

UNIVERZITET U BEOGRADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Markola M. Saulić

REZERVE SEMENA KOROVSKIH BILJAKA U
ZEMLJIŠTU U ZAVISNOSTI OD PLODOREDA
I ĐUBRENJA

Doktorska disertacija

Beograd, 2021.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF AGRICULTURE

Markola M. Saulić

EFFECT OF CROP ROTATION AND
FERTILIZATION ON WEED SOIL SEED-
BANK

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2021.

Komisija za pregled i odbranu:

Mentor: dr Sava Vrbničanin, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

Članovi Komisije:

Dr Dragana Božić, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

Dr Ivica Đalović, viši naučni saradnik
Institut za ratarstvo i povrtarstvo,
institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad

Dr Vladan Jovanović, naučni saradnik
Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd

Dr Branko Karadžić, naučni savetnik
Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković”, Beograd

Datum odbrane: _____

Zahvalnost

Veliku zahvalnost dugujem svom mentoru prof. dr Savi Vrbničanin na pomoći oko osmišljavanja problematike i teme ove disertacije, sugestijama i savetima bez čije stručnosti i usmeravanja ova misija ne bi bila uspešna.

Posebnu zahvalnost dugujem Institutu za ratarstvo i povrtarstvo, institutu od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, na čijim eksperimentalnim poljima u okviru višedecenijskih (stacionarnih) poljskih oglada mi je omogućeno da sprovedem svoja eksperimentalna istraživanja. Takođe, izuzetnu zahvalnost dugujem dr Ivici Đaloviću za svesrdnu i nesebičnu pomoć u realizaciji doktorske disertacije, počevši od ideje, neposrednog rukovođenja kroz eksperimentalni deo doktorske disertacije, kao i brojnim savetima, sugestijama i korisnim predlozima tokom obrade podataka i pisanja. Zahvalnost dugujem i njegovom timu i tehničkim saradnicima Odeljenja za kukuruz. Nesebičnu i svekoliku zahvalnost u tehničkoj podršci dugujem tehničkom saradniku Danijelu Demiroviću.

Zahvaljujem se i prof. dr Dragani Božić na nesebičnoj pomoći, korisnim savetima i sugestijama tokom izvedbe oglada i pisanja disertacije, kao i svim asistentima i tehničarima Katedre za pesticide i herbologiju, a posebno dragim studentima Zaštite bilja koji su pomogli u eksperimentalnom delu disertacije i postali prijatelji za ceo život.

Hvala i dr Vladanu Jovanoviću i dr Branku Karadžiću na rečima podrške i korisnim savetima tokom analize dobijenih podataka i pisanja disertacije.

Sa velikim zadovoljstvom želim da izrazim zahvalnost prof. Mostafi Oveisi sa Univerziteta u Teheranu, koji je prepoznao moje ideje i rezultate istraživanja i preotočio ih u savremeni model.

Hvala svim kolegama herbolozima koji su ispunili stranice ove teze smehom i veselim zajedničkim trenucima.

Posebnu zahvalnost dugujem „vetru u leđa” – svom suprugu, majci i bratu na bezgraničnoj ljubavi i strpljenju i mojoj ćerki Bjanki koja je rasla sa ovom disertacijom.

Veliko hvala svima koji su verovali u mene.

REZERVE SEMENA KOROVSKIH BILJAKA U ZEMLJIŠTU U ZAVISNOSTI OD PLODOREDA I ĐUBRENJA

Sažetak

Rezerve semena korovskih biljaka predstavljaju nepresušni i stalni izvor zakorovljenosti s jedne strane, i deluju stabilizujuće na ekosistem i biodiverzitet u različitim sistemima biljne proizvodnje s druge strane. Poznato je da veličina, sastav i vertikalni raspored semena korova u zemljištu zavise od plodoreda, obrade zemljišta, đubrenja, nivoa primenjenih agrotehničkih mera, ako i nege useva koja uključuje i mere suzbijanja korova. Polazeći od toga da su ovi faktori u direktnoj korelaciji sa sadržajem semena korovskih biljaka u zemljištu programom ove doktorske disertacije predviđeno je da se definiše uticaj različitih sistema biljne proizvodnje (monokulture, dvopolje, tropolje i različiti sistemi đubrenja) na rezerve semena u zemljištu a odabirom adekvatnog modela simulira rezerva semena u zemljištu.

Istraživanja su izvedena na dugogodišnjem stacionarnom poljskom ogledu „Plodoredi” Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, instituta od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, u okviru 16 tretmana: monokultura kukuruza i ozime pšenice đubrene mineralnim đubrivom (M-Km, M-Pm), monokultura soje bez đubrenja (M-S), dvopoljni plodoredi ozima pšenica-kukuruz sa i bez primene mineralnog đubrenja (D-PKm, D-KPm, D-PK, D-KP), tropoljni plodoredi ozima pšenica-soja-kukuruz sa i bez primene mineralnog i stajskog đubrenja (T-PSKm, T-KPSm, T-SKPm, T-PSKs, T-KPSs, T-SKPs, T-PSK, T-KPS, T-SKP). Zemljište je uzorkovano tokom šest sezona (J 2014 - P 2017) na svakom tretmanu na tri dubine (0-15, 15-30 i 30-40 cm). Metodom fizičke ekstrakcije semena (FE) procenjeno je da je najveća ukupna rezerva semena bila u monokulturi soje (M-S= 29.025 m⁻²) a najmanja u trolju sa primenom mineralnih đubriva (16.805 m⁻²), dok je metodom naklijavanja (NU) utvrđeno da je u monokulturi pšenice (M-Pm) 9.791 semena m⁻² bilo spremno da klija, dok u tropolju sa primenom mineralanih đubriva klijavost je ispoljilo samo 3.969 semena m⁻².

Na osnovu α indeksa diverziteta [Simpson-ov indeks diverziteta i dominantnosti (D, D'), Shannon-ov indeks diverziteta i uniformnosti ($H, H/Hmax$)] i β indeksa potvrđeno je da je najmanji diverzitet i najveća neuniformnost korovske zajednice evidentirana u sistemu M-Pm ($D= 0,8355$; $D'= 0,1642$; $H= 0,3259$, $H/Hmax= 0,1334$, β indeks= 9-12), a najveći diverzitet i uniformnost korovske zajednice u sistemima tropoljnog plodoreda sa primenom mineralnog đubriva: T-PSKm, T-KPSm i T-SKPm ($D= 0,1594$; $D'= 0,8406$; $H= 2,1344$, $H/Hmax= 0,6461$, β indeks= 21-31). PCA analizom potvrđeno je da su korovske zajednice u M-Pm i M-Km siromašnije u odnosu na zajednice ostalih sistema biljne proizvodnje, a najbogatije u T-KPSm). ANN modelom potvrđeno je da na brojnost i sastav rezervi semena u različitim sistemima biljne proizvodnje najviše utiče interakcija plodored+đubrenje (64%), zatim interakcija plodored+đubrenje+dubina (30,52%), dok plodored kao pojedinačni faktor ima najmanji značaj (0,42%). Generalno može se konstatovati da na zemljišnu rezervu semena korova utiče veliki broj faktora i to: diverzitet lokalne korovske flore i vegetacije, generativni reproduktivni potencijal vrsta, sistemi gajenja useva, biološko-ekološke karakteristike semena, agroekološki

uslovi, odnosno klimatske karakterisitke, tip i plodnost zemljišta, mere nege useva, kao i mere u suzbijanju korova uključujući i primenu herbicida.

Ključne reči: korovi, rezerve semena u zemljištu, monokultura, plodoredi, đubrenje, α i β indeksi diverziteta, ANN model

Naučna oblast: Biotehničke nauke

Uža naučna oblast: Herbologija

UDK: 631.53.01:632.51]:[631.582+631.454(043.3)

EFFECT OF CROP ROTATION AND FERTILIZATION ON WEED SOIL SEED-BANK

Abstract

Weed seed-bank are an inexhaustible and permanent source of weeds, on the one hand, and have a stabilizing effect on the ecosystem and biodiversity in plant production systems, on the other hand. It is known that the size, composition and vertical distribution of weed seeds in the soil depend on crop rotation, tillage, fertilization, crop care, which includes weed control measures. Starting from the fact that these factors are in direct correlation with the content of weed seeds in the soil, the aim of this dissertation envisages defining the impact of different crop rotation (monocultures, 2-year crop rotation, 3-year crop rotation) and fertilization on weed seed-bank and by choosing an adequate model predict seed-bank in the soil.

The research was performed at the long-term experiment "Plodoredi" of the Institute of Field and Vegetable Crops, National Institute of the Republic of Serbia within 16 treatments of maize and winter wheat monocultures fertilized with mineral fertilizer (M-Km, M-Pm), soybean monoculture without fertilization (M-S), 2-year crop rotations of winter wheat-maize fertilized with mineral fertilizer and without fertilization (D-PKm, D-KPm, D-PK, D-KP), 3-year crop rotation of winter wheat-soybean-maize fertilized with mineral fertilizer, manure and without fertilization (T-PSKm, T-KPSm, T-SKPm, T-PSKs, T-KPSs, T-SKPs, T-PSK, T-KPS, T-SKP). The soil was sampled during six seasons (A 2014-S 2017) at each treatment at three depths (0-15, 15-30 and 30-40 cm). The method of physical extraction of seed (FE) estimated that the largest total weed seed-bank in soybean monoculture (M-S= 29.025 m⁻²), and the smallest in the 3-year field with mineral fertilization (16.805 m⁻²), while the method of germination (NU) was found that in winter wheat monocultures (M-Pm) 9.791 m⁻² seeds were ready to germinate, while in the 3-year crop rotation with mineral fertilization, only 3.969 m⁻² seeds showed germination.

Based on the α diversity index (Simpson's diversity and dominance indices (D , D'), Shannon's diversity and uniformity index (H , H/H_{max})) and the β index, it was confirmed that the lowest diversity and the highest non-uniformity of the weed community were recorded in the M-Pm ($D= 0.8355$; $D'= 0.1642$; $H= 0.3259$, $H/H_{max}= 0.1334$, β index= 9-12), and the highest diversity and community uniformity in 3-year crop rotation with mineral fertilization T-PSKm, T -KPSm and T-SKPm ($D= 0.1594$; $D'= 0.8406$; $H= 2.1344$; $H/H_{max}= 0.6461$, β index= 21-31).

PCA analysis confirmed that weed communities in M-Pm and M-Km are poorer than communities in other crop production systems, and the richest in T-KPSm. The ANN model confirmed that the number and composition of weed seed-bank in different management systems are most affected by the interaction of crop rotation+fertilization (64%), followed by the interaction of crop rotation+fertilization+depth (30.52%), while crop rotation as a single factor has the least importance (0.42%). In general, it can be stated that the weed seed-bank is influenced by a number of factors: diversity of local weed flora and vegetation, generative reproductive potential of species, crop systems, biological and ecological characteristics of

seeds, climate and meteorological conditions, soil type and fertility, measures crop care, as well as weed control measures including the application of herbicides.

Keywords: weed, weed seed-bank, monoculture, crop rotation, fertilization, α and β diversity index, ANN model

Scientific field: Biotechnical Science

Specialized scientific field: Weed Science

UDC: 631.53.01:632.51]:[631.582+631.454(043.3)

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	3
2.1. Termin „rezerva semena korovskih biljaka u zemljištu”	3
2.2. Klasifikacija rezerve semena korovskih biljaka	4
2.3. Biološko-ekološke osobine semena i faktori koji utiču na klijanje semena	6
2.4. Veličina i sastav rezerve semena korovskih biljaka u zemljištu	11
2.5. Uticaj agrotehničkih mera na rezerve semena korovskih biljaka	12
2.6. Uticaj herbicida na rezerve semena korovskih biljaka	14
2.7. Uticaj đubrenja na rezerve semena korovskih biljaka	15
2.8. Uticaj plodoreda na rezerve semena korovskih biljaka	16
2.9. Procene rezerve semena korovskih biljaka	18
2.9.1. Uzorkovanje zemljišta	18
2.9.2. Metode procene rezerve semena korovskih biljaka	20
2.10. Dugoročne procene rezerve semena korovskih biljaka	22
3. MATERIJAL I METODE	24
3.1. Osnovno podaci o poljskom ogledu	24
3.2. Uzorkovanje zemljišta	27
3.3. Procene rezerve semena	30
3.4. Agroekološki uslovi područja proučavanja	32
3.4.1. Klimatske karakteristike	32
3.4.2. Zemljišne karakteristike	33
3.5. Statistička obrada podataka	37
4. REZULTATI	40
4.1. Procenjene rezerve semena u zemljištu metodom fizičke ekstrakcije semena (FE) u različitim sistemima biljne proizvodnje	41
4.1.1. Monokultura kukuruza sa primenom mineralnih đubriva	42
4.1.2. Monokultura ozime pšenice sa primenom mineralnih đubriva	44
4.1.3. Monokultura soje	46
4.1.4. Dvopoljni plodored sa primenom mineralnih đubriva	47
4.1.5. Dvopoljni plodored bez primene đubriva	50
4.1.6. Tropoljni plodored sa primenom mineralnih đubriva	53
4.1.7. Tropoljni plodored sa primenom stajnjaka i mineralnih đubriva	57
4.1.8. Tropoljni plodored bez primene đubriva	60
4.1.9. Rezerve semena po dubinama u zemljištu i sezonama uzorkovanja u svim sistemima biljne proizvodnje, procenjene metodom FE	63
4.2. Diverzitet korovske zajednice u različitim sistemima biljne proizvodnje	

na osnovu procenjenih rezervi semena u zemljištu metodom FE	65
4.2.1. Uticaj sistema biljne proizvodnje na α i β diverzitet korovske zajednice	66
4.2.2. Diferenciranost različitih sistema biljne proizvodnje na osnovu procenjenih rezervi semena u zemljištu metodom FE	71
4.3. Simulacija ukupne rezerve semena primenom ANN modela za eksperimentalno polje „Plodoredi”	73
4.3.1. Interakcija plodoreda, vremena uzorkovanja, dubine uzorkovanja i primene đubriva na rezerve semena u zemljištu	75
4.4. Procenjene rezerve semena u zemljištu metodom naklijavanja uzoraka (NU) u različitim sistemima biljne proizvodnje	78
4.4.1. Monokultura kukuruza sa primenom mineralnih đubriva	79
4.4.2. Monokultura ozime pšenice sa primenom mineralnih đubriva	81
4.4.3. Monokultura soje	82
4.4.4. Dvopoljni plodored sa primenom mineralnih đubriva	84
4.4.5. Dvopoljni plodored bez primene đubriva	86
4.4.6. Tropoljni plodored sa primenom mineralnih đubriva	88
4.4.7. Tropoljni plodored sa primenom stajnjaka i mineralnih đubriva	92
4.4.8. Tropoljni plodored bez primene đubriva	95
5. DISKUSIJA	98
5.1. Značaj poznavanja rezervi semena u zemljištu	98
5.2. Značaj metode i postupka uzorkovanja za procenu rezervi semena u zemljištu	99
5.3. Uticaj monokulture na rezerve semena u zemljištu	103
5.4. Uticaj plodoreda na rezerve semena u zemljištu	107
5.5. Usporedna analiza diverziteta korovskih zajednica u različitim sistemima biljne proizvodnje procenjenih na osnovu α i β diverziteta	110
5.6. Simulacija rezerve semena primenom ANN modela	112
6. ZAKLJUČAK	116
7. LITERATURA	119
Biografija kandidata	136
Izjava o autorstvu	137
Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorske disertacije	138
Izjava o korišćenju	139

1. UVOD

Nekadašnji umereno-kontinentalni klimat Balkana poslednjih godina se evidentno preobražava u sve ekstremnije vidove kolebanja niskih zimskih temperatura, izuzetna sušna i topla leta, učestale poplave, kao i česte suve periode tokom jeseni. Agronomi se sve više suočavaju sa ovim nepredvidljivim okolnostima i imaju veoma težak zadatak da prilagode biljnu proizvodnju sve učestalijim oscilacijama spoljašnjih faktora sredine, kao i da istovremeno osmisle agronomsku i ekonomski prihvatljivu strategiju za dobijanje visokih i stabilnih prinosa gajenih biljaka kojom će ujedno ublažiti njihov negativni uticaj.

Među mnogobrojnim problemima sa kojima se na tom putu suočavaju je i problem sa korovima, jer je zemljište nepresušni depo semena i vegetativnih reproduktivnih organa (rizomi, krtole, korenove reznice, lukovice, krtolaste lukovice) spremnih za klijanje, odnosno obnavljanje flore i vegetacije (Shiferaw et al., 2018). Rezerve semena u zemljištu predstavljaju latentne biljne zajednice (González-Alday et al., 2009), pa je poznavanje vertikalne distribucije i brojnosti semena u zemljištu jedan od načina da se pripremi adekvatna strategija suzbijanja korova. Stalni problem je što seme korova deponovano u zemljištu ne klija u kontinuitetu, odnosno u isto vreme, a većina herbicida nema efekta na seme koje se nalazi u stanju mirovanja (Naylor, 2002). Kada će seme biti spremno da klija zavisi od brojnih bioloških osobina i procesa koji se odvijaju u njemu (Gardarin et al., 2011). Ponekad su uslovi potrebni za klijanje semena ispunjeni odmah po „opadanju” sa majčinske biljke, a nekad seme zadržava dugo svoju životnu sposobnost i svake godine klija samo manji deo (Fenner and Thompson, 2005). Kako bi se predvidelo koliki je mogući opstanak u rezervi semena neophodno je poznavati njenu klasifikaciju na osnovu postojanosti semena u zemljištu: prolazni tip (seme ostaje u zemljištu do godinu dana), kratkoročno postojani tip (postojanost 1-5 godina) i dugoročno postojani tip (postojanost najmanje 5 godina) (Thompson et al., 1997). Ponašanje semena korovskih biljaka u zemljištu zavisi i od uticaja najvažnijih faktora spoljašnje sredine (voda, temperatura, svetlost, zemljište), kao i zakonitosti koje vladaju u ovim procesima.

Prognoza pojave korova na obradivim površinama se zasniva na poznavanju rezerve semena korovskih biljaka u zemljištu. Novija istraživanja (Hossain and Begum, 2015; Schwartz-Lazaro and Copes, 2019) ukazuju da procenu rezerve semena treba uvesti kao jednu od obaveznih preventivnih mera prilikom planiranja i organizovanja proizvodnje, a naročito kod perioda konverzije zemljišta u organsku proizvodnju. Odabirom adekvatne metode ili komparacijom više metodskih postupaka (fizička ekstrakcija semena i naklijavanje uzoraka) može se proceniti latentna korovska zajednica, ali i dobiti pouzdan prikaz vrsta čija su semena prošla period mirovanja i sposobna su da klijaju u narednom periodu (aktivna korovska zajednica). Razumevanje rezervi semena korovskih biljaka na poljoprivrednom zemljištu ima veliki značaj i za očuvanje biodiverziteta i stabilnosti ekosistema.

Veličina rezervi semena korova u zemljištu enormno varira u zavisnosti od lokaliteta, proizvodne parcele, tipa zemljišta, gajenog useva, sistema obrade zemljišta, vremena uzorkovanja i upotrebe herbicida. Smatra se da plodored, obrada zemljišta i đubrenje spadaju u najvažnije agrotehničke mere koje u interakciji sa suzbijanjem korova utiču kako na veličinu tako i na sastav rezervi semena korova (Nicholas et al., 2015). Vrlo je teško promene pripisati

samo jednom od ovih faktora, pa se mora sagledati interakcija više njih (obrada, sortiment, rotacija useva u prostoru u vremenu, tekstura zemljišta, temperature i padavine). Na parcelama gde se primenjuje prostorna i vremenska smena useva zakorovljenost je manja, a floristički sastav korovske zajednice bogatiji u odnosu na monokulturu. U monokulturi se svake godine primenjuju iste agrotehničke mere, te dominira samo nekoliko korovskih vrsta a prisutno je smanjenje diverziteta korovskih vrsta, odnosno dominacija pojedinih (Liebman and Dyck, 1993). Smenom useva u sistemu gajenja menja se i izbor primene agrotehničkih mera, kao i spektar herbicida. Različiti sistemi obrade zemljišta utiču na vertikalnu distribuciju semena u zemljištu, brojnost i sastav vrsta (Grundy and Jones, 2002). Smenom useva se takođe deluje pozitivno da održavanje biodiverziteta staništa. Primena neorganskih i organskih đubriva ima značajan uticaj na korovske zajednice kao i na povećanje organske produkcije vegetacionog pokrivača, a time i na veću plodnost (semena po biljci). Smatra se da razvoj i primena modela može olakšati put do pravilnog odabira sistema gajenja, genotipa, mera nege i zaštite useva, a time i visokih benefita u poljoprivrednoj proizvodnji. Odabirom adekvatnog modela može da se simulira zakorovljenost na proizvodnim parcelama i predvidi pojava potencijalnih korovskih vrsta. Jedan od opšteprihvaćenih modela je ANN model čiji su ciljevi da pomogne u rešavanju poteškoća kod dugoročnih ekoloških istraživanja koja obuhvataju veliku bazu podataka.

Polazeći od problema koji korovi nanose biljnoj proizvodnji, uticaju sistema biljne proizvodnje i agroekoloških uslova na stepen zakorovljenosti useva, kao i radnih hipoteza zadati ciljevi istraživanja u ovoj disertaciji su da se: (i) primenom adekvatnih metodskih postupaka na dugogodišnjem stacionarnom poljskom ogledu „Plodoredi” sa različitim sistemima gajenja useva (monokultura, dvopoljni i tropoljni plodored sa i bez primene đubrenja), tokom šest sezona (jesen 2014 – proleće 2017) na zemljišnom profilu 0-40 cm izvrši uzorkovanje zemljišta; (ii) komparacijom dve metode (fizička ekstrakcija i naklijavanje uzoraka zemljišta) proceni ukupna (latentna) i aktivna rezerva semena korovskih biljaka; (iii) utvrdi da li različiti sistemi biljne proizvodnje imaju uticaj na veličinu, diverzitet i vertikalnu distribuciju semena u zemljištu; (iv) na osnovu procenjenih rezervi izračunaju α i β indeksi diverziteta koji reflektuju uticaj različitih sistema biljne proizvodnje na diverzitet korovske zajednice; (v) formira baza podataka i napravi model simulacije rezervi semena korovskih biljaka u zemljištu.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Termin „rezerva semena korovskih biljaka u zemljištu“

Davne 1859. godine Čarls Darwin je zapisao: „Za svako biće koje u toku svog života proizvede nekoliko jaja ili semena tokom nekoliko sezona, brojnost se brzo poveća tako da nijedna zemlja ne može podržati produkciju.” (Sarukhán and Harper, 1973 cit po Darwin, 1859). Među prvim istraživačima iz oblasti biologije korova bio je Pavlychenko (Bhowmik 1997, cit po Pavlychenko, 1937), dok se za pionire u istraživanju i prve pisane podatke o rezervama semena smatraju Sarkuhán i Harper (1973) iako je od davnina zemljište posmatrano kao „depo” u kome se seme skladišti i održava i kao takvo ono predstavlja stalni izvor zakorovljenosti obradivih površina (Ball and Miller, 1990).

Termin „rezerva semena korovskih biljaka” (*eng.* soil weed seed bank) se opisuje kao rezervoar životno sposobnog semena i plodova u zemljištu ili na njegovoj površini (Thompson and Grime, 1979; Grundy and Jones, 2002; Smutný and Křen, 2002). Neki autori rezervu semena nazivaju *plant diaspora* (Thompson et al., 1993). Pojam se jednostavno može poistovetiti i sa „mestom na kojem seme ostaje do momenta kada je spremno da klija”, jer se zemljište ponaša kao *pufer zona* između semena u zemljištu i nepovoljnih zimskih uslova a omogućava klijanje semena tokom dugog niza godina (Gulden and Shirliffe, 2009). Pored semena, u rezervu semena korovskih biljaka ubrajaju se i vegetativni organi (krtola, lukovica, rizomi, korenovi izbojci, krtolasta lukovica) koji su u fazi mirovanja, a imaju potencijal da se regenerišu i daju nove individue (Smutný and Křen, 2002; Menalled and Schonbeck 2013). Zahvaljujući rezervi vegetativnih biljnih organa (*eng.* bud bank) višegodišnje vrste uspevaju da oko majčinske biljke osnuju koloniju novih biljaka (Hossain and Begum, 2015). Tako, vrsta *Eichhornia crassipes* pored toga što proizvodi oko 300 semena biljci⁻¹ pretežno se razmnožava vegetativno, obrazujući za 10 do 15 dana i do 400 t ha⁻¹ plutajuće mase (Zimdahl, 2007). Iako se pojam *soil weed seed bank* prvenstveno odnosi na prisutnost semena u zemljištu, u literaturi se spominje i „aerobna” ili „vazдушna” rezerva semena, odnosno rezerva semena korovskih biljaka iznad zemlje (*eng.* aerial seed bank). Nju čine semena koja nakon sazrevanja ostaju neko vreme na majčinskoj biljci. Tako npr. predstavnici familije *Asteraceae* kao što su *Xanthium strumarium* i *Arctium minus* poznati su po tome da im se plodovi kače za krzno životinja, što omogućava efikasniju strategiju disperzije, a ovakav vid rezerve semena značajan je za proučavanje u voćnjacima, pašnjacima i prirodnim staništima (Gulden and Shirliffe, 2009). Unos semena u zemljište u literaturi se sreće kao *seed rain* a definiše se kao unošenje semena u zemljište mehaničkim putem, kišom, vetrom, vodom i životinjama (Chrisoffoleti and Caetano, 1998). Ovaj termin se neretko koristi i za opis sezonske dinamike priliva semena u zemljište (Poschlod and Jackel, 1993). Često se rezerva semena korovskih biljaka u zemljištu posmatra i kao „sećanje” (memorija) na korovske populacije čija su semena ili vegetativni reproduktivni organi ostali u zemljištu, ali iz nekog razloga ne dolazi do klijanja i nicanja tih populacija te ih više ne vidimo u nadzemnom delu (Cavers, 1995). U zemljištu se nalaze kako novopristigla semena, tako i ona koja perzistiraju u zemljištu dugi niz godina (Menalled and Schonbeck, 2013), dok celokupnu (latentnu) rezervu semena čine živa i mrtva semena (Fumanal et al., 2008).

Istraživanja i praćenja rezerve semena korovskih biljaka rade se prvenstveno radi procene dinamike pojave korovskih populacija na obradivim površinama. One se mogu vrlo uspešno koristiti za uspostavljanje plana i programa za suzbijanje korova, a naročito su korisne u implementaciji integralnih strategija za suzbijanje korova (Ambrosio et al., 2004). U agroekosistemima gde je zemljište narušeno rezerva semena korovskih biljaka deluje stabilizujuće i osigurava preživljavanje korovskih vrsta (Roberts, 1981). Sa jednog aspekta ona se može posmatrati kao rezervoar diverziteta korovske flore, a sa drugog predstavlja primarni izvor zakorovljenosti na obradivim površinama (Jose-Maria and Sans, 2011). Svakako, rezerva semena korovskih biljaka igra i ključnu ulogu u proceni populacione dinamike korovskih vrsta, naročito invazivnih (Fumanal et al., 2008), a koristi i kao polazna osnova u proučavanju životnog ciklusa jednogodišnjih vrsta, odnosno sezonskog životnog ciklusa generativne faze kod višegodišnjih vrsta (Forcella et al., 1992).

Istraživanja procene rezerve semena korovskih biljaka se mogu uvrstiti u dugoročna ispitivanja jer daju neprocenjive hronološke informacije o uticaju obrade i plodoređa na zakorovljenost proizvodnih parcela (Bárberi and Cascio, 2000). Novija istraživanja potenciraju ovakvu metodologiju i autori preporučuju da se pre postavljanja bilo kakvog eksperimenta na poljoprivrednim zemljištima prvo proceni rezerva semena korovskih biljaka. Takođe, apeluju da ovakva istraživanja treba uvesti kao jednu od obaveznih preventivnih mera prilikom planiranja i organizovanja organske proizvodnje, kao i perioda konverzije zemljišta (Kuht et al., 2016).

2.2. Klasifikacija rezerve semena korovskih biljaka

Rezervu semena karakteriše njena dugovečnost, odnosno koliko dugo seme može da ostane životno sposobno u zemljištu. Neka semena mogu da opstanu kratko u zemljištu (*Taraxacum officinale*, *Kochia scoparia*), dok sa druge strane semena vrsta *Amaranthus retroflexus* i *Chenopodium album* ostaju životno sposobna i do nekoliko decenija (Hossain and Begum, 2015). Ispitivanjem rezerve semena može se oceniti da li su semena u zemljištu životno sposobna, u stanju dormantnosti ili su mrtva (Fumanal et al., 2008), a poznavanje perzistiriranja semena u zemljištu je ključ upravljanja zemljištem i očuvanja tla i retkih biljnih vrsta (Thompson et al., 1993).

Postoji više različitih klasifikacija rezerve semena korovskih biljaka. Jedna od opšteprihvaćenih podela je prema dužini opstanka semena u zemljištu koju su dali Thompson i Grime (1979) i po njima rezerve mogu biti:

1. Prolazne (*eng. transient*) rezerve semena korovskih biljaka:

a) Jednogodišnjih i višegodišnjih trava suvih i obradivih staništa koje plodonose u leto: *Bromus erectus*, *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra*, *Helictotrichon pretense*, *Lolium perenne*, *Briza media*, *Festuca ovina*, *Bromus mollis*, *B. sterilis*, *Hordeum murinum*, *Lolium multiflorum*. Semena iz ove kategorije su krupna, izdužena, sa izbočinama, a kličaju u širokom opsegu temperatura pa čak i na 5°C kako na svetlosti tako i u mraku. Sve ove osobine doprinose da brzo kličaju po opadanju sa majčinske biljke i da se vrlo kratko zadržavaju u rezervi semena korovskih biljaka;

b) Jednogodišnjih i višegodišnjih trava čija semena perzistiraju u zemljištu tokom zime i tokom ranog proleća kreću sa klijanjem i nicanjem biljaka. Ta semena najbolje kličaju u mraku, a dobro podnose i niske temperature (*Heracleum sphondylium*, *Mercurialis perennis*, *Pimpinella major*).

2. Postojane (*eng. persistent*), tj. one koje obuhvataju vrste čiji deo semena klija odmah po opadanju sa majčinske biljke, a drugi deo ostaje da perzistira u zemljištu. Uglavnom kličaju u jesen i daju mali doprinos u postojanoj rezervi semena korovskih biljaka u zemljištu. Tu spadaju jednogodišnje zimske vrste: *Arenaria serpyllifolia* i *Arabidopsis thaliana*, trave *Poa annua*, *Poa trivialis* i druge. Ovoj grupi pripadaju jednogodišnje i višegodišnje biljke čija semena čine veliku i trajnu rezervu semena jer samo mali deo semena klija odmah nakon rasipanja a veći deo dugo perzistira u zemljištu (*Galium palustre*, *G. saxatile*, *Potentilla erecta*, *Trifolium repens*, *Ambrosia artemisiifolia*) (Thompson et al., 1997).

Škola Poschlod i Jackel (1993) zalagala se za podelu rezerve semena korovskih biljaka na četiri tipa:

1. Prolazni tip u sklopu koga semena nemaju prirodno urođeno mirovanje i koncentrisana su u plićem sloju zemljišta u određenom periodu tokom godine, te tako opstaju vrlo kratko u zemljištu (do jedne godine). Ovde se ubrajaju semena vrsta koje imaju urođenu dormantnost (*Briza media*, *Bromus erectus*) i vrsta bez urođene dormantnosti (*Carlina vulgaris*, *Cirsium acaule*);
2. Prolazni tip čija se semena pretežno nalaze na površini tla tokom cele godine ali nakon određenog perioda ona prelaze u zemljišnu rezervu semena. Ovde spadaju semena vrsta *Scabiosa columbaria* (bez urođene dormantnosti) i *Asperula cynanchica* (sa urođenom dormantnošću) koja se premeštaju u dublji sloj gde perzistiraju jednu ili eventualno dve godine;
3. Postojani tip čine mnoga semena koja se nalaze na površini tla a neka su u dubljem sloju zemljišta cele godine. Izražen je priliv semena u plići sloj tokom cele godine a mnogo manji priliv u dublji sloj pa semena perzistiraju u zemljištu od nekoliko godina do jednu deceniju (*Lotus corniculatus*, *Ranunculus bulbosus*);
4. Postojani tip čine semena koja su tokom cele godine u plićem i dubljem sloju i ne postoji izražen deo godine priliva semena, a perzistiraju nekoliko decenija u dubljim slojevima zemljišta (*Carex flacca*).

Međutim, Thompson i sar. (1997) su na osnovu prethodnih klasifikacija predložili modifikovanu podelu rezerve semena korovskih biljaka na:

1. Prolaznu koju čine vrste čija semena ostaju u zemljištu kraće od jedne godine (po klasifikaciji Thompson i Grime (1979) pandem su tipovi 1a i 1b);
2. Kratkoročno postojanu kojoj pripadaju semena vrsta koja perzistiraju u zemljištu od jedne do pet godina i
3. Dugoročno postojanu rezervu kojoj pripadaju vrste čija semena perzistiraju najmanje pet godina u zemljištu.

Za kratkoročni period opstanka semena u zemljištu kao kriterijum se uzima period od jedne godine, iz razloga što su Thompson i Grime (1979) ispitivanja radili u toku jedne godine. Tako su semena koja se odlikuju „lakom klijavašću” pripala prolaznoj rezervi semena, a ona koja su bila postojana tokom cele godine i duže definisana su kao postojana rezerva semena u zemljištu.

2.3. Biološko-ekološke osobine semena i faktori koji utiču na klijanje semena

Očuvanje životne sposobnosti semena korovskih biljaka u zemljišnoj rezervi zavisi kako od sredine u kojoj se nalazi tako i od bioloških osobina samog semena. Seme sazrelo na majčinskoj biljci pre ili kasnije završi na površini zemljišta, ali vrlo malo njih klija i daje novu individuu, većina se raspadne, biva pojedeno ili je neživo (Gulden and Shirtliffe, 2009). Disperzija i klijanje semena događa se u različito vreme tokom životnog ciklusa mnogih vrsta i sinhronizovani su sa sezonskim promenama (Walck et al., 2005), a još davno je zaključeno da semena ne klijavu u kontinuitetu već se to dešava ciklično (Wilson et al., 1985). Klijanje semena ponekad može da nastupi odmah ili pak posle određenog perioda mirovanja (Fenner and Thompson, 2005), pa se spram toga, sve jednogodišnje korovske vrste mogu podeliti na zimske i letnje. Jednogodišnje zimske vrste, u koje najčešće spadaju krucifere (*Brassicaceae*) i kompozite (*Asteraceae*) klijavu u kasno leto i jesen, tokom zimskog perioda rastu, dok u proleće i početkom leta cvetaju i plodonose (npr. *Brassica campestris*, *Cammellina sativa*, *Diplotaxis muralis*, *Lepidium draba*, *Raphanus raphanistrum*, *Sinapis arvensis*, *Bellis perennis*, *Centaurea cyanus*, *Senecio vernalis*, *Senecio vulgaris*, *Tragopogon major* itd.). Česta pojava je da neke vrste svojom rozetom (*Aster pilosus*) zauzimaju prostor jednogodišnjim letnjim vrstama koje klijavu u kasno proleće (*Ambrosia artemisiifolia*, *Abutilon theophrasti*, *Datura stramonium*, *Echinochloa crus-galli*, *Setaria* sp., *Solanum nigrum*) (Bazzaz, 1990). Brojne biološko-ekološke karakteristike semena kao i procesi koji se odvijaju u njemu obezbeđuju stalnu rezervu semena u zemljištu, a time i stalnu zakorovljenost obradivih površina (López-Granados and Lutman, 1998).

Generalno, najvažnije biološko-ekološke osobine semena korovskih biljaka po kojima se one često veoma razlikuju od semena gajenih i drugih grupa biljaka (npr. livadskih fitocenoza) su: velika produkcija semena, životna sposobnost, dugovečnost, dormantnost i klijavost. Upravo ove osobine najčešće određuju sudbinu semena korovskih biljaka u zemljišnoj rezervi.

Velika produkcija semena. Značajna biološka osobina semena korovskih biljaka jeste produkcija velike količine semena po jednoj biljci što osigurava siguran opstanak vrsta u promenljivim i nepovoljnim uslovima životne sredine (Janjić i sar., 2003). Prethodna istraživanja su pokazala da 22,6% biljaka produkuje 750-2.500 semena, 63% korovskih vrsta produkuje 250-7.500 semena, dok neke vrste daju i do 750.000 semena po individui. Tako vrsta *Amaranthus retroflexus* produkuje i do 1.000.000 semena po biljci (Доброхотов, 1961), jedna biljka *Helianthus annuus* proizvede $130,4 \pm 16,5$ glavica, odnosno po jednoj glavici $176,1 \pm 10$ semena/ahenija (Alexander and Schrag, 2003), dok *Ambrosia artemisiifolia* u proseku formira između 300-6.000 semena biljci⁻¹ a izrazito krupne biljke i do 18.000 semena (Fumanal et al., 2006). Takođe ne treba zanemariti produkciju semena kod višegodišnjih vrsta, iako se one dominantno razmnožavaju vegetativno. Tako, *Eichhornia crassipes* produkuje oko 300 semena biljci⁻¹ koja mogu da prežive i do 15 godina u vodenoj sredini (Zimdahl, 2007). Svakako, produkcija semena zavisi i od useva u kome se korovska vrsta javlja, te vrsta *Abutilon theophrasti*, koja u proseku produkuje 800-1.800 semena biljci⁻¹, može u usevu kukuruza da smanji produktivnost i do 50% kada se razvija u povoljnim (nekompetitivnim) uslovima (Bhowmik, 1997; Vrbničanin et al., 2017a).

Životna sposobnost semena. Često se u velikim studijama postavlja pitanje koliko seme korova može da perzistira u zemljištu i kako uslovi u zemljištu utiču na opstanak semena i njegovu životnu sposobnost (Alexander and Schrag, 2003). Procenjuje se da semena u zemljištu bliža površini imaju manju mogućnost za opstanak, odnosno samo 10-30% preživi, a ostatak semena ili je već niklo, biva pojedeno ili propadne. U proučavanjima ove biološke osobine utvrđeno je da kod vrste *H. annuus* od 140 ahenija kada se nađu na dubini od 25 cm nakon tri godine 16% semena ostane životno sposobno, a nakon četiri godine čak 47% je bilo vijabilno (Alexander and Schrag, 2003). Takođe, semena nekih vrsta imaju malu životnu sposobnost i perzistiraju u zemljištu veoma kratko u zavisnosti od jednogodišnje produkcije i mogućnosti njihovog širenja. Takva semena su svojstvena za neke travne vrste (*Briza media*, *Bromus erectus*, *Dactylis glomerata*, *Festuca ovina*) (Thompson et al., 1997). Iako se u praksi pod životno sposobnim semenom podrazumevaju sva izdvojena semena iz zemljišta, pouzdani metod provere je tetrazolijum test (Benoit et al., 1992), odnosno obojenost klice semena u karmin crvenu boju (Alexander and Schrag, 2003; Peters, 2005).

Dugovečnost. Osobina semena da u dugom vremenskom periodu zadržava svoju životnu sposobnost definiše se kao dugovečnost semena (Janjić i Kojić, 2003; Vrbničanin i Božić, 2021). Zahvaljujući ovoj osobini vrste mogu biti izvor zakorovljenosti dugi niz godina, a pokazalo se da dvogodišnji širokolisni korovi imaju veću dugovečnost u odnosu na jednogodišnje travne vrste (Burnside et al., 2017). Tako semena *Chenopodium album* i *Stellaria media* ostaju životno sposobna u zemljištu i do 19,5 godina (Conn and Deck, 1995), čak 91% semena *Datura stramonium* ostaje životno sposobno i nakon 39 godina provedenog u zemljištu (Thompson et al., 1997), a 38% semena *S. halepense* i 36% semena *A. theophrasti* klija i posle 20 godina (Egley and Chandler., 2017).

Dormantnost. Smatra se da je nekoliko uslova potrebno da bi se klijanje semena korovskih biljaka odvijalo u pravo vreme i na pravom mestu. Ponekad su ovi zahtevi ispunjeni odmah nakon što majčinska biljka „odbaci” seme (Fenner and Thompson, 2005), tj. dok je seme još u fazi fizičke zrelosti. Međutim, u većini situacija iako su ispunjeni svi neophodni uslovi životne sredine za klijanje seme neće klijati dok ne bude i fiziološki zrelo, odnosno dok ne prođe fazu mirovanja (Janjić i Kojić, 2003). Mirovanje, tj. dormantnost predstavlja biološko prilagođavanje kojim se sprečava prevremeno nicanje semena u nepovoljno doba godine (Kastori, 1984). Smatra se da prvi zapisi o mirovanju i neujednačenom klijanju datiraju još od 2000 godina pre nove ere, kada je grčki filozof Theofrast zapisao svoje viđenje ovog fenomena: „Još jedna stvar koja pravi razliku u brzini kojom seme klija je njegova starost, kod nekih biljaka ona dolazi ako je seme sveže a kod nekih mnogo brže ako je seme starije” (Probert, 2000). Uprkos tome što u poslednjoj deceniji postoji mnogo bolja integracija poljskih i laboratorijskih istraživanja, ne postoji jedinstvena i opšteprihvaćena definicija mirovanja semena (Bewley, 1997). Stoga se i dalje mirovanje smatra jednim od najstarijih neshvaćenih fenomena u području biologije semena. S jedne strane to može da se posmatra kao „blokada” do okončanja klijavosti kod životno sposobnog semena pod povoljnim uslovima sredine (Finch-Savage and Leubner-Metzger, 2006). S drugog aspekta, Fenner (1985) povezuje perzistiranje semena u zemljištu i mirovanje i definiše ih kao „virtuelne sinonime”. Neki autori definišu mirovanje kao „nekljanje” semena (Murdoch and Ellis, 2000), što Vleesshouwers i sar. (1995) osporavaju i naglašavaju da ono ne treba da predstavlja odsustvo klijanja, već biološku karakteristiku semena.

Generalno, definisana su tri tipa dormantnosti semena: morfološka, fiziološka i fizička. Morfološko mirovanje ukazuje da je seme nakon opadanja sa matere biljke nezrelo, nerazvijeno i time nespremno za klijanje. Usled fizičke dormantnosti semena semenjača i perikarp nisu dovoljno razvijeni a embrion je suv, dok fiziološko mirovanje ukazuje da je potrebno da se odigraju određeni hemijski procesi da bi seme moglo da klija. Neretko se u semenu javlja kombinacija ova dva procesa, odnosno morfo-fiziološko mirovanje, dok je kombinacija fizičkog i fiziološkog mirovanja veoma retka, a fizičkog i morfološkog moguća (Baskin and Baskin, 1998). Ključna funkcija dormantnosti je da spreči klijanje semena u nepovoljnim, odnosno u uslovima koji ne pogoduju rastu i razvoju klijanaca (Fenner and Thompson, 2005). Ona može biti i urođena, indukovana ili prisilna. Prisilna nastaje usled nepovoljnih uslova sredine (visokih temperatura, izuzetno dugih sušnih perioda itd.). Urođena i indukovana svrstavaju se u primarnu i sekundarnu dormantnost. **Primarno mirovanje** predstavlja inhibiciju klijanja iako postoje povoljni spoljašnji uslovi i seme ga stiće odmah nakon sazrevanja na majčinskoj biljci (Bewley and Black, 1982). Ova dormantnost može biti uslovljena osobinama same semenjače, tako npr. seme *C. hybridum* ima semenjaču debljine 35-50 μm , a utvrđeno je da može biti i do 100-120 μm . Zid semenjače kod vrste *C. album* je impregniran taninima što svakako predstavlja fizičku i mehaničku prepreku za normalno izbijanje klice (Sukhorukov and Zang, 2013). Primarna dormantnost može biti izazvana i dormancijom embriona. Smatra se da u indukciji dormantnosti značajnu ulogu imaju i hormoni, a naročito abscisinska kiselina, čije povećanje u semenu pokreće niz reakcija koje dovode do stanja mirovanja (Stikić i Jovanović, 2015). Stečeno mirovanje u nekom vremenu posle sazrevanja i opadanja sa majčinske biljke je u stvari **sekundarno mirovanje** i ono se indukuje naknadnim dejstvom nepovoljnih faktora sredine (visoka temperatura, deficit vode u podlozi, prisustvo svetlosti itd.) (Egley and Duke, 1985).

Spoljašnji faktori koji određuju kada će neko seme iz faze mirovanja preći u fazu klijanja su: voda, temperatura, svetlost, koncentracija kiseonika i ugljen-dioksida i drugi (Fenner and Thompson, 2005).

Voda predstavlja prvi i elementarni faktor za klijanje semena. Usvajanjem vode seme bubri (imbibicija), pokreće se reverzibilan proces (Bewley et al., 2013), a početnim rastom klice započinje ireverzibilan proces. Veoma je bitno da u ovom periodu seme ne dehidrira, jer jednom kada započne klijanje embrion ili raste ili propada (Fenner and Thompson, 2005). Step en bubrenja zavisi od ravnoteže između zemljišnog vodnog potencijala i vodnog potencijala semena. Zemljišni potencijal uglavnom zavisi od matriks potencijala, dok sva tri faktora (Ψ_t - matriks potencijal, Ψ_p - osmotski potencijal, Ψ_w - vodni potencijal) čine vodni potencijal semena (Egley and Duke, 1985). Mudroch i Ellis (2000) dele semena na takozvana *orthodox* koja mogu da se osuše na -350 MPa u suvim skladištima, dok tzv. neposlušna semena (*eng. recalcitrant*) zahtevaju visok nivo vlage (ekvivalentno -1,5 MPa do -5 MPa) da bi sačuvala svoju vitalnost. Pored toga što za svaku biljnu vrstu postoji kritična količina vode potrebne za održavanje životne sposobnosti njenog semena, smatra se da svaka vrsta ima i uslov za kritičan sadržaj vode (vodni potencijal). Tako npr. seme vrste *Rumex crispus* može da klija kada je vodni potencijal ispod -1,5 MPa (Fenner and Thompson, 2005). Semena koja u rezervi semena u zemljištu perzistiraju u suvim uslovima, bubre i kličaju vrlo brzo kada voda postane dostupna, dok u vlažnim uslovima u velikoj meri razvijaju mehanizam dormantnosti jer je voda pristupačna (Bewley et al., 2013). Sa procesom bubrenja dolazi do aktivacije

metaboličkih procesa, povećava se intenzitet disanja, dolazi do sinteze proteina i aktivacije enzima. Izbijanjem klice, rezervne materije u hranljivom tkivu (endospermu, perispermu, klici) se uz pomoć enzima razlažu i mobilizuju (Stikić i Jovanović, 2015).

Drugi faktor koji utiče na to kada će doći do prekida mirovanja i kada će nastupiti proces klijanja je **temperatura** (Saric et al., 2012). Ona reguliše klijanje u tri pravca: određuje kapacitet i stopu klijanja nedormantnog semena, otklanja primarnu ili sekundarnu dormantnost i indukuje sekundarnu dormantnost. Temperatura utiče na intenzitet fizičko-biohemijskih procesa kako u periodu mirovanja tako i u toku klijanja. Prethodne studije ukazuju da ukoliko se želi predvideti mirovanje semena u rezervi semena u zemljištu trebalo bi da se uspostavi kvantitivan odnos između temperature zemljišta i bioloških potreba populacije semena za klijanje (Battla and Benech-Arnold, 2010). Klasifikaciju zasnovanu na povezanosti mirovanja i temperature predložio je Vegis (1964) i prema njemu semena se na osnovu mirovanja mogu podeliti u tri kategorije: nedormantno (klija 100% na svim temperaturama), termički dormantno (klija 0-100% na niskim, ali ne na visokim temperaturama) i dormantno (ne klija ni na jednoj temperaturi dok se mirovanje ne prekine). Ako se seme određeno vreme u dovoljno vlažnom stanju izloži dejstvu nižih temperatura dolazi do imitiranja prirodnih uslova koje seme ima u zemljištu (stratifikacija) i tada se povećava intenzitet disanja, smanjuje sadržaj inhibitora a povećava sadržaj aktivatora klijanja (giberlina), kao i niza drugih reakcija što dovodi do skraćivanja perioda mirovanja semena (Kastori, 1984). Visoke temperature tokom sazrevanja semena obično smanjuju njegovo mirovanje (Murdoch and Ellis, 2000). Istraživanja su pokazala da kod letnjih jednogodišnjih vrsta niske temperature na vlažno seme deluju tako što prekidaju mirovanje, kada dolazi do stratifikacije, dok visoke temperature indukuju mirovanje semena. Kod vrsta roda *Polygonum* za prekid mirovanja neophodno je izlaganje semena niskim temperaturama (Kastori, 1984). Sveže seme vrste *Pheleum arenarium* dobro klija u temperaturnom opsegu 5-13°C, ali se granica klijanja može pomeriti i na 25°C ukoliko se seme izlaže sušnim uslovima oko 13 meseci (after-ripening) na konstantnoj temperaturi (Bewley et al., 2013). Kod ozimih vrsta koje klijavu u jesen, izlaganje suvog semena visokim temperaturama izaziva prekidanje (oslobađanje) mirovanja i ovo se u literaturi označava kao „dry after-ripening”, dok izlaganje niskim temperaturama indukuje mirovanje (Battla and Benech-Arnold, 2010).

Kombincija vlage i temperature utiče na klijavost, tako da je pri osmotskom potencijalu od -1500 kPa na nižoj temperaturi od optimalne (6°C) manja klijavost nego pri osmotskom potencijalu od 0 kPa (López-Granados and Lutman, 1998).

Seme u zemljištu može da opstane dugi niz godina duboko zakopano čime je potisnuto klijanje. U odnosu na svetlost semena mogu biti: heliofiti – semena koja klijavu samo na svetlosti ili koja uspešno klijavu na svetlosti (*Sinapis alba*, *Daucus carota*, *Polygonum aviculare*) i heliofobi – bolje ili jedino klijavu u mraku (*Amaranthus caudatus*, *Nigella damascena*, *Phacelia tanacetifolia*, *Datura stramonium*) (Janjić i Kojić, 2003). Kod većine vrsta izlaganjem semena **svetlosti** dolazi do prekida dormantnosti. Tako, jedan milisekund pune osvetljenosti može da dovede do aktiviranja i izbivanja klice (Bewley et al., 2013). Takođe, na klijanje semena utiče i njegovo izlaganje svetlosti različitih talasnih dužina, te tako crvena (647 nm), narandžasta (586 nm) i žuta svetlost (535 nm) pospešuju klijanje, dok one kratkih talasnih dužina (zelena od 492 nm, plava od 422 nm i ljubičasta od 390 nm) usporavaju klijanje (Ujević i Kovačević, 1972). Procena je da kroz sloj peska od 2 mm prolazi manje od

2% svetlosti talasne dužine 700 nm, dok kod glinovitog zemljišta svetlost prodire kroz sloj od 1,1 mm (Bewley et al., 2013). Svetlost stimuliše klijanje semena a količina svetlosti rapidno se smanjuje sa porastom dubine, te retko prodire više od nekoliko milimetara u dubinu zemljišta (Vleeshouwers et al, 1995; Fenner and Thompson, 2005). Olivieri i Jain (1978) su ispitivali uticaj delovanja dve vrste svetlosti (crvene i tamno crvene) na klijanje korovskog i divljeg suncokreta na dve različite temperature (10 i 20°C). Rezultati tih istraživanja su pokazali da je kod obe vrste, odnosno *Helianthus bolanderi* i *Helianthus exilis* najveći procenat iskljajalih semena postignut pri dejstvu kombinacije crvene svetlosti i temperature od 10°C, a najmanji na 20°C pri tamno crvenoj svetlosti. Poznato je da seme *Brassica napus* klija na 12°C i na svetlosti i u mraku. Međutim, izlaganjem semena različitom osmotskom potencijalu (od -1500 do 0 kPa) došlo se do zaključka da pri osmotskom potencijalu -1500 kPa, a na istoj temperaturi daleka crvena svetlost (625-740 nm) u odnosu na mrak u većoj meri indukuje sekundarnu dormantnost (López-Granados and Lutman, 1998). Iz ovog razloga retko se ispituje uticaj jednog faktora već se prati paralelno uticaj i kombinacija dva ili više faktora na klijanje semena korova jer to odražava realno stanje u prirodi.

Važan činilac koji utiče na klijanje semena je i **zemljište**, odnosno njegove fizičko-hemijske osobine. Nitrati su prisutni u svim tipovima zemljišta i deo su globalnog ciklusa azota, a odavno je poznato da se ponašaju i kao stimulatori klijanja semena mnogih korovskih vrsta u opsegu 0-0,5 mol L⁻¹ nitrata. Dokazano je da nitrati imaju pozitivan efekat na klijanje semena *S. media* i *Paulownia tomentosa*, za koje je poznato da kličaju samo u mraku (Jovanović et al., 2005). U interakciji sa temperaturom i svetlošću deluju na klijavost semena, što je dokazano kod vrsta *Avena fatua* i *Sisymbrium officinale* (Bewley et al., 2013). Ovo je veoma važno kod kompetitivnih interakcija između gajenih i korovskih biljaka kada u uslovima dobre obezbeđenosti zemljišta nitratima korovske biljke imaju brži inicijalni rast i razvoj i time potiskuju gajenu biljku tokom njenog rasta i razvika.

Pore zemljišta koje nisu ispunjene vodom, ispunjene su vazduhom. Gasovita faza utiče na vegetaciju, a biljke preko korenovog sistema usvajaju kiseonik iz zemljišta a oslobađaju ugljen-dioksid. Koncentracija gasovite faze u zemljištu zavisi od biološke aktivnosti u zemljištu, naročito od mikroorganizama i korena biljaka. U zemljištu bogatom organskom materijom i mikroflorom, sadržaj odnosa kiseonika i ugljen-dioksida retko pada ispod 19%. Koncentracija ugljen-dioksida između 2-5% stimuliše, dok iznad 5% inhibira klijanje semena (Baskin and Baskin, 1998). Sadržaj ugljen-dioksida u zemljištu zavisi od dubine, temperature, vlažnosti, poroznosti i biološke aktivnosti zemljišta. Sa dubinom zemljišta raste koncentracija ugljen-dioksida, pa u sloju od 10 cm ima 1 dm³ m⁻³, a na dubini od 50 cm 80 dm³ m⁻³. Procena je da koncentracija 20-50 dm³ m⁻³ (2-5%) stimuliše klijanje semena (Bewley et al., 2013).

Na klijanje semena i rast klijanca utiče i sadržaj mikroorganizama u zemljištu (PGPR- Plant Growth Promoting Rhizobacteria) (Vrbničanin et al., 2008). Bakterijske kulture roda *Bacillus* (*B. licheniformis*, *B. pumilus*, *B. megatherium*, *B. amyloliquefaciens*) ispoljavaju različit inhibitorni efekat na klijanje semena npr. lucerke (*Medicago sativa*) i viline kosice (*Cuscuta campestris*), dok bakterijska kultura *A. chroococcum* deluje stimulatивно na obe vrste (Sarić i Božić, 2009). Kao produkt aerobnih i anaerobnih mikrobioloških procesa i korena biljaka stvara se etilen. Ovaj gas, poznat kao jedan od biljnih hormona, utiče na rast biljaka, a ustanovljeno je da može indukovati klijanje 10 uskolisnih i 33 širokolisne korovske vrste, dok kod samo dve vrste inhibira klijanje. Osim toga, semena nekih vrsta kao što je npr. *Echinochloa*

crus-galli klijanju i u aerobnim i anaerobnim uslovima i tolerantna su na etilen (Bewley et al., 2013).

Pored svih faktora koji utiču na klijanje, ne treba zanemariti da je za većinu vrsta karakteristično da proizvode semena različitog oblika, pa samim tim imaju i različite zahteve za klijanje. Od položaja cvetova na cvetnoj loži zavisi kada će seme klijati, te tako semena koja se razvijaju iz cevastih cvetova (vrste familije Asteraceae) u proseku su manje dormantna nego semena koja se razvijaju iz jezičastih cvetova (Fenner and Thompson, 2005). Iako u prirodi ima oko 6% vrsta sa semenom čija je dužina preko 8 mm, 18,3% sa dužinom 4-8 mm, smatra se da sitna semena duže čuvaju svoju vitalnost, te je procena da 45,4% vrsta ima malo seme (2-4 mm), odnosno 6,6% vrsta je sa semenom manjim od 1 mm (Доброхотов, 1961; DiTomaso, 2007). Poznato je da najveći deo rezerve semena u zemljištu uglavnom čine vrste koje imaju najsitnija semena (Thompson and Grime, 1979) koja imaju duži životni vek od krupnijih (Fenner and Thompson, 2005).

2.4. Veličina i sastav rezerve semena korovskih biljaka u zemljištu

Glavni cilj smanjenja zakorovljenosti obradivih površina je povećanje prinosa useva. Poznavanje i razumevanje veličine i sastava rezerve semena korovskih biljaka može pomoći kod planiranja uspešne i pravovremene strategije suzbijanja korova, a izbor metodologije uzorkovanja i procene rezervi semena daju i različite rezultate i uvid u ukupnu brojnost semena u zemljištu (Grundy and Jones, 2002).

Seme nekih korovskih vrsta po opadanju sa majčinske biljke, a pre nego što dospe na površinu zemljišta i u zemljište, može da se širi na velike razdaljine. Ono se premešta na druga staništa raznim mehanizmima: mehanički (voda, vetar, mehanizacija) ili životinjama (zakačena na krznu, prolaskom kroz crevni trakt ili skladištenjem). Ipak, veći broj vrsta osipa seme oko matične biljke gde se i inkorporira u zemljišnu rezervu. Na taj način rezerva se redovno dopunjuje i održava (Grundy and Jones, 2002). Postoje mnogi faktori koji indirektno utiču na veličinu i sastav rezervi semena korovskih biljaka tako da njen sastav varira između različitih mesta, polja, parcela, datuma uzimanje uzoraka itd. (Kuht et al., 2016). Naime, primena herbicida i plodoreda redukuju priliv semena u rezervu semena korovskih biljaka, a obrada, malčiranje (zastiranje zemljišta prirodnim ili sintetičkim malčevima) i primena đubriva direktno utiču na veličinu rezervi semena (Gulden and Shirtliffe, 2009). Merama suzbijanja se eliminiše deo izniklih jedinki, ali rezerva semena sporije reaguje na ove mere, jer se svake godine obnavlja novim prilivom semena (Schwartz et al., 2015). Interakcijski odnos između primene đubriva i rotacije useva u velikoj meri utiče na kvalitativni i kvantitativni sastav korovskih vrsta na parcelama (Hume, 1982). Brojnost semena zavisi i od tipa zemljišta, te je tako manja na glinovitom, a veća na lakšem peskovitom zemljištu. To se može objasniti bržim klijanjem semena na lakšem zemljištu, uticaju predatora i propadanju semena (Grundy and Jones, 2002).

Prilikom procene rezerve semena korovskih biljaka prati se vertikalna distribucija semena i njegova brojnost, ali je isto tako važno poznavati i horizontalnu rasprostranjenost semena na parceli (Fumanal et al., 2008). Procenom vertikalne distribucije semena u različitim slojevima

zemljišta dobija se uvid u strukturu korovskih vrsta, tj. potencijalne izvore zakorovljenosti parcele (Nicholas et al., 2015). Tako npr. procenjuje se da u sloju zemljišta do 5 cm ima 70-78% semena, u sloju 5-10 cm 14-20%, a samo 5-10% semena je u sloju 10-15 cm, te se može zaključiti da brojnost semena korova opada sa povećanjem dubine (Cardina et al., 1991). U jednoj od prvih publikacija o rezervama semena korovskih biljaka u zemljištu navodi se da na dubini do 15 cm ima oko 450.000 semena m⁻², što za površinu od 1 ha iznosi 450 miliona semena (Wilson et al., 1985). Procena je da na pašnjacima i intenzivno obradivim zemljištima ima ispod 1.000 semena m⁻², dok u povrtnjacima i manje obrađivanim parcelama brojnost korovskog semena se kreće oko 80.000 m⁻² (Grundy and Jones, 2002). Menalled i Schonbeck (2013) naglašavaju da poljoprivredno zemljište može da sadrži i do nekoliko hiljada semena m⁻² kao i desetak ili više vegetativnih reproduktivnih organa (rizoma, korenovih reznica, krtola, lukovica itd.) korovskih biljaka. Veličina rezerve semena u zemljištu zavisi i od starosti zasada, pa je u zemljištu oko biljke *Cytisus scoparius* (žutilovka) stare četiri godine procenjeno 200 semena m⁻², odnosno u zasadu starom šest godina 1.200 semena m⁻² (Allen et al., 1995).

Na plodnijim zemljištima gde po pravilu korovi formiraju veću biomasu prisutniji su i aktivniji sitni sisari, glodari, insekti i ptica, čime se povećava disperzija semena korovskih vrsta (Major, 2005). Životinje kopanjem unose semena i plodove u dublje slojeve zemljišta gde mogu da opstanu i do 10 godina, te se na taj način puni rezerva semena korovskih biljaka (Alexander and Schrag, 2003). Gulden i Shirtliffe (2009) su konstatovali da neki insekti mogu smanjiti zakorovljenost parcela za 5-15%, dok glodari i ptice takođe mogu značajno uticati na brojnost semena u rezervi. Sisari i ptice preferiraju krupnija semena, dok se kičmenjaci hrane semenima težine oko 3 mg, retko ispod toga (Kelrick et al., 1986). Dakle, sudbina semena korovskih biljaka nakon opadanja i dospevanja na/u zemljište u velikoj meri, pored biološko-ekoloških karakteristika semena i abiotskih faktora, zavisi i od drugih članova biocenozе.

2.5. Uticaj agrotehničkih mera na rezerve semena korovskih biljaka

Pre uvođenja herbicida u zaštitu bilja, obrada zemljišta je predstavljala primarnu meru u suzbijanju korova (Hoosain and Begum, 2015). Međutim, i danas se poljoprivrednim proizvođačima savetuje da redovno poštuju sve agrotehničke mere, koje obuhvataju i jesenje duboko oranje, radi kvalitetnije pripreme zemljišta za setvu, obezbeđivanja lakšeg razvoja i prodiranja korena gajenih biljaka u zemljište, stvaranja i obnavljanja povoljne strukture zemljišta, podsticanja biološke aktivnosti, boljeg uništavanja korova, boljeg unošenja mineralnog đubriva i žetvenih ostataka, kvalitetnije zemljišne primene herbicida, suzbijanja prouzrokovala biljnih bolesti i štetočina i dr. Međutim, dokazano je da dugotrajna obrada ima i posledice. Kultivacija zemljišta u uslovima optimalne vlažnosti može da dovede do disperzije tla, odnosno, konstatovano je da intenzivnom obradom proizvodni kapacitet plodnog černoze postepeno opada jer se smanjuje sadržaj organskog ugljenika i pogoršava struktura zemljišta. Shodno tome, sistem upravljanja zemljištem mora biti usmeren na očuvanje organske materije u zemljištu (Šeremešić et al., 2020).

Među istraživačima postoje oprečna mišljenja da li obrada zemljišta utiče na rezerve semena korova u zemljištu. Neki smatraju da obrada nema uticaja, drugi su mišljenja da obrada

povećava, odnosno smanjuje rezervu semena korova, dok određena grupa autora tvrdi da se oranjem više utiče na preraspodelu semena, nego na samu veličinu rezerve semena korovskih biljaka (Ball, 1992; Yenish et al., 1992; Nicholas et al., 2015). Različiti sistemi obrade zemljišta mogu da utiču na sastav i veličinu rezerve semena u zemljištu (Auškalnienė and Auškalnis, 2009), a strukturu zemljišta određuje tip obrade i na koju dubinu će seme radnim zahvatima mašina biti premešteno (Swanton et al., 2000). Procenjuje se da se oranjem unosi oko 90% semena u sloj zemljišta do 10 cm, a kultiviranjem je unos mnogo manji (Grundy and Jones, 2002). Dokazano je da čizel plugom seme može da se unese ispod 20 cm dubine, dok se klasičnim oranjem seme premešta u sloju 10-20 cm, retko dublje (Maqsoodr et al., 2018). Plitka i česta obrada zemljišta izlaže seme korova učestalijim promenama temperature i vlažnosti, što kod mnogih semena dovodi do prekidanja njihovog mirovanja i iniciranja klijanja. Na ovakav način, obradom se pospešuje klijanje semena koja za prekid mirovanja zahtevaju skarifikaciju, promene temperaturnog režima, povećanu koncentraciju CO₂ i veću koncentraciju nitrata (Battla and Benech-Arnoldet, 2010).

Krajem 20. veka uvedena je nova tehnologija gajenja useva, tzv. sistem direktne setve useva (no-till), dakle bez obrade, vrlo efikasna zbog intenzivnijeg usvajanja vode, bez narušavanja strukture zemljišta, smanjene erozije zemljišta kod nagnutih terena, smanjenih troškova proizvodnje, skraćenog perioda za uzgoj useva itd. Ova tehnologija je bila vrlo unosna kod setve transgene soje (de la Fuente et al., 2006). Međutim, uočena je povećana zakorovljenost useva (Bárberi and Cascio, 2001), odnosno ovakav sistem sa sobom nosi rizik od povećane brojnosti semena istih korovskih vrsta u rezervi semena u zemljištu, pa se iz tog razloga preporučuje da se žetveni ostaci ne zaoravaju. Ovo ima pozitivan uticaj naročito u širokoredim usevima, odnosno uočena je manja zakorovljenost useva kukuruzu kada nisu zaoravani žetveni ostaci raži kao preduseva (Moonen and Bárberi, 2004). Međutim, i to nosi dozu rizika jer se u nezaoranim žetvenim ostacima „kriju” i razmnožavaju brojne štetočine i biljni patogeni. Osim toga, ukoliko se korovi posle nicanja suzbijaju plamenom može doći do požara, što implicira da nijedan sistem biljne proizvodnje nije bez manjkavosti.

Dokazano je da se u rezerve semena korovskih biljaka koncentrišu u sloju do 10 cm, a da je najveća brojnost u plitkom sloju (5 cm), dok se pri obradi zemljišta semena ravnomerno raspoređuju do 20 cm (Cardina et al., 2002). Iako se ovakav sistem proizvodnje u poslednje vreme sve učestalije primenjuje i dalje se preporučuje izvođenje minimalne ili bar redukovane obrade zbog smanjenja troškova i sprečavanja erozije zemljišta jer sistem koji potpuno isključuje obradu doprinosi povećanju zakorovljenosti useva (Bárberi and Cascio, 2001). U prilog ovoj konstataciji idu istraživanja koja su ispitivala tri sistema obrade zemljišta (klasična, redukovana, direktna setva) u kojima je zaključeno da u sistemu direktne setve ili pri redukovanoj obradi raste brojnost semena korova u sloju do 5 cm, dok je floristički sastav ostao sličan kao i u dubljim slojevima zemljišta (Auškalnienė and Auškalnis, 2009). Sa ovim se slažu Clements i sar. (1996) koji su analizom četiri sistema obrade (klasično jesenje oranje sa prolećnim tanjiranjem, oranje čizel plugom u jesen i tanjiranje u proleće, obrada kultivatorom (model Bufalo ridge), direktna setva bez obrade) došli do zaključka da sistem obrade utiče na vertikalnu distribuciju semena u zemljištu. U sloju 0-5 cm, primenom direktne setve, ustanovljeno je 74% semena korova od ukupne rezerve, a 61% pri obradi čizel plugom. Kada se zemljište obrađuje kultivatorom jedan deo semena biva prebačen u dublji sloj (5-10 cm), a klasičnom obradom i primenom dubokog oranja brojnost semena se rapidno smanjuje u plićem

sloju, a povećava u sloju 10-15 cm. Swanton i sar. (2000) su takođe analizirali uticaj tri sistema obrade (konvencionalna, obrada čizel plugom, direktna setva) na rezerve semena u zemljištu i pri tome zaključili da sistem obrade utiče na distribuciju semena korova po vertikali. U sistemu direktne setve 90% semena je prisutno u sloju 0-5 cm, dok u sistemu obrade čizel plugom najveći procenat semena (66%) je u sloju 5-10 cm, a u sistemu klasičnog oranja brojnost je najveća (63%) u sloju 10-15 cm.

Različiti sistemi obrade utiču na veličinu rezerve semena u zemljištu. Cardina i sar. (1991) navode da je u zemljišnom sloju od 15 cm najviše semena evidentirano u „no till” sistemu (77.800 m^{-2}), a najmanje pri konvencionalnoj obradi zemljišta (400 m^{-2}). Nasuprot tome, istraživanja Clements i sar. (1996) pokazuju suprotno, odnosno najveća brojnost semena je potvrđena u sloju 0-15 cm na parceli sa klasičnim dubokim oranjem (2.667 m^{-2}), a primenom samo kultivatora brojnost je bila značajno manja (800 m^{-2}). Ovu činjenicu objašnjavaju time što su rezervu semena najvećim delom činile vrste koje imaju semena izražene dugovečnosti (*Chenopodium album*) pa time mogu duže da opstanu u dubljim slojevima zemljišta.

Osim toga, mehanizacijom se seme premešta kako vertikalno, tako i horizontalno po parcelama, te se tako sejalicom seme od mesta izvornog područja može izmestiti na udaljenost od 0,26 m, pličim oranjem na 0,36 m i 1,6 m drljačom (Grundy and Jones, 2002).

2.6. Uticaj herbicida na rezerve semena korovskih biljaka

Tvrde (višegodišnji i oni koji se teže suzbijaju) korove naši preci su regulisali fizičkim merama kao i sadnjom koprive po sredini parcele. Nakon Drugog svetskog rata i u eri tržišno orijentisanog menadžmenta i velikih kooperacija i farmi koristi se moderna mehanizacija i redukuje se broj gajenih useva. Uvođenjem italijanskih sorti pšenice, američkih hibrida kukuruza i ruskog suncokreta čvrsta i tečna đubriva i pesticidi postaju dostupni na našem području. Kao posledica favorizacije pojedinih useva intenzivnije se javljaju problematičnije korovske vrste i štetočine, a kratkotrajne rotacije, tj. sve učestalije gajenje useva u monokulturi dovodi do rizika od erozije zemljišta i smanjenja biološkog diverziteta (Molnar, 2003). Danas je nezamisliva proizvodnja bez primene herbicida, kao nezamenljive mere koju je neophodno koristiti da bi se postigao zadovoljavajući efekat u suzbijanju korova. Primenom herbicida vrši se korekcija u suzbijanju korova, koji su preživeli uprkos primenjenim agrotehničkim i fizičkim merama, a u većini slučajeva ova mera se smatra rešenjem sa najboljim i najbržim efektom (Owen and Zelaya, 2005). Bárberi i Cascio (2001) ističu da se sadržaj semena korova u zemljištu, u usevu kukuruza, značajno povećao pri prelasku sa konvencionalnog načina proizvodnje na organski sistem proizvodnje. Razlog je svakako, što se u organskom sistemu primenjuju fizičke i agrotehničke mere, a u konvencionalnom pored njih i herbicidi.

Herbicidi koji se primenjuju pre nicanja gajenih biljaka su opravdani u uslovima kada ima dovoljno padavina, njihov raspored mora biti pravilan, a za herbicide koji se primenjuju posle nicanja useva bitno je poznavati ekonomski prag štetnosti u suzbijanju korova u usevu (Malidža, 2011; Malidža and Vrbničanin, 2015b). Najbolji rezultati u suzbijanju korova se postižu kombinovanjem agrotehničkih mera i primene herbicida. Nedostatak učestale primene herbicida, a naročito iste grupe jedinjenja (iste hemijske grupe, istog mehanizma i spektra

delovanja) može za posledicu da ima povećan nivo ostataka herbicida u zemljištu kao i razvoj rezistentnosti korova na pojedine herbicide, povećanje sadržaja semena otpornih i rezistentnih vrsta korova, dok se sadržaj semena osetljivih vrsta smanjuje (Vrbničanin et al., 2017b). Međutim, smatra se da bi u slučaju prestanka primene herbicida broj semena korova u zemljištu naglo počeo da raste (Ball, 1992).

2.7. Uticaj đubrenja na rezerve semena korovskih biljaka

Jedan od ključnih aspekata zemljišta, kao faktora koji utiče na klijavost biljaka je hemijski sastav i plodnost. Danas postoje različite forme i tipovi đubriva koji se razlikuju po poreklu, formulaciji, načinu i vremenu primene. Osim što namensko unošenje hraniva doprinosi boljem rastu i razviću gajene biljke, a samim tim i ostvarenju većeg prinosa, primena đubriva značajno utiče i na nivo zakorovljenosti useva. Poznato je da izbor đubriva utiče na hemijski sastav zemljišta, te primena stajskog i mineralnog đubriva pozitivno deluje na sadržaj humusa, P_2O_5 i K_2O u zemljištu, pH vrednost, a primenom organskog đubriva povećava se nivo pristupačnog Mg, K i Ca (Major, 2005). Na povoljan sadržaj humusa najviše deluje stajsko i mineralno đubrivo, a najmanji sadržaj humusa očekuje se na zemljištima gde se ne primenjuje đubrivo. Upotreba stajnjaka i zaoravanje biljnih ostataka (stabljike kukuruza, slama od sitnih useva) u kombinaciji sa primenom NPK đubriva predstavlja idealno rešenje za postizanje očekivanih prinosa mnogih useva (Berzsenyi et al., 2000).

Odavno je poznato da se đubrenje smatra drugim najznačajnijim faktorom koji direkto deluje na rezerve semena korovskih biljaka u zemljištu (Banks et al., 1976). Izmene i dopune đubriva mogu na različite načine da utiču na populacije korova. Zajednička primena organskih i mineralnih đubriva ima značajan uticaj na razvoj korovske zajednice, odnosno na povećanje organske produkcije vegetacionog pokrivača, a samim tim i na veću generativnu produkciju biljaka (broj semena po biljci). Izbor tipa đubriva (organska, mineralna, njihove kombinacije) kao i njihove doze imaju značajan uticaj na zastupljenost korovske flore, pa kod dobre obezbeđenosti zemljišta nitratima korovske biljke imaju brži inicijalni rast i razvoj i time potiskuju gajenu biljku tokom svih fenofaza razvića (Hume, 1982). Dodavanjem mineralnih đubriva značajno se povećava broj korovskih vrsta po jedinici površine, a upotreba komposta i živinskog stajnjaka doprinosi razvoju većeg broja široko rasprostranjenih korovskih vrsta (Pyšek and Lepš, 1991).

U današnje vreme mnogi poljopivrednici su u nedoumici da li treba da primene stajsko đubrivo i koliko će ta mere da ih košta u budućnosti da bi proizvodnja bila rentabilna. Od porekla stajnjaka, izbora hrane za stoku i negovanja stajnjaka zavisiće njegov kvalitet. Živina razlaganjem hrane u želucu uništava preko 95% prisutnog semena u hrani, te se ovaj tip đubriva može smatrati veoma pogodnim. U ovčijem i konjskom stajnjaku ostaje 10-20% životno sposobnog semena, koje bi po dospevanju na parcelu moglo da zakorovi usev, a u goveđem čak 25%. Semena sa tankom, mekanom semenjačom lakše se unište prolazeći kroz digestivni trakt životinja, dok ona sa tvrdom semenjačom mogu daleko češće da prežive (*Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium hybridum*) (Taylor et al., 2008). Istraživanja pokazuju da se u 1000 kg svežeg stajnjaka nalazi oko 424.000 životno sposobnog semena korova (Pleasant and

Schlather, 1994). Jedan od načina smanjenja brojnosti i klijavosti semena korova u stajnjaku je nega, zatim dužina čuvanja stajnjaka oko tri meseca u anaerobnim uslovima, kao i visoke temperature da bi se smanjila zakorovljenost parcele nakon đubrenja za oko 60% (Rupende et al. 1998). Takođe, primenom stajnjaka se može očekivati veći diverzitet vrsta na parceli (Davis et al., 2005). Sa ovim zapažanjem se ne slažu Jieng i sar. (2014) ističući da đubrenje samo mineralnim đubrivima (fosfornim i mineralnim) može dovesti do izrazite zakorovljenosti, a da uvođenje u praksu kombinacije stajskog đubriva sa prahom od repe i NPK đubriva smanjuje zakorovljenost. S druge strane, Pyšek i Lepš (1991) navode da je na proizvodnim parcelama na kojima se primenjuje samo urea najmanja zakorovljenost jer je poznato da amonijum i urinska kiselina utiču na propadanje semena. Takođe, upotreba kompostiranog svinjskog stajnjaka predstavlja vrlo mali rizik za povećanje brojnosti semena korova u zemljišnoj rezervi (Menalled et al., 2005). Kompost kao vid organskog đubriva može da smanji zakorovljenost parcele, jer se svake godine menja njegov sastav te se smatra obećavajućim „alatom” u integralnom sistemu suzbijanja korova (de Cauwer et al., 2010).

Đubrenje utiče na brojnost korova na parceli, pa se očekuje da će najmanja zakorovljenost biti u neđubrenim varijantama (Banks et al., 1976). Međutim, Pyšek i Lepš (1991) suprotno tvrde, odnosno naglašavaju da siromašna zemljišta obiluju korovskim zajednicama. Primarni razlog povećanja zakorovljenosti siromašnih zemljišta bi mogao biti to što se korovi dobro prilagođavaju staništima koja oskudevaju prirodnim resursima (Pyšek and Lepš, 1991; Blackshaw et al., 2005). Freymani i sar. (1989) su dokazali da povećanjem đubrenja azotom ne dolazi do povećanja zakorovljenosti, a jedan od glavnih razloga je što azot u zemljištu ne stimuliše klijanje širokolisnih korova, ali zato utiče na klijanje travnih vrsta.

Jedan od razloga oprečnih viđenja uticaja đubrenja na zakorovljenost useva je što je teško odvojiti direktan uticaj jednog hranljivog sastojka na određenu vrstu od drugih faktora, čak i u kontrolisanim uslovima (Pyšek and Jan, 1991), a pogotovo u ekosistemu gde su svi činioci u međusobnoj interakciji.

2.8. Uticaj plodoreda na rezerve semena korovskih biljaka

Prilikom procene uticaja rotacije useva na sastav rezerve semena korovskih biljaka u zemljištu uvek treba plodorede upoređivati sa monokulturom, jer se na taj način jedino može objasniti efekat rotacije (Berzsenyi et al., 2000). U sistemima gde se godinama pokušava održati ravnoteža u rotaciji useva teško je promene pripisati samo jednom faktoru, već se mora sagledati interakcija više faktora (obrada, sortiment, rotacija useva, tekstura zemljišta, temperatura, padavine) (Đalović et al., 2017).

Prvi vid gajenja useva na području istočnoevropskih zemalja (Srbija, Hrvatska, Bugarska, Rumunija, Moldavija, Mađarska, Poljska, Češka, Slovačka kao i zemlje bivših članica SSSR-a) bio je dugoročni period ugara (*eng.* crop-long term fallow system). Započet je još u vreme nomadskog društva, krčenjem šuma i gajenjem žitarica u monokulturi, a po smanjenju plodnosti prekidao se spontanom prirodnom vegetacijom i pretvaranjem zemljišta u pašnjake. Kao primarni oblik rotacije useva u 7. veku bila je poljosmena (*eng.* field rotation system). Parcele su se delile u dva ili tri polja na kojima su se sejale različite žitarice poput pšenice, raži,

ječma, ovsu itd. (Molnar, 2003). Prva prava poljosmena, mediteranski dvopoljni plodored sa ugarom (*eng. mediterranean two-field rotation with fallow*) je podrazumevala rotaciju dve žitarice (ozime i jare), a otkrićem Amerike u 17. veku u dvopoljnu poljosmenu uvodi se kukuruz, krompir, šećerna repa, suncokret, konoplja, crvena detelina i lucerka (Mándy, 1972). Termin plodored (*eng. crop rotation*) se prvi put pominje u 17. veku u Belgiji i Holandiji u vidu norfolškog plodoreda (*eng. norfolk four-course system*). Usledila je smena useva: okopavina – jara strnina, crvena detelina – ozima strnina. Posle Drugog svetskog rata nastupa era tržišno orijentisanog menadžmenta i organizovanja velikih sistema. U SFRJ je pedesetih godina došlo do propadanja zadruga, domaći usevi zamenjeni su italijanskim sortama pšenice, američkim hibridima kukuruza i ruskim suncokretom. Dominiralo je uglavnom dvopolje (pšenica-kukuruz) a suncokret i šećerna repa postepeno počinju da smenjuju kukuruz, dok je kod malih proizvođača i dalje bilo aktuelno gajenje kukuruza u monokulturi (Molnar, 2003).

Danas se zna da izbor rotacije useva utiče na sadržaj humusa i regulisanja pH vrednosti zemljišta. Uvođenjem lucerke u plodored i prekidanjem monokulture kukuruza moguće je povećati sadržaj humusa. Rotacija utiče i na visinu prinosa useva te je tokom 40-godišnjeg ispitivanja najmanji prinos zabeležen u monokulturi pšenice, zatim monokulturi kukuruza, pa tek onda u plodoredu (Berzsenyi et al., 2000).

U monokulturi se svake godine primenjuju iste agrotehničke mere, dominira samo nekoliko korovskih vrsta, smanjuje se diverzitet korovske flore, ali se povećava brojnost biljaka u okviru iste vrste (Liebman and Dyck, 1993). Takođe, ovakav sistem gajenja useva utiče da se određene osobine biljaka favorizuju, odnosno da se semena, ponici i reproduktivni organi pojedinih korovskih vrsta javljaju, a drugi ne (Cardina et al., 2002). Dominacija nekoliko korovskih vrsta na parceli prvobitno pojednostavljuje izbor herbicida, ali iz godine u godinu povećava rizik od pojave rezistentnosti tih vrsta na permanentnu primenu herbicida istog mehanizma delovanja. Proizvodnja ozime pšenice u monokulturi povećava brojnost korovskog semena u zemljištu čak za 1.300 m⁻² i više u odnosu na smenu ozime pšenice sa šećernom repom ili kukuruzom (Koocheki et al., 2008).

Pravilna primena plodoreda podrazumeva poštovanje smene useva u prostoru i vremenu, odnosno naizmenično smenjivanje ozimih (uglavnom strnih žita) i jarih useva (okopavine), višegodišnjih i jednogodišnjih, uključujući i setvu žitarica, kao i širokoredih i useva gustog sklopa. Nažalost, ozima pšenica kao odličan usev u plodoredu (Vrbničanin i Božić, 2021), u modernoj poljoprivredi je podcenjena jer se više pažnje posvećuje usevima koji donose veću dobit (kukuruz, soja, suncokret, šećerna repa) (Šeremešić et al., 2017). Uvođenjem dobro isplaniranog plodoreda utiče se na mogućnost izbora herbicida, tipa obrade zemljišta i vremena izvođenja pojedinih agrotehničkih mera koje su specifične za određeni usev, ali i korov (Grundy and Jones, 2002; Malidža and Vrbničanin, 2015). Smenom useva, pored toga što se svake sezone intenzivno menjaju agrotehničke mere, menjaju se i mere suzbijanja korova (Ball, 1992). Ovo doprinosi da je u plodoredu manja zakorovljenost useva u odnosu na višegodišnje kontinuirano gajenje useva u monokulturi (Cardina et al., 2002). Ponekad je poželjno prekinuti čak i dobro isplaniran plodored (jari ječma-suncokret-ozima pšenica) sa četvrtim usevom (uljanom repicom) jer se time menja i agrotehnika, ali i smanjuje zakorovljenost (Macák et al., 2020). Uvođenje leguminoza (poljskog graška) u plodored sa kukuruzom, uprkos potrebi za većim međurednim razmakom, ne dovodi do veće zakorovljenosti parcele (Bárberi and Cascio, 2001). Takođe, duže rotacije useva sa različitim životnim ciklusima i fizičkim karakteristikama

moгу smanjiti brojnost populacije a naročito jednogodišnjih širokolisnih korovskih vrsta (Teasdale et al., 2004). Osim toga, smatra se da plodored određuje sastav rezerve semena u zemljištu, jer svaki usev prati određena grupa korovskih vrsta (Kuht et al., 2016). Primena plodoreda je efikasan metod regulisanja veličine rezerve semena korovskih biljaka, naročito kod vrsta koje odlikuje kraća dugovečnost semena, npr. četiri do šest godina kao što je slučaj sa vrstom *Avena fatua* (Gulden and Shirliffe, 2009). Stalnom primenom plodoreda može se očekivati bogatiji floristički sastav vrsta na parceli što može doprineti i uspešnijoj pojavi i generativnoj produkciji korova (Dorado, 1999). Takođe, postoji mišljenje da rotacija useva, bez obzira na promene izvođenja agrotehničkih mera ne utiče na kojoj dubini će se seme korova naći (Cardina et al., 2002).

2.9. Procene rezerve semena korovskih biljaka

Odabirom adekvatne metodologije ispitivanja zemljišta dobija se uvid u vertikalnu distribuciju semena u zemljištu, veličinu rezerve semena kao i diverzitet korovskih vrsta. Postoje dva pristupa istraživanju rezerve semena korovskih biljaka, prvi kojim se uzorkuje zemljište, odvaja se i ispituje seme, a drugi podrazumeva vraćanje semena u zemljište, pa kroz nekoliko meseci ili godina ponovno praćenje njegove životne sposobnosti (Cavers, 1995). Takođe, floristička ocena parcele daje dobar uvid u ono što bi eventualno moglo da se očekuje u rezervi semena u zemljištu (Fumanal et al., 2008; Nikolić i sar., 2017) i pomoć prilikom procene godišnjeg priliva semena u zemljište (Leck and Simpson, 1994).

2.9.1. Uzorkovanje zemljišta

Odavno je poznato da je osnova svake dobre procene rezerve semena uzorkovanje zemljišta (Bigwood and Inouye, 1988). Dugo se smatralo da su oranična polja homogena mesta i da je potrebno minimalno uzorkovanje zemljišta za procenu rezerve semena (Benoit et al., 1992). Međutim, ovakva istraživanja zahtevaju detaljno planiranje strategije uzorkovanja da bi rezultati bili pouzdani i relevantni (Ambrosio et al., 2002).

Uzorkovanje zemljišta namenjeno za procenu rezerve semena u zemljištu najčešće se obavlja u proleće (tokom marta) (Smutný and Křen, 2002; Cardina et al., 2002) dok ponikli korovi nisu dosegli fazu plodonošenja (ter Heerd et al., 1996). Uzimanje uzorka može da se obavi i nakon žetve useva, ali pre početka jesenje obrade zemljišta (Rahman et al., 1996). To je za ispitivanje vrlo značajno jer se može ustanoviti tačan sezonski priliv semena u zemljište. Neretko se pribegava uzorkovanju u oba perioda tokom jedne godine, a uzorci se mogu uzeti i u toku zimskih meseci (januar, februar), ali je tada rezerva semena pod vodom i zaleđena (Thompson et al., 1997). Za praćenje dinamike pojave samo jedne vrste (npr. *C. album*) može se pribeci uzorkovanju u više navrata: proleće (maj), leto (jun-avgust), jesen (septembar-oktobar) (Benoit et al., 1992). Uzorkovanja u proleće i leto su značajna kod semena koja perzistiraju u zemljištu najmanje jednu godinu i koja će klijati nakon zime (Leck and Simpson, 1994). Neki autori smatraju da je uzorkovanje idealno izvoditi u proleće (tokom marta) pre primene herbicida (Bárberi and Cascio, 2001).

Način i odabir metoda uzorkovanja zavisi od veličine parcele predviđene za ispitivanje kao i njenog oblika. Pošto su semena neravnomerno raspoređena u zemljištu potrebno je uzeti dovoljan broj uzoraka, a samo uzorkovanje i odvajanje semena iz zemljišta predstavlja fizički najzahtevniji deo posla (Cavers, 1995). Ukoliko je parcela pravilnog kvadratnog oblika dovoljno je da se površina izdela na jednake potparcele (Rahman et al., 1997). Po preciznoj square grill metodi kroz celu parcelu se izvlače kolone i redovi, tako da se obrazuju jednaki kvadrati u okviru kojih se uzimaju uzorci (Ambrosio et al., 2002). Uzorkovanje se može izvoditi i nasumično po ispisanom liniji duplog slova W po celoj površini parcele (Forcella et al., 1992; Cardina and Sparrow, 1996). Adekvatnim metodološkim postupkom pokazalo se i nasumično odabiranje kvadrata dimenzija 10 x 10 cm u okviru kojih se proizvoljno uzima po 10 uzoraka. Na ovaj način se može uzeti oko 100 uzoraka (Thompson and Grime, 1979; Banks et al., 1979). Smatra se da je sa površine od 170 m² dovoljno uzeti 10-20 uboda sondom (Forcella et al., 1992). Odavno se znalo da je uzorkovanje po shemi efikasnije od slučajnog (nasumičnog), ali još uvek ne postoji jedinstven stav po pitanju koja metodologija uzorkovanja daje najbolji rezultat. Utvrđeno je da je za objektivan rezultat procene rezerve semena korovskih biljaka bolje uzeti veći broj uzoraka manje zapremine. Upoređivanjem dva promera sonde (prečnika 25 i 75 mm) dokazano je da veći broj uboda sondom manjeg prečnika daje bolju procenu rezerve semena korovskih biljaka nego obrnuto (Rahman et al., 1997).

Strategija uzorkovanja zavisi i od fizičkog sastava zemljišta te sa glinovitog područja sa kvadrata dimenzija 15 x 15 m dovoljno je uzeti po 10 uzoraka, što je ekvivalentno 1 l zemljišta, a sa lakšeg, peskovitog zemljišta može se i smanjiti površina kvadrata (5 x 5 m) i uzeti po 5 uzoraka (ter Heerdt et al., 1996). Pri uzorkovanju livadskog i pašnjačkog zemljišta dovoljno je na 8 zona napraviti kvadrate dimenzija 5 x 5 m te u okviru svakog uzeti po 10 uzoraka, tako da ukupna površina uzorkovanja bude 0,125 m² (Bekker et al., 2000). Procena rezerve semena korovskih biljaka postala je sve popularnija u sistemima organske proizvodnje, te je preporuka da se prave parcele 10 x 6 m i u okviru svake uzme po 16 uzoraka zemljišta (Kuht et al., 2016). Svakako, nije na odmet poznavati i istoriju parcele. Na ovaj način se dobija precizniji rezultat i izbegavaju se velika variranja (Rahman et al., 1997). Uzorkovanje se najčešće vrši cilindričnim ili svrdlastim sondama. Na cevastim sondama je decimetarska ili centimetarska skala kojom se reguliše dubina sa koje se uzima uzorak zemljišta. Bušotina se pravi postupno i u jednom navratu sonda se utiskuje u zemljište, vadi i uzima uzorak. Bušenje zemljišta svrdlastom sondom se odvija sukcesivno, prvo plići sloj, pa dublji (Bogdanović i sar., 2014). Wiles i sar. (1996) su dizajnirali sondu za uzorkovanje zemljišta pri čemu uzorci ostaju nenarušenog stanja.

Dubina sa koje se uzorkuje zavisi od cilja procene rezerve semena. Ukoliko se analiza vrši radi upoređivanja različitih metodoloških postupaka procene rezerve semena ili pak prati neki drugi uticaj na samu tehniku uzorkovanja (prečnik sonde) dovoljno je analizirati sloj zemljišta do 10 cm (Rahman et al., 1996; Rahman et al., 1997) ili 20 cm (Cardina et al., 2002). Ukoliko je cilj istraživanja sagledati koja semena su životno sposobna, tada se prati samo površinski sloj od 3 cm (Thompson and Grime, 1979). Najčešće se prilikom ispitivanja rezerve semena želi sagledati realno stanje i zastupljenost semena korova u površinskom sloju 0-10 cm (Gross, 1990; Wiles et al., 1996; Bekker et al., 2000) ili pak iz dubljeg oraničnog sloja npr. 0-30 cm (Smutný and Křen, 2002; Fumanal et al., 2008; Auškalnienė and Auškalnis, 2009).

Pri uzorkovanju neophodno je voditi računa da se uzimanje uzorka izuzme sa samog ruba parcele, odnosno da se koncentriše na središnji deo parcele (Wilson and Aebischer, 1995; Bárberi and Cascio, 2001), mada su neka istraživanja pokazala da nema statistički značajne razlike u broju detektovanih semena koja pripadaju vrstama iz sredine i ruba parcele (Rahman et al., 1996).

Uzeti uzorci zemljišta se nakon uzorkovanja mešaju i sjedinjuju (grupni uzorak) još dok su u vlažnom stanju (Kuht et al., 2016). Svaki grupni uzorak ima oko 1,7-2,3 kg i prirodno se prosušuje (Thompson and Grime, 1979). Može se koristiti i topao vazduh (80°C u trajanju 4-5 h), a nakon prosušivanja od velikog grupnog uzorka prave se manji poduzorci namenjeni za određen metodološki tip ispitivanja (Rahman et al., 1996). Uzorci mogu i da se pročiste prosejavanjem kroz sita određenih promera kako bi se odstranile nečistoće i biljni delovi (ter Heerdt, 1996; Bekker et al., 2000).

2.9.2. Metode procene rezerve semena korovskih biljaka

Adekvatan metod za procenu rezerve semena korovskih biljaka treba da bude pouzdan, brz i da ne zauzima mnogo radnog prostora (Roberts, 1981). Postoji više metoda za procenu rezerve semena korovskih biljaka prema Roberts-u (1981), kao i Thompson-u i sar. (1997): *i*) separacioni metod (ekstrakcija, flotacija i metod platnenih vreća) i *ii*) metod naklijavanja (u stakleniku i naklijavanje netaknutog jezgra zemljišta).

Najčešće se koriste ekstrakcija semena iz zemljišnih uzoraka i naklijavanje u stakleniku, a neretko se radi i komparacija oba postupka.

Metod ekstrakcije semena ili prosejavanja se zasniva na fizičkom odvajanju semena korovskih biljaka iz uzoraka zemljišta (Smutný and Křen, 2002). Osušeni uzorci zemljišta se odmeravaju na 150 g (Mesgaran et al., 2007), 200 g (Smutný and Křen, 2002), 500 g (Rahman et al., 1996; Kuht et al., 2016). Uzorci se prvo mogu, ali i ne moraju, potopiti u vodu 24 h i prosejati radi lakšeg ispiranja (Smutný and Křen, 2002). Sam metod se izvodi ispiranjem uzoraka jakim mlazom vode kroz sistem sita različitog promera od 710 µm, 425 µm i 243 µm (Gross, 1990) do 4 mm (Cardina and Sparrow, 1996). Smatra se da sita promera 0,212 mm mogu da zadrže seme vrsta roda *Juncus*, a da sita promera 0,2 mm zadržavaju većinu semena drugih korovskih vrsta. Na ovakav način se smanjuje zapremina uzorka, lakše se izdvajaju semena od mineralnih (pesak, šljunka) i organskih materija (koren, žetveni ostaci) (Thompson et al., 1997). Bitno je zadržati semena na rešetkama sita, a zaostali sadržaj sa sita se premešta u petri posude da se na sobnoj temperaturi osuši (Smutný and Křen, 2002; Mesgaran et al., 2007), a potom pod binokularom na uveličanju 5-10x semena se odvajaju, prebrojavaju i determinišu (Smutný and Křen, 2002; Auškalnienė and Auškalnis, 2009). Na rezultat i dinamiku ispiranja značajno utiče tekstura zemljišta jer čestice zemljišta koje su veće od promera sita ne mogu lepo da se isperu (Mesgaran et al., 2007).

Ekstrakcija se najbrže radi sa peskovitom ilovačom, a najsporije sa teškim glinovitim zemljištem (Smutný and Křen, 2002). Ovaj metod zahteva najveći fizički napor od svih metodoloških postupaka i potrebno je izdvojiti oko 10 minuta za ispiranje jednog uzorka (Gross, 1990), odnosno 6 h od momenta stavljanja uzorka na ispiranje do momenta determinacije (Cardina and Sparrow, 1996). Nedostatak postupka je što semena korova dimenzija manjih od 0,25 mm mogu prilikom pranja lako da se izgube (Rahman et al., 1995), te se smatra da je ovaj metod efikasan za izdvajanje krupnijeg semena (Gross, 1990; Forcella

et al., 1992). Svakako, ispiranje zemljišta se može raditi na brži i lakši način, korišćenjem elutriatora. Uređaj se sastoji iz bazena sa vodom, rotostatora i motora, hvatača sedimenata, zatvorenog doboša od nerđajućeg čelika. Elutriator ima 36 sita prečnika 6,5 cm, dugačka 17,5 cm i promera otvora sita 318 µm. Kapacitet elutriatora omogućava da se za 60 minuta obradi 36 uzoraka, odnosno 10,4 kg zemljišta. U proseku je potrebno 2 minuta po uzorku, pa se na ovaj način utrošeno vreme ekstrakcije smanjuje za 35,5-42,9%. Međutim, jedna od manjkavosti je veliko početno finansijsko ulaganje, odnosno cena uređaja je oko 9000 \$ plus periodično održavanje mašine i rezervni delovi koji poskupljuje cenu (Wiles et al., 1996).

Metod platnenih vreća podrazumeva da se uzorci zemljišta stavljaju u platnene vreće, sa otvorima 0,25 mm. Vreće se ručno peru mlazom vode, a sadržina zaostala u vrećama premešta se u petri posude pa se kao i kod prethodnog postupka semena odvajaju i determinišu. Ovim postupkom se dobro ispiraju svi tipovi zemljišta (Mesgaran et al., 2007).

Flotacija je jednostavan metod, gde se uzorak zemljišta potapa sa 100 ml flotacionog rastvora (250 g MgSO₄ + 25 g rastvora 2:1 natrijum-heksametafosfata i natrijum-karbonata rastvorenih u 500 ml destilovane vode) i stavlja u centrifugalne tube. Centrifugiranje traje 10 minuta pri brzini od 2408 obrtaja. Sadržina se profiltrira kroz platnene vreće i izdvoji seme (Mesgaran et al., 2007). Zahvaljujući razlikama u specifičnim težinama, seme je lakše od organskih i mineralnih materija i pluta po površini rastvora (Thompson et al., 1997; Smutný and Křen, 2002). Metod flotacije traje 2,5x kraće od metoda ekstrakcije semena i platnenih vreća (Mesgaran et al., 2007). Ovaj metod je među prvima konstruisao Mallone (1967), a pogodan je za izdvajanje semena samo jedne vrste (Benoit et al., 1992).

Sva tri navedena postupka iziskuju mnogo rada i utrošenog vremena, pri čemu postoji mogućnost oštećenja i gubitka semena tokom pranja (Smutný and Křen, 2002).

Metod naklijavanja zemljišnih uzoraka se obavlja u kontrolisanim uslovima staklenika/plastenika u plitkim posudama za naklijavanje. Zemljišni uzorci se pre postavljanja ogleda podvrgavaju tronedelnoj hladnoj stratifikaciji (5°C) (Cardina et al., 2002). Zapremina uzorka za naklijavanje može biti različita i kreće se od 150 g (Mesgaran et al., 2007), 185 g (Rahman et al., 1995), do 750 g (Gross, 1990). Uzorci se rastvaraju u vodi i izlivaju preko sloja sterilnog supstrata 4-5 mm. Ukoliko je planirano da ogled traje duži vremenski period koristi se supstrat koji će poncima obezbediti neophodne hranljive materije te se na supstrat može staviti i sloj peska od 4 mm (ter Heerdt et al., 1996). Sloj izlivenog uzorka treba da bude što tanji, odnosno ne deblji od 1 cm jer sitna semena (*Typha* sp.) kličaju samo kada se nađu blizu površine, dok krupnija (*Hordeum* sp.) mogu da kličaju i sa dubine od 5 cm (Galinato and van der Valk, 1986). Uzorci se zalivaju svakodnevno, prati se pojava ponika, prebrojavaju se i determinišu ponici. Uslovi u stakleniku treba da budu kontrolisani, poznati ili u granicama za koje se očekuje da odgovaraju klijanju semena (Thompson et al., 1997), tako da temperatura treba da se kreće u rasponu 10-35°C (Rahman et al., 1995). Potrebno je obezbediti i prirodno osvetljenje i mogućnost zalivanja do dva puta dnevno kako bi se održavala neophodna vlažnost zemljišta (Cardina and Sparrow, 2015). Otežavajuća okolnost ovog postupka može biti determinacija ponika, naročito trava. U toj situaciji ponici koje nije moguće identifikovati premeštaju se u posebne sudove do momenta cvetanja (ter Heerdt et al., 1996). Posle završenog naklijavanja uzorci se mogu prosejati kroz sita i nastaviti sa metodom ekstrakcije te tako odrediti vrste čija semena nisu bila sposobna da kličaju (Bekker et al., 2000).

Metod naklijavanja je jednostavniji od prethodnih (ter Heerdt, 1996), po uzorku se prosečno potroši oko 1,3 h (Cardina and Sparrow, 2015), ali ceo postupak izvođenja oglada traje duže i ako se računa period od postavljanja oglada do nicanja biljaka i determinacije potrebno je oko 40 dana (Banks et al., 1979); odnosno tri do šest nedelja da bi većina semena klijala (ter Heerdt et al., 1996). Postupak je veoma pogodan za otkrivanje perzistentnih (postojanih) rezervi starijih od jedne godine, međutim ne dobija se potpuni uvid u celokupnu rezervu semena korovskih biljaka jer su uvek neka semena u fazi mirovanja (Thompson and Grime, 1979), a i uslovi staklenika nisu uvek optimalni za klijanje semena svih vrsta, tim pre što temperatura u letnjim mesecima ume da bude vrlo visoka (ter Heerdt et al., 1996).

Metod naklijavanja netaknutog jezgra zemljišta omogućava da se na brz način, prosečno oko 0,7 h po uzorku, dobije realna slika koje vrste su sposobne da klijaju u polju. Po ovom principu se cela netaknuta jezgra u celosti izvađena iz sonde stavljaju na naklijavanje u vertikalni položaj u pesak. Pesak se zaliva, a ponici se broje, indetifikuju i pažljivo uklanjaju skalpelom iz uzorka kako se ne bi oštetila struktura samog uzorka. Jezgra se vade i primenjuje se metod prosejavanja kako bi se utvrdio broj preostalog semena u zemljištu (Cardina and Sparrow, 2015).

2.10. Dugoročne procene rezerve semena korovskih biljaka

Višegodišnja ispitivanja i procene rezerve semena korovskih biljaka mogu pružiti neprocenjive informacije o dugogodišnjem uticaju obrade i plodoređa na zakorovljenost parcela (Bárberi and Cascio, 2000). Ogladi ovakvog tipa svrstani su u dugoročna ekološka istraživanja (Long Term Ecological Research – LTER) (Davis et al., 2005), dok studije o rezervi semena treba da budu sastavni deo upravljanja u sistemu integralnih mera borbe protiv korova. Procene rezerve semena korovskih biljaka mogu poslužiti kao dobar pokazatelj održavanja semena u zemljištu, a korisne su za kreiranje strategije eradikacije (iskorenjivanja) neke korovske vrste koja predstavlja problem na parceli (Conn and Deck, 1997). Dinamika pojave korovske zajednice na nekom lokalitetu zavisi od istorije zastupljenosti pojedinih vrsta na tom području, odnosa između korovskih vrsta kao i reakcije vrsta na uslove životne sredine. Ovi odnosi su vrlo složeni i utiču na priliv semena u zemljište, bogatstvo rezerve semena korovskih biljaka i dinamiku nicanja ponika. Takođe, od ovih odnosa zavisi i produkcija semena biljaka, koja varira među vrstama, a razlikuje se od lokaliteta do lokaliteta, kao i od godine kada se rade ispitivanja (Leck and Simpson, 1994).

Simulacija rezerve semena primenom modela. U eri intenzivne potrebe za visokim prinosa, kvalitetnom i bezbednom hranom primena modela u poljoprivrednoj proizvodnji može poslužiti za uspešne i precizne simulacije i prognoze prinosa useva. Modeli omogućavaju da se društvo izbori sa širokim spektrom izazova: očuvanja zemljišta i vode, ublažavanja efekata staklene bašte, očuvanja ugljenika, održive poljoprivrede i bezbedne hrane. Uobičajeno je da se modeli prave za pojedinačne vrste/useve za jednu proizvodnu godinu, ali je iskustvo pokazalo da su višegodišnji modeli precizniji i da daju bolje i relevantnije rezultate (Kollas et al., 2015). Iako je prikupljanje (merenje) višegodišnjih serija podataka i njihovo objedinjavanje u jedinstvenu bazu mnogo složenije nego kod jednogodišnjih oglada (Berzsenyi et al., 2000)

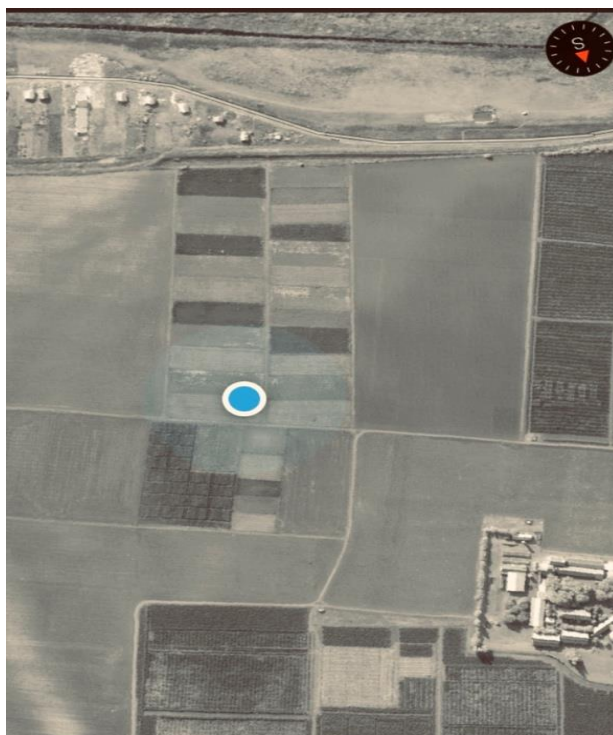
za preporuku je uzeti u obzir decenijske podatke što više faktora (Olden and Jackson, 2002). Za implementaciju ovakvih modela neophodno je imati ispravne i kontinuirane podatke, a prilikom obrade rezultata mora se proceniti da li podaci svih godina mogu ući u jedinstvenu kombinovanu analizu ili ih je potrebno transformisati, prilagoditi i podeliti na više ili manje homogene grupe. Poznato je da su modeli koji kvantifikuju efekte sistema biljne proizvodnje neprocenjivi alati za sintezu znanja o životnom ciklusu i dizajnu strategije upravljanja poljoprivrednim resursima (Colbach et al., 2011). Jedan od opšteprihvaćenih modela je Artificial Neural Network (ANN, tj. Model neuronskih mreža, često primenjiv u različitim sferama nauke, najčešće medicine) koji ima sposobnost da na osnovu velike serije dugogodišnjih podataka pomogne u rešavanju poteškoća težeći dugoročnim rešenjima. ANN je pogodan za serije podataka gde je pojednostavljenje neprihvatljivo što se često dešava kod istraživanja dugogodišnjeg plodoreda (Bhadeshia, 1999). Ovaj model se izuzetno dobro pokazao za predviđanje dominantnih vrsta, kao i prognoze dinamike populacije korova (Mansourian et al., 2017). Međutim, ANN model pokazao je i manjkavost kod predikcije *A. fatua* zbog učestale i nepredvidive pojave mirovanja semena ove vrste (Blanko et al., 2014). Dakle, ne postoji savršen model, ali svakako postoje oni koji imaju manje nedostataka (važi za ANN model) i oni sa većim nedostacima.

Modeliranje u eri intenzivne poljoprivredne proizvodnje je postalo od presudnog značaja jer se na taj način simulira pojava nekog faktora ili problema i time omogućuje blagovremeno reagovanje i rešavanje problema (krajnji cilj je obezbeđivanje visokih i kvalitetnih prinosa), ali je potrebno znati i odabrati pravi model (Gardarin et al., 2008), poznavati njegove prednosti i nedostatke, stalno ga usavršavati i inovirati (Olden and Jackson, 2002).

3. MATERIJAL I METODE

3.1. Osnovni podaci o poljskom ogledu

Za procenu rezervi semena korovskih biljaka u zemljištu u različitim sistemima biljne proizvodnje (plodored, primena stajskog i meralnih đubriva) istraživanje je obavljeno na višegodišnjem ogledu „Plodoredi” u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo, institutu od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, na Rimskim Šančevima (45°19'N, 19°50'E) (Slika 1). Poljski ogled višegodišnji plodoredi je „jedinstven” u pogledu dužine održavanja (zasnovani pre pet do sedam decenija) kako kod nas tako i u širem delu Evrope, a u naučnim okvirima oslikava tehnologiju gajenja najvažnijih ratarskih useva intenzivnog poljoprivrednog područja Vojvodine.



Slika 1. Višegodišnji stacionarni ogled „Plodoredi”, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad (orig.)

Za procene rezervi semena korovskih biljaka u zemljištu uzorci su uzimani sa 16 parcela (tretmana), tj. 8 različitih sistema biljne proizvodnje i to: *i*) monokultura kukuruza sa primenom mineralnih đubriva (M-Km), *ii*) monokultura ozime pšenice sa primenom mineralnih đubriva (M-Pm), *iii*) monokultura soje bez primene mineralnih đubriva (M-S), *iv*) dvopoljni plodored ozima pšenica-kukuruz đubreni mineralnim đubrivom (D-PKm, D-KPm), *v*) dvopoljni plodored ozima pšenica-kukuruz bez primene đubriva (D-PK, D-KP), *vi*) tropoljni plodored ozima pšenica-soja-kukuruz đubreni mineralnim đubrivom (T-PSKm, T-KPSm, T-SKPm), *vii*) tropoljni plodored ozima pšenica-soja-kukuruz svake treće godine đubreni stajnjakom i

mineralnim đubrivom (T-PSKs, T-KPSs, T-SKPs) i *viii*) tropoljni plodored ozima pšenica-soja-kukuruz bez primene đubriva (T-PSK, T-KPS, T-SKP) (Tabela 1).

Od zasnivanja ogleđa (1946/1947. neđubrenih tretmana, odnosno 1969/1970. tretmana sa primenom đubrenja) do 1986/1987. godine žetveni ostaci su uklanjani sa parcela, a nakon toga pa do danas, zbog značajnog smanjenja prinosa i recipročno manje količine biljnih ostataka, žetveni ostaci se zaoravaju.

Veličina eksperimentalnih parcela je 30 x 90 m (2.700,0 m²), osim za đubrena tropolja gde je to 30,5 x 83 m (2.531,5 m²) i neđubrenog dvopolja i tropolja gde je to 44 x 22,5 m (990,0 m²).

Na parcelama gde je sejana **ozima pšenica** u oktobru mesecu prethodne godine izvodi se oranje na dubini 25-27 cm, koje prati predsetvena priprema zemljišta do 15 cm dubine (sistem-kompaktor). U različitim vremenskim periodima tokom izvođenja ogleđa sejale su se i različite sorte pšenice: Evropa 90, Pobeda i Simonida sa setvenom normom 230-250 kg ha⁻¹ u optimalnim agrotehničkim rokovima od 20. do 30. oktobra. Suzbijanje korova izvodi se primenom herbicida, a u periodu, tj. godinama kada su uzimani uzorci zemljišta za utvrđivanje rezervi semena korovskih biljaka (2014-2017) primenjivani su sledeći herbicidi posle nicanja useva: Sekator-OD 300 g ha⁻¹ (jodosulfuron-metil-natrijum 25 g l⁻¹ + amidosulfuron 100 g l⁻¹ + mefenpir-dietil (protektant) 250 g l⁻¹) + Glifosav 6 l ha⁻¹ (glifosat 480 g l⁻¹ u obliku izopropilamino-soli). Žetva pšenice obavlja se tokom jula mesecu kada je vlaga zrna oko 14%.

Na parcelama gde se seje **kukuruz** prethodne jeseni se izvodi duboko oranje na dubini 30 cm, a u proleće predsetvena priprema zemljišta. Seju se sledeći hibridi kukuruza: NS 640, NS 6010 i NS 6030 na razmaku 23 x 70 cm u setvenoj normi 60.000 biljaka ha⁻¹. Setva se obavlja najkasnije 15-20. aprila. Nega useva, tj. okopavanje se izvodi kada usev dostigne fazu 3-5 listova kao i međuredna kultivacija nekoliko puta tokom vegetacije. Osim međuredne kultivacije korovi se suzbijaju i primenom herbicida. Tokom perioda kada su uzimani uzorci zemljišta primenjivani su sledeći herbicidi: u periodu 2014-2016. godini Lumax 537 SE 3,5 l ha⁻¹ (S-metolahlor 375 g l⁻¹ + terbutilazin 125 g l⁻¹ + mezotrion 37,5 g l⁻¹) pre nicanja useva + Motivell 1 l ha⁻¹ (nikosulfuron 40 g l⁻¹) posle nicanja useva; u 2017. godini Terbis 2 l ha⁻¹ (terbutilazin 500 g l⁻¹) + Dual gold 960-EC 1,4 l ha⁻¹ (S-metolahlor 960 g l⁻¹) pre nicanja useva + Motivell 1 l ha⁻¹ (nikosulfuron 40 g l⁻¹) + Laudis 1,5 l ha⁻¹ (tembotrion 44 g l⁻¹) posle nicanja useva. Berba kukuruza obavlja se tokom septembra meseca kada je vlaga zrna oko 14%.

Osnovna obrada zemljišta za setvu **soje** takođe se izvodi u jesen prethodne sezone, a setva se obavlja u prvoj dekadi aprila. Seju se sorte Balkan i Novosađanka u prethodno pripremljeno zemljište u setvenoj normi koja obezbeđuje sklop od 500.000 biljaka ha⁻¹. Suzbijanje korova izvodi se međurednom kultivacijom i primenom herbicida, a u vreme trajanja eksperimenta posle nicanja useva primenjivani su sledeći herbicidi: u 2014-2016. Pulsar 40 1,2 l ha⁻¹ (imazamoks 40 g l⁻¹) + Fusilade forte 1 l ha⁻¹ (fluazifop-P-butil 150 g l⁻¹), u 2017. godini Corum 0,9 + 0,9 l ha⁻¹ (bentazon 480 g l⁻¹ + imazamoks 22,4 g l⁻¹) + 0,9 Dash 1 l ha⁻¹ (okvašivač), a u pojedinim godinama primenjivano je i mikrobiološko đubriivo Nitragin tokom setve. Žetva soje obavlja se u avgustu, odnosno kada je vlaga zrna oko 13-14%.

Tabela 1. Istorija polja ispitivanih tretmana (plodoredi i primena organskih i mineralnih đubriva) i njihov uticaj na rezerve semena korovskih biljaka u zemljištu

Tretmani	Sistem biljne proizvodnje	Primena đubriva	Vreme zasnivanja oglada
M- Km	monokultura kukuruza	120 kg ha ⁻¹ N (50 kg ha ⁻¹ u jesen + 70 kg ha ⁻¹ u proleće), P ₂ O ₅ i K ₂ O po potrebi	1969/1970. godine
M- Pm	monokultura ozime pšenice	100 kg ha ⁻¹ N (50 kg ha ⁻¹ u jesen + 50 kg ha ⁻¹ u proleće), P ₂ O ₅ i K ₂ O po potrebi	
M- S	monokultura soje	mikrobiološko đubrivo Nitragin tokom setve	
D- PKm	dvopoljni plodored: ▪ ozima pšenica-kukuruz	100-120 kg ha ⁻¹ N (50 kg ha ⁻¹ u jesen + 50-70 kg ha ⁻¹ u proleće), P ₂ O ₅ i K ₂ O po potrebi	1969/1970. godine
D- KPm	▪ kukuruz-ozima pšenica		
D- PK	dvopoljni plodored: ▪ ozima pšenica-kukuruz	-	„pionirski ogledi” zasnovani 1946/47. godine
D- KP	▪ kukuruz-ozima pšenica		
T- PSKm	tropoljni plodored: ▪ ozima pšenica-soja-kukuruz	100-120 kg ha ⁻¹ N (50 kg ha ⁻¹ u jesen + 50-70 kg ha ⁻¹ u proleće), P ₂ O ₅ i K ₂ O po potrebi	1969/1970. godine
T- KPSm	▪ kukuruz-ozima pšenica-soja		
T- SKPm	▪ soja-kukuruz-ozima pšenica		
T- PSKs	tropoljni plodored: ▪ ozima pšenica-soja-kukuruz	primena stajnjaka 30 t ha ⁻¹ svake treće godine i mineralnih đubriva [100-120 kg ha ⁻¹ N (50 kg ha ⁻¹ u jesen + 50-70 kg ha ⁻¹ u proleće), P ₂ O ₅ i K ₂ O po potrebi]	1969/1970. godine
T- KPSs	▪ kukuruz-ozima pšenica-soja		
T- SKPs	▪ soja-kukuruz-ozima pšenica		
T- PSK	tropoljni plodored: ▪ ozima pšenica-soja-kukuruz	-	„pionirski ogledi” zasnovani 1946/47. godine
T- KPS	▪ kukuruz-ozima pšenica-soja		
T- SKP	▪ soja-kukuruz-ozima pšenica		

3.2. Uzorkovanje zemljišta

Uzorkovanje zemljišta je izvedeno u šest navrata u periodu od 2014. do 2017. godine (Tabela 2) u osam sistema biljne proizvodnje, tj. sa 16 tretmana (parcela). Prema kriterijumima za procenu rezervi semena u zemljištu, na osnovu višegodišnjih ispitivanja, na istom oglednom polju (Sonsecth et al., 2005) ovaj princip uzorkovanja se svrstava u dugoročna ekološka istraživanja (Long Term Ecological Research – LTER) (Davis et al., 2005).

Uzorkovanja zemljišta tokom proleća, na parcelama gde je prethodne sezone sejana ozima pšenica su rađena kada je usev bio u fazi intenzivnog vlatanja, a na parcelama gde su sejani kukuruz i soja pre setve useva, odnosno u periodu predsetvene pripreme zemljišta.

Tabela 2. Dinamika uzimanja uzoraka zemljišta

Dinamika uzorkovanja	Vreme uzorkovanja
J 2014	19-24. oktobra 2014. godine
P 2015	18-23. marta 2015. godine
J 2015	22-24. jula 2015. godine na parceli posle žetve ozime pšenice 30. avgusta 2015. godine na parceli posle žetve soja 31. oktobra 2015. godine na parceli posle berbe kukuruza
P 2016	21-26. marta 2016. godine
J 2016	20-22. jula 2016. godine na parceli posle žetve ozime pšenice 20. avgusta 2016. godine na parceli posle žetve soja 20. oktobra 2016. godine na parceli posle berbe kukuruza
P 2017	24-30. marta 2017. godine

Na svakoj eksperimentalnoj parceli, izuzimajući rubove, pravljene su po četiri potparcele (10 x10 m) u okviru kojih je uzimano po 10 nasumičnih uzoraka po metodi Thompson i Grime (1979) (Shema 1). Uzorkovanje je izvođeno pri vlažnosti zemljišta 60-65% poljskog vodnog kapaciteta svrdlastom sondom prečnika 5 cm (Slika 2) (Forcella et al., 1992; Willes et al., 1996)

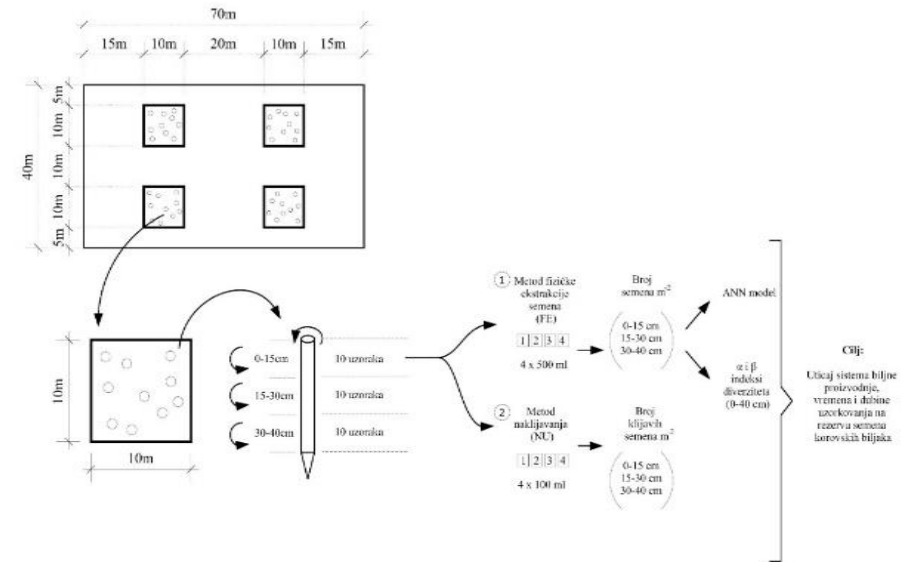


Slika 2. Uzorkovanje zemljišta na višegodišnjem stacionarnom ogledu „Plodoredi” (orig.)

Uzorci zemljišta su uzimani sa tri dubine: 0-15 cm, 15-30 cm i 30-40 cm. Cilj je bio da se utvrdi rezerva semena korovskih biljaka u oraničnom sloju (0-30 cm), ali i da se sagleda stanje rezervi semena korova u podoraničnom sloju (30-40 cm). Tokom svakog uzorkovanja iz svakog pojedinačnog kvadrata uzeto je po 30 uzoraka, dakle sa svake parcele (tretmana) 120 uzoraka, odnosno ukupno 1.920 uzoraka sa 16 tretmana, što je za šest vremena uzorkovanja (jesen 2014. godine do proleća 2017. godine) ukupno 11.520 uzoraka. Uzeti uzorci zemljišta (zapremine oko 3 kg) su sušeni u laboratorijama Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, odnosno Odeljenja za kukuruz na Rimskim Šančevima sa konstantnom prirodnom cirkulacijom vazduha.

Svaki uzeti uzorak je obeležen (sistem biljne proizvodnje, tretman, dubina, godina i sezona uzorkovanja) i nakon sušenja spakovan u plastične vrećice i transportovan do Biološke laboratorije Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Iz svakog pojedinačnog uzorka pravljena su po četiri uzorka zapremine 500 ml namenjeni za metod fizičke ekstrakcije semena iz zemljišta, odnosno po četiri uzorka zapremine 100 ml za metod naklijavanja zemljišnih uzoraka. Uzorci su čuvani na sobnoj temperaturi do momenta izvođenja ogleda. Ukupno su pripremljena 1.152 uzorka za prvi, odnosno isti broj i za drugi metodski postupak.

Sistem biljne proizvodnje	Vreme uzorkovanja											
	J 2014		P 2015		J 2015		P 2016		J 2016		P 2017	
	Eksperiment osnovan 1969/70											
Tropoljni plodored dubren stajnjakom i mineralnim đubrivom	S	T-SKPs	K	T-KPSs	K	T-KPSs	P	T-PSKs	P	T-PSKs	S	T-SKPs
	K	T-KPSs	P	T-PSKs	P	T-PSKs	S	T-SKPs	S	T-SKPs	K	T-KPSs
	P	T-PSKs	S	T-SKPs	S	T-SKPs	K	T-KPSs	K	T-KPSs	P	T-PSKs
Tropoljni plodored sa mineralnim đubrenjem	S	T-SKPs	K	T-KPSm	K	T-KPSm	P	T-PSKm	P	T-PSKm	S	T-SKPs
	K	T-KPSm	P	T-PSKm	P	T-PSKm	S	T-SKPs	S	T-SKPs	K	T-KPSm
	P	T-PSKm	S	T-SKPs	S	T-SKPs	K	T-KPSm	K	T-KPSm	P	T-PSKm
Dvopoljni plodored sa mineralnim đubrenjem	K	D-KPm	P	D-PKm	P	D-PKm	K	D-KPm	K	D-KPm	P	D-PKm
	P	D-PKm	K	D-KPm	K	D-KPm	P	D-PKm	P	D-PKm	K	D-KPm
Monokultura soja	S	M-S	S	M-S	S	M-S	S	M-S	S	M-S	S	M-S
Monokultura ozime pšenice	P	M-Pm	P	M-Pm	P	M-Pm	P	M-Pm	P	M-Pm	P	M-Pm
Monokultura kukuruza	K	M-Km	K	M-Km	K	M-Km	K	M-Km	K	M-Km	K	M-Km



Sistem biljne proizvodnje	Vreme uzorkovanja											
	J 2014		P 2015		J 2015		P 2016		J 2016		P 2017	
	Eksperiment osnovan 1949/50											
Dvopoljni nedubren plodored	K	D-KP	P	D-PK	P	D-PK	K	D-KP	K	D-KP	P	D-PK
	P	D-PK	K	D-KP	K	D-KP	P	D-PK	P	D-PK	K	D-KP
Tropoljni nedubren plodored	S	T-SKP	K	T-KPS	K	T-KPS	P	T-PSK	P	T-PSK	S	T-SKP
	K	T-KPS	P	T-PSK	P	T-PSK	S	T-SKP	S	T-SKP	K	T-KPS
	P	T-PSK	S	T-SKP	S	T-SKP	K	T-KPS	K	T-KPS	P	T-PSK

Schema 1. Raspored ispitivanih tretmana na višegodišnjem stacionarnom poljskom ogledu „Plodoredi”, prikaz podele parcela na potparcele i primer nasumičnog uzimanja uzoraka zemljišta (orig.)

3.3. Procena rezerve semena

Za procenu rezerve semena korovskih biljaka u zemljištu korišćena su dva metodološka postupka: a) separacija, tj. fizička ekstrakcija semena iz zemljišta i b) naklijavanje zemljišnih uzoraka.

Fizička ekstrakcija semena (FE). Fizička ekstrakcija semena korovskih biljaka iz zemljišnih uzoraka obavljena je u pomoćnim prostorijama staklenika i Biološkoj laboratoriji Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Prethodno osušeni i odmereni uzorci, iz svakog tretmana i sa tri različite dubine zemljišta (u četiri ponavljanja od 500 ml), su potopljeni u plastični sud sa hladnom vodom. Uz blago mešanje, omekšani ozorci su ispirani kroz sistem sita različitih promera: 2 mm, 200 μ m, 500 μ m i 800 μ m (Thompson et al., 1997) (Slika 3). Semena, plodovi, rizomi i drugi delovi korovskih biljaka koji su zaostali na sitima su pažljivo vazduhom iz kompresora izduvavani na plastične tacne, a potom su uz pomoću lupe LUXO i/ili binokulara Bio-optica (uveličanje 45x) i IND-CIZ (uveličanje 45x) odvajani, razvrstavani, beleženi i pakovani u papirne kutijice za determinaciju.



Slika 3. Metod fizičke ekstrakcije semena (orig.)

Naklijavanje zemljišnih uzoraka (NU). Drugi deo uzoraka zapremine 100 ml (Rahman et al., 1995) je korišćen za metod naklijavanja. Ogljed sa naklijavanjem je izvođen svakog proleća u martu mesecu u kontrolisanim uslovima staklare (16 h dan/8 h noć, 24-35°C temperatura vazduha, 60% vlažnost vazduha) Poljoprivrednog fakulteta. Zemljišni uzorci su pre postavljanja ogleda izlagani hladnoj stratifikaciji, odnosno držani četiri nedelje na +5°C kako bi se prekinulo mirovanje semena (Cardina et al., 2002). Za naklijavanje korišćene su plitke posude dimenzija 490 x 297 x 90 mm, koje su predvojene stiroporom na šest polja (Slika 4). Posude su punjene sterilnim supstratom debljine oko 5 cm. Na supstrat je nanošen tanak sloj (oko 0,5 cm) zemljišnog uzorka prethodno razmućenog u vodi, a preko njega je nanošen vrlo tanak sloj supstrata radi sprečavanja stvaranja pokorice. Svaki tretman je rađen u četiri ponavljanja. Uzorci su zalivani u jutarnjim i večernjim satima, a svakodnevno je vršen pregled i evidentirani novi ponici (ter Heerd et al., 1996). Ogljed je održavan četiri nedelje, što se poklapalo sa prestankom nicanja biljaka. Tad je napravljena pauza sa zalivanjem od jedne

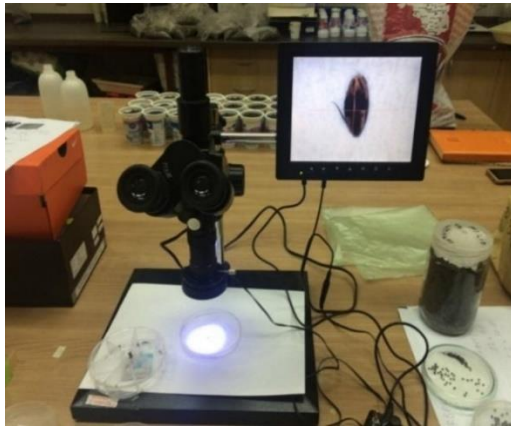
nedelje. Nakon pauze uzorci su blago pomešani pa se nastavilo još šest nedelja sa zalivanjem, svakodnevnim pregledom, prebrojavanjem i determinacijom novih ponika (Thompson and Grime, 1979; Cardina and Sparrow, 1996). Vrste rodova *Consolida* (DC.) S. F. Gray i *Anagallis* L. koje nije bilo moguće sa sigurnošću determinisati u fazi ponika, pažljivo su presađene u saksije, gde su se razvijale do reproduktivne faze (cvetanja) i tada su determinisane. Npr. *Anagallis arvensis* L. i *Anagallis foemina* Mill. se razlikuju sigurno samo po boji cvetova (narandžast kod prve i plavi kod druge vrste). Kod vrsta *Consolida* (DC.) S. F. Gray (*C. regalis* S. F. Gray i *C. orientalis* Schr.) siguran karakter za razlikovanje ove dve vrste pre reproduktivne faze je razgranatost vršne grane koja nosi cvetne pupoljke, odnosno cvetove (npr. kod *C. regalis* S. F. Gray je razgranatija).



Slika 4. Metod naklijavanja zemljišnih uzoraka (orig.)

Determinacija. Za determinaciju izdvojenog semena (metod FE) korišćena je kolekcija semena Laboratorije za korove Poljoprivrednog fakulteta BU, kao i priručnici za determinaciju: Доброхотов (1961) i Skender i sar. (1998). Determinacija ponika, nakon naklijavanja, rađena je pomoću priručnika: Csapody (1968) i Hanf (1982) (Slika 5).

Narodni nazivi biljnih vrsta i životne forme utvrđeni su prema: Simonoviću (1959), Kojiću i sar. (1997) i Vrbničanu i Božić (2016).

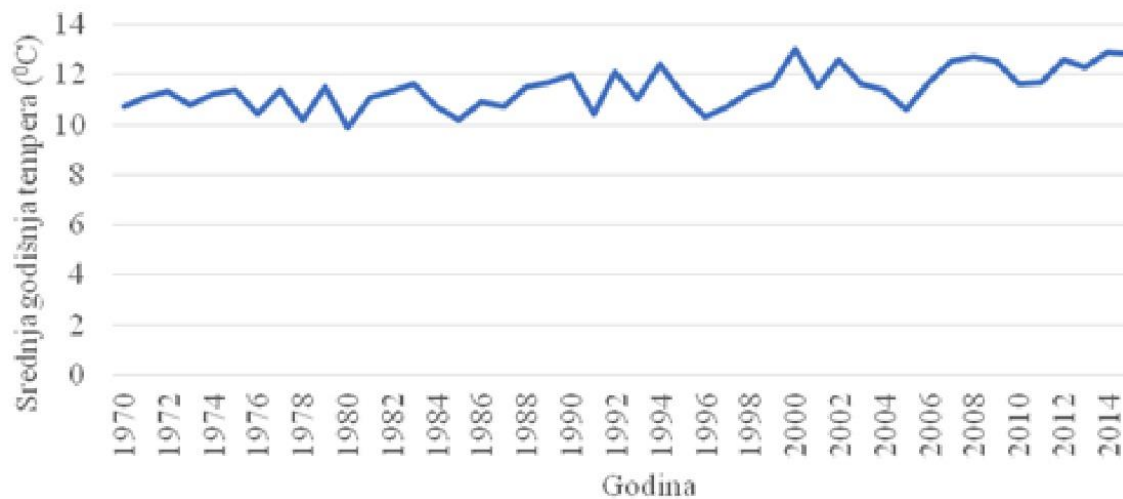


Slika 5. Determinacija semena i ponika (orig.)

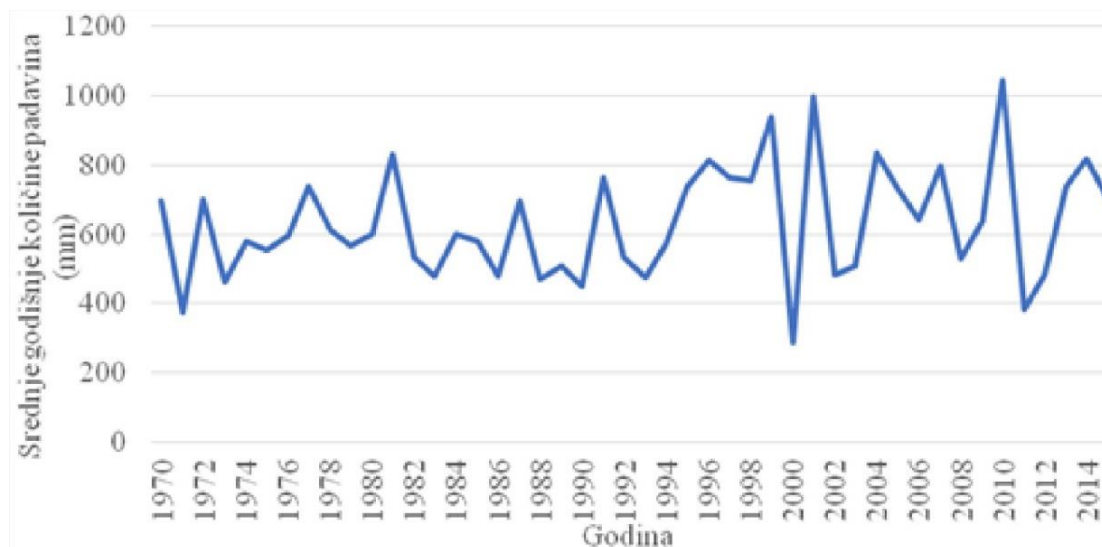
3.4. Agroekološki uslovi područja pručavanja

3.4.1. Klimatske karakteristike

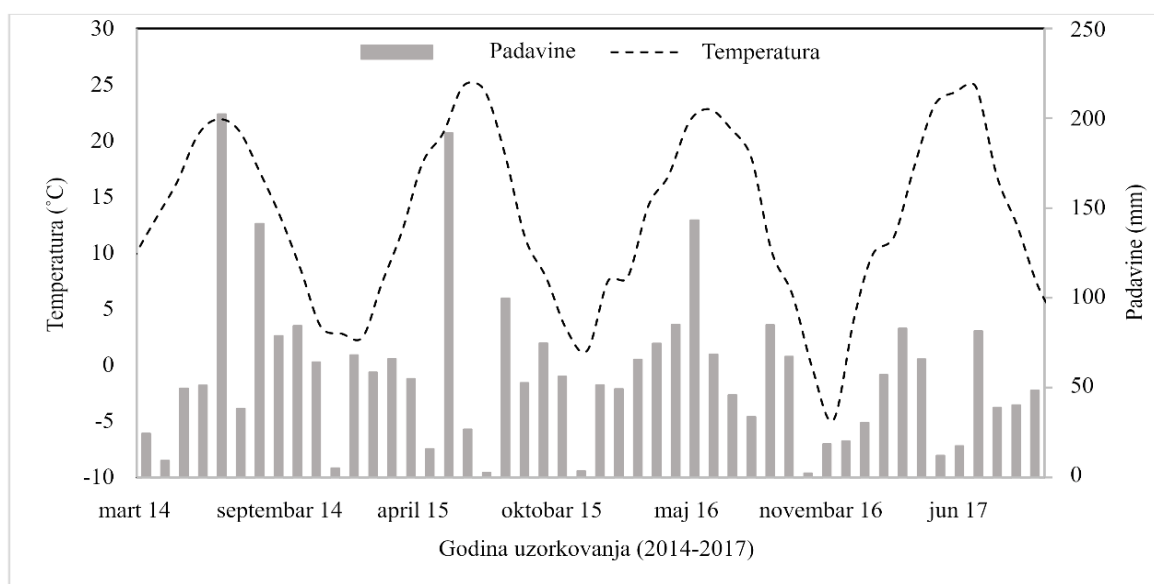
Podaci o najvažnijim klimatskim karakteristikama (srednje godišnje temperature vazduha i godišnje sume padavina) za period 1970-2014. (Grafik 1, Grafik 2) i za period izvođenja oglada (2014-2017) (Grafik 3) su preuzeti iz Meteorološkog godišnjaka Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije za lokalitet Rimski Šančevi (<http://hidmet.gov.rs>).



Grafik 1. Temperatura vazduha za period 1970-2014, Rimski Šančevi



Grafik 2. Padavine za period 1970-2014, Rimski Šančevi



Grafik 3. Padavine i temperatura vazduha za period 2014-2017, Rimski Šančevi

3.4.2. Zemljišne karakteristike

Višegodišnji stacionarni poljski ogled „Plodoredi” zasnovan je na zemljištu černoze koji se ubraja u red automorfnih zemljišta, klasa humusno-akumulativna zemljišta (A-C), podtip černoze na lesu i lesolikim sedimentima, varijetet slabo karbonatni. Ovo je najzastupljeniji tip, podtip i varijetet zemljišta u Vojvodini. Dubina aktivnog dela profila (A + AC) je 50-90 cm. Humusno-akumulativni A horizont iznosi 30-50 cm. Ovo zemljište odlikuje se dobrom strukturom i poroznošću, odnosno veoma je povoljnih vodno-vazdušnih i toplotnih osobina (Slika 6).

Osnovne karakteristike slojeva černozema su:

-**Aor.** (0-35 cm) – Humusno akumulativni horizont – oranični sloj, homogen po dubini. Žućkasto-smeđe boje u suvom stanju, a smeđe-crne boje u vlažnom stanju. Ima mrvičastu i sitno grudvastu strukturu. Slabo je karbonatan, po mehaničkom sastavu ilovasta glina.

-**Apod.** (35-55 cm) – Humusno akumulativni horizont – podoranični sloj. Svetlo žute boje u suvom stanju, a tamno sivo-žute boje u vlažnom stanju, mrvičaste je strukture. Nešto je veće zbijenosti od Aor. Karbonatan, po mehaničkom sastavu ilovasta glina.

-**AC** (55-95 cm) – Prelazni horizont. Žuto-smeđe boje u suvom stanju, a tamno smeđe boje u vlažnom stanju. Mrvičaste i zrnaste strukture, karbonatan, po mehaničkom sastavu ilovača. Uočavaju se slabo izražene pseudemicelije.

-**C** (95-200 cm) – Matični supstrat – les, zbijen, svetlo žute boje u suvom stanju, a žuto-smeđe u vlažnom stanju, neizražene strukture, jako karbonatan, po mehaničkom sastavu ilovasta glina.



Slika 6. Profil zemljišta tipa černozem na oglednom polju „Plodoredi”

Hemijske osobine zemljišta ispituju se na oglednim eksperimentalnim parcelama višegodišnjeg oglednog polja „Plodoredi” svakih 5-10 godina za sledeća svojstva: sadržaj humusa, pH reakcija zemljišta, sadržaj CaCO_3 i sadržaj lakopristupačnog P_2O_5 i K_2O . Sadržaj humusa je određivan metodom Tjurin-a u modifikaciji Simakov-a. Reakcija zemljišta određivana je u suspenziji zemljišta sa kalijum-hloridom i suspenziji zemljišta sa vodom (10 g: 25 cm^3). Sadržaj CaCO_3 određivan je volumetrijski, pomoću Scheiblerov-og kalcimetra. Sadržaj lakopristupačnog P_2O_5 (ekstrakcija sa amonijum-laktatom) – AL metodom (Egner and Riehm, 1958), određivanje na spektrofotometru, Cary 3E- Varian. Sadržaj lakopristupačnog K_2O (ekstrakcija sa amonijum-laktatom) – metodom (Egner and Riehm, 1958), određivanje na EVANS plamenofotometru.

U tabeli 3 date su osnovne hemijske osobine zemljišta za 2005, 2010. i 2017. godinu za eksperimentalne parcele „Plodoredi”. Za period od 2005. do 2017. godine evidentan je pad sadržaja organske materije (humusa) u svim sistemima biljne proizvodnje, osim u tropskom

plodoredu đubrenom stajnjakom, kao i u neđubrenoj varijanti tropolja. Usev soje, kao leguminoze u tropoljnom plodoredu preko žetvenih ostataka kompenzuje sadržaj humusa. Obezbeđenost zemljišta P_2O_5 je bila u optimalnim granicama. Procenjuje se da je sadržaj lakopristupačnog P_2O_5 i posle višedecenijskog trajanja ovog oglada izrazito visok (viši od 50 mg P_2O_5 100 g⁻¹ zemljišta), te da nema direktan štetan uticaj na useve, ali zbog mogućeg antagonizma sa drugim elementima može dovesti do disbalansa u ishrani gajenih biljaka (Bogdanović i sar., 2014). Otuda se na zemljištima sa više od 50 mg P_2O_5 100 g⁻¹ zemljišta u sistemu „kontrolne plodnosti zemljišta” i upotrebe đubriva preporučuje izostavljanje P-đubriva na tri do četiri godine, ali uz redovnu kontrolu sadržaja ovog hraniva. S obzirom da černozem ima dobre sorptivne sposobnosti za K_2O , nivo ovog hraniva u zemljištu tokom analiza bio je u granicama optimalne obezbeđenosti, iako se K-đubriva nisu unosila duži vremenski period. Kalijum je najčešće element „vegetativne mase” koja se zaorava svake godine. Na đubrenom dvopolju (zbog visokog sadržaja P_2O_5 i K_2O) ne đubri se od 1986. godine P_2O_5 i K_2O đubrivima. Sadržaj $CaCO_3$, tokom svake naredne analize, u svim sistemima biljne proizvodnje oglednog polja „Plodoredi” pada ali se nalazi u granicama srednje obezbeđenosti.

Tabela 3. Hemijske osobine zemljišta na eksperimentalnom polju "Plodoredi" za period 2005-2017. godine

Sistem biljne proizvodnje	Humus (%)			pH (KCl)			P ₂ O ₅ (mg 100 g ⁻¹)			K ₂ O (mg 100 g ⁻¹)			CaCO ₃ (%)		
	2005.	2010.	2017.	2005.	2010.	2017.	2005.	2010.	2017.	2005.	2010.	2017.	2005.	2010.	2017.
M-Km	2,75	2,92	2,63	7,30	7,38	6,97	35,0	32,5	18,9	32,0	35	26,8	5,56	3,50	0,43
M-Pm	2,97	3,11	2,79	7,39	7,50	7,20	54,0	30,3	27,0	40,9	36	33,2	6,44	2,85	3,41
M-S	2,85	2,80	2,55	7,45	7,50	7,20	112,0	115,0	124,0	38,0	43	47,0	3,85	4,13	2,55
Dvopoljni plodored sa min. đubrenjem	2,80	2,78	2,43	7,42	7,30	6,90	84,0	43,8	40,0	30,0	35	33,2	2,80	1,28	0,58
Dvopoljni neđubren plodored	2,16	2,02	1,90	7,54	7,70	7,40	5,5	4,2	5,8	15,5	19	17,3	17,22	14,10	12,50
Tropoljni plodored sa min. đubrenjem	2,68	2,68	2,51	7,46	7,56	7,40	96,0	87,5	105,0	42,0	43	54,0	3,64	5,13	5,22
Tropoljni plodred đubren stajnjakom i min. đubrivom	2,82	2,93	3,04	7,50	7,55	7,15	126,0	118,0	109,0	34,0	50	52,0	5,60	5,13	4,26
Tropoljni neđubren plodored	2,17	2,37	2,31	7,55	7,53	7,26	8,0	4,8	4,8	16,8	22	20,0	8,82	5,80	5,53

3.5. Statistička obrada podataka

Za procenu broja semena m^{-2} po dubinama zemljišnog sloja korišćena je formula po Kuhtu i sar. (2016) koja je modifikovana od formule Vippera (1989):

$$N = \frac{h \cdot D_b \cdot n \cdot 10}{S_p} \quad [1]$$

gde su:

N – broj semena ($n \ m^{-2}$); h – dubina zemljišnog sloja (cm); D_b – zapreminska masa zemljišta ($g \ cm^{-3}$); n – odvojen broj semena u uzorku; S_p – težina vazdušno suvog zemljišta (g).

Za obradu i prikaz podataka korišćen je program Microsoft® Excel, verzija 16.

Na osnovu procenjene brojnosti semena m^{-2} za sve tri dubine zemljišnog sloja, iz svakog sistema biljne proizvodnje, računati su **α indeksi** (Simpson-ov indeks diverziteta (D), Simpson-ov indeks dominantnosti (D'), Shannon-ov indeks diverziteta (H), Shannon-ov indeks uniformnosti (H/H_{max})) i **β indeks** (Apsolutna beta vrednost). Na osnovu α indeksa utvrđuju se karakteristike unutar zajednice (bogatstvo vrsta i njihova uniformnost u zajednici), dok β indeks ukazuje na odnos između zajednica. Svi indeksi su računati za sve tretmane pomoću statističkog programa preuzetog sa site www.aLYOUNG.com.

Simpson-ov indeks diverziteta (D) (eng. Simpson index, Simpson, 1949) računat je po formuli:

$$D = \frac{\sum_i n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \quad [2]$$

gde su:

n_i – broj jedinki i -te vrste; N – ukupan broj jedinki u uzorku.

Simpson-ov indeks pokazuje snagu dominacije određene vrste u zajednici, a njegove vrednosti kreću se 0-1. Vrednost 0 znači da nema dominacije vrste, a što je vrednost bliža 1 to znači da postoji dominacija određene vrste, odnosno da je manja raznovrsnost zajednice (Sagar and Sharma, 2012).

Simpson-ov indeks dominantnosti (D') (eng. dominance index) se koristi kao mera diverziteta i računa se prema sledećoj formuli:

$$D' = 1 - \frac{\sum_i n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \quad [3]$$

Vrednost indeksa bliža 0 ukazuje na dominaciju jedne vrste ili grupe biljaka, odnosno da nema diverziteta, a što je vrednost bliža 1 ukazuje na izraženiji diverzitet vrsta u zajednici.

Shannon-ov indeks diverziteta (H) (*eng.* Shannon diversity index) ukazuje takođe na raznovrsnost zajednice, a računa se prema formuli:

$$H = - \sum_i \left(\frac{n_i}{N} \cdot \ln \left(\frac{n_i}{N} \right) \right) \quad [4]$$

gde su:

N – ukupan broj jedinki u polju; n_i – broj jedinki po vrsti gde je $i=1,2,\dots,S$; S – ukupan broj vrsta.

Vrednost H indeksa kreće se u opsegu 0-5 (Hoseeini et al., 2014), pri čemu njegova visoka vrednost ukazuje na manju zastupljenost pojedinačnih vrsta u zajednici, odnosno ukazuje na veći diverzitet zajednice (karakterističnije za manje narušene zajednice) i obratno, niža vrednost H indeksa ukazuje na manju raznovrsnost zajednice (karakterističnije za narušene zajednice), odnosno veću brojnost jedinki nekolicine vrsta u zajednici.

Shannon-ovo indeks uniformnosti/ujednačenosti (H/H_{max}) (*eng.* Shannon equitability index). Bogatstvo vrsta u zajednici računato je preko:

$$H/H_{max} \quad [5]$$

gde su:

$$H_{max} = \ln S$$

Shannon-ov indeks uniformnosti zajednice ima vrednosti u intervalu 0-1, gde 0 ukazuje na dominaciju jedne ili par vrsta u zajednici i snažnu neujednačenost, dok vrednost bliža 1 ukazuje na totalnu uniformnost.

Izračunate vrednosti indeksa diverziteta korišćene su za dalju obradu podataka. Metod Row-wise je korišćen za računanje korelacione zavisnosti između α i β indeksa.

Za proučavanje zavisnosti (u pogledu bogatstva korovskih vrsta) između analiziranih tretmana, kao i za ispitivanje sličnosti (u pogledu brojnosti korovskih vrsta) između pojedinih sistema biljne proizvodnje korišćena je Analiza glavnih komponenti (Principal Component Analysis, PCA). PCA analizom na ordinacionoj ravni će se razdvojiti sistemi biljne proizvodnje spram stepena njihove sličnosti, odnosno različitosti koji su u vezi sa diverzitetom korovske zajednice, tj. procenjenim rezervama semena korovskih biljaka u zemljištu analiziranih plodoreda i primene đubriva.

ANN model – model veštačke neuronske mreže (*eng.* Artificial Neural Network Model) je korišćen za dugoročno predviđanje dinamike pojave korova. ANN model obuhvata tri faze: pripremu, validaciju i testiranje. Validacija modela rađena je pomoću metode Random Holback. Svi podaci iz svih tretmana, kao i podaci o istoriji polja su uključeni za analizu u ANN modelu. Analizom su obuhvaćena četiri faktora: plodored, đubrenje, dubina i vreme uzorkovanja. Ovom analizom se simulira (predviđa) pojava broja semena m^{-2} u zavisnosti od analizirane promenljive. Izračunata R^2 vrednost (u regresionom modelu) predstavlja procenat varijanse za zavisnu promenljivu, a ona se objašnjava nezavisnom promenljivom. Dobijena R^2

vrednost pokazuje da li je izabrani model pouzdan (pogodan) za predviđanje dinamike (promene) rezervi semena korova u zemljištu. Ukoliko je $R^2 > 0,85$ smatra se da je model validan, odnosno što je vrednost bliža 1 to znači da je model pouzdaniji. Osim toga, izračunat je i RMSE (Root Mean Square Error), tj. koren srednje kvadratne greške (srednje standardne devijacije) koji predstavlja razliku između vrednosti predviđenih modelom i procenjenih, tj. utvrđenih vrednosti npr. metodom FE (tj. RMSE predstavlja kvadratnu sredinu ovih rezlika).

4. REZULTATI

Uticaj različitih sistema biljne proizvodnje (plodoreda i primene đubriva) na rezerve semena korovskih biljaka u zemljištu procenjen je primenom dva metoda postupka, tj. fizičkom ekstrakcijom iz zemljišnih uzoraka (FE) i naklijavanjem zemljišnih uzoraka (NU). Ukupno je utvrđeno prisustvo 53 korovske vrste iz 49 rodova i 24 familije (Tabela 4).

Tabela 4. Pregled korovskih vrsta utvrđenih u rezervi semena u zemljištu primenom metoda FE i NU

Korovska vrsta	Narodni naziv	Familija	Životna forma	FE	NU
<i>Abutilon theophrasti</i> L.	lipica teofrastova	<i>Malvaceae</i>	T	da	/
<i>Agropyrum repens</i> (L.) Gould.	pirevina obična	<i>Poaceae</i>	G	da	da
<i>Agrostemma githago</i> L.	kukolj njivski	<i>Caryophyllaceae</i>	T	da	/
<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreb.	ivica žuta	<i>Lamiaceae</i>	T	da	da
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	štir obični	<i>Amaranthaceae</i>	T	da	da
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	ambrozija pelenasta	<i>Asteraceae</i>	T	da	da
<i>Ambrosia trifida</i> L.	trolisna ambrozija	<i>Asteraceae</i>	T	da	da
<i>Anagallis arvensis</i> L.	vidovčica	<i>Primulaceae</i>	T	da	da
<i>Bilderdykia convolvulus</i> (L.) Dum.	vijušac njivski	<i>Polygonaceae</i>	T	da	da
<i>Brassica nigra</i> L.	repica crna	<i>Brassicaceae</i>	T	da	da
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	ladolež divlji	<i>Convolvulaceae</i>	G	da	da
<i>Centaurea cyanus</i> L.	različak njivski	<i>Asteraceae</i>	T	da	da
<i>Chenopodium album</i> L.	pepeljuga obična	<i>Chenopodiaceae</i>	T	da	da
<i>Chenopodium hybridum</i> L.	pepeljuga srcolisna	<i>Chenopodiaceae</i>	T	da	da
<i>Cichorium intybus</i> L.	vodopija obična	<i>Asteraceae</i>	H	da	da
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	palamida njivska	<i>Asteraceae</i>	G	da	da
<i>Consolida regalis</i> Gray.	žavornjak obični	<i>Ranunculaceae</i>	T	da	da
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	poponac obični	<i>Convolvulaceae</i>	G	da	da
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	zubača obična	<i>Poaceae</i>	G	da	da
<i>Datura stramonium</i> L.	tatula obična	<i>Solanaceae</i>	T	da	da
<i>Euphorbia falcata</i> L.	srpasta mlečika	<i>Euphorbiaceae</i>	T	da	da
<i>Fumaria officinalis</i> L.	dimnjača obična	<i>Fumariaceae</i>	T	da	/
<i>Galium aparine</i> L.	bročika lepuša	<i>Rubiaceae</i>	T	da	/
<i>Geranium dissectum</i> L.	zdravac sitni	<i>Geraniaceae</i>	T	da	da
<i>Heliotropium europaeum</i> L.	posunac obični	<i>Boraginaceae</i>	T	da	da
<i>Helianthus annuus</i> L.	divlji suncokret	<i>Asteraceae</i>	T	da	da
<i>Hibiscus trionum</i> L.	lubeničarka njivska	<i>Malvaceae</i>	T	da	da
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	mrtva kopriva	<i>Lamiaceae</i>	T	da	da
<i>Lepidium draba</i> L.	renika obična	<i>Brassicaceae</i>	G	da	/
<i>Lithospermum arvense</i> L.	vrapseme poljsko	<i>Boraginaceae</i>	T	da	/
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.	ždraljevina lekovita	<i>Fabaceae</i>	T	da	da
<i>Myagrum prefoliatum</i> L.	bazdika obična	<i>Brassicaceae</i>	T	da	/
<i>Oxalis corniculata</i> L.	zlatna soca	<i>Oxalidaceae</i>	G	da	da
<i>Papaver rhoeas</i> L.	bulka obična	<i>Papaveraceae</i>	T	da	da
<i>Plantago lanceolata</i> L.	bokvica uskolisna	<i>Plantaginaceae</i>	H	da	da

Nastavak tabele 4.

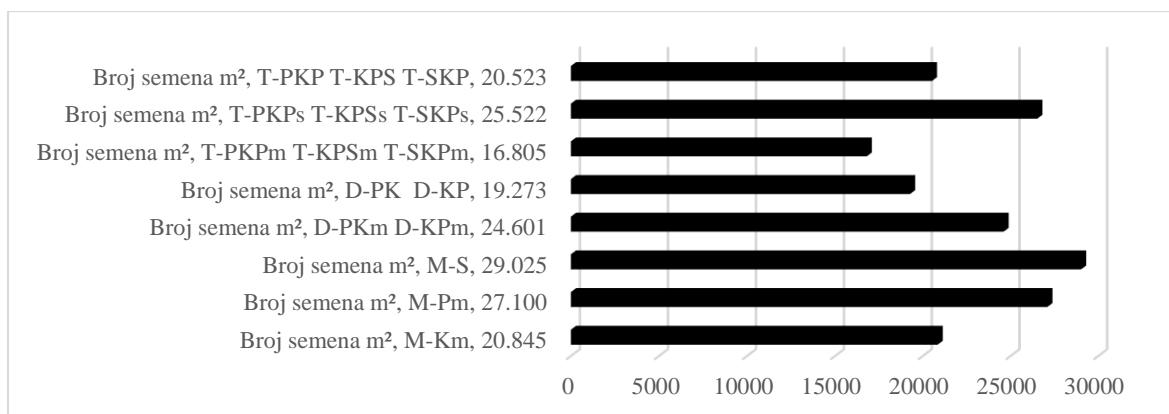
<i>Poa annua</i> L.	livadarka jednogodišnja	<i>Poaceae</i>	T	da	/
<i>Polygonum aviculare</i> L.	dvornik ptičiji	<i>Polygonaceae</i>	T	da	da
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	dvornik veliki	<i>Polygonaceae</i>	T	da	da
<i>Portulaca oleracea</i> L.	tušt obični	<i>Portulacaceae</i>	T	da	da
<i>Rumex crispus</i> L.	štavelj obični	<i>Polygonaceae</i>	H	da	da
<i>Senecio vernalis</i> Waldst & Kit.	krstica prolećna	<i>Asteraceae</i>	T	da	/
<i>Setaria glauca</i> (L.) P. Beauv.	muhar sivi	<i>Poaceae</i>	T	da	da
<i>Sinapis arvensis</i> L.	gorušica poljska	<i>Brassicaceae</i>	T	da	da
<i>Solanum nigrum</i> L.	pomoćnica obična	<i>Solanaceae</i>	T	da	da
<i>Sonchus oleraceus</i> (L.) L.	gorčika obična	<i>Asteraceae</i>	T	da	da
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	sirak divlji	<i>Poaceae</i>	G	da	da
<i>Stachys annua</i> L.	čistac veliki	<i>Lamiaceae</i>	T	da	da
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	mišjakinja obična	<i>Caryophyllaceae</i>	T	da	da
<i>Veronica hederifolia</i> L.	čestoslavica bršljenasta	<i>Plantaginaceae</i>	T	da	da
<i>Vicia cracca</i> L.	grahorica ptičija	<i>Fabaceae</i>	G	da	/
<i>Viola arvensis</i> Murray	ljubičica poljska	<i>Violaceae</i>	T	da	da
<i>Xanthium strumarium</i> L.	boca obična	<i>Asteraceae</i>	T	da	da

FE- fizička ekstrakcija semena, NU- naklijavanje zemljišnih uzoraka

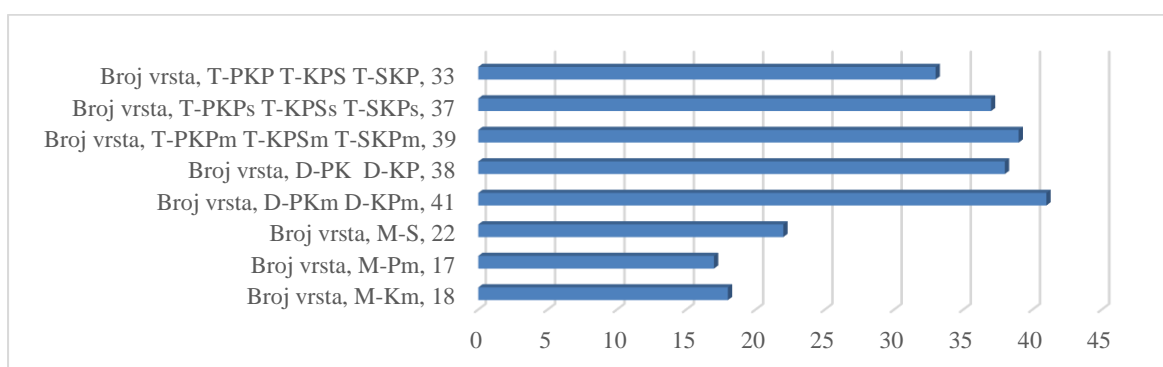
Preovlađuju jednogodišnje korovske vrste, kojih je ukupno bilo 41 (77,36%), dvogodišnjih tri (5,66%) i višegodišnjih devet (16,98%). Širokolisni korovi su dominirali sa 48 vrsta (90,56%) u odnosu na pet uskolisnih (9,43%). Metodom FE utvrđeno je da u zemljišnoj rezervi semena perzistiraju 53 vrste iz 49 rodova koji pripadaju jednoj od 24 familije, a primenom metode NU 43 vrste iz 39 rodova i 22 familije.

4.1. Procenjene rezerve semena u zemljištu metodom fizičke ekstrakcije semena (FE) u različitim sistemima biljne proizvodnje

Tokom trogodišnjih uzorkovanja tokom šest sezona (J 2014 – P 2017) u osam različitih sistema biljne proizvodnje najveća brojnost semena je procenjena u monokulturi soje (M-S= 29.025 m⁻²), zatim u tropoljnom plodoredu sa primenom stajnjaka (25.522 m⁻²), a najmanja u tropoljnom plodoredu sa primenom mineralnih đubriva (16.905 m⁻²). Najveći broj korovskih vrsta utvrđen je u dvopoljnom i tropoljnom plodoredu sa primenom mineralnih đubriva (41, odnosno 39 vrsta), a najmanji u monokulturi pšenice (M-Pm, 17 vrsta) i monokulturi kukuruza (M-Km=18 vrsta) (Grafik 4, 5).



Grafik 4. Procenjen broj semena u različitim sistemima biljne proizvodnje metodom FE



Grafik 5. Procenjen broj korovskih vrsta u rezervi semena u zemljištu u različitim sistemima biljne proizvodnje, metod FE

4.1.1. Monokultura kukuruza sa primenom mineralnih đubriva

U monokulturi kukuruza sa primenom mineralnih đubriva (**M-Km**), za period J 2014 – P 2017, detektovana su semena 18 korovskih vrsta (Tabela 5, Grafik 6).

Nakon prvog uzorkovanja (J 2014) metodom FE, u profilu 0-40 cm, evidentirano je 15.850 semena m⁻² 10 korovskih vrsta. Najveći broj semena utvrđen je u površinskom sloju zemljišta (0-15 cm= 7.200 m⁻²), a najmanji u podoraničnom sloju (30-40 cm= 2.500 m⁻²). U okviru procenjenih rezervi dominirala su semena nekolicine korovskih vrsta: *S. halepense* (5.075 m⁻²), *C. hybridum* (3.400 m⁻²), *D. stramonium* (1.975 m⁻²), *A. retroflexus* (1.700 m⁻²) i *C. album* (1.375 m⁻²), dok su semena ostalih prisutnih vrsta bila sa brojnošću <1.000 m⁻² (Tabela 5, Grafik 6).

U proleće 2015. godine, na istim površinama u sloju 0-40 cm, ustanovljeno je 19.350 semena m⁻². Pored 10 prethodno detektovanih vrsta, konstatovana su i semena vrsta: *V. hederifolia*, *E. canadensis*, *H. trionum* i *H. annuus*. Nakon žetve kukuruza procenjena brojnost u sva tri sloja zemljišta iznosila je 17.150 semena m⁻² 14 korovskih vrsta, međutim nije evidentirano seme vrste *E. canadensis* ali je zabeleženo seme vrste *S. media* (Tabela 5, Grafik 6).

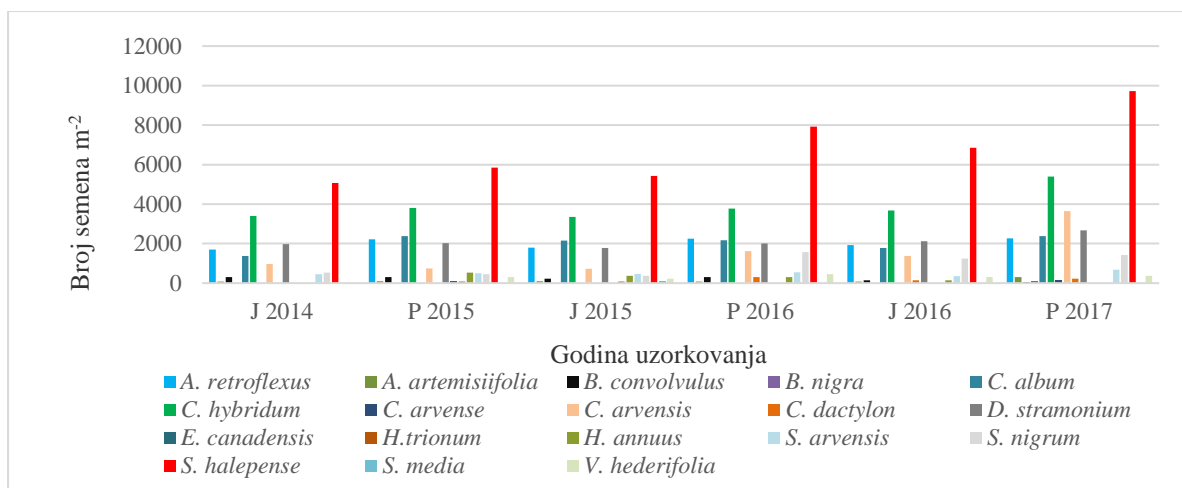
Tokom proleća (P 2016) procenjena brojnost semena 13 prisutnih vrsta iznosila je 23.300 m⁻². Evidentirana je promena u veličini rezerve semena u oraničnom sloju, dok je u

podoraničnom ostala ista. Pored prethodnih, detektovano je i seme vrste *C. dactylon*, dok seme *S. media* nije evidentirano. U uzorcima zemljišta nakon žetve useva utvrđen je pad brojnosti semena (20.150 m⁻²) ali je broj korovskih vrsta ostao isti (13) (Tabela 5, Grafik 6).

U poslednjoj sezoni (P 2017) zabeležena je najveća brojnost semena u zemljišnoj rezervi u odnosu na prethodne. Detektovano je 29.275 semena m⁻² 14 korovskih vrsta, pri čemu su dominirala semena: *S. halepense* (9.725 m⁻²), *C. hybridum* (5.400 m⁻²), *C. arvensis* (3.650 m⁻²), *C. album* (2.375 m⁻²) i *D. stramonium* (2.675 m⁻²). Takođe, prvi put su evidentirana semena vrsta *C. arvensis* i *B. nigra* (Tabela 5, Grafik 6). Osim toga, rizomi *S. halepense* konstatovani su tokom svih ocena, dok korenove reznice *C. arvensis* nisu detektovane u uzorcima iz jeseni 2014. i proleća 2015. godine.

Tabela 5. Broj korovskih vrsta i broj semena m⁻² u zemljištu u monokulturi kukuruza sa primenom mineralnih đubriva (M-Km), procenjen metodom FE

Vreme uzorkovanja	Dubina uzorkovanja (cm)	Broj semena m ⁻² po dubinama	Broj vrsta po dubinama	Broj semena m ⁻² na ukupnoj dubini	Broj vrsta na ukupnoj dubini
J 2014	0-15	7.200	10	15.850	10
	15-30	6.150	8		
	30-40	2.500	9		
P 2015	0-15	9.975	11	19.350	14
	15-30	7.425	11		
	30-40	1.950	7		
J 2015	0-15	8.400	10	17.150	14
	15-30	7.050	11		
	30-40	1.700	8		
P 2016	0-15	12.900	11	23.300	13
	15-30	8.700	13		
	30-40	1.700	8		
J 2016	0-15	10.875	11	20.150	13
	15-30	7.725	13		
	30-40	1.550	8		
P 2017	0-15	15.900	11	29.275	14
	15-30	11.925	10		
	30-40	1.450	7		



Grafik 6. Broj semena m^{-2} zastupljnih korovskih vrsta u monokulturi kukuruza sa primenom mineralnih đubriva (M-Km), metod FE

4.1.2. Monokultura ozime pšenice sa primenom mineralnih đubriva

U monokulturi pšenice sa primenom mineralnih đubriva (**M-Pm**) tokom šest vremena uzorkovanja detektovana su semena 17 korovskih vrsta (Tabela 6, Grafik 7).

U jesen 2014. godine u procenjenoj rezervi bilo je 21.575 semena m^{-2} . Najveća brojnost semena bila je u prvom sloju zemljišta (0-15 cm= 10.050 m^{-2}), a najmanja u najdubljem sloju (30-40 cm= 3.500 m^{-2}). Utvrđeno je prisustvo 12 korovskih vrsta, a najveći broj semena je poticao od: *P. rhoeas* (6.150 m^{-2}), *B. convolvulus* (5.450 m^{-2}), *C. regalis* (2.150 m^{-2}), *H. europaeum* (2.600 m^{-2}), *V. hederifolia* (2.025 m^{-2}) i *C. album* (1.275 m^{-2}). Konstatovana su i semena vrsta: *C. hybridum*, *A. retroflexus*, *D. stramonium*, *E. falcate* i *S. nigrum* čija je brojnost bila <1.000 m^{-2} . Seme *Agrostemma githago* je evidentirano samo u ovoj sezoni i to u podoraničnom sloju (Tabela 6, Grafik 7).

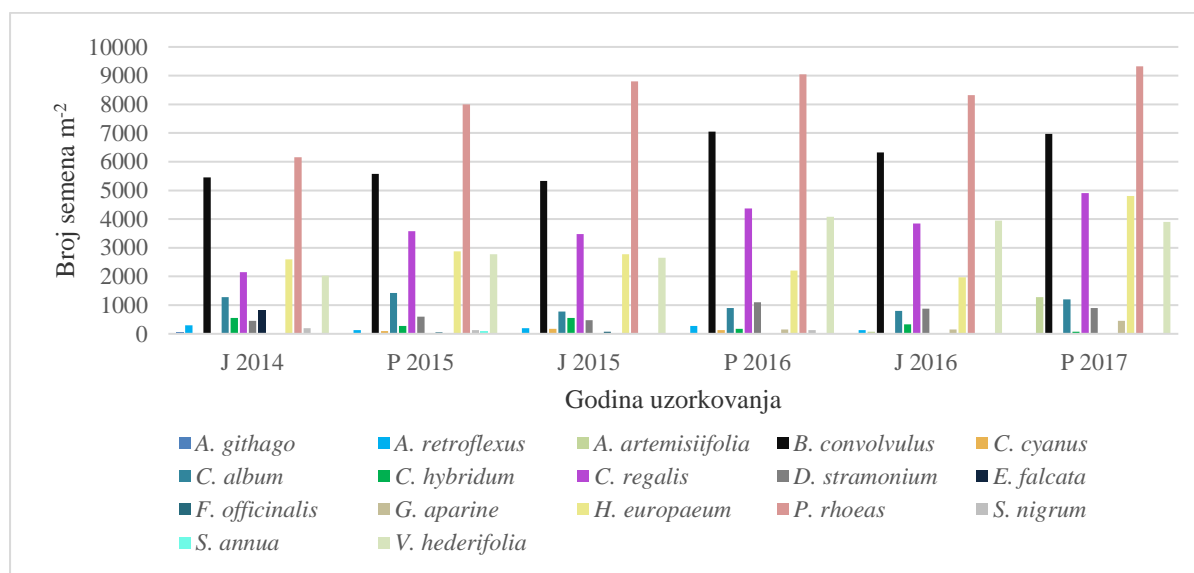
Tokom naredne sezone (P 2015) u celokupnom ispitivanom zemljišnom profilu procenjeno je 25.575 semena m^{-2} 13 korovskih vrsta. Dominirale su iste vrste kao i kod prethodne sezone, a evidentirana su i semena novih vrsta: *C. cyanus*, *F. officinalis*, *S. annua*, kao i odsustvo semena *A. githago* i *E. falcata*. Nakon žetve pšenice u jesen 2015. godine (J 2015) na istoj parceli na ukupnom zemljišnom profilu utvrđena je rezerva od 25.275 semena m^{-2} 11 korovskih vrsta (Tabela 6, Grafik 7) pri čemu su apsolutno dominirale: *P. rhoeas*, *B. convolvulus*, *C. regalis*, *H. europaeum* i *V. hederifolia*.

Tokom proleća 2016. godine utvrđeno je prisustvo 12 korovskih vrsta i 29.600 semena m^{-2} . Nakon žetve useva u prvom sloju zemljišta (0-15 cm) utvrđeno je 12.900 semena m^{-2} , u drugom (15-30 cm) 10.725 m^{-2} i u najdubljem (30-40 cm) 3.150 m^{-2} , pri čemu je broj vrsta bio sličan u sva tri sloja (Tabela 6, Grafik 7).

U poslednjoj sezoni tokom proleća (P 2017) rezerva semena u ukupnom zemljišnom profilu je procenjena na 33.800 m^{-2} za devet korovskih vrsta: *P. rhoeas* (9.325 m^{-2}), *B. convolvulus* (6.975 m^{-2}), *C. regalis* (4.900 m^{-2}), *H. europaeum* (4.800 m^{-2}), *V. hederifolia* (3.900 m^{-2}), *A. artemisiifolia* (1.200 m^{-2}), *C. album* (1.200 m^{-2}), *D. stramonium* (900 m^{-2}), *C. hybridum* (75 m^{-2}) i *C. hybridum* (75 m^{-2}) (Tabela 6, Grafik 7). Vegetativni reproduktivni organi nisu evidentirani u sistemu proizvodnje M-Pm ni u jednoj sezoni.

Tabela 6. Broj korovskih vrsta i broj semena m⁻² u zemljištu monokulture ozime pšenice sa primenom mineralnih đubriva (M-Pm), procenjen metodom FE

Vreme uzorkovanja	Dubina uzorkovanja (cm)	Broj semena m ⁻² po dubinama	Broj vrsta po dubinama	Broj semena m ⁻² na ukupnoj dubini	Broj vrsta na ukupnoj dubini
J 2014	0-15	10.050	11	21.575	12
	15-30	8.025	10		
	30-40	3.500	10		
P 2015	0-15	13.125	10	25.575	13
	15-30	9.300	8		
	30-40	3.150	12		
J 2015	0-15	11.550	8	25.275	11
	15-30	9.825	9		
	30-40	3.900	10		
P 2016	0-15	14.400	9	29.600	12
	15-30	11.400	10		
	30-40	3.800	11		
J 2016	0-15	12.900	10	26.775	11
	15-30	10.725	9		
	30-40	3.150	9		
P 2017	0-15	15.300	10	33.800	10
	15-30	15.450	9		
	30-40	3.050	7		



Grafik 7. Broj semena m⁻² zastupljenih korovskih vrsta u zemljištu monokulture ozime pšenice sa primenom mineralnih đubriva (M-Pm), metod FE

4.1.3. Monokultura soje

Tokom šest sezona uzorkovanja zemljišta metodom FE u monokulturi soje (M-S) potvrđeno je prisustvo semena 22 korovske vrste (Grafik 8).

U jesen 2014. godine u sloju 0-40 cm procenjena je rezerva semena od 25.775 m⁻² (Tabela 7). Najveća brojnost semena bila je u prvom sloju zemljišta (0-15 cm= 10.800 m⁻²), a najmanja u najdubljem sloju (30-40 cm= 5.900 m⁻²). Od 15 detektovanih korovskih vrsta dominirale su: *C. hybridum* (9.275 m⁻²), *C. album* (8.500 m⁻²), *B. convolvulus* (1.525 m⁻²), *A. artemisiifolia* (2.100 m⁻²), *A. retroflexus* (1.275 m⁻²) i *V. hederifolia* (1.025 m⁻²). Ostale vrste su učestvovala u zemljišnoj rezervi sa <1.000 semena m⁻² (Grafik 8).

Naredne sezone (P 2015), pre setve soje, procenjena rezerva semena na ukupnom zemljišnom profilu je iznosila 27.100 m⁻² za 19 korovskih vrsta, pri čemu su dominirale iste vrste kao i prethodne sezone. Nakon žetve soje (J 2015) rezerva semena je bila siromašnija (24.025 m⁻²) ali je broj korovskih vrsta čije seme je detektovano u rezervi bio veći za vrstu *A. repens* (Tabela 7, Grafik 8).

Tokom proleća 2016. godine rezerva semena je procenjena na 33.575 m⁻² (Tabela 7) za 19 korovskih vrsta. Korovske vrste sa najvećom brojnošću semena su bile: *C. hybridum* (13.175 m⁻²), *C. album* (10.975 m⁻²), *A. artemisiifolia* (2.300 m⁻²), *A. retroflexus* (1.950 m⁻²) i *V. hederifolia* (1.625 m⁻²) (Grafik 8). Nakon žetve soje utvrđena je manja rezerva semena (30.450 m⁻²) koje potiče i od manjeg broja korovskih vrsta (16) u odnosu na prethodno uzorkovanje (Tabela 7, Grafik 8).

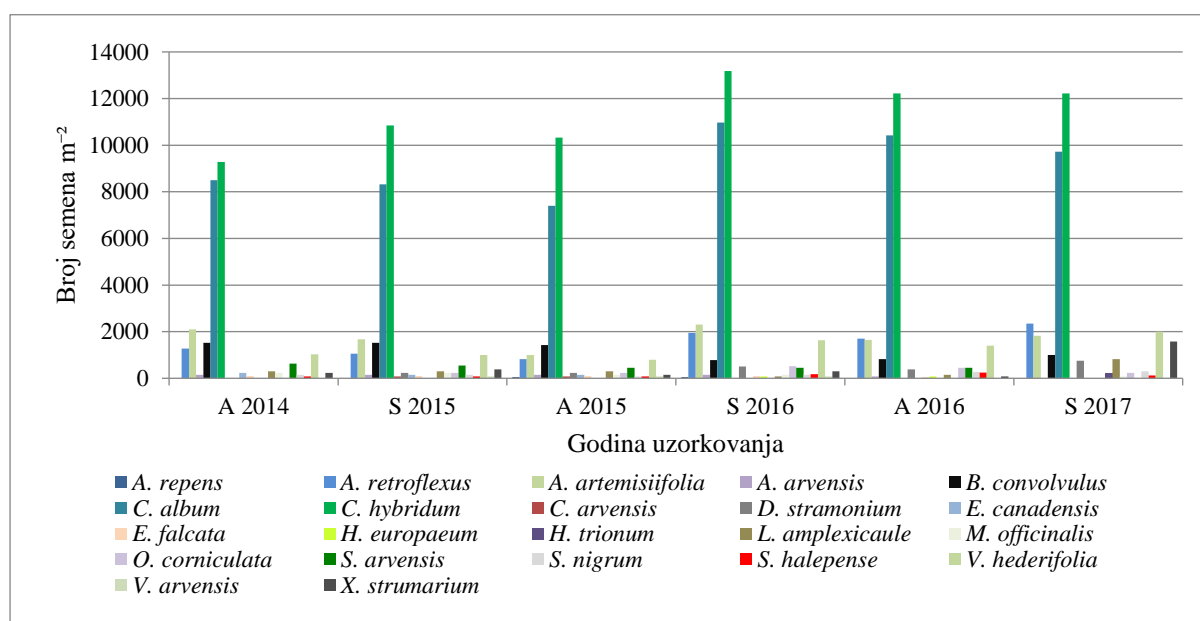
U poslednjoj sezoni (P 2017) potvrđena je najveća rezerva semena u M-S (0-40 cm= 33.225 m⁻²), ali je broj korovskih vrsta kojoj pripadaju ta semena bio znatno manji (14) (Tabela 7). Po brojnosti semena izdvojile su se vrste: *C. hybridum* (12.225 m⁻²), *C. album* (9.725 m⁻²), *A. retroflexus* (2.350 m⁻²), *V. hederifolia* (2.000 m⁻²), *X. strumarium* (1.575 m⁻²), *B. convolvulus* (1000 m⁻²) i *A. artemisiifolia* (1.825 m⁻²) (Grafik 8). Rizomi sirka su evidentirani samo u prvoj sezoni (J 2014).

Tabela 7. Broj korovskih vrsta i broj semena m⁻² u monokulturi soje (M-S), procenjen metodom FE

Vreme uzorkovanja	Dubina uzorkovanja (cm)	Broj semena m ⁻² po dubinama	Broj vrsta po dubinama	Broj semena m ⁻² na ukupnoj dubini	Broj vrsta na ukupnoj dubini
J 2014	0-15	10.800	13	25.775	15
	15-30	9.075	11		
	30-40	5.900	8		
P 2015	0-15	12.525	15	27.100	19
	15-30	8.625	13		
	30-40	5.950	8		
J 2015	0-15	10.500	15	24.025	20
	15-30	8.025	17		
	30-40	5.500	8		

Nastavak tabele 7.

P 2016	0-15	17.625	14	33.575	19
	15-30	10.500	14		
	30-40	5.450	10		
J 2016	0-15	15.525	12	30.450	16
	15-30	9.975	11		
	30-40	4.950	9		
P 2017	0-15	15.150	12	33.225	14
	15-30	13.725	14		
	30-40	4.350	7		



Grafik 8. Broj semena m^{-2} zastupljenih korovskih vrsta u monokulturi soje (M-S), metod FE

4.1.4. Dvopoljni plodored sa primenom mineralnih đubriva

Sistem dvopoljnog plodoreda (ozima pšenica-kukuruz) sa primenom mineralnog đubriva, posmatran je kroz dva tretmana (**D-PK_m**, **D-KP_m**) u kojima su se smenjivali ozima pšenica i kukuruz. Ukupno je detektovana 41 korovska vrsta, u prvom tretmanu 31, odnosno u drugom 30 vrsta. Procenjena brojnost prikazana je u tabeli 8, a broj semena u okviru svake vrste na grafiku 9 i 10.

U prvom uzorkovanju u jesen 2014. godine u tretmanu gde je bio kukuruz potvrđena je veća brojnost semena u odnosu na tretman gde je bila pšenica ($D-KP_m = 23.250 m^{-2}$; $D-PK_m = 20.100 m^{-2}$) (Tabela 8). U $D-KP_m$ najviše semena procenjeno je u plitkom sloju, a najmanje u najdubljem (0-15 cm = 9.900 ; 30-40 cm = $4.800 m^{-2}$), dok je u $D-PK_m$ brojnost bila najveća u sloju 15-30 cm ($7.800 m^{-2}$), a najmanja u 30-40 cm ($5.250 m^{-2}$). Od 18 detektovanih korovskih vrsta u $D-PK_m$ najveći broj semena imali su: *V. hederifolia* ($3.825 m^{-2}$), *B. convolvulus* (2.825

m⁻²), *C. hybridum* (2.125 m⁻²), *A. retroflexus* (2.050 m⁻²), *C. album* (1.625 m⁻²), *C. regalis* (1.275 m⁻²), *D. stramonium* (1.375 m⁻²), *P. rhoeas* (1.900 m⁻²) i *P. oleracea* (1.050 m⁻²) (Grafik 9). U tretmanu D-KPm evidentirana su semena 23 korovske vrste među kojima su najbrojnije: *C. hybridum* (3.400 m⁻²), *C. album* (3.125 m⁻²), *P. rhoeas* (2.925 m⁻²), *B. convolvulus* (2.700 m⁻²), *C. regalis* (2.450 m⁻²), *V. hederifolia* (2.225 m⁻²) i *D. stramonium* (1.575 m⁻²). Ostale evidentirane vrste, u oba tretmana, su imale brojnost < 1.000 semena m⁻² (Grafik 10). Rizomi *S. halepense* i korenove reznice *C. arvensis* su evidentirane samo u tretmanu D-KPm.

Tokom proleća 2015. godine (P 2015) u tretmanu D-KPm procenjena je rezerva semena od 26.100 m⁻², a u D-PK_m 25.950 m⁻². U oba tretmana rezerva je bila najveća u prvom sloju zemljišta (0-15 cm), dok je sa povećanjem dubine brojnost opadala (Tabela 8). U D-KP_m su evidentirana semena novih vrsta (*A. artemisiifolia*, *E. falcata*, *F. officinalis*, *M. officinalis*, *S. oleraceus*, *S. halepense*, *V. arvensis*), dok semena vrsta *L. amlexicaule*, *P. oleracea* i *S. annua* nisu detektovana (Grafik 9). U tretmanu D-PM_m evidentirana su semena vrsta *L. arvensis* i *C. arvensis* (Grafik 10). Prisustvo rizoma sirka je potvrđeno samo u D-PK_m. Nakon žetve useva u oba tretmana utvrđeno je da su semena korova manje-više ravnomerno raspoređena u slojevima 0-15 cm i 15-30 cm, dok je manja brojnost evidentirana u podoraničnom sloju zemljišta (Tabela 8).

U proleće 2016. godine u tretmanu D-PK_m u sloju 0-40 cm procenjena je rezerva od 28.550 semena m⁻² (Tabela 8) 23 korovske vrste pri čemu se po brojnosti semena izdvaja *C. hybridum* (4.300 m⁻²). Osim toga, evidentirana su semena vrsta *H. europeum* i *L. draba* kojih ranije nije bilo (Grafik 9). U D-KP_m procenjeno je 24.725 semena m⁻² 29 korovskih vrsta među kojima su *C. hybridum* i *P. rhoeas* bile sa najvećom brojnošću (4.375 i 3.375 m⁻²) (Grafik 10). Rizomi *S. halepense* su evidentirani u oba tretmana. U jesen iste godine u tretmanu D-PK_m utvrđeno je da u zemljišnoj rezervi perzistira 25.700 semena m⁻², a u D-PK_m 22.975 semena m⁻². Međutim, diverzitet vrsta čije seme je potvrđeno u zemljišnoj rezervi je bio veći u D-PK_m, 29 vrsta (Tabela 8). Osim toga, u D-PK_m zabeleženo je prisustvo reznica korena *C. arvensis* i rizoma *S. halepense*.

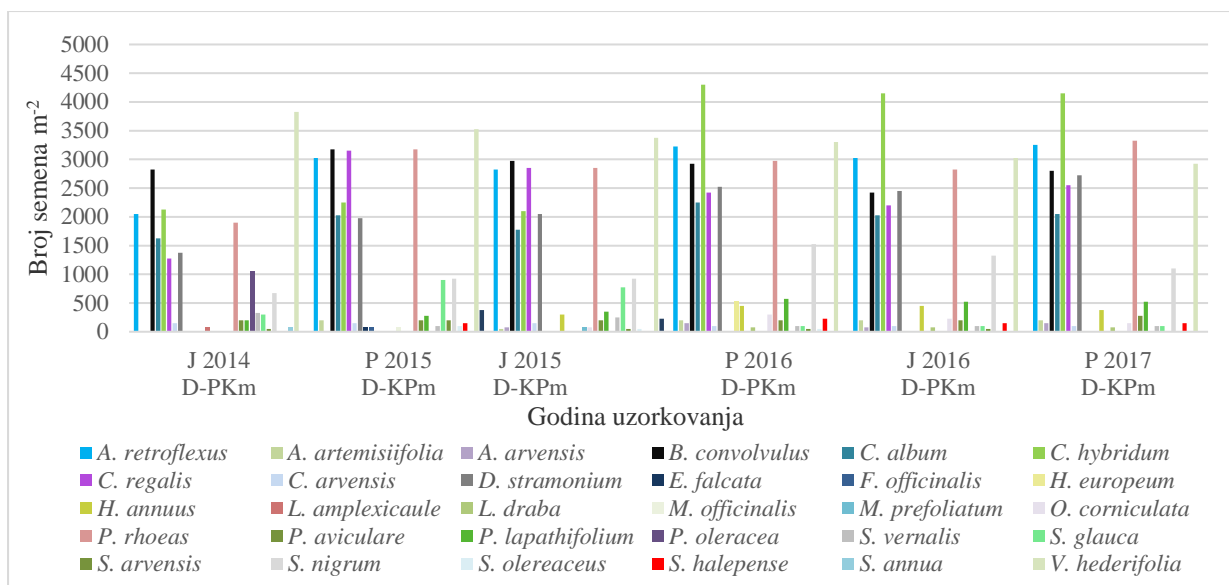
Slična rezerva semena u zemljištu je utvrđena u proleće 2017. godine, u D-KP_m 22.974 semena m⁻² 29 vrsta i u D-PK_m 25.975 semena m⁻² 30 vrsta (Tabela 8). Takođe su evidentirani rizomi *S. halepense* i korenove reznice *C. arvensis*.

Tabela 8. Broj korovskih vrsta i broj semena m⁻² u dvopoljnom plodoredu sa primenom mineralnih đubriva (D-PK_m/D-KP_m), procenjen metodom FE

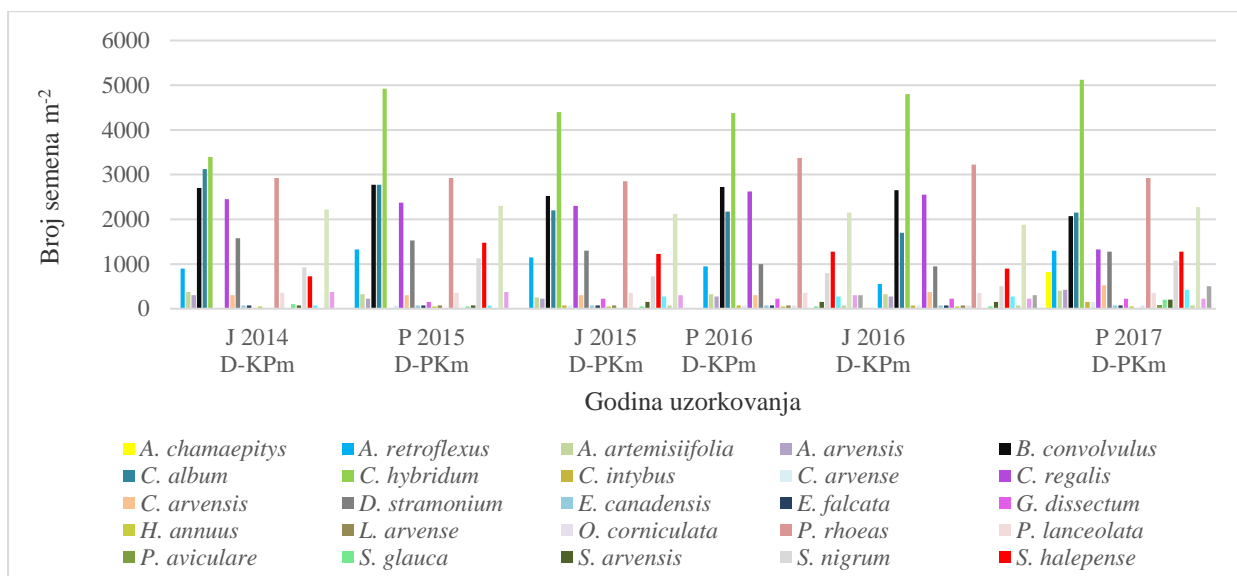
Vreme uzorkovanja	Tretman	Dubina uzorkovanja (cm)	broj semena m ⁻² po dubinama	Broj vrsta po dubinama	Broj semena m ⁻² na ukupnoj dubini	Broj vrsta na ukupnoj dubini
J 2014	D-PK _m	0-15	7.050	14	20.100	18
		15-30	7.800	16		
		30-40	5.250	15		
	D-KP _m	0-15	9.900	15	23.250	23
		15-30	8.550	17		
		30-40	4.800	14		

Nastavak table 8.

P 2015	D-KPm	0-15	12.075	17	26.100	22
		15-30	9.225	14		
		30-40	4.800	17		
	D-PKm	0-15	11.550	17	25.950	25
		15-30	10.050	18		
		30-40	4.350	14		
J 2015	D-KPm	0-15	10.080	14	23.630	22
		15-30	9.300	17		
		30-40	4.250	17		
	D-PKm	0-15	9.975	18	23.535	27
		15-30	9.750	21		
		30-40	3.850	15		
P 2016	D-PKm	0-15	13.500	17	28.550	23
		15-30	11.100	15		
		30-40	3.950	17		
	D-KPm	0-15	11.175	20	24.725	29
		15-30	10.350	23		
		30-40	3.200	26		
J 2016	D-PKm	0-15	11.700	16	25.700	21
		15-30	10.500	15		
		30-40	3.500	15		
	D-KPm	0-15	11.175	20	24.725	29
		15-30	10.350	23		
		30-40	3.200	26		
P 2017	D-KPm	0-15	9.150	21	22.974	29
		15-30	10.575	22		
		30-40	3.250	16		
	D-PKm	0-15	11.925	23	25.975	30
		15-30	10.950	21		
		30-40	3.100	18		



Grafik 9. Broj semena m⁻² zastupljenih korovskih vrsta u dvopoljnom plodoredu sa primenom mineralnih đubriva (D-PK_m, D-KP_m), metod FE



Grafik 10. Broj semena m⁻² zastupljenih korovskih vrsta u dvopoljnom plodoredu sa primenom mineralnih đubriva (D-KP_m, D-PK_m), metod FE

4.1.5. Dvopoljni plodored bez primene đubriva

Sistem dvopoljnog plodoreda bez primene đubriva analiziran je kroz dva tretmana (**D-PK**, **D-KP**) gde se smenjuju ozima pšenica i kukuruz. Tokom šest sezona uzorkovanja zemljišta metodom FE detektovano je ukupno 38 korovskih vrsta, u prvom tretmanu 29, a u drugom 32 vrste (Grafik 11, 12).

U jesen 2014. godine u zemljišnim uzorcima oba tretmana perzistirao je skoro isti broj semena (~ 16.000 m⁻²), a u oba tretmana najveća brojnost je bila u najplićem sloju, a najmanja

u najdubljem (Tabela 9). Od 22 evidentirane vrste u D-PK, odnosno 20 u D-KP po brojnosti semena izdvojile su se: *S. annua*, *S. halepense*, *A. arvensis*, *A. chamaepitys* i *A. artemisiifolia*, dok je broj semena ostalih vrsta bio $<1.000\text{ m}^{-2}$ (Grafik 11, 12).

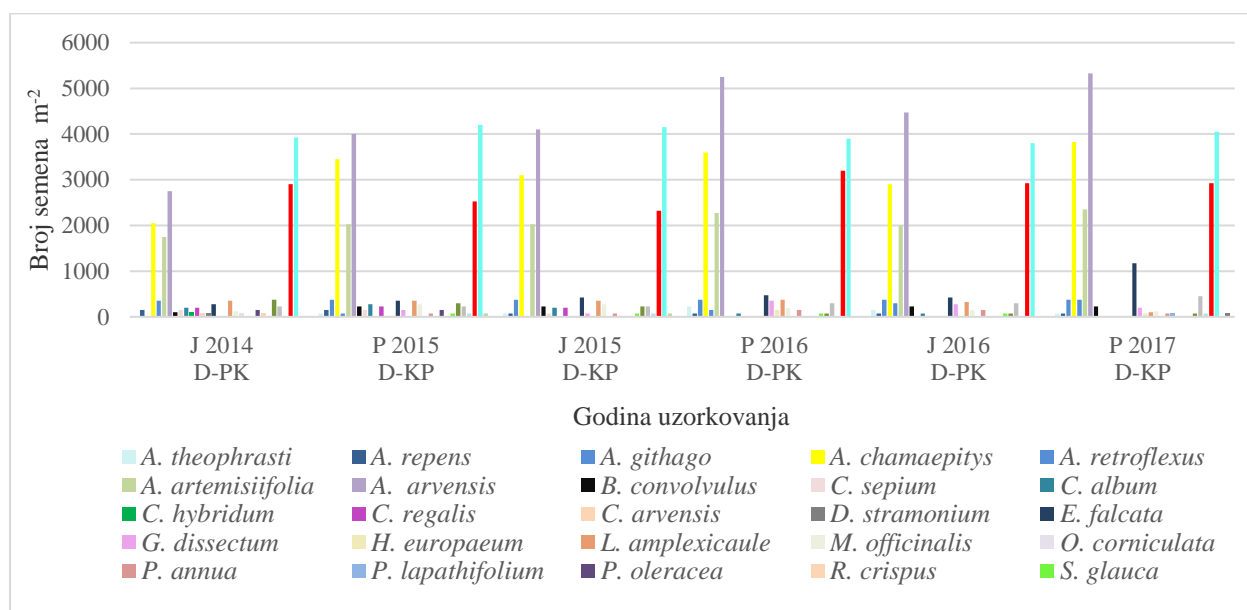
Tabela 9. Broj korovskih vrsta i broj semena m^{-2} u dvopoljnom plodoredu bez primene đubriva (D-PK, D-KP), procenjen metodom FE

Vreme uzorkovanja	Tretman	Dubina uzorkovanja (cm)	broj semena m^{-2} po dubinama	Broj vrsta po dubinama	Broj semena m^{-2} na ukupnoj dubini	Broj vrsta na ukupnoj dubini
J 2014	D-PK	0-15	5.850	13	16.425	22
		15-30	5.475	13		
		30-40	5.100	15		
	D-KP	0-15	7.050	11	16.725	20
		15-30	5.325	12		
		30-40	4.350	11		
P 2015	D-KP	0-15	7.950	16	19.850	21
		15-30	7.350	16		
		30-40	4.550	10		
	D-PK	0-15	8.925	15	19.550	21
		15-30	6.225	15		
		30-40	4.400	13		
J 2015	D-KP	0-15	7.050	15	18.800	22
		15-30	7.200	15		
		30-40	4.550	11		
	D-PK	0-15	7.725	12	17.750	20
		15-30	5.925	15		
		30-40	4.100	14		
P 2016	D-PK	0-15	8.250	16	21.275	19
		15-30	8.925	15		
		30-40	4.100	10		
	D-KP	0-15	8.775	15	20.750	24
		15-30	8.175	16		
		30-40	3.800	14		
J 2016	D-PK	0-15	7.125	13	19.075	19
		15-30	8.400	15		
		30-40	3.550	12		
	D-KP	0-15	7.425	13	17.975	20
		15-30	7.500	15		
		30-40	3.050	12		
P 2017	D-KP	0-15	10.125	14	22.101	20
		15-30	8.926	14		
		30-40	3.050	10		
	D-PK	0-15	9.600	15	21.000	23
		15-30	8.700	16		
		30-40	2.700	11		

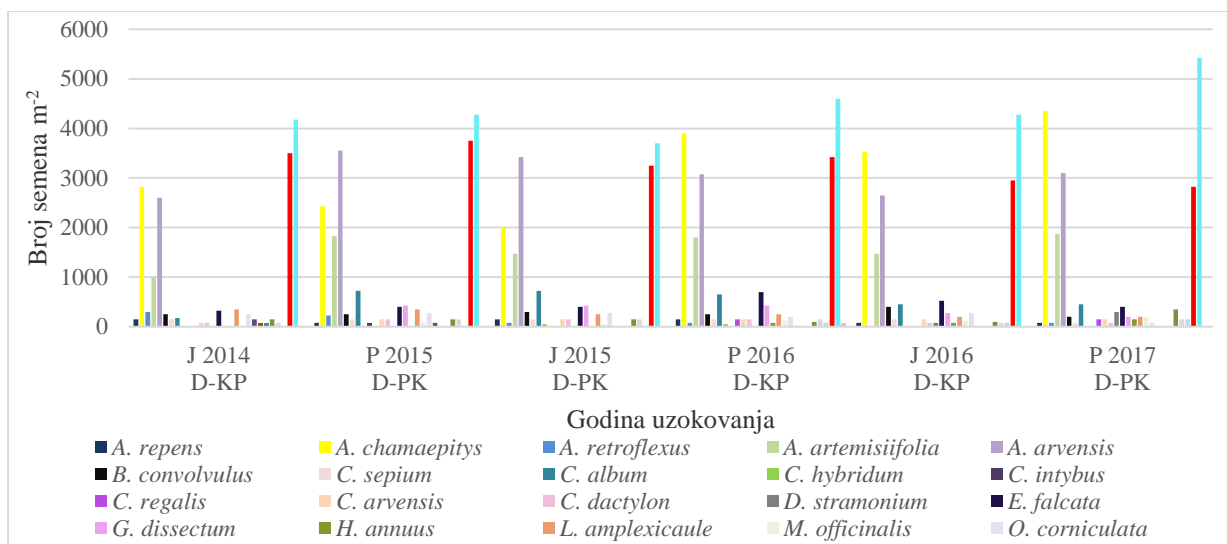
U proleće 2015. godine u D-KP evidentirano je 19.850 semena m⁻² (Tabela 9), a za razliku od prethodne sezone nisu evidentirana semena vrsta: *C. hybridum*, *C. arvensis*, *D. stramonium*, *O. corniculata* i *R. crispus*. Međutim, utvrđeno je prisustvo semena novih vrsta i to: *P. annua*, *S. glauca* i *S. media* (Grafik 11). U D-PK evidentirana je jedna korovska vrsta više (*C. intybus*) nego u prethodnoj oceni, a na dubini 0-40 cm procenjena rezerva je bila 19.550 semena m⁻² (Tabela 9, Grafik 12). Nakon žetve useva u tretmanu D-KP konstatovan je manje-više ravnomeran raspored semena na profilu 0-15 cm i 15-30 cm, dok ih je manje bilo u najdubljem sloju zemljišta. Međutim, u tretmanu D-PK najveća brojnost semena je detektovana u prvom sloju zemljišta i ona je padala sa povećanjem dubine (Tabela 9).

U proleće 2016. godine u D-PK perzistiralo je 19 vrsta koje su činile zemljišnu rezervu sa 21.275 semena m⁻², a u D-KP veličina rezerve semena je bila slična ali bogatija za 5 korovskih vrsta. U oba tretmana dominirale su korovske vrste: *S. annua*, *S. halepense*, *A. arvensis*, *A. chamaepitys* i *A. artemisiifolia*. Posle žetve useva u tretmanu D-PK procenjena rezerva semena 19 vrsta je iznosila 19.075 m⁻², a u D-KP 17.975 m⁻² 20 korovskih vrsta (Tabela 9, Grafik 11, 12).

U poslednjoj oceni u proleće 2017. godine (P 2017) utvrđena je slična rezerva semena u zemljištu u oba tretmana ali diverzitet vrsta kojima seme pripada je bio veći u D-PK (Tabela 9).



Grafik 11. Broj semena m⁻² zastupljnih korovskih vrsta u dvopoljnom plodoredu bez primene đubriva (D-PK, D-KP), metod FE



Grafik 12. Broj semena m^{-2} zastupljnih korovskih vrsta u dvopoljnom plodoredu bez primene đubriva (D-KP, D-PK), metod FE

4.1.6. Tropoljni plodored sa primenom mineralnih đubriva

Uticaj sistema gajenja ozime pšenice, kukuruza i soje u tropoljnom plodoredu sa primenom mineralnih đubriva na rezerve semena u zemljištu analiziran je kroz tri tretmana: **T-PSKm**, **T-KPSm** i **T-SKpm**. U svim uzorkovanjima (A 2014 S 2017) detektovano je ukupno 39 vrsta, u prvom tretmanu perzistiralo je 30, u drugom 34 i u trećem 29 korovskih vrsta (Tabela 10). Korenove reznice *C. arvensis* evidentirane su u sva tri tretmana, a rizomi *S. halepense* samo u prvom i drugom.

U jesen 2014. godine u tretmanu sa pšenicom (T-PSKm) evidentirana su semena 25 korovskih vrsta, a na ukupnom profilu 0-40 cm utvrđeno je 16.300 semena m^{-2} . U tretmanu sa kukuruzom (T-KPSm) na istoj dubini konstatovano je 15.225 semena m^{-2} 28 korovskih vrsta, a u tretmanu sa sojom (T-SKpm) 15.375 m^{-2} 22 vrste (Tabela 10). U sva tri tretmana brojnost je bila slična u slojevima 0-15 cm i 15-30 cm, a najmanja u podoraničnom. Nekolicina vrsta (*A. retroflexus*, *B. convolvulus*, *C. album*, *C. hybridum*, *D. stramonium*, *S. halepense*) je participirala sa rezervama >1.000 semena m^{-2} (Grafik 13, 14, 15).

U proleće 2015. godine u tretmanu T-SKpm evidentirana je veća brojnost semena u odnosu na prethodno uzorkovanja (18.975 m^{-2}), a u T-KPSm najmanja (16.250 m^{-2}) ali takođe sa većom brojnošću u odnosu na prvo uzorkovanje. U T-PSKm utvrđen je veći diverzitet, tj. 29 vrsta čija su semena potvrđena u zemljišnoj rezervi. U jesen iste godine u sva tri tretmana veličina rezerve semena se smanjila. U slojevima 0-15 cm i 15-30 cm u svim tretmanima evidentirana je slična rezerva, a u podoraničnom sloju znatno manja (Tabela 10).

U proleće 2016. godine (P 2016) u tretmanu KPSm, gde je predusev bila soja a na parceli će biti kukuruz, u ukupnoj zemljišnoj rezervi perzistiralo je 20.625 semena m^{-2} . Mnogo manja brojnost semena zabeležena je u tretmanima T-SKpm (16.725 m^{-2}) i T-PSKm (16400 m^{-2}). U T-KPSm u okviru 28 prisutnih korovskih vrsta dominirale su: *C. hybridum*, *C. album*, *S. halepense*, *B. convolvulus* i *A. retroflexus*. Takođe, prvi put je detektovano seme *O. corniculata* i plodovi (čaura) *X. strumarium* (Grafik 13). U tretmanu T-SKpm evidentirana semena su

pripadala jednoj od 31, a u T-PSKm od 26 korovskih vrsta (Tabela 10). U drugoj oceni (J 2016) najveća brojnost semena utvrđena je u T-KPSm (17.600 m⁻²), dok je u T-SKPm bilo najmanje semena (14.825 m⁻²) ali sa većim florističkim diverzitetom (32 vrste) (Tabela 10). Pored prethodno konstatovanih vrsta evidentirane su i nove, npr. u T-KPSm *L. amlexicaule* i *S. annua*, u T-SKPm *A. trifida* i *H. trionum* i u T-PSKm *H. europeum* (Grafik 13, 14, 15).

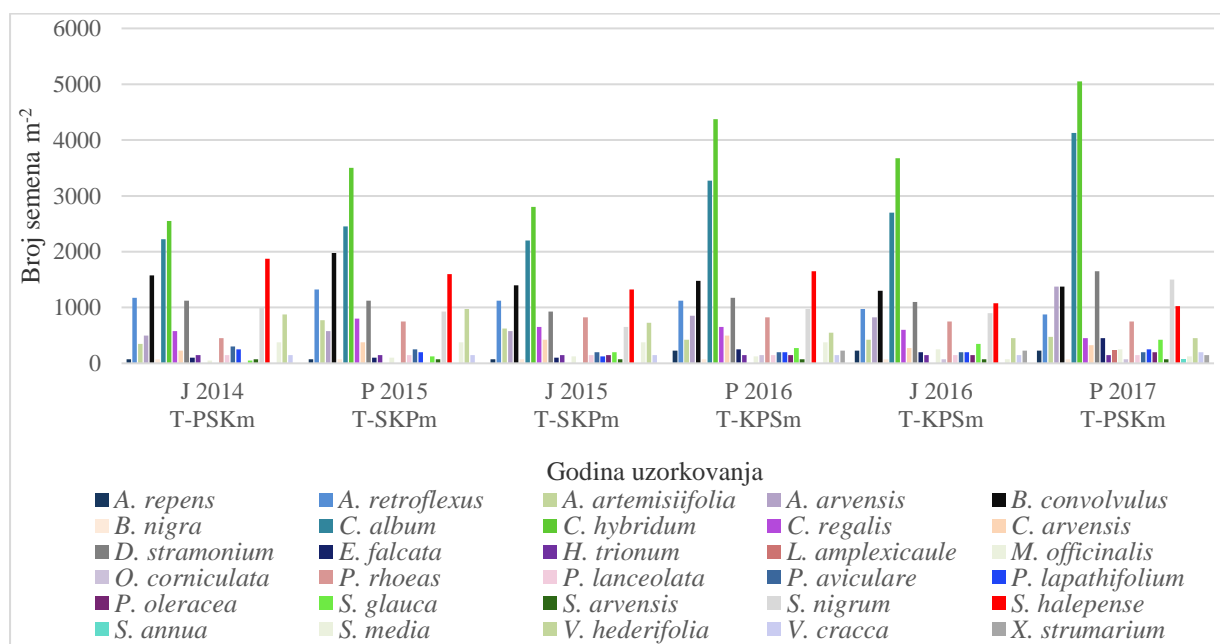
Poslednjim uzorkovanjem (P 2017) u T-PSKm je procenjena najveća brojnost semena m⁻² a u T-SKPm najmanje. Diverzitet vrsta u tretmanima T-PSKm i T-KPSm je bio isti (30 vrsta), dok je tri vrste manje zabeleženo u T-SKPm (Tabela 10). U sva tri tretmana sa apsolutnom dominacijom semena su bile vrste *C. album* i *C. hybridum*.

Tabela 10. Broj korovskih vrsta i broj semena m⁻² u tropoljnom plodoredu sa primenom mineralnih đubriva (T-PSKm, T-KPSm, T-SKPm), procenjen metodom FE

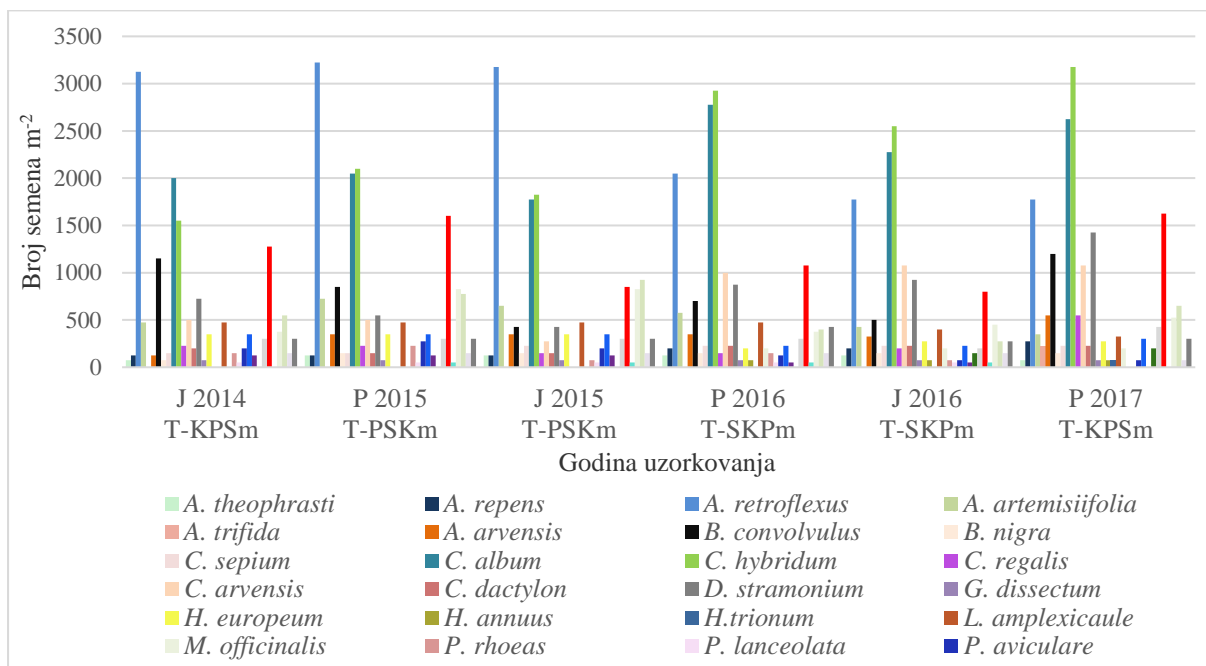
Vreme uzorkovanja	Tretman	Dubina uzorkovanja	Broj semena m ⁻² po dubinama	Broj vrsta po dubinama	Broj semena m ⁻² na ukupnoj dubini	Broj vrsta na ukupnoj dubini
J 2014	T-PSKm	0-15	6.675	22	16.300	25
		15-30	6.225	18		
		30-40	3.400	16		
	T-KPSm	0-15	6.450	24	15.225	28
		15-30	5.625	22		
		30-40	3.150	19		
	T-SKPm	0-15	5.925	19	15.375	22
		15-30	5.700	15		
		30-40	3.750	17		
P 2015	T-SKPm	0-15	8.925	23	18.975	25
		15-30	6.900	28		
		30-40	3.150	16		
	T-PSKm	0-15	7.500	25	17.200	29
		15-30	7.200	24		
		30-40	2.500	20		
	T-KPSm	0-15	7.200	22	16.250	24
		15-30	5.850	21		
		30-40	3.200	18		
J 2015	T-SKPm	0-15	7.200	23	16.200	26
		15-30	6.450	21		
		30-40	2.550	17		
	T-PSK	0-15	6.225	24	14.925	29
		15-30	6.600	24		
		30-40	2.100	20		
	T-KPSm	0-15	5.175	20	12.800	23
		15-30	5.025	21		
		30-40	2.600	15		
T-KPSm	0-15	9.675	26	20.625	28	
	15-30	8.400	24			
	30-40	2.550	27			

Nastavak tabele 10.

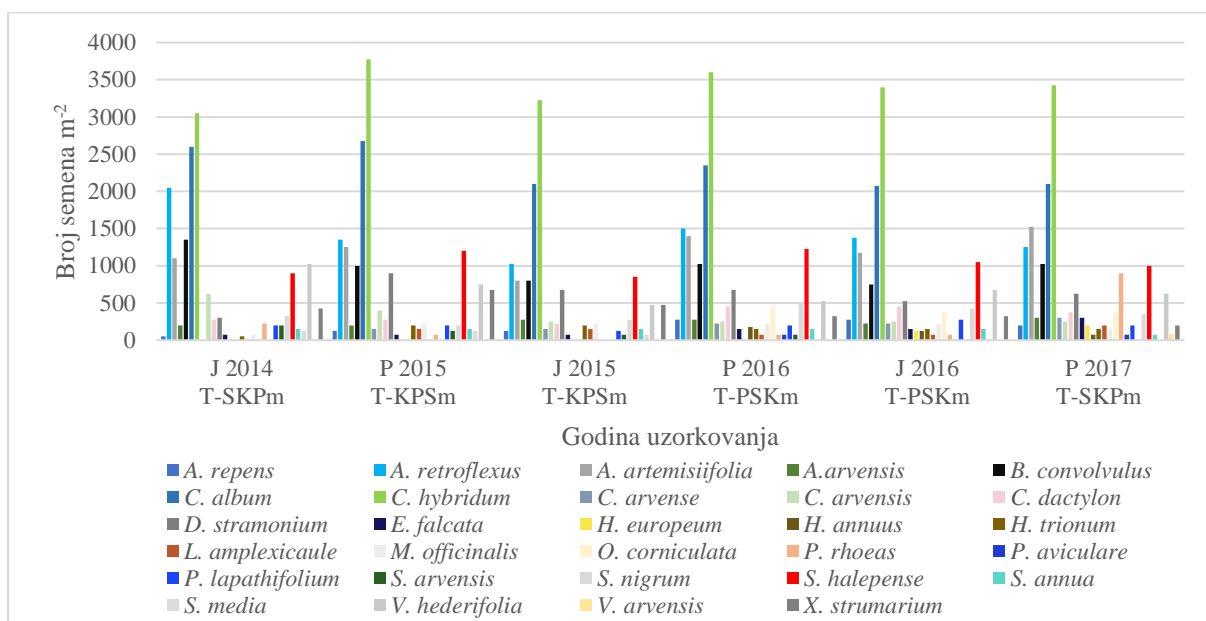
P 2016	T-SKPM	0-15	8.100	26	16.725	31
		15-30	6.525	25		
		30-40	2.100	21		
	T-PSKm	0-15	7.425	23	16.400	26
		15-30	6.525	23		
		30-40	2.450	15		
J 2016	T-KPSm	0-15	7.350	26	17.600	28
		15-30	7.950	24		
		30-40	2.300	17		
	T-SKPM	0-15	6.450	26	14.825	32
		15-30	6.525	27		
		30-40	1.850	21		
T-PSKm	0-15	6.225	22	14.925	25	
	15-30	6.450	24			
	30-40	2.250	15			
P 2017	T-PSKm	0-15	10.575	28	22.725	30
		15-30	10.050	26		
		30-40	2.100	19		
	T-KPSm	0-15	9.375	27	19.100	30
		15-30	8.025	26		
		30-40	1.700	17		
T-SKPM	0-15	7.500	25	16.325	27	
	15-30	6.825	25			
	30-40	2.000	14			



Grafik 13. Broj semena m⁻² zastupljenih korovskih vrsta u tropoljnom plodoredu sa primenom mineralnih đubriva (T-PSKm, T-SKPM, T-KPSm), metod FE



Grafik 14. Broj semena m^{-2} zastupljenih korovskih vrsta u tropoljnom plodoredu sa primenom mineralnih đubriva (T-KPSm, T-PSK, T-SKP), metod FE



Grafik 15. Broj semena m^{-2} zastupljenih korovskih vrsta u tropoljnom plodoredu sa primenom mineralnih đubriva (T-SKP, T-KPS, T-PSK), metod FE

4.1.7. Tropoljni plodored sa primenom stajnjaka i mineralnih đubriva

Uticaj rotacije tri useva (ozima pšenica-kukuruz-soja) sa primenom stajnjaka i mineralnih đubriva na rezerve semena u zemljištu takođe je analiziran kroz tri tretmana (**T-PSKs**, **T-KPSs**, **T-SKPs**). Tokom šest sezona uzorkovanja ukupno je evidentirano 37 vrsta korova, u prvom tretmanu 28, u drugom za jednu manje (27) a u trećem najviše (33) (Tabela 11).

Prva procena rezerve semena (J 2014) pokazala je da u tretmanu T-PSKs na dubini 0-40 cm perzistira 19.300 semena m⁻² 24 korovske vrste, u T-KPSs 27.775 semena m⁻² 23 vrste i u T-SKPs 23.925 semena m⁻² 24 vrste (Tabela 11). Samo u T-PSKs brojnost je bila veća u sloju 15-30 cm, dok u druga dva tretmana u plitkom 0-15 cm. U sva tri tretmana najveći deo rezerve semena je pripada *C. album* i *C. hybridum* (Grafik 16, 17, 18). Rizomi *S. halepense* su uočeni u sva tri tretmana, a korenove reznice *C. arvensis* samo u T-PSKs.

U proleće 2015. godine najbogatija rezerva semena je evidentirana u T-PSKs, a najveći broj korovskih vrsta konstatovan je u T-SKPs. U zemljišnim uzorcima nije bilo reznica rizoma i korenova višegodišnjih korovskih vrsta. Tokom jesenjeg uzorkovanja veličina rezervi semena je varirala od 18.250 m⁻² u T-SKPs do 28.300 m⁻² u T-PSKs, dok je diverzitet vrsta bio sličan u sva tri tretmana (Tabela 11, Grafik 16, 17, 18).

U sledećoj sezoni (P 2016) najmanja brojnost semena evidentirana je u T-KPSs (24.050 m⁻²) a najveća u T-SKPs (31.800 m⁻²). Najveći procenat semena je evidentiran u najplićem sloju zemljišta, a sa porastom dubine brojnost je padala (Tabela 11). Rizomi *S. halepense* detektovani su u T-PSKs a reznice korena *C. arvensis* u T-KPSs. Nakon žetve useva konstantovana je inverzija, tj. najmanja rezerva semena je detektovana u T-SKPs (20.275 m⁻²) ali sa najvećim diverzitetom, odnosno u T-KPSm najveća rezerva (28.875 m⁻²) sa najmanjim diverzitetom vrsta (20) (Tabela 11).

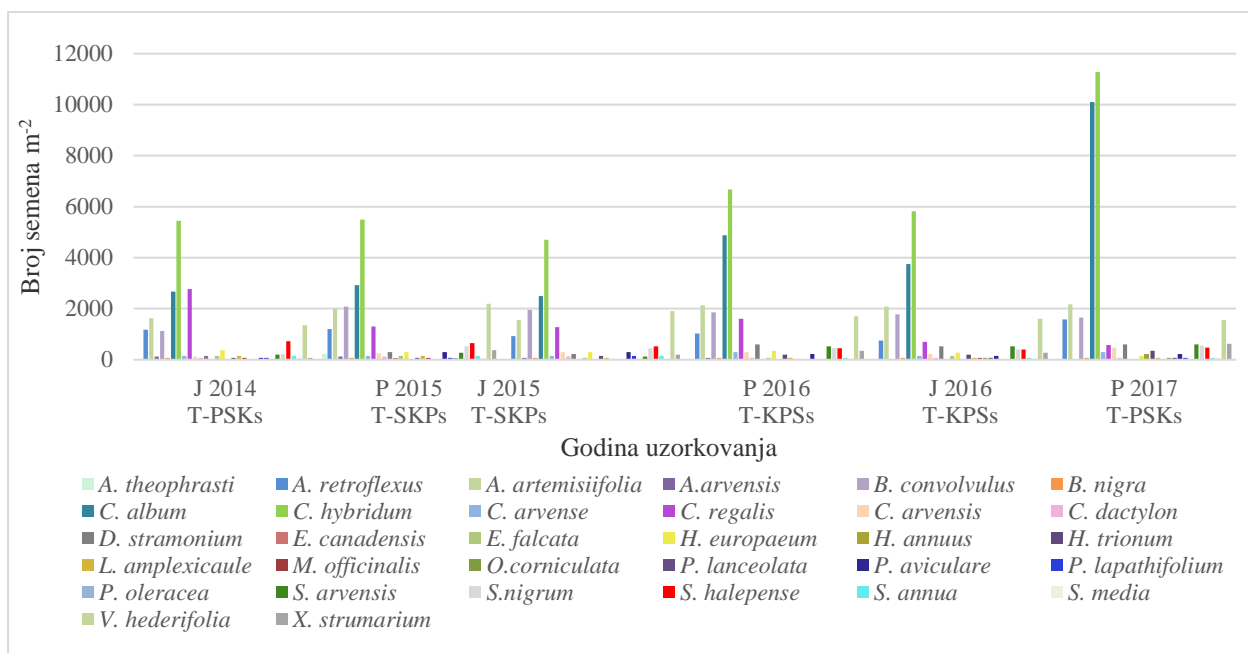
Tokom proleća 2017. godine (P 2017) procenjena brojnost semena u sva tri tretmana je osetno bila veća, s tim da je u T-PSKs i T-KPSs (usled znatno veće brojnosti semena *C. album* i *C. hybridum*) to bilo značajno više nego u T-SKPs (Grafik 16, 17, 18).

Tabela 11. Broj korovskih vrsta i broj semena m⁻² u tropoljnom plodoredu sa primenom stajnjaka i mineralnih đubriva (T-PSKs, T-KPSs, T-SKPs), procenjen metodom FE

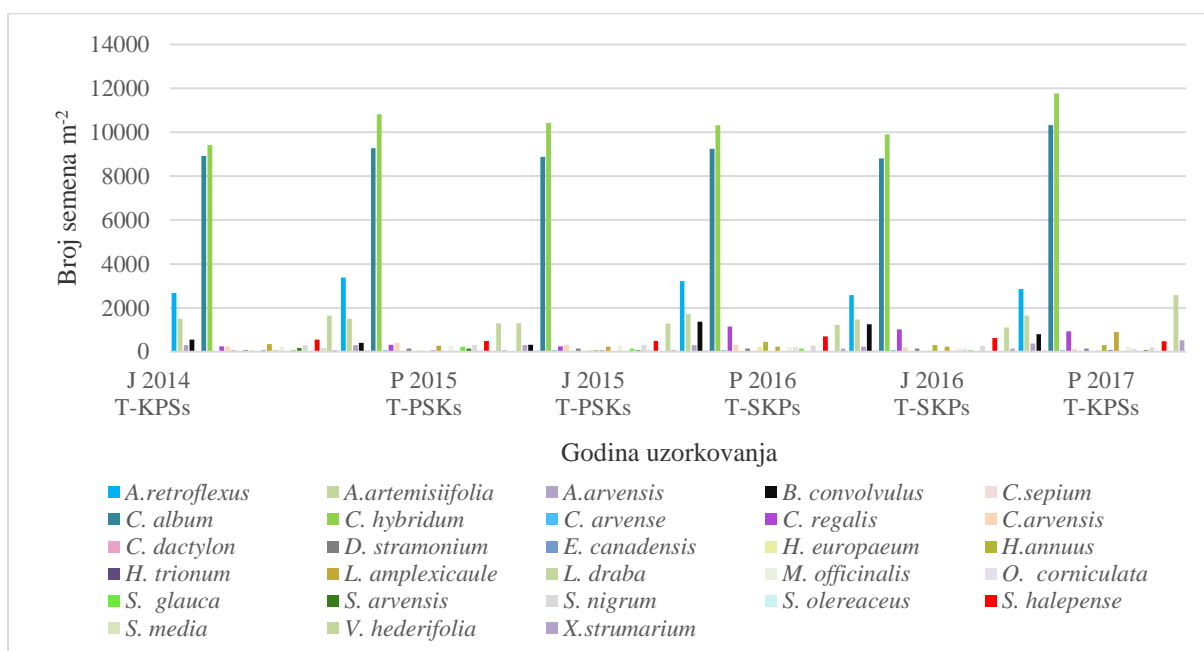
Vreme uzorkovanja	Tretman	Dubina uzorkovanja	Broj semena m ⁻² po dubinama	Broj vrsta po dubinama	Broj semena m ⁻² na ukupnoj dubini	Broj vrsta na ukupnoj dubini
J 2014	T-PSKs	0-15	7.650	18	19.300	26
		15-30	8.400	18		
		30-40	3.250	12		
	T-KPSs	0-15	11.550	16	27.775	23
		15-30	10.875	15		
		30-40	5.350	13		
	T-SKPs	0-15	9.675	19	23.925	24
		15-30	8.850	15		
		30-40	5.400	13		

Nastavak tabele 11.

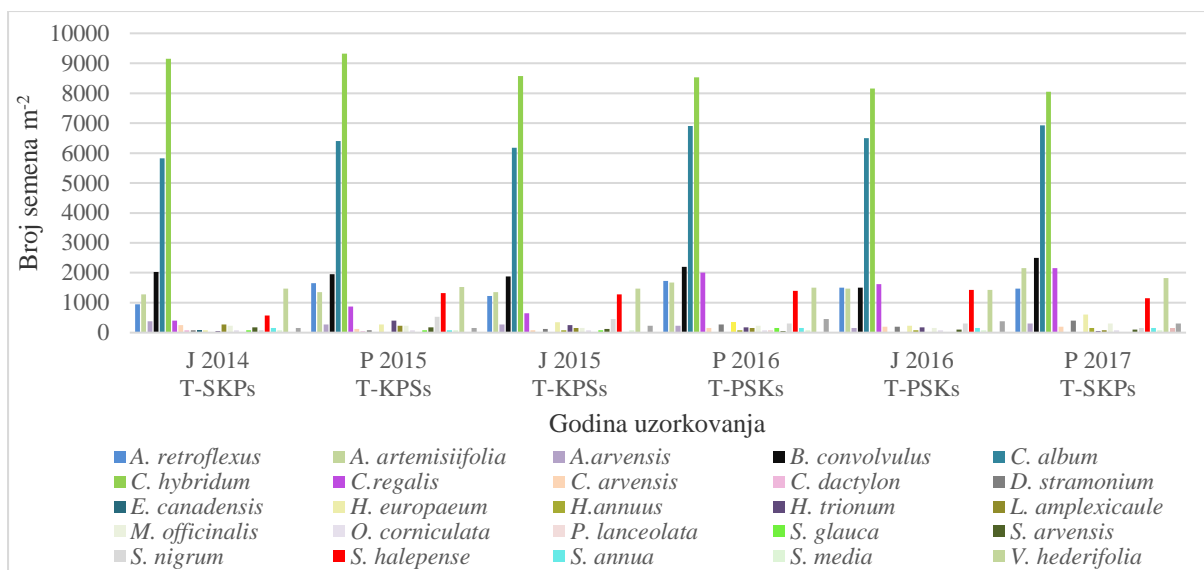
P 2015	T-SKPs	0-15	8.850	21	21.775	29
		15-30	9.825	22		
		30-40	3.100	13		
	T-PSKs	0-15	13.125	14	30.000	22
		15-30	11.925	18		
		30-40	4.950	13		
	T-KPSs	0-15	12.375	20	27.200	23
		15-30	9.825	16		
		30-40	5.000	14		
J 2015	T-SKPs	0-15	6.750	18	18.250	24
		15-30	8.550	20		
		30-40	2.950	13		
	T-PSKs	0-15	12.000	14	28.300	23
		15-30	11.700	19		
		30-40	4.600	12		
	T-KPSs	0-15	10.950	19	25.075	23
		15-30	9.375	16		
		30-40	4.750	13		
P 2016	T-KPSs	0-15	12.075	20	24.050	23
		15-30	9.225	18		
		30-40	2.750	13		
	T-SKPs	0-15	14.325	17	31.800	21
		15-30	13.125	18		
		30-40	4.350	20		
	T-PSKs	0-15	13.800	21	28.875	24
		15-30	10.725	17		
		30-40	4.350	13		
J 2016	T-KPSs	0-15	10.200	20	20.275	25
		15-30	7.575	17		
		30-40	2.500	12		
	T-SKPs	0-15	12.150	16	28.875	20
		15-30	12.525	18		
		30-40	4.200	11		
	T-PSKs	0-15	11.400	18	23.850	21
		15-30	10.500	16		
		30-40	3.950	12		
P 2017	T-PSKs	0-15	18.450	21	34.075	26
		15-30	13.425	17		
		30-40	2.200	11		
	T-KPSs	0-15	16.950	19	34.700	28
		15-30	13.800	18		
		30-40	3.950	11		
	T-SKPs	0-15	14.175	19	29.300	23
		15-30	11.625	17		
		30-40	3.500	12		



Grafik 16. Broj semena m^{-2} zastupljenih korovskih vrsta u tropoljnom plodoredu sa primenom stajnjaka i mineralnih đubriva (T-PSKs, T-SKPs, T-KPSs), metod FE



Grafik 17. Broj semena m^{-2} zastupljenih korovskih vrsta u tropoljnom plodoredu sa primenom stajnjaka i mineralnih đubriva (T-KPSs, T-PSKs, T-SKPs), metod FE



Grafik 18. Broj semena m^{-2} zastupljenih korovskih vrsta u tropoljnom plodoredu sa primenom stajnjaka i mineralnih đubriva (T-SKPs, T-KPSs, T-PSKs), metod FE

4.1.8. Tropoljni plodored bez primene đubriva

Efekat tropoljnog plodoreda (pšenica-kukuruz-soja) bez primene đubriva na rezerve semena u zemljištu je takođe analiziran kroz tri tretmana: **T-PSK**, **T-KPS** i **T-SKP**. Na dubini 0-40 cm ukupno su konstatovana semena 33 vrste, u prvom 31, u drugom 28 i u trećem 27 korovskih vrsta (Tabela 12).

Nakon žetve pšenice (J 2014) u tretmanu T-PSK na dubini 0-40 cm perzistira 16.300 semena m^{-2} 24 korovske vrste, u T-KPS 15.750 semena m^{-2} 23 vrste i u T-SKPs 20.700 semena m^{-2} 20 korovskih vrsta (Tabela 12). Najveći udeo semena u svim tretmanima potiče od vrsta: *S. annua*, *A. chamaepitys*, *A. arvensis* i *S. halepense*. Takođe i reznice rizoma *S. halepense* su evidentirane u svim tretmanima, a reznice korena *C. arvensis* samo u T-SKP.

Tokom proleća 2015. godine (P 2015) u T-PSK i T-KPS konstatovana je skoro identična rezerva sa istim diverzitetom vrsta (22), dok je u T-SKP manja za dve vrste i oko 4.000 semena m^{-2} (Tabela 12). Rizomi *S. halepense* su bili prisutni u sva tri tretmana. Posle žetve useva i dalje je u T-PSK i T-KPS bio manje-više nepromenjen broj semena, a u T-SKP znatno manji. U sva tri tretmana raspored semena i diverzitet korovskih vrsta u slojevima 0-15 cm i 15-30 cm je bio sličan. Takođe, reznice rizoma *S. halepense* su evidentirane u sva tri tretmana.

Tokom proleća 2016. godine (P 2016) ustanovljen je blagi porast brojnosti semena i vrsta u sva tri tretmana. Osim toga, i dalje su visoko učešće u rezervi semena imale vrste: *S. annua*, *A. chamaepitys* i *S. halepense* (Grafik 19, 20, 21). Takođe, rizomi sirka su evidentirani u sva tri tretmana. Nakon žetve utvrđen je osetni pad brojnosti semena m^{-2} , ali je diverzitet vrsta ostao isti u svim tretmanima. Na ukupnoj dubini 0-40 cm u T-KPS procenjena rezerva je bila 16.200 semena m^{-2} , a u T-PSK i T-SKP oko 20.000 semena m^{-2} (Tabela 12). Prisustvo rizoma *S. halepense* je potvrđeno u sva tri tretmana.

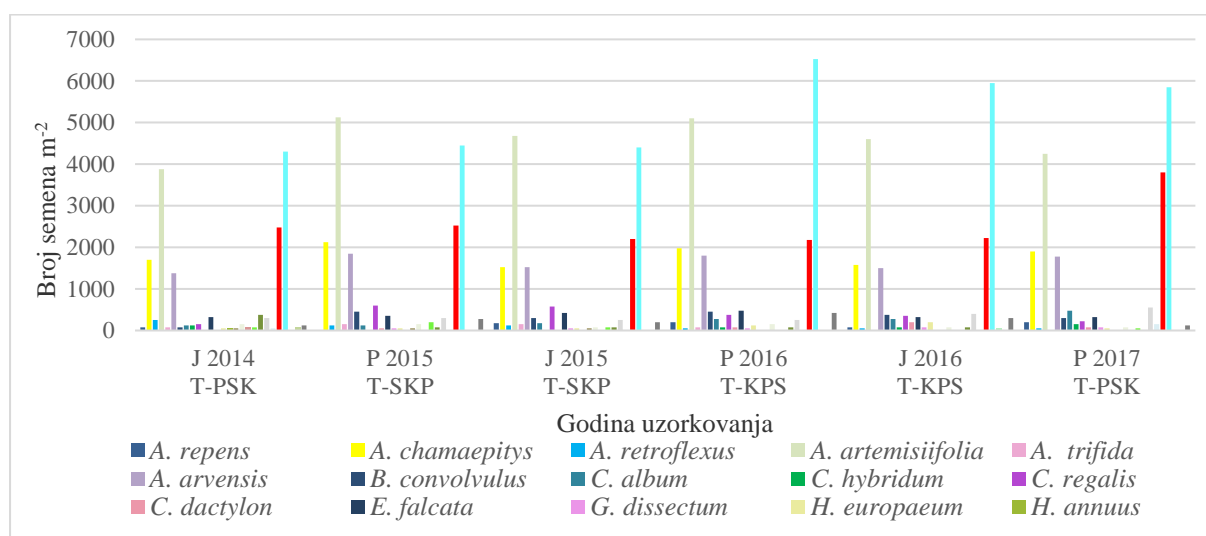
Poslednjom ocenom (P 2017) u T-PSK utvrđena je povećana brojnost semena *A. chamaepitys*, *S. halepense* i *A. arvensis*, u T-KPS semena *S. halepense*, *A. arvensis* i *S. annua* i u T-SKP semena *A. artemisiifolia* (Grafik 19, 20, 21).

Tabela 12. Broj korovskih vrsta i broj semena m⁻² u tropskom plodoredu bez primene đubrenja (T-PSK, T-KPS, T-SKP), procenjen metodom FE

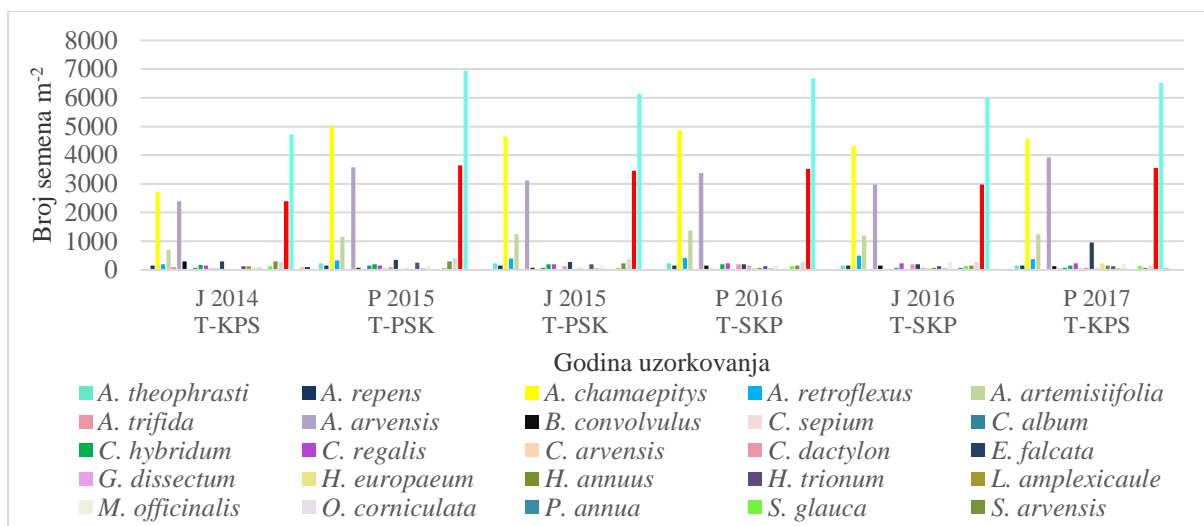
Vreme uzorkovanja	Tretman	Dubina uzorkovanja	Broj semena m ⁻² po dubinama	Broj vrsta po dubinama	Broj semena m ⁻² na ukupnoj dubini	Broj vrsta na ukupnoj dubini
J 2014	T-PSK	0-15	6.225	13	16.300	24
		15-30	6.525	16		
		30-40	3.550	15		
	T-KPS	0-15	6.300	16	15.750	24
		15-30	5.400	17		
		30-40	4.050	12		
	T-SKP	0-15	9.225	11	20.700	20
		15-30	7.875	17		
		30-40	3.600	16		
P 2015	T-SKP	0-15	8.025	13	19.075	20
		15-30	7.800	14		
		30-40	3.250	15		
	T-PSK	0-15	10.950	13	23.450	22
		15-30	7.950	17		
		30-40	4.550	12		
	T-KPS	0-15	11.175	14	23.925	22
		15-30	9.450	15		
		30-40	3.300	16		
J 2015	T-SKP	0-15	6.825	14	17.075	20
		15-30	7.200	16		
		30-40	3.050	15		
	T-PSK	0-15	9.600	14	21.500	21
		15-30	7.650	18		
		30-40	4.250	13		
	T-KPS	0-15	9.375	13	21.350	23
		15-30	8.925	15		
		30-40	3.050	16		
P 2016	T-KPS	0-15	9.975	14	20.400	20
		15-30	8.175	14		
		30-40	2.250	12		
	T-SKP	0-15	9.150	18	22.850	23
		15-30	9.450	18		
		30-40	4.250	13		
	T-PSK	0-15	10.275	15	22.525	25
		15-30	9.300	16		
		30-40	2.950	17		

Nastavak tabele 12.

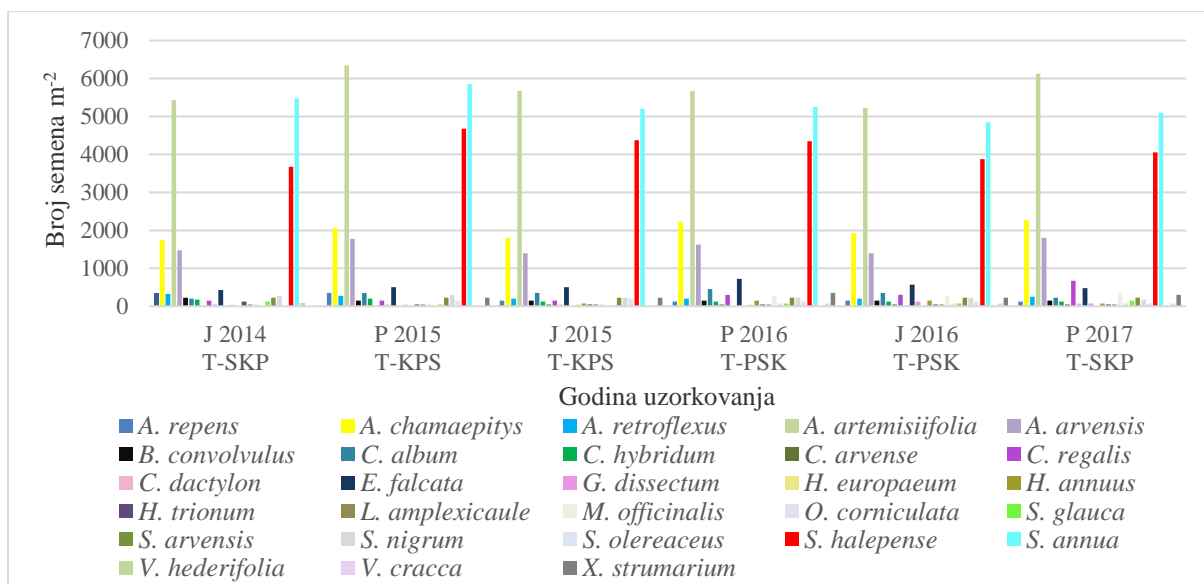
J 2016	T-KPS	0-15	8.550	14	16.200	20
		15-30	7.650	15		
		30-40	2.400	13		
	T-SKP	0-15	7.575	17	20.400	23
		15-30	8.775	16		
		30-40	4.050	14		
	T-PSK	0-15	9.600	16	20.850	25
		15-30	8.550	18		
		30-40	2.700	16		
P 2017	T-PSK	0-15	9.825	13	20.450	20
		15-30	8.625	16		
		30-40	2.000	13		
	T-KPS	0-15	10.500	18	23.450	26
		15-30	9.450	14		
		30-40	3.500	14		
	T-SKP	0-15	9.975	16	23.175	26
		15-30	10.350	18		
		30-40	2.850	14		



Grafik 19. Broj semena m⁻² zastupljenih korovskih vrsta u tropoljnom plodoredu bez primene đubrenja (T-PSK, T-SKP, T-KPS), metod FE



Grafik 20. Broj semena m^{-2} zastupljenih korovskih vrsta u tropoljnom plodoredu bez primene đubrenja (T-KPS, T-PSK, T-SKP), metod FE



Grafik 21. Broj semena m^{-2} zastupljenih korovskih vrsta u tropoljnom plodoredu bez primene đubrenja (T-SKP, T-KPS, T-PSK), metod FE

4.1.9. Rezerve semena po dubinama u zemljištu i sezonama uzorkovanja u svim sistemima biljne proizvodnje, procenjene metodom FE

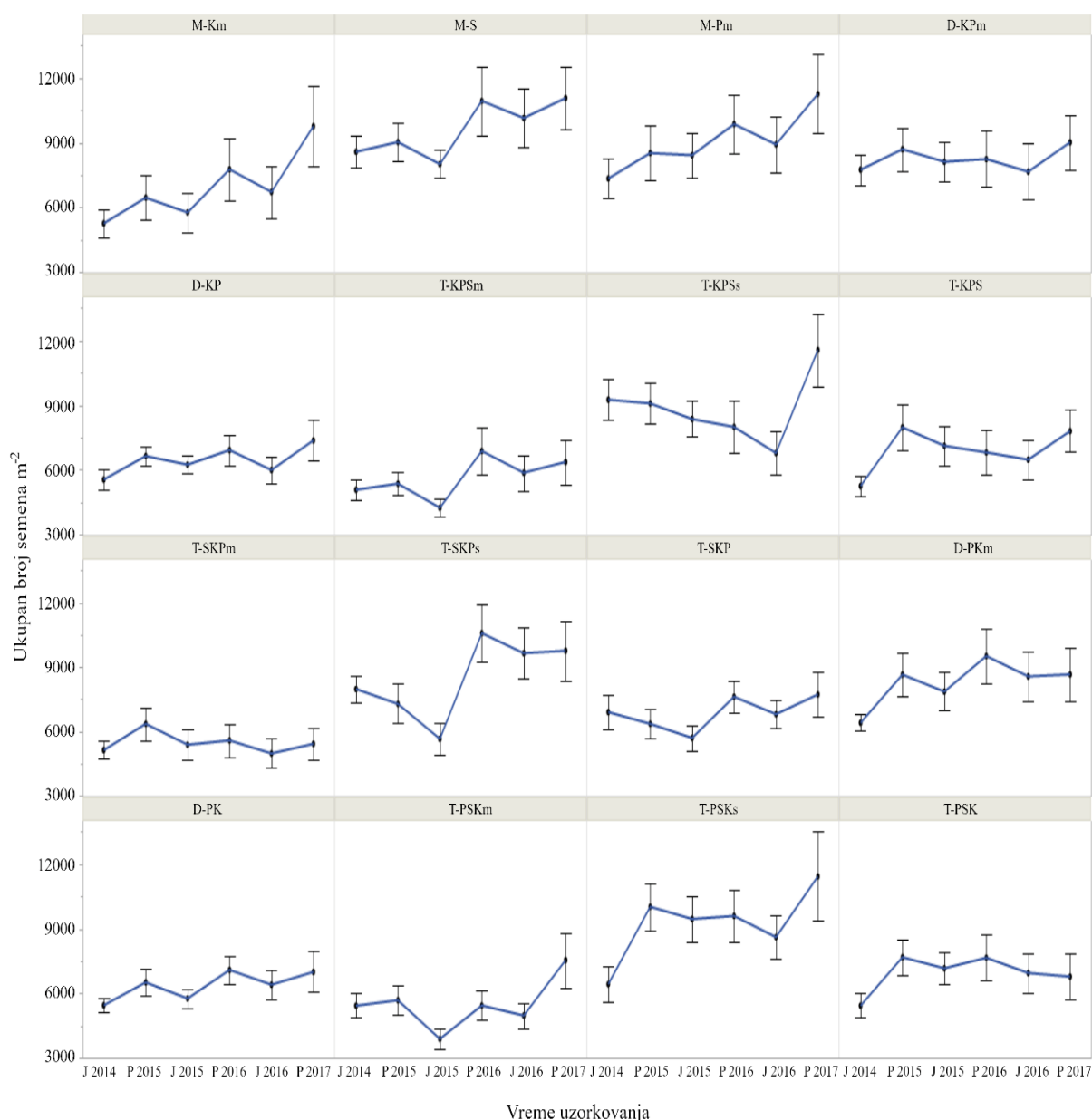
U odnosu na zemljišni profil 0-40 cm procenjene rezerve semena metodom FE tokom 6 sezona uzorkovanja (J 2014 – P 2017), uključujući sve sisteme biljne proizvodnje, tj. tretmane, su prikazane na slici 7. Generalno, semena u svim tretmanima su bila raspoređena tako što ih je u sloju 0-15 cm bilo najviše, a sa povećanjem dubine brojnost je postepeno padala. Najveća brojnost konstatovana je u sloju 0-15 cm u monokulturama soje i pšenice (M-S= 13.687 m^{-2} ; M-Pm= 12.962 m^{-2}), a najmanja u tropoljnom plodoredu sa primenom mineralnih đubriva (T-

PSKm= 7.135 m⁻²). U sloju 15-30 cm najviše semena utvrđeno je u tropsolju sa primenom stajnjaka (T-PSKs= 11.150 m⁻²), a najmanje u tropsolju sa primenom mineralanih đubriva (T-SKPM= 6.475 m⁻²), dok je u najdubljem sloju najviše semena evidentirano u M-S (5.345 m⁻²) a najmanje u M-Km (1.803 m⁻²).



Slika 7. Procenjene rezerve semena metodom FE na vertikalnom profilu zemljišta: 0-15, 15-30 i 30-40 cm

Na osnovu sukcesivnog uzimanja uzoraka zemljišta tokom tri godine, odnosno šest sezona (J 2015 – P 2017) u različitim sistemima biljne proizvodnje dobijen je uvid u priliv semena iz sezone u sezonu u zemljišni depo (Grafik 22). Depo, odnosno rezerve semena su redovno u prolećnom uzorkovanju bile veće u odnosu na jesenje za period jesen-proleće. Takođe, rezerve semena u svim sistemima biljne proizvodnje su protokom vremena rasle, osim u nekoliko pojedinačnih slučajeva gde nije potvrđena ta pravilnost. U okviru monokultura, najveća rezerva semena je evidentirana u sistemu M-S a zatim u M-Pm. U okviru plodoređa (dvopolja, tropsolja) veći priliv semena je evidentiran u sistemima sa primenom stajnjaka (T-PSKs, T-KPSs, T-SKPs) u odnosu na neđubrena dvopolja (D-PK, D-KP) i tropsolja (T-PSK, T-KPM, T-SKP), kao i u odnosu na plodoređe sa primenom mineralnih đubriva (D-PKm, D-KPm, T-PSKm, T-KPMm, T-SKPM) (Grafik 22).



Grafik 22. Promena brojnosti semena u zemljištu u različitim sistemima biljne proizvodnje za period J 2014 – P 2017 procenjena metodom FE

4.2. Diverzitet korovske zajednice u različitim sistemima biljne proizvodnje na osnovu procenjenih rezervi semena u zemljištu metodom FE

Na osnovu procenjene rezerve semena korova u različitim sistemima biljne proizvodnje metodom FE izračunati su α indeksi diverziteta, dominantnosti i uniformnosti vrsta u zajednici [Simpson-ov indeks diverziteta (D), Simpson-ov indeks dominantnosti (D'), Shannon-ov indeks diverziteta (H), Shannon-ov indeks uniformnosti (H/H_{max})] i β indeks (Apsolutna beta vrednost).

4.2.1. Uticaj sistema biljne proizvodnje na α i β diverzitet korovske zajednice

Na osnovu procenjene rezerve semena iz prve sezone (**J 2014**) i izračunatog D indeksa može se konstatovati da je u monokulturama M-Pm i M-Km diverzitet korovske zajednice bio najmanji ($D= 0,8829$ i $0,6886$), a u tropolju T-PSKm najveći ($D= 0,1555$). Takođe i na osnovu D' indeksa utvrđeno je da je diverzitet korovske zajednice u monokulturi M-Pm bio najmanji ($D'= 0,1171$) a u tropoljima T-PSKm i T-KPSm najveći ($D'= 0,8445$ i $0,8120$). Na osnovu H indeksa je potvrđeno da je u M-Pm diverzitet korovske zajednice bio najmanji ($H= 0,2672$) a u tropolju T-PSKm najveći ($H= 2,0610$). U pogledu florističke uniformnosti, tj. izračunatog $H/Hmax$ indeksa potvrđeno je da je u korovskim zajednicama monokultura M-Pm i M-Km dominirala jedna ili par korovskih vrsta ($H/Hmax= 0,1075$ i $0,2563$), dok je u korovskoj zajednici tropolja T-PSKm zastupljenost većeg broja vrsta ukazala na veću uniformnost ($H/Hmax= 0,6404$). Osim toga, na osnovu β indeksa potvrđene su razlike između sistema biljne proizvodnje spram broja zastupljenih korovskih vrsta, odnosno u M-Km je bilo najmanje a u T-KPSm najviše korovskih vrsta (Tabela 13).

Tabela 13. Vrednosti α i β indeksa diverziteta na osnovu procenjene rezerve semena korovskih biljaka metodom FE iz uzoraka jesen 2014. godine

Sistem biljne proizvodnje (tretman)	Simpson-ov indeks diverziteta (D)	Simpson-ov indeks dominantnosti (D')	Shannon-ov indeks diverziteta (H)	Shannon-ov indeks uniformnosti ($H/Hmax$)	Apsolutna beta vrednost
M-Km	0,6886	0,3114	0,5901	0,2563	9
M-Pm	0,8829	0,1171	0,2672	0,1075	11
M-S	0,3196	0,6804	1,3320	0,4919	14
D-PKm	0,1654	0,8346	2,0610	0,6254	17
D-KPm	0,1605	0,8395	1,9990	0,6377	22
D-PK	0,2238	0,7762	1,8180	0,5883	21
D-KP	0,2813	0,7187	1,5450	0,5249	18
T-PSKm	0,1555	0,8445	2,0610	0,6404	24
T-KPSm	0,1880	0,8120	1,9790	0,6313	27
T-SKPm	0,1750	0,8250	1,9350	0,6260	21
T-PSKs	0,1941	0,8059	1,9300	0,5922	25
T-KPSs	0,3088	0,6912	1,4300	0,4625	21
T-SKPs	0,2970	0,7030	1,5330	0,4825	23
T-PSK	0,3006	0,6994	1,5610	0,4911	23
T-KPS	0,2564	0,7436	1,7448	0,5501	23
T-SKP	0,3410	0,6590	1,4750	0,4846	20

Na osnovu procenjene rezerve semena iz drugog uzorkovanja (**P 2015**) i izračunatog D indeksa takođe je potvrđeno da je u monokulturi M-Pm diverzitet korovske zajednice bio najmanji ($D= 0,6332$) a u tropolju T-KPSm najveći ($D= 0,1443$). Osim toga i na osnovu D' indeksa ponovo je potvrđeno da je diverzitet zajednice u M-Pm bio najmanji ($D'= 0,3668$), odnosno u tropoljima T-KPSm i T-PSKm najveći ($D'= 0,8557$ i $0,8448$). Visoke vrednosti ovog indeksa su potvrđene i u dvopoljima sa mineralnim đubrenjem (D-PKm, D-KPm), kao i u

tropoljima sa primenom mineralnih đubriva (T-SKPm) i stajnjaka (T-PSKs). Takođe, Shannon-ovim H , odnosno H/H_{max} indeksom je potvrđeno da je u M-Pm diverzitet zajednice bio najmanji ($H= 0,6612$) gde su dominirale jedna ili par korovskih vrsta ($H/H_{max}= 0,2578$), odnosno u T-KPSm diverzitet je bio najveći ($H= 2,2810$) i udeo većine vrsta je bio manje-više ujednačen ($H/H_{max}= 0,6706$). Takođe, na osnovu β indeksa evidentirane su razlike između sistema biljne proizvodnje u pogledu broja korova, odnosno u M-Pm je bilo najmanje a u T-KPSm najviše korovskih vrsta (Tabela 14).

Tabela 14. Vrednosti α i β indeksa diverziteta na osnovu procenjene rezerve semena korovskih biljaka metodom FE iz uzoraka proleće 2015. godine

Sistem biljne proizvodnje (tretman)	Simpson-ov indeks diverziteta (D)	Simpson-ov indeks dominantnosti (D')	Shannon-ov indeks diverziteta (H)	Shannon-ov indeks uniformnosti (H/H_{max})	Apsolutna beta vrednost
M-Km	0,3238	0,6762	1,2390	0,4694	13
M-Pm	0,6332	0,3668	0,6612	0,2578	12
M-S	0,3452	0,6548	1,2830	0,4357	18
D-KPm	0,1702	0,8298	2,0010	0,6218	24
D-PKm	0,1643	0,8357	1,8810	0,6085	21
D-KP	0,2483	0,7517	1,6920	0,5649	20
D-PK	0,2506	0,7494	1,6910	0,5321	23
T-SKPm	0,1812	0,8188	1,9780	0,6223	23
T-PSKm	0,1552	0,8448	2,0720	0,6360	25
T-KPSm	0,1443	0,8557	2,2810	0,6706	29
T-SKPs	0,2810	0,7190	1,5530	0,4952	22
T-PSKs	0,1750	0,8250	2,0970	0,6227	28
T-KPSs	0,3047	0,6953	1,4530	0,4699	21
T-SKP	0,3260	0,6740	1,5370	0,4973	21
T-PSK	0,3092	0,6908	1,4740	0,4921	19
T-KPS	0,2969	0,7031	1,5920	0,5152	21

U odnosu na procenjenu rezervu semena korova u zemljištu iz uzoraka **J 2015** i izračunatih indeksa diverziteta (α i β) potvrđena je ista pravilnost u pogledu diverziteta korovske zajednice spram sistema biljne proizvodnje kao u prethodnoj sezoni. Na osnovu izračunatih indeksa diverziteta u monokulturi M-Pm utvrđena je najmanja raznovrsnost korovske zajednice ($D= 0,9272$; $D'= 0,0728$; $H= 0,1711$), kao i najmanja uniformnost zajednice, tj. u zajednici je dominirala jedna ili par vrsta ($H/H_{max}= 0,0713$). Sa druge strane, najveći diverzitet korovske zajednice (kao i u prethodnoj sezoni) je potvrđen u tropolju T-PSKm ($D= 0,1498$; $D'= 0,8502$) i T-KPSm ($H= 2,2480$), pri čemu je drugo tropolje istovremeno bilo i sa najuniformnijom zastupljenošću korovskih vrsta u zajednici ($H/H_{max}= 0,6677$). Takođe, vrednosti β indeksa indiciraju da je u M-Pm bilo najmanje a u T-KPSm najviše korovskih vrsta (Tabela 15).

Tabela 15. Vrednosti α i β indeksa diverziteta na osnovu procenjene rezerve semena korovskih biljaka metodom FE iz uzoraka jesen 2015. godine

Sistem biljne proizvodnje (tretman)	Simpson-ov indeks diverziteta (<i>D</i>)	Simpson-ov indeks dominantnosti (<i>D'</i>)	Shannon-ov indeks diverziteta (<i>H</i>)	Shannon-ov indeks uniformnosti (<i>H/Hmax</i>)	Apsolutna beta vrednost
M-Km	0,3284	0,6716	1,2300	0,4661	13
M-Pm	0,9272	0,0728	0,1711	0,0713	10
M-S	0,3754	0,6246	1,2250	0,4090	19
D-KPm	0,1654	0,8346	2,0610	0,6254	26
D-PKm	0,1663	0,8337	1,8580	0,6012	21
D-KP	0,2483	0,7517	1,6920	0,5649	19
D-PK	0,2614	0,7386	1,6200	0,5242	21
T-SKPm	0,1880	0,8120	1,9790	0,6313	22
T-PSKm	0,1498	0,8502	2,1080	0,6397	26
T-KPSm	0,1565	0,8435	2,2480	0,6677	28
T-SKPs	0,2877	0,7123	1,5220	0,4923	21
T-PSKs	0,1916	0,8084	1,9260	0,5983	24
T-KPSs	0,3140	0,6860	1,4230	0,4537	22
T-SKP	0,3366	0,6634	1,5270	0,4871	22
T-PSK	0,3168	0,6832	1,5100	0,5040	19
T-KPS	0,2808	0,7192	1,6480	0,5184	21

Na osnovu procenjenih rezervi semena iz uzorkovanja u proleće 2016. godine na osnovu svih indeksa najmanji diverzitet korovske zajednice potvrđen je u monokulturi M-Pm i dvopolju D-PKm ($D=0,8950$; $D'=0,1050$; $H=0,2543$) gde je istovremeno utvrđena i najveća neuniformnost ($H/Hmax=0,1023$) zajednice što znači da su dominirale jedna ili par vrsta u korovskoj zajednici. Kao i u prethodnim sezonama najveći diverzitet korovske zajednice je potvrđen u tropoljima T-KPSm ($D=0,1373$; $D'=0,8627$; $H=2,3110$) i T-PSKs ($H=2,3410$) pri čemu je u oba tropolja zastupljenost korovskih vrsta bila najuniformnija ($H/Hmax=0,6729$ i $0,7468$). Vrednosti β indeksa ponovo impliciraju da je u M-Pm bilo najmanje a u T-KPSm najviše korovskih vrsta (Tabela 16).

Tabela 16. Vrednosti α i β indeksa diverziteta na osnovu procenjene rezerve semena korovskih biljaka metodom FE iz uzoraka proleće 2016. godine

Sistem biljne proizvodnje (tretman)	Simpson-ov indeks diverziteta (<i>D</i>)	Simpson-ov indeks dominantnosti (<i>D'</i>)	Shannon-ov indeks diverziteta (<i>H</i>)	Shannon-ov indeks uniformnosti (<i>H/Hmax</i>)	Apsolutna beta vrednost
M-Km	0,4275	0,5725	0,9681	0,3774	12
M-Pm	0,8950	0,1050	0,2543	0,1023	11
M-S	0,3517	0,6483	1,2450	0,4228	18
D-PKm	0,6710	0,3290	0,1872	0,5970	22
D-KPm	0,1686	0,8314	2,0530	0,6096	29

Nastavak tabele 16.

D-PK	0,3143	0,6857	1,3680	0,4567	19
D-KP	0,2257	0,7743	1,8180	0,572	24
T-KPSm	0,1373	0,8627	2,3110	0,6729	30
T-SKPm	0,1661	0,8339	2,0640	0,6334	25
T-PSKm	0,1913	0,8087	1,9820	0,5947	27
T-KPSs	0,2668	0,7332	1,5980	0,5247	20
T-SKPs	0,2406	0,7594	1,6690	0,5321	22
T-PSKs	0,1458	0,8542	2,3410	0,7468	22
T-KPS	0,2808	0,7192	1,6480	0,5184	23
T-SKP	0,2992	0,7008	1,5950	0,4943	24
T-PSK	0,3074	0,6926	1,5340	0,5119	19

U procenjenoj rezervi semena u jesen 2016. godine na osnovu koje su izračunati indeksi diverziteta ponovo je najmanja raznovrsnost korovske zajednice potvrđena u sistemu M-Pm ($D= 0,9378$; $D'= 0,0622$; $H= 0,1619$) pri čemu je utvrđena i najmanja uniformnost u pogledu zastupljenosti vrsta u zajednici ($H/H_{max}= 0,0705$). Istovremeno, u tropolju T-KPSm, na osnovu sva tri indeksa diverziteta potvrđena je najveća raznovrsnost ($D= 0,1238$; $D'= 0,8762$; $H= 2,4170$) i najveća uniformnost korovskih vrsta u zajednici ($H/H_{max}= 0,6975$). Osim toga, vrednosti β indeksa indiciraju da je monokultura M-Pm bila sa najmanjim a tropolje T-KPSm sa najvećim brojem korovskih vrsta (Tabela 17).

Tabela 17. Vrednosti α i β indeksa diverziteta na osnovu procenjene rezerve semena korovskih biljaka metodom FE iz uzoraka jesen 2016. godine

Sistem biljne proizvodnje (tretman)	Simpson-ov indeks diverziteta (D)	Simpson-ov indeks dominantnosti (D')	Shannon-ov indeks diverziteta (H)	Shannon-ov indeks uniformnosti (H/H_{max})	Apsolutna beta vrednost
M-Km	0,4447	0,5553	0,9278	0,3617	12
M-Pm	0,9378	0,0622	0,1619	0,0705	10
M-S	0,3662	0,6338	1,1960	0,4221	16
D-PKm	0,1702	0,8298	1,8570	0,6099	20
D-KPm	0,1847	0,8153	2,0120	0,5974	28
D-PK	0,2922	0,7078	1,4740	0,5006	18
D-KP	0,2700	0,7300	1,5770	0,5179	20
T-KPSm	0,1238	0,8762	2,4170	0,6975	31
T-SKPm	0,1723	0,8277	2,0530	0,6378	24
T-PSKm	0,1657	0,8343	2,0930	0,6282	27
T-KPSs	0,2818	0,7182	1,5510	0,5093	20
T-SKPs	0,2423	0,7577	1,7080	0,5611	21
T-PSKs	0,2197	0,7803	1,8100	0,5624	24
T-KPS	0,2851	0,7149	1,5960	0,5092	22
T-SKP	0,3070	0,6930	1,5900	0,5002	23
T-PSK	0,3183	0,6817	1,5110	0,4965	21

Takođe, i u poslednjoj proceni rezervi semena (P 2017), a na osnovu izračunatih indeksa, potvrđeno je da je korovska zajednica monokulture M-Pm bila sa najmanjim diverzitetom ($D=0,7372$; $D'=0,2628$; $H=0,4398$) kao i sa najmanjom uniformnošću prisutnih korova, tj. jedna ili par vrsta su apsolutno dominirale u zajednici ($H/H_{max}=0,1910$). Suprotno tome, kao i u prethodnim sezonama i ovde je tropolje T-KPSm bilo sa najvećim diverzitetom vrsta ($D=0,1194$; $D'=0,8806$; $H=2,4330$) pri čemu je veliki broj vrsta bio uniformno zastupljen ($H/H_{max}=0,7155$). Indeks apsolutne β vrednosti indicira da je monokultura M-Pm takođe bila sa najmanjim, odnosno dvopolje D-KPm kao i tropolja T-PSKm i T-KPSm sa najvećim diverzitetom vrsta u zajednici (Tabela 18).

Tabela 18. Vrednosti α i β indeksa diverziteta na osnovu procenjene rezerve semena korovskih biljaka metodom FE iz uzoraka proleće 2017. godine

Sistem biljne proizvodnje (tretman)	Simpson-ov indeks diverziteta (D)	Simpson-ov indeks dominantnosti (D')	Shannon-ov indeks diverziteta (H)	Shannon-ov indeks uniformnosti (H/H_{max})	Apsolutna beta vrednost
M-Km	0,4255	0,5745	1,0840	0,4108	13
M-Pm	0,7372	0,2628	0,4398	0,1910	9
M-S	0,3448	0,6552	1,2450	0,4713	13
D-KPm	0,1566	0,8434	2,2090	0,6404	29
D-PKm	0,1663	0,8337	1,8720	0,6250	19
D-KP	0,2560	0,7440	1,6920	0,5396	22
D-PK	0,3058	0,6942	1,3890	0,4562	20
T-PSKm	0,1785	0,8215	2,0570	0,6049	29
T-KPSm	0,1194	0,8806	2,4330	0,7155	29
T-SKPm	0,1539	0,8461	2,1720	0,6591	26
T-PSKs	0,2847	0,7153	1,5850	0,4865	25
T-KPSs	0,3036	0,6964	1,4750	0,4766	21
T-SKPs	0,2847	0,7153	1,5850	0,4865	25
T-PSK	0,2853	0,7147	1,5700	0,5370	18
T-KPS	0,2521	0,7479	1,7680	0,5426	25
T-SKP	0,3025	0,6975	1,6120	0,5008	24

Na osnovu podataka iz šest sezona uzorkovanja zemljišta izračunati su proseci za α indekse diverziteta, dominantnosti i uniformnosti vrsta u zajednici i β indeks za svaki sistem biljne proizvodnje. Najmanji diverzitet korovske zajednice potvrđen je u monokulturi M-Pm ($D=0,8355$; $D'=0,1642$; $H=0,3259$) gde je istovremeno utvrđena i najmanja uniformnost zajednice ($H/H_{max}=0,1334$). S druge strane, najveći diverzitet je potvrđen u tropoljnom sistemu, tj. tretmanima T-PSKm, T-KPSm i T-SKPm ($D=0,1594$; $D'=0,8406$; $H=2,1344$) pri čemu je zajednica istovremeno bila i najuniformnija ($H/H_{max}=0,6461$). Prosečne vrednosti β indeksa impliciraju da je u M-Pm bilo najmanje (9-12) a u tropoljnom plodoredu sa minaralnim đubrenjem najviše korovskih vrsta (21-31) (Tabela 19).

Tabela 19. Prosečne vrednosti α i β indeksa diverziteta na osnovu procenjene rezerve semena korovskih biljaka metodom FE iz uzoraka jesen 2014 –proleće 2017. godine

Sistem biljne proizvodnje (tretman)	Simpson-ov indeks diverziteta (D)	Simpson-ov indeks dominantnosti (D')	Shannon-ov indeks diverziteta (H)	Shannon-ov indeks uniformnosti ($H/Hmax$)	Apsolutna beta vrednost
M-Km	0,4930	0,6736	1,0065	0,3902	9-13
M-Pm	0,8355	0,1642	0,3259	0,1334	9-12
M-S	0,3498	0,6495	1,221	0,4421	13-19
Dvopolje sa min. đubr.	0,2128	0,8293	1,9428	0,6107	17-29
Dvopolje neđubreno	0,2648	0,7355	1,6143	0,5276	18-24
Tropolje sa min. đubr.	0,1594	0,8406	2,1344	0,6461	21-31
Tropolje sa stajnjakom	0,2609	0,743	1,658	0,5258	20-28
Tropolje neđubreno	0,2932	0,6994	1,5805	0,5072	18-25

Na osnovu izračunatih α i β indeksa diverziteta i REML metode utvrđen je stepen zavisnosti između indeksa. Naime, utvrđeno je da je D indeks diverziteta u negativnoj korelaciji sa ostalim α indeksima (D' , H , $H/Hmax$) kao i sa apsolutnom β vrednošću (Tabela 20).

Tabela 20. Zavisnost između indeksa diverziteta (α i β) izračunat na osnovu vrednosti indeksa i REML modela

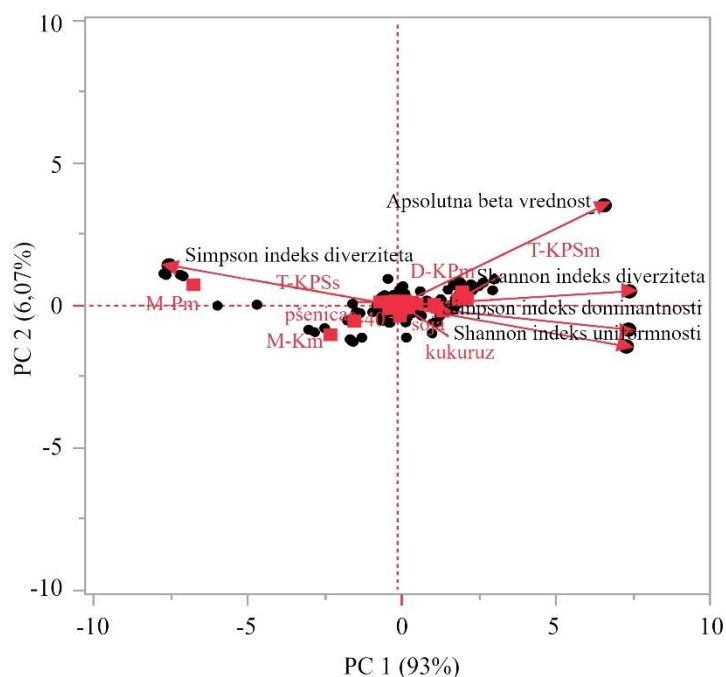
Indeksi	Simpson-ov indeks dominantnosti (D')	Shannon-ov indeks diverziteta (H)	Shannon-ov indeks uniformnosti ($H/Hmax$)	Apsolutna beta vrednost
Simpson-ov indeks diverziteta (D)	-0,9972	-0,9460	-0,9760	-0,7816
Simpson-ov indeks dominantnosti (D')		0,9491	0,9799	0,7811
Shannon-ov indeks diverziteta (H)			0,9837	0,9001
Shannon-ov indeks uniformnosti ($H/Hmax$)				0,8151

4.2.2. Diferenciranost različitih sistema biljne proizvodnje na osnovu procenjenih rezervi semena u zemljištu metodom FE

Na osnovu Analize glavnih komponenti (PCA) u biplotu (ordinacionoj ravni) prikazana je zavisnost rezervi semena u zemljištu od sistema biljne proizvodnje (Grafik 23). S obzirom da PC1 (93%) i PC2 (6,07%) komponente zajedno čine 99,07% ukupne korelacije (znači da je

PCA analiza visoko pouzdana) to pokazuje da se sistemi biljne proizvodnje značajno razlikuju u pogledu rezervi semena u zemljištu.

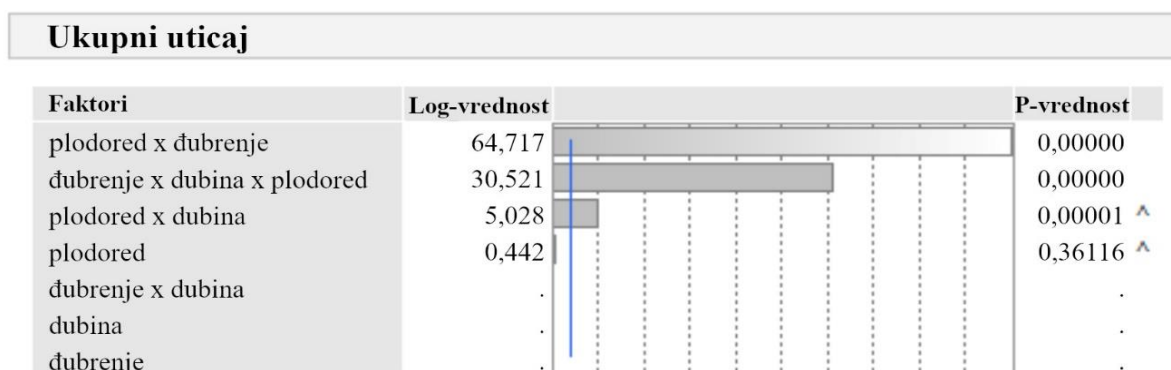
Monokulture M-Pm i M-Km su se izdvojile u odnosu na ostale sisteme biljne proizvodnje u pogledu rezervi semena, tj. diverzitetu korovske zajednice. To je u koincidenciji sa vrednostima α i β indeksa diverziteta (D , D' , H , $H/Hmax$, β) kojima je potvrđeno da su monokulture u pogledu raznovrsnosti korovske zajednice najsiromašnije u odnosu na zajednice ostalih sistema/tretmana biljne proizvodnje (npr. tokom šest sezona J 2014 –P 2017 u M-Pm β indeks= 9-12 i u M-Km β indeks= 9-13) pri čemu su u njihovom sastavu jedna ili par korovskih vrsta apsolutno dominirale. Suprotno tome, korovske zajednice ostalih sistema (tretmani dvopolja, tropolja sa/bez đubrenja) su grupisane na drugoj strani biplota što implicira njihovu veću međusobnu sličnost, a pomoću indeksa diverziteta je utvrđeno da se odlikuju većom raznovrsnošću i većom uniformnošću vrsta u zajednici. U vezi stim, npr. tropolje T-KPSm se izdvojilo na biplotu, što je koincidenciji sa izračunatim α i β indeksima diverziteta (prosečne vrednosti $D= 1,1448$, $D'= 0,8551$, $H= 2,2781$, $H/Hmax= 0,6759$ i β indeks= 27-31). To znači da je ovaj tretman/sistem biljne proizvodnje bio sa najvećim diverzitetom i najvećom uniformnošću korovskih vrsta u zajednici. Dakle, na biplotu se monokulture jasno razdvajaju od dvopoljnih i tropoljnih plodoreda po pitanju diverziteta i uniformnosti prisutnih korovskih vrsta u zajednici (Grafik 23).



Grafik 23. Analiza glavnih komponenti (PCA): diferenciranost sistema biljne proizvodnje i indeksa diverziteta na osnovu procenjenih rezervi semena u zemljištu metodom FE [crni kružići – procenjena rezerva semena u zemljištu; crveni kružići – sistemi biljne proizvodnje]

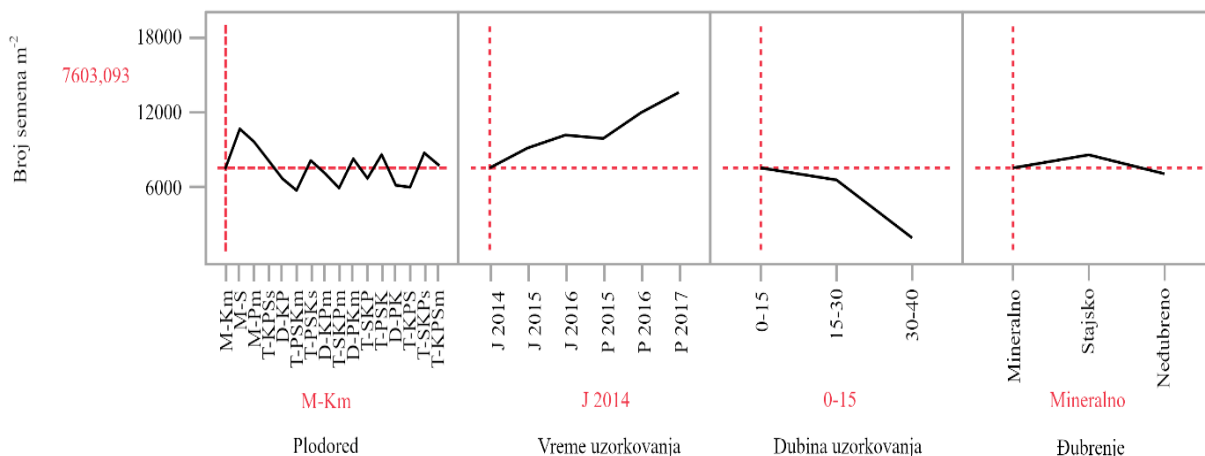
4.3. Simulacija ukupne rezerve semena primenom ANN modela za eksperimentalno polje „Plodoredi”

Na osnovu procenjenih rezervi semena metodom FE u svim sistemima biljne proizvodnje, tokom šest sezona uzorkovanja (J 2014 – P 2017) i primenom modela najmanjih kvadrata (*eng.* least square model) potvrđeno je da na sastav i veličinu rezerve semena korovskih biljaka u različitim sistemima biljne proizvodnje na eksperimentalnom polju „Plodoredi” najveći uticaj ($P < 0,0001$) ima interakcija plodored + đubrenje (Log-vrednost= 64,7), zatim interakcija plodored + đubrenje + dubina uzorkovanja (Log-vrednost= 30,5). S druge strane, interakcija plodored + dubina uzorkovanja su od manjeg značaja za rezervu semena (Log-vrednost= 5,0), dok je sam plodored (kao pojedinačan faktor) od najmanjeg uticaja (Log-vrednost= 0,4) na rezervu semena u zemljištu. Osim toga, utvrđeno je da pojedinačno delovanje dubine i đubrenje, kao i njihova interakcija nemaju značajan uticaj na rezervu semena korovskih biljaka u zemljištu. Takođe, potvrđeno je da vreme uzorkovanja ne utiče na rezervu semena korovskih biljaka, što je u koincidenciji se rezultatima procenjene rezerve semena metodom FE (Grafik 24).



Grafik 24. Uticaj plodoreda, đubrenje i dubina uzorkovanja i njihove interakcije na rezerve semena korovskih biljaka u zemljištu

Primenom ANN modela (Artificial Neural Network), kao jednog od referentnih modela za simulaciju rezervi semena u zemljištu, utvrđeno je da je u monokulturi M-Km na dubini 0-15 cm tokom jeseni 2014. godine perzistiralo 7.603 semena m^{-2} . Ovim je ANN model potvrdio svoju pouzdanost s obzirom da je metodom FE procenjena rezerva semena u istom sistemu biljne proizvodnje (M-Km) bila 7.200 m^{-2} (Grafik 25).



Grafik 25. Simulacija rezerve semena u zemljištu primenom ANN modela: odnos sistema biljne proizvodnje, vremena uzorkovanja, dubine uzorkovanja i primene đubriva na procenjenu rezervu semena u M-Km tokom J 2014 na dubini 0-15 cm

Odnos sistema biljne proizvodnje prema procenjenoj rezervi semena korovskih biljaka u zemljištu: na osnovu ANN modela potvrđeno je da se M-S u jesenjem uzorkovanju iz 2014. godine najviše razlikovala po veličini rezerve semena (oko 11.000 m^{-2}), dok je metodom FE ustanovljeno da je brojnost te sezone bila najveća u T-KPSs (11.550 m^{-2}) i M-S (10.800 m^{-2}). Istovremeno znatno manja rezerva semena od proseka je procenjena u D-PKm (5.850 m^{-2}), T-KPSm (6450 m^{-2}), T-SKpm (5.925 m^{-2}) i T-PSK (6.625 m^{-2}) što je u koincidenciji sa predviđanjima ANN modela.

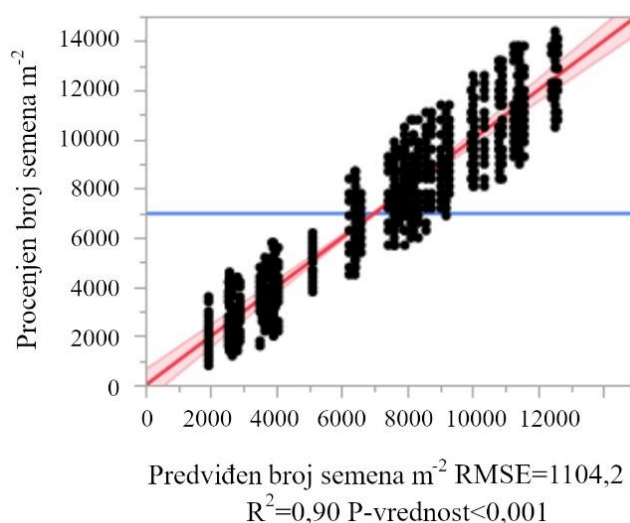
Odnos vremena uzorkovanja prema procenjenoj rezervi semena (pri svim sistemima biljne proizvodnje i dubini uzorkovanja od 0-15 cm) korovskih biljaka u zemljištu: na osnovu ANN modela predviđeno je da je u jesenjim uzorkovanjima za period 2014-2016. godine u sloju zemljišta 0-15 cm rezerva semena generalno u svim sistemima biljne proizvodnje imala rastući trend. U nešto manjoj meri to je predviđeno i kod prolećnog uzorkovanja za period 2015-2017. godine. Generalno, u prolećnim uzorkovanjima rezerve semena su bile bogatije u odnosu na jesenja uzorkovanja. Takođe, metodom FE utvrđena je najmanja rezerva u jesen 2014. godine (J 2014= 7.973 m^{-2}) a najveća u proleće 2017. godine (P 2017= 12.309 m^{-2}), što je upravo predviđeno i ANN modelom.

Odnos dubine uzorkovanja prema procenjenoj rezervi semena (pri svim sistemima biljne proizvodnje u sezoni uzorkovanja J 2014) korovskih biljaka u zemljištu: na osnovu ANN modela predviđeno je da sa povećanjem dubine u zemljištu, pri nepromenjenim ostalim parametrima, rezerve semena korovskih biljaka smanjuju. Dakle, u jesen 2014. godine na najvećoj dubini (30-40 cm) rezerva semena u svim sistemima biljne proizvodnje je bila znatno manja (4.181 m^{-2}) u odnosu na sloj 15-30 cm (7.242 m^{-2}) i 0-15 cm (7.973 m^{-2}).

Odnos đubrenja (mineralno, stajsko) prema procenjenoj rezervi semena (pri sistemima biljne proizvodnje na sve tri dubine u jesen 2014. godine) korovskih biljaka u zemljištu: na osnovu ANN modela predviđena je slična rezerva semena u zemljištu kao i na osnovu FE. Na dubini 0-15 cm u J 2014 u sistemima sa mineralnim đubrenjem utvrđeno je $7.706 \text{ semena m}^{-2}$

a sa stajskim đubrenjem 9.625 semena m⁻². Osim toga, model pokazuje da đubrenje ne utiče značajnije na odstupanje u procenjenoj rezervi semena u zemljištu.

Generalno, potvrđeno je da plodoredi (monokultura, dvopolje, tropolje) u kombinaciji sa dubinama na kojima su uzimani uzorci zemljišta (0-15 cm, 15-30 cm, 30-40 cm) i primena đubriva (mineralnog, stajskog) značajno utiču na ukupnu rezervu semena korova u zemljištu. Na osnovu RMSE (korena srednje kvadratne greške) koji predstavlja kvadratni koren drugog trenutka uzorkovanja razlika između vrednosti predviđenih/procenjenih modelom i utvrđenih (metodom FE) i koeficijenta korelacije ($R^2 = 0,90$) modelom je potvrđeno da sva tri faktora u sadejstvu utiču na ukupnu rezervu semena u zemljištu i ona je procenjena na 1.104 semena m⁻² (Grafik 26).



Grafik 26. Stvarna i predviđena ukupna rezerva semena korova u zemljištu dobijena kombinovanjem faktora [R^2 i RMSE vrednosti su prikazane]

4.3.1. Interakcija plodoreda, vremena uzorkovanja, dubine uzorkovanja i primene đubriva na rezerve semena u zemljištu

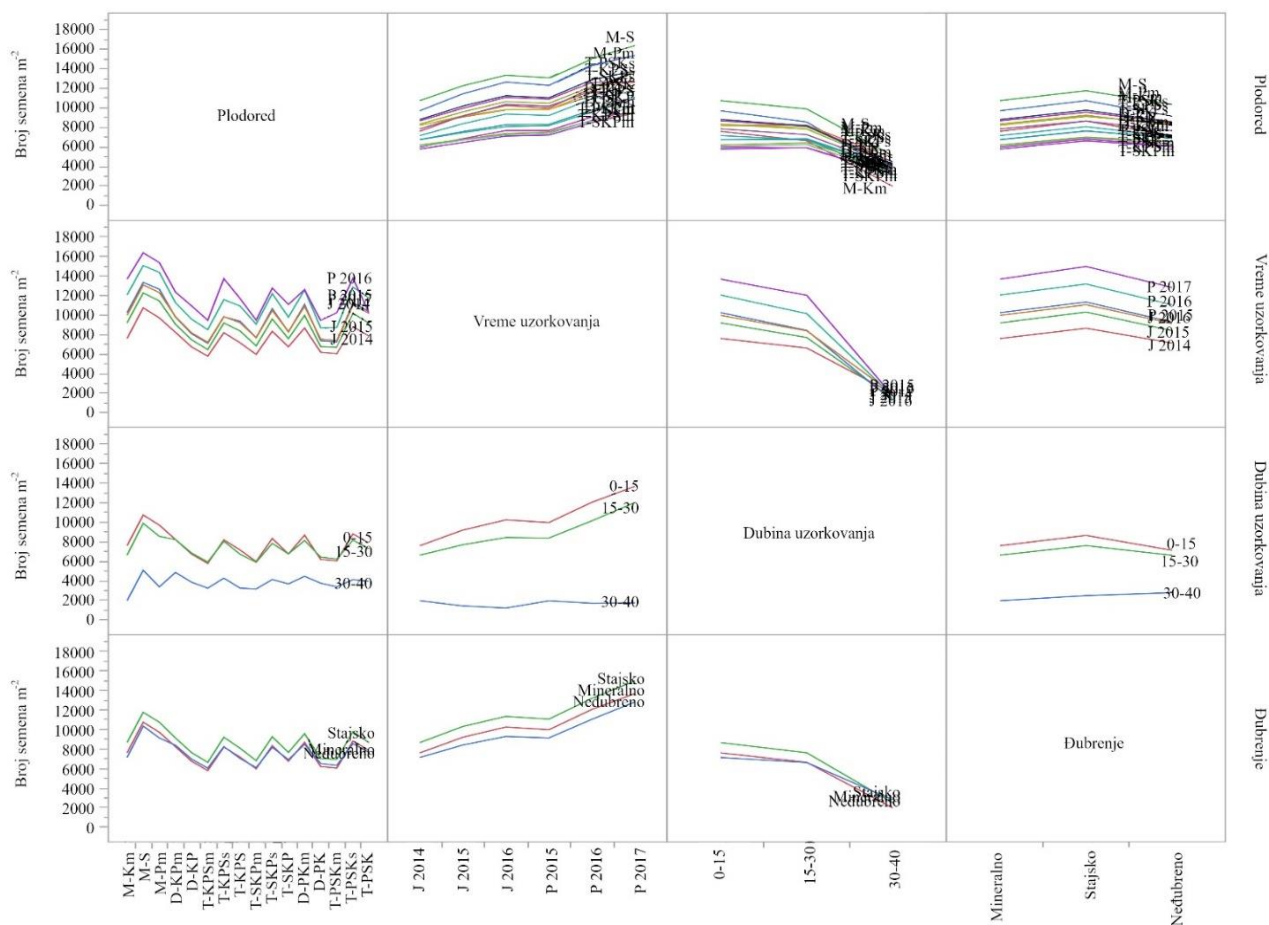
Interakcija plodoreda sa vremenom uzorkovanja, dubinom uzorkovanja i đubrenjem. Zavisnost rezerve semena od plodoreda u interakciji sa vremenom uzorkovanja pokazuje da su rezerve semena korova u zemljištu bile rastućeg trenda, tj. najmanja rezerva u sloju 0-15 cm je evidentirana u jesen 2014. godine (6.000-11.000 m⁻²), a najveća u proleće 2017. godine (9.000-17.000 m⁻²). Najveća brojnost utvrđena je u M-S, a najmanja u tropoljnom plodoredu sa primenom mineralnih đubriva. Metodom FE procenjeno je slično, da je u M-S evidentirana najveća brojnost (J 2014= 10.800 m⁻²; P 2017= 15.850 m⁻²) a najmanja u tropoljima đubrenim mineralnim đubrivom (J 2014= 6.350 m⁻²; P 2017= 9.150 m⁻²). U interakciji sistema biljne proizvodnje sa dubinom uzorkovanja, proizilazi da je u plitkom sloju zemljišta (0-15 cm) zastupljen najveći broj semena korova i da on opada sa povećanjem dubine. Takođe, interakcija sistema biljne proizvodnje sa primenom đubriva pokazuje da je najveća procenjena rezerva

semena bila u M-S, a najmanja u tropoljnom plodoredu sa mineralnim đubrivom (T-KPSm) (Grafik 27).

Interakcija vremena uzorkovanja sa sistemima biljne proizvodnje, dubinom uzorkovanja i đubrenjem. Zavisnost rezerve semena od vremena uzorkovanja u interakciji sa sistemima biljne proizvodnje pokazuje da je u prvoj godini uzorkovanja (J 2014) evidentirana najmanja rezerva semena m^{-2} . Rezerva semena je rasla u svakom sledećem uzorkovanju. Izvesna izjednačenost u rezervi semena je konstatovana u proleće 2015. godine i jesen 2016. godine. Najmanja rezerva semena u sloju 0-15 cm evidentirana u prvom uzorkovanju (J 2014) bila je u tropoljima sa primenom mineralnih đubriva (T-SKPm= $5.925 m^{-2}$; T-KPSm= 6.450 ; T-PSKm= $6.675 m^{-2}$) i u neđubrenom dvopolju (D-PK= $5.850 m^{-2}$), a najveća u P 2017 u sistemu M-S ($15.550 m^{-2}$). Na osnovu interakcije vremena i dubine uzorkovanja, uočava se da u svim vremenima (sezonama) uzorkovanja sa porastom dubine rezerva semena opada, dok interakcija đubrenje sa vremenom uzorkovanja pokazuje da je u svim sezonama uzorkovanja najveća brojnost semena evidentirana u sistemima se primenom stajnjaka (Grafik 27).

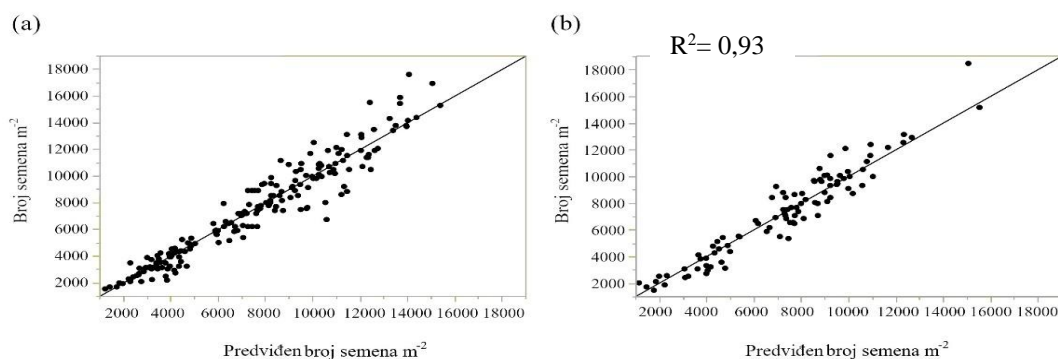
Interakcija dubine uzorkovanja sa sistemom biljne proizvodnje, vremenom uzorkovanja i đubrenjem. Na osnovu zavisnosti rezerve semena od dubine uzorkovanja u interakciji sa sistemima biljne proizvodnje uočava se da se veličina rezerve semena smanjuje sa povećanjem dubine. Takođe, interakcija dubine uzorkovanja sa vremenom uzorkovanja pokazuje da je u svim sezonama uzorkovanja rezerva semena bila najveća u sloju 0-15 cm, a sa porastom dubine je opadala. U poređnom analizom primene đubriva i dubine uzorkovanja se vidi da je najveća brojnost semena u sva tri sistema đubrenja bila u sloju zemljišta 0-15 cm (u proseku 10.039), a najmanja u sloju 30-40 cm (u proseku 3.487) (Grafik 27).

Interakcija đubrenja sa sistemom biljne proizvodnje, vremenom uzorkovanja i dubinom uzorkovanja. Na osnovu zavisnosti interakcije đubrenja sa različitim sistemima biljne proizvodnje konstatovano je da je rezerva semena bila najveća u M-S i u tropoljima sa stajnjakom (T-KPSs, T-PSKs, T-SKPs), a u tropolju sa mineralnim đubrenjem (T-SKPm, T-PSKm, T-MPSm) najmanja. Na osnovu interakcije vremena uzorkovanja i đubrenja konstatovano je da je rezerva semena iz sezone u sezonu rasla, a sa porastom dubine opadala (Grafik 27).



Grafik 27. Interakcija sistema biljne proizvodnje, vremena uzorkovanja, dubine uzorkovanja i primene đubriva na rezerve semena u zemljištu

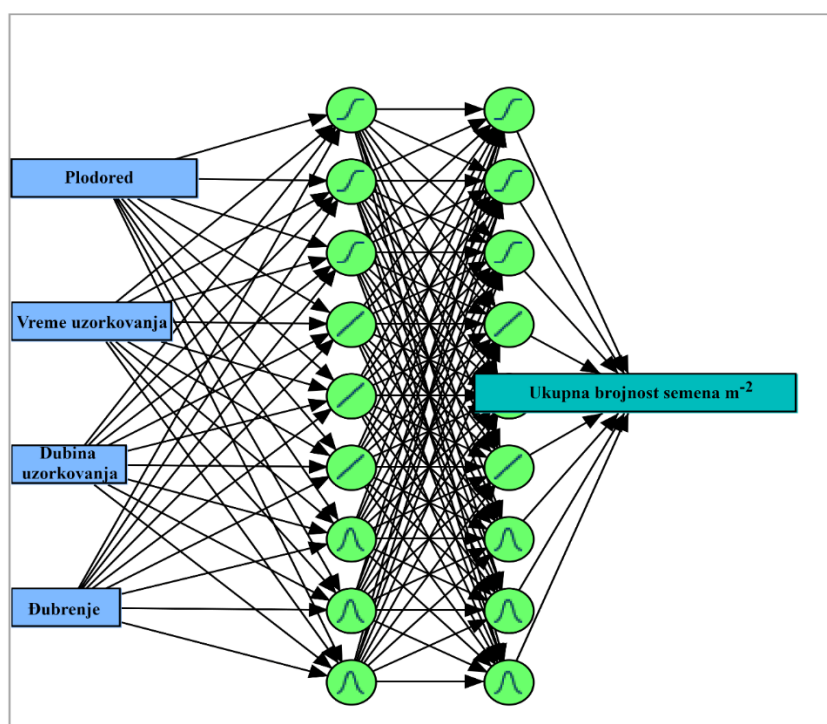
Za validaciju ANN modela korišćena je Random-Holback metoda i na osnovu četiri parametra (sistem biljne proizvodnje, vreme uzorkovanja, dubina uzorkovanja i đubrenje) potvrđena je visoka pouzdanost ovog modela (Grafik 28 a, b).



Grafici 28a i 28b: Korelacija između stvarne i procenjene rezerve semena u zemljištu: I faza validacije modela na osnovu 192 nasumično odabrana uzorka (grafik levo); II faza validacije modela na osnovu 96 nasumičnih uzoraka preuzetih iz I faze validacije (grafik desno)

U prvoj fazi validacije na nasumično odabranim podacima (192) sa pouzдноšću od 95% ($R^2=0,95$) potvrđena je pouzdanost modela (Grafik 28a). U drugoj fazi validacije iz prethodnog skupa podataka nasumično je odabrano 96 podataka i potvrđena je pouzdanost modela od 93% ($R^2=0,93$) (Grafik 28b).

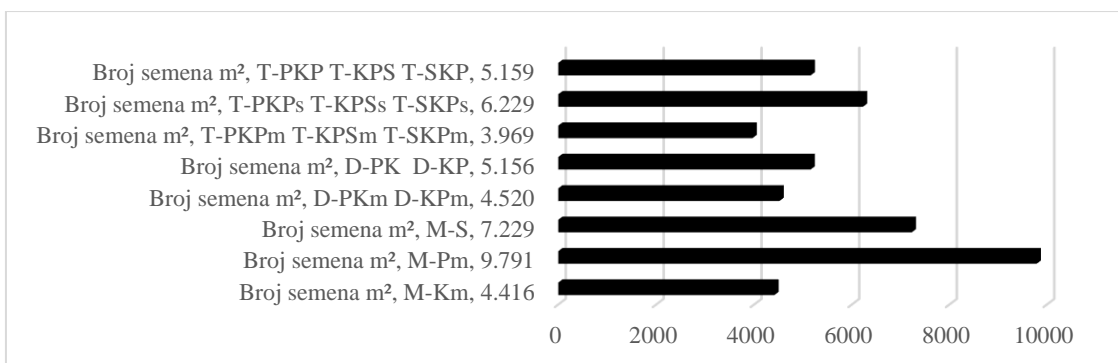
Na osnovu prethodne validacije ANN modela (pomoću Random-Holback metode i njene utvrđene pouzdanosti) konstruisan je dijagram (Slika 8) koji simulira sveukupnu zavisnost ukupne rezerve semena korovskih biljaka u zemljištu od plodoreda (monokultura, dvopolje, tropolje), vremena uzorkovanja (J 2014 – P 2017), dubine uzorkovanja (0-15 cm, 15-30 cm, 30-40 cm) i primene đubriva (mineralnog, stajskog).



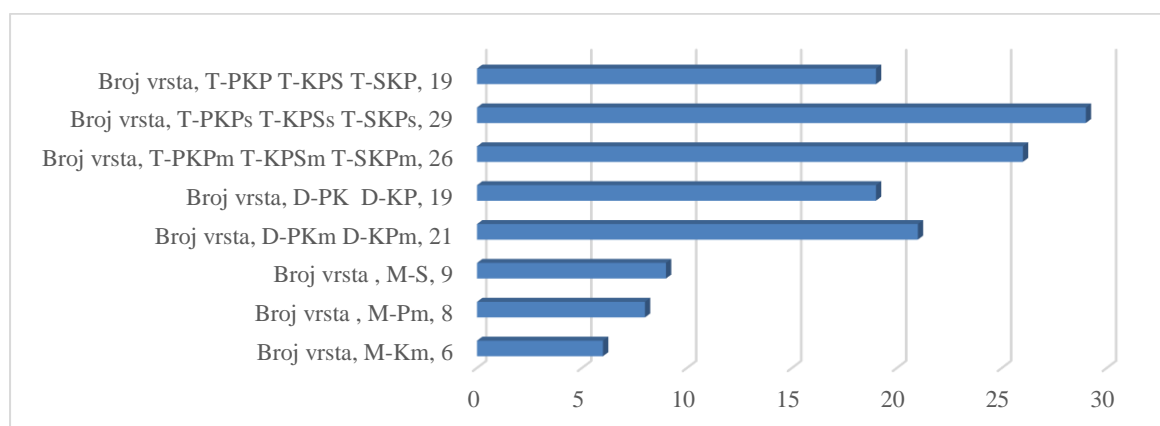
Slika 8. ANN model simulacije ukupne rezerve semena korova u zemljištu u zavisnosti od plodoreda, primene đubriva, vremena i dubine uzorkovanja

4.4. Procenjene rezerve semena u zemljištu metodom naklijavanja uzoraka (NU) u različitim sistemima biljne proizvodnje

Metodom NU (naklijavanje zemljišnih uzoraka) na osnovu broja ponika utvrđeno je da je rezerva semena korovskih biljaka bila najveća u M-Pm (9.791 m^{-2}), a najmanja u tropoljnom plodoredu sa primenom mineralnih đubriva (3.969 m^{-2}). Najmanji broj vrsta konstatovan je u monokulturama T-Km (6 vrsta) i T-Pm (8 vrsta), a najveći diverzitet sa 24 vrste u tropoljnom plodoredu đubrenom stajnjakom (Grafik 29, 30).



Grafik 29. Procenjen broj semena u različitim sistemima biljne proizvodnje metodom NU



Grafik 30. Procenjen broj korovskih vrsta u rezervi semena u zemljištu u različitim sistemima biljne proizvodnje, metod NU

4.4.1. Monokultura kukuruza sa primenom mineralnih đubriva

Naklijavanjem uzoraka iz sistema **M-Km** i na osnovu broja izniklih i determinisanih ponika, konstatovano je prisustvo šest korovskih vrsta: *A. retroflexus*, *C. album*, *C. hybridum*, *C. arvensis*, *D. stramonium* i *S. halepense*.

U sezoni J 2014, metodom NU, utvrđeno je prisustvo 1.125 semena m⁻² koja su poticala samo od vrste *S. halepense*. Naime, nijedan ponik nije evidentiran iz sloja 0-15 cm, dok je u sloju 15-30 cm procenjeno da ima 375 semena m⁻², a u najdubljem sloju 750 m⁻² (Tabela 21, Grafik 31).

Naklijavanjem uzoraka iz sezone P 2015 procenjena rezerva semena je bila 3.000 m⁻² i ono je poticalo od četiri vrste, a ukviru njih su ponici *S. halepense* bili najbrojniji (Tabela 21, Grafik 31). Nakon žetve kukuruza procenjena rezerva semena na ukupnoj dubini (0-40 cm) je bila 1.875 m⁻², a ona je poticala od vrsta *S. halepense* i *D. stramonium* (Tabela 21, Grafik 31).

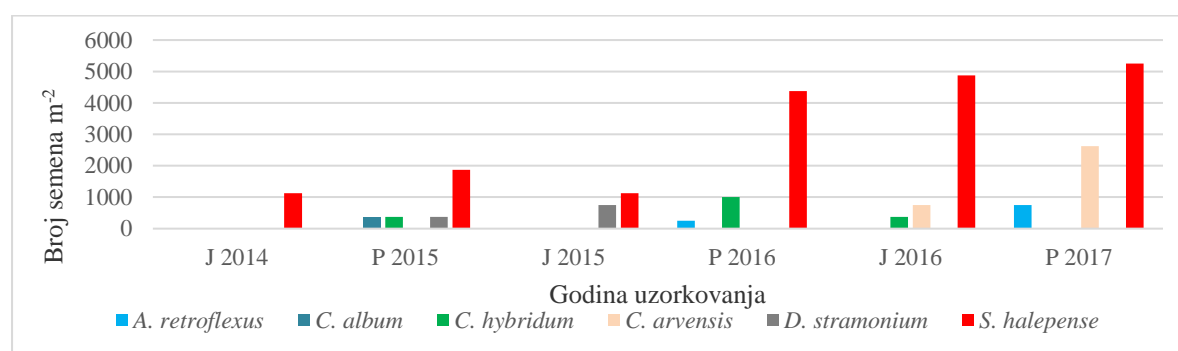
Naredne sezone, naklijavanjem uzoraka P 2016, procenjena rezerva semena je bila 5.625 m⁻² pri čemu su ona pripadala jednoj od tri korovske vrste. Među ponicama prvi put je detektovana vrsta *A. retroflexus*, a *S. halepense* je i dalje bio najbrojniji (Tabela 21, Grafik 31). Iste godine, nakon žetve kukuruza (J 2016), utvrđena rezerva semena na osnovu ponika na ukupnoj dubini

je bila 6.250 m⁻². Broj semena sa povećanjem dubine je padao, a među klijalim najbrojniji su bili ponici *S. halepense* (4.875 m⁻²) (Tabela 21, Grafik 31).

U poslednjoj sezoni (P 2017) procenjena rezerva na osnovu klijalih ponika je bila 8.625 m⁻², pri čemu su dominirali ponici *S. halepense* i *C. arvensis* (Tabela 21, Grafik 31).

Tabela 21. Broj korovskih vrsta i broj semena m⁻² u zemljištu monokulture kukuruza sa primenom mineralnih đubriva (M-Km), procenjen metodom NU

Vreme uzorkovanja	Dubina uzorkovanja (cm)	Broj semena m ⁻² po dubinama	Broj vrsta po dubinama	Broj semena m ⁻² na ukupnoj dubini	Broj vrsta na ukupnoj dubini
J 2014	0-15	0	0		
	15-30	375	1	1.125	1
	30-40	750	1		
P 2015	0-15	1.225	1	3.000	4
	15-30	1.875	4		
	30-40	0	0		
J 2015	0-15	1.500	2	1.875	2
	15-30	375	1		
	30-40	0	0		
P 2016	0-15	3.000	1	5.625	3
	15-30	1.875	2		
	30-40	750	3		
J 2016	0-15	3.375	2	6.250	4
	15-30	2.625	2		
	30-40	250	1		
P 2017	0-15	4.875	3	8.625	3
	15-30	3.750	2		
	30-40	0	0		



Grafik 31. Broj semena m⁻² zastupljenih korovskih vrsta u monokulturi kukuruza sa primenom mineralnih đubriva (M-Km), metod NU

4.4.2. Monokultura ozime pšenice sa primenom mineralnih đubriva

Metodom NU u sistemu **M-Pm** (J 2014 – P 2017) utvrđeno je prisustvo osam korovskih vrsta koje su pokazale trenutnu klijavost: *A. retroflexus*, *B. convolvulus*, *C. album*, *C. hybridum*, *C. regalis*, *H. europaeum*, *P. rhoeas* i *V. hederifolia*.

U prvoj sezoni (J 2014) na osnovu broja i vrste ponika procenjena rezerva semena je bila 8.500 m⁻². Naime, u prvom sloju (0-15 cm) utvrđen je najveći broj ponika, odnosno sa porastom dubine taj broj je padao. Utvrđeno je ukupno pet korovskih vrsta, a ponici *P. rhoeas* su bili najbrojniji (Tabela 22, Grafik 32).

U uzorcima P 2015 konstatovano je da samo tri korovske vrste čine trenutno aktivnu zemljišnu rezervu sa 7.500 semena m⁻² pri čemu su ponici *P. rhoeas* opet bili najbrojniji (Tabela 22, Grafik 32). Nakon žetve pšenice (J 2015) broj semena m⁻² koja su bila klijava je porastao na 12.875 m⁻² (Tabela 22). Ponici su pripadali jednoj od pet vrsta među kojima je prvi put detektovana *V. hederifolia*, dok su ponici divlje bulke i dalje bili najbrojniji (Grafik 32).

Narednog proleća (P 2016) procenjena rezerva semena je bila 12.125 m⁻², pri čemu je ona dominantno pripadala jednoj od tri korovske vrste. Među njima je *P. rhoeas* i dalje bio najbrojniji (9.500 m⁻²), zatim slede *B. convolvulus* i *C. regalis* (Tabela 22, Grafik 32). U jesen iste godine (J 2016) evidentirana je manja rezerva semena (9.000 m⁻²), a semena četiri korovske vrste pokazala su trenutnu životnu aktivnost (klijavost) i opet su dominirali ponici *P. rhoeas* (Tabela 22, Grafik 32).

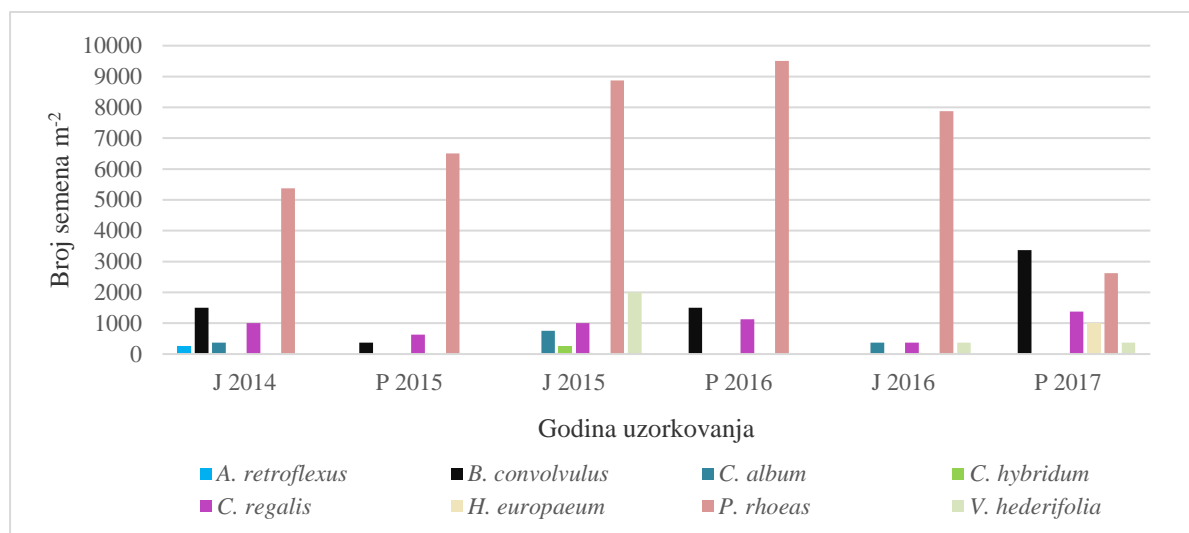
U poslednjoj oceni (P 2017) u ukupnoj rezervi semena od 8.750 m⁻² pet vrsta je ispoljilo klijavost, a među njima sa najboljom klijavošću je bila *B. convolvulus*, potom *P. rhoeas* itd. (Tabela 22, Grafik 32).

Tabela 22. Broj korovskih vrsta i broj semena m⁻² u zemljištu monokulture ozime pšenice sa primenom mineralnih đubriva (M-Pm), procenjen metodom NU

Vreme uzorkovanja	Dubina uzorkovanja (cm)	Broj semena m ⁻² po dubinama	Broj vrsta po dubinama	Broj semena m ⁻² na ukupnoj dubini	Broj vrsta na ukupnoj dubini
J 2014	0-15	4.500	4	8.500	5
	15-30	3.000	2		
	30-40	1.000	3		
P 2015	0-15	4.500	3	7.500	3
	15-30	2.250	1		
	30-40	750	2		
J 2015	0-15	5.625	4	12.875	5
	15-30	4.500	4		
	30-40	1.250	4		
P 2016	0-15	6.375	2	12.125	3
	15-30	4.500	2		
	30-40	1.250	1		

Nastavak tabele 22.

J 2016	0-15	4.875	2	9.000	4
	15-30	3.375	3		
	30-40	750	1		
P 2017	0-15	5.250	3	8.750	5
	15-30	500	3		
	30-40	3.050	2		



Grafik 32. Broj semena m^{-2} zastupljenih korovskih vrsta u monokulturi ozime pšenice sa primenom mineralnih đubriva (M-Pm), metod NU

4.4.3. Monokultura soje

Metodom NU iz sistema **M-S**, ukupno je detektovano devet korovskih vrsta koje su ispoljile trenutnu klijavost: *A. retroflexus*, *A. artemisiifolia*, *A. arvensis*, *B. convolvulus*, *C. album*, *C. hybridum*, *L. amplexicaule*, *S. arvensis* i *V. hederifolia* (Grafik 33).

U jesen 2014. godine utvrđeno je da je trenutna aktivna zemljišna rezerva semena od 6.250 m^{-2} pripadala jednoj od četiri korovske vrste. Najveći udeo po brojnosti ponika zauzimala je vrsta *C. hybridum* (3.125 semena m^{-2}) (Tabela 23, Grafik 33).

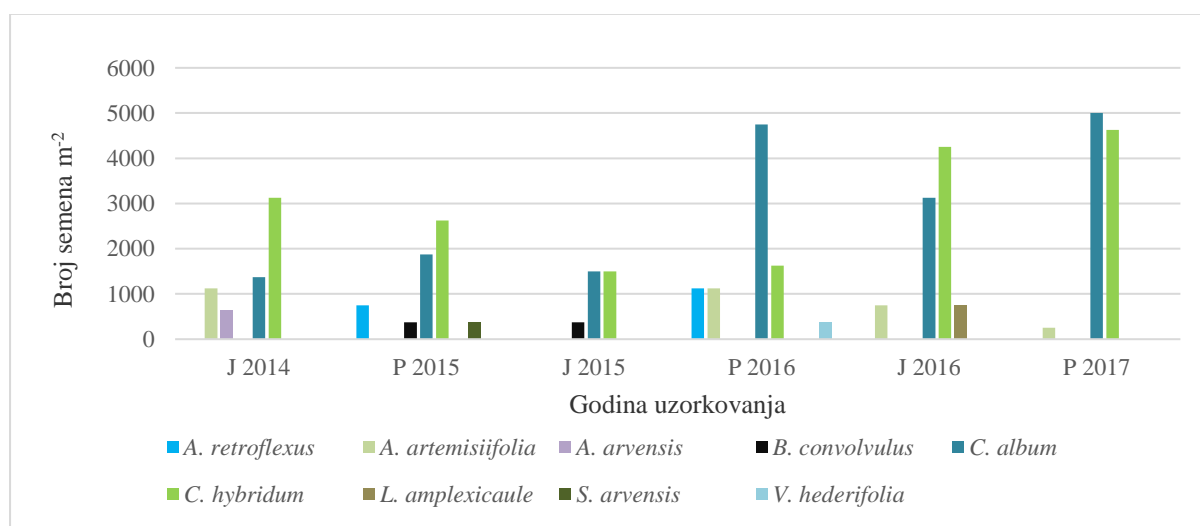
U narednoj sezoni (P 2015) na ukupnoj dubini zemljišta (0-40 cm) utvrđeno je prisustvo pet korovskih vrsta u rezervi od 6.000 semena m^{-2} . Najveći procenat klijalih semena je poticao iz srednjeg sloja zemljišta (15-30 cm), a iz najdubljeg sloja nijedno seme nije klijalo. Nakon žetve soje procenjena rezerva semena je pala na 3.375 m^{-2} koje je pripadalo jednoj od tri korovske vrste: *B. convolvulus*, *C. album* i *C. hybridum*. Takođe, iz najdubljeg zemljišnog sloja nijedno seme nije klijalo (Tabela 23, Grafik 33).

Sledećeg proleća (P 2016) iz uzetih uzoraka zemljišta klijalo je pet korovskih vrsta iz sva tri sloja zemljišta. Zemljišna rezerva je procenjena na 9.000 semena m^{-2} pri čemu je apsolutno dominiralo seme vrste *C. album* (4.750 m^{-2}). Narednim uzorkovanjem (J 2016) procenjeno je da u rezervi semena ima 8.875 m^{-2} životno sposobnog semena, a brojnost vrsta je bila manje-više ista u sva tri sloja zemljišta (Tabela 23, Grafik 33).

U poslednjoj oceni zemljišna rezerva je procenjena na 9.875 semena m⁻² poreklom od samo tri korovske vrste, pri čemu su *C. album* i *C. hybridum* dominirale (Tabela 23, Grafik 33).

Tabela 23. Broj korovskih vrsta i broj semena m⁻² u zemljištu monokulture soje (M-S), procenjen metodom NU

Vreme uzorkovanja	Dubina uzorkovanja (cm)	Broj semena m ⁻² po dubinama	Broj vrsta po dubinama	Broj semena m ⁻² na ukupnoj dubini	Broj vrsta na ukupnoj dubini
J 2014	0-15	2.625	3	6.250	4
	15-30	2.625	3		
	30-40	1.000	3		
P 2015	0-15	1.500	4	6.000	5
	15-30	4.500	4		
	30-40	0	0		
J 2015	0-15	2.625	3	3.375	3
	15-30	750	2		
	30-40	0	0		
P 2016	0-15	5.250	3	9.000	5
	15-30	3.000	3		
	30-40	750	2		
J 2016	0-15	4.500	3	8.875	4
	15-30	3.375	3		
	30-40	1.000	2		
P 2017	0-15	5.625	2	9.875	3
	15-30	3.000	2		
	30-40	1.250	3		



Grafik 33. Broj semena m⁻² zastupljenih korovskih vrsta u monokulturi soje (M-S), metod NU

4.4.4. Dvopoljni plodored sa primenom mineralnih đubriva

U dvopoljnom plodoredu sa primenom mineralnih đubriva (**D-PKm, D-KPm**) tokom šest sezona naklijavanja zemljišnih uzoraka detektovani su ponici 21 korovske vrste, u prvom tretmanu 14, u drugom 17 (Tabela 24, Grafik 34, 35).

U prvoj sezoni (J 2014), u tretmanu D-PKm, u ukupnom zemljišnom profilu konstatovano je prisustvo devet korovskih vrsta, a na osnovu broja ponika procenjena je veličina aktivne rezerve od 4.500 semena m⁻². Učešće evidentiranih korovskih vrsta u aktivnoj rezervi semena je bilo manje-više slično i generalno ispod 750 semena m⁻². U tretmanu D-KPm procenjena rezerva od 4.625 semena m⁻² je pripadala jednoj od pet korovskih vrsta. Za razliku od prethodnog tretmana, ovde su se izdvojile vrste *C. hybridum* i *C. regalis* sa brojnošću preko 1.000 semena m⁻² (Tabela 24, Grafik 34, 35).

Naklijavanjem uzoraka iz sezone P 2015, u tretmanu D-KPm, procenjena je znatno veća rezerva semena (6.750 m⁻²), tj. za 2.500 semena m⁻² i dve korovske vrste više nego u D-PKm (4.250 m⁻²). Iste godine, nakon žetve useva, u oba tretmana (D-KPm i D-PKm) aktivna rezerva semena je bila manje-više slična (Tabela 24, Grafik 34, 35).

U proleće naredne godine (P 2016) zemljišna rezerva na ukupnoj dubini je procenjena na 3.375 semena m⁻² u D-PKm, odnosno 4.750 semena m⁻² u D-KPm. U odnosu na prethodne sezone ovde je čak osam korovskih vrsta klijalo pri čemu su sa najvećim brojem ponika bile *S. halepense* (750 m⁻²) i *C. regalis* (1.250 m⁻²). Posle žetve useva, u oba tretmana procenjena je identična rezerva semena (3.750 m⁻²) s tim da je u D-PKm najveći broj ponika poticao od *C. regalis* (1.250 m⁻²) i *V. hederifolia* (1.125 m⁻²), a u D-KPm brojnost ponika pojedinačnih vrsta je bila manje od 750 m⁻² (Tabela 24, Grafik 34, 35).

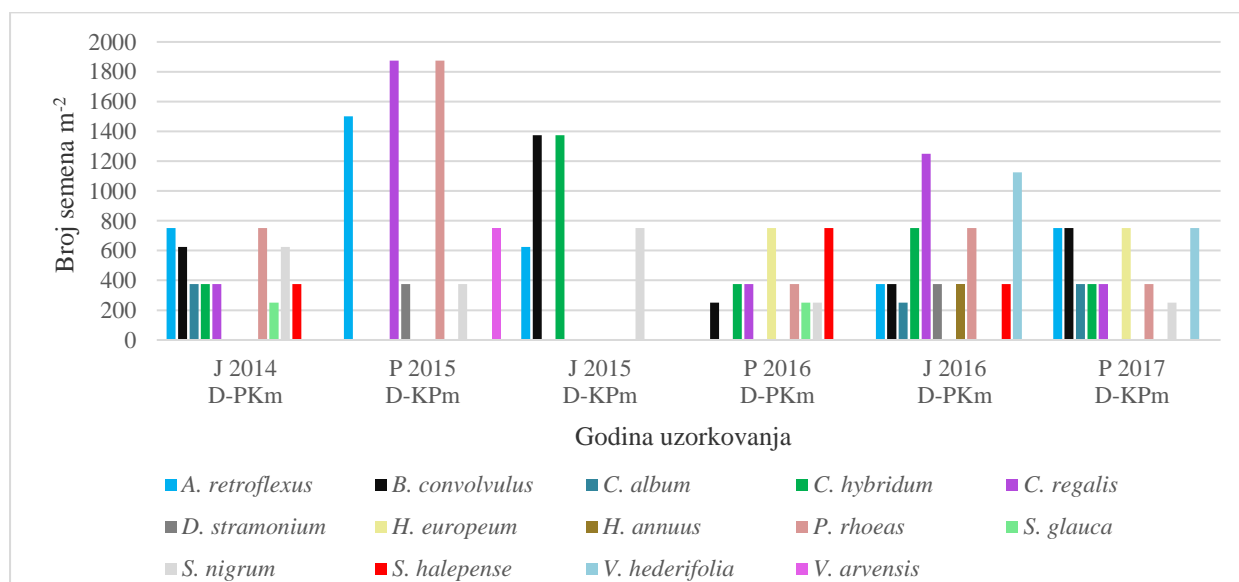
Iz poslednjeg uzorkovanja (P 2017) iz tretmana D-KPm klijalo je devet korovskih vrsta, odnosno procenjena aktivna rezerva semena je bila 4.750 m⁻², dok je iz D-PKm klijalo šest vrsta a aktivna rezerva je procenjena na 3.000 semena m⁻² (Tabela 24, Grafik 34, 35).

Tabela 24. Broj korovskih vrsta i broj semena m⁻² u dvopoljnom plodoredu sa primenom mineralnih đubriva (D-PKm, D-KPm), procenjen metodom NU

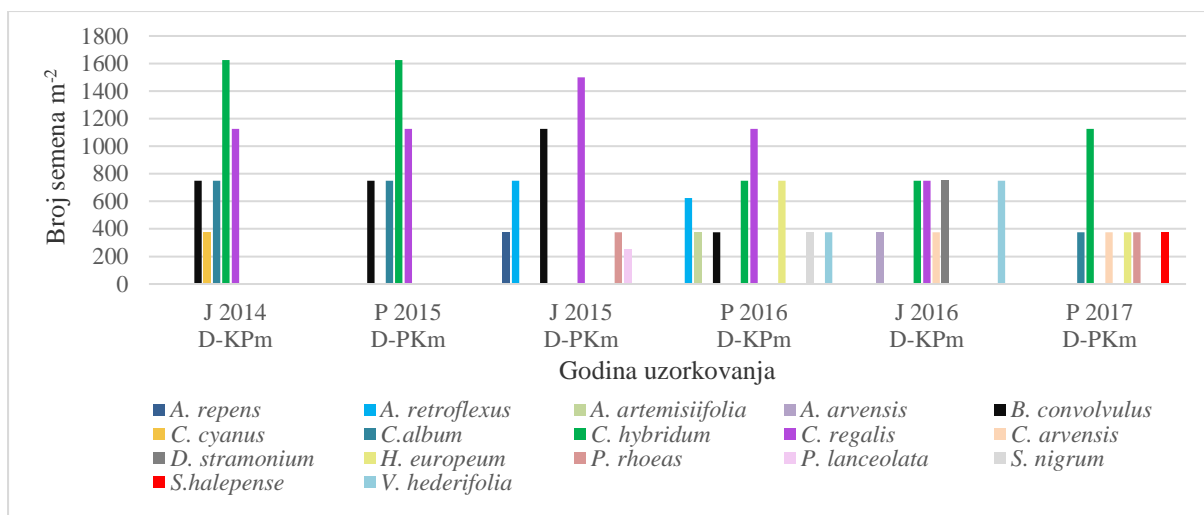
Vreme uzorkovanja	Tretman	Dubina uzorkovanja (cm)	Broj semena m ⁻² po dubinama	Broj vrsta po dubinama	Broj semena m ⁻² na ukupnoj dubini	Broj vrsta na ukupnoj dubini
J 2014	D-PKm	0-15	1.500	3	4.500	2
		15-30	2.250	5		
		30-40	750	3		
	D-KPm	0-15	2.250	5	4.625	5
		15-30	1.875	4		
		30-40	500	1		
P 2015	D-KPm	0-15	5.250	5	6.750	6
		15-30	1.500	4		
		30-40	0	0		
	D-PKm	0-15	1.875	4	4.250	4
		15-30	1.875	4		
		30-40	500	1		

Nastavak tabele 24.

J 2015	D-KPm	0-15	1.125	3	4.125	4
		15-30	2.250	4		
		30-40	750	1		
P 2016	D-PKm	0-15	1.500	3	4.375	6
		15-30	2.625	4		
		30-40	250	1		
J 2016	D-PKm	0-15	1.125	3	3.375	8
		15-30	1.500	4		
		30-40	750	3		
P 2017	D-KPm	0-15	2.250	6	3.750	10
		15-30	3.000	5		
		30-40	750	2		
J 2016	D-KPm	0-15	1.875	5	3.750	6
		15-30	1.875	4		
		30-40	0	0		
P 2017	D-KPm	0-15	2.250	6	4.750	9
		15-30	2.250	6		
		30-40	250	1		
J 2016	D-PKm	0-15	1.875	5	3.000	6
		15-30	1.125	2		
		30-40	0	0		



Grafik 34. Broj semena m⁻² zastupljenih korovskih vrsta u dvopoljnom plodoredu sa primenom mineralnih đubriva (D-PK, D-KP), metod NU



Grafik 35. Broj semena m⁻² zastupljenih korovskih vrsta u dvopoljnom plodoredu sa primenom mineralnih đubriva (D-KPm, D-PKm), metod NU

4.4.5. Dvopoljni plodored bez primene đubriva

U sistemu dvopoljnog plodoreda bez primene đubrenja (**D-PK, D-KP**) tokom šest sezona (J 2014 – P 2017) evidentirani su ponici ukupno 19 vrsta, tj. 15 vrsta u prvom, odnosno 12 vrsta u drugom tretmanu koji su pripadali aktivnoj rezervi semena (Grafik 36, 37).

U prvoj sezoni na osnovu broja ponika procenjena aktivna rezerva semena na ukupnoj dubini u D-PK je bila 4.125 m⁻² koja pripadaju jednoj od šest korovskih vrsta, a u D-KP 6.125 semena m⁻² poreklom od pet vrsta (Tabela 25, Grafik 36, 37). U oba tretmana, po brojnosti, apsolutno je dominirala vrsta *A. arvensis*.

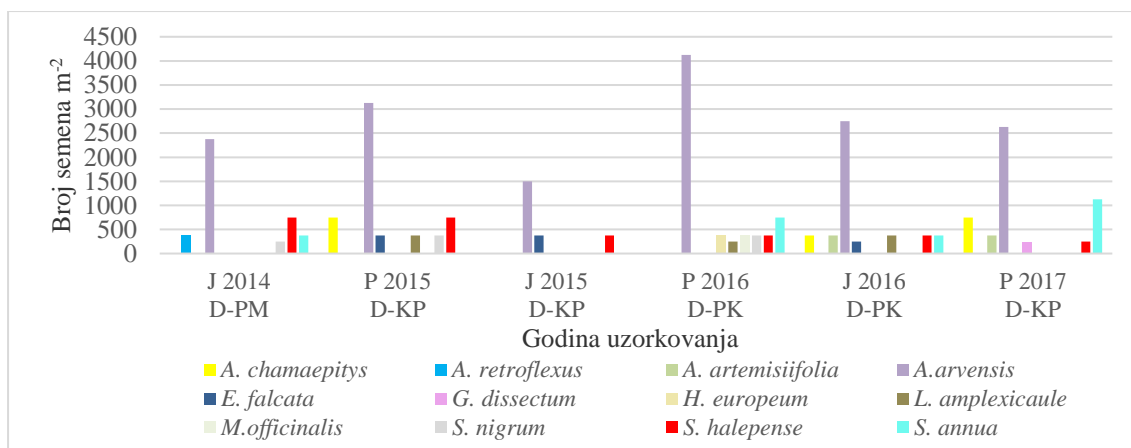
Naredne sezone (P 2015) detektovan je isti broj vrsta, s tim što je u D-KP procenjena aktivna rezerva bila 5.750 semena m⁻², a u D-PK 4.500 m⁻², takođe sa apsolutnom dominacijom bila je vrsta *A. arvensis*. U jesen iste godine evidentiran je manji broj vrsta u odnosu na proleće, a u tretmanu D-KP u najdubljem sloju zemljišta nije konstatovano nijedno seme spremno na klijanje (Tabela 25). Osim toga, detektovana je manja brojnost *A. arvensis*, a sa najvećom brojnošću (>1.500 semena m⁻²) je bila *A. artemisiifolia* u D-KP (Grafik 36, 37).

U proleće 2016. godine u tretmanu D-PK aktivna rezerva semena je procenjena na 6.625 m⁻², a u D-KP na 5.750 m⁻². U oba tretmana *A. arvensis* je apsolutno dominirala po broju semena. U jesenjoj oceni evidentirana je nešto manja rezerva semena, a razlike između tretmana su bile neznatne. U oba tretmana i dalje je održavana visoka brojnost *A. arvensis*, s tim što su u D-KP evidentirane samo tri korovske vrste (za četiri manje nego u D-PK) ali i porast brojnosti *A. chamaepitys* (Tabela 25, Grafik 36, 37).

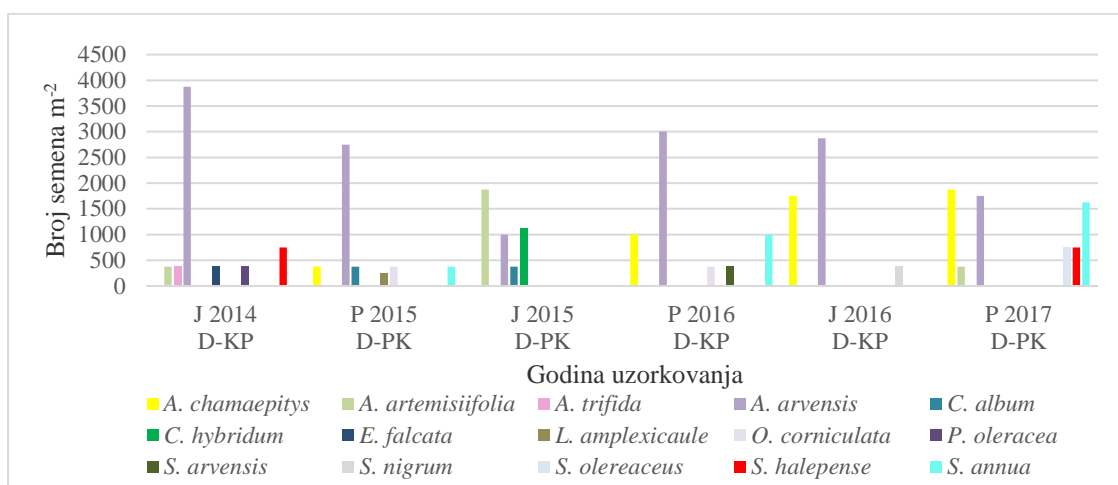
Tokom poslednje ocene (P 2017) evidentiran je isti broj vrsta spremnih na klijanje, ali je veličina aktivne rezerve semena bila znatno veća u tretmanu D-PK.

Tabela 25. Broj korovskih vrsta i broj semena m⁻² u neđubernom dvopoljnom plodoredu (D-PK, D-KP), procenjen metodom NU

Vreme uzorkovanja	Tretman	Dubina uzorkovanja (cm)	Broj semena m ⁻² po dubinama	Broj vrsta po dubinama	Broj semena m ⁻² na ukupnoj dubini	Broj vrsta na ukupnoj dubini
J 2014	D-PK	0-15	2.250	3	4.125	5
		15-30	1.125	3		
		30-40	750	2		
	D-KP	0-15	3.000	4	6.125	6
		15-30	2.625	3		
		30-40	500	1		
P 2015	D-KP	0-15	2.625	3	5.750	6
		15-30	2.625	4		
		30-40	500	1		
	D-PK	0-15	2.250	3	4.500	6
		15-30	1.500	3		
		30-40	750	2		
J 2015	D-KP	0-15	1.125	2	2.250	3
		15-30	1.125	2		
		30-40	0	0		
	D-PK	0-15	3.000	3	4.375	4
		15-30	1.125	2		
		30-40	250	1		
P 2016	D-PK	0-15	3.000	3	6.625	7
		15-30	2.625	5		
		30-40	1.000	2		
	D-KP	0-15	2.250	4	5.750	5
		15-30	2.250	3		
		30-40	1.250	3		
J 2016	D-PK	0-15	2.250	2	4.875	7
		15-30	1.875	4		
		30-40	750	2		
	D-KP	0-15	2.625	2	5.000	3
		15-30	1.875	3		
		30-40	500	2		
P 2017	D-KP	0-15	3.000	3	5.375	6
		15-30	1.875	4		
		30-40	500	2		
	D-PK	0-15	2.625	4	7.125	6
		15-30	3.750	5		
		30-40	750	2		



Grafik 36. Broj semena m⁻² zastupljnih korovskih vrsta u dvopoljnom plodoredu bez primene đubrenja (D-PM, D-KP), metod NU



Grafik 37. Broj semena m⁻² zastupljnih korovskih vrsta u dvopoljnom plodoredu bez primene đubrenja (D-KP, D-PK), metod NU

4.4.6. Tropoljni plodored sa primenom mineralnih đubriva

U sistemu tropoljnog plodoreda sa primenom mineralnih đubriva (**T-PSKm**, **T-KPSm**, **T-SKPM**) metodom NU tokom šest sezona (J 2014 – P 2017) evidentirani su ponici ukupno 26 korovskih vrsta, u prvom i drugom tretmanu po 16, a u T-SKPM po 15.

Naklijavanjem uzoraka iz jeseni 2014. godine na osnovu broja ponika aktivna rezerva semena na ukupnoj dubini (0-40 cm) u T-PSKm je bila 4.500 m⁻² i ona je pripadala jednoj od šest korovskih vrsta, a u T-KPSm procenjena rezerva sadržala je 3.250 semena m⁻² pet vrsta, dok je u tretmanu T-SKPM evidentirana najmanja rezerva (2.125 semena m⁻²) i samo četiri vrste. U sva tri tretmana sa značajnom brojnošću semena je perzistirala vrsta *C. hybridum*, dok je u T-PSKm sa najvećom brojnošću bila *A. arvensis* (Tabela 26, Grafik 38, 39, 40).

Sledeće sezone (P 2015) u tretmanima T-SKPM i T-PSKm procenjena je ista veličina aktivne rezerve semena (3.625 m⁻²) i isti broj vrsta (sedam), dok je u tretmanu T-KPSm rezerva

bila znatno bogatija brojem semena (4.125 m^{-2}) ali sa jednom vrstom manje. Nakon žetve useva u T-SKPM i T-PSKM, takođe metodom NU evidentiran je znatno manji broj semena i manji diverzitet vrsta u odnosu na T-KPSM gde je konstatovano devet vrsta (Tabela 26, Grafik 38, 39, 40).

U proleće 2016. godine na parceli T-KPSM procenjen je isti broj semena u prva dva sloja zemljišta (1.875 m^{-2}), a samo 500 m^{-2} u podoraničnom sloju. Od šest zastupljenih vrsta po brojnosti semena se izdvojila vrsta *C. hybridum* (1.000 m^{-2}). U tretmanu T-SKPM aktivna rezerva semena je bila manja nego u prethodnom tretmanu (po vrsti $<1.000 \text{ m}^{-2}$), ali bogatija za jednu vrstu. Međutim, u T-PSKM je procenjena najveća rezerva (4.625 m^{-2}) koje potiče od samo pet vrsta pri čemu su u aktivnoj rezervi semena dominirale *A. retroflexus* (1.000 m^{-2}), *C. album* (1.375 m^{-2}) i *C. hybridum* (1.125 m^{-2}). Nakon žetve useva (J 2016), aktivna rezerva semena je bila najveća u T-SKPM (5.750 m^{-2}) i sa najvećim diverzitetom (11 vrsta) u odnosu na druga dva tretmana (Tabela 26, Grafik 38, 39, 40).

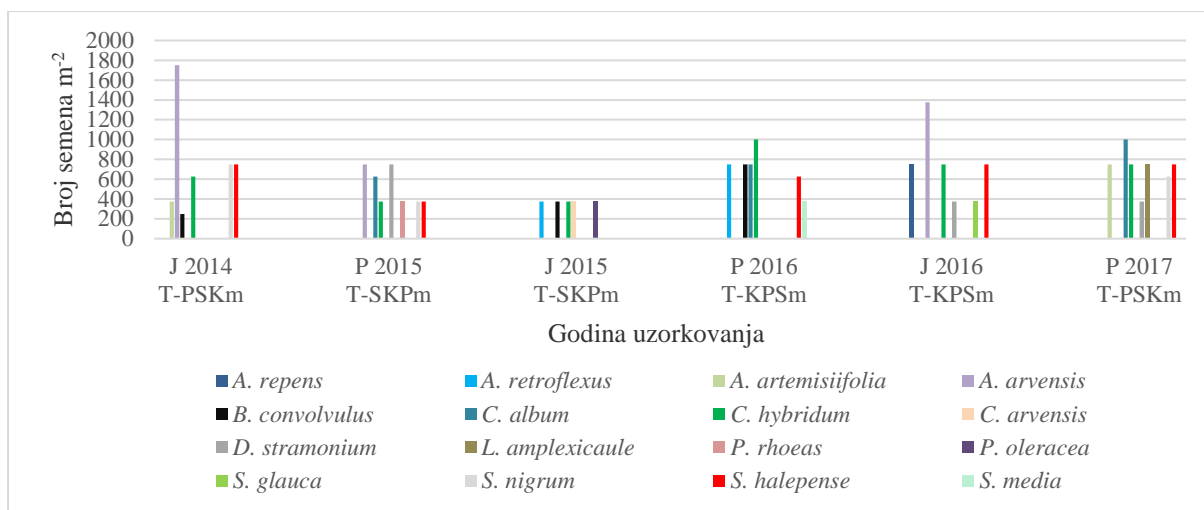
U poslednjoj oceni (P 2017), u tretmanu T-PSKM procenjena aktivna rezerva semena u ukupnom sloju zemljišta je bila 5.000 m^{-2} , u T-KPSM 6.750 m^{-2} i sa istim brojem vrsta u oba tretmana (sedam) pri čemu su semena *C. album* i *C. hybridum* pokazala najbolju klijavost. Na parceli nakon žetve soje (T-SKPM) evidentirano je samo pet korovskih vrsta i ujedno ta parcela je bila sa najsiromašnijom aktivnom rezervom semena (3.250 m^{-2}) (Tabela 26, Grafik 38, 39, 40).

Tabela 26. Broj korovskih vrsta i broj semena m^{-2} u tropoljnom plodoredu sa primenom mineralnih đubriiva (T-PSKM, T-KPSM, T-SKPM), procenjen metodom NU

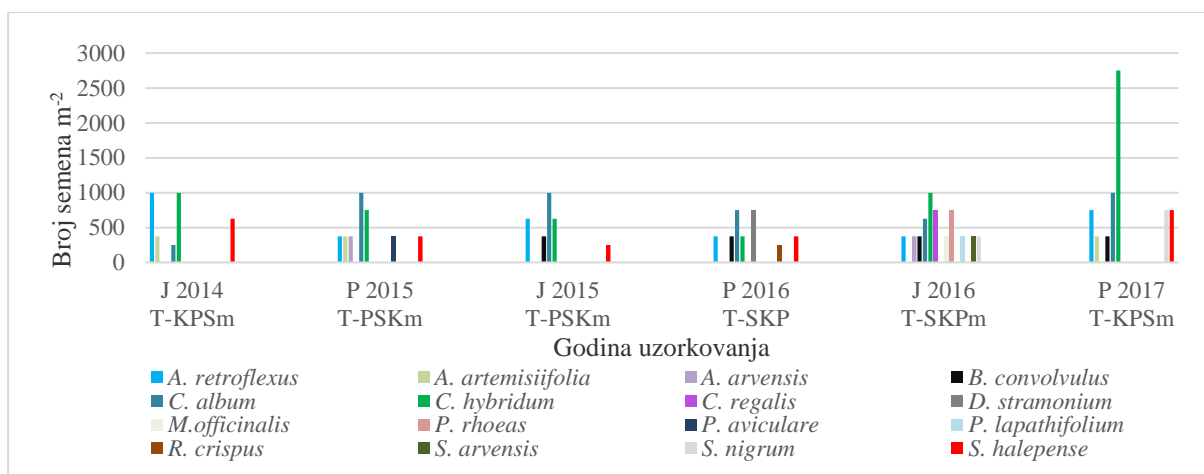
Vreme uzorkovanja	Tretman	Dubina uzorkovanja (cm)	Broj semena m^{-2} po dubinama	Broj vrsta po dubinama	Broj semena m^{-2} na ukupnoj dubini	Broj vrsta na ukupnoj dubini
J 2014	T-PSKM	0-15	1.875	2	4.500	6
		15-30	1.875	4		
		30-40	750	3		
	T-KPSM	0-15	1.500	3	3.250	5
		15-30	750	2		
		30-40	1.000	4		
	T-SKPM	0-15	750	2	2.125	4
		15-30	1.125	3		
		30-40	250	1		
P 2015	T-SKPM	0-15	2.625	7	3.625	7
		15-30	750	2		
		30-40	250	1		
	T-PSKM	0-15	1.875	5	3.625	7
		15-30	1.500	3		
		30-40	250	1		
	T-KPSM	0-15	3.000	5	4.125	6
		15-30	1.125	3		
		30-40	0	0		

Nastavak table 26.

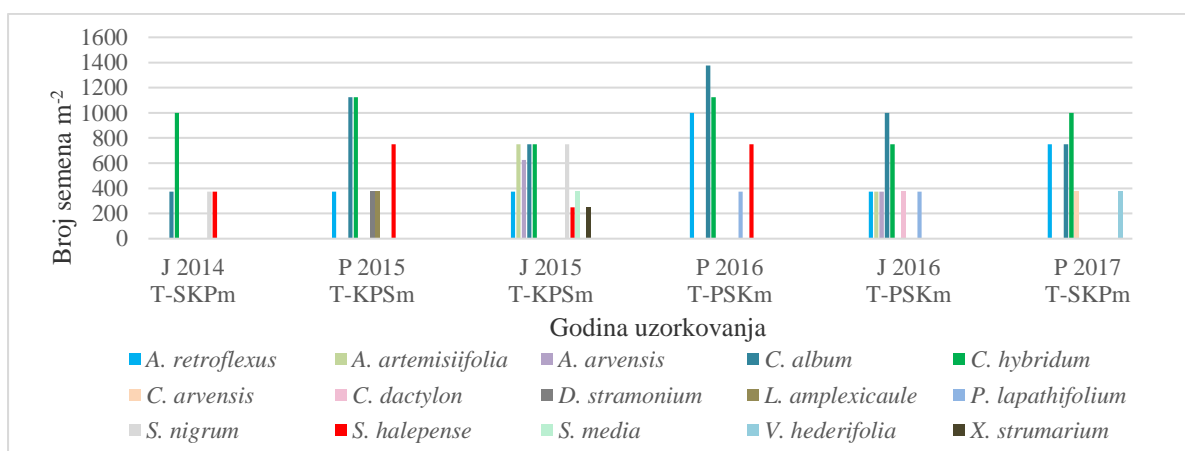
J 2015	T-SKPm	0-15	1.125	3	1.875	5
		15-30	750	2		
		30-40	0	0		
	T-PSKm	0-15	1.500	4	2.875	5
		15-30	375	1		
		30-40	1.000	4		
	T-KPSm	0-15	1.875	4	4.875	9
		15-30	2.250	5		
		30-40	750	3		
P 2016	T-KPSm	0-15	1.875	5	4.250	6
		15-30	1.875	5		
		30-40	500	2		
	T-SKPm	0-15	1.875	5	3.250	7
		15-30	1.125	3		
		30-40	250	1		
	T-PSKm	0-15	2.625	5	4.625	5
		15-30	1.500	4		
		30-40	500	2		
J 2016	T-KPSm	0-15	2.625	6	4.075	6
		15-30	1.200	4		
		30-40	250	1		
	T-SKPm	0-15	3.000	8	5.750	11
		15-30	2.250	5		
		30-40	500	2		
	T-PSKm	0-15	2.250	6	3.625	7
		15-30	1.125	3		
		30-40	250	1		
P 2017	T-PSKm	0-15	2.625	6	5.000	7
		15-30	1.875	5		
		30-40	500	2		
	T-KPSm	0-15	3.000	6	6.750	7
		15-30	3.000	5		
		30-40	750	2		
	T-SKPm	0-15	1.500	4	3.250	5
		15-30	1.500	4		
		30-40	250	1		



Grafik 38. Broj semena m⁻² zastupljenih korovskih vrsta u tropoljnom plodoredu sa primenom mineralnih đubriva (T-PSK_m, T-SKP_m, T-KPS_m), metod NU



Grafik 39. Broj semena m⁻² zastupljenih korovskih vrsta u tropoljnom plodoredu sa primenom mineralnih đubriva (T-KPS_m, T-PSK_m, T-SKP_m), metod NU



Grafik 40. Broj semena m⁻² zastupljenih korovskih vrsta u tropoljnom plodoredu sa primenom mineralnih đubriva (T-SKP_m, T-KPS_m, T-PSK_m), metod NU

4.4.7. Tropoljni plodored sa primenom stajnjaka i mineralnih đubriva

U sistemu tropoljnog plodoređa sa primenom stajnjaka i mineralnih đubriva (**T-PSKs, T-KPSs, T-SKPs**) metodom NU tokom šest sezona (J 2014 – P 2017) u aktivnoj rezervi semena evidentirani su ponici ukupno 29 korovskih vrsta (Tabela 27).

U prvoj sezoni (J 2014) najveća rezerva procenjena je u tretmanu T-KPSs (7.500 semena m⁻²), a najmanja u T-SKPs (6.275 semena m⁻²). Na sve tri parcele po brojnosti semena je apsolutno dominirala vrsta *C. hybridum* (Tabela 27, Grafik 41, 42, 43).

U drugoj sezoni (P 2015) u T-SKPs procenjena aktivna rezerva semena je bila manje-više slična kao i u prethodnoj sezoni (6.625 m⁻²), dok je u T-PSKs i T-KPSs ona bila znatno manja, oko 3.000 semena m⁻². Nakon žetve useva, iste godine, u T-KPSs evidentirana je najveća rezerva (5.750 semena m⁻²) i najveći diverzitet vrsta (10), a u T-PSKs je rezerva bila najmanja (3.125 semena m⁻²) i sa najmanjim diverzitetom (pet vrsta) (Tabela 27, Grafik 41, 42, 43). Generalno, vrste sa najvećom brojnošću klijavog semena su bile *C. hybridum* i *C. regalis*.

Narednog proleća (P 2016) veličina aktivne rezerve semena je bila skoro ista u sva tri tretmana (oko 7.000 m⁻²). Od devet vrsta koje su klijale u T-KPSs dominirale su *A. artemisiifolia* i *C. hybridum*. U T-PSKs evidentirano je takođe devet vrsta a u T-SKP šest, ali na obe parcele po broju klijavih semena su dominirale vrste *C. album* i *C. hybridum*. U jesen iste godine, nakon žetve useva, utvrđena je manja aktivna rezerva semena u sva tri tretmana (5.500, 6.750 i 5.875 m⁻²) i neznatno manji diverzitet vrsta (Tabela 27, Grafik 41, 42, 43).

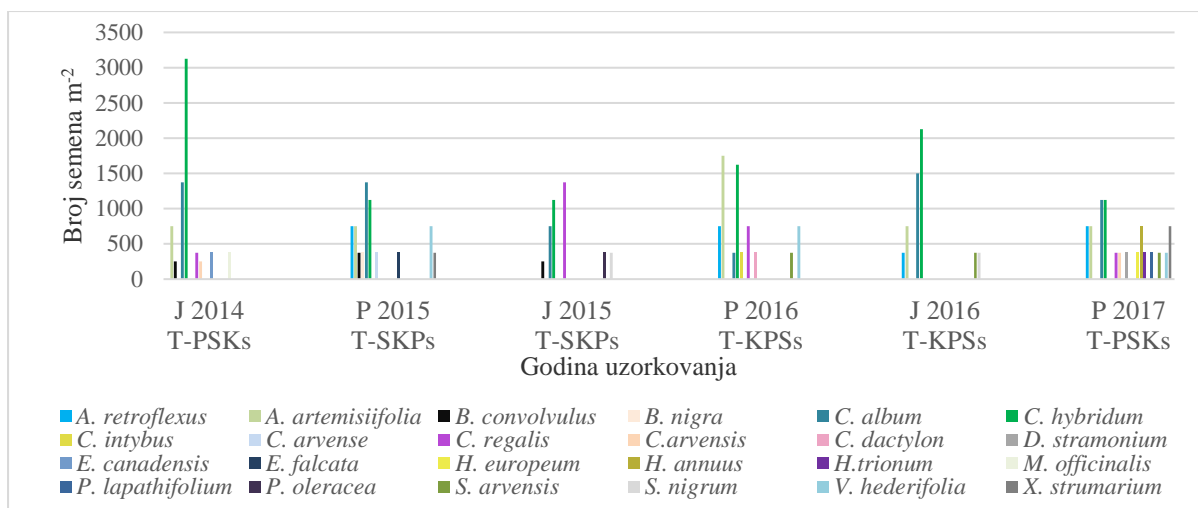
U poslednjoj sezoni (P 2017), generalno, aktivna rezerva semena je bila najveća u odnosu na prethodne sezone. Posmatrano između tretmana unutar P 2017 najmanja rezerva semena je bila u T-PSKs (8.250 m⁻²) a najveća u T-KPSs (9.875 m⁻²) (Tabela 27).

Tabela 27. Broj korovskih vrsta i broj semena m⁻² u tropoljnom plodoređu sa primenom stajnjaka i mineralnih đubriva (T-PSKs, T-KPSs, T-SKPs) sa stajnjakom, procenjen metodom NU

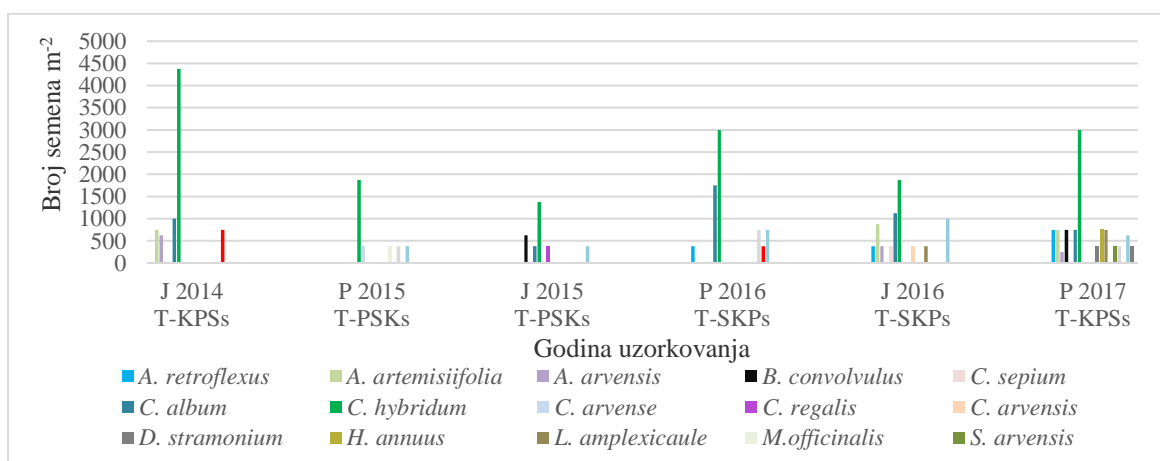
Vreme uzorkovanja	Tretman	Dubina uzorkovanja (cm)	Broj semena m ⁻² po dubinama	Broj vrsta po dubinama	Broj semena m ⁻² na ukupnoj dubini	Broj vrsta na ukupnoj dubini
J 2014	T-PSKs	0-15	3.375	6	6.875	8
		15-30	2.250	2		
		30-40	1.250	4		
	T-KPSs	0-15	2.625	4	7.500	5
		15-30	3.375	5		
		30-40	1.500	3		
	T-SKPs	0-15	2.625	4	6.375	5
		15-30	3.000	4		
		30-40	750	3		

Nastavak tabele 27.

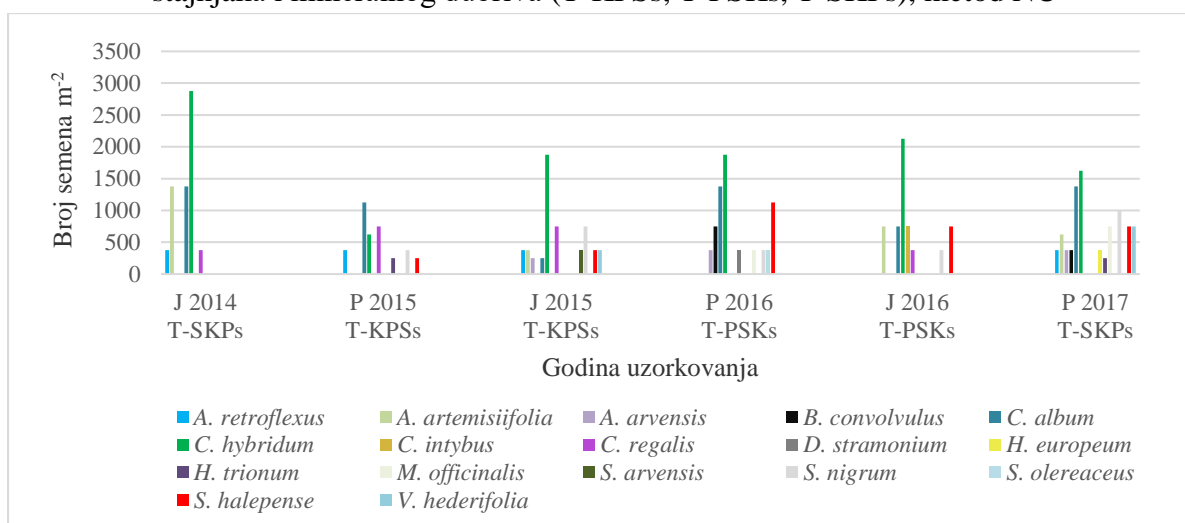
P 2015	T-SKPs	0-15	3.375	7	6.625	10
		15-30	3.000	7		
		30-40	250	1		
	T-PSKs	0-15	1.125	3	3.375	5
		15-30	1.500	3		
		30-40	750	1		
	T-KPSs	0-15	1.125	3	3.750	7
		15-30	1.875	4		
		30-40	750	3		
J 2015	T-SKPs	0-15	1.500	4	4.250	6
		15-30	2.250	4		
		30-40	500	2		
	T-PSKs	0-15	1.875	3	3.125	5
		15-30	750	2		
		30-40	500	2		
	T-KPSs	0-15	2.625	6	5.750	10
		15-30	2.625	5		
		30-40	500	2		
P 2016	T-KPSs	0-15	3.375	7	7.125	9
		15-30	3.000	7		
		30-40	750	2		
	T-SKPs	0-15	3.375	4	7.000	6
		15-30	2.625	6		
		30-40	1.000	2		
	T-PSKs	0-15	3.375	7	7.000	9
		15-30	3.375	6		
		30-40	250	1		
J 2016	T-KPSs	0-15	3.000	4	5.500	6
		15-30	2.250	5		
		30-40	250	1		
	T-SKPs	0-15	3.375	5	6.750	9
		15-30	2.625	6		
		30-40	750	2		
	T-PSKs	0-15	3.375	6	5.875	7
		15-30	2.250	4		
		30-40	250	1		
P 2017	T-PSKs	0-15	4.875	11	8.250	14
		15-30	3.375	9		
		30-40	0	0		
	T-KPSs	0-15	5.250	11	9.875	13
		15-30	4.125	8		
		30-40	500	2		
	T-SKPs	0-15	4.874	10	8.625	12
		15-30	2.250	6		
		30-40	1.500	5		



Grafik 41. Broj semena m⁻² zastupljenih korovskih vrsta u tropoljnom plodoredu sa primenom stajnjaka i mineralnih đubriva (T-PSKs, T-SKPs, T-KPSs), metod NU



Grafik 42. Broj semena m⁻² zastupljenih korovskih vrsta u tropoljnom plodoredu sa primenom stajnjaka i mineralnog đubriva (T-KPSs, T-PSKs, T-SKPs), metod NU



Grafik 43. Broj semena m⁻² zastupljenih korovskih vrsta u tropoljnom plodoredu sa primenom stajnjaka i mineralnog đubriva (T-SKPs, T-KPSs, T-PSKs), metod NU

4.4.8. Tropoljni plodored bez primene đubriva

U tropoljnom plodoredu bez primene đubriva (T-PSK, T-KPS, T-SKP) metodom NU tokom šest sezona u aktivnoj rezervi semena potvrđeni su ponici 19 vrsta, pri čemu je sličan diverzitet konstatovan u sva tri tretmana (Tabela 28).

U prvoj sezoni (J 2014) na ukupnoj dubini (0-40 cm) u sva tri tretmana pet korovskih vrsta je klijalo. Najveća aktivna rezerva je bila u T-PSK (5.375 semena m⁻²), dok je u T-KPS i T-SPK bila približno ista (oko 3.500 semena m⁻²). Na sve tri parcele je dominirala vrsta *A. arvensis*, a u T-PSK i *A. artemisiifolia* (Tabela 28, Grafik 44, 45, 46).

U sledećoj sezoni (P 2015), najveća aktivna rezerva semena procenjena je u T-SPK (6.250 m⁻²), dok je u druga dva tretmana bila manja (4.625 i 4.250 m⁻²). Diverzitet vrsta u rezervi je bio manje-više sličan (4-5 vrsta). Zastupljenost semena po vrstama je bila slična osim u T-PSK gde je *A. arvensis* apsolutno dominirala. Nakon žetve useva (J 2015), u sva tri tretmana procenjena je manja aktivna rezerva semena (3.125 m⁻², 3.875 m⁻², 3.750 m⁻²) kao i manji diverzitet vrsta (Tabela 28, Grafik 44, 45, 46).

Narednog proleća (P 2016) evidentirana je bogatija aktivna rezerva semena i veći diverzitet vrsta. U T-KPS je dominirala *C. hybridum*, u T-SKP *S. halepense* a u T-PSK *A. arvensis* i *S. halepense*. Nakon žetve useva u T-SKP nije bilo nijednog ponika *S. halepense* i *S. annua* ali je konstatovana visoka klijavost *A. arvensis* i *A. chamaepitys*. U T-PSK uočena je i visoka brojnost ponika *A. artemisiifolia*, dok su u T-KPS aktivnu rezervu činile iste korovske vrste kao i u prethodnoj sezoni (Tabela 28, Grafik 44, 45, 46).

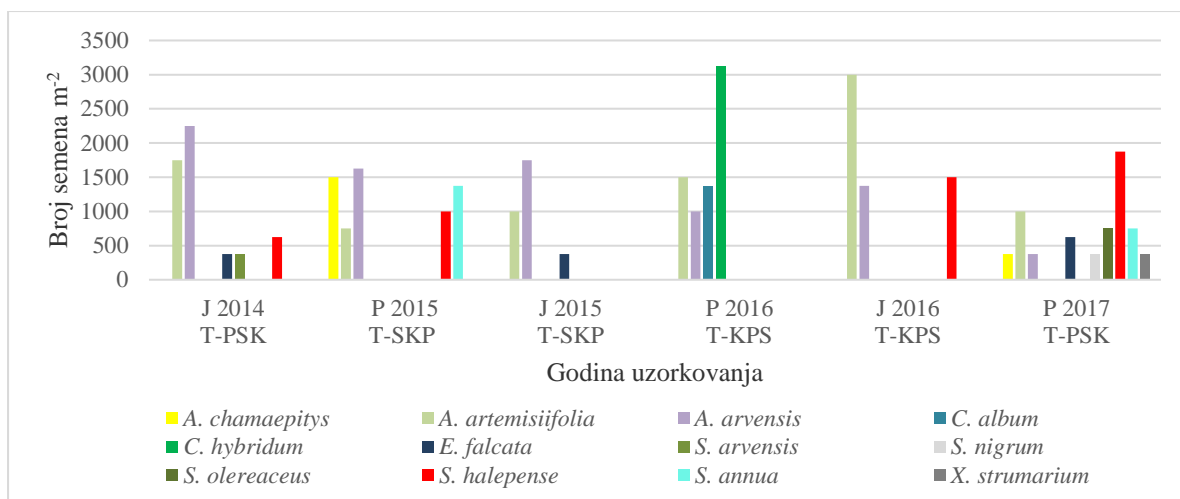
U narednom prolećnom uzorkovanju konstatovan je neznatni porast brojnosti ponika i veći diverzitet vrsta u sva tri tretmana, po devet vrsta u T-PSK i T-SKP i 10 vrsta u T-KPS. *S. halepense* je u svim tretmanima dominirao u aktivnoj rezervi semena (Tabela 28, Grafik 44, 45, 46).

Tabela 28. Broj korovskih vrsta i broj semena m⁻² u tropoljnom plodoredu bez primene đubrenja (T-PSK, T-KPS, T-SKP), procenjen metodom NU

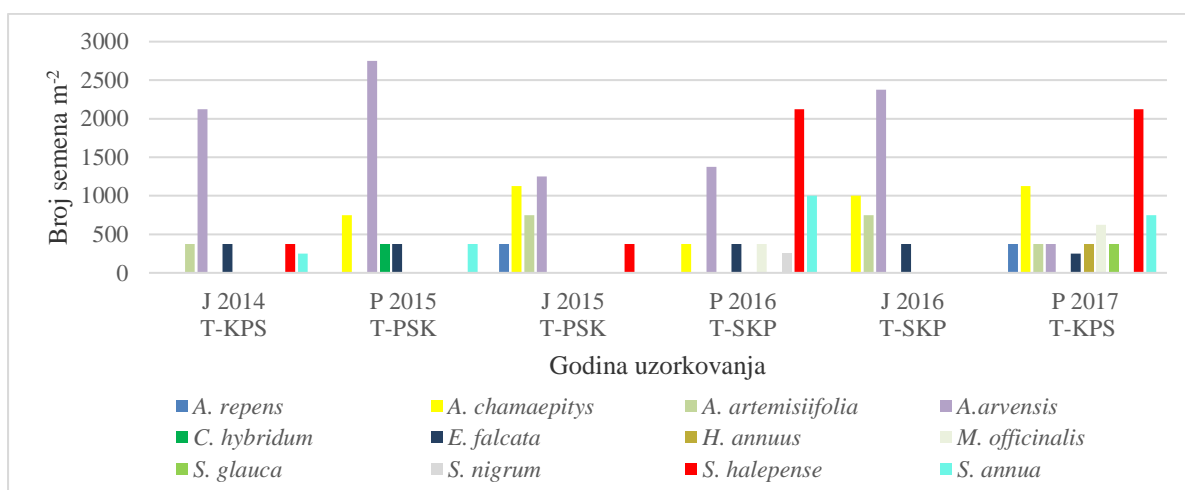
Vreme uzorkovanja	Tretman	Dubina uzorkovanja (cm)	Broj semena m ⁻² po dubinama	Broj vrsta po dubinama	Broj semena m ⁻² na ukupnoj dubini	Broj vrsta na ukupnoj dubini
J 2014	T-PSK	0-15	2.625	4	5.375	5
		15-30	1.500	4		
		30-40	1.250	3		
	T-KPS	0-15	1.125	1	3.500	5
		15-30	1.875	4		
		30-40	500	2		
	T-SKP	0-15	1.500	3	3.750	5
		15-30	1.500	3		
		30-40	750	2		

Nastavak table 28.

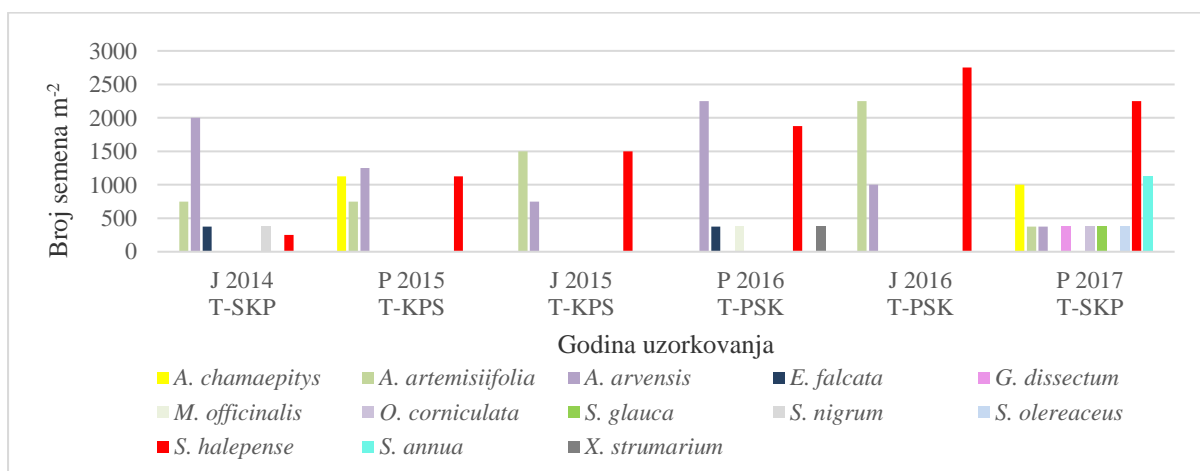
P 2015	T-SKP	0-15	1.500	4	6.250	5
		15-30	3.750	5		
		30-40	1.000	3		
	T-PSK	0-15	1.875	3	4.625	5
		15-30	2.250	4		
		30-40	500	1		
	T-KPS	0-15	2.250	3	4.250	4
		15-30	1.500	3		
		30-40	500	1		
J 2015	T-SKP	0-15	1.500	2	3.125	3
		15-30	1.125	2		
		30-40	500	2		
	T-PSK	0-15	1.125	3	3.875	5
		15-30	2.250	5		
		30-40	500	1		
	T-KPS	0-15	1.500	3	3.750	3
		15-30	2.250	3		
		30-40	0	0		
P 2016	T-KPS	0-15	3.000	3	7.000	4
		15-30	3.000	3		
		30-40	1.000	3		
	T-SKP	0-15	2.250	4	5.875	7
		15-30	2.625	5		
		30-40	1.000	4		
	T-PSK	0-15	3.000	2	5.250	5
		15-30	1.500	4		
		30-40	750	1		
J 2016	T-KPS	0-15	2.250	3	5.875	3
		15-30	3.375	3		
		30-40	250	1		
	T-SKP	0-15	2.250	4	4.500	4
		15-30	1.500	2		
		30-40	750	2		
	T-PSK	0-15	2.250	3	6.000	3
		15-30	3.000	3		
		30-40	750	2		
P 2017	T-PSK	0-15	2.250	6	6.500	9
		15-30	3.750	7		
		30-40	500	2		
	T-KPS	0-15	3.000	6	6.750	10
		15-30	3.000	6		
		30-40	750	3		
	T-SKP	0-15	2.625	4	6.625	9
		15-30	3.000	7		
		30-40	1.000	2		



Grafik 44. Broj semena m⁻² zastupljenih korovskih vrsta u tropoljnom plodoredu bez primene đubrenja (T-PSK, T-SKP, T-KPS), metod NU



Grafik 45. Broj semena m⁻² zastupljenih korovskih vrsta u tropoljnom plodoredu bez primene đubrenja (T-KPS, T-PSK, T-SKP), metod NU



Grafik 46. Broj semena m⁻² zastupljenih korovskih vrsta u tropoljnom plodoredu bez primene đubrenja (T-SKP, T-KPS, T-PSK), metod NU

5. DISKUSIJA

5.1. Značaj poznavanja rezervi semena u zemljištu

Rezerve semena biljaka se nalaze na površini zemljišta ili miruju u zemljištu (Li et al., 2017) i one predstavljaju pandan nadzemnoj flori, odnosno vegetaciji. Stoga rezerve semena u zemljištu predstavljaju latentne biljne zajednice (Moore, 1980). Svo seme, bilo da se nalazi na ili u zemljištu, na različitim dubinama, je pod direktnim uticajem zemljišta, tj. prevashodno organske materije koja čini sastavni deo svakog zemljišta (Mekonnen, 2016). Dakle, to je rezervoar održivog životno sposobnog semena i vegetativnih reproduktivnih organa (rizomi, krtole, korenove reznice, lukovice, krtolaste lukovice) koji se nalaze u zemljištu i koji su kao takvi u stanju da u određenim uslovima životne sredine daju nove individue, tj. biljke (Grundy and Jones, 2002). Međutim, ukupni rezervoar semena u zemljištu nikada nije ekvivalentan realnoj klijavosti tog semena u toku jedne ili više sezona, ali predstavlja rezervu, tj. seme koje je potencijalno sposobno da zameni jednogodišnje zrele biljke koje su prirodno završile svoj životni ciklus ili na neki drugi način završile vegetaciju (propale), kao i višegodišnje vrste koje su pod uticajem biljnih patogena ili drugih biotskih (uključujući i antropogeni faktor) ili abiotskih činilaca završile/prekinule životni ciklus (Taiwo et al., 2018). U poređenju sa nadzemnom korovskom florom i vegetacijom, istraživanja rezervi semena korovskih biljaka u zemljištu su manje privlačila pažnju istraživača kako u svetu tako i kod nas. Razlozi za to su verovatno u činjenici da je ova vrsta istraživanja fizički i vremenski daleko zahtevnija a „put do validnih rezultata dug i mukotrpan” (Abella et al., 2013). Naime, počeci detaljnijih istraživanja rezervi semena u zemljištu datiraju iz druge polovine XX veka (1977. godine) kada je Harper uveo termin banka semena (seed bank) i dao simbolično tumačenje ovog pojma poređenjem deponovanog novca u banci sa deponovanim semenom u zemljištu. Od tada je termin banka semena prihvaćen kao sinonim za rezervu semena u zemljištu koja se još naziva i latentna biljna zajednica (Moore, 1980). Simpson (1989) je formulisao opšteprihvaćenu definiciju za zemljišnu banku semena rekavši da ona obuhvata svo životno sposobno seme koje postoji u gornjem (npr. oraničnom) sloju zemljišta.

Generalno, poznavanje rezervi semena je veoma važna komponenta postojanosti staništa i predstavlja zalihu za potencijalno obnavljanje mnogih sastojina i biljnih zajednica koje čine sastavne elemente određenog ekosistema. Stoga poznavanje i razumevanje diverziteta i brojnosti semena korovskih biljaka u zemljišnoj rezervi je veoma važno za projektovanje konzervacije i restauracije degradiranih ekosistema, posebno u sušnim sezonama ili nakon elementarnih nepogoda kao što su poplave, požari itd. (Shiferaw et al., 2018), kao i nakon obrade zemljišta ili drugog vida uklanjanja korova što se pre svega odnosi na poljoprivredna zemljišta. S druge strane, na obradivim zemljištima (agroekosistemu) poznavanje i razumevanje diverziteta i brojnosti semena i vegetativnih propagula u zemljištu je veoma važno radi procene zakorovljenosti narednih useva i planiranja adekvatne i pravovremene strategije u suzbijanju korova. Stoga rezerva semena u zemljištu nedvosmisleno predstavlja ključni element biljne zajednice, odnosno do retrovegetacije zajednice dolazi zahvaljujući kvalitativnoj i kvantitativnoj rezervi semena u zemljištu (Elizabeth, 2006; Song et al., 2017).

Imajući u vidu složenost odnosa između ukupne (latentne) rezerve semena i potencijalno sposobnog semena za klijanje, vremena i uspešnosti njegovog klijanja u sprezi sa uticajem mnogobrojnih sredinskih faktora veoma je teško sa visokom pouzdanošću tvrditi u kom procentu će doći do klijanja semena i obnavljanja vegetacije. Dakle, veoma teško je proceniti u kom procentu će latentna biljna zajednica preći u „aktivnu” biljnu zajednicu. Međutim, da bi se došlo do odgovora na ovo i niz drugih važnih pitanja vezanih za rezervu i sudbinu semena u zemljištu, vrstu i brojnost ponika, ova istraživanja još dugo će biti aktuelna na lokalnom i globalnom nivou. Stoga je primarni cilj istraživanja u ovoj disertaciji bio da se proceni uticaj različitih sistema gajenja useva [peto - sedmodecenijske monokulture (kukuruz, ozima pšenica, soja), dvopoljnog plodoređa (kukuruz-ozima pšenica) i tropoljnog plodoređa (kukuruz-ozima pšenica-soja) sa i bez primene mineralnog i stajskog đubriva], na osnovu uzorkovanja zemljišta tokom šest sezona (J 2014 – do P 2017), na rezervu semena korova i njegovu distribuciju na zemljišnom profilu 0-15 cm, 15-30 cm i 30-40 cm.

5.2. Značaj metode i postupka uzorkovanja za procenu rezervi semena u zemljištu

S obzirom da procenjena brojnost, floristički sastav i vertikalna distribucija semena korova u zemljištu pored sistema gajenja, nege useva i agroekoloških uslova zavisi i od primenjenih metoda (Ambrosio et al., 2002) u ovim istraživanjima su korišćena dva matodska postupka: metod fizičke ekstrakcije i metod naklijavanja zemljišnih uzoraka. Osim toga, vreme i način uzimanja zemljišnih uzoraka kao i naklijavanje uzetih uzoraka takođe može uticati na procenjenu rezervu semena (Ambrosio et al., 2002), što *a priori* podrazumeva da celokupna strategija mora biti precizno i detaljno osmišljena i realizovana. Pravilno uzimanje zemljišnih uzoraka podrazumeva vreme uzorkovanja, putanju kretanja po parceli, odnosno pravilan raspored uboda sondom tokom uzorkovanja, dubinu na kojoj se uzimaju uzorci zemljišta kao i pripremu uzoraka za sledeću fazu istraživanja. Iako se za većinu agrohemijjskih analiza uzorci zemljišta uzimaju jednom godišnje i to u periodu kada je vlažnost zemljišta oko 60-65% poljskog vodnog kapaciteta (to se smatra idealnom vlažnošću zemljišta, Bogdanović i sar., 2014), kod procene rezervi semena korova uzorkovanje se izvodi u proleće (ter Heerd et al., 1996; Bárberi and Cascio, 2001; Smutný and Křen, 2002; Cardina et al., 2002) i/ili u jesen (Rahman et al., 1996). Stoga su u ovim istraživanjima uzorci zemljišta uzimani u dva navrata, odnosno u martu ili aprilu pre predsetvene pripreme zemljišta i setve useva i primene zemljišnih herbicida i krajem leta ili početkom jeseni nakon žetve useva a pre dubokog jesenjeg oranja. Dobijeni rezultati u ovoj disertaciji su u koincidenciji sa rezultatima Thompson-a i sar. (1997), odnosno, konstatovano je da se prolećnim i jesenjim uzorkovanjem zemljišta dobija pouzdanija informacija o sezonskom prilivu semena korova u zemljišnoj rezervi. Tako npr. u sistemu M-Km na ukupnom zemljišnom profilu procenjena rezerva semena metodom FE po sezonama od J 2014. do P 2017. se redom kretala: 15.850, **19.350**, 17.150, **23.300**, 20.150 i **29.275** m⁻² (boldirane vrednosti su iz prolećnog uzorkovanja). Ovo jasno pokazuje da su u prolećnom uzorkovanju rezerve semena redovno bile veće u odnosu na jesenje uzorkovanje (Tabela 5). Slično je bilo i u sistemu M-Pm (21.575, **25.575**, 25.275, **29.600**, 26.775 i **33.800**

semena m⁻²), M-S (25.775, **27.100**, 24.025, **33.575**, 30.450 i **33.225** semena m⁻²) kao i u svim ostalim ispitivanim sistemima dvopoljnog i tropoljnog plodoreda (Tabela 6, 7). Dakle, višesezonsko uzimanje zemljišnih uzoraka (šest sezona tokom tri godine) se pokazalo veoma pogodnim za dobijanje pouzdanih rezultata za procenu rezervi semena u zemljištu koji ujedno mogu poslužiti za izradu modela za predikciju rezervi semena pod uticajem različitih sistema biljne proizvodnje (Cardina et al., 2002; Kollas et al., 2015).

Kretanje po parceli prilikom uzimanja uzoraka zemljišta može biti u obliku šahovske putanje, dijagonalne linije (Bogdanović i sar, 2014) ili po principu kvadrata. Metod kvadrata je najčešće korišćen postupak kod procene rezervi semena u zemljištu pa je bio primenjen i u ovim istraživanjima. Prilikom uzimanja uzoraka zemljišta veličina kvadrata zavisi od fizičkog sastava zemljišta: što je zemljište teže kvadrat treba da je veći i obrnuto (ter Heerd et al., 1996). Kada se uzorkovanje izvodi na nešto težem zemljištu (npr. ilovastoj glini) preporuka je da se u okviru svake parcele prave po četiri kvadrata dimenzija 10 x 10 m, što je bilo primenjeno i u našim istraživanjima.

Osim toga, najveći broj prethodnih istraživanja za procenu rezervi semena u zemljištu je rađen na zemljišnom profilu 0-10 cm (Gross, 1990; Wiles et al., 1996; Bekker et al., 2000; MackLaren et al., 2020) ili na profilu 0-30 cm (Smutný and Křen, 2003; Fumanal et al., 2008; Auškalnienė and Auškalnis, 2009). S obzirom da se najveći deo rezerve semena korova nalazi na dubini 10-15 cm (Swanton et al., 2000), a kako su ova istraživanja realizovana na poljoprivrednom zemljištu dugogodišnjeg stacionarnog ogleada „Plodoredi” (koji se preko 50 godina održava u nepromenjenom kontinuitetu), cilj je bio da se dođe do relevantnih podataka o sastavu i brojnosti semena kako u oraničnom (0-15 cm i 15-30 cm) tako i u podoraničnom sloju zemljišta (30-40 cm) koje predstavlja ukupnu latentnu korovsku floru i vegetaciju na profilu 0-40 cm. Sondom prečnika 5 cm u okviru jednog kvadrata nasumično je uzimano po deset uzoraka sa svake dubine. Uzeti uzorci sa iste dubine (dakle tri odvojena) su pomešani i formiran je grupni uzorak od oko 3 kg zemljišta. Ovakav pristup uzorkovanja i formiranja grupnog uzorka su protežirali Thompson i Grim (1979), odnosno njihov grupni zemljišni uzorak je bio veličine 1,7-2 kg. Prilikom uzorkovanja vodilo se računa da ubodi sondom budu manje-više homogeni po parceli, pri čemu su se izbegavali rubovi kvadrata da bi se izbegao efekat druge parcele (tretmana) na rezervu semena u okviru ispitivanog tretmana (sistema biljne proizvodnje). O bitnosti ovih detalja prilikom uzimanja i proceni rezervi semena u zemljištu ukazali su Bárberi i Cascio (2001) i sugerisali da se obavezno vodi računa gde se prave ubodi sondom kako bi se izbegao efekat ruba parcele. Na ovaj način uzeto je po 120 uzoraka po parceli (tretmanu) tokom svake sezone. Ovo je u saglasnosti sa metodskim postupkom koju su protežirali Thompson i Grime (1979), odnosno Banks i sar. (1979), koji su za efikasno uzorkovanje zemljišta po metodi kvadrata uzimali minimalno po 100 uzoraka.

Iako se većina istraživača za procenu rezervi semena odlučuje samo za jedan od metodskih postupaka, u ovim istraživanjima, po uzoru na Roberts-a (1981) i Cardina i Sparow-a (1996), primenjena su dva komparativna i komplementarna metoda postupka: metod fizičke ekstrakcije semena (FE) i metod naklijavanja zemljišnih uzoraka (NU). Metodom NU dobija se uvid u popis aktivne rezerve semena u zemljištu, odnosno semena koja su fiziološki zrela i spremna da klijaju (Ter Heerd et al., 1996). S druge strane, metod FE se smatra korisnijim postupkom za procenu rezervi semena jer se dobija uvid u celokupnu rezervu semena, tj. i u ona semena koja su u stanju nekog od oblika mirovanja (Gross, 1990), što generalno predstavlja

latentnu korovsku floru i vegetaciju u zemljištu. Oba metoda postupka imaju izvesnih prednosti i nedostataka i daju manje-više slične rezultate kod procene rezervi semena trava (monokotila) u zemljištu. Međutim, kod procene rezervi semena širokolisnih biljaka (dikotila) pouzdanijim se pokazao metod FE (Rahman et al., 1995), što je u koincidenciji sa našim istraživanjima. Naime, metodom FE detektovane su 53 korovske vrste, a NU samo 43, dakle 18,87% vrsta je bilo manje u aktivnoj fazi, tj. spremno da klija. Komparacijom oba metoda postupka potvrđeno je da u zemljištu na ukupnom profilu 0-40 cm preovlađuju jednogodišnje korovske vrste sa 77,36% u odnosu na dvogodišnje (5,66%) i višegodišnje (16,98%). Ovo je u koincidenciji sa rezultatima Shresth-a (2002) koji je potvrdio da najveći procenat latentne biljne zajednice u zemljištu čine jednogodišnje korovske vrste (terofite), odnosno samo 4,00% su bile višegodišnje (geofite, hemikriptofite, hamefite, fanerofite).

Metodom FE i NU tokom šest sezona na 16 parcela (tretmana) izdvojeno je i determinasano ukupno 30.666 semena m^{-2} (metod FE) i 1.422 ponika korova m^{-2} (metod NU) na osnovu kojih je izvedena procena rezervi semena po sezonama, tretmanima [sistem gajenja useva (monokultura, dvopolje, tropolje sa i bez primene mineralnog i stajskog đubriva) i vrsta useva u vreme uzorkovanja] i dubinama. Jose-Maria i Sans (2011) su u zemljištu sa organskom i konvencionalnom biljnom proizvodnjom procenili rezervu semena od 12.886 ponika m^{-2} (metod NU) koji su pripadali jednoj od 173 korovske vrste. Dakle, diverzitet korovske flore na našem eksperimentalnom polju, bez obzira na sistem biljne proizvodnje, je bio značajno manji u odnosu na njihova istraživanja. To je najverovatnije rezultat razlika u klimatu, sastavu lokalne korovske flore i vegetacije, agroekološkim prilikama (zemljište, meteorološke prilike), dužini trajanja sistema biljne proizvodnje kao i primenjivanim merama nege useva i suzbijanja korova.

Generalno, metod FE se smatra zahtevnijim i fizički težim postupkom, a dinamika izvođenja metode u velikoj meri zavisi od fizičkog sastava zemljišta (Smutný and Křen, 2002). U vezi sa tim, tokom ispiranja uzoraka konstatovano je da se uzorci zemljišta iz dvopoljnog i tropoljnog plodoreda bez primene đubriva (D-PK, D-KP, T-SKP, T-PSK, T-KPS) znatno brže i lakše ispiraju pod mlazom vode u odnosu na uzorke iz tropoljnog plodoreda đubrenog stajnjakom (T-SKPs, T-PSKs, T-KPSs). Takođe, procenjeno je da je za opservaciju jednog uzorka zemljišta bilo potrebno oko 6 h od momenta početka ispiranje do urađene determinacije, što je u saglasnosti sa iskustvima i rezultatima Cardina i Sparrow-a (1996). Generalno, u našem slučaju vreme FE podrazumevalo je razmekšavanje suvog uzorka u vodi (30 min.), ispiranje kroz sistem sita različitog promera [2 mm, 200 μm , 500 μm i 800 μm (Thompson et al., 1997) u trajanju od 30 minuta], izduvavanje semena sa sita (15 min.), odvajanje semena u zasebne sudove, obeležavanje i njihova determinacija uz pomoć referentne kolekcije i priručnika za determinaciju semena (oko 3-5 h). Na osnovu realizovana oba metoda postupka u proceni rezervi semena u zemljištu pod uticajem različitih sistema gajenja useva i sezone konstatovano je da je metod FE vremenski i tehnički/fizički iscrpniji. Osim toga, semena su često bila zaprljana, oštećena i bez pojedinih detalja (dlake, kvržice, brazde, stanje hiluma, tipična obojenost) što je otežavalo determinaciju. Zbog velikog broja semena koja su bila oštećena tokom ispiranja i trljanja o dno sita, nažalost nisu mogla da se iskoriste za planirano ispitivanje njihove životne sposobnosti (vijabilnost) pomoću Tertazolijum testa. S druge strane, metod FE pokazao se vrlo pouzdanim za procenu ukupne rezerve semena, njene kvalitativne i kvantitativne strukture, kao i vertikalne distribucije semena u zemljištu, pa čak i onog semena

koje više nije životno sposobno ili je u stanju nekog oblika mirovanja (prirodno, inducirano, primarno, sekundarno...). Ovakvo stanje je objasnio Cavers (1995) rekavši da je to „sećanje”, odnosno „memorija” na korovske vrste (diverzitet) koje su nekada bile prisutne na parceli. Ova hipoteza je potvrđena i u našim istraživanjima, odnosno u uzorcima zemljišta iz jeseni 2014. godine u tretmanima monokultura pšenice (M-Pm) i neđubrenom dvopoljnom plodoredu (D-PK, D-KP) u podoraničnom sloju zemljišta detektovano je seme korovske vrste *A. githago* (Grafik 7, 11, 12). S obzirom da već duži niz godina, tokom florističkih snimanja na eksperimentalnom polju „Plodoredi”, nije registrovana nijedna biljka kukulja (Milošev i sar., 2009; Nikolić i sar., 2017), a s obzirom da je utvrđeno njegovo seme u zemljišnoj rezervi to indicira, tj. „podseća nas” da je nekada ova vrsta bila prisutna na parceli.

Metod NU je, zbog jednostavnosti izvođenja, generalno češće korišćen pri proučavanju rezervi semena korova u zemljištu. Ukoliko se nakon uzorkovanja zemljišta odmah pređe na NU veoma često se javi problem klijavosti semena iz takvih zemljišnih uzoraka. Stoga se uzorci najčešće prethodno izlažu niskoj temperaturi od +5°C u trajanju od 4 nedelje (stratifikacija) i na taj način prolaze kroz jarovizaciju i time se prekida mirovanje fizički zrelog semena (Cardina et al., 2002). Nakon stratifikacije, po standardnoj proceduri uzorci zemljišta su preneti u uslove staklare sa optimalnom temperaturom za klijanje većine korovskih vrsta (10-35°C), kao i optimalne uslove režima svetlosti i vlage (Caroca et al., 2011). Generalno, ogled NU je trajao 11 nedelja pri čemu se zbog svakodnevnog zalivanja i sušenja na površinskom sloju zemljišta stvarala pokorica i razvijale mahovine, a to je otežavalo izbijanje/pojavu ponika. Na probleme ove vrste ukazali su ter Heerdt i sar. (1996) i sugerisali da se ovaj problem može izbeći ukoliko se preko rastrtog zemljišnog uzorka stavi još jedan vrlo tanak sloj supstrata. Međutim, u takvim slučajevima neznatno povećana debljina zemljišnog sloja, pripremljenog za naklijavanje, može otežati izbijanje ponika iz ukupnog sloja. Kako bi minimizirali taj problem pripremani sloj zemljišta za naklijavanje je bio oko 0,5 cm, a to je bilo i jedno od rešenja Bewley-a i sar. (2013) pri sličnim istraživanjima. Naime, oni smatraju da što je zemljište težeg fizičkog sastava svetlost slabije prodire (Bewley et al., 2013) i samim tim umanjuje klijavost semena (Fenner, 1985) te je bolje naklijavanje izvoditi na plićem zemljišnom sloju. Osim toga, metod NU je uslovljen i vremenom izvođenja ogleda. Iz tih razloga ogledi za NU su izvođeni svakog proleće, od prve nedelje aprila do juna meseca, kako bi se ispratio prirodni ciklus klijanja semena (Cardina and Sparow, 1996). Takođe, ogled je iziskivao zalivanje sudova sa zemljišnim uzorcima u jutarnjim i večernjim časovima, svakodnevno prebrojavanje ponika i njihovu determinaciju. Najveći broj ponika iznikao je u trećoj, četvrtoj i šestoj nedelji (nakon pauze u zalivanju). Ovo je bilo u saglasnosti sa iskustvom ter Heerdt-a i sar. (1996), odnosno i kod njih se oko 95% ponika pojavilo u toku prvih šest nedelja naklijavanja. Osim toga, bilo je izvesnih problema kod determinacije ponika vrsta roda *Anagallis* (*A. arvensis*, *A. foemina*) i *Consolida* (*C. regalis*, *C. orientalis*), a problem je prevaziđen tako što su mlade biljke presađivane u zasebne veće sudove i negovane do pune zrelosti (cvetanja) kada je bilo moguće uraditi pouzdanu determinaciju vrsta. Više literaturnih izvora upravo sugerise pribegavanju ovom postupku determinacije vrsta kada su u pitanju taksoni u okviru pojedinih rodova gde nema jasnih i pouzdanih razlika na nivou ponika (ter Heerdt et al., 1996).

5.3. Uticaj monokulture na rezerve semena u zemljištu

Kad je u pitanju gajenje useva u monokulturi jedna od mera održivosti takvog sistema je obezbeđivanje zemljišta hranivima (mineralnog, stajskog) jer je jedna od lošijih strana takvih sistema smanjenje sadržaja humusa, K_2O i P_2O_5 u zemljištu (Đalović et al., 2017; Šeremešić et al., 2017). Upravo na toj hipotezi su uspostavljene i održavaju se višedecenijske monokulture M-Km i M-Pm na oglednom polju „Plodoredi”. Međutim, literaturni podaci govore da je monokultura kukuruza mnogo osetljivija po tom pitanju nego pšenica, odnosno da kukuruz mnogo više iscrpljuje zemljište od pšenice (Berszenyi et al., 2000), što je potvrđeno i na osnovu agrohemijskih analiza zemljišta u našim istraživanjima. S druge strane, usev soje u tom pogledu nije problem jer pripada leguminozama čiji korenov sistem živi u simbiozi sa mikroorganizmima azotofiksatorima koji u procesu simbioze vezuju azot, koji u zemljište dolazi iz vazduha (atmosfera). To je redukcion proces prevođenja gasovitog oblika azota iz vazduha u amonijačnu formu koja je biljkama dostupna i time se struktura i plodnost zemljišta bolje održava nego kod neleguminoznih useva (Varvel and Peterson, 1992; Vrbničanin i Božić, 2021).

Monokultura kukuruza sa primenom mineralnih đubriva (M-Km). U sistemu M-Km metodom FE procenjeno je da u zemljišnom profilu 0-40 cm u proseku perzistira 20.845 semena m^{-2} (208.450.000 ha^{-1}). Osim toga, ustanovljeno je da to seme pripada jednoj od 18 korovskih vrsta od kojih su se po najvećem bogatstvu semena za period J 2014 – P 2017 izdvojile: *S. halepense* (5.075-9.725 m^{-2}), *C. hybridum* (3.400-5.400 m^{-2}), *C. arvensis* (975-3.650 m^{-2}), *C. album* (1.375-2.375 m^{-2}), *D. stramonium* (1.975-2.675 m^{-2}) i *A. retroflexus* (1.700-2.275 m^{-2}) (Tabela 5, Grafik 6). Slično ovome, Davis i sar. (2005) su u konvencionalnom sistemu gajenja kukuruza, metodom FE, procenili rezervu semena od oko 22.600 m^{-2} . Međutim, u našoj monokulturi M-Km metodom NU evidentirano je samo šest korovskih vrsta čija semena su u tom periodu bila sposobna da klijaju i na osnovu toga procenjena je veličina rezerve semena od 4.416 m^{-2} , odnosno 44.160.000 ha^{-1} (samo 21,18% u odnosu na ukupnu latentnu rezervu procenjenu FE). Cardina i sar. (1991) su, takođe metodom NU, na različitim lokalitetima u konvencionalnoj proizvodnji kukuruza procenili rezervu semena od oko 400-5.400 m^{-2} . Što se tiče diverziteta korovskih vrsta i on je bio sličan kao i kod nas, odnosno Cardina i sar. (1991) detektovali su samo jednu vrstu više u odnosu na flornu bogatstvo u sistemu M-Km.

Što se tiče značaja vremena uzimanja uzoraka na procenjene rezerve semena u zemljištu Takim i sar. (2013) su metodom NU utvrdili veću rezervu semena kod prolećnog uzorkovanja pre kultiviranja (6.538 semena m^{-2}) u odnosu na uzorke zemljišta uzete nakon žetve useva (3.876 semena m^{-2}), dok je narednog proleća brojnost semena porasla na 11.162 m^{-2} . Ovo je u koincidenciji sa našim rezultatima, gde smo tokom proleća (u sve tri sezone) imali redovno bolju klijavost semena u odnosu na jesenja uzorkovanja (J 2014 – P 2017: 1.125, **3.000**, 1.875, **5.625**, 6.250 i **8.625** m^{-2}), kao i veću procenjenu ukupnu rezervu semena kod prolećnih u odnosu na jesenja uzorkovanja tokom sve tri sezone (J 2014 – P 2017: 15.850, **19.350**, 17.150, **23.300**, 20.150 i **29.275** m^{-2}) (Tabela 21, 5). Za razliku od naših istraživanja, Rahman i sar. (1996) su komparacijom metoda FE i NU u višegodišnjem gajenju kukuruza konstatovali da je metod NU dao bolji rezultat (evidentirano 57 vrsta) u odnosu na metod FE (47 vrsta). Ovo se

može objasniti time što se tokom ispiranja zemljišnih uzoraka kroz sistem sita semena manja od 0,25 mm veoma lako gube (Rahman et al., 1995). Takođe, Kalečević (2004) je na tri lokaliteta pod monokulturom kukuruza metodom FE evidentirala semena 36-41 vrste, s tim da je 25 vrsta pripadalo širokolisnim a 17 uskolisnim korovskim vrstama. Za razliku od toga, u našim istraživanjima evidentirana su semena samo dve uskolisne vrste, *C. dactylon* i *S. halepense* (Grafik 6). Ovo je i očekivano s obzirom da pri gajenju kukuruza u monokulturi, usled otežanog suzbijanja trava najčešće dolazi do prenamnoženja vrste *S. halepense*, kao i drugih trava poput *C. dactylon*, *Agropyrum repens* itd. (Vrbničanin i Božić, 2021). Tokom svih šest sezona, na osnovu procenjene rezerve semena u zemljištu, divlji sirak je asolutno dominirao (5.075-9.725 semena m⁻²) (Grafik 6), što se podudara sa prethodnom konstatacijom o raširenosti i velikoj brojnosti ove vrste na području Panonije kao i manje-više na celoj teritoriji Srbije (Vrbničanin i sar., 2009), kao i generalno o njegovoj visokoj generativnoj produkciji (Scopel et al., 1988) i dugovečnosti do sedam godina u zemljištu (Uremis and Uygur, 2005). Do sličnih rezultata i hipoteza su došli Forcella i Lindstrom (1988) procenivši rezervu semena divljeg sirka 1.500-3.000 m⁻². Osim tako velike deponije semena divljeg sirka u zemljištu treba dodati i činjenicu da njegovo seme, kao i većine drugih korova, zadržava životnu sposobnost čak i nakon dugogodišnjeg perzistiranja u podoraničnom sloju (30-40 cm) (Saulić et al., 2017a). U našim istraživanjima ukupna brojnost semena ove vrste kretala se 5.075-9.725 m⁻², a seme je pokazalo izuzetno dobru klijavost, tj. 1.125 m⁻² u uzorcima iz J 2014 do 5.225 m⁻² u uzorcima iz P 2017. Ovi rezultati su u koincidenciji sa rezultatima Kalečevića (2004) gde je utvrđeno da je čak 2.188-5.313 semena m⁻² pokazalo sposobnost klijanja. Osim toga, u našim istraživanjima uočena je i visoka brojnost semena vrste *A. retroflexus* (u proseku 2.029 m⁻²), što se može dovesti u vezu sa činjenicom da se radi o tipičnoj okopavinskoj korovskoj vrsti koja je široko zastupljena i sa velikom brojnošću prisutna na celoj teritoriji Srbije (Vrbničanin i sar., 2008b), kao i činjenica da samo jedna individua ove vrste može proizvoditi i preko milion semena i da ono može očuvati životnu sposobnost u zemljištu duži niz godina (Cavers, 1995; Vrbničanin i Šinžar, 2003; Konstantinović i sar., 2008; Božić, 2018). Takođe, Cardina i Sparow (1996) upozoravaju da gajenje kukuruza u dugogodišnjoj monokulturi može dovesti do izuzetno visoke brojnosti semena *C. album* u zemljištu koja se prema njihovoj proceni kretala od 7.700 m⁻² u sistemu klasične obrade zemljišta pa čak do 24.250 m⁻² u sistemima bez obrade zemljišta (no-till). Generalno, visoke rezerve semena *C. album* u zemljištu (u M-Km procenjeno 2.037 semena m⁻²) su rezultat činjenice što se ova korovska vrsta učestalo sreće u ratarskim usevima bilo da se gaje u monokulturi ili u plodoredu okopavine i strna žita jer ovaj korov „ne bira usev” (Vrbničanin i sar., 2008a). Pored toga, ova vrsta takođe ima veliku generativnu produkciju po biljci (700.000 semena) i njeno seme je dugovečno u stabilnim uslovima zemljišta (Vrbničanin i Šinžar, 2003; Janjić i sar., 2003, 2005). Evidentirano je da još veću brojnost semena u zemljišnom profilu 0-40 cm je ima vrsta *C. hybridum* (3.900 m⁻²). Takođe, i srcasta pepeljuga ima enormno veliku generativnu produkciju (~940.000 semena biljci⁻¹) i njeno seme može duži niz godina da perzistira u zemljištu (Janjić i sar., 2003) što je potvrđeno i u našim istraživanjima (Tabela 5, Grafik 6).

Monokultura ozime pšenice sa primenom mineralnih đubriva (M-Pm). Za razliku od M-Km u M-Pm procenjena rezerva semena u zemljišnom profilu 0-40 cm je za 23% bila veća (27.100 m⁻², tj. 271.000.000 ha⁻¹). Iako je ukupna brojnost semena u M-Pm bila veća nego u M-Km diverzitet ukupne (latentne) zemljišne flore je bio nešto manji, tj. evidentirano je ukupno

17 korovskih vrsta (metod FE) pri čemu su po brojnosti tokom svih šest sezona dominirale: *P. rhoeas* (6.150-9.325 m⁻²), *B. convolvulus* (5.450-6.975 m⁻²), *C. regalis* (2.150-4900 m⁻²), *H. europaeum* (2.600-4.800 m⁻²), *V. hederifolia* (2.025-3.900 m⁻²) i *C. album* (1.275-1425 m⁻²) (Tabela 6, Grafik 7). S druge strane, metodom NU utvrđeno je da je veličina aktivne rezerve semena u proseku bila 9.791 m⁻² (97.910.000 ha⁻¹) od osam evidentiranih vrsta pri čemu se po klijavosti semena izdvajao *P. rhoeas*. Divlja bulka je segetalna vrsta useva strnih žita, ima veoma sitno seme (0,75 x 0,75 mm) i enormno veliku produkciju (do 11.000.000 biljci⁻¹) (Vrbničanin i Šinžar, 2003; Janjić i sar., 2003) i ono može realativno dugo da perzistira u zemljištu (Lutman et al., 2002; Cirujeda et al., 2006; Torra and Recasens, 2008, 2016). Slično ovim rezultatima, Hoseseini i sar. (2014) metodom FE u monokulturi pšenice bez navodnjavanja evidentirali su rezervu semena od 28.003 m⁻², a u sistemu sa navodnjavanjem 9.906 m⁻², pri čemu je ukupni diverzitet latentne korovske flore bio identičan kao u našim istraživanjima, tj. procenjena rezerva semena je pripadala jednoj od 17 korovskih vrsta. Slično ovom, metodom FE Auškalnienė i Auškalnis (2009) su u usevu pšenice u Litvaniji evidentirali u zemljišnoj rezervi 17 korovskih vrsta pri čemu su po broju semena dominirale: *C. album*, *L. purpureum* i *S. media*. Takođe, Jamshidi i Ahmadifard (2011) su u monokulturi pšenice na području Irana istim metodskim postupkom evidentirali latentnu rezervu semena 19 korovskih vrsta. Osim toga, ovi autori navode da je najveći deo semena (62%) bio koncentrisan u sloju 0-10 cm, odnosno u sloju 10-20 cm je evidentiran preostali deo, tj. 38% od ukupno procenjene rezerve semena. Slično kao u prethodnim navođenjima ali u izvesnoj meri i različito u monokulturi pšenice na području Irana po broju semena dominirale su vrste: *S. media*, *Silene conoidea* i *Alyssum hirsutum*, što je u skladu sa klimatom, zemljištem i tehnologijom gajenja pšenice na tom području.

U našem istraživanju najviše semena procenjeno je u plitkom oraničnom sloju (0-15 cm: 47,3%), zatim u sloju 15-30 cm (39,8%), a najmanje u podoraničnom (30-40 cm: 12,9%). Naši rezultati su u koincidenciji sa rezultatima MackLaren-a i sar. (2021) koji su na osnovu broja ponika (metod NU) utvrdili najveću aktivnu rezervu semena u sloju 0-5 cm (3.130 m⁻²). Takođe, i drugi istraživači su došli do sličnih konstatacija, tako npr. Banks i sar. (1976) su u monokulturi pšenice detektovali veliku brojnost semena *D. sanguinalis*, odnosno metodom NU evidentirano je 838 ponika m⁻². Takođe, Mahmood i sar. (2012) su na osnovu NU i evidentiranih ponika ustanovili da u rezervi semena veličine 77.000 m⁻² na dubini 0-15 cm dominiraju korovske vrste: *Cyperus rotundus*, *C. arvensis*, *Fumaria parviflora* i *Avena fatua*. Sličan diverzitet vrsta (15) ali i mnogo veću rezervu semena (48.659 m⁻²) utvrdili su Sekutowski i Smagacz (2011).

Monokultura soje (M-S). U uzorcima zemljišta iz M-S metodom FE prosečna veličina rezerve semena na ukupnom profilu 0-40 cm je procenjena na 29.025 m⁻² (290.250.000 ha⁻¹) i ona je bila najmanja u J 2015 (24.025 semena m⁻²) a najveća u P 2016 (33.575 semena m⁻²). Za razliku od M-Km i M-Pm ovde nije utvrđen linearni rast rezervi semena po sezonama u smislu da je najmanja rezerva evidentirana u J 2014 a najveća u P 2017, pri čemu su uvek manje rezerve bile u jesenjima u odnosu na prolećna uzorkovanja zemljišta (ta zakonitost je potvrđena u M-Km i M-Pm). Odstupanje od te pravilnosti kod M-S se može dovesti u vezu sa specifičnim meteorološkim prilikama (prvenstveno količina i raspored padavina tokom vegetacione sezone) i efektima u suzbijanju korova u ovom usevu, odnosno 2014. godina je

više pogodovale korovima te je njihova brojnost bila veća nego u 2015. godini i to isto se desilo u 2016. u odnosu na 2017. godinu (Grafik 3).

Generalno, u neđubrenoj monokulturi soje evidentiran je najveći diverzitet latentne korovske flore, ukupno 22 vrste. U okviru detektovanih vrsta po brojnosti su dominirale: *C. album* (8.500-10.975 m⁻²), *C. hybridum* (9.275-13.175 m⁻²), *A. artemisiifolia* (2.100-2.300 m⁻²), *A. retroflexus* (1275-2350 m⁻²), kao i vrste *V. hederifolia*, *X. strumarium* i *B. convolvulus* čija je procenjena brojnost bila ispod 2.000 semena m⁻² (Tabela 7, Grafik 8). U poređnom analizom florističkog sastava dominantnih korovskih vrsta između dve okopavinske monokulture (M-Km i M-S) može se konstatovati da su se one značajno razlikovale, odnosno zajedničke su im bile samo tri vrste (*C. album*, *C. hybridum*, *A. retroflexus*), a i one su po brojnosti bile značajno zastupljenije u zemljišnoj rezervi u M-S. S obzirom da se radi o istim tipovima useva i praktično istom mikroklimatu i zemljištu ove razlike se mogu donekle objasniti biološko-ekološkim razlikama između useva kukuruza i soje (npr. habitusu i razlikama u kompetitivnom potencijalu ova dva useva) (Caratti et al., 2016; Ali Raza et al., 2021), kao i razlikama u dugogodišnjim merama nege i suzbijanju korova između ova dva useva (Buhler, 1995). Usev soje je nižeg habitusa od kukuruza i neretko se dešava da korovi koji kasnije niču (izbegnu mere suzbijanja) nadrastaju usev, zasenjuju ga, cvetaju i plodonose. Konkretno to bi moglo da bude jedno od objašnjenje za veliku rezervu semena *A. artemisiifolia* i *X. strumarium* u M-S. Seme vrste *A. artemisiifolia* pored značajne produkcije po biljci (do oko 3.000) se odlikuje i izuzetnom dugovečnošću u zemljištu koja se meri i do nekoliko decenija (40 godina) (Janjić i Vrbničanin, 2007). Takođe, analizom zemljišta u monokulturi soje pokazalo se da je tlo značajno bogatije P₂O₅, K₂O i humusom u odnosu na druge dve monokulture (M-Km i M-Pm) te da ima više resursa za rast korova, a poznato je da ovakvi sistemi sadrže i mikroorganizme, uključujući i bakterije (Gawęda et al., 2020) koje takođe pozitivno utiču na plodnost zemljišta. Smatra se da soja svojom posebnom arhitekturom korena igra ključnu ulogu u uspostavljenju ove specifične bakterijske skupine (azotifiksatori) u rizosferi i korenu (Chen et al., 2018; Orchard, 2020).

Kao i u prethodnim monokulturama i u M-S metodom NU je evidentirana manja aktivna rezerva semena u odnosu na ukupnu latentnu procenjenu metodom FE i to 7.229 m⁻² (72.290.000 ha⁻¹) koje pripada jednoj od devet vrsta koje su klijale. Slično su konstatovali Konstantinović i sar. (2011) u četvorogodišnjim istraživanjima u usevu soje na ataru sela Bački Maglić, gde su procenili zemljišnu rezervu 11.007-38.233 semena m⁻², koje je pripadalo jednoj od 12 korovskih vrsta. Po brojnosti dominirale su: *A. retroflexus*, *C. album* i *D. stramonium*, što je takođe u koincidenciji sa našim istraživanjima. To su vrste koje se često javljaju kod nas u okopavinama, uključujući i usev soje (Vrbničanin i sar., 2008a,b; Vrbničanin i Božić, 2021). U vezi sa ovim, Benoit i sar. (1992) ističu da u zemljišnoj rezervi može da perzistira čak 25.000-40.000 semena m⁻² samo jedne korovske vrste npr. *C. album*. Isti autori su konstatovali da su semena njivske pepeljuge iz prolećnih uzoraka imala bolju klijavost u odnosu na jesenje uzorke, što je potvrđeno i u našim istraživanjima (Grafik 33). Takođe, Cardina i Sparow (1996) navode da pored *C. album* i vrsta *A. retroflexus* ima veliki udeo u rezervi semena u usevu soje. U našim istraživanjima najveći udeo po brojnosti ponika pripadao je vrstama *C. hybridum* (2.958 semena m⁻²) i *C. album* (2.937 m⁻²) što je i za očekivanje s obzirom da su ove vrste bile i sa najvećom latentnom rezervom semena u M-S procinjeno FE (Tabela 7, Grafik 8). Ovo ide u prilog i činjenici da se srcasta pepeljuga učestalo javlja u usevu soje kod nas (Vrbničanin i

sar., 2008a). Za razliku od većine istraživanja o uticaju sistema gajenja useva na rezerve semena u zemljištu, gde se diverzitet najčešće kreće između 10 do 20 vrsta, postoje i potpuno drugačiji slučajevi kao npr. na području Argentine u neđubrenom i nezalivanom usevu soje evidentiran je enormno visok diverzitet, tj. 66 korovskih vrsta (de la Fuente et al., 2006).

5.4. Uticaj plodoreda na rezerve semena u zemljištu

Gajenje useva u plodoredu (smena/rotacija useva) najčešće nosi niz benefita u odnosu na gajenje u monokulturi. Plodored je značajan jer na datoj površini ima pozitivan uticaj na strukturu zemljišta i sastav hranljivih materija u njemu. Takođe, plodored utiče na strukturu i brojnost korova na parceli, odnosno veći diverzitet vrsta se javlja ali je brojnost pojedinačnih vrsta manji što se pozitivno odražava na efikasnost u suzbijanju korova, kao i na rezerve semena (banku semena) korovskih biljaka u zemljištu (Bàrberi and Cascio, 2001; Saulić i sar., 2017b; Vrbničanin i Božić, 2021). Takođe, način obrade zemljišta pri gajenju različitih useva u plodoredu utiče na poboljšanje strukture zemljišta (Khan et al., 2017).

Dvopoljni plodored pšenica-kukuruz (D-PKm, D-KPm, D-PK, D-KP). Efekat rotacije dva najčešće gajena useva kod nas, pšenice i kukuruza, na rezerve semena u zemljištu je ispitivan tokom šest sezona u okviru tretmana koji su đubreni mineralnim đubrivom (D-PKm, D-KPm), kao i tretmana gde nikada od uspostavljanja ogleada (više od sedam decenija) nije primenjivano đubrivo (D-PK, D-KP). U tretmanima sa mineralnim đubrenjem (**D-PKm, D-KPm**) metodom FE utvrđena je prosečna veličina rezerve semena od 24.601 m^{-2} ($246.010.000 \text{ ha}^{-1}$), što predstavlja brojnost između đubrenih monokultura M-Km (20.846 m^{-2}) i M-Pm (27.100 m^{-2}). Što se tiče diverziteta vrsta latentne rezerve semena u dvopoljnom plodoredu on je bio znatno veći, tj. evidentirana je 41 korovska vrsta što u odnosu na monokulture predstavlja 56%, odnosno 59% bogatiji florodiverzitet (Tabela 8, Grafika 9, 10). Stoga, ovde je potvrđena hipoteza da plodored utiče na rast diverziteta korova na parceli ali i na pad rezervi semena unutar jedne vrste po jedinici površine (Bàrberi and Cascio, 2001; Saulić i sar., 2017b). Međutim, sa ovakvom konstatacijom se ne slažu Demjanova i sar. (2009), odnosno oni smatraju da plodored kao pojedinačan faktor ne utiče na diverzitet, gustinu i biomasu korova, već da različiti sistemi obrade zemljišta utiču na zakorovljenost zemljišta.

S druge strane, metodom NU aktivna rezerva semena u proseku je bila 4.520 m^{-2} ($45.200.000 \text{ ha}^{-1}$) pri čemu je ono pripadalo jednoj od 20 korovskih vrsta, tj. vrsta spremnih da klijaju. Caroca i sar. (2011) su takođe u dvopoljnom plodoredu sa mineralnim đubrenjem u sloju 0-15 cm evidentirali rezervu semena od 1.291 m^{-2} u konvencionalnom sistemu obrade, a u sistemu bez obrade 9.354 m^{-2} semena. Srazmerno manjoj procenjenoj rezervi u odnosu na naša istraživanja (razlika je i u dubini sa koje su uzimani uzorci zemljišta) evidentiran je i manji diverzitet vrsta, samo 13 (68% manje) među kojima su dominirale: *C. album*, *V. persica*, *P. annua* i *D. stramonium*. U našem istraživanju u slojevima 0-15 i 15-30 cm u proseku perzistirao je sličan broj semena (2.094 m^{-2} , 2.031 m^{-2}) pri čemu su dominirale vrste (u okviru klijalnih): *P. rhoeas*, *C. regalis*, *C. hybridum*, *A. retroflexus* i *B. convolvulus*. Bàrberi i Cascio (2001) smatraju da se visoka rezerva semena ovih korova u zemljištu može držati pod kontrolom s obzirom da postoji veliki broj dostupnih herbicida za efikasno suzbijanje korova u različitim

usevima. Do sličnih rezultata i konstatacija je došao Cardina (2002) kod proučavanja uticaja rotacije useva kukuruza i ova na rezerve semena u zemljištu gde se diverzitet vrsta kretao 22-26, pri čemu su sa najvećom brojnošću semena bile vrste: *Oxalis stricta*, *A. retroflexus* i *Polygonum pensylvanicum*. Naravno, diverzitet i kvantitet korovske flore u zemljištu pored vrste useva, sistema gajenja i nege useva u značajnoj meri zavisi od lokalne flore i vegetacije, biološko-ekoloških karakteristika korovskih vrsta i njihovog reproduktivnog potencijala, efikasnosti suzbijanja korova, klime, meteoroloških prilika tokom više sezona, tipa i karakteristika zemljišta itd. (Christoffoleti and Caetano, 1998; Kuht et al., 2016).

U dvopolju bez đubrenja (**D-PK, D-KP**) metodom FE ustanovljeno je 19.273 semena m⁻² (192.730.000 ha⁻¹) i 37 korovskih vrsta, dok je metodom NU procenjena aktivna rezerva semena od 5.156 m⁻² (51.560.000 ha⁻¹) i diverzitet 19 vrsta (Tabela 9, Grafik 11, 12). Dakle, gajenje useva kukuruza i pšenice u plodoredu bez đubrenja dovodi do redukcije latentne rezerve semena u zemljištu, ali ne i aktivne (mada te razlike nisu bile izražene kod procene metodom NU). Manja brojnost rezerve semena korova u zemljištu u plodoredu bez primene đubriva, odnosno veća brojnost sa primenom đubriva je najverovatnije rezultat „pozitivnog” efekta đubriva kako na usev tako i na rast, brojnost i reproduktivni potencijal korova, tj. rezervu njihovog semena u zemljištu. Metodom FE procenjena je visoka brojnost semena vrsta: *A. chamepitys*, *A. artemisiifolia*, *A. arvensis* i *S. annua*, a metodom NU dobra klijavost ovih vrsta (Tabela 25, Grafik 36, 37). To su mahom tipične korovske vrste useva strnih žita, a ujedno su (naročito *A. arvensis* i *S. annua*) i indikatori siromašnijih, odnosno slabo đubrenih zemljišta (Kojić i sar., 1997). U odnosu na potrebe za hranivima u zemljištu one pripadaju grupi N2 (prelazna grupa između oligotrofnih i mezotrofnih biljaka), dakle nemaju velike zahteve za hranljivim materijama (Vrbničanin i Šinžar, 2003). U vezi sa ovim Banks (1976) je konstatovao da postoje razlike u veličini rezerve semena u odnosu na đubrenje, odnosno zakorovljenost useva je veća pri đubrenju NPK (13.832 semena m⁻² osam korovskih vrsta) u odnosu na neđubrene varijante (11.473 semena m⁻² devet vrsta). Sa ovim se slaže Major (2015) ističući da sa dodavanjem mineralnog đubriva raste broj korovskih vrsta, što je konstatovano i u našim istraživanjima. Takođe, i kod plodoreda gde se smenjuju npr. kukuruz i soja (sedmogodišnja rotacija ove dve okopavine) rezerva semena na dubini 0-15 cm bila je 800-2.667 m⁻² (Clements, 1996).

Tropoljni plodored pšenica-kukuruz-soja (T-PSKm, T-KPSm, T-SKPM, T-PSKs, T-KPSs, T-SKPs, T-PSK, T-KPS, T-SKP). Pored dvopoljnog ispitivan je i efekat rotacije tri useva (pšenice, kukuruza i soje) na rezerve semena u zemljištu tokom šest sezona u okviru tretmana koji su đubreni mineralnim đubrivom (T-PSKm, T-KPSm, T-SKPM), zatim tretmana gde nikada od uspostavljanja ogleda (više od sedam decenija) nije primenjivano đubrivo (T-PSK, T-KPS, T-SKP) kao i tretmana sa primenom stajskog đubriva koji kao takvi nisu ispitivani u monokulturama i dvopolju (T-PSKs, T-KPSs, T-SKPs). U tropoljima sa mineralnim đubrenjem (**T-PSKm, T-KPSm, T-SKPM**) metodom FE procenjena je najmanja prosečna latentna rezerva semena u odnosu na sve ispitivane sisteme biljne proizvodnje (16.805 m⁻², tj. 168.060.000 ha⁻¹) ali sa većim diverzitetom vrsta u odnosu na većinu ispitivanih sistema i tretmana (39 korovskih vrsta). Naklijavanjem uzoraka ustanovljena je prosečna aktivna rezerva semena od 3.969 m⁻² (39.690.000 ha⁻¹) sa diverzitetom 26 vrsta (Tabela 10, 26).

Za razliku od tretmana gde je primenjivano mineralno đubrivo, u tropoljima sa stajnjakom (**T-PSKs**, **T-KPSs**, **T-SKPs**) procenjena je značajno veća rezerva semena kao i u odnosu na većinu drugih sistema i tretmana (26.522 m^{-2} , tj. $265.220.000 \text{ ha}^{-1}$) sa manje-više istim diverzitetom kao i kod ostalih tropolja (37 korovskih vrsta). Osim toga, kao i kod drugih sistema metodom NU evidentirana je značajno manja aktivna rezerva semena u zemljištu na ukupnom profilu 0-40 cm i to 6.229 m^{-2} ($62.290.000 \text{ ha}^{-1}$) kao i sa manjim diverzitetom vrsta, tj. onih korova koji su pokazali klijavost (29 vrsta). U neđubrenim tropoljima (**T-PSK**, **T-KPS**, **T-SKP**) procenjeno je da latentna rezerva semena u zemljištu iznosi 20.524 m^{-2} ($205.240.000 \text{ ha}^{-1}$) koje pripada jednoj od 33 korovske vrste, dok je aktivna rezerva procenjena na $5.160 \text{ semena m}^{-2}$ ($51.600.000 \text{ ha}^{-1}$) sa diverzitetom samo 19 vrsta (Tabela 12, 28).

S obzirom da mnoge studije ukazuju na efekat sistema gajenja useva (monokultura, plodoredi, đubrenje, neđubrenje, sistem obrade zemljišta itd.), kao i efekat klimatskih promena, razvoja rezistentnosti korova na herbicide itd., na prinos i kvalitet prinosa useva to se može dovesti u vezu i sa latentnom i aktivnom rezervom semena korova u zemljištu s obzirom da su štete u ratarskoj proizvodnji najčešće i najveće usled visoke zakorovljenosti useva (Tomado and Milberg, 2000; Gianessi, 2013; Tigchelaar et al, 2017; Colbach et al., 2020). Tako npr. rotacija useva pšenica sa lucerkom može znatno da smanji zakorovljenost parcele ($1.958 \text{ semena m}^{-2}$) u odnosu na tropoljnu rotaciju pšenica-uljana repica-lucerka ($3.035 \text{ semena m}^{-2}$) (MakLaren, et al., 2021).

Iako se smatra da uvođenje soje u plodored može povećati zakorovljenost parcele, to su demantovali Rapparini (1993), Varvel i Peterson (1992), kao i Franke i sar. (2018) tvrdeći da soja čak sprečava ispiranje nitratnog N iz zemljišta i deluje blagodatno na strukturu i sastav zemljišta, a prinosi useva u tropoljnim i četvoropljnim plodoredima sa sojom su veći u odnosu na smenu dva useva (Hunt et al., 2017). Sa ovim se slažu Bowles i sar. (2020) ističući da je plodored ekološki prihvatljiviji pristup gajenja useva (u odnosu na monokulturu) jer smenom različitih sistema gajenja racionalnije se iskorišćavaju različite dubine zemljišta, a sve to smanjuje umnožavanje štetočina i korova. I u našim istraživanjima je pokazano da u tropolju sa sojom i primenom mineralnog đubriva (T-PKSm) ukupna ($16.806 \text{ semena m}^{-2}$) i aktivna ($3.969 \text{ semena m}^{-2}$) rezerva semena u zemljišnom profilu 0-40 cm je bila najmanja u odnosu na sve ostale ispitivane sisteme i tretmane. Na izvestan način slično našim rezultatima, ali posmatrano kroz apsolutne vrednosti nešto više u tropoljnom plodoredu sa primenom mineralnog đubriva su dobili Murphy i sar. (2006) ($8.000\text{--}41.000 \text{ semena m}^{-2}$). Isti autori ističu da je posle nekoliko godina primene ove smene useva rastao sezonski priliv semena u zemljištu, ali da je dobro što se postepeno smanjivala ukupna rezerva semena. U našem istraživanju evidentirana rezerva semena u J 2014 (prvo uzorkovanje) je bila 16.525 m^{-2} , a dve godine kasnije (J 2016) je bila 15.783 m^{-2} . Međutim, nakon mešanja zemljišta tokom jesenjeg dubokog oranja u proleće naredne godine redovno je rezerva semena bila veća od jesenjih uzorkovanja usled priliva novog semena iz prethodne sezone. Feledyn-Szewczyk i sar. (2020) u rotaciji pšenica-grašak-uljana repica sa mineralnim đubrenjem navode da veličina rezerve zavisi od sistema obrada, pa je pri klasičnom oranju ona iznosila $2.080 \text{ semena m}^{-2}$, u redukovanoj obradi $4.515 \text{ semena m}^{-2}$, a u sistemu direktne setve (no-till) bila $6.518 \text{ semena m}^{-2}$.

Sa druge strane, u tropoljima sa primenom stajnjaka najčešće su evidentirane veće rezerve semena korova u zemljištu. Indirektno to se može objasniti preko rezultata do kojih su došli Pleasant i Schlather (1994). Naime, oni su u stajskom đubrivu, poreklom sa dvadeset farmi,

utvrdili veliku brojnost semena korova, i pri tome su detektovali i veliki diverzitet (48 korovskih vrsta), od kojih je 13 monokotila i 35 dikotila. Isti autori kao najdominantnije vrste navode: *C. album*, *T. officinale* i *A. retroflexus*; dok Saulić i sar. (2017) navode *A. retroflexus*, *C. album* i *C. hybridum* kao najdominantnije. U našim istrživanjima u tropolju sa stajnjakom u velikoj brojnosti takođe su evidentirana semena vrsta *C. hybridum* (8.547 m⁻²) i *C. album* (6.722 m⁻²). Razlog tako velike brojnosti semena pepeljuga u zemljištu đubrenom stajnjakom Saulić i sar. (2019) navode specifičnu strukturu perikarpa semena koja omogućava da semena prolaskom kroz crevni trakt životinja čak mogu povećati klijavost (Jones and Neto, 1987).

Kad je u pitanju uticaj tropolja bez đubrenja (pšenica-kukuruz-soja) na rezerve semena u zemljištu Teasdale i sar. (2004) su na osnovu naklijavanja zemljišnih uzoraka iz rotaciji ova tri useva bez obrade zemljišta (i bez đubrenja) takođe evidentirali veliku brojnost semena *C. album* (3.300-7.800 m⁻²) i *A. hybridum* (2.300-3.600 m⁻²). U našim istraživanjima semena tih vrsta u rezervi je bilo vrlo malo ali su zato semena *A. chamaepitys*, *A. arvensis*, *S. annua* i *S. halepense* dominirala u ukupnoj rezervi na profilu 0-40 cm (Grafik 44, 45, 46).

Generalno, Jieng i sar. (2014) tvrde da klasično đubrenje samo mineralnim đubrivima (P₂O₅ i K₂O) može dovesti do izrazite zakorovljenosti parcele. Uvođenjem u praksu kombinacije stajskog đubriva sa prahom repe i NPK (Jiang et al., 2014), uree (Pyšek and Lepš, 1991) ili komposta (Menalled et al., 2005) može se uticati pozitivno na smanjenje zakorovljenosti parcele. Osim toga, Pyšek i Lepš (1991) objašnjavaju da su siromašna zemljišta zakorovljenija jer se korovi bolje prilagođavaju siromašnijim staništima (stresnim uslovima) nego druge grupe biljaka npr. gajene ili druge autohtone biljke spontane flore. Ovu tvrdnju su potkrepili činjenicom da su na neđubrenom zemljištu evidentirali 16, a na delu parcele gde je primenjen N 14 korovskih vrsta.

Dakle, na latentnu i aktivnu rezervu semena na poljoprivrednim zemljištima utiče mnoštvo faktora i to pre svega: (1) diverzitet lokalne korovske flore i vegetacije; (2) reproduktivni potencijal korovskih vrsta; (3) biološko-ekološke karakteristike semena; (4) sistemi gajenja useva (monokultura, plodored, đubrenje, navodnjavanje, suvo ratarenje, konvencionalna i organska biljna proizvodnja, klasična obrada pre setve ili sistem direktne setve useva bez obrade zemljišta itd.); (5) klima i meteorološke prilike tokom više sezona; (6) tip i plodnost zemljišta; (7) mere nege useva; kao i (8) sve proaktivne (preventivne) i reaktivne (direktne) mere u suzbijanju korova (Solomon et al., 2006; Kuht et al., 2016). Sve ovo implicira na činjenicu da je neophodno ova istraživanja intenzivirati kako bi se dobila realna baza podataka o rezervama semena u zemljištu za određena područja, a time mogla izvoditi predikcija pojave korova u narednoj sezoni i preciznije planirati mere za njihovo suzbijanje ili držanje njihove brojnosti ispod praga štetnosti.

5.5. Uporedna analiza diverziteta korovskih zajednica u različitim sistemima biljne proizvodnje procenjenih na osnovu α i β diverziteta

German i sar. (2017) ističu da se u sistemima održive poljoprivrede zanemaruju istraživanja biodiverziteta, jednim delom zato što se više pažnje posvećuje prinosima useva i profitu, a

drugim delom jer je diverzitet teško procenjivati. Međutim, i pored takvih viđenja mi smo pored procene ukupne (metod FE) i aktivne (metod NU) rezerve semena korova u zemljišnom profilu 0-40 cm u različitim sistemima biljne proizvodnje (M-Km, M-Pm, M-S, dvopoljni i tropoljni plodored sa različitim sistemima đubrenja) računali α i β indekse diverziteta (D -Simpson-ov indeks diverziteta, D' -Simpson-ov indeks dominantnosti, H -Shannon-ov indeks diverziteta, H/H_{max} -Shannon-ov indeks uniformnosti) da bismo dobili sveobuhvatnu sliku kako o diverzitetu, tako i o dominantnosti i uniformnosti vrsta u korovskim zajednicama. Generalno, vrednosti indeksa diverziteta bliže nuli (samo je kod D' obrnuto) ukazuju da je jedna vrsta dominantna, odnosno da je zajednica neujednačena, a vrednosti bliže jedinici pokazuju da zajednica stremlji ka maksimalnoj uniformnosti (Booth et al., 2003).

Na osnovu procenjene ukupne rezerve semena metodom FE izračunati su α i β indeksi diverziteta, i na osnovu D indeksa potvrđena je najmanja raznovrsnost korovske zajednice u sistemu M-Pm ($D= 0,8335$), dok je u tropoljnom plodoredu đubrenom mineralnim đubrivom utvrđena najveća raznovrsnost zajednice ($D= 0,1594$). Osim toga i na osnovu D' indeksa, čija vrednost je bila najmanja u M-Pm ($D'= 0,1642$), pokazano je da se u toj monokulturi samo 16% vrsta međusobno razlikuju. S druge strane, u tropoljnom plodoredu sa mineralnim đubrenjem (T-PSKm, T-KPSm, T-SKPm) prosečna vrednost D' indeksa bila je 0,8406, što pokazuje da se 84% vrsta u toj zajednici razlikuje. Slično prethodnim i na osnovu Shannon-ovog indeksa diverziteta (H) takođe je potvrđen najmanji diverzitet vrsta u M-Pm pri čemu je njegova vrednost iznosila $H= 0,3259$, dakle što je vrednost indeksa bliža nuli time je diverzitet manji. Ista pravilnost je potvrđena i u pogledu najveće florističke raznovrsnosti, tj. diverziteta zajednice koja je kao i u prethodnim slučajevima potvrđena u tropoljnom plodoredu sa primenom mineralnih đubriva (u proseku $H= 2,1344$). Osim toga, i na osnovu Shannon-ovog indeksa uniformnosti (H/H_{max}) ponovo je zajednica u M-Pm sistemu bila najmanje uniformna po pitanju florističkog sastava i brojnosti jedinki unutar vrsta (prosek $H/H_{max}= 0,1334$) u odnosu na ostale zajednice, tj. sisteme, dok je najveća uniformnost korovske zajednice utvrđena u tropoljnom plodoredu đubrenim mineralnim đubrivima (prosek $H/H_{max}= 0,6461$) (Tabela 19).

Na osnovu izračunatih indeksa diverziteta (D , D' , H , H/H_{max}) utvrđeno je da su u M-Pm dominirale korovske vrste: *P. rhoeas*, *C. regalis* i *B. convolvulus*. U vezi sa ovim Spellerberg i Fedor (2003) tvrde da je Shannon-ov indeks najbolji i najpouzdaniji pokazatelj bogatstva ili diverziteta vrsta u zajednici. Tako npr. Hosseini i sar. (2014) su na osnovu ovog indeksa u monokulturi pšenice utvrdili malu raznovrsnost zajednice ($H= 1,663$), a u rotaciji pšenica-soja takođe je potvrđen mali diverzitet vrsta ($H= 1,760$). Isti autori su računali i Shannon-ov indeks uniformnosti (H/H_{max}) koji se nije mnogo razlikovao između monokulture pšenice (0,63) i rotacije pšenice-soje (0,67). U našim istraživanjima kad je u pitanju monokultura pšenice (M-Pm) vrednosti H/H_{max} su bile znatno niže (0,1334) što znači da je korovska zajednica u tom sistemu bila manje uniformna, a kod dvopolja npr. pšenica-kukuruz (D-PK, D-KP) prosečna vrednost H/H_{max} je bila 0,6107 što znači da je zajednica više ujednačena (Tabela 19). Takođe i Sekutowski i Smagacz (2011) su u monokulturi pšenice utvrdili malu vrednost Simpson-ovog indeksa dominantnosti ($D'= 0,220$) kao i relativno malu vrednost Shannon-ovog indeksa diverziteta ($H= 1,610$) što je u koincidenciji sa našim rezultatima, odnosno ukazuje da se u zajednici samo 22% vrsta međusobno razlikuje i da je mali diverzitet vrsta u zajednici.

Slično prethodnom, Feledyn-Szewczyk i sar. (2020) su u tropoljnom plodoredu pšenica-uljana repica-grašak utvrdili prosečnu vrednost H indeksa koji se kretao 2,280-2,560, D indeksa 0,150, što je potvrđeno i kod naših plodoreda, tj. u dvopoljima i tropoljima (Tabela 19).

U zavisnosti od sistema biljne proizvodnje i primenjenih mera nege useva i suzbijanja korova vrednosti indeksa diverziteta mogu manje ili više da se razlikuju. Tako npr. u četvoropoljnom plodoredu (pšenica-lan-uljana repica-ječam) u uslovima primene herbicida vrednost H indeksa je iznosila 1,030 (mali diverzitet korovske zajednice), a slično je potvrđeno i preko D indeksa (Simpson-ov indeks diverziteta) čije su vrednosti pre primene herbicida iznosile 0,850, odnosno posle primene herbicida 0,740 (Derksen, 1991 cit po Clements et al., 1994). Dakle, autori su preko H i D indeksa diverziteta potvrdili manju raznovrsnost korovske zajednice u četvoropoljnom plodoredu u varijanti sa i bez primene herbicida. Osim toga, Pyšek i Lepš (1991) ističu da je vrednost Shannon-ovog indeksa veća ($H= 2,960$; $H/H_{max}= 0,960$), tj. zajednica je raznovrsnija (većeg diverziteta) i uniformnija u neđubrenim tretmanima u odnosu na tretmane sa primenom đubriva ($H= 1,720$; $H/H_{max}= 0,720$). Sa ovim se slažu i Blackshaw i sar. (2005) koji smatraju da je indeks diverziteta veći na parceli bez primene đubriva i obrnuto.

Na kraju, na osnovu izračunatih apsolutnih beta (β) vrednosti tokom svih šest sezona (J 2014 – P 2017) potvrđena je konstatacija do koje se došlo na osnovu indeksa diverziteta za ispitivane sisteme biljne proizvodnje, odnosno najmanje beta vrednosti su potvrđene u monokulturama kukuruza (M-Km) i pšenice (M-Pm) sa mineralnim đubrenjem ($\beta= 9-13$) a najveće u sistemu tropolja pšenica-kukuruz-soja (T-PSKm, T-KPSm, T-SKPm) takođe sa mineralnim đubrenjem ($\beta= 21-31$) (Tabela 19).

Osim toga, diferenciranost korovskih zajednica, odnosno sistema gajenja useva spram procenjenih rezervi semena u zemljištu je potvrđena i na osnovu PCA analize. Monokulture M-Pm i M-Km su se izdvojile u odnosu na ostale sisteme biljne proizvodnje, što je potvrđeno i preko α i β indeksa diverziteta (D , D' , H , H/H_{max} , β). S druge strane, na biplotu PCA dijagrama korovske zajednice ostalih sistema (tretmani dvopolja, tropolja sa/bez đubrenja) su se grupisale na drugoj strani biplota što implicira njihovu veću međusobnu sličnost, a što je takođe potvrđeno i preko indeksa diverziteta (Grafik 23). Dakle, na biplotu se monokulture jasno razdvajaju od dvopoljnih i tropoljnih plodoreda po pitanju diverziteta i uniformnosti prisutnih korovskih vrsta u zajednici, što je u koincidenciji sa rezultatima Hosseini et al. (2014).

5.6. Simulacija rezerve semena primenom ANN modela

Imajući u vidu rastuće potrebe za kvalitetnom i zdravstveno bezbednom hranom sve više pažnje se posvećuje unapređenju održive poljoprivredne proizvodnje koja ima visoke standarde koje najčešće nije lako dostići čak ni u razvijenim zemljama u svetu. Smatra se da razvoj i primena modela može olakšati pravilan odabir sistema gajenja, genotipa, mera nege i zaštite useva a time i visokih benefita u poljoprivrednoj proizvodnji. Međutim, za primenu modela u praksu neophodna je velika baza podataka (bar iz 2-10 godina) da bi se izvela relevantna simulacija za dati problem, odnosno dobili pouzdani odgovori na pitanja u okviru određene problematike u poljoprivrednoj proizvodnji (Kollas et al., 2015; Germa et al., 2017). Tako npr.

modeli koji predviđaju uticaj rotacije useva na demografiju korova su važan i moderan alat za testiranje novih pravila u održivoj poljoprivredi, a to je smanjenje upotrebe herbicida i očuvanje biološkog ekvilibrijuma u agroekosistemu. Osim toga, modeliranje je od presudnog značaja za dizajniranje i ocenjivanje integrisane poljoprivrede, s tim što je za to neophodno odabrati najadekvatniji model (Gardarin et al., 2008).

S obzirom da smo kroz ova istraživanja na jedinstvenom oglednom polju „Plodoredi” koji traje u kontinuitetu bez izmena 50-70 godina [tri godine, tj. šest sezona (J 2014 – P 2017), 16 tretmana (M-Km, M-Pm, M-S, D-PKm, D-KPm, D-PK, D-KP, T-PSKm, T-KPSm, T-SKPm, T-PSKs, T-KPSs, T-SKPs, T-PSK, T-KPS, T-SKP)], tri dubine uzorkovanja (0-15 cm, 15-30 cm, 30-40 cm), dva metoda postupka (FE, NU)] dobili izuzetno veliki set relevantnih podataka o uticaju različitih sistema biljne proizvodnje na ukupnu i aktivnu rezervu semena korova u zemljištu bilo je realno da se primenom adekvatnog modela izvede simulacija.

Odabran je model ANN (Artificial Neural Network) koji je prethodno pomoću Random-Holback metode testiran na osnovu reprezentativnog seta podataka kroz dve faze (u prvoj fazi 192 a u drugoj 96 podataka) i koji se pokazao visoko pouzdanim ($R^2=0,95$; $R^2=0,93$) (Grafik 28a, 28b), a potom se pristupilo modeliranju. Osim toga, za modeliranje su bili neophodni i višegodišnji podaci o zemljištu sa eksperimentalnog polja, dugogodišnji meteorološki podaci o padavinama i temperaturi vazduha uključujući i meteorološke podatke iz tri godine kada su istraživanja realizovana, egzaktni podaci o primeni mineralnog i stajskog đubriva tokom poslednje dekade, kao i primena herbicida. Modelom se došlo do odgovora na ključna pitanja: (1) da li plodoredi ili monokulture menjaju diverzitet i brojnost korovske populacije u nepromenjenom sistemu biljne proizvodnje 50-70 godina; (2) kako izbor useva utiče na populaciju i diverzitet korova; (3) da li dugogodišnji plodoredi utiču na biodiverzitet vrsta; (4) na koji način mineralano i stajsko đubrivo određuje tok populacija korova i da li se menja populacija korova ukoliko se ne primenjuje đubrivo; i (5) da li dubina i vreme uzorkovanja utiče na veličinu procenjene rezerve semena u zemljištu.

Na osnovu ANN modela u kome su opservirana četiri ključna faktora (plodored, đubrenje, dubina uzorkovanja i vremena uzorkovanja) zaključeno je da je najveći efekat na veličinu ukupne (latentne i aktivne) rezerve semena u zemljištu sa udelom od 64,17% imala interakcija plodored+đubrenje, zatim trojna interakcija plodored+đubrenje+dubina uzorkovanja sa udelom od 30,52% i sa najmanjim udelom od samo 5% interakcija plodored+dubina uzorkovanja (Grafik 24). Naime, ANN model pokazuje da gajenje useva u monokulturi (M-S), a posebno kontinuirano (u ovom slučaju >50 godina) gajenje soje dovodi do porasta broja semena korovskih vrsta u zemljištu (Grafik 27). S obzirom na habitus soja je manje konkurentan usev od pšenice i kukuruza i njen sporiji rast u ranoj fazi omogućava korovima da je nadržavaju, zasenjaju, fizički i fiziološki potiskuju (naročito širokolisne vrste koje se dobro granaju i imaju veliku ukupnu lisnu površinu kao što su vrste *A. retroflexus*, *C. album*, *C. hybridum*, *D. stramonium*, *X. strumarium* itd.), zbog čega se može očekivati da će u monokulturi soje rezerve semena korova sa protokom vremena rasti (Goplen et al., 2017). Takođe, zemljište u ovom sistemu je bogatije humusom, P_2O_5 i K_2O što korovi najčešće efikasnije koriste od useva, pogotovo vrste kao što su: *D. stramonium*, *Amaranthus* sp., *C. album*. Ove korovske vrste kada su u velikoj brojnosti (fizička/direktna kompeticija) i kao jači kompetitori za prirodne resurse (fiziološka/indirektna kompeticija) deluju supresivno na usev (Oljača et al., 2007; Vrbničani i Božić, 2021). Takođe, utvrđeno je da rezerva semena u

monokulturama (M-Km, M-Pm, M-S) potiče od samo nekoliko korovskih vrsta i to u usevu soje od *C. album* i *C. hybridum*, u pšenici od *P. rhoeas* i *C. regalis*, a u kukuruzu od *S. halepense* (Grafik 6, 7, 8). U vezi sa ovim, Liebman i Dyck (1993) navode da gajenjem useva u monokulturi dolazi do smanjenja diverziteta korovske zajednice ali raste broj biljaka u okviru jedne vrste po jedinici površine, što je potvrđeno i u našim istraživanjima, kao i ANN modelom. Sa jedne strane ovo na prvi pogled može da pojednostavi izbor herbicida u suzbijanju korova u monokulturama, ali dugoročno, usled primene herbicida istog mehanizma delovanja raste selekcionirani pritisak, odnosno povećava se rizik od razvoja rezistentnosti korova na herbicide. S obzirom da je tokom procene rezerve semena ustanovljena dominacija pojedinih vrsta, a da ANN model nedvosmisleno pokazuje rast broja semena u monokulturama, neophodno je osmisliti efikasnu, ekonomičnu i održivu strategiju za dugoročno suzbijanje korova na ovim površinama. Model takođe ukazuje da se i u ostalim sistemima biljne proizvodnje (dvpoljni i tropoljni plodoredi sa i bez đubrenja) takođe iz godine u godinu uočava blagi porast broja semena u zemljišnom profilu 0-40 cm (Grafik 22). Međutim, konstantna brojnost semena kroz sezone primetna je u tropoljnom plodoredu sa primenom mineralnog đubriva (T-PSKm, T-KPSm, T-SKPm), što ovaj sistem na izvestan način čini superiornijim i kao takav može biti za preporuku u održivoj strategiji biljne proizvodnje i efikasnog suzbijanja korova. Iako se i u ovom plodoredu depo semena blago dopunjuje svake godine, nisu evidentne nagle promene u brojnosti kao ni dominacija pojedinačnih vrsta, već se sa promenom useva svake godine menja i floristički sastav korovske zajednice (Dorado et al., 1999). Naime, može se zaključiti da tropoljni plodored sa mineralnim đubrenjem, pored toga što parcelu godinama održava manjeviše na istom nivou zakorovljenosti, deluje kao biološki ekvilibrijum, odnosno pozitivno na stabilnost i očuvanje ekološkog diverziteta biljne zajednice i staništa. S druge strane, takođe na osnovu ANN modela, najveće promene brojnosti semena korova u zemljišnom profilu 0-40 cm (u odnosu na početnu godinu uzorkovanja, J 2014) su potvrđene u tropoljnom plodoredu sa primenom stajskog đubriva (T-PSKs, T-KPSs, T-SKPs). Ovo potvrđuje hipotezu da stajnjak može biti glavni izvor povećane zakorovljenosti parcela (usmena komunikacija sa poljoprivrednim proizvođačima, 2021; Oveisi et al., 2021). Međutim, u plodoredu bez primene đubriva model jasno ukazuje da u zemljištu egzistira manja rezerva semena, što je u saglasnosti sa viđenjima Butkevičienė i sar. (2021) koji ističu da sistemi sa niskim unosom hraniva „manje pate” od zakorovljenosti. Mada ima i oprečnih mišljenja gde se navodi da se korovi kao visoko adaptivne vrste (plastične, evurivalentne) u velikoj brojnosti mogu naći i na ekstremno siromašnim, tj. nepolodnim zemljištima (Pyšek and Lepš, 1991).

Generalno, ANN model jasno pokazuje da plodored kao pojedinačan faktor ima manji statistički značaj na veličinu rezerve semena u zemljištu (samo 0,42%), odnosno rezerva semena prema ovom modelu daleko više zavisi od toga da li se primenjuju ili ne đubriva i koja vrsta đubriva se primenjuje (stajsko ili mineralno). Sa ovakvom konstatacijom se slažu Demjanova i sar. (2009) iznoseći tvrdnju da plodored nije ključan faktor koji utiče na diverzitet, gustinu i biomasu korova u usevima. S druge strane, đubrenje kao zaseban faktor, prema ANN modelu, nema statistički značajniji uticaj na rezerve semena u zemljištu, već samo u interakciji sa drugim faktorima (plodored i dubina). Na ovo takođe ukazuje Đalović i sar. (2017) kada navodi da u dugoročnim ogledima kao što je ovaj, gde se pokušava održati ravnoteža u plodoredu, promene se ne dešavaju pod uticajem samo jednog faktora već interakcijom više faktora. Takođe, ANN model pokazuje da je tokom jesenjih sezona (J 2014, J 2015, J 2016) u

zemljištu uvek manja brojnost semena u odnosu na prolećne (P 2015, P 2016, P 2017) (Tabela 22). Osim toga, model pokazuje izvesni porast brojnosti semena u proleće 2016. i 2017. godine, što implicira da se svake naredne godine može očekivati sve veća latentna rezerva semena u zemljištu. Iako prema ovom modelu dubina uzorkovanja kao faktor nema statistički značajan uticaj na rezervu semena, evidentno je da u interakciji sa ostalim faktorima ima značaja, pri čemu je brojnost najveća u površinskom sloju zemljišta (0-15 cm) a sa povećanjem dubine (15-30 cm, 30-40 cm) rezerva semena pada (Slika 7). Dakle, model jasno pokazuje da rezerve semena korova u zemljištu zavise od više faktora, odnosno njihove interakcije i to od sistema biljne proizvodnje, primene đubriva, dubine uzorkovanja zemljišta i nešto manje od vremena uzorkovanja.

6. ZAKLJUČAK

Primenom dva metoda postupka, odnosno fizičkom ekstrakcijom iz zemljišnih uzoraka (FE) i naklijavanjem zemljišnih uzoraka (NU) proučavan je uticaj različitih sistema biljne proizvodnje (tri monokulture, dvopolja, tropolja sa i bez primene đubriva) tokom šest sezona (J 2014 – P 2017) i tri različite dubine (0-15 cm, 15-30 cm, 30-40 cm) na ukupnu i aktivnu rezervu semena korovskih biljaka i pri tome se došlo do sledećih zaključaka:

- Metodom FE utvrđeno je prisustvo 53 korovske vrste iz 49 rodova i 24 familije, a metodom NU 43 vrste iz 39 rodova i 22 familije.
- Procenjena rezerva semena metodom FE u monokulturi kukuruza (**M-Km**) iznosila je 20.845 m⁻², a od konstatovanih 18 vrsta dominirale su: *S. halepense*, *C. hybridum*, *C. arvensis*, *C. album* i *D. stramonium*. Zabeleženi su i rizomi *S. halepense* i korenove reznice *C. arvensis*. Metodom NU utvrđeno je 4.146 semena m⁻², a od 6 korovskih vrsta dominirala je *S. halepense*.
- U ozimoj pšenici (**M-Pm**) metodom FE procenjeno je 27.100 semena m⁻² 17 vrsta, a najveći broj semena poticao je od *P. rhoeas*, *B. convolvulus*, *C. regalis*, *H. europaeum*, *V. hederifolia*. Aktivna rezerva semena procenjena je na 9.791 m⁻², a od detektovanih 8 vrsta najbolju klijavost pokazalo je seme *P. rhoeas*.
- U monokulturi soje (**M-S**) latentna rezerva semena procenjena je na 29.025 m⁻², a od 22 konstatovane vrste izdvojile su se: *C. hybridum*, *C. album*, *A. retroflexus*, *V. hederifolia*, *X. strumarium* i *A. artemisiifolia*. Aktivna rezerva procenjena je na 7.229 semena m⁻², a od 9 vrsta dominirale su *C. album* i *C. hybridum*.
- Procenjena rezerva semena metodom FE u dvopolju đubrenom mineralnim đubrivima (**D-PKm i D-KPm**) bila je 24.601 m⁻², a od 41 korovske vrste dominirale su: *V. hederifolia*, *B. convolvulus*, *C. hybridum*, *A. retroflexus*, *C. regalis*, *D. stramonium* i *P. rhoeas*. Metodom NU procenjeno je da aktivnu rezervu čini 4.520 semena m⁻² 21 korovske vrste, a najbolju klijavost pokazala su semena: *C. regalis*, *P. rhoeas*, *A. retroflexus* i *C. hybridum*.
- U dvopoljnom neđubrenom plodoredu (**D-PK i D-KP**) utvrđena je veličina rezerve semena od 19.273 m⁻², a od 38 vrsta izdvojile su se: *S. annua*, *S. halepense*, *A. arvensis*, *A. chamaeypytis* i *A. artemisiifolia*. Metodom NU utvrđeno je da aktivnu rezervu čini 5.156 semena m⁻² 19 vrsta, a po broju ponika izdvojila se vrsta *A. arvensis*. Sporadično su zabeleženi rizomi *S. halepense* i korenove reznice *C. arvensis* u oba sistema dvopoljnog plodoreda.
- Metodom FE u tropoljnom plodoredu sa primenom mineralnih đubriva (**T-PKSm, T-SPKm, T-KSPm**) u rezervi semena od 16.805 m⁻² i 39 korovskih vrsta najviše su participirale vrste: *C. album*, *C. hybridum*, *S. halepense*, *B. convolvulus* i *A. retroflexus*. Metodom NU utvrđeno je 3.969 semena m⁻² i ponika 26 vrsta, a najbolju klijavost pokazala su semena vrsta: *A. retroflexus*, *C. album* i *C. hybridum*.

- U sistemu sa primenom stajnjaka i mineralnih đubriva (**T-PKSs, T-SPKs, T-KSPs**) izdvojeno je 25.522 semena m⁻² 37 vrsta. Najviše semena poticalo je od *C. album* i *C. hybridum* čija semena su pokazala i najbolju klijavost. Utvrđena aktivna rezerva semena od 6.229 m⁻² pripadala je jednoj od 29 korovskih vrsta.
- U tropoljnom neđubrenom plodoredu (**T-PKS, T-SPK, T-KSP**) rezerva semena je procenjena u zemljištu na 20.523 m⁻² poreklom od 33 vrste. Najbrojnija semena su: *S. annua*, *A. chamaepitys*, *A. arvensis* i *S. halepense*, a metodom NU u procenjenoj rezervi od 5.159 semena m⁻² i 19 vrsta semena *A. arvensis*, *A. artemisiifolia* i *S. halepense* su ispoljila najbolju klijavost. Korenove reznice *C. arvensis* i rizomi *S. halepense* evidentirani su u pojedinim sezonama.
- Procenom rezerve semena utvrđena je brojnost semena po dubinama (0-15, 15-30 i 30-40 cm). Najveći broj semena koncentrisan je u sloju **0-15 cm** (od 7.512 m⁻² u T-KPSm do 13.687 m⁻² u M-S), zatim u sloju 15-30 cm (6.812 m⁻² u T-KPSm do 11.150 m⁻² u T-PSKs) a najmanje u sloju **30-40 cm** (od 1.803 m⁻² u M-Km do 5.345 m⁻² u M-S).
- Na osnovu sukcesivnog uzimanja uzoraka zemljišta tokom šest sezona (J 2015 – P 2017) u različitim sistemima biljne proizvodnje utvrđeno je da su rezerve semena redovno u prolećnom uzorkovanju bile veće u odnosu na jesenje.
- Na osnovu izračunatih α i β indeksa utvrđeno je da se diverzitet korovske zajednice razlikuje u različitim sistemima proizvodnje, pa je u M-Pm najmanji diverzitet korovske zajednice i najmanja uniformnost ($D= 0,8355$; $D'= 0,1642$; $H= 0,3259$; $H/H_{max}= 0,1334$), a najveći diverzitet i najveća uniformnost potvrđena je u tropoljnom plodoredu sa primenom mineralnih đubriva ($D= 0,1594$; $D'= 0,8406$; $H= 2,1344$; $H/H_{max}= 0,6461$). Najmanji broj vrsta potvrđen je u M-Pm ($\beta= 9-12$) a najveći u tropoljnom plodoredu sa primenom mineralnih đubriva ($\beta= 21-31$).
- Primenom PCA analize sa 99,07% pouzdanosti pokazano je da se sistemi biljne proizvodnje značajno razlikuju u pogledu rezervi semena u zemljištu. Biljne zajednice u M-Pm i M-Km su siromašnije u odnosu na zajednice ostalih sistema/tretmana biljne proizvodnje, a najbogatije su u T-KPSm.
- Simulacija rezervi semena u različitim sistemima biljne proizvodnje primenom ANN modela, i na osnovu korena srednje kvadratne greške (RMSE) i koeficijenta korelacije ($R^2= 0,90$), je potvrđeno da sva tri faktora (plodored, đubrenje i dubina uzorkovanja) u sadejstvu utiču na ukupnu rezervu semena na ukupnom zemljišnom profilu. Najveći uticaj na rezervu semena korova sa 64,7% ima interakcija plodored+đubrenje, a zatim interakcija plodored+đubrenje+dubina (30,5%), dok pojedinačno posmatrani faktori imaju vrlo mali ili statistički beznačajan uticaj.

Generalno, na oglednom polju višegodišnji „Plodoredi”, koji se u nepromenjenom stanju održavaju već 50-70 godina na Rimskim Šančevima, može se konstatovati da na ukupnu i aktivnu rezervu semena korova utiče više faktora i to: diverzitet lokalne korovske flore i vegetacije, generativni reproduktivni potencijal korovskih vrsta, sistemi gajenja useva [monokultura, plodoredi kao dvopolja i tropolja sa đubrenjem (stajskim ili mineralnim

đubrivom) ili bez đubrenja], biološko-ekološke karakteristike semena (dugovečnost, životna sposobnost, tvrdoća semenjače i propustljivost za vodu i gasove, pod kakvim uslovima se razvijala matera biljka u vreme plodonošenja itd.), klima i meteorološke prilike tokom više sezona, tip i plodnost zemljišta, mere nege useva, kao i preventivne i direktne mere u suzbijanju korova, uključujući i primenu herbicida.

Sve navedene konstatacije dovode do krajnjeg zaključka a to je da ogledi ovakvog tipa spadaju u dugoročna ekološka istraživanja (LTER) koja je neophodno intenzivirati kako bi se dobila relevantna baza podataka o rezervama semena u zemljištu za određena područja. Time bi se mogla izvoditi predikcija pojave korova u narednim sezonama i preciznije planirati mere za njihovo suzbijanje ili održanje brojnosti korova na parcelama ispod ekonomskog praga štetnosti.

7. LITERATURA

Abella, S.R., Chiquoine, L.P., Vanier, C.H. (2013): Characterizing seed banks and relationships to plant communities. *Plant Ecology*, 214(5): 703-715.

Alexander, H.M., Schrag, A.M. (2003): Role of soil seed banks and newly dispersed seeds in population dynamics of the annual sunflower, *Helianthus annuus*. *Journal of Ecology*, 91: 987-998. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.2003.00824.x>

Ali Raza, M., Gul, H., Wang, J. et al. (2021): Land productivity and water use efficiency of maize-soybean strip intercropping systems in semi-arid areas: A case study in Punjab Province, Pakistan. *Journal of Cleaner Production*, 308. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127282>

Allen, R.B., Williams, P.A., Lee, W.G. (1995): Seed bank accumulation of broom (*Cytisus scoparius*) in South Island. *Proceedings of 48th N.Z. Plant Protection Conference*, pp. 276-280.

Ambrosio, L., Iglesias, L., Marín, C., Del Monte, J.P. (2004): Evaluation of sampling methods and assessment of the sample size to estimate the weed seedbank in soil, taking into account spatial variability. *Weed Research*, 44: 224-236. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2004.00394.x>

Auškalnienė, O., Auškalnis, A. (2009): The influence of tillage system on diversities of soil weed seed bank. *Agronomy Research* 7 (Special issue I): 156-161.

Ball, D.A., Miller, S.D. (1990): Weed Seed Population Response to Tillage and Herbicide Use in Three Irrigated Cropping Sequences. *Weed Science*, 38(6): 511-517. <https://doi.org/10.1017/S0043174500051390>

Ball, D.A. (1992): Weed Seedbank Response to Tillage, Herbicides, and Crop Rotation Sequence. *Weed Science*, 40: 654-659. <https://doi.org/10.1017/S0043174500058264>

Banks, P.A., Santelmann, P.W., Tucker, B.B. (1976): Influence of long-term soil fertility treatments on weed species in winter wheat. *Agronomy Journal*, 68: 825-827. <https://doi.org/10.2134/agronj1976.00021962006800050037x>

Bárberi, P., Lo Cascio, B.L. (2001): Long-term tillage and crop rotation effects on weed. *Weed Research*, 41(4): 325-340. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.2001.00241.x>

Baskin, C.C., Baskin, J.M. (1998): Seeds. Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. San Diego: Academic Press, p. 666.

Batlla, D., Benech-Arnold, R. (2010): Predicting changes in dormancy level in natural seed soil banks. *Plant Molecular Biology*, 73(1-2): 3-13.

Bazzaz, F.A. (1990): Plant-plant interaction in successional environments. In: *Perspectives on Plant Competition* (Eds. Grace, J.B., Tilman, D.). Academic Press, San Diego, 239-263.

Bekker, R.M., Verweij, G.L., Bakker, J.P., Fresco, L.M (2000): Soil seed bank dynamics in hayfield succession. *Journal of Ecology*, 88: 594-607. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.2000.00485.x>

Benoit, D.L., Douglas, A.D., Panneton, B. (1992): Approaches to Seedbank Studies. *Weed Science*, 40(4): 660-669.

Berzsenyi, Z., Györfy, B., Lap, D. (2000): Effect of crop rotation and fertilisation on maize and wheat yields and yield stability in a long-term experiment. *European Journal of Agronomy*, 13: 225-244. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(00\)00076-9](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(00)00076-9)

Bewley, J.D., Black, M. (1982): *Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination. Viability, Dormancy and Environmental Control*, Springer-Verlag, New York, 2, 375.

Bewley, J.D. (1997): Seed Germination and Dormancy. *The Plant Cell*, 9: 1055-1066.

Bewley, J.D., Bradford, K.J., Hilhorst, H.W.M., Nonogaki, H. (2013): Environmental Regulation of Dormancy and Germination (Chapter 79). *Seeds: Physiology of development, germination and dormancy*, 3rd edition. Springer Science, pp. 299-339.

Bhadeshia, H.K.D.H. (1999): Neural Networks in Materials Science. *ISIJ International*, 39(10): 966-979.

Bhowmik, P.S. (1997): Weed Biology: Importance to Weed Management. *Weed Science*, 45(3): 349-356.

Bigwood, D.W., Inouye, D.W. (1988): Spatial pattern analysis of seed banks: an improved method and optimized sampling. *Ecology*, 69: 497-507.

Blackshaw, R.E., Molnar, L.J., Larney, F.J. (2005): Fertilizer, manure and compost effects on weed growth and competition with winter wheat in western Canada. *Crop Protection*, 24: 971-980.

Blanco, A.M., Chantre, G.R., Lodovichi, M.V., Bandoni, J.A., López, R.L., Vigna, M.R., Gigón, R., Sabbatini, M.R. (2014): Modeling seed dormancy release and germination for predicting *Avena fatua* L. field emergence: A genetic algorithm approach. *Ecological Modeling*, 272: 293-300.

Bogdanović, D., Lazić, S., Belić, M., Nešić, L.J., Ćirić, V., Čabilovski, R. (2014): Uzorkovanje zemljišta i biljaka za agrohemijske i pedološke analize. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

Booth, D.A., Murphy, S.D., Swanton, C.J. (2003): Weed ecology in natural and agricultural systems. CABI publications, Wallingford, Oxon, UK.

Bowles, T.M., Mooshammer, M., Socolar, Y. et al. (2020): Long-term evidence shows that crop-rotation diversification increases agricultural resilience to adverse growing conditions in North America. *One Earth*, 2(3): 284-293.

Božić, D. (2018): *Amaranthus retroflexus* L. – štir obični. *Acta herbologica*, 27(1): 5-19.

Burnside, O.C., Wilson, R.G., Weisberg, S., Hubbard, K. (2017): Seed Longevity of 41 Weed Species Buried 17 Years in Eastern and Western Nebraska, *Weed Science*, 44(1): 74-86.

Butkevičienė, L. M., Skinulienė, L., Auželienė, I., Bogužas, V., Pupalienė, R., Steponavičienė, V. (2021) The Influence of Long-Term Different Crop Rotations and Monoculture on Weed Prevalence and Weed Seed Content in the Soil. *Agronomy*, 11(7): 1367.

Caratti, F.C., Lamego, F.P, Silva, J.D.G., Garcia, J.R., Agostinetto, D. (2016): Partitioning of competition for resources between soybean and corn as competitor plant. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, 34(4): 657-665.

Cardina, J., Herms, C.P., Doohan, D.J. (2002): Crop rotation and tillage system effects on weed seedbanks. *Weed Science*, 50: 448-460.

Cardina, J., Regnier, E., Harrison, K. (1991): Long-Term Tillage Effects on Seed Banks in Three Ohio Soils. *Weed Science*, 39: 186-194.

Cardina, J., Sparrow, D.H. (1996): A Comparison of Methods to Predict Weed Seedling Populations from the Soil Seedbank. *Weed Science*, 44(1): 46-51.

Caroca, R.P., Candia, P.S., Hinojosa, E.A. (2011): Characterization of the weed seed bank in zero and conventional tillage in central Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 71(1): 140-147.

- Cavers, P.B. (1995): Seed banks: Memory in soil. *Canadian Journal of Soil Science*, 75(1): 11-13. <https://doi.org/10.4141/cjss95-003>
- Csapody, V. (1968): *Keimlings-Bestimmungsbuch der Dikotyledonen*. Akadémiai Kiado, Budapest.
- Christoffoleti, P.J., Caetano, R.S.X. (1998): Soil seed banks. *Scientia Agricola*, 55: 74-78. <https://doi.org/10.1590/S0103-90161998000500013>
- Cirujeda, A., Recasens, J., Taberner, A. (2006): Dormancy cycle and viability of buried seeds of *Papaver rhoeas*. *Weed Research*, 46(4): 327-334.
- Clements, D.R., Benott, D.L, Murphy, S.D., Swanton, C.J. (1996): Tillage Effects on Weed Seed Return and Seedbank Composition. *Weed Science*, 44(2): 314-322.
- Clements, D.R., Weise, S.F., Swanton, C.J. (1994): Integrated weed management and weed species diversity. *Phytoprotection*, 75(1): 1-18. <https://doi.org/10.7202/706048ar>
- Chen, Y., Đalović, I., Siddique, H.M. (2018): Advances in understanding grain legume physiology: understanding root architecture, nutrient uptake and response to abiotic stress (in. Shoba Sivasankar, David Bergvinson, Pooran Gaur, Shiv Kumar, Steve Beebe and Manuele Tamò). *Burleigh Dodds Series in Agricultural Science*, 1-17.
- Colbach, N., Abdennebi-Abdemessed, N., Gibot-Leclerc, S. (2011): A preliminary approach for modelling the effects of cropping systems on the dynamics of broomrape (*Phelipanche ramosa*) in interaction with the non-parasitic. *OCL – Oilseeds and Fats, Crops and Lipids* 18: 39-45. <https://doi.org/10.1051/ocl.2011.0360>
- Colbach, N., Busset, H., Yamada, O., Durr, C., Caneill, J. (2006): AlomySys: Modelling black-grass (*Alopecurus myosuroides* Huds.) germination and emergence, in interaction with seed characteristics, tillage and soil climate II. Evaluation. *European Journal of Agronomy*, 24: 113-128.
- Colbach, N., Petit, S., Chauvel, B., Deytieux, V., Lechenet, M., Munier-Jolain, N., Cordeau, S. (2020): The Pitfalls of Relating Weeds, Herbicide Use, and Crop Yield: Don't Fall Into the Trap! A Critical Review. *Frontiers in Agronomy*, 2. <https://doi.org/10.3389/fagro.2020.615470>
- Conn, J.S., Deck, R.E. (1995): Seed Viability and dormancy of 17 Weed Species after 19.7 Years of burial in Alaska. *Weed Science*, 51: 60-68.
- Davis, A.S., Renner, K.A., Gross, K.L. (2005): Weed seedbank and community shifts in a long-term cropping systems experiment. *Weed Science*, 53: 296-306.

Đalović, I., Šeremešić, S., Zorić, M., Bekavac, G. (2017): Long-Term Cropping systems' Effects of Maize Grain Yield Stability in Semiarid Conditions. (ed.) Prathamesh Gorawala and Srushti Mandhatri. *Agricultural Research Updates*, 21: 119-153.

de Cauwer, B., Berge, K.V.D., Cougnon, M., Bulce, R., Reheul, D. (2010): Weed seedbank responses to 12 years of applications of composts, animal slurries or mineral fertilizers. *Weed Research*, 50: 425-435.

de la Fuente, E.B., Suárez, S.A., Ghera, C.M. (2006): Soybean weed community composition and richness between 1995 and 2003 in the Rolling Pampas (Argentina). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 115: 229-236.

Demjanová, E., Macák, M.I. Đalović, I., Majerník, F., Štefan Týr, Š., Smatana, J. (2009): Effects of tillage systems and crop rotation on weed density, weed species composition and weed biomass in maize. *Agronomy Research*, 7(2): 785-792.

Derksen, D.A. (1991): The influence of agronomic practices on weed communities. Ph.D. thesis, University of Guelph, Guelph, ON. p. 224.

DiTomaso, M.J. (2007): Weeds of California and Other Western States. University of California, p. 1900.

Dorado, J., del Monte, J.P., Lopez-Fando, C. (1999): Weed seedbank response to crop rotation and tillage in semiarid agro-ecosystems. *Weed Science*, 47: 67-73.

Egley, G.H., Duke, S.O. (1985): Physiology of weed seed and germination. Duke, S.O. (Ed.), *Weed Physiology, Volume 1, Reproduction and Eco-Physiology*. Boca Raton, Florida, Chapter 2, 27-64.

Egley, G.H., Chandler, J.M. (2017): Germination and Viability of Weed Seeds After 2.5 Years in a 50-Year Buried Seed Study. *Weed Science*, 26(3): 230-239.

Elizabeth, A. (2006): Seed banks of *Pinyon-Juniper* wood-lands: The effects of tree cover and prescribed burn, Reno: University of Nevada, USA.

Feledyn-Szewczyk, B., Smagacz, J., Kwiatkowski, C.A., Harasim, E., Woźniak, A. (2020): Weed flora and soil seed bank composition as affected by tillage system in three-year crop rotation. *Agriculture*, 10(5): 186.

Fenner, M. (1985): *Seed Ecology*. Chapman and Hall, London, UK.

Fenner, M., Thompson, K. (2005): *The ecology of seeds*. Cambridge University Press, pp. 76-96.

Finch-Savage, W.E., Leubner-Metzger, G. (2006): Seed dormancy and the control of germination. Journal compilation, New Phytologist, 171: 501-523.

Forcella, F., Lindstrom, M.J. (1988): Movement and Germination of Weed Seeds in Ridge-Till Crop Production Systems Weed Science, 36(1): 56-59.

Forcella, F., Wilson, R.G., Renner, K.A., Dekker, J., Harvey, R.G., Alm, D.A., Buhler, D.D., Cardina, J. (1992): Weed Seedbanks of the U.S. Corn Belt: Magnitude, Variation, Emergence, and Application'. Weed Science, 40: 636-644.

Franke, A.C., van den Brand, G.J., Vanlauwe, B., Giller, K.E. (2018): Sustainable intensification through rotations with grain legumes in Sub-Saharan Africa: A review. Agriculture, Ecosystems and Environment, 261: 172-185.

Freymani, S., Kowalenko, C.G., Hall, J.W. (1989): Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on weed emergence and subsequent weed communities in south British Columbia. Canadian Journal of Plant Science, 69: 1001-1010.

Fumanal, B., Guadot, I., Bretagnolle, F. (2008): Seed-bank dynamics in the invasive plant, *Ambrosia artemisiifolia*. Seed Science Research, 18: 101-114.
<https://doi.org/10.1017/S0960258508974316>

Galinato, M.I., van der Valk, A.G. (1986): Seed germination traits of annuals and emergent recruited during draw downs in the Delta Marsh, Manitoba, Canada. Aquatic Botany, 26: 89-102. [https://doi.org/10.1016/0304-3770\(86\)90007-0](https://doi.org/10.1016/0304-3770(86)90007-0)

Gardarin, A., Dürr, C., Colbach, N. (2008): Which model species for weed seedbank and emergence studies? A review. Weed Research, 49: 117-130.

Gardarin, A., Dürr, C., Colbach, N. (2011): Prediction of germination rates of weed species: Relationship between germination speed parameters and species traits. Ecological Modeling, 222(3): 623-636.

Gawęda, D., Haliniarz, M., Bronowicka-Mielniczuk, U., Łukasz, J. (2020): Weed infestation and health of the soybean crop depending on cropping system and tillage system. Agriculture, 10(6): 208.

German, R.N., Thompson, C.E., Benton, T.G. (2017): Relationships among multiple aspects of agriculture's environmental impact and productivity: a meta-analysis to guide sustainable agriculture. Biological Reviews, 92(2): 716-738.

Gianessi, L. (2013): The increasing importance of herbicides in worldwide crop production. Pest Management Science, 69: 1099-1105.

- González-Alday, J., Marrs, R.H., Martínez-Ruiz, C. (2009): Soil seed bank formation during early revegetation after hydroseeding in reclaimed coal wastes. *Ecological Engineering*, 35(7): 1062-1069.
- Goplen, J.J., Sheaffer, C.C., Becker, R.L., Coulter, J.A., Breitenbach, F.R., Behnken, L. M., Coulter, J.A., Breitenbach, F.R., Behnken, L.M., Gunsolus, J. L. (2017): Seedbank depletion and emergence patterns of giant ragweed (*Ambrosia trifida*) in Minnesota cropping systems. *Weed Science*, 65(1): 52-60.
- Gross, K. (1990): A comparison of methods for estimating seed numbers in the soil. *Journal of Ecology*, 78: 1079-1093. <https://doi.org/10.2307/2260953>
- Grundy, A.C., Jones, N.E. (2002): What is the Weed Seed Bank? *Weed Management Handbook* (Ed. by Naylor, R.E.L). British Crop Protection Enterprises, 39-63.
- Gulden, R.H., Shirliffe, S.J. (2009): Weed Seed Banks: Biology and Management Weeds. *Weeds, Herbicides and Management. Prairie Soils and Crops Journal*, 2: 46-52.
- Hanf, M. (1982): Ackerunkräuter Europas mit ihren Keimlingen und samen. BASF Aktiengesellschaft D-6700, Ludwigshafen.
- Hossain, M.M., Begum, M. (2015): Soil weed seed bank: Importance and management for sustainable crop production - A Review. *Journal of Bangladesh Agricultural University*, 2: 221-228. <https://doi.org/10.3329/jbau.v13i2.28783>
- Hosseini, P., Karimi, H., Babaei, S., Masshadi, H.R., Oveisi, M. (2014): Weed seed bank as affected by crop rotation and disturbance. *Crop Protection*, 64: 1-6.
- Hume, L. (1982): The long-term effects of fertilizer application and three rotations on weed communities in wheat (after 21-22 years at Indian head, Saskatchewan). *Canadian Journal of Plant Science*, 62: 141-150.
- Hunt, N.D., Hill, J.D., Liebman, M. (2017): Reducing freshwater toxicity while maintaining weed control, profits, and productivity: effects of increased crop rotation diversity and reduced herbicide usage. *Environmental Science and Technology*, 51(3): 1707-1717.
- Jamshidi, S., Ahmadifard, S. (2011): Estimating Seed Bank of Weed in Wheat-Wheat and Wheat-Fallow Rotations in Rainfed Winter Wheat Farms. *International Conference on Asia Agriculture and Animal IPCBEE 13*. Press, Singapore.
- Janjić, V., Vrbničanin, S., Milošević, D., Đalović, I. (2005): Rezerve semena korovskih biljaka u zemljištu. *Biljni lekar*, 33(6): 652-658.

Janjić, V., Kojić, M. (2003): Atlas travnih korova. Institut za istraživanje u poljoprivredi „Srbija”, Beograd, 1-144.

Janjić, V., Vrbničanin, S. (Eds.) (2007): Ambrozija. Herbološko društvo Srbije, Beograd.

Janjić, V., Vrbničanin, S., Jovanović, Lj., Jovanović, V. (2003): Osnovne karakteristike semena korovskih biljaka. Acta herbologica, 12(1-2): 1-16.

Jiang, M., Shen, X.P., Gao, W., Shen, M.X., Dai, Q.G. (2014): Weed seed-bank responses to long-term fertilization in a rice-wheat rotation system. Plant Soil Environment, 60(8): 344-350. <https://doi.org/10.17221/871/2013-PSE>

Jones, R.M., Neto Simao, M. (1987): Recovery of pasture seed ingested by ruminants. The effects of the amount of seed in the diet and of diet quality on seed recovery from sheet. Australian Journal of Experimental Agriculture, 27: 253-256.

Jovanović, V., Giba, Z., Đoković, D., Milosavljević, S., Grubišić, D., Konjević, R. (2005): Gibberellic Acid Nitrite Stimulates Germination of Two Species of Light-Requiring Seeds via the Nitric Oxide Pathway. Pesticidi i fitomedicina, 28(3): 187-193.

José -Maria, L., Sans, F.X. (2011): Weed seedbanks in arable fields: effects of management practices and surrounding landscape. Weed Research, 6(5): 631-640. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2011.00872.x>

Kalečević, B. (2004): Određivanje semena korova u zemljištu kao osnova za izbor zemljišnih herbicida. Magistarski rad. Univerzitet u Banjoj Luci, Poljoprivredni fakultet, Banja Luka.

Kastori, R. (1984): Fiziologija semena. Matica srpska, Odeljenje za prirodne nauke, Novi Sad.

Kelrick, M.L., Macmahon, J.A., Parmenter, R.R., Sisson, D.V. (1986): Native seed preferences of shrub-steppe rodents, birds and ants: the relationships of seed attributes and seed use. Oecologia, 68: 327-337.

Khan, S., Shah, A., Nawaz, M., Khan, M. (2017): Impact of different tillage practices on soil physical properties, nitrate leaching and yield attributes of maize (*Zea mays* L.). Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 17(1): 240-252.

Kojić, M., Popović, R., Karadžić, B. (1997): Vaskularne biljke Srbije kao indikatori staništa. Institut za istraživanja u poljoprivredi „Srbija”, Beograd.

Kollas, C., Kersebaum, K.C., Nendel, C., et al. (2015): Crop rotation modeling - A European model inter-comparison. European Journal of Agronomy, 70: 98-111.

- Konstantinović, B., Stojanović, S., Meseldžija, M., Konstantinović, Bo., Ljevnaić, B. (2008): Zastupljenost semena korovskih biljaka na različitim dubinama zemljišta u usevu kukuruza. *Acta herbologica*, 17(1): 163-170.
- Konstatinović, B., Meseldžija, M., Korać, M., Konstatinović, B. (2011): Study of weed seedbank in soybean crop. *African Journal of Agricultural Research*, 6(10): 2316-2320.
- Koocheki, A., Nassiri, M., Alimoradi, L., Ghorbani, R. (2009): Effect of cropping system and crop rotation on weeds. *Agronomy Sustainable Development*, 29: 401-408.
- Kuht, J., Eremeev, V., Talgre, L., Madsen, H., Toom, M., Mäeorg, E., Luik, A. (2016): Soil weed seed bank and factors influencing the number of weeds at the end of conversion period to organic production. *Agronomy Research*, 14(4): 1372-1379.
- Leck, M.A, Simpson, R.L. (1994): Tidal freshwater wetland zonation: seed and seedling dynamics. *Aquatic Botany*, 47: 61-75.
- Li, C.D., Xiao, B., Wang, Q., Zheng, R., Wu, J. (2017): Responses of seed bank and vegetation to the increasing intensity of human disturbance in a semi-arid region of northern China. *Sustainability*, 9: 1837.
- Liebman, M., Dyck, E. (1993): Crop Rotation and Intercropping Strategies for Weed Management. *Ecological Applications*, 3: 92-122.
- López-Granados, F., Lutman, P.J.W. (1998): Effect of environment conditions and the dormancy and germination of volunteer oilseed rape seed (*Brassica napus*). *Weed Science*, 46: 419-423.
- Lutman, P.W., Cussans, G.W., Wright, K.J., Wilson, B.J., Wright, G.M., Lawson, H.M. (2002): The persistence of seeds of 16 weed species over six years in two arable fields. *Weed Research*, 42: 231-241.
- Macák, M., Đalović, I., Smatana, J., Kiss Roháriková A., Saulic, M., Kulina, M. (2020): Temporal Changes of *Elytrigia repens* Density in Intensive Cereal-Based Cropping Systems. *International Journal of Agriculture and Biology*, 24(2): 195-200.
- MacLaren, C., Labuschagne, J., Swanepoel, P.A. (2021): Tillage practices affect weeds differently in monoculture vs. crop rotation. *Soil and Tillage Research*, 205, 104795.
- Mahmood, S., Hussain, A., Malik, S.A. (2012): Persistence of some weed species from wheat (*Triticum aestivum* L.) monoculture via soil seed reserves. *Pakistan Journal of Botany*, 44(4): 1375-1379.

Major, J., Steiner, C., Ditommaso, A., Falcão, N., Lehmann, J. (2005): Weed composition and cover after three years of soil fertility management in the central Brazilian Amazon: Compost, fertilizer, manure and charcoal applications. *Weed Biology and Management*, 5: 69-76.

Malidža, G. (2011): Kriterijumi za određivanje vremena primene herbicida u kukuruзу. *Zbornik naučnih radova XXXXV savetovanja agronoma, Zlatibor*, p. 145.

Malidža, G., Vrbničanin, S. (2015): Integrated weed management in field crops: sustainability and practical implementation. In: D. Marčić, M. Glavendekić, P. Nicot (Eds.) *Proceedings of the 7th Congress on Plant Protection. Plant Protection Society of Serbia, IOBC-EPRS, IOBC-WPRS, Belgrade*, pp. 33-41.

Mándy, Gy. (1972): *Hogyan jöttek létre kultúrnövényeink?* (in Hungarian) Budapest: *Mezőgazdasági kiadó*.

Mansourian, S., Durbandi, E.I., Mohasell, M.H.R., Rastgoo, M., Kanouni, H. (2017): Comparison of artificial neural networks and logistic regression as potential methods for predicting weed populations on dryland chickpea and winter wheat fields of Kurdistan province, Iran. *Crop Protection*, 93: 43-51.

Maqsoodr, Q.N., Abbas, R.N., Khaliq, A., Zahir, Z.A. (2018): Weed Seed Bank Dynamics: Weed Seed Bank Modulation Through Tillage and Weed Management. *Planta daninha*, 36.

Mekonnen, M.A. (2016): Soil seed bank and natural regeneration of trees. *Journal of Sustainable Development*, 9: 2.

Menalled, F.D., Kohler, K.A., Buhler, D.D., Liebman, M. (2005): Effects of composted swine manure on weed seedbank. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 111(1-4): 63-69.

Menalled, F.D., Schonbeck, M. (2013): Manage the Weed Seed Bank—Minimize "Deposits" and Maximize "Withdrawals". Available at: <https://eorganic.org/node/2806>

Mesgaran, M.B., Mashhadi, H.R., Zand, E., Alizadeh, H.M. (2007): Comparison of three methodologies for efficient seed extraction in studies of soil weed seedbanks. *Weed Research*, 47: 472-478. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2007.00592.x>

Milošev, D., Đalović, I., Knežević, A., Nikolić, Lj., Džigurski, D., Šeremešić, S., Nestorović, S. (2009): Uticaj sistema obrade zemljišta i plodoreda na građu korovske zajednice useva kukuruza. *Acta herbologica*, 18(1): 17-27.

Molnar, I. (2003): Cropping Systems in Eastern Europe: Past, Present, and Future. *Journal of Crop Production*, 622-647.

- Moonen, A.C., Bárberi, P. (2004): Size and composition of the weed seedbank after 7 years of different cover-crop-maize management system. *Weed Research*, 44: 163-177.
- Moore, P.D. (1980): Soil seed banks. *Nature*, 284(3): 123-124.
- Murdoch, A.J., Ellis, R.H. (2000): Dormancy, viability and longevity. In: Fenner, M. (Ed.), *Seeds: The Ecology of Regeneration and Plant Communities*. (2^{ed}), pp. 183-214. CAB International, Wallingford, Oxon UK.
- Murphy, S.D., Clements, D.R., Belaoussoff, S., Kevan, P.G., Swanton, C.J. (2006): Promotion of weed diversity and reduction of weed seedbanks with conservation tillage and crop rotation. *Weed Science*, 54: 69-77.
- Naylor, R.E.L. (2002): What is a weed? *Weed Management Handbook* (Ed. by Naylor, R. E. L). British Crop Protection Enterprises, 1-16.
- Nicholas, V., Verhulst, N., Cox, R., Govaerts, B. (2015): Weed dynamics and conservation agriculture principles. *Field Crops Research*, 183: 56-68.
- Nikolić, Lj., Milošević, D., Šeremešić, S. (2017): Ekološka analiza korovske flore pšenice u uslovima plodoreda. *Letopis naučnih radova*, 41(2): 95-103.
- Olivieri, A.M, Jan, S.K. (1978): Effects of Temperature and Light Variations on Seed Germination in Sunflower (*Helianthus*) Species. *Weed Science*, 26(3): 277-280.
- Olden, D.J., Jackson, D.A. (2002): Illuminating the “black box”: a randomization approach for understanding variable contributions in artificial neural networks. *Ecological Modelling* 154: 135-150.
- Oljača, S., Vrbničanin, S., Simić, M., Stefanović, L., Dolijanović, Ž. (2007): Jimsonweed (*Datura stramonium* L.) interference in maize. *Maydica*, 52(3): 329-335.
- Owen, M.D., Zelaya, I.A. (2005): Herbicide-resistant crops and weed resistance to herbicides. *Pest Management Science*, 61: 301-311.
- Orchard, D.J. (2020): The role of helper bacteria in facilitating mycorrhization of *Biserrula pelecinus* L., a pasture legume new to Australia (Doctoral dissertation, Charles Sturt University).
- Oveisi, M., Ojaghi, A., Rahimian Mashhadi, H., Müller-Schärer, H., Reza Yazdi, K., Pourmorad Kaleibar, B., Soltani, E. (2021): Potential for endozoochorous seed dispersal by sheep and goats: Risk of weed seed transport via animal faeces. *Weed Research*, 61(1): 1-12.

Peters, J. (2005): Tetrazolium Testing Handbook Contribution No. 29 To the Handbook on Seed Testing Prepared by The Tetrazolium Subcommittee of the Association of Official Seed Analysts. Published by the Association 1970, First Revision 2000, 2001, 2002, 2004, 2005 updates.

Pleasant, J., Schlather, K. (1994): Incidence of Weed Seed (*Bos* sp.) Manure and its Importance as a Weed Source for Cropland. *Weed Technology*, 8: 304-310.

Poschlod, P., Jackel, A.K (1993): Untersuchungen zur Dynamik von generativen Diasporenbanken von Samenpflanzen in Kalkmager rasen. *Flora*, 188: 49-71.

Probert, R.J. (2000): The Role of Temperature in the Regulation of Seed Dormancy and Germination. In: Fenner, M. (Ed.), *Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities*, Seed Conservation Department, Royal Botanic Gardens, Kew, Wakehurst Place, Ardingly, West Sussex, (2^{ed}), 261-292.

Pyšek, P., Lepš, J. (1991): Response of a weed community to nitrogen fertilization: a multivariate analysis. *Journal of Vegetation Science*, 2: 237-244.

Qasem, J.R. (2019): Weed Seed Dormancy: The Eco-physiology and Survival Strategies. pp. 1-37. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.88015>

Rahman, A., James, T.K., Grbavac, N., Mellsop, J. (1996): Spatila distribution of weed seedbank in maize cropping fields. In the Proceeding of 49th New Zeland Plant Protection Conference, pp. 291-295.

Rahman, A., James, T.K., Waller, J.E., Grbavac, N. (1997): Soil sampling studies for estimation. In the Proceeding of 50th New Zeland Plant Protection Conference, pp. 447-452.

Rapparini, G. (1993): Principi attivi diserbanti applicabili alle colture agrarie e agli incolti. In: *I Diserbanti* (ed. G Rapparini), 223, Edizioni L'Informatore Agrario, Verona, Italy.

Roberts, H.A. (1981): Seed banks in soils. *Advances in Applied Biology*, 6: 1-55.

Rupende, E., Chivenge, O.A., Mariga, I.K. (1998): Effect of storage time on weed seedling emergence and nutrient release in cattle manure. *Experimental Agriculture*, 34: 277-285.

Sarić, M., Božić, D. (2009): Uticaj zemljišnih bakterija na klijanje semena viline kosice (*Cuscuta campestris* Yunck.) i lucerke. *Zaštita bilja*, 60: 227-236.

Saric, M., Bozic, D., Pavlovic, D., Elezovic, I., Vrbnicanin, S. (2012): Temperature effects on common cocklebur (*Xanthium strumarium* L.) seed germination. *Romanian Agricultural Research*, 29: 389-393.

Sarukhan, J., Harper, J.L. (1973): Studies on Plant Demography: *Ranunculus Repens* L., *R. Bulbosus* L., *R. Acris* L.: I. Population Flux and Survivorship Source. *Journal of Ecology*, 61(3): 675-716.

Saulić, M., Đalović, I., Radošević, R., Rančić, D. (2019): Morfologija semena odabranih vrsta korovskih biljaka. *Acta herbologica*, 28(1): 59-65. <https://doi.org/10.5937/ActaHerb1901059S>

Saulić, M., Đalović, I., Savić, A., Božić, D., Vrbničanin, S. (2017a): Long-term fertilization and crop rotation on weed seedbanks. The 5th International Symposium weeds & invasive plants, Chios – Greece, Book of Abstracts, pp. 34-35.

Saulić, M., Đalović, I., Savić, A., Božić, D., Vrbničanin, S. (2017b): The effect of crop rotation on soil seed banks. *Acta herbologica*, 26(2): 103-113.

Schwartz, L.M., Gibson, D.J., Gage, K.L., Matthews, J.L., Jordan, D.L., Owen, M.D.K., Shaw, D.R., Weller, S.C., Wilson, R.G., Young, B.G. (2015): Seedbank and Field Emergence of Weeds in Glyphosate-Resistant Cropping Systems in the United States. *Weed Science*, 63: 425-439.

Schwartz-Lazaro, L.M., Copes, J.T. (2019): A Review of the Soil Seedbank from a Weed Scientists Perspective. *Agronomy*, 9(7): 369.

Scopel, A.L., Ballare, C.L., Ghera, C.M. (1988): Role of Seed Reproduction in the Population Ecology of *Sorghum halepense* in Maize Crops. *Journal of Applied Ecology*, 25(3): 951-962.

Simonović, D. (1959): Botanički rečnik: imena biljaka. Naučno delo, Beograd.

Sekutowski, T., Smagacz, J. (2011): Similarity between soil seed bank and current weed infestation in winter wheat cultivation. *Journal of Research and Applications in Agricultural engineering*, 56(4): 93-98.

Šeremešić, S., Ćirić, V., Djalović, I., Vasin, J., Zeremski, T., Siddique, K.H.M., Farooq, M. (2020): Long-term winter wheat cropping influenced soil organic carbon pools in different aggregate fractions of chernozem soil. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 66 (14): 2055-2066.

Šeremešić, S., Đalović, I., Milošev, D. (2017): Long-Term Winter Wheat Cropping influence of Soil Quality and Yield Stability (in Cropping system ed J.G. Hodgens) *Agriculture Issues and Policies*, p. 61.

Sheresta, A., Knežević, S.Z., Roy, R.C., Ball-Coelho, B.R., Swanton, C.J. (2002): Effect of tillage, cover crop and crop rotation on the composition of weed flora in a sandy soil. *European Weed Research*, 42: 76-87.

Shiferaw, W., Demissew, S., Bekele, T. (2018): Ecology of soil seed banks: Implications for conservation and restoration of natural vegetation: A review. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 10(10): 380-393.

Simpson, R.L. (1989): Ecology of soil seed bank. Academic press, San Diego, pp. 149-209.

Simpson, E.H. (1949): Measurement of diversity. *Nature*, 163: 668.

Skender, A., Knežević, M., Đurkić, M., Martinčić, J., Guberac, V., Kristek, A., Stjepanović, M., Bukvić, G., Matotan, Z., Šilješ, I. (1998): Sjemenje i plodovi poljoprivrednih kultura i korova na području Hrvatske. Sveučilište Josipa Jurija Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet, Osijek.

Smutný, V., Křen, J. (2002): Improvement of an elutriation method for estimation of weed seedbank in the soil. *Rostlinna Vyroba*, 48(6): 271-278. <https://doi.org/10.17221/4242-PSE>

Solomon, T.B., Snyman, H.A., Smit, G.N. (2006): Soil seed bank characteristics in relation to land use systems and distance from water in a semi-arid rangeland of southern Ethiopia. *South African Journal of Botany*, 72: 263-271.

Song, G., Li, X., Hui, R. (2017): Effect of biological soil crusts on seed germination and growth of an exotic and two native plant species in an arid ecosystem. *Plos One*, 12(10).

Stikić, R., Jovanović, Z. (2015): Fiziologija biljaka, *Naučna KMD*, 332-355.

Sukhorukov, A.P., Zhang, M. (2013): Fruit and Seed Anatomy of *Chenopodium* and Related Genera (*Chenopodioideae*, *Chenopodiaceae*, *Amaranthaceae*): Implications for Evolution and Taxonomy. *Plos One*, 8(4): e61906.

Swanton, C.J., Shrestha, A., Knezevic, S.Z., Roy, R.C., Bonnie, R., Ball-Coelho, B.R. (2000): Influence of tillage type on vertical weed seedbank distribution in a sandy soil Canadian *Journal of Plant Science*, 80: 455-457.

Taiwo, D.M., Oyelowo, O.J., Ogedengbe, T.C., Woghiren, A.I. (2018): The role of SB in forest regeneration. *Asian Journal of Research in Agriculture and Forestry*, 1(4): 1-10.

Takim, F.O., Fadayomi, O., Ekeleme, F., Amosun, J.O. (2013): Relationship between the soil seedbank and weed population as influenced by land use intensity in southern Guinea Savanna of Nigeria. *Nigerian Journal of Agriculture, Food and Environment*, 9(3): 36-41.

Tamado, T., Milberg, P. (2000): Weed flora in arable fields of eastern Ethiopia with emphasis on the occurrence of *Parthenium hysterophorus*. *Weed Research*, 40(6): 507-521.

- Taylor, E., Renner, K., Sprague, C. (2008): Integrated Weed Management: Fine Tuning the System. Extension bulletin E-3065. East Lansing, Mich.: Michigan State University, pp. 47-61.
- Teasdale, J.R., Mangum, R.W., Radhakrishnan, J., Cavigelli, M.A. (2004): Weed Seedbank Dynamics in Three Organic Farming Crop Rotations. *Agronomy Journal*, 96: 1429-1435.
- ter Heerdt, G.N.J., Verweij, G.L., Bekker, R.M., Bakker, J.M. (1996): An improved method for seed-bank analysis: seedling emergence after removing the soil by sieving. *Functional Ecology*, 10: 144-151.
- Thompson, K., Bakker, J., Bekker, R. (1997): The soil seed banks of north west Europe: methodology, density and longevity. Cambridge University Press., Cambridge, p. 276.
- Thompson, K., Band, S.R., Hodgson, J.G. (1993): Seed size and shape predict persistence in soil. *Functional Ecology*, 7(2): 236-241.
- Thompson, K., Grime, P. (1979): Seasonal Variation in the Seed Banks of Herbaceous Species in Ten Contrasting. *Journal of Ecology*, 67: 893-921.
- Tigchelaar, M., Battisti, D.S., Naylor, R.L., Ray, D.K. (2018): Future warming increases probability of globally synchronized maize production shocks. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 115: 6644-6649.
- Torra, J., Recasens, J. (2008): Demography of corn poppy (*Papaver rhoeas*) in relation to emergence time and crop competition. *Weed Science*, 56(6): 826-833.
- Torra, J., Recasens, J. (2016): Seed dormancy in *Papaver rhoeas* is affected by the time of emergence of mother plants. Fifteenth Australian Weeds Conference, pp. 167-170.
- Ujević, A., Kovačević, J. (1972): Ispitivanje sjemena. Zavod za ispitivanje sjemena, Zagreb.
- Uremis, I., Uygur, F.N. (2005): Seed viability of some weed species after 7 years of burial in the Cukurova Region of Turkey. *Asian Journal of Plant Sciences*, 4(1): 1-5.
- Varvel, G.E., Peterson, T.A. (1992): Nitrogen Fertilizer Recovery by Soybean in Monoculture and Rotation Systems. *Agronomy Journal*, 84: 215-218.
- Vegis, A. (1964): Dormancy in Higher Plants. *Annual Review of Plant Physiology*, 15: 185-224. <https://doi.org/10.1146/annurev.pp.15.060164.001153>
- Vleeshouwers, L.M., Bouwmeester, H.J., Karssen, C.M. (1995): Redefining seed dormancy: an attempt to integrate physiology and ecology. *Journal of Ecology*, 83: 1031-103.

Vrbničanin, S., Božić, D. (2021): Korovi. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd.

Vrbničanin, S., Božić, D. (2016): Praktikum iz herbologije. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd.

Vrbničanin, S., Šinžar, B. (2003): Elementi herbologije sa praktikumom. Poljoprivredni fakultet, Beograd, i Zavet, Beograd.

Vrbničanin, S., Malidža, G., Stefanović, L., Elezović, I., Stanković-Kalezić, R., Marisavljević, D., Radovanov-Jovanović, K., Pavlović, D., Gavrić, M. (2009): Distribucija nekih ekonomski štetnih, invazivnih i karantinskih korovskih vrsta na području Srbije. III deo: Prostorna distribucija i zastupljenost osam korovskih vrsta na području Srbije. Biljni lekar, XXXVII(1): 21-30.

Vrbničanin, S., Onć-Jovanović, E., Božić, D., Sarić-Krsmanović, M., Pavlović, D., Malidža, G., Jarić, S. (2017a): Velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medik.) productivity in competitive conditions. Archive of Biological Science, 69(1): 57-166. DOI: 10.2298/ABS160212092V

Vrbničanin, S., Pavlović, D., Božić, D. (2017): Weed Resistance to Herbicides. In: Herbicide Resistance (ed. Z. Pacanoski). InTech open science/ open minds, pp. 7-36.

Vrbničanin, S., Malidža, G., Stefanović, L., Elezović, I., Stanković-Kalezić, R., Marisavljević, D., Radovanov-Jovanović, K., Pavlović, D., Gavrić, M. (2008a): Distribucija nekih ekonomski štetnih, invazivnih i karantinskih korovskih vrsta na području Srbije. I deo: Prostorna distribucija i zastupljenost osam korovskih vrsta na području Srbije. Biljni lekar, XXXVI(5): 303-313.

Vrbničanin, S., Malidža, G., Stefanović, L., Elezović, I., Stanković-Kalezić, R., Marisavljević, D., Radovanov-Jovanović, K., Pavlović, D., Gavrić, M. (2008b): Distribucija nekih ekonomski štetnih, invazivnih i karantinskih korovskih vrsta na području Srbije. II deo: Prostorna distribucija i zastupljenost osam korovskih vrsta na području Srbije. Biljni lekar, XXXVI(6): 408-418.

Vrbničanin, S., Jovanović, Lj., Božić, D., Raičević, V., Pavlović, D. (2008): Germination of *Iva xanthifolia*, *Amaranthus retroflexus* and *Sorghum halepense* under media with microorganisms. Journal of Plant Diseases and Protection, XXI: 297-302.

Walck, J.L., Baskin, J.M., Baskin, C., Hidayati, S.N. (2005): Defining transient and persistent seed banks in species with pronounced seasonal dormancy and germination patterns. Seed Science Research, 15(3): 189-196. <https://doi.org/10.1079/SSR2005209>

Wiles, L.J., Barlin, D.H., Schweizer, E.E., Duke, H.R., Whitt, D.E. (1996): A New Soil Sampler and Elutriator for Collecting and Extracting Weed Seeds from Soil. *Weed Technology*, 10(1): 35-41.

Wilson, P.J., Aebischer, N.J. (1995): The distribution of dicotyledonous arable weeds in relation to distance from the field edge. *Journal of Applied Ecology*, 32: 295-310.

Wilson, R.G., Kerr, E.D., Nelson, L.A. (1985): Potential for using weed seed content in the soil to predict future weed problems. *Weed Science*, 33: 171-175.

Woźniak, A., Soroka, M. (2015): Structure of weed communities occurring in crop rotation and monoculture of cereals. *International Journal of Plant Production*, 9(3): 1735-6814.

Yenish, J.P., Doll, J.D., Buhler, D.D. (1992): Effects of Tillage on Vertical Distribution and Viability of Weed Seed in Soil. *Weed Science*, 40: 429-433.

Zimdahl, R.L. (2007): *Fundamentals of Weed Science*. 3rd edition, Academic Press London, pp. 79-118.

Доброхотов, В.Н. (1961): Семена сорных растения. Издательство Сельскохозяйственной литературы, Журналов и плакатов, Москва.

www.alyoung.com

<http://hidmet.gov.rs>

Biografija kandidata

Markola Saulić rođena je u Subotici 6. aprila 1982. godine. Na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Beogradu, Odseku za ratarstvo, diplomirala je 2008. godine, odbranivši diplomski rad „Proizvodnja i upotreba paprike”, sa ocenom 10 (deset). Nakon sticanja zvanja diplomirani inženjer ratarstva 2011. godine upisuje master studije na istom fakultetu, smer za Fitomedicinu, usmerenje Herbologija. Master rad „Populaciona varijabilnost korovskog suncokreta *Helianthus annuus* L.” odbranila je 2013. godine sa prosečnom ocenom 9,00 (devet) i tako stekla master zvanje. Na istom fakultetu 2013/14. godine upisuje doktorske akademske studije na modulu Fitomedicina, na Katedri za pesticide i herbologiju.

U okviru projekta FP7-REGPOT- AREA (No. 316004) učestovala u dvomesečnoj obuci u molekularnoj laboratoriji The School of Agriculture, Policy and Development at the University of Reading u Engleskoj.

Do sad je publikovala 11 radova, od toga 3 u referentnim međunarodnim časopisima sa Sci liste. Radila kao samostalni preduzentik i u Insitutu PKB Agroekonomik D.O.O., Padinska skela, od 1. oktobra 2021. godine počinje sa radom u Akademiji tehničkih strukovnih studija u Požarevcu, na mestu asistenta za studijski program Zaštita bilja.

Izjava o autorstvu

Potpisani: **Markola Saulić**
Broj indeksa: **FM 13/29**

Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom:

REZERVE SEMENA KOROVSKIH BILJAKA U ZEMLJIŠTU U ZAVISNOSTI OD PLODOREDA I ĐUBRENJA

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- da predložena doktorska disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršila autorska prava i koristila intelektualnu svojinu drugih lica.

U Beogradu:

Potpis doktoranta:

Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorske disertacije

Ime i prezime autora: **Saulić Markola**

Broj indeksa: **FM 13/29**

Studijski program: **Poljoprivredne nauke, Fitomedicina**

Naslov doktorske disertacije:

Rezerve semena korovskih biljaka u zemljištu u zavisnosti od plodoređa i đubrenja

Mentor: prof. dr Sava Vrbničanin

Potpisani: **Markola Saulić**

Izjavljujem da je štampana verzija moje doktorske disertacije istovetna elektronskoj verziji koju sam predao za objavljivanje na portalu **Digitalnog repozitorijuma Univerziteta u Beogradu**.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog zvanja doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu:

Potpis doktoranta:

Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku Svetozar Marković da u Digitalnoj repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

Rezerve semena korovskih biljaka u zemljištu u zavisnosti od plodoreda i đubrenja

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim priložima predala sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio.

1. Autorstvo
2. Autorstvo – nekomercijalno
3. **Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade**
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima
5. Autorstvo – bez prerade
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima

U Beogradu:

Potpis doktoranta:

1. Autorstvo - Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence, čak i u komercijalne svrhe. Ovo je najslobodnija od svih licenci.

2. Autorstvo – nekomercijalno. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.

3. Autorstvo - nekomercijalno – bez prerade. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela. U odnosu na sve ostale licence, ovom licencom se ograničava najveći obim prava korišćenja dela.

4. Autorstvo - nekomercijalno – deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada.

5. Autorstvo – bez prerade. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.

6. Autorstvo - deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.