

**ПОЉОПРИВРЕДНОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**

Датум: 1.11.2021. године

Предмет: Извештај Комисије за оцену и одбрану урађене докторске дисертације Марколе Саулић, мастер инжењера

Одлуком Наставно-научног већа Пољопривредног факултета Универзитета у Београду бр. 32/1-4.1. од 27.10.2021. године именовани смо у Комисију за оцену и одбрану урађене докторске дисертације **Марколе Саулић**, мастер инжењера под насловом **„Резерве семена коровских биљака у земљишту у зависности од плодоредом и ђубрења“**. Комисија у саставу др Сава Врбничанин, редовни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду; др Драгана Божић, редовни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду; др Ивица Ђаловић, виши научни сарадник Института за ратарство и повртарство, Нови Сад; др Владан Јовановић, научни сарадник Института за пестициде и заштиту животне средине, Београд; др Бранко Караџић, научни саветник Института за биолошка истраживања „Синиша Станковић“, Београд, на основу прегледане докторске дисертације подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. ОПШТИ ПОДАЦИ О ДИСЕРТАЦИЈИ

Докторска дисертација Марколе Саулић написана је у складу са Упутством за писање докторске дисертације Универзитета у Београду на 136 стране текста, укључујући 8 слике, 46 графика, 28 табела и 207 литературна извора. Пре основног текста написан је резиме на српском и енглеском језику са кључним речима.

Докторска дисертација садржи седам основних поглавља: 1. Увод (стр.1-2), 2. Преглед литературе (стр. 3-23), 3. Материјал и методе (стр. 24-39), 4. Резултати (стр. 40-97), 5. Дискусија (стр. 98-115), 6. Закључак (стр. 116-118) и 7. Литература (стр. 119-136). На крају текста дисертације налазе се Прилози, Биографија, Изјава о ауторству, Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторске дисертације и Изјава о коришћењу. Поглавља Преглед литературе, Материјал и методе, Резултати и Дискусија садрже више потпоглавља.

2. ПРИКАЗ И АНАЛИЗА ДИСЕРТАЦИЈЕ

Увод. У уводу се наводи да резерве семена у земљишту представљају латентне биљне заједнице, па је познавање вертикалне дистрибуције и бројности семена у земљишту основа за одабир и примену адекватне стратегије у сузбијању корова. Овај проблем је стално присутан јер депоновано семе у земљишту не клија у континуитету, а и већина хербицида не делује на семе у стању његовог мировања. Кад ће семе бити спремно да клија зависи од биљне врсте, дормантности, агроколошких услова и њихових интеракција. Отуда разликује

се неколико група постојаности семена у земљишту: пролазни тип (постојаност до годину дана), краткорочно постојан тип (до пет година) и дугорочно постојан тип (преко пет година). Величина резерве семена корова у земљишту енормно варира у зависности од локалитета, типа земљишта, парцеле, усева, система обраде земљишта, времена узорковања, дубине и употребе хербицида. Сматра се да плодоред, обрада земљишта (класична, редукована, без обраде) и ђубрење (стајњак, вештачко ђубриво) спадају у најважније агротехничке мере које у интеркацији са мерама сузбијања корова утичу на састав и величину резерве семена у земљишту.

Полазећи од проблема који корови наносе биљној производњи, утицај система биљне производње и агроеколошких услова на степен закоровљености усева (латентне биљне заједнице) програмом ове дисертације предвиђено је да се применом адекватних методских поступака на дугогодишњем стационарном пољском огледу са различитим системима гајења усева (три монокултуре, двопољни и тропољни плодореци са и без ђубрења), током шест сезона (јесен 2014 – пролеће 2017) на земљишном профилу од 0-40 cm изврши узорковање земљишта. Циљеви истраживања су били да се компарацијом два методска поступка (физичка екстракција, наклијавање узорака земљишта) процени укупна (латентна) и активна резерва семена корова у земљишту, затим да се утврди да ли различити системи биљне производње имају утицаја на величину, диверзитет и вертикалну дистрибуцију семена у земљишту. Осим тога, циљ је био да се на основу процењених резерви израчунају α и β индекси диверзитета који рефлектују утицај система биљне производње на диверзитет коровске заједнице. Такође, један од циљева је био да се на основу формиране базе података направи модел симулације резерве семена коровских биљака у земљишту.

Преглед литературе. Ово поглавље је подељено на 10 главних подналова и пар подналова трећег реда, у којима су обрађени литературни подаци из области истраживања ове дисертације. У поднаслову Терминологија „резерве семена коровских биљака у земљишту наводи се да је земљиште одавнина посматрано као „депо“ у коме се семе складишти и одржава и као такво оно представља стални извор закоровљености парцела, а са увођењем и дефинисањем терминологије (резерва семена, банка семена, латента или целокупна резерва, активна резерва, „*plant diaspora*“, „аеробна“ или „ваздушна“ резерва, „*seed rain*“, „сећање“, резерва вегетативних органа) из ове области почело се тек 1973. (Sarkuhán and Harper) и ти појмови су детаљно елаборирани. У поднаслову Типови резерве семена коровских биљака изложене су различите класификације резерви према дужини опстанка семена у земљишту: пролазна, постојана, краткорочно и дугорочно постојана, са урођеном и без урођене дормантности итд. У поднаслову Биолошко-еколошке особине семена и фактори који утичу на клијање семена дат је преглед и објашњење најважнијих особине семена коровских биљака као што су: велика продукција (22,6% врста продукује 750-2.500 семена, 63% продукују 250-7.500, док неке дају и до 10.000.000 семена биљци⁻¹ као нпр. *Amaranthus retroflexus*), животна способност семена (на/у земљишту, у води/стајњаку/компосту), дуговечност, дормантност (природна, индуцирана, примарна, секундарна). Објашњено је како абиотски фактори (вода, топлота, светлост, концентрација O₂ и CO₂, земљиште) појединачно и у интеракцији утичу на клијање семена. У поднаслову Величина и састав резерве семена у земљишту, наводе се фактори (плодоред, тип земљишта, начин обраде, ђубрење, мере сузбијања корова) и организми који живе у земљишту (инсекти, ситни глодари..) и на који начин утичу на вертикалну и хоризонталну дистрибуцију и бројност семена. Генерално, највећи проценат семена на обрадивим површинама је у слоју до 5 cm (70-78%), затим у слоју 5-10 cm (14-

20%), а најмања у дубљим слојевима (5-10%). Такође, истиче се да на интензивно обрађиваним земљиштима има испод 1.000 семена m^{-2} , док у повртњацима и мање обрађиваним парцелама бројност је процењује на око 80.000 семена m^{-2} . У поднаслову Утицај агротехничких мера на резерве семена коровских биљака, изнети су различити ставови истраживача по овом питању, односно неки сматрају да обрада нема утицаја, други да се обрадом повећава/смањује резерве, док неки тврде да се орањем више утиче на прераспodelу него на саму величину резерве семена у земљишту. Сматра се да у директној сетви 90% семена је присутно у слоју 0-5 cm, при обради са чизелом 66% у слоју 5-10 cm, а у систему класичне обраде 63% у слоју 10-15 cm. Машинама (сејалицом, дрљачом, ваљцима) се такође семе премешта вертикално и хоризонтално по парцели. У поднаслову Утицај хербицида на резерве семена коровских биљака изнете се последице интензивне примене хербицида различитих механизма деловања на резерве семена корова у земљишту услед развоја резистентности корова, ширења отпорних и смањења бројности осетљивих врста, а спрам тога се мења квалитативни и квантитативни састав резерви семена у земљишту. Са престанком примене хербицида сматра се да би број семена корова у земљишту нагло почео да расте. У делу Утицај ђубрења на резерве семена коровских биљака, елабориран је утицај типа ђубрења (органско, минерално, њихове комбинације) као и примењених доза на заступљеност и конкуритивност корова што се аутоматски рефлектује на њихову генеративну продукцију и сезонско обнављање резерви семена у земљишту. Коришћење незгорелог стајњака (у 1.000 kg свежег стајњака налази се око 424.000 вијабилног семена) енормно може повећати резерве семена на/у парцели. Такође, минералним ђубрењем и употребом компоста расте бројност доминантних корова за то подручје. У делу Утицај плодореда на резерве семена коровских биљака дат је преглед досадашњих истраживања како монокултура/ротација усева, које за собом повлаче различите мере неге усева и сузбијања корова (укључујући и избор хербицида) утичу на закоровљеност а тиме и на резерве семена у земљишту. Генерално на парцелама где се усеви гаје у плодореду (ефикасно за врста чија семена нису дуговечна, нпр. семе *Avena fatua* живи у земљишту <5 година) мања је резерва семена у земљишту и обрнуто. У делу Процене резерве семена коровских биљака у земљишту указано је да одабиром адекватних методских поступака се може добити увид у вертикалну дистрибуцију семена у земљишту, величину резерве и бидоверзитет латентне и активне резерве. Дат је исцрпан приказ типова узорковања земљишта са предностима и мањкавостима, методе процене (метод екстракције/просејавања; метод платнених врећа; флотација; метод наклијавања земљишних узорака; метод наклијавања нетакнутог језгра земљишта) са аспекта ефикасности, економичности и поузданости. У делу Дугорочне процене резерве семена наводе се могућности коришћења модела за процене резерве семена у земљишту и закоровљености парцеле када постоји довољан број релевантних података који се могу обезбедити из дугогодишњих пољских огледа тј. дугогодишњих еколошких истраживања (*Long Term Ecological Research*– LTER). *Artificial Neural Network* (ANN) тј. „Модел неуронских мрежа“, који ради са великом серијом података, и поред извесних мањкавости (код предикције врста са учесталом и непредвидивом појавом мировања семена као код *A. fatua*) се наводи као један од најпоузданијих модела у погледу предвиђања доминантних врста као и прогнозе динамике популације корова.

Материјал и методе. Ово поглавље садржи пет подналова. У првом, Основни подаци о пољском огледу, наведено је да је за процену резерви семена корова у земљишту (РСКУЗ) у зависности од ђубрења и плодореда коришћен вишегодишњи оглед „Плодореди“ (засновани

1946/47. и 1969/70. године) у Институту за ратарство и повртарство, Нови Сад, на Римским Шанчевима, а комплетна истраживања су реализована у Биолошкој лабораторији Пољопривредног факултета Универзитета у Београду. За процену РСКуЗ узорци су узимани са 16 парцела, тј. 8 система биљне производње: **М-Км** (монок. кукуруза са мин. ђубрењем), **М-Пм** (монок. пшенице са мин. ђубрењем), **М-С** (монок. соје), **Д-ПКм/Д-КПм** (двопоље кукуруз-пшеница са мин. ђубрењем), **Д-ПК/Д-КП** (двопоље кукуруз-пшеница), **Т-ПСКм/Т-КПСм/Т-СКПм** (тропоље пшеница-соја-кукуруз са мин. ђубрењем), **Т-ПСКс/Т-КПСс/Т-СКПс** (тропоље пшеница-соја-кукуруз са стајњаком) и **Т-ПСК/Т-КПС/Т-СКП** (тропоље пшеница-соја-кукуруз). Наведене су све мере одржавања 8 система биљне производње и неге усева (и примена хербицида) које се непромењено спроводе током дугогодишњег периода. У делу Узорковање земљишта наводи се да је свака парцела изузимајући рубове дељена на 4 потпарцеле (10x10 m) у оквиру којих је узимано по 10 насумичних узорака са три дубине (0-15 cm, 15-30 cm, 30-40 cm) током 6 сезона од јесени 2014 до пролећа 2017. год. (Ј 2015-П 2017). Ово је илустровано шемом. Током сваког узорковања из сваког квадрата узето је по 30 узорака x 4 парцеле x 16 третмана = 1.920 узорака (x 6 сезона = 11.520 узорака). Узорак од 3 kg је дељен на 4 узорка запремине 500 ml намењен за Метод физичке екстракције семена (ФЕ) и 4 узорка запремине 100 ml за Метод наклијавања земљишних узорака (НУ). У делу Процена резерве семена описана је метода ФЕ за коју су коришћена сита отвора 2 mm, 200 μ m, 500 μ m и 800 μ m, а детерминација семена је рађена уз помоћ референтне колекције семена Лабораторије за корове и приручника за детерминацију (Доброхотов, 1961; Скендер и сар., 1998). Описана је и метода НУ, односно оглед наклијавања у контролисаним условима (16 h дан/8 h ноћ, 24-35°C и 60% влажност ваздуха). Пре наклијавања узорци су држани 4 недеље на +5°C. Детерминација поника рађена је помоћу приручника Csapody (1968) и Hanf (1982). У делу Агроеколошки услови истраживаног подручја детаљно је приказана клима (температура, падавине) за цео период од 50 година, као и за године узимања узорака. Такође приказани су подаци хемијске анализе земљишта за период 2005-2017. год. за све системе биљне производње понаособ. У делу Статистичка обрада података дате су и објашњене формуле за рачунање: процене резерве семена, индекса диверзитета [α инд.: Simpson-ов индекс диверзитета и доминантности (D , D'), Shannon-ов индекс диверзитета и униформности (H , H/H_{max}) и β инд.]. Метод "Row-wise" је коришћен за рачунање корелације између α и β индекса. Анализа главних компоненти (*Principal Component Analysis*, PCA) је коришћена за утврђивање зависности (у погледу бројности корова) између појединих система биљне производње. За дугорочну предикцију појаве корова коришћен је ANN модел (*Artificial Neural Network*), а разлике између предвиђених вредности моделом и процењених методом ФЕ рачунате су преко корена средње квадратне грешке (*Root Mean Square Error*, RMSE).

Резултати. Резултати су приказани концизно и прегледно у четири главна поднаслова са више поднаслова, прецизно и јасно протумачени, табеларно и графички приказани. У поднаслову Процењене резерве семена у земљишту методом ФЕ у различитим системима биљне производње наводи се да је на целом огледном пољу (на профилу 0-40 cm) регистровано 53 коровске врсте из 49 родова и 24 фамилије. Наиме у **М-Км** процењена резерва семена износила је 20.845 m⁻², а од укупно 18 евидентираних врста по бројности семена доминирале су: *S. halepense*, *C. hybridum*, *C. arvensis*, *C. album* и *D. stramonium*. Евидентирано је и присуство ризома *S. halepense* и коренове резнице *C. arvensis*. У **М-Пм** процењена резерва семена припадала је једној од 17 коровских врста и износила је 27.100 m⁻², а највећи број семена потицао је од неколицине врста: *P. rhoeas*, *B. convolvulus*, *C. regalis*, *H.*

europaeum и *V. hederifolia*. У М-С латентна резерва семена је била највећа у односу на друге две монокултуре (29.025 m⁻²) и са највећим бројем врста (22) при чему је највећи део семена припадао врстама: *C. hybridum*, *C. album*, *A. retroflexus*, *V. hederifolia*, *X. strumarium* и *A. artemisiifolia*. За разлику од монокултура (осим М-Км) у двопољу је евидентирана мања резерва семена у свим третманима али са већим диверзитетом коровских врста. Тако у Д-ПКм/Д-КПм укупна резерва је износила 24.601 семена m⁻² при чему је од укупно детектованих врста (41) гро семена припадало врстама: *V. hederifolia*, *B. convolvulus*, *C. hybridum*, *A. retroflexus*, *C. regalis*, *D. stramonium*, *P. rhoeas* и *C. regalis*. У неђубреном двопољу (Д-ПК/Д-КП) резерва семена је била видно мања (19.273 m⁻²) и она је потицала од мањег броја врста (38), а међу њима су са највећом бројношћу биле: *S. annua*, *S. halepense*, *A. arvensis*, *A. chamaepytis* и *A. artemisiifolia*. У оба двопољна система спорадично су били присутни ризоми *S. halepense* и коренове резнице *C. arvensis*. Међутим, у тропољу са мин.ђубривима резерве семена су биле знатно мање него у двопољу (Т-ПКСм/Т-СПКм/Т-КСПм = 16.805 m⁻²) и са нешто мањим диверзитетом коровских врста (39), а највећа количина семена је припадала неколицини врста: *C. album*, *C. hybridum*, *S. halepense*, *B. convolvulus* и *A. retroflexus*. Осим тога, у тропољу са стајњаком (Т-ПКСс/Т-СПКс/Т-КСПс) евидентирана је знатно већа укупна резерва семена (25.522 m⁻²) у односу на третмане са мин.ђубривима али је број коровских врста био нешто мањи (37) при чему је гро семена припадало само двема врстама, *C. album* и *C. hybridum*. У тропољу без ђубрења (Т-ПКС/Т-СПК/Т-КСП) резерва семена у земљишту је процењена на 20.523 m⁻² и оно је припадало једној од 33 врсте, а највећи део семена је припадао коровским врстама: *S. annua*, *A. chamaepytis*, *A. arvensis* и *S. halepense*. Коренове резнице *C. arvensis* и ризоми *S. halepense* су такође евидентирани у појединим сезонама. Генерално, у односу на све системе биљне производње највећи депо семена је утврђен у слоју **0-15 cm** (од 7.512 m⁻² у Т-КПСм до 13.687 m⁻² у М-С), затим у слоју **15-30 cm** (од 6.812 m⁻² у Т-КПСм до 11.150 m⁻² у Т-ПКСс), односно најмањи у слоју **30-40 cm** (од 1.803 m⁻² у М-Км до 5.345 m⁻² у М-С). Генерално, највећа процењена бројност семена је била у систему М-С (29.025 m⁻²), затим у тропољу са стајњаком (25.522 m⁻²), а најмања у тропољу са мин.ђубривима (16.905 m⁻²). Највећи број коровских врста утврђен је у двопољу и тропољу са мин.ђубривима (41 и 39 врста), а најмањи у М-Пм (17) и М-Км (18). У делу Диверзитет коровске заједнице у различитим системима биљне производње на основу процењених резерви семена у земљишту методом ФЕ приказане су израчунате вредности **индекса диверзитета (α и β)** на основу којих је утврђено да се коровске заједнице различитих система производње флористички значајно разликују или не. Најмањи диверзитет латентне коровске заједнице и најмања униформност је утврђена у систему М-Пм ($D= 0,8355$; $D'= 0,1642$; $H= 0,3259$; $H/H_{max}= 0,1334$), док је највећи диверзитет и највећа униформност заједнице потврђена у тропољу са мин.ђубривима ($D= 0,1594$; $D'= 0,8406$; $H= 2,1344$; $H/H_{max}= 0,6461$). Осим тога, најмањи број коровских врста на основу β апсолутне вредности је потврђен такође у М-Пм ($\beta= 9-12$), односно највећи у тропољу са мин.ђубривима ($\beta= 21-31$). На основу процењених резерви семена у земљишту методом ФЕ, а помоћу **РСА анализе** (Анализа главних компоненти), утврђена је јасна диференцираност (са 99,07% поузданости) различитих система биљне производње (монокултуре, двопоља и тропоља са и без ђубрења) у односу на флористички састав коровске заједнице. У монокултурама са мин.ђубрењем (М-Пм, М-Км) **РСА анализа** показује да су коровске заједнице флористички сиромашније у односу на заједнице осталих система производње (и њихових третмана), док је најбогатија заједница евидентирана у систему Т-КПСм. У поднаслову Симулација укупне резерве семена применом ANN модела за експериментално

поље „Плодореди“, а која је изведена на основу велике базе прикупљених података тј. процењене резерве семена методом ФЕ током шест сезона (Ј 2014 – П 2017), а на основу корена средње квадратне грешне (RMSE) и коефицијента корелације ($R^2= 0,90$) **ANN моделом** (*Artificial Neural Network*) је потврђено да су плодореди, ђубриво (минерално, стајско, односно неђубрење), дубина и време узорковања као и њихове интеракције утицали на укупну резерву семена на земљишном профилу од 0-40 cm на експерименталном пољу „Плодореди“. ANN моделом је показано да интеракција **плодоред x време узорковања** утиче на раст резерви семена у слоју 0-15 cm у протоку времена тј. од Ј 2014 (6.000-11.000 m⁻²) до П 2017 (9.000-17.000 m⁻²), при чему су највеће резерве евидентиране у М-С а најмање у тропољу са мин.ђубрењем (Т-ПКСм/Т-СПКм/Т-КСПм). Ово је у коинциденцији са резултатима добијеним ФЕ. Моделом је такође потврђено да интеракција **систем производње x дубина узорковања** утиче на промене резерве семена са повећањем дубине, односно са повећањем дубине узорковања резерве семена су падале (0-15 cm= 10.039 m⁻²; 30-40 cm= 3.487 m⁻²). Истоветан тренд је добијен и методом ФЕ. Међутим, интеракција **плодореди x примена ђубрива** указује да је највећа резерва семена у М-С и у тропољу са стајњаком (Т-ПКСс/Т-СПКс/Т-КСПс), а најмања у тропољу са мин.ђубривом. На основу интеракције **време узорковања x ђубрење** утврђено је да је резерва семена из сезоне у сезону расла, а са повећањем дубине опадала. Генерално, ANN моделом је показано да је највећи утицај на укупну резерву семена у земљишном депоу имала интеракција плодоред+ђубрење (64,7%), потом интеракција плодоред+ђубрење+дубина узорковања (30,5%), док појединачно посматрани фактори су показали врло мали или статистички безначајан утицај на укупну резерву семена корова у земљишту. У поднаслову Процењене резерве семена у земљишту методом НУ у различитим системима биљне производње се наводи да је активна резерва семена мања у односу на укупну и процењено је да она припада једној од 43 коровске врсте, 39 родова и 22 фамилије. Методом НУ у све три монокултуре процењена резерва семена на основу детерминисаних поника је била знатно мања у односу на укупну резерву процењену методом ФЕ (**М-Км**= 4.146 m⁻² које је припадало једној од шест коровских врста при чему је доминирала врста *S. halepense*; **М-Пм**= 9.791 m⁻² које је припадало једној од осам коровских врста при чему је доминирала врста *P. rhoeas*; **М-С**= 7.229 m⁻² које је припадало једној од девет коровских врста при чему су доминирале *C. album* и *C. hybridum*). Такође, у свим системима (са и без ђубрења) и третманима двопоља активна резерва семена је била знатно мања у односу на укупну. Наиме, у двопољу са мин.ђубрењем (**Д-ПКм/Д-КПм**) процењена активна резерва је 4.520 семена m⁻² од 21 коровске врсте, а најбољу клијавост су показале врсте: *C. regalis*, *P. rhoeas*, *A. retroflexus* и *C. hybridum*. У неђубреном двопољу (**Д-ПК/Д-КП**) активна резерва је била већа него у истом плодореду са мин.ђубрењем тј. износила је 5.156 m⁻², међутим број евидентираних коровских врста је био мањи (19) и међу њима најбројнији су били понизи врсте *A. arvensis*. Као и код ФЕ и методом НУ у систему тропоља је евидентирана мања резерва семена у односу на монокултуре, односно мање-више слична као код двопоља и то: у **Т-ПКСм/Т-СПКм/Т-КСПм**= 3.969 m⁻² од 26 врста (најбројније су биле *A. retroflexus*, *C. album* и *C. hybridum*), у **Т-ПКСс/Т-СПКс/Т-КСПс**= 6.229 m⁻² од 29 врста и у **Т-ПКС/Т-СПК/Т-КСП**= 5.159 m⁻² од 19 врста (најбројније су биле *A. arvensis*, *A. artemisiifolia* и *S. halepense*).

Дискусија. Дискусија је подељена на шест подналова у којима је дато концизно тумачење добијених резултата. У поднаслову Значај познавања резерви семена у земљишту дискутован је значај познавања и разумевања диверзитета врста и бројности семена у

земљишној резерви у различитим екосистемима а нарочито у агроекосистему ради процене закоровљености наредних усева и планирања ефикасне и прихватљиве стратегије у сузбијању корова. Дакле, резерве семена у земљишту представљају кључни елемент потенцијалне закоровљености парцеле, односно до ретровегетације заједнице долази захваљујући диверзитету и бројности семена корова у земљишту. У поднаслову Значајност методе и поступка узорковања за процену резерви семена у земљишту дискутоване су предности и мањкавости различитих методских поступака код процене резерви семена у земљишту и образложено зашто су у овим истраживањима коришћене две методе тј. ФЕ и НУ. Применом ова два методска поступка током шест сезона на 16 третмана издвојено је и детерминисано 30.666 семена m^{-2} од 53 коровске врсте (ФЕ) и 1.422 поника m^{-2} од 43 врсте (НУ) на основу којих је изведена процена резерви семена по сезонама, третманима и дубинама. НУ добија се увид у активну резерву семена, тј. физиолошки зрела семена која су спремна да клијају. Док ФЕ се добија увид у укупну резерву и вертикалну дистрибуцију семена у земљишту, укључујући и она која нису животно способна или су у стању мировања. Семена животно неспособна представљају „сећање“ на коровске врсте које су некада биле присутне на перцели и та хипотеза је потврђена у узорцима из јесени 2014. (М-Пм и Д-ПК/Д-КП у слоју 30-40 cm) где је детектовано семе врсте *A. githago*. Такође, пролећним и јесењим узорковањем се добија информација о сезонском приливу семена у земљишни депо. Тако од Ј 2014-П 2017 резерва семена у М-Км се кретала: 15.850, **19.350**, 17.150, **23.300**, 20.150 и **29.275** m^{-2} ; у М-Пм: 21.575, **25.575**, 25.275, **29.600**, 26.775 и **33.800** m^{-2} ; у М-С: 25.775, **27.100**, 24.025, **33.575**, 30.450 и **33.225** m^{-2} (болдирано су пролећни узорци). Вишесезонским узорковањем се обезбеђује велика база података који могу послужити за израду модела тј. предикцију резерви семена под утицајем различитих система производње. Компарацијом метода ФЕ и НУ на профилу 0-40 cm је потврђено да преовлађују једногодишње (77,36%) у односу на двогодишње (5,66%) и вишегодишње (16,98%) коровске врсте. У поднаслову Утицај монокултуре на резерве семена у земљишту дискутован је утицај монокултура на укупну и активну резерве семена у земљишту. У **М-Км** на профилу 0-40 cm процењена резерва семена ФЕ= 208.450.000 ha^{-1} од 18 врста, а највећи део семена припадао је врстама: *S. halepense*, *C. hybridum*, *C. arvensis*, *C. album*, *D. stramonium* и *A. retroflexus*; а НУ= 44.160.000 ha^{-1} (21,18% клијало у односу на укупну резерву). У **М-Пм** процењена резерва је била за 23% већа (271.000.000 ha^{-1}) и припадала је једној од 17 врста, а доминирале су: *P. rhoeas*, *B. convolvulus*, *C. regalis*, *H. europaeum*, *V. hederifolia* и *C. album*; а НУ= 97.910.000 ha^{-1} од 8 врста. У **М-С** процењена резерва семена= 290.250.000 ha^{-1} од 22 врсте (доминирале: *C. album*, *C. hybridum*, *A. artemisiifolia*, *A. retroflexus*, *V. hederifolia*, *X. strumarium* и *B. convolvulus*), и за разлику претходних монокултура резерва није линеарно расла у протоку времена. Методом НУ процењена резерва и биодиверзитет врста је био знатно мањи (72.290.000 ha^{-1} , 9 врста). Добијени резултати су у сагласности са резултатима сличних истраживања као и чињеницом да коровске врсте спрам своје екологије и животног циклуса су пратилице одређених усева. У поднаслову Утицај плодореда на резерву семена у земљишту дискутован је утицај ротације усева у варијантама са (минерално/стајско ђубриво) и без ђубрења на укупну и активну резерву семена. Плодоред утичу на бројност корова и структуру заједнице, при чему расте диверзитет али бројност унутар врста пада. У **Д-ПКм/Д-КПм** процењена резерва= 246.010.000 семена ha^{-1} од 41. врсте, а то је у односу на монокултуре 56 и 59% богатији флородиверзитет. Сразмерно мањем броју врста (20) утврђена је и мања активна резерва НУ= 45.200.000 семена ha^{-1} (доминирале: *P. rhoeas*, *C. regalis*, *C. hybridum*, *A. retroflexus* и *B. convolvulus*) у односу на укупну резерву. За разлику од ђубреног у неђубреном двопољу

диверзитет и укупна процењена резерва је за 21,7% била мања (Д-ПК/Д-КП= 192.730.000 семена ha⁻¹, 37 врста). По броју семена и проценту клијавости издвојиле су се: *A. chamepitys*, *A. artemisiifolia*, *A. arvensis* и *S. annua*. У поређењу са осталим системима производње у Т-ПСКм/Т-КПСм/Т-СКПм процењена је најмања укупна резерва семена и највећи диверзитет врста у односу на већину осталих система (168.060.000 ha⁻¹, 39 врста), као и најмања активна резерва (39.690.000 ha⁻¹) и диверзитет од 26 врста. У претходним истраживањима слични трендови су потврђени у систему ротације пшеница-грашак-уљана репица итд. У тропољу са стајњаком (Т-ПСКс/Т-КПСс/Т-СКПс) процењена резерва је била знатно већа (265.220.000 ha⁻¹) као и диверзитет врста (37), а активна резерва очекивано мања али је клијавост семена била мање-више боља у поређењу са другим системима (62.290.000 ha⁻¹ од 29 врста). Познато је да стајњак често повећава потенцијалну закоровљеност парцела. У тропољу без ђубрења (Т-ПСК/Т-КПС/Т-СКП) процењена резерва= 205.240.000 ha⁻¹ и диверзитет од 33 врсте; и активна резерва семена= 51.600.000 ha⁻¹ од 19 врста. Често се наводи да се корови боље прилагођавају сиромашнијим (неђубреним) земљиштима него нпр. усеви што је у коинциденцији са резултатима из неђубреног тропоља. У поднаслову Упоредна анализа диверзитета коровске заједнице у различитим системима биљне производње процењених на основу α и β диверзитет дискутован је ефекат различитих система биљне производње на диверзитет коровске заједнице. Најмањи диверзитет заједнице је потврђен у М-Пм ($D= 0,8335$; $H= 0,3259$) као и висока доминантност неколицине врста које су допринеле структурној неуниформности заједнице ($D'= 0,1642$; $H/Hmax= 0,1334$). Међу врстама које су апсолутно доминирале у неуниформној заједници су биле: *P. rhoeas*, *C. regalis* и *V. convolvulus*. Супротно томе, у тропољу са мин.ђубривима (Т-ПСКм/Т-КПСм/Т-СКПм) утврђен је највећи диверзитет ($H= 2,1344$; $D'= 0,8406$) као и највећа униформност заједнице ($H/Hmax= 0,6461$) што значи да је бројност већине врста у заједници била мање-више слична. Осим тога, **РСА анализом** приказана је диференцираност коровске заједнице из М-Пм и МКм на биплоту у односу на заједнице из осталих система производње (на основу процењених резерви семена), а то је истовремено потврђено α и β индексима диверзитета. То значи да се М-Пм и МКм у односу на двопоља и тропоља (са/без ђубрења) у погледу диверзитета и униформности заједнице значајно разликују. У поднаслову Симулација резерве семена применом ANN модела дискутовано је који параметри (плодоред, ђубрење, дубина, време узорковања) и њихове интеракције су имали највећи ефекат на укупну и активну резерву семена у земљишту. Модел је показао да сам плодоред има мањи статистички значај на резерве семена у земљишту, односно интеракција плодоред+ђубрење утичу са 64,17%, плодоред+ђубрење+дубина са 30,52% и плодоред+дубина са 5%. Са овим се слажу и други истраживачи који дају предност интеракцији фактора на резерве семена у земљишту у односу на ефекат појединачних фактора. Модел је показао да вишедеценијске монокултуре воде ка расту закоровљености парцеле, а гро семена припада неколицини коровских врста (М-Пм= *P. rhoeas* и *C. regalis*; МКм= *S. halepense*; М-С= *C. album* и *C. hybridum*). Такође, модел показује да тропоља са мон.ђубрењем су годинама мање-више на истом нивоу закоровљености и то им даје предност у односу на остале системе производње.

Закључак. На основу добијених резултата и вођене дискусије докторанд је правилно извео закључке. На експерименталном пољу „Плодореџи“ ФЕ је утврђено 53 коровске врсте (из 49 родова и 24 фам.) а НУ 43 врсте (из 39 родова и 22 фам.). У монокултурама (М-Км, М-Пм, М-С) укупна резерва се кретала између 20.845-29.025 семена m⁻² и диверзитетом од 17-22 врсте, а активна од 4.146-9.791 m⁻² и диверзитетом 6-9 врста. У МК-м и М-С доминирале су:

S. halepense, *C. hybridum*, *C. arvensis*, *C. album*, *D. stramonium*, *A. retroflexus*, *X. strumarium* и *A. artemisiifolia* (подвучене имале најбољу клијавост); а у М-Пм доминирале су: *P. rhoeas*, *B. convolvulus*, *C. regalis*, *H. europaeum* и *V. hederifolia*. У двопољу (Д-ПКм, Д-ПК) укупна резерва се кретала између 19.273-24.601 семена m^{-2} и диверзитетом од 38-41 врсте, а активна резерва од 4.520-5.156 m^{-2} и диверзитетом од 19-21 врсте. У Д-ПКм доминирале су: *V. hederifolia*, *B. convolvulus*, *C. hybridum*, *A. retroflexus*, *C. regalis*, *D. stramonium* и *P. rhoeas*; а у Д-ПК доминирале су: *S. annua*, *S. halepense*, *A. arvensis*, *A. chamaepytis* и *A. artemisiifolia*. У тропољу (Т-ПКСм, Т-ПКСс, Т-ПКС) укупна резерва се кретала између 16.805-25.522 семена m^{-2} и диверзитетом од 33-39 врсте, а активна од 3.969-6.229 m^{-2} и диверзитетом од 19-29 врста. У Т-ПКСм доминирале су: *C. album*, *C. hybridum*, *S. halepense*, *B. convolvulus* и *A. retroflexus*; у Т-ПКСс: *C. album* и *C. hybridum*; у Т-ПКС: *S. annua*, *A. chamaepytis*, *A. arvensis*, *A. artemisiifolia* и *S. halepense*. Највећа резерва семена концентрисана је у слоју 0-15 cm (7.512 m^{-2} у Т-КПСм до 13.687 m^{-2} у М-С), затим од 15-30 cm (6.812 m^{-2} у Т-КПСм до 11.150 m^{-2} у Т-ПСКс) и најмања од 30-40 cm (1.803 m^{-2} у М-Км до 5.345 m^{-2} у М-С). У свим системима производње у пролећном узорковању резерве семена су биле веће у односу на јесење. У М-Пм утврђен је намањи диверзитет и најмања униформност заједнице ($D= 0,8355$; $D'= 0,1642$; $H= 0,3259$; $H/Hmax= 0,1334$; $\beta= 9-12$), а у Т-ПКСм највећи диверзитет и највећа униформност коровске заједнице ($D= 0,1594$; $D'= 0,8406$; $H= 2,1344$; $H/Hmax= 0,6461$; $\beta= 21-31$). Диференцираност система биљне производње је потврђена и *PCA* анализом (М-Пм и М-Км су сиромашније а Т-КПСм најбогатије). *ANV* моделом је потврђено да интеракција плодород+ђубрење имају највећи утицај на резерве семена у земљишту (64,7%), затим интеракција плодород+ђубрење+дубина (30,5%), док појединачни фактори су имали статистички безначајан утицај.

Литература. У дисертацији је на правилан начин цитирано 207 литературни извор који у потпуности одговарају проучаваној проблематици.

3. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација Марколе Саулић, мастер инжењера, под насловом „Резерве семена коровских биљака у земљишту у зависности од плодореда и ђубрења“, представља оригинално научно дело, које је у сагласности са одобреним планом и програмом за израду дисертације. Добијени резултати у потпуности одговарају постављеним циљевима и представљају значајан допринос за науку и праксу. Посебна вредност се огледа у томе што је поуздано процењена: *i*) укупна и активна резерва семена корова у земљишту у различитим системима биљне производње [монокултури (М-Км, М-Пм, М-С), двопољу (Д-ПКм, Д-ПК) и тропољу (Т-ПКСм, Т-ПКСс, Т-ПКС)], *ii*) да је највећа резерва семена процењена у М-С (29.025 m^{-2} тј. 290.250.000 ha^{-1}) а најмања у Т-ПКСм (16.805 m^{-2} тј. 168.060.000 ha^{-1}), *iii*) да је највећи диверзитет коровске флоре утврђен у систему Д-ПКм (41. врста) а најмањи у М-Пм (17 врста), *iv*) да је највећа активна резерва семена процењена у систему М-Пм (9.791 m^{-2} тј. 97.910.000 ha^{-1}) а најмања у Т-ПКСм (3.969 m^{-2} тј. 39.690.000 ha^{-1}), *v*) да је највећа резерва семена концентрисана у слоју 0-15 cm, *vi*) да интеракција плодород+ђубрење имају највећи утицај на резерве семена у земљишту (64,7%), а појединачни фактори најмањи утицај. Сличних истраживања није било код нас, а такође недовољно их је реализовано и у свету, стога добијени резултати дају значајан допринос разумевању значаја резерве семена корова у земљишту у зависности од система биљне производње ради предикције појаве корова у

наредној сезони и прецизнијег планирања мера за њихово сузбијање или одржавање бројности корова у усеvu испод прага штетности. Имајући у виду све наведено, Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију Марколе Саулић, мастер инжењера, под насловом „Резерве семена коровских биљака у земљишту у зависности од плодореда и ђубрења“ и предлаже Наставно-научном већу Пољопривредног факултета Универзитета у Београду да усвоји позитивну оцену урађене докторске дисертације и тиме омогући кандидату да је јавно брани.

Чланови Комисије:

др Сава Врбничанин, редовни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет
(ужа научна област: Хербологија)

др Драгана Божић, редовни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет
(ужа научна област: Хербологија)

др Ивица Ђаловић, виши научни сарадник
Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад
(ужа научна дисциплина: Ратарство и повртарство)

др Владан Јовановић, научни сарадник
Института за пестициде и заштиту животне средине, Београд
(ужа научна дисциплина: Заштита биљака -хербологија)

др Бранко Караџић, научни саветник
Института за биолошка истраживања „Синиша Станковић“, Београд
(ужа научна дисциплина: Екологија биљака)

Прилог:

Објављен рад Марколе Саулић, мастер инжењера у научном часопису на SCI листи:

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.