti da *A. lanceolatus* stvara veliku količinu šturog semena. Prosečno, u jednoj cvetnoj glavici bilo je 31,50% šturih zrna. Prema Chmielewski i Semple (2001), ovo može biti posledica samooplodnje. Međutim, na kvalitet semena mogu uticati ekološki uslovi tokom formiranja semena (Valencia-Díaz i Montaña, 2005).

Na lokalitetima Ada Međica i Košutnjak (Eksperiment I) je zabeležena najviša vrednost tehničke i apsolutne klijavosti. Na ovim lokalitetima, u poređenju sa drugim, period cvetanja je počeo najkasnije. Sa druge strane, na lokalitetu Kumodraž, period cvetanja je započinjao najranije, a tehnička klijavost semena sa ovog lokaliteta je bila niža u odnosu na druge lokalitete. Ovi rezultati su u saglasnosti sa rezultatima Eksperimenta II, jer je klaster analiza pokazala izdvajanje lokaliteta Košutnjak sa najvišim procentom klijalog semena. Chmielewski i Semple (2001) su istakli da je kod vrsta roda *Aster*, početak cvetanja, sazrevanje, rasejavanje i klijanje semena sinhronizovano. Jones (1978) navodi da je period cvetanja vrsta roda *Aster* genetički fiksirana adaptacija na klimatske i svetlosne uslove. Takođe, kod vrsta iz roda *Aster*, u različitim uslovima sredine, primećena je značajna fenotipska plastičnost (Schmid i Bazzaz, 1990; Chmielewski i Semple, 2001). Teško je sa sigurnošću objasniti variranje u procentu klijavosti semena vrste *A. lanceolatus*, ali moguće je da su na ovakve rezultate uticali klimatski uslovi tokom perioda sazrevanja semena, kao i genetičke osobine biljaka.

Schmid i Bazzaz (1990) navode da se klijavost semena vrste *A. lanceolatus* razlikuje između populacija koje rastu na kompaktnom i rastresitom zemljištu. Postoji mnogo rezultata koji ističu značaj fenotipske plastičnosti u uslovima klimatskih promena, jer se upravo zahvaljujući ovoj osobini biljke prilagođavaju novonastalim uslovima (Franks i Weis, 2008). Produženje sezone rasta koja je posledica klimatskih promena je važna za širenje vrste *A. lanceolatus* (Obratov-Petković *et al.*, 2011). Pretpostavlja se da će klimatske promene podstaći dalje širenje populacija vrste *A. lanceolatus*.

S obzirom da je procenat vijabilnog semena bio visok, a da je procenat klijanja bio niži, moguće je da je na klijanje uticala temperatura. Ovo zapažanje je potvrđeno u Eksperimentu II, koji je pokazao zavisnost klijanja semena vrste *A. lanceolatus* od temperature što može biti posledica imbibicije, jer niska temperatura uslovljava sporu imbibiciju (Murphy i Noland, 1982; McDonald, 2005). Pomenute ekološke karakteristike ne moraju da budu mana na vlažnim staništima jer je na njima, najčešće, nivo vlage u zemljištu povoljan, čak i tokom kasnog proleća, kada su temperature vazduha više. Zbog toga, sveže neisklijalo seme se može posmatrati kao seme koje ima potencijal da klija.

Energija klijanja je mera brzine klijanja i ukazuje na vigor semena i klijanaca (Willan, 1985). Srednja vrednost energije klijanja vrste *A. lanceolatus*, u okviru Eksperimenta I, je bila niska (4,53%). Ovaj rezultat može biti značajan s ekološkog

stanovišta, s obzirom da brzina klijanja može biti važna za uspeh biljaka u dinamičnim biljnim zajednicama.

Cvetovi u cvasti mogu imati različitu verovatnoću reproduktivnog uspeha, jer cvetovi koji ranije cvetaju imaju i veću verovatnoću da formiraju plod, što pokazuje da biljke alociraju više resursa u cvetove koji se prvi otvaraju (Gutián i Navarro, 1996). U ovoj studiji, položaj cvetnih glavica nije imao veliki uticaj na parametre klijanja, jer su razlike između semena iz bočnih i terminalnih delova cvasti bile sporadične.

Zajedničko delovanje više faktora životne sredine su pravilo, a ne izuzetak u prirodnim uslovima (Pons, 2000). Ovakve interakcije komplikuju tumačenje rezultata, ali pružaju pretpostavku kako vrsta funkcioniše u prirodnim uslovima. Vincent i Roberts (1977) su utvrdili da kombinacija hladne stratifikacije, nitrata, alterirajuće temperature i različitih režima svetlosti imaju brojne pozitivne efekte kod velikog broja korovskih vrsta (Pons, 1989).

Teorija variranja pristupačnih resursa (Davis *et al.*, 2000) objašnjava važnost promene količine resursa u procesu invazije. Prema ovoj teoriji povećanje količine pristupačnih resursa u ekosistemu povećava sklonost ekosistema ka invaziji. Ako su resursi kao što su svetlost, nutrijenti, voda i slobodan prostor pristupačni, nova vrsta može da zauzme stanište. Ova teorija objašnjava zbog čega poremećaji u ekosistemu mogu da dovedu do pojave invazivnih vrsta.

Nagli nestanak vegetacije u jednom delu ekosistema se javlja kao posledica poremećaja izazvanog uticajem prirodnih ili antropogenih faktora. Na čistinama koje tada nastaju, kompeticija za resurse je mala, tako da nove biljke mogu da iskoriste pristupačne resurse. Klijanje semena predstavlja najriskantniji period u životu biljaka (Vazquez-Yanes i Orozco-Segovia, 1994). Tokom evolucije mnoge biljke su razvile fiziološke mehanizme, kojima prepoznaju uslove spoljašnje sredine koji odgovaraju uslovima koji nastaju nakon naglog nestanka vegetacije, kako bi iskoristile raspoložive resurse (Vazquez-Yanes i Orozco-Segovia, 1994). Alterniranje temperature može da stimuliše klijanje sitnog semena jer ukazuje na nagli nestanak vegetacije ili plitko zakopano seme (Fenner i Thompson, 2005). Pons (1989) ističe da je reakcija semena na nitrata takođe mehanizam kojim seme može da otkrije nagli nestanak vegetacije (čistinu), a Fenner i Thompson (2005) da visok udeo crvene svetlosti u svetlosnom spektru ukazuje na nedostatak vegetacije, time i na nedostatak kompeticije. Mogućnost semena da detektuje

neke uslove spoljne sredine dozvoljava semenu da u određenoj meri kontroliše kada i gde će klijati (Fenner i Thompson, 2005). Uzimajući u obzir da se vrsta *A. lanceolatus* javlja u područjima u kojima su izraženi poremećaji, reakcija na promene u temperaturi, količini nutrijenata i svetlosti mogu biti jedan od odlučujućih faktora koji utiču na klijanje semena ove vrste.

U ekologiji semena temperatura ima dvostruku ulogu. Ona utiče na dormantnost kao i na klijanje semena. Kao što je već rečeno, seme vrste *A. lanceolatus* sazreva krajem novembra ili početkom decembra, kada počinje rasejavanje koje traje tokom cele zime. Seme koje padne na zemlju tokom jeseni i zime ne klija, jer je minimalna temperatura potrebna za klijanje semena veća od temperature vazduha i zemljišta u tom periodu (Baskin i Baskin, 1979). Stratifikacijom semena tokom zime, na niskim temperaturama, smanjuje se minimalna temperatura potrebna za klijanje (Baskin i Baskin, 1979). Ovaj proces omogućava semenu vrsta roda *Aster* da u proleće klija na temperaturi koja je bila niska za klijanje semena tokom jeseni. Kod nedormantnog semena temperatura utiče na procenat klijanja semena (Probert, 2000). Uzimajući u obzir da je seme, korišćeno u ovom eksperimentu, prošlo proces naknadnog dozrevanja (4 meseca, na 5 °C) kojim je dormantnost semena otklonjena, može se zaključiti da je temperatura imala značajan uticaj na parametre klijanja (Eksperiment II). U prilog ovoj tvrdnji idu i rezultati već pomenutog istraživanja klijavosti semena ove vrste, sakupljenog na istim lokalitetima (Nešić *et al.*, 2012.). U pomenutom istraživanju, seme je posle 7 dana hladne stratifikacije (kako je propisano pravilima ISTA (2003) za vrste roda *Aster*) stavljeno na klijanje, na 20 °C, dok je svetlosni režim bio 16/8h. Dobijeni rezultati su ukazali na malu klijavost semena (0 - 20%). U sadašnjem istraživanju, tehnička klijavost na temperaturi 20/10 °C, u uslovima svetla je bila u rasponu od 3,33 do 53,33%. Ipak, razlog za veću klijavost, pored stratifikacije semena, može biti alternirajuća temperatura koja kod nekih vrsta ima pozitivan uticaj na parametre klijanja (Fenner i Thompson, 2005).

Povećanje količine azota u zemljištu usled taloženja atmosferskog azota može da poveća dominaciju invazivnih biljnih vrsta (Brooks, 2003). Nitrati utiču na gubljenje dormantnosti (Pons, 1989), a kod semena koje nije dormantno mogu da povećaju klijavost (Fenner i Thompson, 2005). U ovom istraživanju (Eksperiment II), kalijum nitrat je pokazao stimulatивно delovanje na seme vrste *A. lanceolatus*. Ako se uporede koncentracije KNO<sub>3</sub> sa kontrolom, može se reći da je koncentracija 0,05 M KNO<sub>3</sub> imala

slabije izraženo stimulativno dejstvo u odnosu na 0,005 M KNO<sub>3</sub>. Inhibitorno dejstvo obe koncentracije KNO<sub>3</sub> je bilo izraženo u tretmanu u mraku, na temperaturi 35/20 °C. Klijanje semena pod uticajem nitrata je povezano sa drugim uslovima sredine, a posebno sa svetlošću i promenljivom temperaturom (Probert *et al.*, 1987).

Sitno seme je često fotoblastično ili je njegovo klijanje značajno inhibirano nedostatkom svetlosti (Fenner i Thompson, 2005). Klijanje semena vrste *Aster pilosus* Willd. je kontrolisano fitohromom (Baskin i Baskin, 1985). Crvena i bela svetlost podstiču klijanje, a mrak i tamno crvena svetlost je inhibiraju (Peterson i Bazzaz, 1978; Baskin i Baskin, 1979). Seme vrste *A. lanceolatus* pokazalo je manju osetljivost na nedostatak svetlosti tokom klijanja. Neočekivano, najmanje smanjenje klijavosti semena iz tretmana u mraku je primećeno na temperaturi 15/6 °C u tretmanu sa 0,005 M KNO<sub>3</sub>. U nekim slučajevima, inhibitorni efekat nedostatka svetlosti može biti smanjen uticajem nitrata i alternirajućom temperaturom (Pons, 2000). Sposobnost semena ove vrste da klija u mraku predstavlja značajnu ekološku karakteristiku. To znači da ukoliko se dogodi da seme ove biljke bude zatrpano zemljom ili suvim biljnim materijalom pred kraj zime, postoji mogućnost da klija. Ovo je posebno značajno za ekologiju razmnožavanja vrste *A. lanceolatus*, zato što vrsta naseljava staništa na kojima su poremećaji u ekosistemima izraženi (Obratov-Petković *et al.*, 2014).

#### **7.5. Ispitivanje alelopatskog potencijala vrste *A. lanceolatu***

Primenjeni biološki testovi su imali za cilj da pomognu u proceni alelopatskog efekta vodenog ekstrakta stabla, lista i rizoma vrste *A. lanceolatus* na klijanje semena i rast klijanaca vrste *L. sativa*, kao i da procene uticaj površinskog sloja zemljišta iz sastojina vrste *A. lanceolatus* na iste parametre.

Biološki testovi se koriste da bi se ispitalo prisustvo fitotoksičnih jedinjenja u biljnom tkivu ili u zemljištu. Poređenje površinskog sloja zemljišta na kome rastu invazivne biljke sa zemljištem na kome dominira autohtona vegetacija pokazuje uticaj invazivnih biljaka na neke osobine zemljišta (Vanderhoeven *et al.*, 2006; Dassonville *et al.*, 2008). Pored toga, poređenje parametara rasta test vrsta, koje su rasle u zemljištu u kome je pre toga rasla donorska biljka, sa parametrima rasta test vrsta koje su gajene na istom zemljištu, ali u kome nije bila prisutna donorska vrsta, može da ukaže na prisustvo alelopatskih materija (Duke, 2015).

Jedinjenja rastvorljiva u vodi, sadržana u biljnim organima, dospevaju u zemljište putem atmosferskih padavina, kao i raspadanjem biljnih ostataka. Ova jedinjenja negativno utiču na klijanje livadskih biljaka (Bell i Muller, 1973). Istraživanje Bogatek *et al.* (2006) je pokazalo da vodeni ekstrakt lista vrste *Helianthus annuus* L. utiče na smanjenje biomase, kao i na smanjenje dužine radikule i hipokotila vrste *Sinapis alba* L.

Biološki test, opisan u ovom radu, je pokazao da vodeni ekstrakti, dobijeni iz različitih vegetativnih organa vrste *A. lanceolatus*, negativno utiču na klijanje semena i razvoj klijavaca test vrsta. Vodeni ekstrakt listova vrste *Solidago canadensis* L. pokazuje veću alelopatsku aktivnost nego ekstrakti rizoma i stabla (Sun *et al.*, 2006). Klijanje semena vrste *S. alba* je bilo inhibirano uticajem ekstrakta dobijenih iz svih vegetativnih delova vrste *A. lanceolatus*. Inhibicija klijanja semena vrste *L. sativa* bila je najmanja pod uticajem ekstrakta svežih listova. Inhibirano ili odloženo klijanje semena ili slabiji razvoj klijanaca su sekundarni pokazatelji primarnih uticaja alelohemikalija na metaboličke procese (Kruse *et al.*, 2000). Smanjena klijavost može biti direktna posledica izlaganja semena alelohemikalijama koje tada prolaze kroz semenjaču i negativno utiču na aktivnost ćelija (Ismail *et al.*, 2015).

Inhibicija klijanja semena test vrsta ukazuje na mogućnost da invazivna vrsta *A. lanceolatus* poseduje potencijal da utiče na klijanje semena vrsta koje koegzistiraju u zajednici sa njom i na taj način ugrožava okolnu prirodnu vegetaciju, postaje kompetitivnija i osigurava svoj dalji opstanak.

Većina jedinjenja koje sintetišu biljke, izuzev volatilnih, se nalaze i u zemljištu (Ens *et al.*, 2009). Prema nekim autorima, biološki testovi u kontrolisanim uslovima, kao što su Petri posude, najverovatnije precenjuju uticaj alelopatije, jer zemljište neutralizuje efekat sekundarnih metabolita (Wardle *et al.*, 1998; Duke, 2015). Da bi se dokazalo postojanje alelopatskih jedinjenja, važno je da se proceni rast biljaka na zemljišta. Pored toga, upotreba agara u biološkim testovima omogućava transfer supstanci, rastvorljivih u vodi, iz zemljišta do test vrste (Fujii *et al.*, 2004).

Biološki testovi u ovoj disertaciji su pokazali da su radikula i hipokotil test vrsta veoma osetljivi na fitotoksične supstance u vodenom ekstraktu. Najveći negativni uticaj na rast klijavaca obe test vrste imali su ekstrakti suvog rizoma. Ekstrakt lista u svim koncentracijama je inhibirao rast radikule u poređenju sa kontrolom (0%). Najveća inhibicija je primećena u tretmanu sa 100% ekstraktom. Ekstrakt rizoma je imao sličan

efekat. Najveća reakcija rasta radikule je bila u tretmanu sa 100%, zatim 25% i 50% ekstrakta.

U poređenju sa drugim parametrima, rast radikule je pokazao najveću osetljivost na primenjene ekstrakte. Od biljnih organa, koren je najosetljiviji na alelohemikalije u rizosferi, zato što je tkivo korena propusno za te supstance (Nishida *et al.*, 2005; Gulzar i Siddiqui, 2015). Alelopatske supstance inhibiraju auksin koji dovodi do smanjenja rasta korena, utiču na disanje, smanjuju sadržaja hlorofila i proteina i na taj način redukuju rast radikule i hipokotila (Singh i Rao, 2003; Gholinejad *et al.*, 2012; Unal, 2013). Razlog veće inhibicije može biti i to što je radikula bila u stalnom kontaktu sa ekstraktom (Meksawat i Pornprom, 2010).

*L. sativa* je pokazala osetljivost na vodeni ekstrakt, kao i na prisustvo zemljišta iz kvadranta u kojima je rasla invazivna vrsta. Inhibicija klijanja semena test vrste u zemljišnom biološkom testu, može biti posledica alelohemijskog stresa i predstavljati potvrdu da vrsta *A. lanceolatus* sintetizuje sekundarne metabolite koji se akumuliraju u zemljištu (Avendaño-González *et al.*, 2016). Takođe, poznato je da alelohemikalije inhibiraju procese deobe i izduživanje ćelije, koji su neophodni za rast (Gulzar i Siddiqui, 2015).

Kao što je napred izneto, Rice (1984) pod alelopatijom podrazumeva pozitivne i negativne uticaje alelohemikalija jedne biljke na drugu. Iako su neki vodeni ekstrakti vrste *A. lanceolatus* podstakli izduživanje hipokotila i radikule test vrsta, ovo se ne može oceniti kao pozitivno dejstvo ekstrakta na rast klijavaca jer je biomasa klijavaca bila manja u odnosu na kontrolu. Fitotoksično delovanje primenjenih ekstrakta je potvrđeno i kroz propadanje semena, koje se javilo nakon probijanja semenjače radikulom. Ovo potvrđuje zapažanje da je radikula bila osetljivija na alelopatske supstance.

Vrednost pH ekstrakta može da utiče na rast test vrsta (Wardle *et al.*, 1998). Uzimajući u obzir da je razlika u pH vrednosti rastvora kontrole i tretmana bila mala, inhibicija klijanja i rasta klijavaca test vrsta nije bila posledica uticaja pH vrednosti primenjenih rastvora.

Floristički sastav zajednice može da se promeni pod uticajem alelopatskih biljaka (Ens *et al.*, 2009; Duke, 2015). Alelopatske supstance dospevaju u životnu sredinu direktno iz svežih delova biljke i indirektno razlaganjem biljnih ostataka (Meksawat i Pornprom, 2010; Tantiado i Saylo, 2012). Alelopatski potencijal biljnog ostatka se smatra

bitnim faktorom koji utiče na strukturu biljnih zajednica (Lodhi, 1978; Shaver i Chapin III, 1986; Al Harun *et al.*, 2014). Vrsta i količina biljnog ostatka, osobine zemljišta, mikroorganizmi i klima, posebno temperatura i padavine, utiču na procese u zemljištu i strukturu biljnih zajednica (Salamanca *et al.*, 2003; Saura-Mas *et al.*, 2012; Al Harun *et al.*, 2014).

Promene u ekosistemu, nastale uticajem invazivnih biljaka se povećavaju delovanjem dodatnih faktora, kao što su klimatske promene, taloženje azota iz atmosfere, kisele kiše i promene načina korišćenja zemljišta. Sa povećanjem stepena poremećaja u ekosistemu povećava se i značaj delovanja alelopatskih supstanci (Tantiado i Saylo, 2012). Koncentracija alelopatskih supstanci rastvorljivih u vodi se povećava sa porastom temperature (Al Harun *et al.*, 2015). Očekuje se da će biljke proizvoditi veću količinu sekundarnih metabolita u uslovima klimatskih promena, što će uticati na način međusobne interakcije biljaka kroz proces kompeticije i alelopatije (Cornelissen, 2011). Komponente ekosistema su usko povezane i faktori koji menjaju jednu komponentu često imaju indirektan uticaj na druge. Odgovor biljaka na globalne promene će zavisiti od biljne vrste, što će potencijalno uticati na strukturu biljnih zajednica.

Uticaj vodenih ekstrakta u sprovedenim istraživanjima u ovoj disertaciji je pokazao zavisnost od koncentracije. Razlika u reakciji semena na koncentraciju ekstrakta može biti posledica hemijske stabilnosti bioaktivnih jedinjenja od kojih zavisi alelopatska aktivnost (Ismail *et al.*, 2015). Pored toga, iako alelohemikalije ne inhibiraju rast biljaka u datoj koncentraciji, one mogu imati značajnu ulogu u smislu ekoloških uticaja na mikroorganizme i hemijske faktore zemljišta (Kaur *et al.*, 2009; Weidenhamer *et al.*, 2009; Tantiado i Saylo, 2012). Pretpostavlja se da niska koncentracija nekih alelohemikalija može da spreči razvoj nekih vrsta, dok u većim koncentracijama one mogu imati stimulativno dejstvo na rast drugih vrsta (Sangeetha i Baskar, 2015). U početku, alelohemikalije mogu imati malo uticaja na vegetaciju zajednice, ali kasnije, mogu imati dugotrajne efekte (Duke, 2015). Pored toga, tokom vremena ove supstance mogu da povećaju svoju koncentraciju u zemljištu (Duke, 2015), a samim tim i uticaj na susedne biljke.

Sekundarni metaboliti biljaka mogu da menjaju komponente ekosistema koje potom utiču na procese i odnose u ekosistemu, a samim tim i na biljne zajednice (Wardle *et al.*, 1998). Mali floristički diverzitet u zajednici, sa jednom ili dve dominantne vrste,

omogućava jednoj vrsti da dominira biohemijskim osobinama zemljišta čime u velikoj mjeri utiče na biljke i procese (Wardle *et al.*, 1998). Zbog toga, uticaj alelopatskih supstanci je izraženiji u zajednicama koje se odlikuju malim florističkim diverzitetom, nego u zajednicama koje se sastoje od velikog broja biljnih vrsti (Wardle *et al.*, 1998). *Aster lanceolatus* osvaja nova područja semenom, a dalje se širi rizomom formirajući monodominantne sastojine. Uzimajući u obzir da je *A. lanceolatus* perena, a perene oslobađaju alelohemikalije u zemljište tokom više vegetacionih sezona, rezultati ovih istraživanja mogu da objasne postojanje monodominantnih sastojina ove vrste (Nešić *et al.*, 2016).

Iako je alelopatska inhibicija odvojen proces od kompeticije, alelopatske biljke mogu da iskoriste proces alelopatije isključujući druge kompetitore i na taj način obezbede sebi prednost u odnosu na druge vrste (Avendaño-González *et al.*, 2016). Međutim, odvajanje alelopatije od kompeticije može biti teško, jer ovi procesi mogu da utiču jedni na druge (Duke, 2015).

Alohtone vrste mogu da utiču na biodiverzitet ekosistema tako što menjaju dinamiku sukcesija (Davis, 2009). Menjajući životne uslove u ekosistemu, neke alohtone biljke osiguravaju svoj opstanak, a ometaju ili sprečavaju razvoj biljaka koje se javljaju u kasnijim fazama sukcesije (Davis, 2009). Takođe, kao što je već napomenuto, alelohemikalije nekih biljaka utiču na pristupačnost nutrijenata tako što inhibiraju razvoj vrsta koje vrše nitrifikaciju zemljišta i na taj način menjaju florističku kompoziciju i sukcesiju zajednice (Bazzaz, 1979). U istraživanjima Obratov-Petković *et al.* (2011) je utvrđeno da je *A. lanceolatus* edifikator u zajednici *Asteretum lanceolati* koja se sastoji od 107 vrsta, od kojih je 16% invazivno. Poznato je da vrste koje žive u istoj zajednici, tokom evolucije, uspevaju da se prilagode na metabolite proizvedene od strane drugih vrsta sa kojima koegzistiraju. Kada se alohtona vrsta sa alelopatskim sposobnostima nađe u novoj zajednici, ona postaje kompetitivnija u odnosu na autohtone biljke koje su ugrožene novim alelohemikalijama. Ukoliko fitotoksična jedinjenja vrste *A. lanceolatus* inhibiraju razvoj autohtone flore, dolazi do pojave praznog prostora na staništu i viška nutrijenata, a povećanje količine pristupačnih resursa u ekosistemu povećava sklonost ekosistema ka invaziji (Davis *et al.*, 2000). Jedan od razloga za postojanje velikog broja invazivnih vrsta u zajednici *Asteretum lanceolati* može biti alelopatska sposobnost edifikatora ove zajednice. Rezultati istraživanja u ovoj pružaju dodatnu podršku hipotezi

da *A. lanceolatus* inhibira razvoj autohtonie flore, što stvara prazan prostor i povećava dostupnost hranljivih materija, što dovodi do povećanja broja invazivnih vrsta u biljnim zajednicama.

#### **7.6. Ispitivanje polifenolnih jedinjenja u različitim biljnim organima vrste *A. lanceolatus***

Jedinjenja iz grupe biljnih fenola su sekundarni metaboliti, sastavljena od nekoliko strukturno različitih grupa prirodnih jedinjenja nastalih različitim biosintetskim putevima. Mnoga fenolna jedinjenja su prisutna u biljkama, kao i u ostacima biljka koji imaju uticaj na organske i organomineralne materije zemljišta (Li *et al.*, 2010). Fenolne kiseline, u koje spadaju vanilinska, galna, o-kumarinska, p-kumarinska, ferulinska, kafeinska, hlorogenska kiselina, su jedna od glavnih grupa fenolnih jedinjenja po zastupljenosti u biljkama, dok drugu grupu čine flavonoidi (flavonoli, flavoni i flavanoni) (Lattanzio, 2013; Watson, 2014). Polifenoli imaju važnu ulogu u zaštiti biljaka od herbivora, mikroorganizama i UV zračenja, u privlačenju oprašivača i životinja koje raznose seme, i kao alelopatske materije (Lattanzio *et al.*, 2006; Gómez-Caravaca *et al.*, 2014).

U ovom istraživanju, u cvetu, listu i rizomu vrste *A. lanceolatus* identifikovano je i kvantifikovano 14 fenolnih jedinjenja. U odnosu na biljni organ, izolovana jedinjenja, izuzev umbeliferona, su imala najveću koncentraciju u cvetu. Manja koncentracija fenola je utvrđena u listu. U rizomu je utvrđena najveća koncentracija umbeliferona i ferulinske kiseline. Izuzev druge dve izolovane fenolne kiseline (kafeinske i p-kumarinske), ostala fenolna jedinjenja su bila prisutna u tagovima u rizomu, dok kaemferol nije identifikovan. U cvetu, od izolovanih jedinjenja, procentualno su bili najzastupljeniji apigenin i kvercetin, dok su u listu to bili rutin i izokvercetin. Chmielewski i Semple (2001) takođe navode da su flavonoidi kvercetin i kaemferol, kao i umbeliferon prisutni u različitim biljnim organima vrste *A. lanceolatus*. Isti autori navode i različiti sastav flavonoida u odnosu na delove biljke. Slično kao i u ovom istraživanju, i u drugim biljkama je utvrđena veća koncentracija pojedinih fenolnih jedinjenja u cvetu. Tako na primer, Im *et al.* (2008) su utvrdili veću koncentraciju kafeinske kiseline u cvetovima vrste *Solanum tuberosum* L., u poređenju sa koncentracijom u listovima. Radusiene *et al.* (2015) navode da su koncentracije rutina i izokvercetina takođe više u cvastima vrste *Solidago gigantea* Ait. nego u listovima.

Neka istraživanja navode veće koncentraciji fenolnih kiselina i flavonoida u drugim vrstama roda *Aster* (Im *et al.*, 2008; Djurdjević *et al.*, 2011; Kim i Lee, 2011; Al Harun *et al.*, 2015; Radusiene *et al.*, 2015), ali ima i istraživanja koja su pokazala suprotno (Proestos *et al.*, 2006).

Biljni materijal može da sadrži različite vrste fenola, od prostih do visoko polimerizovanih supstanci u različitim količinama, a sama rastvorljivost fenola zavisi od vrste biljnog uzorka, kao i od polarnosti rastvarača koji se koristi pri pripremi uzoraka (Stankovic *et al.*, 2012). Isti autori dalje navode da fenoli mogu da budu povezani i sa drugim biljnim komponentama kao što su ugljeni hidrati i proteini, pa ne postoji univerzalna procedura koja je povoljna za ekstrakciju svih fenolnih jedinjenja. U objavljenoj literaturi o sadržaju fenolnih jedinjenja u vrsti *A. lanceolatus* (Chmielewski i Semple, 2001), dostupnoj pri izradi ove doktorske disertacije, navode se vrste fenolnih jedinjenja koja su izolovana iz tkiva vrste *A. lanceolatus*. Dobijeni rezultati u disertaciji su u skladu sa navedenim vrstama fenolnih jedinjenja. Međutim, kako u dostupnoj literaturi nema koncentracija navedenih jedinjenja, nije bilo moguće izvršiti poređenje dobijenih koncentracija fenolnih jedinjenja u ovoj disertaciji sa drugim autorima, kao i poređenje protokola ekstrakcije. Imajući ovo u vidu, jedan od razloga za niži sadržaj identifikovanih jedinjenja u odnosu na neke druge biljne vrste, može biti i primenjena procedura ekstrakcije fenolnih jedinjenja iz vrste *A. lanceolatus*.

Da li će neko jedinjenje ispoljiti alelopatsko delovanje zavisi od više faktora. Alelopatsko dejstvo nekog jedenja zavisi od koncentracije, dužine delovanja i ponašanja supstance u supstratu, kao i od osetljivosti biljne vrste na koju alelohemikalije deluju (Inderjit, 2001; Duke, 2003). Takođe, osetljivost vrste može da varira, pa su samim tim različite koncentracije alelohemikalija fitotoksične za biljku u određenim fazama njenog razvoja ili određenim uslovima sredine (Duke, 2003).

Blum (1996) je utvrdio da mešavina većeg broja fenolnih kiselina ima inhibitorski efekat i ako su njihove pojedinačne koncentracije manje od koncentracija koje su potrebne da bi imale takav efekat. Tako, ferulinska kiselina koncentracije 0,23  $\mu\text{mol/g}$  zemlje, izaziva 30% redukciju razvoja lista, dok je i koncentracija od 0,05  $\mu\text{mol/g}$  u kombinaciji sa drugim fenolnim kiselinama (0,06, 0,17 i 0,04  $\mu\text{mol/g}$  p-kumarinske, p-hidroksibenzojeve i vanilne kiseline) dovoljna da izazove isti efekat inhibicije (Blum,

1996). S obzirom na ovo, iako su izmerene koncentracije u različitim biljnim organima vrste *A. lanceolatus* bile niske, ne može se odbaciti moguće alelopatsko dejstvo ove vrste.

Sadržaj polifenola u biljkama zavisi od genetske konstitucije biljke i uslova sredine. Analiza variranja sadržaja i vrste fenolnih jedinjenja, zajedno sa gentičkom strukturom, može biti alat za praćenje reakcije biljaka na uslove sredine (Siracusa i Ruberto, 2014). Takođe, sadržaj polifenola zavisi od faze rasta, pa tako biljke iz roda *Citrus* (Rutaceae) akumuliraju različite klase flavonoida u zavisnosti od faze rasta, što se često koristi i kao taksonomski marker za ovaj rod (Siracusa i Ruberto, 2014). Takođe, u okviru roda *Citrus*, svaka vrsta ima određenu strukturu flavanona, pa se ova osobina koristi za identifikaciju vrsta u okviru ovog roda (Siracusa i Ruberto, 2014).

Hemijska struktura sekundarnih metabolita i putevi njihove biosinteze su često specifični za određene mehanizme, pa se zbog toga i koriste pri određivanju taksonomskog statusa vrsta (Singh, 2016). Kombinacija hemijskih i višefaktorskih statističkih analiza može da obezbedi jednostavan uvid u strukturu biljnog materijala i omogućiti donošenje zaključaka o sličnostima i razlikama u sadržaju fenola (Radusiene *et al.*, 2015) između različitih populacija vrste *A. lanceolatus*. Analiza glavnih komponenti je urađena za sadržaj 14 fenolnih jedinjenja detektovanih u različitim biljnim organima deset populacija vrste *A. lanceolatus*. Zapažena su određena razdvajanja populacija vrste *A. lanceolatus*. Populacije na staništima Košutnjak i Orlovat pokazuju određenu sličnost u sastavu fenolnih jedinjenja u cvetu, kao i populacije na staništima Košutnjak i Kumodraž koje se izdvajaju po višem sadržaju kafeinske kiselina i rutina u listovima. Kada se posmatra sadržaj fenolnih jedinjenja u svim analiziranim biljnim organima, određena sličnost se zapaža između populacija staništa Orlovat, Košutnjak i Velika Morava, kao i između populacija staništa Košutnjak i Zapadna Morava. Pored toga, populacije staništa Zapadna Morava, Velika Morava, Tamiš i Orlovat se izdvajaju od ostalih po sličnom sadržaju astragalina, naringenina i rutina u rizomu. Slični sadržaji fenolnih jedinjenja u rizomu biljaka populacija staništa Zapadna i Velika Morava bi mogle da ukažu na sličnu genetsku strukturu ovih populacija, što je realna mogućnost jer se ova dva lokaliteta nalaze na istom rečnom koridoru. Isto važi i za lokalitete Tamiš (u blizini naselja Jabuka) i lokalitet Orlovat koji se nalazi u okolini reke Tamiš. Dalja istraživanja u ovom pravcu bi mogla da doprinesu boljem razumevanja taksonomskog statusa vrste *A. lanceolatus* complex.

Sposobnost invazivnih biljaka da menjaju uslove staništa i time pospešuju svoj razvoj može biti ključna za njihovu dalju ekspanziju. Prisustvo toksičnih supstanci u vodenim ekstraktima invazivne vrste *A. lanceolatus*, kao i u zemljištu koje ova vrsta naseljava je potvrđeno kroz biološki test. Vodeni ekstrakti, dobijeni iz različitih vegetativnih organa vrste *A. lanceolatus*, su imali negativan uticaj na klijanje semena i razvoj klijavaca test vrsta. Zemljište sakupljeno na mestima gde raste vrsta *A. lanceolatus* je uticalo na značajno smanje klijavosti semena na tri lokaliteta. Identifikacija i kvantifikacija 14 fenolnih jedinjenja u biljnim organima vrste *A. lanceolatus* predstavlja potvrdu alelopatskog dejstva ove vrste. Alelohemikalije prisutne u podzemnim i nadzemnim tkivima nekih invazivnih vrsta, imaju toksično delovanje na organizme u zemljištu na kome se odvija proces širenja invazivnih vrsta (Wardle *et al.*, 1998; Prati i Bossdorf, 2004; Thorpe i Callaway, 2011). Promene u strukturi mikroorganizama u zemljištu, koje nastaju kao posledica delovanja alelopatskih supstanci, menjaju i ciklus kruženja nutrijenata u zemljištu (Mallik, 2008). Pored toga, neke invazivne vrste proizvode alelohemikalije koje inhibiraju razvoj arbuskularne mikorize na korenu autohtonih vrsta što dovodi do menjanja kompozicije drvenastih i zeljastih vrsta zajednice (Stinson *et al.*, 2006). Rezultati ove doktorske disertacije su pokazali da vrsta *A. lanceolatus* ima određeni uticaj na zemljište na kome raste. Produkcija fenolnih jedinjenja vrste *A. lanceolatus* može biti jedan od faktora koji uslovljava ove promene u zemljištu pod ovom vrstom i još jedan mehanizam kojim vrsta pospešuje svoje širenje i ugrožava opstanak vrsta koje koegzistiraju sa njom.

#### **7.7. Predikcija rasprostranjenja vrste *A. lanceolatus* i EPPO proces prioritizacije**

Analizom podataka Republičkog hidrometeorološkog zavoda i podataka dobijenih pomoću regionalnog klimatskog modela utvrđeno je da će se u slučaju scenarija A2 na istraživanim poručijima temperatura povećati, a količina padavina smanjiti. Dobijeni rezultati su u saglasnosti sa drugim simulacijama urađenim za scenario A2 i ovaj deo Evrope (Čavlović *et al.* 2012; Stojanović *et al.* 2013; Čavlović *et al.* 2016). Najveće smanjenje količine padavina se očekuje tokom vegetacione sezone, što uz konstantno povećanje temperature ukazuje na sušni period (Čavlović *et al.* 2012).

Karta trenutne pogodnosti staništa za vrstu *A. lanceolatus* (Karta 3) odgovara sadašnjoj rasprostranjenosti vrste u Vojvodini i Beogradu sa okolinom. Pored toga,

područje oko ušća Južne i Zapadne Morave ima srednju pogodnost, što se takođe poklapa sa terenskim istraživanjima. Na lokalitetu Zapadna Morava, utvrđena je manja populacija vrste *A. lanceolatus*, u poređenju sa lokalitetima u Vojvodini i Beogradu. Prema podacima sa Karte 3, staništa uz Veliku Moravu imaju malu pogodnost za razvoj istraživane vrste. Terenska istraživanja ovog područja su takođe pokazala nizak stepen zastupljenosti ove vrste. Imajući u vidu da su temperaturne varijable, posebno sezonska temperatura i srednja temperatura najsvuļljeg kvartala, imale veći uticaj u odnosu na ostale parametre, stiče se utisak da je temperatura vazduha glavni klimatski faktor koji utiče na rasprostranjenje vrste. Ipak, s obzirom da je model baziran samo na klimatskim parametrima i nadmorskoj visini, moguće je da su i drugi faktori uticali na odabir pogodnih staništa ove vrste. Kompeticija za resurse, geografske barijere koje sprečavaju rasejavanje, tip zemljišta, kao i ostali stanišni uslovi koji nisu korišćeni pri izradi ovog modela su potencijalni faktori koji mogu da utiču na rasprostranjenje vrste (Jarnevich i Reynolds, 2011).

Istraživanja pokazuju da će klimatske promene izmeniti uticaj invazivnih biljaka na prirodne i antropogene ekosisteme (Vilà *et al.*, 2007; Thuiller *et al.*, 2008; Bradley *et al.*, 2010). Promene koje će uticati na širenje invazivnih biljaka su povećanje temperature, promena režima padavina, povećanje koncentracije CO<sub>2</sub>, depozicija azota, kao i novi poremećaji koji su povezani sa promenama u načinu korišćenja (Bradley *et al.*, 2010). Istraživanja pokazuju da povećanje temperature i promena količine padavina nemaju podjednaki uticaj na sve biljne vrste, već da je odgovor vrsta na ove promene različit. Ovo pokazuje da promene temperaturnog i padavinskog režima mogu da utiču pozitivno ili negativno na proces širenja invazivnih vrsta, u zavisnosti od biljne vrste, lokacije, veličine promene ili sezone promene (Bradley *et al.*, 2010).

Prema, Đurđević (2010) godišnja temperatura u Vojvodini, prema scenariju A2 za period od 2071. do 2100. godine, će se povećati za 3,2 °C do 3,4 °C, dok će povećanje u ostalom delu Srbije biti između 3,4 °C i 3,6 °C. Prema istom autoru, godišnje padavine u severnom delu Vojvodini će se povećati, dok će se u južnim delovima Vojvodine, na području Beograda, kao i Braničevskog okruga njihova količina smanjiti za 0-5%. U centralnim, istočnim i jugo-istočnim delovima Srbije padavine će biti manje za 5-10%. Karta 4 pokazuje da novi klimatski parametri za period do 2080. godine prouzrokuju

pomeranja ekoloških niša vrste *A. lanceolatus*. Rezultati ovog istraživanja pokazuju da će sa povećanjem temperature, rasti i potencijal širenja ove vrste.

Modeli predviđaju kako će se distribucija invazivnih vrsta promeniti pod uticajem klimatskih promena. Pored toga, modeli imaju veliki značaj, jer donosiocima odluka obezbeđuju procene rizika od invazivne vrste za tačno određena područja (Bradley *et al.*, 2010). Modeli koji se baziraju na podacima o prirodnom ili globalnom rasprostranjenju vrste mogu da daju netačne rezultate (Bradley *et al.*, 2010). Upotreba podataka o rasprostranjenju vrste na području na kome je vrsta invazivna daje najtačniju predikciju rizika od invazivne vrste u trenutnim i budućim klimatskim uslovima, jer su zasnovani na podacima o novim uslovima staništa i novim biotičkim interakcijama (Bradley *et al.*, 2010). EPPO proces prioritizacije je pokazao da vrsta *A. lanceolatus* treba da bude uvrštena na listu invazivnih vrsta. Ovaj rezultat je u saglasnosti sa već formiranim preliminarnim listama invazivnih vrsta u Srbiji (Lazarević *et al.*, 2012; Obratov-Petković i Bjedov, 2017). Za dodatnu potvrdu o opravdanosti ocenjivanja vrste *A. lanceolatus* kao „visoko invazivne“, mogu se uzeti i rezultati urađenog modela za sadašnje klimatske parametre (Karta 3). Produkcija fenolnih jedinjenja vrste *A. lanceolatus* može biti jedan od faktora koji uslovljava ove promene u zemljištu i još jedan mehanizam kojim vrsta pospešuje svoje širenje i ugrožava opstanak vrsta koje koegzistiraju sa njom (Karta 4). Takođe, rezultat modela je i potvrda efikasnosti EPPO procesa prioritizacije vrsta (Brunel *et al.*, 2010; EPPO, 2012). Prednosti EPPO procesa prioritizacije su pouzdani naučno zasnovani rezultati, mogućnost primena na svim invazivnim organizmima i relativno mali utrošak vremena potreban za izvođenje analize. Pored toga, aplikacija CAPRA ima jednostavan korisnički interfejs, kao i obezbeđena detaljna uputstva koja pomažu korisniku tokom rada.

## 8. ZAKLJUČCI

Priobalna i fragmentisana staništa su pogodna za širenje invazivnih vrsta. Vrsta *A. lanceolatus* naseljava upravo ovakva staništa, pa se ova sklonost može smatrati kao jedan od faktora koji omogućuje širenje istraživane vrste.

Zajednice na proučavanim lokalitetima su u značajnoj meri degradirane usled intenzivne antropopresije, tako da je ovo još jedan faktor koji pogoduje širenju istraživane invazivne vrste.

U većini zajednica preovlađuju evrozajski florni elementi. Na lokalitetima Zapadna Morava, Ada Međica, Velika Morava, Sremski Karlovci, Makiš, Jakovo i Beška se zapaža veće učešće adventivnih flornih elemenata što ukazuje na nestabilnost ovih zajednica i prisustvo invazivnih vrsta.

Analiza životnih formi je pokazala da su u istraživanim zajednicama najzastupljenije hemikriptofite. Pored toga u značajnom procentu su prisutne i fanerofite, geofite i terofite.

Vrednosti Sorensenovog indeksa sličnosti su pokazale da ne postoji velika sličnost u florističkom sastavu istraživanih zajednica. Mala floristička sličnost između ovih lokaliteta može biti posledica izraženog antropogenog uticaja i degradacije prirodne potencijalne vegetacije. Pored toga, različiti načini korišćenja istraživanih površina, kao i blizina linearnih koridora su uticali na smanjenje florističke sličnosti istraživanih staništa.

U blizini svih proučavanih lokaliteta, postoji jedan ili nekoliko tipova linearnih koridora, a koridori takođe mogu da utiču na širenje invazivnih vrsta.

Periodično plavljenje stvara pogodne uslove za naseljavanje novih vrsta. Od proučavanih lokaliteta, u zoni plavljenja se nalaze Ada Međica, Veliko ratno ostrvo, Jakovo i Slankamen.

Antropogeni uticaj izražen na najvećem broju lokaliteta doprinosi širenju vrste *Aster lanceolatus*, koja na većini proučavanih lokaliteta ima apsolutnu dominaciju u odnosu na ostale vrste.

Vrsta *A. lanceolatus* se na svim proučavanim lokalitetima javlja kao dominantna vrsta, sem na četiri lokaliteta: Živača, Tamiš, Velika i Zapadna Morava.

Može se pretpostaviti da su lokaliteti u urbanoj zoni Vojvodine i Beograda centri širenja vrste *Aster lanceolatus*, a da je vrsta dalje nastavila svoje širenje ka ruralnim područjima u koja spadaju lokaliteti gde je zabeležena manja brojnost i socijalnost vrste.

Istraživanja su pokazala da vrsta *A. lanceolatus* naseljava staništa na kojima su izražene različite vrste poremećaja, da je dominantna na većini lokaliteta i da potiskuje druge vrste u zajednicama i staništima na kojima se nalazi, čime je i potvrđena prva (1) postavljena hipoteza.

Rezultati istraživanja su pokazali da vrsta *A. lanceolatus* pretežno naseljava zemljišta slabo alkalne do srednje alkalne reakcije. Ne postoji velika razlika u koncentraciji hranljivih elemenata u zemljištu u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* i u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom. Ipak, određene razlike se zapažaju. Sadržaj Ca i Cu je na manjem broju lokaliteta bio veći u zemljištu u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus*. Pored toga, sadržaj Mg, C, N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O i sadržaj humusa, se takođe, razlikovao između zemljišta u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* i u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom. Pored povećanja koncentracije, konstatovane su i manje koncentracije ovih elemenata u zemljištu u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus*.

Koncentracije N, P, K, Cu i B u biljnom tkivu *A. lanceolatus*, takođe, ne pokazuju ujednačenost na proučavanim lokalitetima. Nasuprot ovome, koncentracija Ca, Mg, S, Fe i Zn u biomasi vrste *A. lanceolatus* je veća od sadržaja u prirodnoj vegetaciji. S obzirom da je razlika u pH vrednosti zemljišta u kvadrantima sa vrstom *A. lanceolatus* i zemljišta u kvadrantima sa prirodnom vegetacijom bila mala, može se zaključiti da pH vrednost nije bitno uticala na povećano usvajanje mikroelemenata.

Sadržaj Zn u biomasi vrste *A. lanceolatus* je bio značajno veći u poređenju sa prirodnom vegetacijom. Veći sadržaj Zn u nadzemnom delu vrste *A. lanceolatus* bi mogao da utiče na otpornost ove vrste na sušu i visoku temperaturu tokom letnjih meseci.

S obzirom da su ispitivana zemljišta alkalne reakcije, a usvajanje Cu, Zn ukazuje da vrsta *A. lanceolatus* ima mehanizme kojima povećava dostupnost pojedinih hranljivih materija i na taj način postaje kompetitivnija u odnosu na biljke prirodne vegetacije.

Vreme sakupljanja biljnog materijala i fenofaza u vreme uzorkovanja su mogle da imaju uticaj na sadržaj elemenata u biomasi vrste *A. lanceolatus*.

Moguće je da se strategija širenja vrste *A. lanceolatus* zasniva na efikasnom korišćenju nutrijenata čija dostupnost nije ograničena i povećanom usvajanju

mikroelemenata koji su na alkalnom zemljištu manje dostupni. Ovakva strategija može biti uzrok malih promena u zemljištu, ali i širenja vrste.

Hipoteza (2) da vrsta *A. lanceolatus* utiče na osobine zemljišta i tako doprinosi svojoj kompetitivnosti ne može biti u potpunosti potvrđena. Sa druge strane, hipoteza ne može da bude ni odbačena, jer su određene promene konstatovane. Ispitivana zemljišta su pod velikim uticajem antropogenih faktora, dok se neki lokalitet nalaze u zoni plavljenja. Usled uticaja ovih faktora promene u zemljištu bi mogle da budu ublažene, ali i da budu posledica delovanja ovih faktora.

Gajenje biljaka u hidrokulturi je pokazalo da vrste *A. lanceolatus* i *A. millefolium* stvaraju približno jednaku nadzemnu biomasu, dok *A. lanceolatus* stvara značajno veću podzemnu biomasu u tretmanu  $N_{min}$  i kontroli.

U kontroli, podzemna masa *A. millefolium* bila je manja u odnosu na masu kada je gajena u monokulturi što može da ukaže da je ova vrsta gubila pri kompeticiji sa vrstom *A. lanceolatus*.

Odnos nadzemnog dela i rizoma prema korenu (S/R) kao i odnos nadzemnog i podzemnog dela (A/B) je pokazao da *A. millefolium* alocira veći deo biomase u nadzemni deo, kako u tretmanu sa manjim sadržajem N, tako i u kontrolnom tretmanu. Sa smanjenjem sadržaja azota, alokacija biomase u nadzemni deo se povećala.

Alokacija biomase vrste *A. lanceolatus* u podzemni deo u kontrolnom tretmanu u mešovitoj kulturi i približna alokacija u drugim tretmanima, ukazuje da ova vrsta u početku svog ontogenetskog razvića, alocira biomasu u koren, kao i rizom i na taj način stvara potencijal za veće usvajanje resursa. Ovakav način rasta se razlikuje od vrste *A. millefolium* koja je alocirala najveći deo svoje biomase u listove. Upravo ovakva strategija rasta vrste *A. lanceolatus* bi mogla da doprinosi širenju ove vrste.

U tretmanu  $N_{min}$  vrsta *A. lanceolatus*, u monokulturi i u mešovitoj kulturi, je usvojila značajno veću količinu N u odnosu na *A. millefolium* u obe gajene kulture. Isto je utvrđeno i u kontroli.

U kontroli nije bilo razlike u sadržaju P u nadzemnom delu posmatranih vrsta. Nasuprot ovome, u tretmanu sa nižim sadržajem azota, *A. lanceolatus* je imao značajno veći sadržaj ovog elementa.

U podzemnoj biomasi, u oba tretmana *A. millefolium* je imala veći sadržaj fosfora. Sadržaj kalijuma u nadzemnoj biomasi se nije razlikovao među vrstama, dok je u kontroli *A. lanceolatus* imao manji sadržaj ovog nutrijenata u podzemnoj biomasi.

Sadržaj P u nadzemnoj i podzemnoj masi vrste *A. millefolium* je bio manji kada je biljka gajena u mešovitoj kulturi u poređenju sa monokulturom ove vrste. Ovaj rezultat pokazuje da je vrsta *A. lanceolatus* kompetitivnija pri usvajanju nutrijenata. Pored ovoga, sadržaj K je bio veći u podzemnoj biomasi vrste *A. lanceolatus* kada je gajena u mešovitoj kulturi u poređenju sa monokulturom, što takođe doprinosi prethodnoj tvrdnji.

Relativna lisna površina (RLA) između istraživanih vrsta u okviru tretmana sa manjom količinom azota se nije razlikovala što može biti posledica veće alokacije biomase u koren i rizom. Specifična lisna površina (SLA) je bila veća kod vrste *A. lanceolatus* u kontroli i u tretmanu sa manjom količinom dostupnog azota.

Ovi rezultati, kao i drugi podaci o karakteristikama vrste dobijeni tokom istraživanja na terenu, u laboratorij i na osnovu literature, jasno upućuju na zaključak da vrsta *A. lanceolatus* ima snažan vegetativan rast, da u početnoj fazi rasta alocira resurse u podzemni deo, da pri interspecijskoj kompeticiji često nadjačava vrstu sa kojom je rasla, kao i da ima veliki potencijal za vegetativno razmnožavanje.

Rezultati određivanja kvalitet i kvantitet semena vrste *A. lanceolatus* su pokazali da je prosečan broj ahenija u jednoj cvetnoj glavici 56,14. Prosečan broj cvetova po jednoj individui je 200. *A. lanceolatus* stvara veliku količinu sitnog semena koje se lako raznosi vetrom. Dobijeni rezultati ukazuju da *A. lanceolatus* proizvodi veliku količinu vijabilnog semena koje klija u procentu koji je dovoljan kako bi se osiguralo uspešno širenje ove invazivne vrste na nova staništa. Nakon toga, *A. lanceolatus* brzo kolonizuje slobodan prostor jer ima veliki potencijal za vegetativno razmnožavanje, što su i rezultati ovog rada potvrdili.

Parametri klijanja su se razlikovali između lokaliteta. Ove razlike mogu biti posledica genetičkih osobina vrste, fenotipske plastičnosti ili različitih uslova staništa.

*A. lanceolatus* je invazivna vrsta koja se nekontrolisano širi na staništima duž rečnih tokova na kojima su izraženi prirodni i antropogeni poremećaji. Rezultati istraživanja su pokazali da je seme ove vrste sposobno da klija u ovakvim uslovima. Pored toga, Eksperiment II je potvrdio da se klijavost semena vrste *A. lanceolatus* povećavala sa porastom temperature. Pored toga, klijavost je bila viša i u većini tretmanima na svetlu.

Kalijum nitrat je pokazao stimulatívno delovanje na seme vrste *A. lanceolatus*. Koncentracija 0,05 M KNO<sub>3</sub> imala slabije izraženo stimulatívno dejstvo u odnosu na 0,005 M KNO<sub>3</sub>. Inhibitorno dejstvo obe koncentracije KNO<sub>3</sub> je bilo izraženo u tretmanu u mraku, na najvišoj temperaturi.

Iako su se razlikovali među lokalitetima, parametri klijanja su pokazali da generativno razmnožavanje može da ima značajnu ulogu u širenju ove vrste, što je takođe potvrđeno i rezultatima tetrazolijum metode kojom je ispitana vitalnosti semena koja je kod svih lokaliteta bila između 93 i 100%.

Rezultati dobijeni gajenjem biljaka u hidrokulturi i ispitivanjem semena potvrđuju hipotezu (3) da vegetativno i generativno razmnožavanje imaju podjednaki značaj (utiču ravnopravno) na proces širenje vrste *A. lanceolatus*.

Prisustvo toksičnih supstanci u vodenim ekstraktima invazivne vrste *A. lanceolatus*, kao i u zemljištu koje naseljava je potvrđeno kroz biološki test. Inhibicija klijanja semena test vrsta ukazuje na mogućnost da invazivna vrsta *A. lanceolatus* poseduje potencijal da utiče na klijanje semena vrsta koje koegzistiraju u zajednici sa njom i na taj način ugrožava okolnu prirodnu vegetaciju, postaje kompetitivnija i osigurava svoj dalji opstanak. Rezultati istraživanja u disertaciji pružaju dodatnu podršku pretpostavci da *A. lanceolatus* inhibira razvoj autohtone flore, što stvara prazan prostor i povećava dostupnost hranljivih materija, a ovo vodi ka povećanju broja invazivnih vrsta u zajednici *Asteretum lanceolati*.

U cvetu, listu i rizomu vrste *A. lanceolatus* identifikovano je i kvantifikovano 14 fenolnih jedinjenja: kafeinska kiselina, p-kumarinska kiselina, umbeliferon, ferulinska kiselina, rutin, izokvercitrin, astragalin, kvercitrin, apigetrin, luteolin, kvercetin, apigenin, naringenin i kaemferol.

U odnosu na biljni organ, izolovana jedinjenja, izuzev ubeliferona, su imala najveću koncentraciju u cvetu. Manja koncentracija fenola je utvrđena u listu. U rizomu je utvrđena najveća koncentracija umbeliferona i ferulinske kiseline. Izuzev druge dve izolovane fenolne kiseline (kafeinske i p-kumarinske), ostala fenolna jedinjenja su bila prisutna u tragovima u rizomu, dok kaemferol nije identifikovan. U cvetu, od izolovanih jedinjenja, procentualno su bili najzastupljeniji apigenin i kvercetin, dok su u listu to bili rutin i izokvercetin.

Iako su izmerene koncentracije u različitim biljnim organima vrste *A. lanceolatus* bile niske, ne može se odbaciti moguće alelopatsko dejstvo ove vrste.

Sličan sadržaji fenolnih jedinjenja u rizomu biljaka populacija staništa Zapadna i Velika Morava, kao i lokaliteta Tamiš i Orlovat bi mogao da ukažu na sličnu genetsku strukturu ovih populacija, što je realna mogućnost s obzirom da se ovi lokaliteti nalaze na istom rečnom koridoru. Dalja istraživanja u ovom pravcu bi mogla da doprinesu boljem razumevanja taksonomskog statusa vrste *A. lanceolatus* complex.

Produkcija fenolnih jedinjenja vrste *A. lanceolatus* može biti jedan od faktora koji uslovljava promene u zemljištu pod ovom vrstom i još jedan mehanizam kojim vrsta pospešuje svoje širenje i ugrožava opstanak vrsta koje koegzistiraju sa njom.

Uz rezultate sprovedenih bioloških testova, identifikacija i kvantifikacija 14 fenolnih jedinjenja u biljnim organima vrste *A. lanceolatus* predstavljaju potvrdu alelopatskog dejstva ove vrste, čime je i potvrđena postavljena hipoteza (4).

Analizom podataka Republičkog hidrometeorološkog zavoda i podataka dobijenih pomoću regionalnog klimatskog modela utvrđeno je da će se u slučaju scenarija A2 na istraživanim područjima temperatura povećati, a količina padavina smanjiti.

Na prediktivnoj karti trenutne pogodnosti staništa za vrstu *A. lanceolatus*, dobijenoj u modelu za predikciju rasprostranjenja ove vrste, se zapaža da se staništa sa najpovoljnijim trenutnim klimatskim uslovima za razvoj vrste *A. lanceolatus* nalaze uz tokove većih reka.

Karta pogodnosti staništa za vrstu *A. lanceolatus*, za period do 2080. godine prikazuje da se najpovoljnija staništa nalaze na istoku Srbije u slivu reke Timok, kao i uz istočnu granicu Srbije, odnosno reku Dunav. Na jugu Srbije, uz sliv Južne Morave i u delu Zapadne Morave u blizini ušća, povoljnost staništa je veća pri predikciji za period do 2080. godine. Pogodnost staništa u Vojvodini i Beogradu sa okolinom je manja u odnosu na sadašnju. Izuzetak je istočni deo Južnobanatskog okruga gde se pogodnost povećava. Stanišna pogodnost raste i uz tok Velike Morave.

Kao najznačajnije varijable pri modelovanju potencijalnog staništa vrste *A. lanceolatus*, izdvojile su se sezonska temperatura (Bio 4) i srednja temperatura najsuvljeg kvartala (Bio 9).

Model je pokazao da klimatski parametri za period do 2080. godine prouzrokuju pomeranja ekoloških niša vrste *A. lanceolatus*. Hipoteza (5) da klimatske karakteristike

utiču na širenje invazivne vrste *A. lanceolatus* je potvrđena, jer su rezultati ovih istraživanja pokazali, da će sa povećanjem temperature rasti i potencijal širenja ove vrste.

EPPO proces prioritizacije je pokazao da vrsta *A. lanceolatus* treba da bude uvrštena na listu invazivnih vrsta. Ovaj rezultat je u saglasnosti sa već formiranim preliminarnim listama invazivnih vrsta u Srbiji. Za dodatnu potvrdu o opravdanosti ocenjivanja vrste *A. lanceolatus* kao „visoko invazivne“, mogu se uzeti i rezultati urađenog modela za sadašnje klimatske parametre, kao i za klimatske parametre prema IPPC scenariju A2 koji su pokazali da postoji potencijal za proširenje distribucije ove vrste. Takođe, rezultati modela su i potvrda efikasnosti EPPO procesa prioritizacije vrsta.

## 9. LITERATURA

- (1970-1977). *Flora SR Srbije 1-9*. Ur. Josifović M., Srpska akademija nauke i umetnosti, Beograd.
- (1986). *Flora SR Srbije X, dodatak (2)*. Sarić M., Diklić N. (Ur.), Srpska akademija nauka i umetnosti, Beograd.
- (1992). *Flora Srbije I*. Sarić M. (Ur.), Srpska akademija nauka i umetnosti, Beograd.
- (2010). Plan upravljanja predela izuzetnih odlika „Veliko ratno ostrvo“ 2011 – 2020. Javno komunalno preduzeće „Zelenilo - Beograd“.
- (2012). Projekat - Izrada studije očuvanja prirodnih šumskih ekosistema i njihove restauracije u neposrednom priobalju vodotoka Save i Dunava na području Beograda u cilju valorizacije ambijentalnih vrednosti i izletničko-rekreacionih funkcija. Institut za šumarstvo – Beograd.
- Abrahamson, W. G. (1979). Patterns of resource allocation in wildflower populations of fields and woods. *American Journal of Botany*, 71-79.
- Abrahamson, W. G., & Gadgil, M. (1973). Growth form and reproductive effort in goldenrods (*Solidago*, Compositae). *The American Naturalist*, 107(957), 651-661.
- Adriano, D. C. (2001). *Trace elements in terrestrial environments*. New York: Springer.
- Aerts, R., & Chapin, F. S. (1999). The mineral nutrition of wild plants revisited: a re-evaluation of processes and patterns. *Advances in ecological research*, 30, 1-67.
- Al Harun, M. A. Y., Johnson, J., Uddin, M. N., & Robinson, R. W. (2015). Identification and phytotoxicity assessment of phenolic compounds in *Chrysanthemoides monilifera* subsp. *monilifera* (Boneseed). *Plos One*, 10(10).
- Al Harun, M. A. Y., Robinson, R. W., Johnson, J., & Uddin, M. N. (2014). Allelopathic potential of *Chrysanthemoides monilifera* subsp. *monilifera* (boneseed): a novel weapon in the invasion processes. *South African Journal of Botany*, 93, 157-166.
- Allison, S. D., & Vitousek, P. M. (2004). Rapid nutrient cycling in leaf litter from invasive plants in Hawai'i. *Oecologia*, 141(4), 612-619.
- Alpert, P., Bone, E., & Holzapfel, C. (2000). Invasiveness, invasibility and the role of environmental stress in the spread of non-native plants. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 3(1), 52-66.

- Appiah, K. S., Amoatey, C. A., & Fujii, Y. (2015). Allelopathic activities of selected *Mucuna pruriens* on the germination and initial growth of lettuce. *International Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(4), 475.
- Assessment, M. E. (2005). Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis. Washington, DC: World Resources Institute.
- Audet, P., & Charest, C. (2008). Allocation plasticity and plant–metal partitioning: meta-analytical perspectives in phytoremediation. *Environmental Pollution*, 156(2), 290-296.
- Avendaño-González, M., Badano, E. I., Ramírez-Albores, J. E., Flores, J., & Flores-Cano, J. A. (2016). Differential allelopathy between genders of an invasive dioecious tree on desert plants. *Botanical Sciences*, 94.
- Barker, A. V., & Pilbeam, D. J. (2010). *Handbook of plant nutrition* (Vol. 117): CRC press.
- Baruch, Z., & Goldstein, G. (1999). Leaf construction cost, nutrient concentration, and net CO<sub>2</sub> assimilation of native and invasive species in Hawaii. *Oecologia*, 121(2), 183-192.
- Baskin J., Baskin C. (1985). The light requirement for germination of *Aster pilosus* seeds: temporal aspects and ecological consequences. *The Journal of Ecology*, 765-773.
- Baskin, J. M., & Baskin, C. C. (1979). The germination strategy of oldfield aster (*Aster pilosus*). *American Journal of Botany*, 1-5.
- Bazzaz, F. (1979). The physiological ecology of plant succession. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 10, 351-371.
- Bazzaz, F. (1990). Plant-plant interactions in successional environments. *Plant-plant interactions in successional environments.*, 239-263.
- Belanović S., Čakmak D., Kadović R., Beloica J., Perović V., Alnaass N., Saljnikov E. (2012). Availability of some trace elements (Pb, Cd, Cu and Zn) in relation to the properties of pasture soils in Stara Planina mountain. *Glasnik Šumarskog fakulteta*, 41-56.
- Bell, D. T., & Muller, C. H. (1973). Dominance of California annual grasslands by *Brassica nigra*. *American Midland Naturalist*, 277-299.
- Bewley J.D., Black M. (1994). *Seeds, Physiology of Development and Germination*. New York: Plenum Press.

- Bjedov, I. (2012). *Таксономска и еколошка истраживања врста рода Vaccinium L. у Србији*. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet.
- Blackburn, T. M., Pyšek, P., Bacher, S., Carlton, J. T., Duncan, R. P., Jarošík, V., Richardson, D. M. (2011). A proposed unified framework for biological invasions. *Trends in Ecology & Evolution*, 26(7), 333-339.
- Blum, U. (1996). Allelopathic interactions involving phenolic acids. *Journal of Nematology*, 28(3), 259.
- Bogatek, R., Gniazdowska, A., Zakrzewska, W., Oracz, K., & Gawronski, S. (2006). Allelopathic effects of sunflower extracts on mustard seed germination and seedling growth. *Biologia Plantarum*, 50(1), 156-158.
- Boswell, C., & Espie, P. (1998). Uptake of moisture and nutrients by *Hieracium pilosella* and effects on soil in a dry sub-humid grassland. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 41(2), 251-261.
- Bradley, B. A., Blumenthal, D. M., Wilcove, D. S., & Ziska, L. H. (2010). Predicting plant invasions in an era of global change. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(5), 310-318.
- Branquart, E. (2007). Guidelines for environmental impact assessment and list classification of non-native organisms in Belgium. *Belgian Biodiversity Platform, Belgium*.
- Braun-Blanquet, J. (1964). *Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde*, 3rd ed.. Springer, Wien, New York.
- Brooks M.L. (2003). Effects of increased soil nitrogen on the dominance of alien annual plants in the Mojave Desert. *Journal of Applied Ecology*, 40, 344-353.
- Brown, P. D., & Morra, M. J. (1997). Control of soil-borne plant pests using glucosinolate-containing plants. *Advances in agronomy*, 61, 167-231.
- Brunel, S., Branquart, E., Fried, G., Van Valkenburg, J., Brundu, G., Starfinger, U., . . . Baker, R. (2010). The EPPO prioritization process for invasive alien plants. *EPPO Bulletin*, 40(3), 407-422.
- Brunel, S., Petter, F., Fernandez-Galiano, E., & Smith, I. (2009). Approach of the European and Mediterranean Plant Protection Organization to the evaluation and management of risks presented by invasive alien plants. *Management of invasive weeds*, Springer, 319-343).

- 
- BSBI-Botanical Society of the British Isles (2017). *Online Atlas of the British and Irish flora - Aster lanceolatus (Narrow-leaved Michaelmas-daisy)*. WWW dokument dostupan na URL: <http://www.brc.ac.uk/plantatlas/index.php?q=plant/unmatched-species-name-423> (pristupljeno:13.11.2016.).
- Callaway, R. M., & Ridenour, W. M. (2004). Novel weapons: invasive success and the evolution of increased competitive ability. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(8), 436-443.
- Callaway, R. M., Cipollini, D., Barto, K., Thelen, G. C., Hallett, S. G., Prati, D., Klironomos, J. (2008). Novel Weapons: Invasive Plant Suppresses Fungal Mutualists in America but Not in Its Native Europe. *Ecology*, 89(4), 1043-1055.
- Callaway, R. M., Ridenour, W. M., Laboski, T., Weir, T., & Vivanco, J. M. (2005). Natural selection for resistance to the allelopathic effects of invasive plants. *Journal of Ecology*, 93(3), 576-583.
- Carvalho L.M., Caçador I., Martins-Loução M.A. (2006). Arbuscular mycorrhizal fungi enhance root cadmium and copper accumulation in the roots of the salt marsh plant *Aster tripolium* L. *Plant and Soil* 285: 161-169.
- Case, T. J. (1991). Invasion resistance, species build-up and community collapse in metapopulation models with interspecies competition. *Biological journal of the Linnean Society*, 42(1-2), 239-266.
- Chapin III, F. S., Schulze, E., & Mooney, H. A. (1990). The ecology and economics of storage in plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21(1), 423-447.
- Chapin, F. S. (1980). The mineral nutrition of wild plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 11(1), 233-260.
- Chmielewski, J. G., & Semple, J. C. (2001a). The biology of Canadian weeds. 113. *Symphyotrichum lanceolatum* (Willd.) Nesom [*Aster lanceolatus* Willd.] and *S. lateriflorum* (L.) Löve & Löve [*Aster lateriflorus* (L.) Britt.]. *Canadian Journal of Plant Science*, 81(4), 829-849.
- Chmielewski, J. G., & Semple, J. C. (2001b). The biology of Canadian weeds. 114. *Symphyotrichum pilosum* (Willd.) Nesom (*Aster pilosus* Willd.). *Canadian Journal of Plant Science*, 81(4), 851-865.
-

- Collins, A., & Jose, S. (2009). *Imperata cylindrica*, an exotic invasive grass, changes soil chemical properties of forest ecosystems in the southeastern United States. *Invasive plants and forest ecosystems*. CRC Press, Boca Raton, 237-250.
- Cools, N, De Vos, B. (2010). Sampling and Analysis of Soil. Manual Part X. In: *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests*, UNECE, ICP Forests, Hamburg, 208.
- Corbin, J. D., & D'Antonio, C. M. (2012). Gone but Not Forgotten? Invasive Plants' Legacies on Community and Ecosystem Properties. *Invasive Plant Science and Management*, 5(1), 117-124.
- Cornelissen, T. (2011). Climate change and its effects on terrestrial insects and herbivory patterns. *Neotropical Entomology*, 40, 155-163.
- Csiszar, A., Korda, M., Schmidt, D., Šporčić, D., Suele, P., Teleki, B., . . . Bartha, D. (2013). Allelopathic potential of some invasive plant species occurring in Hungary. *Allelopathy Journal*, 31(2), 309-318.
- Cvejić, J., Vasiljević, N., Tutundžić, A., Milovanović, D., Ristić, R., & Lazić, M. (2008). *Tipologija predela Beograda: za potrebe primene Evropske konvencije o predelima*: Šumarski fakultet.
- Čavlović D., (2017). Formiranje namenske baze podataka o klimatskim karakteristikama. U Obratov-Petković, D. (Ur.), *Ukrasne i invazivne biljke u uslovima klimatskih promena-uticaji i adaptacije – Monografija*. Univerzitet u Beogradu – Šumarski fakultet, Beograd, 6-15 (u štampi).
- Čavlović D., Beloica J., Đurđević V., Obratov-Petković D., Košanin O. (2016). *Smulating the species occurrence in serbian grasslands of protected areas*. 13th eurasian grassland conference. Management and Conservation of Semi-natural grasslands: from theory to practice, Eurasian Dry Grassland Group, Fundația ADEPT, Babes-Bolyai University, Faculty of Biology and Geology, Cluj-Napoca, 9.
- Čavlović, D., Obratov-Petković, D., Ocokoljić, M., & Đurđević, V. (2012). Climate change impact on wetland forest plants of SNR Zasavica. *Glasnik Sumarskog fakulteta*, (105), 17-34.
- Čule, N (2016). *Fitoremedijacija zagađenih voda biljkom Canna indica L. i odabranim dekorativnim makrofitama*. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, 1-258.

- Daehler, C. C. (2003). Performance comparisons of co-occurring native and alien invasive plants: implications for conservation and restoration. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 183-211.
- DAISIE. (2013): *Species Factsheet - Aster lanceolatus*. WWW dokument dostupan na URL: [http://www.europe-alien.org/speciesFactsheet.do?speciesId=22252#\(pristupljeno 03.07.2013.\)](http://www.europe-alien.org/speciesFactsheet.do?speciesId=22252#(pristupljeno 03.07.2013.)).
- Dakshini, K. (1995). On laboratory bioassays in allelopathy. *The Botanical Review*, 61(1), 28-44.
- Dali, W., & Xinru, Z. (1996). Research on allelopathy of *Ambrosia artemisiifolia*. *Acta Ecologica Sinica*, 1.
- D'Antonio, C., & Corbin, J. D. (2003). Effects of plant invaders on nutrient cycling: using models to explore the link between invasion and development of species effects. *Models in ecosystem science*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA, 363-384.
- Dassonville, N., Vanderhoeven, S., Gruber, W., & Meerts, P. (2007). Invasion by *Fallopia japonica* increases topsoil mineral nutrient concentrations. *Ecoscience*, 14(2), 230-240.
- Dassonville, N., Vanderhoeven, S., Vanparys, V., Hayez, M., Gruber, W., & Meerts, P. (2008). Impacts of alien invasive plants on soil nutrients are correlated with initial site conditions in NW Europe. *Oecologia*, 157(1), 131-140.
- Davis, M. A. (2009). *Invasion biology*. Oxford, UK: Oxford University Press, 264.
- Davis, M. A., Grime, J. P., & Thompson, K. (2000). Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. *Journal of Ecology*, 88(3), 528-534.
- DeFerrari, C. M., & Naiman, R. J. (1994). A multi-scale assessment of the occurrence of exotic plants on the Olympic Peninsula, Washington. *Journal of vegetation science*, 5(2), 247-258.
- Diklić, N. (1984). Životne forme biljnih vrsta i biološki spektar flore SR Srbije. U Janković, M., Pantić, N., Mišić, V., Diklić, N., i Gajić, M. (1984), Vegetacija SR Srbije I, 291-316.
- Djurdjevic, V., & Rajkovic, B. (2010). Development of the EBU-POM coupled regional climate model and results from climate change experiments. *Advances in*

- Environmental Modeling and Measurements*, ed. Mihajlovic, TD and Lalic, B., Nova Publishers.
- Djurdjević, L., Mitrović, M., Gajić, G., Jarić, S., Kostić, O., Oberan, L., & Pavlović, P. (2011). An allelopathic investigation of the domination of the introduced invasive *Conyza canadensis* L. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 206(11), 921-927.
- Duke, S. O. (2003). Ecophysiological aspects of allelopathy. *Planta*, 217(4), 529-539.
- Duke, S. O. (2015). Proving allelopathy in crop-weed interactions. *Weed Science*, 63(sp1), 121-132.
- Dukes, J. S., & Mooney, H. A. (1999). Does global change increase the success of biological invaders? *Trends in Ecology & Evolution*, 14(4), 135-139.
- Duncan, R. (2011). Propagule pressure. In D. Simberloff & M. Rejmánek (Eds.), *Encyclopedia of Biological Invasions* (pp. 561-563), University of California Press, Berkeley.
- Džamić, R., Stikić, R., Nikollić, M., Jovannović, Z. (1999). Fiziologija biljaka - praktikum. Poljoprivredni fakultet, Beograd, pp. 107-113.
- Džamić, R., Stevanović, D., Jakovljević, M. (1996). *Praktikum iz agrohemije*. Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- Đukić, M., Đunisijević-Bojović, D., Grbić, M., Skočajić, D., Obratov-Petković, D., & Bjedov, I. (2012). Influence of nitrogen form on growth of invasive species *Acer negundo* L. and *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. *Glasnik Šumarskog fakulteta*(105), 61-72.
- Đunisijević-Bojović, D. M. (2013). *Uticaj koncentracije olova i kadmijuma u zemljištu na razvoj drvenastih biljaka*. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet.
- Đurđević, V. (2010). Simulacija klime i klimatskih promena u jugoistočnoj Evropi korišćenjem regionalnog klimatskog modela, doktorska disertacija. *Fizički fakultet-Institut za meteorologiju, Beograd*.
- Eckert, C. G. (2002). The loss of sex in clonal plants *Ecology and Evolutionary Biology of Clonal Plants* (pp. 279-298): Springer.

- 
- eFloras (2017). *FNA* Vol. 20, 466-517. Missouri Botanical Garden, St. Louis, MO & Harvard University Herbaria, Cambridge, MA. WWW dokument dostupan na URL: <http://www.efloras.org> (pristupljeno:13.11.2016.).
- Ehrenfeld, J. G. (2001). Plant–soil interactions. In S. Levin (Ed.), *Encyclopedia of Biodiversity* (pp. 689-709). San Diego (CA): Academic Press.
- Ehrenfeld, J. G. (2003). Effects of exotic plant invasions on soil nutrient cycling processes. *Ecosystems*, 6(6), 503-523.
- Ehrenfeld, J. G. (2010). Ecosystem consequences of biological invasions. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 41, 59-80.
- Ehrenfeld, J. G., & Scott, N. (2001). Invasive Species and the Soil: Effects on Organisms and Ecosystem Processes 1. *Ecological Applications*, 11(5), 1259-1260.
- Ehrenfeld, J. G., Kourtev, P., & Huang, W. (2001). Changes in soil functions following invasions of exotic understory plants in deciduous forests. *Ecological Applications*, 11(5), 1287-1300.
- Eisler R. (1997). Zinchazards to plants and animals with emphasis on fishery and wildlife resources. In Cheremisinoff P.N. (ed.) *Ecological issues and environmental impact assessment. Advances in environmental control technology series*. Gulf Publishing Company, Houston, 443–537.
- El Mehdawi, A. F., Paschke, M. W., & Pilon-Smits, E. A. (2015). *Symphyotrichum ericoides* populations from seleniferous and nonseleniferous soil display striking variation in selenium accumulation. *New Phytologist*, 206(1), 231-242.
- Elith, J. (2000). Quantitative methods for modeling species habitat: comparative performance and an application to Australian plants. *Quantitative methods for conservation biology*, Springer, 39-58.
- Ens, E.-J., French, K., & Bremner, J. B. (2009). Evidence for allelopathy as a mechanism of community composition change by an invasive exotic shrub, *Chrysanthemoides monilifera* spp. *rotundata*. *Plant and Soil*, 316(1-2), 125-137.
- EPPO (2012). EPPO prioritization process for invasive alien plants. *EPPO Bulletin*, 42(3), 463-474.
- EPPO (2013). *Reporting Service no. 06 - 2013* Num. article: 2013/131. WWW dokument dostupan na URL: <https://gd.eppo.int/reporting/article-2593> (pristupljeno:13.11.2016.).
-

- EPPO (2017). *EPPO Global Database*. WWW dokument dostupan na URL:<https://gd.eppo.int/taxon/ASTLN>(pristupljeno:13.02.2017.)
- Euro+Med PlantBase (2017). *Euro+Med PlantBase - the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity*. WWW dokument dostupan na URL: <http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/PTaxonDetail.asp?NameCache=Symphyotrichum%20lanceolatum&PTRefFk=7000000> (pristupljeno:13.11.2016.).
- European Commission (EC), (2013). Proposal for a regulation of the European parliament and of the council on the prevention and management of the introduction and spread of invasive alien species. COM(2013) 620 final, EC, Brussels.
- FAO. (1997). *International Plant Protection Convention (new revised text)*. Rome, Italy: FAO.
- Feng, Y.-L., Fu, G.-L., & Zheng, Y.-L. (2008). Specific leaf area relates to the differences in leaf construction cost, photosynthesis, nitrogen allocation, and use efficiencies between invasive and noninvasive alien congeners. *Planta*, 228(3), 383-390.
- Fenner M., Thompson K. 2005. *The ecology of seeds*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 250.
- Fielding, A. H., & Bell, J. F. (1997). A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental conservation*, 24(01), 38-49.
- Fleischmann, K. (1997). Invasion of alien woody plants on the islands of Mahé and Silhouette, Seychelles. *Journal of vegetation science*, 8(1), 5-12.
- Flora Europaea (2012). *Aster lanceolatus* Willd. WWW dokument dostupan na URL:[http://193.62.154.38/cgi-bin/nph-readbtree.pl/feout?FAMILY\\_XREF=&GENUS\\_XREF=Aster+&SPECIES\\_XREF=lanceolatus&TAXON\\_NAME\\_XREF=&RANK=](http://193.62.154.38/cgi-bin/nph-readbtree.pl/feout?FAMILY_XREF=&GENUS_XREF=Aster+&SPECIES_XREF=lanceolatus&TAXON_NAME_XREF=&RANK=)(pristupljeno:08.12.2012.).
- Franks S., Weis A. (2008). A change in climate causes rapid evolution of multiple life-history traits and their interactions in an annual plant. *Journal of evolutionary biology*, 21 (1321-1334).
- Fujii, Y., Furubayashi, A., & Hiradate, S. (2005). *Rhizosphere soil method: a new bioassay to evaluate allelopathy in the field*. Paper presented at the Proceedings of the 4th World Congress on Allelopathy Establishing the Scientific Base. Edited by

- JDI Haper, M. An, and JH Kent. Charles Sturt University, Wagga, New South Wales, Australia.
- Fujii, Y., Shibuya, T., Nakatani, K., Itani, T., Hiradate, S., & Parvez, M. M. (2004). Assessment method for allelopathic effect from leaf litter leachates. *Weed biology and management*, 4(1), 19-23.
- Gajić, M. (1984). Florni elementi SR Srbije. U Janković, M., Pantić, N., Mišić, V., Diklić, N., i Gajić, M. (1984), *Vegetacija SR Srbije I*, 317-397.
- Garbey, C., Murphy, K., Thiébaud, G., & Muller, S. (2004). Variation in P-content in aquatic plant tissues offers an efficient tool for determining plant growth strategies along a resource gradient. *Freshwater Biology*, 49(3), 346-356.
- Gedroc, J., McConnaughay, K., & Coleman, J. (1996). Plasticity in root/shoot partitioning: optimal, ontogenetic, or both? *Functional Ecology*, 44-50.
- Gelbard, J. L., & Belnap, J. (2003). Roads as conduits for exotic plant invasions in a semiarid landscape. *Conservation biology*, 17(2), 420-432.
- Gholinejad, B., Farajollahi, A., Pouzesh, H., & Jaffari, H. J. (2012). Comparative allelopathic effect of *Thymus kotschyanus* on germination and early growth of *Achillea millefolium* under Laboratory and pot conditions. *Annals of Biological Research*, 3(8), 3978-3983.
- Giasson P., Karam A., Jaouich A. (2008). Arbuscular mycorrhizae and alleviation of soil stresses on plant growth. In *Mycorrhizae: Sustainable agriculture and forestry*, pp. 99-134: Springer.
- Gibert, A., Gray, E. F., Westoby, M., Wright, I. J., & Falster, D. S. (2016). On the link between functional traits and growth rate: meta-analysis shows effects change with plant size, as predicted. *Journal of Ecology*, 104(5), 1488-1503.
- Gómez-Caravaca, A. M., Verardo, V., Segura-Carretero, A., Fernández-Gutiérrez, A., & Caboni, M. F. (2014). Phenolic Compounds and Saponins in Plants Grown Under Different Irrigation Regimes. *Polyphenols in plants: isolation, purification and extract preparation* (pp. 37-52): Academic Press.
- Goodell, K., Parker, I. M., & Gilbert, G. S. (2000). Biological impacts of species invasions: implications for policy makers. *National Research Council (US), Incorporating science, economics, and sociology in developing sanitary and phytosanitary standards in international trade*, 87-117.

- Goodwin, B. J., McAllister, A. J., & Fahrig, L. (1999). Predicting invasiveness of plant species based on biological information. *Conservation biology*, 13(2), 422-426.
- Grbić M., Skočajić D., Obratov-Petković D., Bjedov I., Đukić M., Đunisijević-Bojović D. (2011). Presowing treatments to breaking seed dormancy of *Pterocarya stenoptera* C. DC. as an indicator of potential invasiveness. *Bulletin of the faculty of forestry*, 103, 29-40.
- Gross, K. L., Berner, T., Marschall, E., & Tomcko, C. (1983). Patterns of resource allocation among five herbaceous perennials. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 345-352.
- Grotkopp, E., Rejmánek, M., & Rost, T. L. (2002). Toward a causal explanation of plant invasiveness: seedling growth and life-history strategies of 29 pine (*Pinus*) species. *The American Naturalist*, 159(4), 396-419.
- Gutián J., Navarro L. (1996). Allocation of reproductive resources within inflorescences of *Petrocoptis grandiflora* (Caryophyllaceae). *Canadian Journal of Botany*, 74, 1482-1486.
- Gulías, J., Flexas, J., Mus, M., Cifre, J., Lefi, E., & Medrano, H. (2003). Relationship between Maximum Leaf Photosynthesis, Nitrogen Content and Specific Leaf Area in Balearic Endemic and Non-endemic Mediterranean Species. *Annals of Botany*, 92(2), 215-222.
- Gulzar, A., & Siddiqui, M. (2015). Allelopathic effect of *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. on growth and antioxidant activity of *Brassica oleracea* var. *botrytis*. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*.
- Gurevitch, J., Scheiner, S. M., & Fox, G. A. (2006). *The ecology of plants*: Sinauer Associates Sunderland.
- Güsewell, S., & Bollens, U. (2003). Composition of plant species mixtures grown at various N: P ratios and levels of nutrient supply. *Basic and Applied Ecology*, 4(5), 453-466.
- Hamilton, M. A., Murray, B. R., Cadotte, M. W., Hose, G. C., Baker, A. C., Harris, C. J., & Licari, D. (2005). Life-history correlates of plant invasiveness at regional and continental scales. *Ecology Letters*, 8(10), 1066-1074.

- Hansen, M. J., & Clevenger, A. P. (2005). The influence of disturbance and habitat on the presence of non-native plant species along transport corridors. *Biological conservation*, 125(2), 249-259.
- Hastwell, G. T., & Panetta, F. D. (2005). Can differential responses to nutrients explain the success of environmental weeds? *Journal of vegetation science*, 16(1), 77-84.
- Herron, P. M., Martine, C. T., Latimer, A. M., & Leicht-Young, S. A. (2007). Invasive plants and their ecological strategies: prediction and explanation of woody plant invasion in New England. *Diversity and Distributions*, 13(5), 633-644.
- Hierro, J. L., & Callaway, R. M. (2003). Allelopathy and exotic plant invasion. *Plant and Soil*, 256(1), 29-39.
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G., & Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International journal of climatology*, 25(15), 1965-1978.
- Hobbs, R. J., Arico, S., Aronson, J., Baron, J. S., Bridgewater, P., Cramer, V. A., . . . Lugo, A. E. (2006). Novel ecosystems: theoretical and management aspects of the new ecological world order. *Global ecology and biogeography*, 15(1), 1-7.
- Hook, P. B., Olson, B. E., & Wraith, J. M. (2004). Effects of the invasive forb *Centaurea maculosa* on grassland carbon and nitrogen pools in Montana, USA. *Ecosystems*, 7(6), 686-694.
- Horneck D.A. and Miller, R.O. (1998). Determination of total nitrogen in plant tissue. In: Yash P. Kalra (ed.): *Handbook of reference methods for plant analysis*. CRC Press, Taylor & Francis Group, 75-83.
- Hulme, P. E. (2006). Beyond control: wider implications for the management of biological
- Hulme, P. E. (2009). Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of Applied Ecology*, 46(1), 10-18.
- IASV - *Lista invazivnih vrsta na području AP Vojvodine = List of invasive species in AP Vojvodina* (2011). Verzija 0.1beta. Anačkov G, Bjelić-Čabrilo O, Karaman I, Karaman M, Radenković S, Radulović S, Vukov D i Boža P, urednici. Novi Sad, Srbija: Departman za biologiju i ekologiju. WWW dokument dostupan na URL: [http://iasv.dbe.pmf.uns.ac.rs/index.php?strana=baza&idtakson=236&jezik=srpski\(pristupljeno:10.11.2016.\)](http://iasv.dbe.pmf.uns.ac.rs/index.php?strana=baza&idtakson=236&jezik=srpski(pristupljeno:10.11.2016.)).

- Im, H. W., Suh, B.-S., Lee, S.-U., Kozukue, N., Ohnisi-Kameyama, M., Levin, C. E., & Friedman, M. (2008). Analysis of phenolic compounds by high-performance liquid chromatography and liquid chromatography/mass spectrometry in potato plant flowers, leaves, stems, and tubers and in home-processed potatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(9), 3341-3349.
- Inderjit, & Dakshini, K. M. M. (1991). Investigations on some aspects of chemical ecology of cogongrass, *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. *Journal of chemical ecology*, 17(2), 343-352.
- Inderjit. (2001). Soil. *Agronomy Journal*, 93(1), 79-84.
- IPPC. (2009). IPPC pest risk analysis training course - Participant manual (pp. 137). Rome: IPPC Secretariat, FAO.
- Iqbal, Z., Furubayashi, A., & Fujii, Y. (2004). Allelopathic effect of leaf debris, leaf aqueous extract and rhizosphere soil of *Ophiopogon japonicus* Ker-Gawler on the growth of plants. *Weed biology and management*, 4(1), 43-48.
- Ismail, B., Tan, P., & Chuah, T. (2015). Assessment of the Potential Allelopathic Effects of *Pennisetum purpureum* Schumach. on the Germination and Growth of *Eleusine indica* (L.) Gaertn. *Sains Malaysiana*, 44(2), 269-274.
- ISTA, (2003). *International rules for seed testing, Edition 2003*. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.
- IW, Illinois Wildflowers (2017). *Panicled Aster, Symphyotrichum lanceolatum, Aster family (Asteraceae)*. WWW dokument dostupan na URL: [http://www.illinoiswildflowers.info/prairie/plantx/pan\\_asterx.htm](http://www.illinoiswildflowers.info/prairie/plantx/pan_asterx.htm) (pristupljeno:15.02.2017.).
- Jacquemyn, H., Brys, R., Honnay, O., Hermy, M., & Roldán-Ruiz, I. (2006). Sexual reproduction, clonal diversity and genetic differentiation in patchily distributed populations of the temperate forest herb *Paris quadrifolia* (Trilliaceae). *Oecologia*, 147(3), 434-444.
- Jamal, A., Ayub, N., Usman, M., & Khan, A. G. (2002). Arbuscular mycorrhizal fungi enhance zinc and nickel uptake from contaminated soil by soybean and lentil. *International Journal of Phytoremediation*, 4(3), 205-221.

- James, J. J., & Drenovsky, R. E. (2007). A basis for relative growth rate differences between native and invasive forb seedlings. *Rangeland Ecology & Management*, 60(4), 395-400.
- Jarnevich, C. S., & Reynolds, L. V. (2011). Challenges of predicting the potential distribution of a slow-spreading invader: a habitat suitability map for an invasive riparian tree. *Biological Invasions*, 13(1), 153-163.
- Javorka S., Csapody V. (1934). *Iconographia Florae Hungaricae*. Akadémiai Kiadó, Budapest
- JDPZ (1966). *Hemijske metode ispitivanja zemljišta*. Priručnik za ispitivanje zemljišta. Knjiga I, Beograd.
- JDPZ (1997). *Metode istraživanja i određivanja fizičkih svojstava zemljišta*. Novi Sad.
- Jeddi, K., Cortina, J., & Chaieb, M. (2009). *Acacia salicina*, *Pinus halepensis* and *Eucalyptus occidentalis* improve soil surface conditions in arid southern Tunisia. *Journal of Arid Environments*, 73(11), 1005-1013.
- Jedlička, J., & Prach, K. (2006). A comparison of two North-American asters invading in central Europe. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 201(8), 652-657.
- Jones, A. G. (1978). Observations on reproduction and phenology in some perennial asters. *American Midland Naturalist*, 184-197.
- Jones, L.H.P., Jarvis, S.C. (1981). The fate of heavy metals. In: J.D., Greenland, M.H.B., Hayes (Eds.): *The Chemistry of Soil Processes*. Wiley & Sons, NY: pp. 593-620.
- Jovanović, B., Jovanović, R., Zupančić, M. eds. (1986). Prirodna potencijalna vegetacija Jugoslavije. Komentar karte M 1:1.000.000 – Rezime. – Naučno veće vegetacijske karte Jugoslavije, Ljubljana.
- Kabata-Pendias, A. (2011). *Trace elements in soils and plants* (4th edition ed.): Taylor and Francis Group, CRC press.
- Kabata-Pendias, A., & Mukherjee, A. B. (2007). *Trace elements from soil to human*: Springer Science & Business Media.
- Kastori, R., Bogdanović, D., Kadar, I., Milošević, N., Sekulić, P., & Pucarević, M. (2006). *Uzorkovanje zemljišta i biljaka nezagađenih i zagađenih staništa*. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo.

- Kato-Noguchi, H., Hamada, N., & Clements, D. R. (2015). Phytotoxicities of the invasive species *Plantago major* and non-invasive species *Plantago asiatica*. *Acta physiologiae plantarum*, 37(3), 1-8.
- Kaur, H., Kaur, R., Kaur, S., & Baldwin, I. T. (2009). Taking ecological function seriously: soil microbial communities can obviate allelopathic effects of released metabolites. *Plos One*, 4(3), e4700.
- Kil, B.-S., & Yun, K. (1992). Allelopathic effects of water extracts of *Artemisia princeps* var. *orientalis* on selected plant species. *Journal of chemical ecology*, 18(1), 39-51. doi: 10.1007/BF00997163.
- Kim, Y. O., & Lee, E. J. (2011). Comparison of phenolic compounds and the effects of invasive and native species in East Asia: support for the novel weapons hypothesis. *Ecological Research*, 26(1), 87-94.
- Knežević, M., Košanin, O. (2007). *Praktikum iz pedologije*. Univerzitet u Beogradu–Šumarski fakultet, Beograd.
- Kojić, M., Popović, R., & Karadžić, B. (1997). *Vaskularne biljke Srbije: kao indikatori staništa*: Institut za istraživanja u poljoprivredi Srbija i Institut za biološka istraživanja Sinisa Stankovic.
- Kolar, C. S., & Lodge, D. M. (2001). Progress in invasion biology: predicting invaders. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(4), 199-204.
- Kotanen, P. M., Bergelson, J., & Hazlett, D. L. (1998). Habitats of native and exotic plants in Colorado shortgrass steppe: a comparative approach. *Canadian Journal of Botany*, 76(4), 664-672.
- Kourtev, P., Huang, W., & Ehrenfeld, J. (1999). Differences in earthworm densities and nitrogen dynamics in soils under exotic and native plant species. *Biological Invasions*, 1(2-3), 237-245.
- Kruse, M., Strandberg, M., & Strandberg, B. (2000). *Ecological Effects of Allelopathic Plants – a Review* (Vol. NERI Technical Report No. 315). Silkeborg, Denmark: National Environmental Research Institute.
- Lake, J. C., & Leishman, M. R. (2004). Invasion success of exotic plants in natural ecosystems: the role of disturbance, plant attributes and freedom from herbivores. *Biological conservation*, 117(2), 215-226.

- Lattanzio, V. (2013). Phenolic compounds: introduction *Natural Products* (pp. 1543-1580): Springer.
- Lattanzio, V., Lattanzio, V. M., & Cardinali, A. (2006). Role of phenolics in the resistance mechanisms of plants against fungal pathogens and insects. *Phytochemistry: Advances in research*, 661, 23-67.
- Lazarević, P., Stojanović, V., Jelić, I., Perić, R., Krsteski, B., Ajtić, R., . . . Bjedov, V. (2012). A preliminary list of invasive species in Serbia, with general measures of control and reduction as a basis of future legal acts. *Zaštita prirode*, 62(1), 5-31.
- Leininger, S. P., & Foin, T. C. (2009). *Lepidium latifolium* reproductive potential and seed dispersal along salinity and moisture gradients. *Biological Invasions*, 11(10), 2351-2365.
- Levine, J. M., Adler, P. B., & Yelenik, S. G. (2004). A meta-analysis of biotic resistance to exotic plant invasions. *Ecology Letters*, 7(10), 975-989.
- Levine, J. M., Vila, M., Antonio, C. M., Dukes, J. S., Grigulis, K., & Lavorel, S. (2003). Mechanisms underlying the impacts of exotic plant invasions. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270(1517), 775-781.
- Li, L., Li, S.-M., Sun, J.-H., Zhou, L.-L., Bao, X.-G., Zhang, H.-G., & Zhang, F.-S. (2007). Diversity enhances agricultural productivity via rhizosphere phosphorus facilitation on phosphorus-deficient soils. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(27), 11192-11196.
- Li, Z.-H., Wang, Q., Ruan, X., Pan, C.-D., & Jiang, D.-A. (2010). Phenolics and plant allelopathy. *Molecules*, 15(12), 8933-8952.
- Liao, C., Peng, R., Luo, Y., Zhou, X., Wu, X., Fang, C., . . . Li, B. (2008). Altered ecosystem carbon and nitrogen cycles by plant invasion: a meta-analysis. *New Phytologist*, 177(3), 706-714.
- Liu J., Dong Y., Xu H., Wang D., Xu J. (2007). Accumulation of Cd, Pb and Zn by 19 wetland plant species in constructed wetland. *Journal of hazardous materials* 147: 947-953.
- Lodhi, M. (1978). Allelopathic effects of decaying litter of dominant trees and their associated soil in a lowland forest community. *American Journal of Botany*, 340-344.

- 
- Lonsdale, W. M. (1999). Global patterns of plant invasions and the concept of invasibility *Ecology*, 80(5), 1522-1536.
- Lorenzo, P., Hussain, M. I., & González, L. (2013). Role of allelopathy during invasion process by alien invasive plants in terrestrial ecosystems *Allelopathy* (pp. 3-21): Springer.
- Lowe, P. N., Lauenroth, W. K., & Burke, I. C. (2003). Effects of nitrogen availability on competition between *Bromus tectorum* and *Bouteloua gracilis*. *Plant Ecology*, 167(2), 247-254.
- Lui, K., Thompson, F. L., & Eckert, C. G. (2005). Causes and consequences of extreme variation in reproductive strategy and vegetative growth among invasive populations of a clonal aquatic plant, *Butomus umbellatus* L.(Butomaceae). *Biological Invasions*, 7(3), 427-444.
- MacDougall, A. S., & Turkington, R. (2005). Are invasive species the drivers or passengers of change in degraded ecosystems? *Ecology*, 86(1), 42-55.
- Macnicol, R., & Beckett, P. (1985). Critical tissue concentrations of potentially toxic elements. *Plant and Soil*, 85(1), 107-129.
- Mallik A.U. (2008). Allelopathy: advances, challenges and opportunities. *Allelopathy in sustainable agriculture and forestry*, Springer, (25-38).
- Mallik, A. U., & Quayyum, H. A. (1997). *Allelopathic Potential of Large Leaved Aster (Aster Macrophyllus L.): A Preliminary Study* (Vol. 108): Thunder Bay: Northwest Science & Technology, Ontario Ministry of Natural Resources.
- Marschner, H. (2011). *Marschner's mineral nutrition of higher plants*: Academic press.
- Marschner, H., & Marschner, P. (2012). *Marschner's mineral nutrition of higher plants* (Vol. 89): Academic press.
- Mason, R. A., Cooke, J., Moles, A. T., & Leishman, M. R. (2008). Reproductive output of invasive versus native plants. *Global ecology and biogeography*, 17(5), 633-640.
- Mateos-Naranjo, E., Redondo-Gómez, S., Cambrollé, J., Luque, T., & Figueroa, M. (2008). Growth and photosynthetic responses to zinc stress of an invasive cordgrass, *Spartina densiflora*. *Plant Biology*, 10(6), 754-762.
- Maurel, N., Salmon, S., Ponge, J.-F., Machon, N., Moret, J., & Muratet, A. (2010). Does the invasive species *Reynoutria japonica* have an impact on soil and flora in urban wastelands? *Biological Invasions*, 12(6), 1709-1719.
-

- McDonald M.B. (2005). *Flower Seed Physiology and Plug Germination*, In: Flower seeds: biology and technology, eds. McDonald M.B., Kwong F., CABI Publishing, Wallingford, UK, (145-162).
- Meksawat, S., & Pornprom, T. (2010). Allelopathic effect of itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*) on seed germination and plant growth. *Weed biology and management*, 10(1), 16-24.
- Miller-Rushing, A. J., & Inouye, D. W. (2009). Variation in the impact of climate change on flowering phenology and abundance: an examination of two pairs of closely related wildflower species. *American Journal of Botany*, 96(10), 1821-1829.
- Moravcová, L., Pyšek, P., Jarošík, V., & Pergl, J. (2015). Getting the right traits: reproductive and dispersal characteristics predict the invasiveness of herbaceous plant species. *Plos One*, 10(4), e0123634.
- Moravcova, L., Pyšek, P., Jarošík, V., Havlíčková, V., & Zákavský, P. (2010). Reproductive characteristics of neophytes in the Czech Republic: traits of invasive and non-invasive species. *Preslia*, 82(4), 365-390.
- Murphy J.B., Noland T.L. (1982): Temperature effects on seed imbibition and leakage mediated by viscosity and membranes. *Plant physiology*, 69 (428-431).
- Naiman, R. J., & Décamps, H. (1997). The ecology of interfaces: riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 621-658.
- Nešić M., Obratov-Petković D., Bjedov I., Skočajić D., Đunisijević-Bojović D., Samuilov S. (2012): The impact of climate change on reproductive potential of invasive species *Aster lanceolatus* WILLD. *Proceedings of International Scientific Conference "Forests in Future - Sustainable Use, Risks and Challenges"*, ed. Rakonjac Lj., Institute of forestry, Belgrade, (289-295).
- Nešić, M., Obratov-Petković, D., Skočajić, D., Bjedov, I., Đukić, M., & Đunisijević-Bojović, D. (2016). Allelopathic potential of the invasive species *Aster lanceolatus* Willd. *Periodicum biologorum*, 118(1), 1-7.
- Nešković M., Konjević R., Čulafić L., Ivašković S. (2003). *Fiziologija biljaka*, NNK-International, Beograd, 586.
- Nickerson, K., & Flory, S. L. (2015). Competitive and allelopathic effects of the invasive shrub *Schinus terebinthifolius* (Brazilian peppertree). *Biological Invasions*, 17(2), 555-564.

- Nishida, N., Tamotsu, S., Nagata, N., Saito, C., & Sakai, A. (2005). Allelopathic effects of volatile monoterpenoids produced by *Salvia leucophylla*: inhibition of cell proliferation and DNA synthesis in the root apical meristem of *Brassica campestris* seedlings. *Journal of chemical ecology*, 31(5), 1187-1203.
- Obratov-Petković D., Bjedov I., Jurišić B., Đukić M., Đunisijević-Bojović D., Skočajić D., Grbić M. (2013). Influence of some environmental factors on the distribution of the invasive species *Aster lanceolatus* Willd. in various Serbian habitats. *Fresenius Environmental Bulletin*, vol. 22, 6 (1677-1688).
- Obratov-Petković D., Bjedov I., Radulović S., Skočajić D., Đunisijević-Bojović D., Đukić M. (2009). *Ecology and distribution of an invasive species Aster lanceolatus willd. on wet habitats in Belgrade*, Bulletin of the faculty of forestry, 100 (159-178).
- Obratov-Petković D., Bjedov I., Skočajić D., Đunisijević-Bojović D., Đukić M., Grbić M. (2011). *Asteretum lanceolati: Xenospontaneous community on wet and riparian habitats*, Bulletin of the faculty of forestry, 103 (73-92).
- Obratov-Petković, D., Bjedov I., Jurišić, B., Nešić M., Stojanović V. (2014). Relationship between Invasive Plant Species and Species Richness in Urban and Suburban Habitats of Belgrade (Serbia). *Catena Verlag, Advances in GeoEcology*, Reiskirchen, Germany 43, 348-359.
- Obratov-Petković, D., Bjedov, I. (2017). Floristička i fitocenološka istraživanja zeljastih invazivnih vrsta. U Obratov-Petković, D. (Ur.), *Ukrasne i invazivne biljke u uslovima klimatskih promena-uticaji i adaptacije – Monografija*. Univerzitet u Beogradu – Šumarski fakultet, Beograd, 41-73 (u štampi).
- Obratov-Petković, D., Bjedov, I., Jurišić, B., Đukić, M., Đunisijević-Bojović, D., Skočajić, D., & Grbić, M. (2013). Influence of some environmental factors on the distribution of the invasive species *Aster lanceolatus* Willd. in various Serbian habitats. *Fresenius Environmental Bulletin*, 22(6), 1677-1688.
- Obratov-Petković, D., Bjedov, I., Nešić, M., Simić, S. B., Đunisijević-Bojović, D., & Skočajić, D. (2016). Impact of invasive *Aster lanceolatus* populations on soil and flora in urban sites. *Polish Journal of Ecology*, 64(2), 289-295.
- Obratov-Petković, D., Bjedov, I., Radulović, S., Skočajić, D., Đunisijević-Bojović, D., & Đukić, M. (2009). Ecology and distribution of an invasive species *Aster lanceolatus*

- Willd. on wet habitats in Belgrade. *Bulletin of the faculty of forestry*, 100(100), 159-178.
- Obratov-Petković, D., Bjedov, I., Skočajić, D., Đunisijević-Bojović, D., Đukić, M., & Grbić, M. (2011). *Asteretum lanceolati*: Xenospontaneous community on wet and riparian habitats. *Bulletin of the faculty of forestry*, 103(103), 73-92.
- Othman, M. R., Leong, S. T., Bakar, B., Awang, K., & Annuar, M. S. M. (2012). Allelopathic Potentials of *Cuscuta campestris* Yuncker Extracts on Germination and Growth of Radish (*Raphanus sativus* L.) and Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Agricultural Science*, 4(9), 57.
- Papazoglou, E.G., Karantounias, G.A., & Bouranis, D.L. (2005). Growth and biomass allocation of *Arundo donax* L. under heavy metal application. In: *Proceedings of the International Conference on Environmental Science and Technology*, vol. 1, 1194-1199.
- Parker, I. M., Rodriguez, J., & Loik, M. E. (2003). An evolutionary approach to understanding the biology of invasions: local adaptation and general-purpose genotypes in the weed *Verbascum thapsus*. *Conservation biology*, 17(1), 59-72.
- Pérez-Harguindeguy N., Díaz S., Garnier E., Lavorel S., Poorter H., Jaureguiberry P., Bret-Harte M. S., Cornwell W. K., Craine J. M., Gurvich D. E., Urcelay C., Veneklaas E. J., Reich P. B., Poorter L., Wright I. J., Ray P., Enrico L., Pausas J. G., de Vos A. C., Buchmann N., Funes G., Quétier F., Hodgson J. G., Thompson K., Morgan H. D., ter Steege H., van der Heijden M. G. A., Sack L., Blonder B., Poschlod P., Vaieretti M. V., Conti G., Staver A. C., Aquino S., Cornelissen J. H. C. (2013). New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 61, 167-234.
- Peterson, D., & Bazzaz, F. (1978). Life cycle characteristics of *Aster pilosus* in early succesional habitats. *Ecology*, 1005-1013.
- Phillips, S. J., & Dudík, M. (2008). Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31(2), 161-175.
- Phillips, S. J., Dudík, M., & Schapire, R. E. (2007). Maxent software for species habitat modeling.

- Planty-Tabacchi, A. M., Tabacchi, E., Naiman, R. J., Deferrari, C., & Decamps, H. (1996). Invasibility of Species-Rich Communities in Riparian Zones. *Conservation biology*, 10(2), 598-607.
- Pons T.L. (1989). *Breaking of Seed Dormancy by Nitrate as a Gap Detection Mechanism*, *Annals of Botany*, 63 (139-143).
- Poorter, H., & Nagel, O. (2000). The role of biomass allocation in the growth response of plants to different levels of light, CO<sub>2</sub>, nutrients and water: a quantitative review. *Functional Plant Biology*, 27(12), 1191-1191.
- Poorter, H., Niklas, K.J., Reich, P.B., Oleksyn, J., Poot, P. and Mommer, L. (2012). Biomass allocation to leaves, stems and roots: meta-analyses of interspecific variation and environmental control. *New Phytologist*, 193, 30-50.
- Poschlod P., Tackenberg O., Bonn S. (2005). *Plant dispersal potential and its relation to species frequency and coexistence*, In: *Vegetation ecology*, ed. Van Der Maarel E., Blackwell, Oxford, (147-171).
- Prach, K., & Pyšek, P. (1994). Clonal plants—what is their role in succession? *Folia Geobotanica*, 29(2), 307-320.
- Prati, D., & Bossdorf, O. (2004). Allelopathic inhibition of germination by *Alliaria petiolata* (Brassicaceae). *American Journal of Botany*, 91(2), 285-288.
- Probert R., Gajjar K., Haslam I. (1987). The interactive effects of phytochrome, nitrate and thiourea on the germination response to alternating temperatures in seeds of *Ranunculus sceleratus* L.: a quantal approach. *Journal of Experimental Botany*, 38 (1012-1025).
- Probert R.J. (2000). The role of temperature in the regulation of seed dormancy and germination. *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*, 261 (292).
- Proestos, C., Boziaris, I., Nychas, G.-J., & Komaitis, M. (2006). Analysis of flavonoids and phenolic acids in Greek aromatic plants: Investigation of their antioxidant capacity and antimicrobial activity. *Food Chemistry*, 95(4), 664-671.
- Pyšek, P., & Prach, K. (1993). Plant invasions and the role of riparian habitats: a comparison of four species alien to central Europe *Ecosystem Management* (pp. 254-263): Springer.
- Pyšek, P., & Richardson, D. M. (2008). Traits associated with invasiveness in alien plants: where do we stand? *Biological Invasions*, 97-125.

- Pyšek, P., Richardson, D. M., Rejmánek, M., Webster, G. L., Williamson, M., & Kirschner, J. (2004). Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon*, 131-143.
- Radusiene, J., Marska, M., Ivanauskas, L., Jakstas, V., & Karpaviciene, B. (2015). Assessment of phenolic compound accumulation in two widespread goldenrods. *Industrial Crops and Products*, 63, 158-166.
- Ramírez-Albores, J. E., Bustamante, R. O., & Badano, E. I. (2016). Improved Predictions of the Geographic Distribution of Invasive Plants Using Climatic Niche Models. *Plos One*, 11(5), e0156029.
- Rasband, W. (1997). ImageJ. US National Institutes of Health, Bethesda, MD.
- Reddy, K. R., & Hodges, H. (2000). *Climate change and global crop productivity*: CABI.
- Reinhart, K. O., & Callaway, R. M. (2006). Soil biota and invasive plants. *New Phytologist*, 170(3), 445-457.
- Rejmánek M., Richardson D.M., Pyšek P., Van Der Maarel E. (2005). Plant invasions and invasibility of plant communities. In: *Vegetation ecology*, ed. Van Der Maarel E., Blackwell, Oxford, 332-355.
- Rejmánek, M., & Richardson, D. M. (1996). What attributes make some plant species more invasive? *Ecology*, 77(6), 1655-1661.
- RHMZ (2012). Sezonski bilten - Klimatološka analiza leta 2012. godine za Srbiju. (<http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/ciril/l2012.pdf>)
- RHMZ (2015). Sezonski bilten za Srbiju – leto 2015. godine. (<http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/ciril/l2015.pdf>)
- RHMZS (2013). [http://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/stanica\\_sr.php?moss\\_id=13274](http://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13274) (posećeno 15.08.2013.).
- Rice, E. L. (1984). *Allelopathy*. Orlando, FL: Academic press.
- Richardson, D. M., Holmes, P. M., Esler, K. J., Galatowitsch, S. M., Stromberg, J. C., Kirkman, S. P., . . . Hobbs, R. J. (2007). Riparian vegetation: degradation, alien plant invasions, and restoration prospects. *Diversity and Distributions*, 13(1), 126-139.
- Richardson, D. M., Pyšek, P., Rejmánek, M., Barbour, M. G., Panetta, F. D., & West, C. J. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, 6(2), 93-107.

- Ridenour, W. M., & Callaway, R. M. (2001). The relative importance of allelopathy in interference: the effects of an invasive weed on a native bunchgrass. *Oecologia*, 126(3), 444-450.
- Rouget, M., & Richardson, D. M. (2003). Inferring process from pattern in plant invasions: a semimechanistic model incorporating propagule pressure and environmental factors. *The American Naturalist*, 162(6), 713-724.
- Rout, M. E., & Callaway, R. M. (2009). An invasive plant paradox. *Science*, 324(5928), 734-735.
- Ruml, M., Vuković, A., Vujadinović, M., Djurdjević, V., Ranković-Vasić, Z., Atanacković, Z., . . . Petrović, N. (2012). On the use of regional climate models: implications of climate change for viticulture in Serbia. *Agricultural and forest meteorology*, 158, 53-62.
- Ruwanza, S., & Shackleton, C. M. (2016). Effects of the invasive shrub, *Lantana camara*, on soil properties in the Eastern Cape, South Africa. *Weed biology and management*.
- Sakai, A. K., Allendorf, F. W., Holt, J. S., Lodge, D. M., Molofsky, J., With, K. A., . . . Ellstrand, N. C. (2001). The population biology of invasive species. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 305-332.
- Salamanca, E. F., Kaneko, N., & Katagiri, S. (2003). Rainfall manipulation effects on litter decomposition and the microbial biomass of the forest floor. *Applied Soil Ecology*, 22(3), 271-281.
- Sangeetha, C., & Baskar, P. (2015). Allelopathy in weed management: A critical review. *African Journal of Agricultural Research*, 10(9), 1004-1015.
- Sarić, M., and N. Diklić (Eds.) (1986). *Flora SR Srbije 10, dodatak (2)*. Srpska akademija nauka i umetnosti, Beograd.
- Sarić, M., Kastori, R., Petrović, M., Stanković, Ž., Krstić, B., Petrović, N. (1986). *Praktikum iz fiziologije biljaka*. Naucna knjiga, Beograd.
- Säumel, I., & Kowarik, I. (2010). Urban rivers as dispersal corridors for primarily wind-dispersed invasive tree species. *Landscape and Urban Planning*, 94(3), 244-249.
- Saura-Mas, S., Estiarte, M., Peñuelas, J., & Lloret, F. (2012). Effects of climate change on leaf litter decomposition across post-fire plant regenerative groups. *Environmental and Experimental Botany*, 77, 274-282.

- Schmid, B., & Bazzaz, F. (1987). Clonal integration and population structure in perennials: effects of severing rhizome connections. *Ecology*, 2016-2022.
- Schmid, B., & Bazzaz, F. (1990). Plasticity in plant size and architecture in rhizome-derived vs. seed-derived *Solidago* and *Aster*. *Ecology*, 523-535.
- Schmid, B., & Bazzaz, F. (1994). Crown construction, leaf dynamics, and carbon gain in two perennials with contrasting architecture. *Ecological Monographs*, 64(2), 177-203.
- Schmid, B., Bazzaz, F. A., & Weiner, J. (1995). Size dependency of sexual reproduction and of clonal growth in two perennial plants. *Canadian Journal of Botany*, 73(11), 1831-1837.
- Scott, N. A., Saggat, S., & McIntosh, P. D. (2001). Biogeochemical impact of *Hieracium* invasion in New Zealand's grazed tussock grasslands: sustainability implications. *Ecological Applications*, 11(5), 1311-1322.
- Semple, J. C., & Chmielewski, J. G. (1987). Revision of the *Aster lanceolatus* complex, including *A. simplex* and *A. hesperius* (Compositae: Astereae): a multivariate morphometric study. *Canadian Journal of Botany*, 65(5), 1047-1062.
- Shaver, G., & Chapin III, F. (1986). Effect of fertilizer on production and biomass of tussock tundra, Alaska, USA. *Arctic and Alpine Research*, 261-268.
- Simberloff, D. (2006). Invasional meltdown 6 years later: important phenomenon, unfortunate metaphor, or both? *Ecology Letters*, 9(8), 912-919.
- Simberloff, D., & Von Holle, B. (1999). Positive interactions of nonindigenous species: invasional meltdown? *Biological Invasions*, 1(1), 21-32.
- Singh, D., & Rao, Y. B. N. (2003). Allelopathic evaluation of *Andrographis paniculata* aqueous leachates on rice (*Oryza sativa* L.). *Allelopathy Journal*, 11(1), 71-76.
- Singh, R. (2016). Chemotaxonomy: A tool for plant classification. *Journal of Medicinal Plants*, 4(2), 90-93.
- Siracusa, L., & Ruberto, G. (2014). Plant Polyphenol Profiles as a Tool for Traceability and Valuable Support to Biodiversity. *Polyphenols in plants: isolation, purification and extract preparation* (pp. 15-36): Academic Press.
- Sl. glasnik (2010). Uredba o programu sistemskog praćenjakvalitetazemljišta, indikatorimaza ocenu rizika od degradacijezemljišta i metodologiji zaizraduremedijacionihprograma (Sl.glasnik RS br.88/2010).

- Sørensen, T. (1948). A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Biol. Skr.*, 5, 1-34.
- Stankovic, M. S., Niciforovic, N., Mihailovic, V., Topuzovic, M., & Solujic, S. (2012). Antioxidant activity, total phenolic content and flavonoid concentrations of different plant parts of *Teucrium polium* L. subsp. *polium*. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 81(2).
- Starfinger, U., & Stöcklin, J. (1996). Seed, pollen, and clonal dispersal and their role in structuring plant populations *Progress in Botany/Fortschritte der Botanik* (pp. 336-355): Springer.
- Stefanović, M. M. (2015). *Varijabilnost terpenskog sastava i morfoloških karakteristika četina Taxus baccata L. u Srbiji*. Универзитет у Београду, Шумарски факултет.
- Stevanović V. (2005). Procena biodiverziteta – od interpretacije do konzervacije. Primer endemične flore Balkanskog poluostrva. U: Anđelković M, ur., Biodiverzitet na početku novog milenijuma. Naučni skupovi CXI, Odeljenje hemijskih i bioloških nauka 2. Beograd: Srpska akademija Nauka i Umetnosti, 53–73.
- Stevanović, B. M., & Janković, M. M. (2001). *Ekologija biljaka: sa osnovama fiziološke ekologije biljaka*: NNK international.
- Stilinović, S., (1985). *Semenarstvo sumskog i ukrasnog drveća i zbilja*. Univerzitetu Beogradu (1985).
- Stinson K.A., Campbell S.A., Powell J.R., Wolfe B.E., Callaway R.M., Thelen G.C., Hallett S.G., Prati D., Klironomos J.N. (2006). Invasive plant suppresses the growth of native tree seedlings by disrupting belowground mutualisms. *PLoS biology*, 4 (e140).
- Stohlgren, T. J., Bull, K. A., Otsuki, Y., Villa, C. A., & Lee, M. (1998). Riparian zones as havens for exotic plant species in the central grasslands. *Plant Ecology*, 138(1), 113-125.
- Stohlgren, T. J., Ma, P., Kumar, S., Rocca, M., Morisette, J. T., Jarnevich, C. S., & Benson, N. (2010). Ensemble habitat mapping of invasive plant species. *Risk Analysis*, 30(2), 224-235.
- Stojanović, D. B., Kržič, A., Matović, B., Orlović, S., Duputic, A., Djurdjević, V., ... & Stojnić, S. (2013). Prediction of the European beech (*Fagus sylvatica* L.) xeric

- limit using a regional climate model: An example from southeast Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*, 176, 94-103.
- Sun, B.-y., Tan, J.-z., Wan, Z.-g., Gu, F.-g., & Zhu, M.-d. (2006). Allelopathic effects of extracts from *Solidago canadensis* L. against seed germination and seedling growth of some plants. *Journal of Environmental Sciences*, 18(2), 304-309.
- Škorić, A., Filipovski, G., Ćirić, M. (1985). *Klasifikacija zemljišta Jugoslavije*. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Posebna izdanja, knjiga LXXVIII, Sarajevo.
- Štajerová, K., Šmilauerová, M., & Šmilauer, P. (2009). Arbuscular mycorrhizal symbiosis of herbaceous invasive neophytes in the Czech Republic. *Preslia*, 81(4), 341-355.
- Tabatabai, M., & Bremner, J. (1972). Distribution of total and available sulfur in selected soils and soil profiles. *Agronomy Journal*, 64(1), 40-44.
- Tanasijević, Đ., Antonović, G., Aleksić, Ž., Pavićević, N., Nikodijević, V., Protić, N. (1961). Osnovna pedološka karta R 1: 50 000. Institut za proučavanje zemljišta Beograd – Topčider.
- Tang, C.-S., Cai, W.-F., Kohl, K., & Nishimoto, R. K. (1995). *Plant stress and allelopathy*. Paper presented at the ACS Symposium Series.
- Tantiado, R. G., & Saylo, M. C. (2012). Allelopathic potential of selected grasses (Family Poaceae) on the germination of Lettuce seeds (*Lactuca sativa*). *J. Biosci. Biotechnol*, 4(2), 28-34.
- Taylor C.M., Hastings A. (2004). Finding optimal control strategies for invasive species: a density-structured model for *Spartina alterniflora*. *Journal of Applied Ecology*, 41, 1049-1057.
- Tererai, F., Gaertner, M., Jacobs, S., & Richardson, D. (2015). Eucalyptus Camaldulensis Invasion in Riparian Zones Reveals Few Significant Effects on Soil Physico-Chemical Properties. *River Research and Applications*, 31(5), 590-601.
- Thiébaud, G. (2005). Does competition for phosphate supply explain the invasion pattern of *Elodea* species? *Water research*, 39(14), 3385-3393.
- Thompson, K., Band, S., & Hodgson, J. (1993). Seed size and shape predict persistence in soil. *Functional Ecology*, 236-241.

- Thorpe A.S., Callaway R.M. (2011). Biogeographic differences in the effects of *Centaurea stoebe* on the soil nitrogen cycle: novel weapons and soil microbes. *Biological Invasions*, 13 (1435-1445).
- Thuiller, W., Richardson, D. M., & Midgley, G. F. (2008). Will climate change promote alien plant invasions? *Biological Invasions*, 197-211.
- Tilman D. (1982). *Resource Competition and Community Structure*. Princeton University Press.
- Tilman, D. (1997). Community invasibility, recruitment limitation, and grassland biodiversity. *Ecology*, 78(1), 81-92.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M., Webb D.A., (ed.) 1964–1980. *Flora Europaea I–V*. Cambridge University Press, Cambridge.
- U.S. EPA (2001). Method 200.7: Trace Elements in Water, Solids, and Biosolids by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry, revision 5.0, EPA-821-R-01-010.
- Unal, B. T. (2013). Effects of growth regulators on seed germination, seedling growth and some aspects of metabolism of Wheat under allelochemical stress. *Bangladesh Journal of Botany*, 42(1), 65-72.
- USDA - United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service (NRCS) (2017): *Plant Profile, Symphyotrichum lanceolatum* (Willd.) G.L. Nesom-white panicle aster. WWW dokument dostupan na URL <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=SYLA6>. (pristupljeno: 13.02.2017.)
- Valencia-Díaz S., Montaña C. (2005). Temporal variability in the maternal environment and its effect on seed size and seed quality in *Flourensia cernua* DC. (Asteraceae). *Journal of Arid Environments*, 63 (686-695).
- Van Der Windt, H. J., & Swart, J. A. A. (2008). Ecological corridors, connecting science and politics: the case of the Green River in the Netherlands. *Journal of Applied Ecology*, 45(1), 124-132.
- Vanderhoeven, S., Dassonville, N., Chapuis-Lardy, L., Hayez, M., & Meerts, P. (2006). Impact of the invasive alien plant *Solidago gigantea* on primary productivity, plant nutrient content and soil mineral nutrient concentrations. *Plant and Soil*, 286(1-2), 259-268.

- Vazquez-Yanes C., Orozco-Segovia A. (1994). Signals for seeds to sense and respond to gaps. *Exploitation of environmental heterogeneity by plants*. (Eds. MM Caldwell and RW Pearcy) Academic Press, London, (209).
- Vilà M., Corbin J., Dukes J., Pino J., Smith S. (2007). Linking Plant Invasions to Global Environmental Change. In: *Terrestrial Ecosystems in a Changing World*, eds. Canadell J., Pataki D., Pitelka L., Springer Berlin Heidelberg, 93-102.
- Vincent E., Roberts E. (1977): The interaction of light, nitrate and alternating temperature in promoting the germination of dormant seeds of common weed species. *Seed Science and Technology*, 5 (659-670).
- Vitousek, P. M., & Walker, L. R. (1989). Biological invasion by *Myrica faya* in Hawai'i: plant demography, nitrogen fixation, ecosystem effects. *Ecological Monographs*, 59(3), 247-265.
- Vitousek, P. M., D'antonio, C. M., Loope, L. L., Rejmanek, M., & Westbrooks, R. (1997). Introduced species: a significant component of human-caused global change. *New Zealand Journal of Ecology*, 1-16.
- Vitousek, P. M., Walker, L. R., Whiteaker, L. D., Mueller-Dombois, D., & Matson, P. A. (1987). Biological invasion by *Myrica faya* alters ecosystem development in Hawaii. *Science*, 238(4828), 802-804.
- Von der Lippe, M., & Kowarik, I. (2008). Do cities export biodiversity? Traffic as dispersal vector across urban–rural gradients. *Diversity and Distributions*, 14(1), 18-25.
- Vries, W. de, Bakker, D.J. (1996). Manual for calculating critical loads of heavy metals for soils and surface waters; preliminary guidelines for critical limits, calculation methods and input data. *Report 114*, Wageningen, SC-DLO; pp. 173.
- Wackernagel, M., Kitzes, J., Moran, D., Goldfinger, S., & Thomas, M. (2006). The ecological footprint of cities and regions: comparing resource availability with resource demand. *Environment and Urbanization*, 18(1), 103-112.
- Walker, L. R., & Smith, S. D. (1997). Impacts of invasive plants on community and ecosystem properties. *Assessment and management of plant invasions* (pp. 69-86): Springer.

- Wang, Q., AN, S.-Q., MA, Z.-J., ZHAO, B., CHEN, J.-K., & LI, B. (2006). Invasive *Spartina alterniflora*: biology, ecology and management one hour payday loan. *Acta Phytotaxonomica Sinica*, 44, 5.
- Ward, D. F. (2007). Modelling the potential geographic distribution of invasive ant species in New Zealand. *Biological Invasions*, 9(6), 723-735.
- Wardle, D. A., Nilsson, M. C., Gallet, C., & Zackrisson, O. (1998). An ecosystem-level perspective of allelopathy. *Biological Reviews*, 73(3), 305-319.
- Warwick, S., & Black, L. (1982). The biology of canadian weeds.: 52. *Achillea millefolium* LSL. *Canadian Journal of Plant Science*, 62(1), 163-182.
- Watkins, R. Z., Chen, J., Pickens, J., & Brosfokske, K. D. (2003). Effects of forest roads on understory plants in a managed hardwood landscape. *Conservation biology*, 17(2), 411-419.
- Watson, R. R. (2014). *Polyphenols in plants: isolation, purification and extract preparation*: Academic Press.
- Weidenhamer, J. D., & Callaway, R. M. (2010). Direct and indirect effects of invasive plants on soil chemistry and ecosystem function. *Journal of chemical ecology*, 36(1), 59-69.
- Weidenhamer, J. D., Boes, P. D., & Wilcox, D. S. (2009). Solid-phase root zone extraction (SPRE): a new methodology for measurement of allelochemical dynamics in soil. *Plant and Soil*, 322(1-2), 177-186.
- West, A. M., Kumar, S., Brown, C. S., Stohlgren, T. J., & Bromberg, J. (2016). Field validation of an invasive species Maxent model. *Ecological Informatics*, 36, 126-134.
- Willan, R. L. (1985). A guide to forest seed handling with special reference to the tropics, FAO Forestry Paper, DANDIDA Seed Centre, Humleback, Denmark, 379.
- Williamson, M. H., & Fitter, A. (1996). The characters of successful invaders. *Biological conservation*, 78(1), 163-170.
- Wilson, R. E., & Rice, E. L. (1968). Allelopathy as expressed by *Helianthus annuus* and its role in old-field succession. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 432-448.
- Wilson, S. D., & Tilman, D. (1991). Interactive effects of fertilization and disturbance on community structure and resource availability in an old-field plant community. *Oecologia*, 88(1), 61-71.

- 
- Wittenberg, R. (ed.) (2005) *An inventory of alien species and their threat to biodiversity and economy in Switzerland*. CABI Bioscience Switzerland Centre report to the Swiss Agency for Environment, Forests and Landscape.
- Wittig, R. (2004). The origin and development of the urban flora of Central Europe. *Urban Ecosystems*, 7(4), 323-329.
- Wolfe, B. E., & Klironomos, J. N. (2005). Breaking new ground: soil communities and exotic plant invasion. *BioScience*, 55(6), 477-487.
- Woo, I., & Zedler, J. B. (2002). Can nutrients alone shift a sedge meadow towards dominance by the invasive *Typha* × *glauca*? *Wetlands*, 22(3), 509-521.
- WRB (2006). *World reference base for soil resources*, IUSS Working Group.
- Yurkonis, K. A., Meiners, S. J., & Wachholder, B. E. (2005). Invasion impacts diversity through altered community dynamics. *Journal of Ecology*, 93(6), 1053-1061.
- Zedler, J. B., & Kercher, S. (2004). Causes and consequences of invasive plants in wetlands: opportunities, opportunists, and outcomes. *critical Reviews in Plant sciences*, 23(5), 431-452.
- Zhang, S., Jin, Y., Tang, J., & Chen, X. (2009). The invasive plant *Solidago canadensis* L. suppresses local soil pathogens through allelopathy. *Applied Soil Ecology*, 41(2), 215-222.
- Zhang, Z., Rengel, Z., & Meney, K. (2007). Growth and resource allocation of *Canna indica* and *Schoenoplectus validus* as affected by interspecific competition and nutrient availability. *Hydrobiologia*, 589(1), 235.
- Zhang, Z., Rengel, Z., Meney, K. (2008). Interactive effects of N and P on growth but not on resource allocation of *Canna indica* in wetland microcosms. *Aquatic Botany*, 89, 317-323.
- Zhao, D., Reddy, K. R., Kakani, V. G., & Reddy, V. (2005). Nitrogen deficiency effects on plant growth, leaf photosynthesis, and hyperspectral reflectance properties of sorghum. *European Journal of Agronomy*, 22(4), 391-403.
- ZhiZhong, Z., QiuXiang, S., ZhiHao, S., & MaoFeng, L. (2013). Allelopathy of the invasive plant *Alternanthera philoxeroides* to radish and lettuce. *Acta Prataculturae Sinica*, 22(1), 288-293.
- Ziska, L. H., & Dukes, J. S. (2011). *Weed biology and climate change*: John Wiley & Sons.
-

Živković, M. (1966). Određivanje supstitucione kiselosti zemljišta. Priručnik za ispitivanje zemljišta, Knjiga I, Hemijske metode ispitivanja zemljišta. Jugoslovensko društvo za ispitivanje zemljišta, Beograd, 86-88.

## **Biografija**

Dipl. inž. Marija Nešić je rođena 1979. godine u Beogradu. Nakon osnovne škole i gimnazije, 2010. godine završila je Šumarski fakultet, Odsek za pejzažnu arhitekturu i hortikulturu sa prosečnom ocenom 8,66 stekavši zvanje diplomirani inženjer šumarstva za pejzažnu arhitekturu. Doktorske studije na Šumarskom fakultetu, oblast Pejzažna arhitektura i hortikultura upisala je školske 2010/2011. god.

Od 2012. godine zaposlena je na Šumarskom fakultetu kao istraživač - pripravnik, zatim kao istraživač – saradnik. U junu 2016. godine izabrana je u zvanje asistenta za užu naučnu oblast Pejzažna arhitektura i hortikultura.

Učestvuje u izvođenju vežbi na predmetima Osnovi ekologije i zaštite životne sredine i Hortikultura botanika na Odseku za Pejzažnu arhitekturu i hortikulturu, kao i na predmetu Botanika na Odseku za Ekološki inženjering u zaštiti zemljišnih i vodnih resursa. Pored angažovanja u nastavi, učestvovala je i u organizaciji radionica namenjenih učenicima srednjih i osnovnih škola.

Kao autor ili koautor objavila je više od 20 naučnih radova u međunarodnim i domaćim časopisima sa recenzijom, u zbornicima radova sa međunarodnih skupova, kao i u tematskom zborniku vodećeg međunarodnog značaja. Koautor je jedne nacionalne monografije. U dosadašnjoj karijeri učestvovala je u više projekata.

Govori engleski i služi se francuskim jezikom.

## ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Име и презиме аутора Марија Нешић

Број индекса 3/2010

### Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Биологија и екологија инвазивне врсте *Aster lanceolatus* Willd. complex

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

Потпис аутора

У Београду, 31.03.2017.



\_\_\_\_\_

## ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ ДОКТОРСКОГ РАДА

Име и презиме аутора Марија Нешић

Број индекса 3/2010

Студијски програм Пејзажна архитектура и хортикултура

Наслов рада Биологија и екологија инвазивне врсте *Aster lanceolatus* Willd.  
complex

Ментор Др Драгица Обратов-Петковић, редовни професор, Универзитет у  
Београду-Шумарски факултет

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањена у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

**Потпис аутора**

У Београду, 31.03.2017.



## ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Биологија и екологија инвазивне врсте *Aster lanceolatus* Willd. complex

---

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
- ☒ 3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци.

Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

Потпис аутора

У Београду, 31.03.2017.

