



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ



ЗДРУЖЕНА СЕТВА У ФУНКЦИЈИ ПОБОЉШАЊА КВАЛИТЕТА ЗЕМЉИШТА И БИОЛОШКО- ПРОИЗВОДНИХ ОСОБИНА СУНЦОКРЕТА

Докторска дисертација

Ментор:

проф. др Срђан Шеремешкић

Кандидат:

дипл. инж.-мастер Бранкица Бабец

Нови Сад, 2023



UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF AGRICULTURE



INTERCROPPING IN THE SERVICE OF IMPROVING SOIL QUALITY AND BIOLOGICAL AND PRODUCTION CHARACTERISTICS OF SUNFLOWER

Doctoral Dissertation

Mentor:

Professor dr Srđan Šeremešić

Candidate:

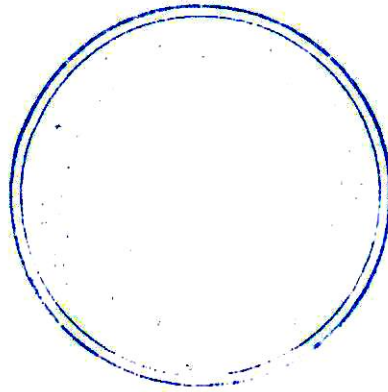
M.Sc. Brankica Babec

Novi Sad, 2023.

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИРОДНИ ФАКУЛТЕТ

1024 бр. 731/1

10 АПР 2023 год
НОВИ САД

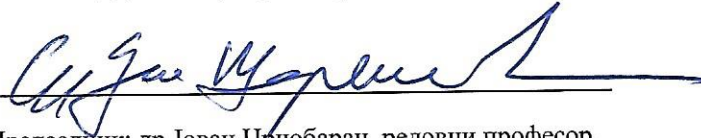


17/2015 D

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Врста рада:	Докторска дисертација
Име и презиме аутора:	Бранкица Бабец
Ментор (титула, име, презиме, звање, институција)	др Срђан Шеремешкић, редовни професор, Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду
Наслов рада:	Здružена сетва у функцији побољшања квалитета земљишта и биолошко-производних особина сунцокрета
Језик публикације (писмо):	Српски (ћирилица)
Физички опис рада:	Унети број: Страница: 148 Поглавља: 9 Референци: 238 Табела: 23 Слика: 5 Графикона: 14 Прилога: /
Научна област:	Биотехнологија
Ужа научна област (научна дисциплина):	Ратарство и повртарство
Кључне речи / предметна одредница:	сунцокрет, легуминозе, здружена сетва, земљиште
Резиме на језику рада:	<p>Промене климатских услова, заједно са трансформацијом технологије гајења и начина коришћења земљишта у производњи сунцокрета засноване на чистим усевима могу значајно смањити стабилност приноса ове уљане врсте. С обзиром да је сунцокрет на трећем месту на светском тржишту уљарица са 45 милиона тона годишње, а на четвртм по производњи биљног уља, неопходно је прилагодити технологију гајења принципима одрживе пољопривреде. С обзиром на напред наведено, циљ истраживања био је да се анализира технологија производње сунцокрета у здруженој сетви. Четворогодишње истраживање спроведено је у агроеколошким условима Републике Србије, без наводњавања (45°34'23.2"N 19°86'18.9"E) према плану подељених парцела. Два уљана и један конзумни хибрид сунцокрета здружени су са обичном грахорицом, црвеном детелином и луцерком. Анализе су показале да је здружена сетва сунцокрета и луцерке најприкладнија, обзиром на све посматране параметре. Такође, утврђено је да је здружена сетва сунцокрета са обичном грахорицом резултирала смањењем скоро свих вредности анализираних особина сунцокрета. Принос хибрида НС Грицко и хибрида Рими ПР у здруженој сетви статистички је био на истом нивоу значајности са чистим усевом ових хибрида, док је биомаса луцерке имала боље резултате када је здружена са хибридом НС Грицко у поређењу са чистим усевом. Узимајући у обзир опште уверење да су приноси у здруженим стабилнији у односу на чисте усева, потребна су даља истраживања која би обухватила и време и начин сетве сунцокрета и здружених усева.</p>
Датум прихватања теме од стране надлежног већа:	27.02.2020.
Датум одбране: (Попуњава одговарајућа служба)	

Ментор: др Срђан Шеремешкић, редовни професор, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет



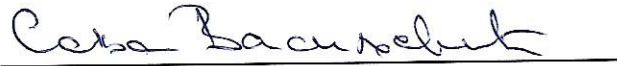
Председник: др Јован Црнобарац, редовни професор, Универзитета у Новом Саду, Пољопривредни факултет



Члан: др Нада Хладни, научни саветник, Институт за ратарство и повртарство, Институт од националног значаја за Републику Србију



Члан: др Сања Васиљевић, научни саветник, Институт за ратарство и повртарство, Институт од националног значаја за Републику Србију



Члан: др Светлана Вујић, доцент, Универзитета у Новом Саду, Пољопривредни факултет



Чланови комисије:
(титула, име, презиме,
звање, институција)

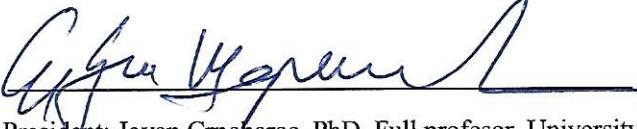


Напомена:

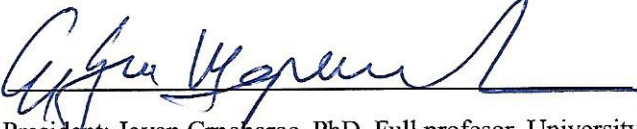
UDC 658.2:633.85(043.3)

**UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF AGRICULTURE**

KEY WORD DOCUMENTATION

Document type:	Doctoral dissertation
Author:	Babec Brankica
Supervisor (title, first name, last name, position, institution)	Srđan Šeremešić, PhD, Full Professor, Faculty of Agriculture, University of Novi Sad
Thesis title:	Intercropping in the function of improving soil quality and biological and production characteristics of sunflower
Language of text (script):	Serbian language (cyrillic)
Physical description:	Number of: Pages: 148 Chapters: 9 References: 238 Tables: 23 Illustrations: 5 Graphs: 14 Appendices: /
Scientific field:	Biotechnical Sciences
Scientific subfield (scientific discipline):	Field and vegetable crops
Subject, Key words:	sunflower, legumes, intercropping, soil
Abstract in English language:	Changing climate conditions coupled with the transformations of cultivation practices and land use in sole crop-based sunflower production may significantly decline yield stability of this oilseed crop. Given that sunflower takes the third place in the world oilseed market, with 45 million tons per year, and in the fourth place in vegetable oil production, it is necessary to adapt production technologies toward sustainable agriculture. Considering that, the goal of the research was to analyze and beneficial sustainable production technology of sunflower in intercropping systems. A four-year trial was conducted in Serbia's agroecological rain-fed conditions (45°34'23.2"N 19°86'18.9"E) using a split-plot design. Two oil types and one confectionary sunflower hybrid were intercropped with common vetch, red clover and alfalfa. Analyses showed that sunflower × alfalfa intercropping provided to be the most appropriate, Also, intercropping of sunflower with common vetch resulted in the decrease in almost all sunflower trait values. The yield of NS Gricko and Rimi PR were statistically on the same level with sole cropping, while alfalfa biomass had better results when intercropped with NS Gricko as compared to sole cropping. Concerning the general belief that yields are more stable in intercropping than in sole crop, further research in this respect is needed, in addition to the research of time and method of sowing.
Accepted on Scientific Board on:	27.02.2020.
Defended: (Filled by the faculty service)	

<p>Thesis Defend Board: (title, first name, last name, position, institution)</p>	<p>Supervisor: Srđan Šeremešić, PhD, Full Professor, University of Novi Sad, Faculty of Agriculture</p>
	<p> President: Jovan Crnočarić, PhD, Full profesor, University of Novi Sad, Faculty of Agriculture</p>
	<p> Member: Nada Hladni, PhD, Principal Research Fellow, Institute of Field and Vegetable Crops, National Institute of the Republic of Serbia</p>
	<p> Member: Sanja Vasiljević, PhD, Principal Research Fellow, Institute of Field and Vegetable Crops, National Institute of the Republic of Serbia</p>
<p>Note:</p>	<p>UDC 658.2:633.85(043.3)</p>



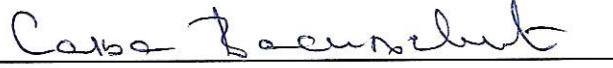
President: Jovan Crnočarić, PhD, Full profesor, University of Novi Sad, Faculty of Agriculture



Member: Nada Hladni, PhD, Principal Research Fellow, Institute of Field and Vegetable Crops, National Institute of the Republic of Serbia



Member: Sanja Vasiljević, PhD, Principal Research Fellow, Institute of Field and Vegetable Crops, National Institute of the Republic of Serbia



Member: Svetlana Vujić, PhD, Assistant professor, University of Novi Sad, Faculty of Agriculture



Note:

UDC 658.2:633.85(043.3)

„Ова докторска дисертација подржана је од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Уговор о реализацији и финансирању научноистраживачког рада НИО у 2020., 2021. и 2022. години. Евиденциони број: 451-03-68/2022-14/ 200032; 451-03-9/2021-14/200032; 451-03-68/2020-14/ 200032“

Захвалница

Користим ову прилику да кажем једно велико ХВАЛА свима који су допринели изради моје докторске дисертације.

Своју искрену захвалност упућујем свом драгом ментору др Срђану Шеремешкићу за стручну и људску помоћ не само у оквиру израде дисертације него и у целокупном образовању и усмеравању у научно-истраживачки рад. Хвала Вам на свим драгоценим саветима и помоћи, хвала на подршци током лепих али и током оних тешких тренутака, хвала на указаном поверењу.

Захваљујем се и ментору са Института за ратарство и повртрство, Института од националног значаја за Републику Србију (ИРПНС) др Нади Хладни за смернице приликом извођења огледа и обликовање тезе као и за усмеравање у научном раду.

Захваљујем се и члановима комисије др Јовану Црнобарцу, др Сањи Васиљевић и др Светлани Вујић на корисним саветима у току изведбе огледа и помоћи у финалној фази обликовања тезе.

Захваљујем се др Горану Малици на саветима и помоћи у пољском делу огледа, др Мирославу Зорићу на помоћи приликом статистичке анализе података, као и свим колегама са Одељења за сунцокрет.

Велику захвалност упутила бих и колегама докторандима Немањи Ђуку, Бојану Војнову, Милошу и Јовани Крстић, Милораду Живанову и Предрагу Ранђеловићу на тимском раду и помоћи приликом извођења огледа.

Научном сараднику др Милошу Рајковићу једно велико хвала за помоћ у свим фазама израде ове дисертације.

Захваљујем се ИРПНС у оквиру кога сам највећи део својих истраживања и урадила, као и великом броју вредних људи из лабораторија и радних група који су увек били ту да помогну.

ОГРОМНУ ЉУБАВ и ЗАХВАЛНОСТ дугујем својој дивној породици, хвала на подршци и великом стрпљењу и љубави. Мама ово је за тебе...

На крају (...и почетку) ...мом оцу...

„Учени људи лако могу да препознају аматеризам. Струка дубоко задире у материју, стално је усавршавајући. То је знање. Учени људи, међутим, не понижавају оне који од њих мање знају. Помажу им да, ако то желе, науче нешто. То је величина. Одступање од овога најчешће је показатељ да је неко ускочио у скупе „џипеле“, али за три броја веће. Вредно, али бескорисно.“

Бранкица Дамјановић

САДРЖАЈ

1. УВОД	1
2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ	5
2.1. Дебата о здруженој сетви	5
2.2. Улога и значај здружене сетве у диверзификацији система ратарења	11
2.3. Коришћење легуминоза у здруженој сетви	13
2.4. Утицај система здружене сетве на земљиште	17
2.5. Планирање система ратарења са здруженом сетвом	17
2.6. Значај селекције и оплемењивања биљака за системе здружене сетве	22
2.7. Здружена сетва сунцокрета са легуминозама – предности и мане	24
3. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА	27
4. РАДНА ХИПОТЕЗА	28
5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА	29
5.1. Опис локације истраживања	29
5.2. Експериментални дизајн и поставка огледа	32
5.3. Биљни материјал коришћен приликом истраживања.....	36
5.4. Биометријска процена биљног материјала	39
5.5. Методе за анализу биљног материјала.....	40
5.6. Методе коришћене приликом анализе земљишта	40
5.7. Индекс ефикасности коришћења земљишта (LER)	42
5.8. Индекс лисне површине (LAI).....	43
5.9. Статистичка анализа	45
6. РЕЗУЛТАТИ	48
6.1. Принос и компоненте приноса сунцокрета у здруженој сетви са легуминозама	48
6.2. Корелације особина сунцокрета у здруженој сетви са легуминозама	66
6.3. Биомаса и особине везане за биомасу легуминоза у здруженој сетви са сунцокретом	68
6.4. Принос свеже и суве биомасе луцерке и црвене детелине у години експлоатације	73
6.5. Индикатори конкуренције и ефикасности здружене сетве.....	76
6.6. Индекс лисне површине (LAI).....	77

6.7. Утицај система здружене сетве на одабране особине земљишта.....	80
7. ДИСКУСИЈА	98
7.1. Принос и компоненте приноса сунцокрета	101
7.2. Биомаса легуминоза и особине везане за биомасу у години заснивања и години експлоатације	108
7.3. Индекс лисне површине и индекс ефикасности коришћења земљишта у систему здружене сетве сунцокрета са легуминозама.....	112
7.4. Утицај система здружене сетве на одабране особине земљишта.....	114
8. ЗАКЉУЧАК	125
9. ЛИТЕРАТУРА	128

1. УВОД

Сунцокрет (*Helianthus annuus* L.) је једна од најчешће гајених уљаних култура у свету и најважнија гајена врста из фамилије главочика (Asteraceae) (Šimić et al., 2008; Seiler et al., 2017; Pilorgé, 2020). Од укупних обрадивих површина на свету сунцокрет заузима преко 27 милиона хектара (ha) у више од 70 земаља, а површине под овом биљном врстом од 1970. године повећане су за преко 320% (FAO, 2022). На европском континенту, сунцокрет се током 2020. године гајио на 19.928.887 хектара, а у Србији на 221.149 ha (FAO, 2022). Поред уљаног типа који заузима највеће површине, гаји се и високопротеински сунцокрет конзумног типа, чија производња код нас није велика, али је потражња у порасту захваљујући његовој хранљивој вредности и све већој употреби у људској исхрани (Хладни и сар., 2017). Значај сунцокрета произилази и из чињенице да је сунцокрет усева који се гаји у различитим, често сушним пределима, а да је род *Helianthus* веома велики и разноврстан (39 вишегодишњих и 14 једногодишњих врста) што истиче велику потребу за „еколошким интензивирањем“ производње и дефинисање савремене технологије у правцу одрживе пољопривреде повољне за агроекосистеме.

Анализом географске распрострањености сунцокрета установљено је да се више од 80% овог усева углавном гаји у само 10 земаља света, пре свих у Русији, Украјини и Аргентини. Две трећине светске производње концентрисано је у Европи, делу света са повољним, али изузетно променљивим климатским условима. Повећана учесталост екстремних временских прилика представља значајно ограничење у конвенционалној производњи сунцокрета, која се базира на интензивирању гајења кроз повећање уложених средстава ради унапређења приноса и квалитета. Овакви услови заједно са интензивним начином гајења и коришћења земљишта приликом интензивне производње сунцокрета могу значајно смањити стабилност приноса ове важне уљарице. Упркос сталном побољшању генетског потенцијала за принос семена, већина поменутих земаља на националном нивоу бележи повећање разлике између генетског потенцијала и остварених приноса семена, у опсегу од 1,1 и 2,4 t ha⁻¹ (IPCC, 2014), што указује да реалног повећања у производним условима нема.

Без обзира на досадашњи напредак науке у области селекције и оплемењивања, као и технологије производње, климатски елементи све чешће представљају ограничавајућу фактор за пољопривредне произвођаче у нашој али и земљама широм света. Клима у Србији је умерено континентална, са израженим локалним специфичностима, међутим пројекције климатских промена указују да се Србија суочава са великом вероватноћом наставка пораста температуре, уз све чешће и дуже суше али и поплаве, те ће се клима у блиској будућности врло вероватно карактерисати као континентална. Процена климатских ризика указује да је од 1960. до 2015. године просечна годишња температура на подручју Републике Србије расла за 0,15 °C током сваке деценије (USAID, 2017). Ова студија такође указује да су температуре изнад просека праћене сушом погодиле Србију 2003, 2007, 2012, 2015. и 2017. године. Поред тога, 2012. и 2017. година биле су међу најсушнијим годинама, са изузетно малим количинама падавина, које су у великој мери утицале на пољопривредну производњу. Године 2012. више од 50 дана за редом, максималне дневне температуре прелазиле су 35 °C, што је резултирало штетом од преко 130 милиона евра (FAO, 2020).

Неповољне временске услове који се најчешће манифестују климатским екстремима покушава да надокнади интензивна агротехника, што са друге стране може допринети деградацији земљишта, и смањењу биодиверзитета. Нерационална примена агрохемикалија у производњи сунцокрета може да проузрокује различите поремећаје у биолошкој равнотежи агроекосистема и околних екосистема. Прекомерно уношење минералног азота често негативно утиче на животну средину, па је потребно балансирати његов унос и размотрити алтернативе.

С обзиром на глобални значај сунцокрета, веома је важно да се истраже методе одрживе производње овог ратарског усева у ери повећања броја становништва и убрзаних климатских промена које карактеришу високе просечне температуре, екстремне климатске опасности, као што су град и топлотни таласи, затим смањена доступност хранива и воде итд. (Debaeke et al., 2017). Дакле, модификација и унапређење технологије производње, у правцу прилагођавања променљивим условима средине имаће кључну улогу у постизању одрживе

производње сунцокрета и глобалне безбедности хране (Stomph et al., 2020), те тако адаптација на климатске промене и ефикасност примене еколошких мера у производњи представљају главне изазове приликом гајења ове биљне врсте.

Један од начина да се ублаже ефекти појаве екстремних климатских услова јесте повећање диверзитета у оквиру сетвене структуре пажљивим одабиром и гајењем комплементарних биљних врста. Диверзитет на свим нивоима, од генетског до екосистемског, доприноси способности система за превазилажење и прилагођавање надолазећим променама. Према *Стратегији биодиверзитета ЕУ до 2030. године* (EU Biodiversity Strategy for 2030), биодиверзитет је од суштинског значаја за очување безбедности хране у ЕУ и свету (European Commission, 2020). Уз безбедност хране, биодиверзитет омогућује разноврсну и квалитетну исхрану људи, побољшава ефикасност процеса унутар агроекосистема и повећава отпорност на променљиве услове животне средине, климатске ризике и социоекономске изазове. Поред ове, и стратегија *Од њиве до трпезе* (Farm to Fork) као и нова *Заједничка пољопривредна политика* (Common Agricultural Policy - CAP) такође подржавају еко-шеме и одрживе пољопривредне системе.

У нашим агроеколошким условима постоје обимна истраживања из области агротехнике сунцокрета (Црнобарац и сар., 2005; Црнобарац и сар., 2007; Balalić et al., 2012), али до сада нису спроведена детаљна испитивања гајења сунцокрета у здруженој сетви. Ову чињеницу можемо оправдати социо-економским приликама, али и тежњом за остваривање високих приноса путем интензификације производње. Међутим, у 90-им годинама двадесетог века смо почели да уочавамо последице несразмерне интензификације производње која је била усмерена искључиво на повећање приноса не узимајући у обзир друге аспекте производње и последице таквог приступа. Многе алтернативне пољопривредне праксе могу се применити како би се пољопривредна производња боље прилагодила климатским променама и варијабилним климатским условима. Системи гајења већег броја врста на једном пољу представљају практичну примену еколошких принципа базирних на биодиверзитету, интеракцијама између биљака и природним регулаторним механизмима. У оваквим системима производње, легуминозе заузимају значајно место због могућности симбиотске азотофиксације и

позитивног деловања на земљиште. При томе, на ширење оваквог начина биљне производње утицај има и заштравање критеријума у процесу производње (забране одређених активних материја у заштити биља, све ефикаснији надзорни системи, контрола плодности земљишта...) и буђење еколошке свести потрошача (FAO, 2017a). Наведени захтеви су утицали на промену свести која је имала за последицу редефинисање технологије биљне производње и повећање диверзитета односно разноврсности гајених биљних врста, што се може постићи правилним здруживањем сунцокрета са неком од легуминозних биљних врста. Треба истаћи да сунцокрет, као велики потрошач хранива и воде, изискује систем производње базиран на вишегодишњем плодореду састављеном од биљака које остављају довољно биљних остатака повољног квалитета за очување органске материје земљишта (Црнобарац и сар., 2005).

2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

Развијање климатски „паметних“ решења за пољопривреду односи се на усвајање пракси које имају користи од ублажавања и прилагођавања климатским променама, уз обезбеђивање продуктивности и сигурности пољопривреде, укључујући и економске аспекте (Himanen et al., 2016).

2.1. Дебата о здруженој сетви

Све већа забринутост због нежељених последица агротехничких мера на животну средину, као и повећање улагања (инпута) свакако захтевају трансформацију актуелних система пољопривредне производње како би се побољшала ефикасност и одрживост истих. Различити системи одрживе производње могу се посматрати као прототип за побољшање одрживости садашње пољопривреде. Обзиром да је у органској пољопривреди забрањена употреба хемикалија, те да је потребно у много већој мери ослањати се на природне процесе попут алелопатије и азфотофиксације, веома је битно у сетвену структуру уврстити што већи број биљних врста (Bedoussac et al., 2015). Диверзификовани пољопривредни системи са већим уделом легуминоза и генерално повећаним бројем гајених врста у односу на конвенционалну пољопривреду, предлагани су деценијама уназад као глобални одговор изазовима будуће пољопривреде (Vandermeer, 1995; Vandermeer et al., 1998; Altieri, 1999; Griffon, 2006; Malézieux et al., 2009; Bedoussac et al., 2015). Међутим, тек након сазревања свести о значају очувања животне средине долази и до њихове значајније експанзије.

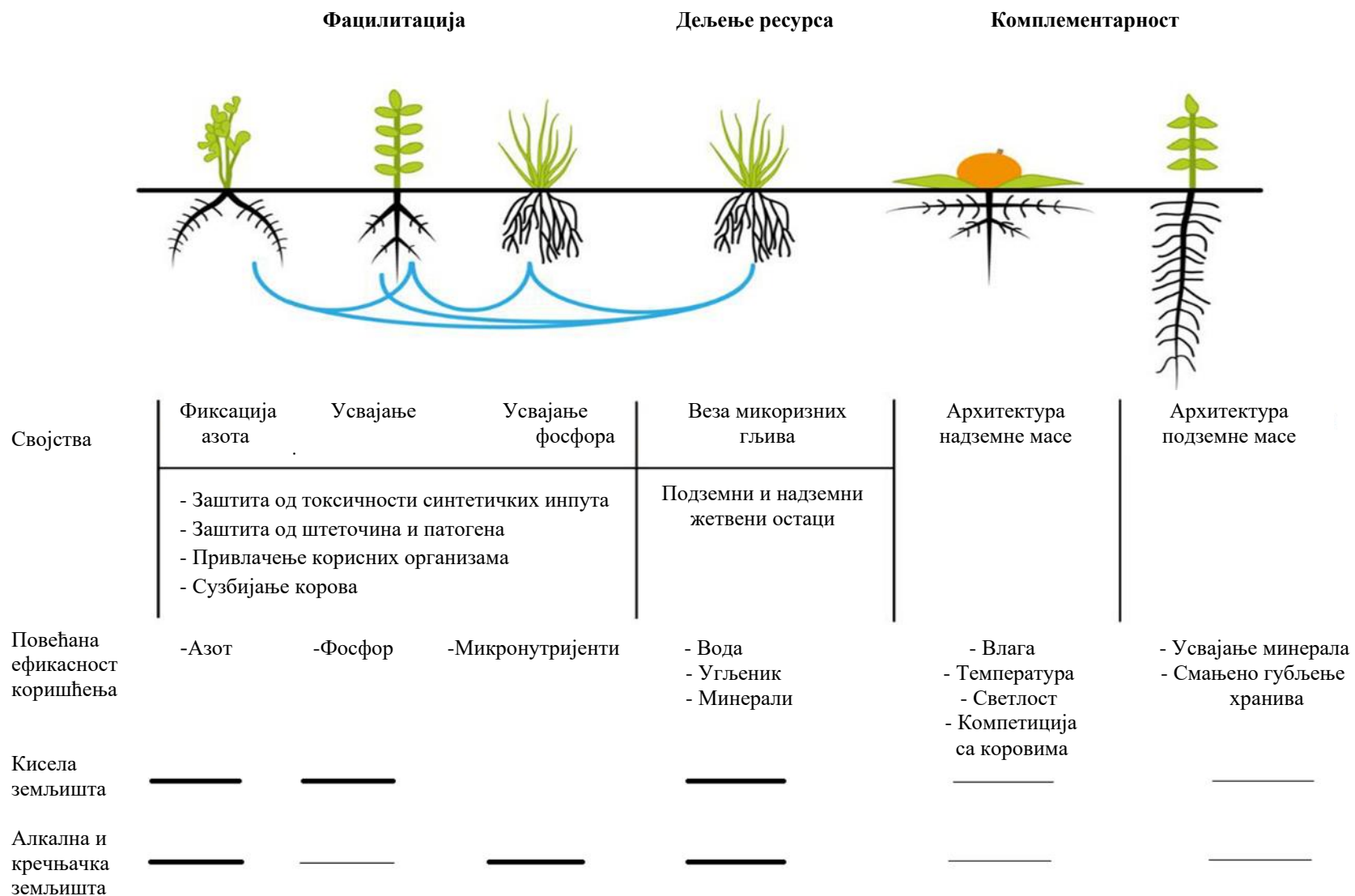
Сматра се да су различити системи биљне производње у Европи током 50-их година прошлог века до 50% потребних количина азота подмиривали путем гајења легуминоза за људску и сточну исхрану као и за зеленишно ђубриво (Peoples et al., 2009). Уместо коришћења азота пореклом из минералних ђубрива, као јединог извора, нови системи би могли бити конципирани тако да се више ослањају на симбиотску фиксацију N₂ од стране легуминоза, а недостајућа

количина азота би била надокнађена минералним ђубривима. Дугорочно посматрано, очување плодности земљишта би могло да се делимично базира на гајењу већег броја легуминоза у плодореду, што последично може да утиче и на „испоруку“ других услуга екосистема као што су биолошко везивање и складиштење CO₂ у земљишту (секвестрација угљеника) и унапређење биодиверзитет (Peoples et al., 2009). Штавише, ефикасније искоришћавање симбиотске и асимбиотске фиксације атмосферског N₂ могло би да има за последицу мање уношење минералног азота (Fustec et al., 2010), смањујући емисију CO₂ (Nieder and Benbi, 2008) и угљенични отисак пољопривредних производа (Gan et al., 2011). Легуминозе су од посебног значаја у органској пољопривреди где је доступност азота често ограничавајући фактор, посебно у одсуству сточног фонда, узрокујући нижи принос код гајених врста у поређењу са конвенционалном пољопривредом (David et al., 2005).

Здружена сетва је систем пољопривредне производње који се дефинише као истовремено гајење два или више усева на истој производној парцели током одређеног периода (Willey, 1979), а заснован је на комплементарности гајених врста и бољем коришћењу свих расположивих ресурса. Иако се ради о пољопривредном систему старом вековима, здружена сетва се може користити као решење за пољопривреду 21. века које ће допринети побољшању ефикасности коришћења ресурса и повећењу стабилности приноса у условима варијабилних климатских услова производње. Неки од разлога за примену система здружене сетве су: повећани приноси усева због ефикаснијег коришћења земљишних ресурса и падавина, боља контрола болести и штеточина, боља расподела рада током календарске године, стабилизација приноса у односу на чист усев, ефикаснија контрола ерозије, смањење или елиминисање потребе за комерцијалним ђубривима, као и смањен ризик од неуспешне производње (Vandenncer, 1989; Caviglia et al., 2004; Ren et al., 2014; Šeremešić et al., 2018; Martin-Guay et al., 2018; Maitra et al., 2021). Истраживања Bedoussac et al. (2015), као и Pelzer et al. (2014) указују на повећан садржај протеина, смањење броја коровских врста, већу искоришћеност азота, светлости и азота у *low input* односно екстензивним системима, али и на позитивне економске користи у односу на

интензивне, односно системе конвенционалне производње. Дакле, увођење овог система може утицати и на смањење трошкова и потенцијалних штетних ефеката минералних ђубрива и пестицида, што одговара захтевима одрживе пољопривреде.

Здруженом сетвом као начином коришћења земљишта тежи се и очувању еколошке равнотеже, односно баланса у агроекосистему као делу екосистема. Графикон 1 представља графички приказ предности здружене сетве у циљу ефикаснијег искоришћења доступних ресурса и међусобних интеракција. Фацитација (заједничко/олакшано усвајање), дељење ресурса и комплементарност ниша омогућавају системима поликултуре да дају више од њихових одговарајућих чистих усева, односно само једног усева. Интеракције у биљка-биљка, као и земљиште-биљка системима су често повезане са типом земљишта, а када су присутне могу бити јаке (дебела линије графикана 1) или слабе (танка линије графикана 1) (Brooker et al., 2015). **Фацитација** се постиже комбиновањем биљних врста које повећавају доступност воде, фосфора, микронутријената и азота доступног кроз фиксацију N_2 директно или индиректно (Verbruggen et al., 2010), привлачењем корисних организама, одбијањем штеточина и патогена и сузбијањем корова (Venitez et al., 2007). Фацитативне интеракције између корена биљака такође могу обезбедити заштиту од минералног стреса односно дефицита приступачних хранива и токсичност минералних елемената одређених типова земљишта. **Дељење ресурса** се може такође подстаћи кроз мреже које стварају микоризне гљиве поновним коришћењем хранива из жетвених остатака. **Комплементарност** ниша, која омогућава максималну експлоатацију светлосних и земљишних ресурса, примећује се и између усева са различитим морфолошким особинама односно обликом и архитектуром кореновог система (Brooker et al., 2015). Дакле, директне предности система здружене сетве су коришћење природних (хербицидних, алелопатских...) процеса у сврху заштите усева, ефикасније опрашивање, већа фотосинтетичка асимилација угљеника, боље усвајање азота, фосфора, микронутријената и воде, и узајамно коришћење ових ресурса ради повећања приноса (графикон 1).



Графикон 1. Ефикасност здружене сетве приликом коришћења расположивих ресурса (прилагођено према: Brooker et al., 2015)

У неким земљама здружена сетва чини саставни део система биљне производње. Више од 40% кукуруза посејаног у Доминиканској Републици и 50% на Јамајци, 60% пасуља посејаног у Бразилу и генерално 50% површина у Зимбабвеу се гаји у системима здружене сетве (Rad et al., 2020). У Латинској Америци, мали фармери узгајају између 70-90% пасуља уз кукуруз, кромпир и друге усеве, док се 60% површина под кукурузом заснива и гаји као здружени усев (Federer et al., 2012). У тропској Африци усеви се углавном гаје у системима поликултуре, а најчешћи вид здружене сетве је сунцокрет са сојом и другим легуминозама (Olowe and Adebimpe, 2009). Међутим, у Европи је здружена сетва практично нестала из многих система и данас опстаје углавном у агрошумарству, воћарству и делимично повртарству док је у ратарској производњи највише заступљена кроз сетву житарица и легуминоза. Поред производних система, здружена сетва се последњих деценија ретко сретала и у истраживањима производних технологија, вероватно због своје сложености. У годинама за нама постоји тенденција све већег броја истраживања оваквих система. Здружена сетва је веома ретка у индустријској пољопривреди и интензивним системима, али се шири у органској производњи (Brooker et al., 2015).

У овом контексту важно је напоменути да на распрострањеност здружене сетве велики утицај имају и приватни и јавни интереси. Еколошке користи од здружене сетве су свакако од велике важност при разматрању колективног интереса и јавног одлучивања о давању подршке еколошким системима производње. Међутим, еколошки - дугорочни интереси врло често губе битку од стране економског интереса нарочито када се ради о краткорочном планирању.

Упркос наведеним предностима, у условима интензивне конвенционалне пољопривреде, чак и доказано успешне и лако примењиве комбинације здружене сетве житарица и легуминоза, потпуно су маргинализоване и запостављене. Crews and Peoples (2004) наводе да је у европским земљама, због интензивирања пољопривреде током последњих 50 година, здружена сетва једногодишњих култура постала веома ретка, за разлику од диверзификованих, вишегодишњих система испаше у земљама развијеног сточарства (Hauggaard-Nielsen et al., 2001). За све оне који пропагирају интензивну технологије, односно постизање високих

приноса кроз велика улагања, гајење биљака у систему здружене сетве је застарело приступ ратарској производњи. Често се доводи у питање потенцијална економску предност здружене сетве која свакако врло зависи од многих фактора од којих су најбитније разлика између цена здружених усева и потенцијално мањег приноса главног усева, али и износ и расположивост субвенција.

Као неки од разлога против система здружене сетве могу да се наведу нестабилни приноси изазвани нетолеранцијом на водени стрес, тешкоће при жетви због неадекватне механизације, потенцијални напади патогена који изазивају болести као што су *Ascochyta* spp., *Botrytis* spp. или *Erysiphe* spp., осетљивост на инсекте попут *Sitona lineatus* L. и *Acyrtosiphon pisum* Harris и велика конкуренција корова. Такође, у оваквим системима производње често је нижи принос зрна, а некада и садржај протеина житарица које се у плодосмени гаје након легуминоза у поређењу са житарицама које се гаје директним додавањем минералних азотних (N) ђубрива или стајског ђубрива (Bedoussac et al., 2015)

Узимајући у обзир све чињенице за и против, повећање разноликости коришћењем алтернативних врста, диверзификацијом агроекосистема, плодоредом и здруженом сетвом дају се много веће шансе за испуњење вишеструких циљева међу којима су повећање приноса и квалитет зрна и сточне хране, обезбеђивање и подршка услугама екосистема, прилагођавање производних система климатским променама (IAASTD, 2009) и већи потенцијал за суочавање и прилагођавање на биотичке и абиотичке стресове (Padulosi et al. 2002).

Правилним одабиром и употребом легуминоза приликом здруживања са сунцокретом може се повољно утицати на повећање приноса, уз смањење трошкова примене минералног азота и пестицида, повећање профита (Угреновић и Угриновић, 2014), побољшање квалитета земљишта и заштите агроекосистема. Коришћењем легуминоза у систему здружене сетве подстичемо процес биолошке фиксације азота и на тај начин на еколошки одржив начин снабдевамо биљке

овим хранивом и делимично или чак у потпуности избацујемо синтетички произведен азот из минералних ђубрива.

2.2. Улога и значај здружене сетве у диверзификацији система ратарења

Биоценоза и биотоп чине нераздвојну целину – екосистем. То је динамичан и интегрални систем, узајамно условљен и повезан, који омогућава рационално коришћење ресурса екосистема и циклични проток материје (Пешић, 2011). Са аспеката пољопривреде, допринос екосистема функционисању пољопривредних система је комплексан, с'тога и није у довољној мери разјашњен. Због тога се утицај пољопривреде на животну средину детаљно анализира и прати, јер постоји перманентан притисак који агроекосистеми испољавају на суседне екосистеме. Сматра се да антропогени утицај, који настаје током пољопривредне производње испољава директно и индиректно на природне екосистеме а потенцијално успостављање равнотеже између природних и антропогених система може да се врши тако што се систем производње или структура сетве агроекосистема прилагођава њиховом окружењу. На тај начин се стварају стабилни и одрживи системи у којима човек својим знањем и вештинама доприноси стварању нових вредности и одлика предела које може касније да користи у виду услуга или производа. Међутим, конвенционални приступ пољопривреди се базира на принципима који не уважавају природне екосистеме чак и кад се граниче са њима. Природне биоценозе су модификоване како би се омогућио несметан процес пољопривредне производње јер је природа “компетитор” кога је потребно победити (Power, 2010; Porter et al., 2009). Увођење система интензивне пољопривреде у ком се користе велике количине ђубрива, пестицида и тешка механизација доводи до деградације агроекосистема (Sandhu et al., 2010). Због тога интензивна пољопривредна производња може угрозити суседне екосистеме и значајно смањити потенцијал пољопривредног земљишта на којем се производња одвија.

Сматра се да данас постоји преко 7000 врста које се користе од стране човека (Walter and Lebot, 2003) док само 82 усева обезбеђују 90% енергије коју људи троше (Prescott-Allen and Prescott-Allen, 1990). Ревитализација светског диверзитета, од генетичког до екосистемског биће тешко остварљив циљ наредних 50 година (Pardey and Pingali, 2010). Највећи проблем у модерној пољопривреди је чињеница да је већина традиционалних врста и сорти екстензивна у поређењу са савременим (интензивним), чији је једини циљ висок принос уз велика улагања. Због последица интензивне производње, пољопривреда мора да се окрене искоришћавању технологија развијених током последњих 50-ак година које су окренуте генетичком побољшању врста и њиховом прилагођавању измењеним климатским условима. Веома је битно даље спречавање губитка диверзитета, али и смањење прекомерне потрошње фосилних горива и агрохемикалија које доприносе глобалном загревању (Kim and Dale, 2005), загађењу земљишта, ваздуха и воде или губитку неких врста.

Последњих деценија све више пажње поклања се дефинисању међусобног утицаја екосистема који се налазе у интеракцији са глобалним пољопривредним производним простором. Научна јавност указује да одређене пољопривредне праксе могу да угрозе околне екосистема на дуге стазе, што последично може довести до повећања трошкова производње или смањена продуктивности пољопривредних система (Zhang et al., 2007). Прилагођеним управљањем пољопривредним системима могу да се смање многи од негативних утицаја коришћења пољопривредног земљишта (Power, 2010). Улога околних екосистема препозната је кроз потенцијалне користи које испољавају, које најчешће нису на прави начин препознате а самим тим и искоришћене. Ове користи називају се услугама екосистема и дефинисане су као бенефити које људи имају од еколошких процеса и функција екосистема (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Функционалност и значај агроекосистема се допуњава кроз услуге екосистема као што су опрашивање, биолошка контрола штеточина, регулација хидролошких услова, оплемењивање пејзажа и др. (Sandhu et al., 2010). Посматрајући постојеће образце коришћења земљишта Polasky et al. (2005) су утврдили да је разумевањем образаца биодиверзитета, као и пажљивим

планирањем коришћења земљишта могуће постићи очување диверзитета са незнатним утицајем на потенцијалне или остварене економске аспекте употребе предела. Можемо закључити да је газдовањем по оваквим принципима, у којима количина пружених услуга у погледу приноса по хектару може бити мања него у интензивној пољопривреди, биланс свих интеракција већи.

Здруживањем усева се повећава и биолошка разноврсност и ефикасност система ратарења. Ољача и сар. (2002), истичу да је са еколошке тачке гледишта гајење здружених усева значајно због диверзификације агроекосистема и покушаја опонашања структуре и стабилности природних екосистема. Здружена сетва је пракса која може да има веома позитиван ефекат на повећање свих аспеката диверзитета. Niggli et al. (2009) такође описују здружену сетву као пољопривредну праксу која доприноси еко-функционалном расту одређених екосистемских услуга које природа нуди а човек користи.

Циљ здруживања усева јесте повећање продуктивности усева (Qin et al., 2013), али и повећање коефицијента искоришћености земљишта (Agegnehu et al., 2008) које у одређеној мери може да допринесе мањој емисији количине гасова стаклене баште (Oelhermann et al., 2009; Naudin et al., 2014). Здружена сетва је од значаја за пољопривредне системе као што је органска производња, чији се принципи у умереним климатским регионима често не поштују довољно, па се тако у плодореду на парцелама једног поља гаји само један (чист) усев. Интеракције које се дешавају у оквиру здружене сетве имају потенцијал да позитивно утичу на бројне абиотичке и биотичке факторе којима је изложенија органска ратарска производња и који утичу на крајње приносе (Hauggaard-Nielsen et al., 2001).

2.3. Коришћење легуминоза у здруженој сетви

Истраживања о здруженој сетви показала су да је у погледу свеобухватности, односно могућности коришћења природних ресурса и процеса, најбоље када је једна од врста у систему из породице Fabaceae. Врсте из ове породице имају способност фиксирања атмосферског азота, углавном су умерене

у захтевима за хранљивим елементима, прилагодљиве гајењу на сиромашнијим земљиштима и у условима сенке, уз супресивно дејство на корове (Hauggaard-Nielsen et al., 2009; Угреновић и Филиповић, 2012).

Антропогени унос реактивног азота (N_r) оштећује копнене и водене екосистеме, узрокујући промене климе и ризике по здравље људи (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Rockström et al., 2009; Steffen et al., 2015). Под реактивним азотом подразумевају се следећи облици овог елемента: азот-моноксид, азотдиоксид, нитрати, нитрити, амонијак, амонијум јони, али и органски облици азота као што су уреа, деривати амина и азот присутан у протеинима и другим органским молекулима. Од 1850-их до прве деценије 2000-их годишњи ток N_r на копненим површинама порастао је преко 12 пута. Антропогено стварање N_r пољопривредном и производњом фосилних горива се процењује на 187 Tg годишње на онај створен природним путем (Galloway et al., 2008). Раст емисије гасова стаклене баште се, између осталог, приписује и расту пољопривредних површина и повећању употребе N ђубрива. Према Организацији за храну и пољопривреду Уједињених нација (FAO), годишња глобална употреба N ђубрива се процењује на око 110 Tg N (FAO, 2017b). N_2 фиксиран зрненим легуминозама је процењен на око 22 Tg N, а крмним легуминозама се фиксира око 20 Tg N годишње, што је мало с обзиром на чињеницу да је, пре масовног уношења азотних ђубрива, обично 25–50% пољопривредног земљишта било под травно легуминозним пашњацима и/или покровним усева или је ђубрено стајњаком (Jensen et al., 2020). Steffen et al. (2015) упозоравају да на глобалном нивоу уноси N_r треба да буду ограничени у односу на тренутно стање, са драстичним смањењем у неким регионима, што ће захтевати нове обрасце у погледу употребе азота у глобалној производњи хране.

Скоро све количине земљишног азота налазе се у облику органских једињења која, нажалост, нису доступна биљкама јер оне могу да усвајају само неоргански азот у облику амонијачних и нитратних јона (Говедарица и Јарак, 1995). У елементарном облику азот постоји искључиво у облику двоатомских молекула, а са 78% удела је један од основних састојака ваздуха. Један од веома важних природних процеса односно услуга екосистема је везивање азота у

земљишту путем азотофиксатора. Ове бактерије живе слободно у земљишту или у заједници са одређеним биљним породицама, и развиле су веома ефикасан начин претварања елементарног азот (N_2) из атмосфере у амонијак (NH_3), или амонијум јоне (NH_4^+). Симбиотска азотофиксација је услуга екосистема у оквиру чијег процеса биљка домаћин обезбеђује бактерије које живе у квржицама кореновог система (квржичне бактерије) енергијом, док бактерије обезбеђују биљку домаћина редукованим азотом из атмосфере (Prescott et al., 2002).

Фиксација азота посредством легуминоза није повезана са коришћењем фосилних горива, а осим тога емисије N_2O из легуминозних усева су ретко веће од оних са голог земљишта или усева ђубрених минералним азотом (Jeuffroy et al., 2013). Дакле, поред циља смањења количина Nr који улази у пољопривредне системе, он мора бити фиксиран са најнижим могућим трошковима енергије било путем обновљивих извора енергије или биолошком фиксацијом. Вођена фотосинтезом, биолошка фиксација азота легуминозама може делимично да задовољи потребе за азотом других усева у систему и да побољша укупну продуктивност производног система (Iverson et al., 2014; Bousselin et al., 2021). Азотофиксацијом се компензују ограничења за азотом следећег или заједничког усева у здруженој сетви што може резултирати побољшањем укупне продуктивности система (de la Fuente et al., 2014). Према доступној литератури легуминозне биљке могу да обезбеде азот и за друге биљне врсте у здруженом усеву (Kandel et al., 1997; Угреновић и Филиповић, 2012), а обогаћују земљиште у просеку са 35-40 t ha⁻¹ свеже органске материје и 100-200 kg N ha⁻¹ фиксираним из ваздуха зависно од начина и врсте гајења (Bogdanović and Ubavić, 2008; Charagain and Riseman, 2014). Дакле, полази се од претпоставке да је на овај начин могуће утицати на висину приноса друге врсте у систему упркос појачаној конкуренцији у здруженом усеву у поређењу са чистим усевом. Одабиром легуминозних усева успоставља се позитиван конкуритивни однос, са циљем повећања продуктивности по јединици површине.

Екосистемске услуге које произилазе из коришћења азотофиксације чине динамичан и комплексан модел протока енергије и материје. Већини легуминоза, током почетних фаза раста, потребна је мања количина минералног азота и то у

условима ниског садржаја истог у земљишту, а губици азота емисијом N_2O су мањи код легуминоза него код других усева (Hauggaard-Nielsen et al., 2003; Engström et al. 2011), те су врсте из ове фамилије одлични пружаоци услуга екосистема. Здружена сетва има потенцијал да побољша ефикасност коришћења азота, услед компетитивних и комплементарних интеракција. Услед конкурентских односа у здруженој сетви може да дође до непропорционалног искоришћавања земљишних и других ресурса. Насупрот томе уочено је и да приликом здруживања житарица и легуминоза, житарице имају потенцијал да усвоје већи удео земљишног N док ће легуминозе компензовати своју нижу потрошњу земљишног азота фиксацијом атмосферског N_2 . Senbayram et al. (2016) као и Parra et al. (2011) указују на смањену емисију N_2O приликом здружене сетве. Ови ефекти могу бити последица побољшане употребе земљишног азота и C:N односа у жетвеним остацима здруженог усева, који је мање повољан за нето минерализацију азота у јесен и самим тим смањују ризик од губитака N у поређењу са чистим усевом легуминоза.

Поред азотофиксације утицај легуминоза у систему здружене сетве изражава се и кроз регулацију водног режима земљишта. Голо земљиште изложено је утицајима сунца и ветра, губи влагу испаравањем, док се коришћењем легуминозних биљака између редова других врста повећава задржавање земљишне влаге, смањује испаравање као и закоровљеност (Долијановић и Ољача, 2006). Регулација коровских врста, посебно вишегодишњих је такође један од великих проблема у *low input* системима гајења. У оваквим системима легуминозе могу допринети сузбијању развоја корова (Dolijanović et al., 2020). Њихов алелопатски потенцијал је значајан и врло добро истражен, те се зна да нпр. маљава грахорица (*Vicia villosa* Roth.) и црвена детелина (*Trifolium pratense* L.) ослобађају алелопатске супстанце које утичу на инхибицију одређених коровских врста (Јаношевић, 2021). Способност сузбијања корова путем алелопатије свакако зависи од нивоа и активности алелопатских супстанци које садрже легуминозни усеви, као и брзине развоја усева и формирања биомасе.

2.4. Утицај система здружене сетве на земљиште

Иако је евидентно и до сада објашњено да су једни од главних утицаја система здружене сетве они на земљиште ипак је неопходно додатно их нагласити. Једна од најбитнијих предности здружене сетве у коју су укључене легуминозе јесте потенцијално повећање ниво азота у земљишту путем биолошке фиксације те обнављање и одржавање плодности земљишта и смањење зависност пољопривредног система према азотним минералним ђубривима која, поред негативних последица које имају на земљиште, последњих година достижу веома високе цене које и заједно са ценама горива доводе у питање саму исплативост производње (Prescott et al., 2002; Naudin et al., 2010; Bedoussac et al., 2015). Поред тога, овакви системи у великој мери доприносе контроли земљишне ерозије која је заступљена на поручјима са великим количинама падавина (Kocira et al., 2020; Maitra et al., 2021). Коренови системи различитих биљних врста у систему здружене сетве надопуњују се покривајући различите слојеве, те на овакав начин у већој мери утичући на плодност. Плићи коренов систем везује тло на површини и на тај начин помаже у смањењу ерозија и прозрачивању тла.

2.5. Планирање система ратарења са здруженом сетвом

Вишегодишње планирање пољопривредне производње један је од веома битних фактора за одрживост и економску добит пољопривредног газдинства. Поред идентификације и планирања пласмана производа веома је битно добро унапред испланирати и структуру сетве, избор биљних врста, плодоред и систем пољопривредне производње. Због међусобних интеракција у оквиру система здружене сетве планирање је доста комплексније у односу на планирање система чистих усева. Избор врста, сорти, склопа и начина здруживања, као и нивоа ђубрења азотом сматрају се одлучујућим факторима за постизање морфолошких и биолошких карактеристика усева неопходних за формирање приноса биљака у систему здружене сетве. Комплексне интеракције међу наведеним факторима у систему здружене сетве, а у односу на производни циљ, чине било какве врсте генерализације веома упитним.

Као што је раније поменуто, интеракције између врста су у већини случајева контролисане просторном и временском комплементарношћу између здружених врста, што се посебно односи на усвајање минералног азота из земљишта, као и фиксацију ваздушног N₂.

Имплементација здружене сетве као система гајења може бити условљена различитим производним циљевима. На пример, један од циљева би могао бити да се побољша квалитет зрна одређене врсте, максимизирањем доступности минералног азота у земљишту увођењем легуминоза односно повећањем стопе симбиотске фиксације азота. У складу са оваквим циљем житарице које се рано развијају и брзо користе доступан азот могу да буду добар избор (Naudin et al., 2010). Што се тиче легуминоза у оваквом систему, потребно је бирати оне врсте и сорте чији коренов систем омогућава усвајање азота из делова земљишта недоступних за друге врсте, а такође остварују симбиозу са азотофиксаторима и користе фиксиран азот (Naudin et al., 2010). Даље, у Европи где су површине под легуминозама последњих деценија изузетно смањене, чак 70% потреба за биљним протеинима надокнађује се из увоза, циљ би могао бити коришћење здружене сетве ради веће производње легуминоза, а све како би се задовољиле потребе за људском и сточном храном. Производња сточног грашка, која је због због ниских приноса и ниских економских подстицаја у последњих неколико деценија знатно опала (Alert Soy, 2018), могла би се повећати системом здружене сетве у ком би се бирале веће густине (скоро као код чистих усева), а житарице би се сејале много ређе уз одсуство ђубрења. Главна улога житарица у таквим системима била би смањење притиска корова и ширења болести и штеточина због ефекта физичке баријере, као и потпора легуминози како би се избегло полагање (Živanov et al., 2014; Bedoussac et al., 2015).

Међутим, приликом планирања, систем здружене сетве не треба посматрати само из угла одређене праксе гајења усева, него са аспекта кумулативних ефеката кроз коришћење вишегодишњег плодореда. На пример, ако здруженом сетвом одређених врста можемо значајно смањити притисак штеточина и болести, могуће је да би се скратило и време између поновне сетве истог усева на истој парцели у односу на сетву чистих усева одређене врсте. Такође је разумно размотрити и

смењивање различитих врста здружене сетве. На пример треба размотрити и гајење јарих здружених усева (сунцокрет/соја, сунцокрет/луцерка) након озиме здружене сетве.

У случају чистих усева, одговор врсте на густину биљака односно склоп је генерално добро познат, што није случај и за системе здружене сетве који су сами по себи доста комплекснији. Почеци гајења здружених усева били су веома једноставни, док су прве теоријске и методолошке основе здруженој сетви дали де Wit (1960) и де Wit and van den Bergh (1965). Оформљена су два типа експеримента:

- адитивни (*aditive series*) и
- замењујући (*replacement series*).

Поред ова два, Park et al. (2003), наводе и тзв. дизајн суседа (*neighbourhood design*).

У истраживањима система здружене сетве која експеримент моделирају према замењујућем дизајну, већина аутора спроводи огледе сејањем сваке врсте на густину умањену за 50% од препоручене за појединачне усеве уколико претходна истраживања нису указала на најповољније пропорције. Поред тога истраживања се такође баве и утицајем различитих пропорција смеше на принос и друге особине. Vasiljević et al. (2016) утврдили су да је код комбинације озимог грашка са овсом и тритикалом, пропорција 85:15 продуктивнија у односу на пропорције 50:50 и 75:25. Код комбинације, као што су кукуруз/пасуљ, доказано је да је оптимална густина биљака у систему здружене сетве већа од препоручене приликом сетве чистих усева (Willey and Osiru, 1972). Већа густина биљака повећава конкуренцију између компоненти смеше и тежи да фаворизује доминантну врсту. Hauggaard-Nielsen et al. (2009) приметили су да приликом сетве мање (од препоручене) или препоручене густине грашка и јечма, коначан принос зрна није значајно различит од оног приликом сетве густине веће од препоручене. Такође је примећен исти образац везан за пропорцију ових врста у смеси. У својим истраживањима Bedoussac, (2009) је утврдио да би у смешама са тврдом пшеницом (*Triticum durum*) густина грашка могла бити иста као код чистог усева,

док код боба треба да буде доста нижа уколико желимо пропорцију врста од око 50:50.

Осим врста, варијетета и густине сетве, просторна структура односно распоред здружених усева, такође, модификују дистрибуцију светлости, воде и хранљивих материја. Дакле, како би се постигли задовољавајући приноси у условима конкуренције веома је значајно одабрати најповољнији облик и величину вегетационог простора (Dolijanović et al., 2005). У односу на просторни распоред врста разликује се неколико типова здружене сетве:

- смешта (*mixed cropping*) - усеви се сеју истовремено (семе се помеша); поштује се одређена пропорционална заступљеност у смеси; сетва се обавља у истом реду; пример пшеница /раж или кукуруз/соја,
- сетва у траке (*strip cropping*) - усеви се гаје истовремено у тракама од неколико редова; морају бити довољно близу да могу утицати један на други; пример кукуруз/соја,
- наизменични редови (*alternate rows intercropping*) - сеје се један ред једног а следећи другог усева и тако наизменично; пример пшеница/грашак,
- преклапање (*relay intercropping*) - вегетациони период врста у усеву се преклапау одређеном интервалу; сетва и жетва се врше одвојено; пример јари јечам/црвена детелина.

Chen et al. (2004) су за здружени усев јечма и грашка установили да је принос зрна грашка приликом сетве у траке (4 реда \times 4 реда и 2 реда \times 2 реда) био већи него приликом сетве по принципу смеше, а у случају јечма ситуација је била обрнута. Приликом здруживања кукуруза и соје и сирка и соје приноси зрна кукуруза и сирака били су слични приликом сетве 1 ред \times 1 ред и 2 реда \times 2 реда, док је принос зрна соје био већи приликом сетве 2 реда \times 2 реда. У погледу светлости, главна врста у систему здружене сетве треба да има такву архитектуру

која дозвољава да одређена количина светлости пролази до саме површине земљишта (Jahansooz et al., 2007).

Индекс лисне површине (LAI) као једно је од најчешће коришћених мерења за описивање структуре биљног покривача и у директној је вези са количином светлости која пролази кроз усев. LAI је користан за разумевање улоге покрова јер се многе размене масе и енергије у биосфери и атмосфери дешавају на површини листа. Из ових разлога, LAI је често кључна биофизичка променљива која се користи у биогеохемијским, хидролошким и еколошким моделима, а користи се и као мера раста усева, те квантификује површину лисног апарата у покрову. По дефиницији, то је однос једностране површине листа по јединици површине земљишта (Watson, 1947). Глобално, овај индекс је веома променљив. Истраживања показују да сезонске и годишње промене, као и различите биљне врсте (једногодишње-вишегодишње; дрвенасте-зељасте...) могу значајно утицати на велике разлике у LAI (Zarate-Valdez et al., 2012; Asam, 2014;). На пример, од ницања до нпр. физиолошке зрелости, индекс површине кукурузног листа може се кретати од 0 до 6 (Nguy-Robertson et al., 2014), па се може закључити да је LAI корисна мера за описивање просторних и временских образаца раста и продуктивности покривача.

Индекс ефикасности коришћења земљишта (LER) такође је један од најчешће коришћених нумеричких показатеља искоришћености земљишта и веома је користан приликом планирање система ратарења са здруженом сетвом. Прве идеје о овом показатељу дали су Willey and Osiru (1972) описујући га као продукцију здруженог са продукцијом чистих усева врста које су здружене, док га је Willey (1979) коначно дефинисао неколико година касније као површину земљишта која је потребна да би приноси у мешавини и чистим усевима били једнаки. Према Долијановић (2008) LER може да буде веома користан нумерички показатељ за пољопривредне произвођаче јер на основу њега могу увидети предности и недостатке планираног система здружене сетве, али и одредити пропорцију усева која може бити најадекватнија обзиром на постављени циљ. Сходно са напред наведеним, намеће се закључак да густине и пропорције треба

бирати у складу са просторним распоредом врста и обрнуто, у зависности од производних циљева, а уз помоћ нумеричких показатеља.

2.6. Значај селекције и оплемењивања биљака за системе здружене сетве

Оплемењивање биљака може значајно допринети повећању продуктивности система здружене сетве анализом потенцијалне генетске варијабилности за бољу прилагођеност врста оваквим системима. Бројна агрономска истраживања указују на велике разлике у испољавању особина одређене сорте у различитим системима гајења (Sharma and Mehta, 1988; Vandermeer, 1989; O'Leary and Smith, 1999; Yadav and Yadav, 2001). Важно је приметити да је већина оплемењивачких програма усмерена на конвенционални начин производње чистих усева гајењем често и у монокултури који се у великој мери ослањају на синтетичке инпуте (Mahmoud et al., 2022). Често се генотипови створени оплемењивањем за гајење у конвенционалним системима производње понашају другачије у системима здружене сетве. Стога, процена генетског потенцијала материјала селекционисаног у правцу чистих усева и монокултуре може бити недовољна за идентификацију материјала погодног за системе здружене сетве. Према Lithourgidis et al. (2011) интеракција генотип \times спољна средина (у овом случају систем гајења) веома је значајна приликом оцењивања различитих генотипова односно њихових перформанси у различитим системима пољопривредне производње и доношења одлука да ли је селекционе процесе потребно усмерити ка систему здружене сетве. Значајна интеракција генотип \times спољна средина сматра се јаким доказом да процес селекције треба да буде усмерен ка различитим системима производње (Ergon and Bakken, 2022). Sharma et al. (1993) изучавали су утицај система гајења на експресију гена код соје и уочили су ниске генотипске корелације за принос и компоненте приноса између и у оквиру различитих система гајења, што оправдава избор различитих родитељских компоненти и самих укрштања приликом гајења соје у чистом и систему здружене сетве, док су Holland and Brummer, (1999) установили високе позитивне корелације између

приноса у чистим и усевима здружене сетве. Одређене особине генотипова које се сматрају корисним у чистим усевима и монокултури, можда нису од значаја и у систему здружене сетве, те је потребно анализирати које особине дају предност биљкама приликом гајења у здруженој сетви. Према Davis and Woolley (1993) особине које су битне за системе здружене сетве су оне које истичу комплементарне ефекте између врста и умањују конкурентске. Приликом процеса селекцију у обзир се морају узети не само утицаји одређене особине на циљни принос врсте, него и потенцијални ефекат на други усев у систему здружене сетве. Тако је, на пример, полагање грашка особина на коју се у великој мери обраћа пажња приликом гајења у чистој сетви, али када се он здружује са неком од житарица ова особина није од значаја јер житарице пружају ослонац грашку (Karpenstein-Machan and Stuelpnagel, 2000). И други истраживачи установили су да су различите особине значајне за гајење одређене врсте у систему здружене сетве у односу на чисте усеве и монокултуре (Clark and Francis, 1985; Yadav and Yadav, 2001).

Како би се селекционисали генотипови за системе здружене сетве четири категорије особина су значајне (Baudoin et al., 1997):

- особине које нису у интеракцији са системима производње,
- особине специфичне за здружену сетву,
- особине повезане са социоекономским аспектима и
- особине повезане са аспектима квалитета.

У пракси, оплемењивање за системе здружене сетве је компликован процес због интеракција између усева, генотипских особина, агрономских пракси и економске исплативости, те је за селекционере важно одредити критеријуме и фокусирати се на ограничен сет особина повезаних са генетичком добити, те усвојити најефикасније и најјекономичније оплемењивачке шеме. Обзиром на то да су процеси оплемењивања изузетно скупи, одабране оплемењивачке шеме морају бити од великог значаја, покривајући више области како би оправдали посебне оплемењивачке програме усмерене на системе здружене сетве

(Lithourgidis et al., 2011). Успех оваквих оплемењивачким програмима се пре свега огледа у бољем разумевању комплексних интеракције између врста које су здружене и најважнијих фактора спољне средине.

2.7. Здружена сетва сунцокрета са легуминозама – предности и мане

Прегледом литературе је утврђено да постоје истраживања са здруженом сетвом сунцокрета и других биљака, али су комбинације са крмним легуминозама ретке. Један од разлога томе може бити што у ранијем периоду нису постојали хибриди сунцокрета толерантни на различите штеточине и болести. У данашње време постоје оправдани разлози за испитивање комбинација сунцокрета и легуминозних биљака јер постоји изражена потреба да се рационално користе производни ресурси и вегетациони простор.

Када се гаји као чист усев у агроколошким условима Републике Србије оптимално време сетве сунцокрета је од краја марта до краја априла, односно када је температура земљишта на дубини сетве (3-5 cm) око 10°C. Препоручени размак између редова је 70 cm, а размак у реду од 20 до 30 cm зависно од дужине вегетације и намене хибрида. Дубоко орање обавезна је мера прилико гајења сунцокрета, како би се створио дубоки растресити слој са резервама воде, а уништиле штеточине и болести (Црнобарац и сар., 2005). Уз ову меру врши се и основно ђубрење и то са око 60 kg ha⁻¹ P₂O₅ и 60 kg ha⁻¹ K₂O за средње плодна земљишта. Азотом се делимично ђубри у јесен, док се највећи део азота додаје пред сетву. Укупна количина азота је око 80 kg ha⁻¹ (Crnobaras et al., 2000). Предсетвена припрема парцеле на којој је планирана сетва сунцокрета обавља се при оптималној влажности земљишта и то рано у пролеће и непосредно пред сетву. Приликом предсетвене припреме земљиште се сетвоспремачем уситњава и равна, а корови који су никли се уништавају. У току вегетације врши се међуредна обрада односно култивирање, и то у фази три пара листова, као и заштита од корова, болести и штеточина (Балалић, 2012). Ово је веома важна мера којом се смањује бројност корова и аерише површински слој.

Здруживањем сунцокрета са легуминозама повећава се биомаса по јединици површине у односу на производњу ових биљних врста у чистом усеву (Olowe and Adebimpe, 2009; Wahla et al., 2009). Коришћење легуминозних биљка за здруживање са сунцокретом има упориште у чињеници да се повећањем склопа биљака по јединици површине боље покрива земљиште и ствара конкуренција корова са легуминозама, те се на овај начин позитивно утиче на смањење закоровљености (de la Fuente et al., 2014). Биљке из фамилије легуминоза могу деловати алелопатски, те коренске излучевине могу имати природно хербицидно деловање на корове. Жетвени остаци луцерке смањују пораст коровских врста: *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Digitaria sanguinalis* и *Abutilon theophrasti*, а у мањој мери овакав ефекат установљен је и код црвене детелине (Ковачевић и Момировић, 2000). Поред тога, легуминозе толеришу смањен интензитет светлости, па су погодне за здруживање са сунцокретом (Saudy and El-Metwally, 2009).

На основу специфичности легуминоза и биолошких и еколошких особина сунцокрета постоје оправдани разлози за истраживање њихове здружене сетве. Може се слободно рећи да је луцерка најзначајнија крмна легуминоза у умереним климатским условима, а њен значај се огледа у високим приносима крме која се одликује одличним нутритивним вредностима и великом садржају протеина по јединици површине, што је чини веома пожељном приликом сточне исхране. Оптимално време сетве луцерке у пролећном року је током друге половине марта односно прва половина априла, што се поклапа са роком сетве сунцокрета. Поред тога, и ова врста тражи дубоку основну обраду којим се ствара растресит оранични слој и поспешује скупљање воде, добар развој корена, интензивнији рад микрофлоре и већа активност квржичних бактерија. Луцерка се веома брзо регенерише након косидбе и остварује до шест откоса годишње, уз велику отпорност на сушу и полегање (Карагић и сар., 2020). Поред луцерке, црвена детелина је најдоминантнија вишегодишња крмна легуминоза наше државе, а насупрот луцерки много боље толерише киселија и влажна земљишта. Као и луцерка у пролећном року се сеје од краја марта и током априла месеца, а поред узгоја у чистим усевима црвена детелина се гаји и у меши због високог индекса

конпетитије (Vasiljević et al., 2010). Боље подноси засењивање у односу на луцерку, па се зато најчешће користи као покровни усев (Mikić et al., 2015). Највећи принос зелене масе постиже у другој години узгоја. Поред вишегодишњих заступљене су и једногодишње крмне легуминозе. Јара грахорица, као врста толерантна на касне мразеве, лошије земљишне услове и доминантне патогене, у нашој земљи намењена за производњу зелене масе, сена, силаже и сенаже, а принос зелене масе ове врсте је до 50 t ha^{-1} (Карагић и сар., 2020). Поред исхране животиња користи се и за зеленишно ђубриво, а према одрђеним истраживањима надземном масом фиксира и до $60 \text{ kg}\cdot\text{N}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Ashworth et al., 2017).

Приликом планирања производње, неопходно је предходно сагледати агроеколошке услове, односно распоред и количину падавина, време раних јесењих и касних пролећних мразева, затим земљишна својства, али и факторе као што су расположивост и врста механизације и планирана употреба парцеле током целе календарске године (Војнов и сар., 2020). У здруженом усеву, приноси гајених врста појединачно могу бити нешто мањи у односу на чист усев истих врста, али је кумулативно њихов принос већи (Tsubo et al., 2005), па се може рећи да ако се реализује и очува планирани склоп гајење здружених усева може бити економски исплативије од чистих. Поред наведених повољних ефеката, здруживање усева доприноси и диверзификацији производње, а такође и сигурности производње, јер неповољни услови могу да утичу на један усев више него на други, па онај који није угрожен обезбеђује жељени приход (Muhammad et al, 2011; Ćurina et al., 2011; Martin-Guay et al., 2018).

С обзиром да фиксација азота путем легуминоза представља значајну услугу екосистема, полази се од претпоставке да је на овај начин могуће утицати на висину приноса упркос појачаној конпетитији у здруженом усеву у поређењу са чистим усевом сунцокрета. Дакле, одабиром легуминозних усева успоставља се позитиван конпетитивни однос, са циљем повећања продуктивности по јединици површине.

3. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Истраживања ове докторске дисертације су усмерена на боље разумевање интеракције између одабраних хибрида сунцокрета и легуминоза. Пошло се од претпоставке да здруживањем усева долази до појачане конкуренције за основне факторе раста и развића различитих биљака (усева), али истовремено долази и до испољавња позитивних ефеката који се остварују приликом диверзификације производње. Овако диверзификован систем производње побољшава ефикасност процеса унутар агроекосистема и повећава отпорност на променљиве услове животне средине, те климатске ризике. Узимајући у обзир присутну конкуренцију, посебна пажња је усмерена на одабир најпогодније легуминозе за здруживање са сунцокретом.

Циљ истраживања је да се утврди погодност гајења сунцокрета у здруженој сетви са легуминозама, као и да се одреди која од три одабране врсте легуминоза (*Vicia sativa* L.; *Medicago sativa* L.; *Trifolium pratense* L.) испољава највећи утицај на показатеље ефикасности здружене сетве. У оквиру планираних испитивања, утврдиће се како легуминозе делују на производне, квалитативне и морфолошке особине сунцокрета. Установиће се утицај здружене сетве на микробиолошку активност и одабрана хемијска и физичка својства земљишта. Сагледаће се и утицај система здружене сетве на вишегодишње легуминозе када настављају да се гаје након жетве сунцокрета.

4. РАДНА ХИПОТЕЗА

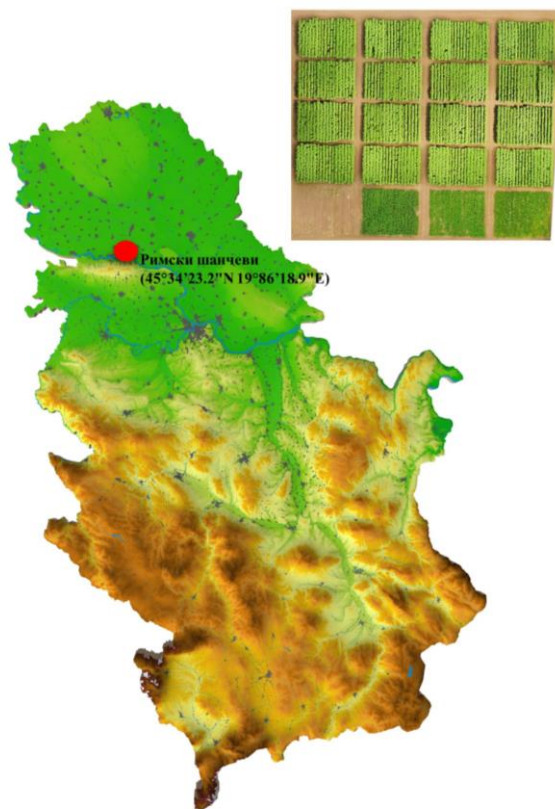
У истраживању се полази од претпоставке да ће се гајењем легуминоза у здруженом усеву са сунцокретом повећати усвајање хранљивих материја сунцокрета и повећати индекс ефикасности коришћења земљишта. Здружена сетва одабраних врста, односно комплементарни и фацитативни односи у оквиру ње, поспешуће свеукупну плодност земљишта и принос гајених усева. Имајући све наведено у виду, потребно је анализирати и препоручити одрживу технологију производње сунцокрета у систему здружене сетве.

5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

5.1. Опис локације истраживања

5.1.1. Локација и земљишне карактеристике

На слици 1. приказана је локација огледа који је постављен на експерименталном пољу Института за ратарство и повртарство, Института од националног значаја за Републику Србију (ИРПНС), на Римским шанчевима у јужном делу Панонске равнице (Војводина; 45°34'23.2" N 19°86'18.9" E). Пре поставке огледа земљишне анализе су показале да је просечна вредност рН у КСI био 7,05, а у H₂O 7,94; садржај органске материје 3,13%; CaCO₃ 1,06%; укупни N 0,236%; AL-K₂O 42,3 mg/100 g; AL-P₂O₅ 9,33 mg/100 g. На основу резултата анализа земљишта (табела 1.), може се закључити да је рН реакција земљишта у КСI неутрална, док је рН у води неутрална до алкална. Земљиште се може окарактерисати као благо карбонатно, умерено је обезбеђено хумусом и укупним



азотом, слабо до умерено обезбеђено доступним фосфором и калијумом. Земљиште је, према FAO/WRB класификацији (FAO, 2015), окарактерисано као благо карбонатни иловаста чернозем – (CH-cc.g1-lo). Процент крупног песка кретао се од 0,44 до 1,04%, ситног песка од 37,16 до 38,89%, праха од 30,72 до 31,32%, а глине од 29,56 до 30,64%. Садржај минералног азота сумарно се кретао од 82,72 (2018) до 187,86 (2019) kg N ha⁻¹. Бројност *Azotobacter*-а у тренутку узорковања током 2017. и 2018. била је 0 10 g⁻¹ земљишта, а током 2019. и 2020. од 17 до 28 10 g⁻¹ земљишта.

Слика 1. Локација са ортофото перспективом

Табела 1. Карактеристике земљишта пре сетве (2017-2020)

Основна хемијска својства								
Год.	pH		CaCO ₃	ОМ	Укупан N	AL-P ₂ O ₅	AL-K ₂ O	
	у KCl	у H ₂ O	%	%	%	mg/100 g	mg/100 g	
2017-2020	7,05	7,94	1,06	3,13	0,236	9,33	42,30	
Механички састав								
Год.	Крупан песак	Ситан песак	Прах	Глина	Текстурна			
	(2-0,2 mm)	(0,2-0,02 mm)	(0,02-0,002 mm)	(<0,002 mm)	класа (према			
	%	%	%	%	Томмеруп-у)			
2017-2020	0,82	38,12	31,30	30,31	иловаста глина			
Садржај минералног азота								
Год.	Слој (cm)	Влага %	kg N ha ⁻¹		Σ(kg N ha ⁻¹)			
			(апс. суво)		(апс. суво)			
2017	0-30	19,25	30,10		151,42			
	30-60	16,14	47,19					
	60-90	22,12	54,13					
2018	0-30	22,94	27,10		82,72			
	30-60	19,82	26,44					
	60-90	22,97	29,18					
2019	0-30	21,74	51,29		187,86			
	30-60	20,71	64,71					
	60-90	23,00	71,86					
2020	0-30	21,39	54,31		170,27			
	30-60	20,13	49,65					
	60-90	22,56	66,31					
Микробиолошка активност земљишта								
Год.	Слој (cm)	Azotob.	Амониф.	УБ	Олигон.	Гљиве	Актином.	АЕД
		х10	х10 ⁷	х10 ⁷	х10 ⁶	х10 ⁴	х10 ⁴	(ДНА) μg TPF g ⁻¹ земљишта
број микроорганизама (CFU g ⁻¹ апсолутно сув узорак)								
2017	0-30	0	39	118	82	23	2	14,64
	30-60	0	15	63	31	14	0	11,61
2018	0-30	0	118	154	113	8	5	6,33
	30-60	0	41	59	71	3	0	3,15
2019	0-30	27	134	124	148	25	30	39,09
	30-60	17	41	92	84	6	17	9,90
2020	0-30	28	205	371	255	40	28	14,23
	30-60	0	132	292	145	24	23	5,50

Azotob.- Azotobacter; Амониф.-амонификатори; УБ- укупан број; Олигон.- олигонитрофили; Актином.- Актиномиците АЕД- активност ензима дехидрогеназе;

Амонификатори су се кретали у распону од 15 до 205 10⁷ g⁻¹ земљишта, док је укупан број микроорганизама био од 63 до 371 10⁶ g⁻¹ земљишта. Олигонитрофили кретали су се од 31 до 235 10⁶ g⁻¹ земљишта, док је бројност гљива у зависности од године и слоја била од 0 до 40 10⁴ g⁻¹ земљишта, а актиномицета од 0 до 30 10⁴ g⁻¹

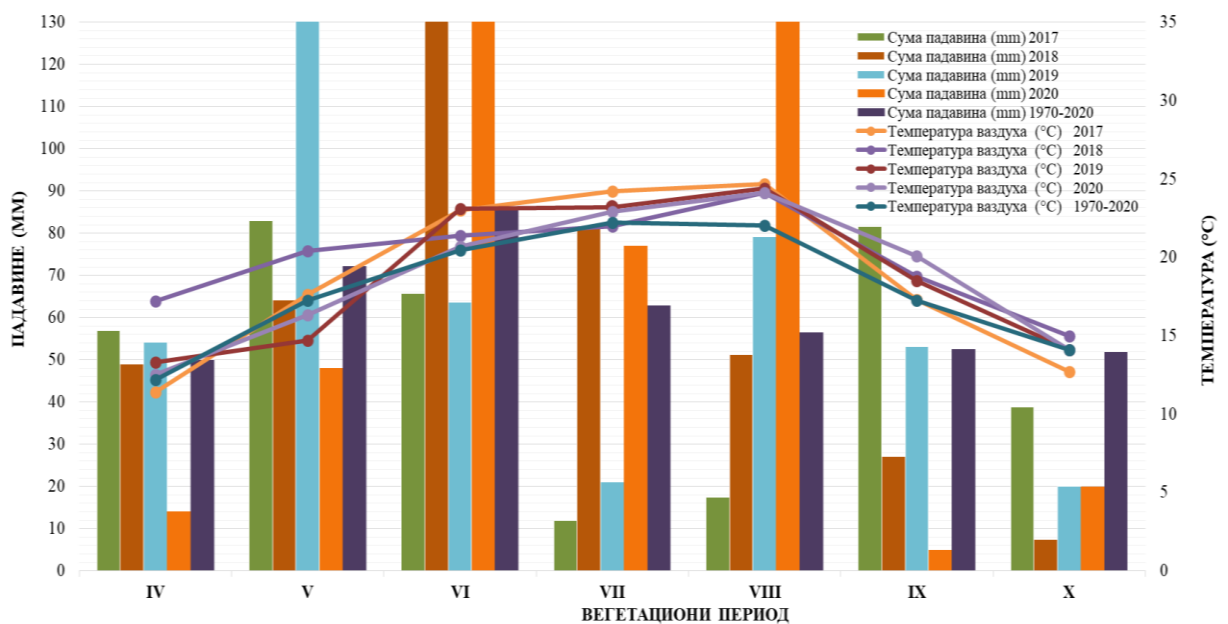
земљишта. Активност ензима дехидрогеназе кретала се од 3,15 до 39,09 $\mu\text{g TPF g}^{-1}$ земљишта. Композитни узорци су узимани сваке године на почетку вегетације у три понављања како би се добили репрезентативни узорци земљишта са дубине 0-90 cm у зависности од анализе.

5.1.2. Временски услови

Испитивани локалитет се одликује умерено континенталном климом окарактерисаном постепеним повећавањем температура од јануарског минимума ка јулском и августовском максимуму, после чега следи њен благ и непрекидан пад ка јесењем и зимском периоду године. Војводина има изразите карактеристике континенталног падавинског режима односно носи обележје средњеевропског, или прецизније речено, подунавског режима расподеле падавина, са израженом неравномерношћу расподеле по месецима. Екстремне количине падавина јављају се почетком лета (јун) у виду максимума, и крајем јесени (новембар) или почетком пролећа (март) када су количине падавина најмање (Malinović-Milićević et al., 2015).

На основу вишегодишњих података (1970–2020), средња годишња температура ваздуха је износила 11,7 °C, а годишња сума падавина 642,8 mm. Средња температура за вегетациони период (април–октобар) је била 17,6 °C а сума падавина је износила 431,7 mm. Подаци о средњим месечним температурама и месечним падавинама за вегетациони период од 2017. до 2020. године узети су са Метеоролошке станице Римски шанчеви Републичког хидрометеоролошког завода Србије, а подаци су приказани графиком 2. У 2017. години ниво падавина је износио 82,9 mm у мају, односно 12,0 mm и 17,4 mm у јулу и августу, са изузетно високим температурама у ова два месеца. Просечна температура током вегетационог периода била је 19 °C. У мају 2018. године забележено је око 20 mm мање падавина него у 2017. години, али је јун био изузетно влажан са 163,2 mm падавина, што је за око 100 mm више него у 2017. Просечна дневна температура током вегетационог периода 2018. године износила је 19,8 °C. Почетак вегетационог периода у априлу је био изузетно топао са просечном

дневном температуром од 17,2 °C. У 2019. години највећа сума падавина је забележена у мају, 147,6 mm, док је јул био сув са само 21,0 mm кише. Што се тиче температура, ова година је била слична вишегодишњим вредностима, при чему је мај био око 3 степена хладнији од просека, а јун за око 3 степена топлији. У 2020. години април и октобар су били веома суви. У погледу температурних вредности, 2020. година је била слична вишегодишњим просецима. Просечне месечне температуре у четворогодишњем периоду експеримента значајно су варирали у односу на педесетогодишњи просек.



Графикон 2. Средње месечне температуре, укупне количине падавина и вишегодишњи просек (1970-2020) за вегетациони период (април-октобар) од 2017. до 2020. године

5.2. Експериментални дизајн и поставка огледа

Четворогодишње пољско испитивање спроведено је од 2017. до 2021. године. Пре поставке пољског огледа, одабрана производна парцела је подељена на четири дела како би се испоштовали захтеви сунцокрета за плодородом. Експеримент је рађен без наводњавања како би се утврдила погодност агроколошких услова за предложене комбинације здружених усева. Оглед је постављен по плану подељених парцела у четири понављања (графикон 3). На

великој парцели су биле крмне легуминозе, док су на подпарцелама били хибриди сунцокрета. Три хибрида сунцокрета, два уљана (Рими ПР и Дукат) и један конзумни тип (НС Грицко), здружена су са крмним легуминозама (*Vicia sativa* L., сорта Нови Београд; *Trifolium pratense* L., сорта Уна; *Medicago sativa* L., сорта Банат ВС), док је чист усев сунцокрета и легуминоза био контролни третман (слика 2).



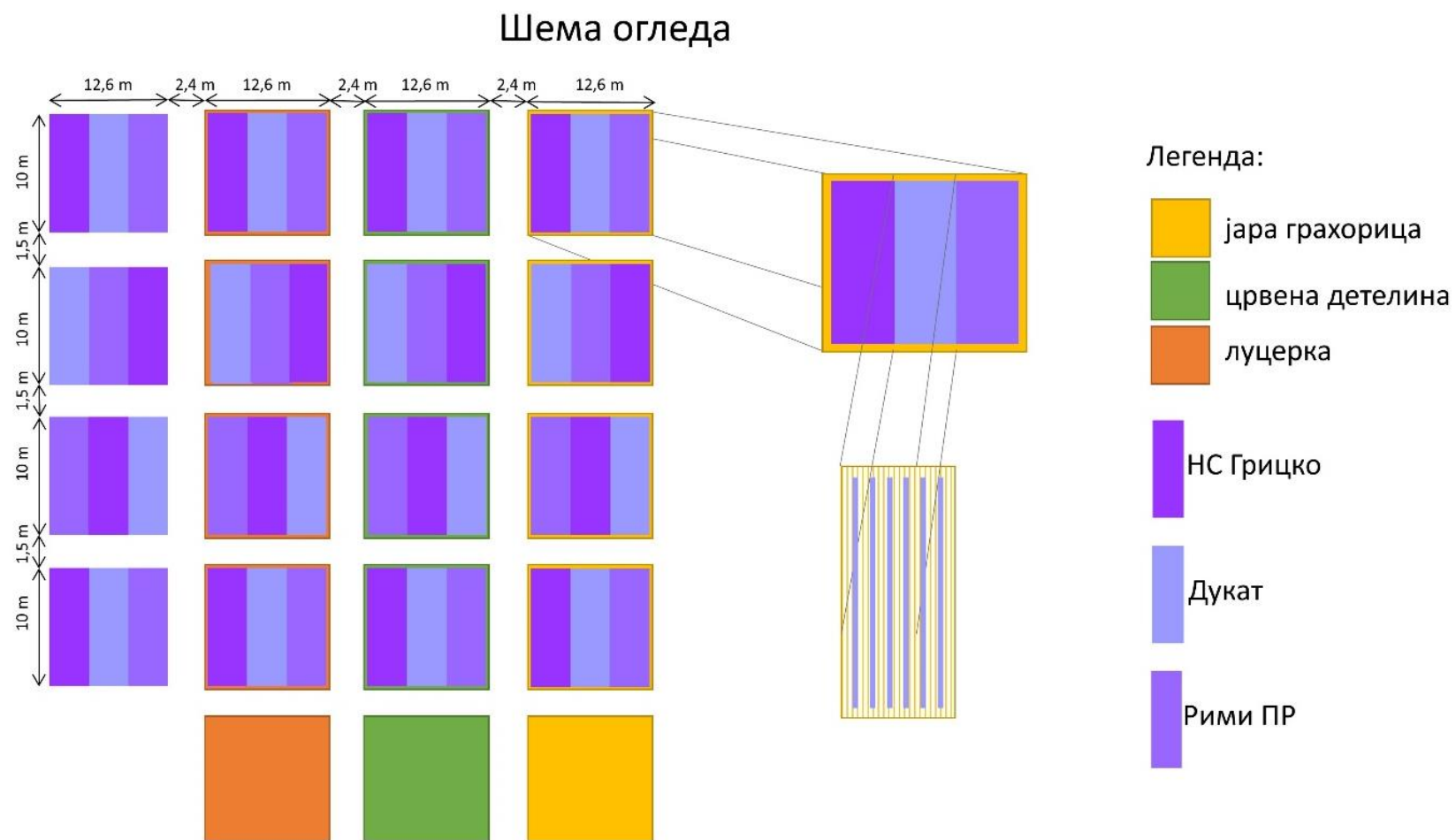
Слика 2. Здружена сетва сунцокрета са легуминозама (оригинал аутора)

У току извођења огледа примењене су агротехничке мере у производњи сунцокрета које су саставни део технологије гајења за производно подручје Републике Србије. Јесење орање обављено је на дубини од 27-30 cm. На основу анализа земљишта, у јесен пре зимског орања у земљиште су унети основни макронутријенти у виду двоструког NP (11:52) ђубрива МАП са високим садржајем фосфора и задовољавајућим нивоом азота, у количини од 220 kg ha⁻¹. Као предкултура је одабран усев сирка јер се пошло од претпоставке да ће имати неутралан утицај на сунцокрет али и легуминозе и да пружа довољно времена да се изведу све агротехничке операције током јесени а такође је повољан са аспекта заштитет од корова. Након скидања сирка биљни остаци су унешени у земљиште. Предсетвена припрема и култивација извршена је сетвоспремачем (System Comtractor) при оптималној влажности земљишта. Пре сетве земљиште је поваљано како би се испровоцирало почетно ницање корова, који су потом поново уништавани сетвоспремачем. Хибриди сунцокрета су посејани као главна култура у другој половини априла, док су легуминозе, посејане дан раније (табела

2.). Сунцокрет је засејан Wintersteiger PSP Single Disk сејалицом у шест редова, са размаком између редова од 70 cm и размаком биљака у реду од 25 cm, при чему је сетвена норма била иста као и у конвенционалној пракси приликом сетве чистог усева сунцокрета. Црвена детелина, луцерка и грахорица су посејане Amazone 08-30 Super seed drill сејалицом на међуредни размак од 12,5 cm. Сетвена норма црвене детелине и луцерке износила је 18 kg ha⁻¹, а обичне грахорице 120 kg ha⁻¹, односно као у производњи ових легуминоза за крму. Величина елементарне парцеле била је 10 × 4,2 m, са размаком од 2,4 m између третмана, односно 1,5 m између понављања. Поред механичког вршено је и хемијско сузбијање корова. После сетве а пре ницања, коришћен је селективни хербициди на бази активне материје С-метолахлор из хемијске групе хлорацетамида, како би се присуство корова свео на толерантан ниво, а уједно и смањила примена механичких мера у току вегетације. Након ницања усева, у вегетацији, обављена су два ручна плевљења како би се обезбедио несметан пораст биљака. Жетва је обављена ручно, током септембра месеца, када је сунцокрет имао 10% влаге. Обзиром да је одабрана комбинација усева у експерименту поред сунцокрета обухватала и црвену детелину и луцерку као вишегодишње врсте намењене за искоришћавање у виду зелене крме, сена, сенаже, силаже или за испашу, које свој пуни потенцијал испољавају тек након прве године, ове врсте су након жетве сунцокрета остављене за анализе и експлоатацију у следећој години.

Табела 2. Време сетве врста коришћених у огледу

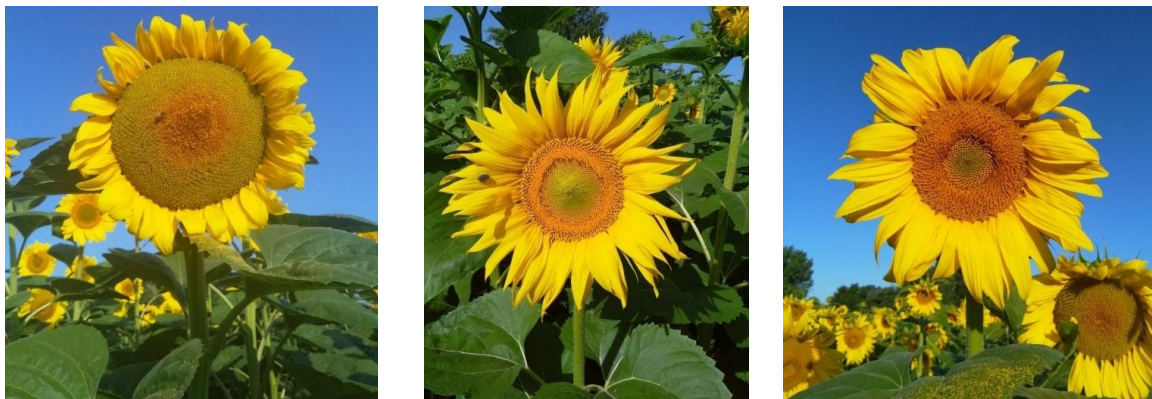
Усев	Време сетве			
	2017	2018	2019	2020
Сунцокрет	27.04.	27.04.	24.04.	22.04.
Грахорица	26.04.	26.04.	22.04.	21.04.
Црвена детелина	26.04.	26.04.	22.04.	21.04.
Луцерка	26.04.	26.04.	22.04.	21.04.



Графикон 3. Шема експерименталног огледа према плану подељених парцела (оригинал аутора)

5.3. Биљни материјал коришћен приликом истраживања

Сви генотипови коришћени у истраживању створени су и произведени у Институту за ратарство и повртарство, Институту од националног значаја за Републику Србију. Хибрид сунцокрета Дукат (слика 3) је врло рани уљани хибрид са дужином вегетације од 90 до 95 дана. Генетски је отпоран на расе А, В, С, D и Е воловода, рђу и сунцокретовог мољца. Генетски потенцијал за принос хибрида је 4 t ha^{-1} , а садржај уља у семену 47–49%. Препоручује се за каснију сетву на парцелама где се није могла обавити правовремена сетва (од 15. маја до 15. јуна). Склоп у сетви је 50.000 - 55.000 биљака по хектару. НС Грицко (слика 3.) је средње рани конзумни хибрид за људску исхрану и љуштење. Отпоран је на рђу и сунцокретов мољца, а толерантан према *Phomopsis*-у. Генетски потенцијал за принос семена овог хибрида је преко $5,5 \text{ t ha}^{-1}$. Маса 1000 семена је 95–115 g. Садржај уља у семену је испод 35%, а садржај протеина у језгру 25%. Атрактиван је за опрашиваче и адаптабилан за различите еколошке услове и типове земљишта. Препоручен склоп у сетви је 35.000 – 42.000 биљака по хектару. Хибрид сунцокрета Рими ПР (слика 3.) је рани хибрид, генетски отпоран на све расе пламењаче контролисане геном ПЛ6, на рђу и сунцокретов мољца. Толерантан је према *Phomopsis*-у. Средње висине стабла и високе отпорности на полагање. Генетски потенцијал за принос семена овог хибрида је преко $4,8 \text{ t ha}^{-1}$ и веома је адаптабилан и стабилан у агроколошким условима Републике Србије. Препоручени склоп у сетви је 58.000 – 60.000 биљака по хектару



Слика 3. Хибриди сунцокрета коришћени у огледу; Дукат, НС Грицко и Рими ПР – са лева на десно (оригинал аутора)

Од крмних легуминоза за здруживање коришћена је луцерка, сорта НС Банат (слика 4.) која је резултат вишегодишњег оплемењивања панонског екотипа луцерке у ИРПНС. Настала је индивидуалном селекцијом из локалних популација. Ова сорта се дуго година одржала у широкој производњи, што најбоље говори о широкој генетичкој основи и високој адаптабилности. Ова сорта луцерке је рана до средње рана, погодна за производњу свеже крме, сена, сенаже и силаже. Веома је интензивна сорта која подноси често кошење до 5 откоса годишње. С обзиром на то да добро подноси сушу, препоручује се за гајење у најариднијим деловима. Биљке су крупне и бујне, одликују се високим стабљикама (70 – 80 cm) и брзим порастом рано у пролеће (23,2 cm) или после кошења (26,4 cm). Сорта луцерке „НС Банат“ је богата протеинима, задовољавајућег аминокиселинског састава, високог степена разградивости, богата витаминима и минералима. Сува материја ове сорте луцерке садржи 18-22% сирових протеина. Ова сорта, за успешну производњу тражи дубоко, растресито и плодно земљиште са повољним водно-ваздушним режимом. Кисела и мочварна земљишта, као и више надморске висине смањују принос ове сорте.

Хибриди сунцокрета су гајени у здруженој сетви и са црвеном детелином, сорте Уна (слика 4.) која је погодна за гајење на мање плодним, влажним и благо киселим типовима земљишта. Карактерише се добром гранатошћу чија лиснатост условљава висок принос и квалитет крме. Одликују је висока варијабилност и генетичка пластичност које су последица изразито ксеногамног карактера оплодње и ентомофилног начина опрашивања, те је захваљујући томе изузетне адаптабилности на различите услове спољашње средине. Ова сорта се добро грана, а стабло је усправо висине у просеку око пола метра. Ова типична троготка максималан принос зелене масе ($70-95 \text{ t ha}^{-1}$), односно сена ($15-17 \text{ t ha}^{-1}$) постиже у другој години живота из 3-4 откоса, док треће године живота из два откоса остварује укупан принос зелене масе на нивоу прве године ($25 \text{ до } 35 \text{ t ha}^{-1}$). Ова сорта је одличног је квалитета, удео лишћа у приносу почетком цветања износи и до 55% (18,5% протина у сену). Садржај сирових протеина у просеку износи 18,5% а *in vitro* сварљивост суве материје у односу на луцерку је виша и у фази почетка цветања износи око 75%. Дobar индекс конкуренције чини је погодном за

гајење у смешама са травама. Активност ризобијума који живи у симбиози са кореном црвене детелине у великој је зависности од рН вредности земљишта, што је од значаја за системе здружене сетве. Битно је напоменути да примена калцизације, код земљишта са рН испод 5, подстиче нодулацију, а самим тим потпомаже азотофиксацију атмосферског азота од стране квржичних бактерија (*Rhizobium leguminosarum* bivar. *trifolii*).



Слика 4. Сорта луцерке НС Банат и црвене детелине Уна (са лева на десно) коришћене у огледу (оригинал аутора)

Јара грахорица, сорта Нови Београд (слика 5.) је трећа легуминоза са којом су хибриди здружени. Ова јара сорта обичне грахорице је најзастуљенија у нашој земљи, а намењена је за производњу зелене масе, сена, силаже као и сенаже у смеси са неким од потпорних усева (нпр. оvas). Високог је приноса и квалитета крме, са потенцијалом за принос зелене масе од 40-50 t ha⁻¹, док је принос сена 8-10 t ha⁻¹. Просечан принос семена ове сорте јаре грахорица је око 1.700 kg ha⁻¹. Због одличног квалитета крме, често се користи за сточну исхрану. Толерантна је на касне мразеве, као и лошија земљишта, а веома је отпорна на многе болести. Оптималан рок сетве је до краја марта, са нормом од 120 kg ha⁻¹ на међуредни размак од 12,5 cm и дубину од 3 до 4 cm. Ваљање лаким ваљцима је обавезна агротехничка мера након сетве ове културе.



Слика 5. Сорта грахорице Нови Београд (оригинал аутора)

5.4. Биометријска процена биљног материјала

У току четворогодишњег периода анализирани су принос и компоненте приноса семена сунцокрета, као и његов квалитет. Величина узорка пољских мерења (висина биљака, пречник главице, лисна површина) обухватала је 10 насумично одабраних биљака по понављању, док је за лабораторијска мерења (маса 1000 семена, број пуних семена по главици, принос семена, садржај уља у семену и принос уља) коришћено 20 биљака по понављању. За анализу приноса као и компоненти приноса сунцокрета коришћена су два унутрашња реда изузев прве и последње биљке.

Код одабраних легуминоза током четворогодишњег периода мерена је свежа и сува биомаса као и висина усева грахорице, црвене детелине и луцерке у години заснивања. Број изданака по биљци мерен је код црвене детелине и луцерке.. Величина узорака приликом мерења висине усева и број изданака по биљци била је 10 биљака по понављању. Узорци су прикупљени из унутрашњих редова изузимајући прву и последњу биљку. За процену укупне свеже биљне масе узета су три узорка по понављању коришћењем дрвоног рама. Висина усева је мерена градуисаном летвом, а број изданака пребројан је на лицу места. Сви резултати мерења прикупљени су током фазе цветања легуминоза (јун). С обзиром да су

луцерка и црвена детелина вишегодишње врсте, у следећој вегетационој сезони мерене су свежа и сува биомаса ових врста током три откоса.

5.5. Методе за анализу биљног материјала

Висина биљака сунцокрета мерена је градуисаном летвом на узорку од 10 биљака код сваког хибрида у четири понављања у фази бутонизације и цветања. Пречник главице мерен је у фази цветања и у физиолошкој зрелости помоћу милиметарске траке на узорку од 10 биљака код сваког хибрида у четири понављања (40 биљака). Укупна лисна површина сунцокрета по биљци (cm^2) мерена је помоћу LI3100 area meter (LI-COR) у фази бутонизације (BBCH 55) и фази цветања (BBCH 63) на узорку од 10 биљака код сваког хибрида у четири понављања. Маса 1000 семена мерена је на случајном узорку апсолутно чистог и ваздушно сувог семена мерењем 2×200 семена. Добијене вредности послужиле су затим за израчунавање масе 1000 семена, која је изражена у грамама. Број пуних семена по главици је пребројан ручно. Принос семена по главици је мерен након ручне жетве парцеле сведен је на 9% влаге и изражен у грамама. Мерење је, након круњења, вршено на баждареној ваги. Добијени принос је затим прерачунат у t ha^{-1} у односу на избројани број биљака по парцели. Анализа садржаја уља у семену је спроведена недеструктивно на чистим, ваздушно сувим узорцима семена, методом нуклеарно-магнетне резонанце (Granlund and Zimmerman, 1975) и изражен је у %. Принос уља добијен као производ приноса семена и садржаја уља у семену, изражен је у kg ha^{-1} . Узорци за одређивање садржаја уља формиран су према процедури ISO 9001.

5.6. Методе коришћене приликом анализе земљишта

Утицај здружене сетве испитиван је са аспекта утицаја на земљиште адекватним методама за анализу хемијских и физичких својстава земљишта, садржаја минералног азота и лабилне органске материје, као и микробиолошким анализама.

Узорковање за основне агрохемијске анализе земљишта вршено је након жетве сунцокрета (октобар), на три дубине (0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm) у свакој од легуминоза. Одређивање активне киселости (pH у H₂O) урађено је у суспензији (10g:25 cm³) земљишта са водом, потенциометријски помоћу pH метра; одређивање потенцијалне киселости (pH у KCl) урађено је у суспензији (10g: 25 cm³) земљишта са калијум хлоридом, потенциометријски помоћу pH метра. Калцијум карбонат (CaCO₃) је одређен волуметријски, коришћењем Scheibler-овог калциметра. Садржај органске материје одређиван је оксидацијом органске материје (Тјуринова метода). Садржај укупног азота (CNS елементарна анализа тоталног спаљивања узорка) одређен је аутоматском методом, коришћењем CHNS анализатора. Лако приступачни фосфор (екстракција амонијум лактатом) одређен је спектрофотометријски; лако приступачни калијум (екстракција амонијум лактатом) одређен је пламенфотометријски. Одређивање механичког састава земљишта (просејавање-седиментација) вршено је пипетном методом, припрема узорака са Na -пирофосфатом по Thun-у (Thun et al., 1955), након узорковања земљишта у октобру, на три дубине (0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm) у свакој од легуминоза. Одређивање минералног азота у земљишту је рађено по методи Wehrmann and Scharpf (1979) за потребе N-min методе, такође у октобру и то на три дубине (0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm) у свакој од легуминоза. Влажност земљишта утврђена је термогравиметријском методом у фази кад је 90% биљака сунцокрета било у фази цветања (јул) и након жетве сунцокрета (октобар), на три дубине (0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm) у свакој од легуминоза. Лабилна фракција органске материје растворљива у топлој води (HWOC) одређена је у узорцима земљишта који су узети у октобру месецу са три дубине (0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm) у свакој од легуминоза, а помоћу модификоване процедуре Ghani et al. (2003). Залихе (резерве) C у земљишту обрачунате су на основу вредности SOC g kg⁻¹, запреминске масе и дубине земљишта. Запреминска маса земљишта узоркована је цилиндирма по Копецком запремина 100 cm³, након жетве сунцокрета (октобар), на три дубине (0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm). Сабијеност земљишта је анализирана на основу отпора при продирању конуса пенетролога у земљиште и садржаја воде у земљишту (Vol %). Отпорност при пенетрацији односно продирању је

одређена коришћењем Eijkelkamp пенетролога до 80 cm, а обрада података је обављена Penetroviewer 6.03 софтвером (Penetroviewer, 2022). Испитивани параметри су мерени у октобру у сваком од третмана и контроли и то у четири понављања, са изузетком узорковања у оквиру сваког хибрида, а под претпоставком да исти неће имати утицај на сабијеност. Анализе микробиолошких карактеристика земљишта обухватале су број микроорганизама, број азотобактера и олигонитрофила, број амонификатора, број актиномицета и гљива, док су узорци прикупљени након жетве сунцокрета (октобар), на три дубине (0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm) у свим легуминозама, са изузетком узорковања у оквиру сваког хибрида, а под претпоставком да исти неће имати утицај на микробиолошку активност. Одређена је и активност ензима дехидрогеназе. Укупан број микроорганизама одређен је методом разблаживања, на агаризованом екстракту земљишта, а број амонификатора на мезопептон агару (Poshon and Tardieux, 1962). На Fyodor-овој бази без азота одређивано је присуство олигонитрофила, а методом „плодних капи“ број *Azotobacter*-a (Anderson, 1965). Активност дехидрогеназе је одређена спектрофотометријски модификованом методом (Thalman, 1968), која се заснива на мерењу екстинкције, трифенилформаза (TRP), а изражава се у $\mu\text{g TRP}$ на 1 g апсолутно сувог земљишта. Температура инкубације за све групе микроорганизама је 28 °C, до је периоди инкубације азотобактер 48 часова, амонификатора 72 часа, а за олигонитрофиле, укупан број и гљиве пет дана. Период инкубације код актиномицета је седам дана. Анализе су урађене у Лабораторији за земљиште и агроекологију Института за ратарство и повртарство, Института од националног значаја за Републику Србију.

5.7. Индекс ефикасности коришћења земљишта (LER)

Ефикасност здружене сетве процењена је индексом ефикасности коришћења земљишта (LER - Land Equivalent Ratio) дефинисаног као површина земљишта потребна како би чисти усеви дали исте приносе као они у систему здружене сетве. С обзиром да је одабрана комбинација усева обухватала сунцокрет као

једногодишњу и црвену детелину и луцерку као вишегодишње врсте које свој пуни потенцијал испољавају тек након прве године, модификован је стандардан LER индекс и креиран LERmax индекс. У систему здруживања сунцокрета с легуминозама земљиште које би у приликом чисте сетве било коришћено три године (годину дана за производњу сунцокрета и минимум још две године за производњу легуминоза) у систему здружене сетве се користи две године. LERmax дакле означава принос семена сунцокрета у првој и свеже биомасе легуминоза (три откоса) у другој години и израчунат је на следећи начин:

$$LERmax = L(a) + L(b) = Y(a)/S(a) + (Y(b))/S(b) \quad (1)$$

где је L (a) делимични LER индекс за сунцокрет у првој години и L (b) делимични LER индекс легуминоза у другој години производње; Y (a) принос семена сунцокрета и Y (b) принос легуминоза у систему здружене сетве; S (a) принос семена сунцокрета и S (b) приноси легуминоза у чистом усеу.

Ако је вредност LERmax индекса једнака броју 1 продуктивност усева није значајно измењена у односу на гајење у чистом усеу. Међутим, ако је LERmax вредност на пример 1,1 или 1,3, систем здружене сетве је продуктивнији за 10%, односно 30%. Приликом добијања оваквих резултата 10 односно 30 посто више површине земљишта потребно је при заснивању чистих усева како би се добио исти принос као онај добијен код здружене сетве.

5.8. Индекс лисне површине (LAI)

LAI представља индекс, односно неименовани број јер је однос површина, а његове вредности су изузетно промењиве. Биљни покривач (склоп) са LAI индексом 1 има однос 1:1 површине листа према површини земљишта, док би покров са индексом лисне површине 3 имао однос површине листа према површини земљишта 3:1. У нашим истраживањима LAI је утврђен за 2019. и 2020.

годину. С обзиром на одабране комбинације усева и доступне методе, индекс лисне површине добијен је помоћу неколико различитих метода које су затим стављене у корелацију:

- Директна метода мерења индекса лисне површине подразумевала је убирање и мерење површине свих листова са 10 биљака помоћу LI3100 area meter (LI-COR). Биљни материјал пропуштен је кроз скенер који мери површину листа, а затим је укупна лисна површина подељена са одговарајућом површином земљишта како би се добио индекс лисне површине.
- Прва индиректна метода мерења индекса лисне површине подразумевала је тзв. пропуштање зрачења помоћу METER-овог LP-80 septometer-а. Овај инструмент процењује LAI користећи количину светлосне енергије коју пропушта биљни покривач користећи технику инверзије PAR-а (Photosynthetically Active Radiation - фотосинтетски активно зрачење) за израчунавање индекса лисне површине. LP-80 septometer користи модификовану верзију модела пропуштања и расејања светлости кроз покров који су развили Norman and Jarvis, (1974).
- Друга индиректна метода мерења индекса лисне површине подразумевала је израчунавање помоћу индекса добијених из ваздушних снимака RGB и мултиспектралних камера, које поред таласних дужина црвеног, зеленог и плавог спектра (RGB) укључују светлост са фреквенцијама изван опсега видљиве светлости, тј. инфрацрвене и ултраљубичасте. Дакле, вегетацијски индекси су подаци који се рачунају из различитих канала снимака на основу апсорпције и рефлексије сунчеве енергије у биљном свету. Коришћена су три вегетациона индекса добијена из ваздушних снимака: Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Excess Red Index (ExR) и Normalized Green Red Difference (NGRD).

Током 2019. године индекс лисне површине добијен је помоћу МЕТЕР-овог LP-80 ceptometer-а почетком бутонизације (LAI I), затим мерењем лисне површине LI3100 area meter (LI-COR) апаратом и то у фази бутонизације (LAI IIa) и фази цветања (LAI IIб) и даљинском детекцијом путем спектралне камере и NDVI вегетационог индекса у фази бутонизације (LAI III). У 2020. години LAI индекс добијен је такође помоћу МЕТЕР-овог LP-80 ceptometer-а и то у бутонизацији (LAI Ia) и цветању (LAI Ib), затим мерењем лисне површине LI3100 area meter (LI-COR) апаратом такође у фази бутонизације (LAI IIa) и фази цветања (LAI IIб) и даљинском детекцијом путем спектралне камере и NDVI (LAI III), ExR и NGRD вегетационих индекса у фази бутонизације.

5.9. Статистичка анализа

Како бисмо извели закључке о законитостима и међусобним везама које се односе на изведени експеримент, извршена је анализа података добијених мерењем на узорку. Вредности мерења одређене особине посматране су као зависна променљива док су независне променљиве представљали сви фактори које утичу на дати исход односно особину.

Обзиром на комплексност агрономских истраживања, као и прикупљених података, приликом обраде и анализе коришћени су линеарни мешовити модели (LMM) који поред фиксних ефеката (фактора) укључују и случајне ефекте (факторе) што нам омогућава контролу додатних извора варијабилности. Линеарни мешовити модели имају највећу примену у областима у којима велики утицај имају генетски фактори (Jiang and Nguyen, 2007), те су најприкладнији за спроведена истраживања. Укључивање случајних фактора у модел је типично за мерења која су корелисана, што је случај са нашим истраживањима у којима су се мерења вршила на појединим биљкама током времена што доводи до повезаности између мерења.

Коришћени модели прилагођени су свакој анализираној особини сунцокрета и легуминоза у зависности од комплексности (број фактора и гена који утичу на исту) особине, а у складу са планом подељених парцела. Легуминозе су

представљале главни фиксни фактор (главна парцела), а хибриди сунцокрета фиксни суб-фактор (подпарцела). Поред тога, година је такође третирана као фиксни фактор. Такође и различити ефекти интеракције су третирани као фиксни, док су одговарајуће грешке повезане са фиксним ефектима у моделу третиране као случајне. Чист усев свих биљних врста је представљало контролу, као и приликом рачунања LER_{max} индекса.

За сваку од испитаних особина прилагођена су два независна модела која најбоље одговарају комплексности одређене особине: (i) модел са претпоставком хомогене резидуалне варијансе током година и (ii) модел са претпоставком хетерогене резидуалне варијансе током година. Избор између конкурентних модела извршен је према Bayesian-овом информационом критеријуму (BIC) (Schwarz, 1978). BIC се користи за идентификацију модела у линеарној регресији, као и за било који скуп модела заснованих на максималној вероватноћи. Модел са најнижом BIC вредношћу сматра се одговарајућим, те је изабран за даљу дискусију у вези са статистичким закључивањем термина фиксног модела и поређења на основу најмањих квадрата. Додатни т-тестови (р вредности су кориговане Tukey-Kramer тестом за контролу грешке првог типа) урађени су да би се процениле разлике средњих вредности. Процедура LMM је спроведена у SAS софтверском програму за анализу података (SAS, 2011).

Линеарни однос између варијабли (особина) сунцокрета израчунат је помоћу Пирсонових коефицијената корелације у SPSS софтверском програму за анализу података (IBM, 2017).

Да би се анализирао главни ефекат (легуминоза, година и слој земљишта) на особине земљишта коришћена је Мултиваријантна анализа варијансе (MANOVA), са главним ефектима као факторима, која за разлику од анализе варијансе укључује више, зависних променљивих (Johnson and Wichern, 1998), што је карактеристично за појединачна земљишна својства односно њихову повезаност. Обзиром да значајност говори само о вероватноћи случајног добијања датог резултата, али не и томе колико је велика разлика (практична значајност), величина ефекта, као статистичка мера, коришћена је како би се утврдила

величина разлике између две и више група на некој варијабли. Величина ефекта изражена је парцијалним ета квадратом (η^2) који је указао колика је варијанса објашњена независном променљивом. Накнадним Post Hoc тестовима утврђене су разлике између средњих вредности, у SPSS софтверском програму за анализу података (IBM, 2017).

6. РЕЗУЛТАТИ

6.1. Принос и компоненте приноса сунцокрета у здруженој сетви са легуминозама

Принос семена по јединици површине је најважнији показатељ у производњи сунцокрета. Са агрономске тачке гледишта принос је показатељ успешности пољопривредне производње. Међутим поред приноса потребно је испитати и компоненте приноса јер оне могу указати на одређене трендове у систему здружене сетве. Приликом тумачења одабраних особина сунцокрета коришћена су два различита модела, а на основу ВИС вредности као критеријума пенализоване вероватноће одабран је најадекватнији за одређену особине сунцокрета. Висина биљке у фази бутонизације, висина биљке у цветању, пречник главице, укупна лисна површину по биљци у цветању, маса 1000 семена и садржај уља су особине за које је погоднији модел са претпоставком хомогене резидуалне варијансе током година (модел 1), док је за укупну лисну површину по биљци у фази бутонизације, број пуних семена по главици, принос семена по главици, принос семена по хектару и принос уља погоднији модел са претпоставком хетерогене резидуалне варијансе током година (модел 2) (табела 3).

Табела 3. ВИС вредности за модел 1 и 2*

Особина сунцокрета	Модел 1	Модел 2
Висина биљке у фази бутонизације	707,4	718,6
Висина биљке у цветању	717,8	732,7
Пречник главице	380,5	393,8
Укупна лисна површина у фази бутонизације	1549,3	1525,5
Укупна лисна површина у цветању	1579,5	1594,5
Број пуних семена по главици	1304,9	1286,3
Маса 1000 семена	670,7	681,2
Принос семена по главици	782,2	781,1
Принос семена по хектару	168,2	163,5
Садржај уља	389,5	401,8
Принос уља	14,5	11,7

*Затамњене су вредности модела који је изабран

Табела 4 приказује анализу особина сунцокрета линеарним мешовитим моделом и указује на високу статистичку значајност у оквиру различитих система гајења (различити системи здружене сетве и чист усев), хибрида и интеракције између легуминоза и сунцокрета.

Табела 4. Тест фиксних ефеката особина сунцокрета анализираних у оквиру различитих система гајења (здружена сетва и чист усев)

Извор варијације	Година	Систем гајења	Хибрид сунцокрета	Година × систем гајења	Година × хибрид сунцокрета	Систем гајења × хибрид сунцокрета	Година × систем гајења × хибрид сунцокрета
Висина биљке у бутонизацији (cm)	693,91**	100,21**	873,88**	23,47**	253,97**	5,37**	6,65**
Висина биљке у цветању (cm)	61,99**	103,82**	1828,98**	20,10**	68,87**	5,10**	6,59**
Пречник главице (cm)	2,83*	64,13**	173,77**	10,15	22,76**	4,85*	1,29 ^{nc}
Укупна лисна површина у фази бутонизације (cm ²)	61,15**	137,15**	572,70**	2,60*	173,15**	0,79 ^{nc}	1,11 ^{nc}
Укупна лисна површина у цветању (cm ²)	66,56**	100,82**	624,12**	1,73 ^{nc}	67,43**	2,51*	1,69 ^{nc}
Број пуних семена по главици	73,39**	95,44**	510,37**	4,62**	13,99**	6,98**	1,72 ^{nc}
Маса 1000 семена (g)	41,15**	1,75 ^{nc}	4426,96**	1,36 ^{ns}	6,02**	0,67 ^{nc}	1,63 ^{nc}
Принос семена по главици (g)	5,56*	111,39**	336,86**	5,57**	9,56**	1,59 ^{nc}	2,48*
Принос семена по хектару (t ha ⁻¹)	6,07*	116,77**	311,99**	5,07**	10,81**	2,16 ^{nc}	2,37*
Садржај уља (%)	111,45**	5,73*	1478,75**	4,07*	23,01**	2,48*	1,55 ^{nc}
Принос уља (t ha ⁻¹)	15,55**	103,43**	43,03**	5,96**	12,26**	1,21 ^{nc}	1,87*

Вредности у табели представљају F- вредности Фишеровог теста; * и ** указују на значајне разлике нађене при p = 0,05 односно 0,001; nc - није значајно

6.1.1. Утицај здружене сетве на принос и компоненте приноса хибрида НС Грицко

Додатни t-тестови приказани у табели 5 указују на јасне разлике између здружених усева односно комбинација легуминоза са хбридом сунцокрета НС Грицко и контроле (чист усев сунцокрета). Анализиране комбинације су показале варијабилност **висина биљке сунцокрета у фази бутонизације** у оквиру различитих легуминоза као и у оквиру различитих година. У 2017. и 2020. години висина хибрида НС Грицко статистички је значајно нижа, приликом здружене сетве овог хибрида са грахорицом (137,70 cm; 135,60 cm) у односу на висину у комбинацији са црвеном детелином (180,02 cm; 156,33 cm), луцерком (179,18 cm; 155,33 cm) и у односу на контролу (186,55 cm; 167,57 cm), док је висина у осталим комбинацијама и контроли била на истом нивоу значајности. Даље, током 2018. године висина биљке сунцокрета код све три комбинације здружених усева је на истом нивоу значајности, али је значајно различита у односу на контролу. Што се тиче 2019. не постоји значајна разлика између висине биљака сунцокрета у фази бутонизације у здруженој сетви и контроли. Статистички значајна разлика такође постоји између истих комбинација у различитим годинама, па је тако висина биљке НС Грицка у фази бутонизације приликом здруживања са грахорицом значајно виша током 2018. у односу на 2017. и 2020. годину. Висина биљке НС Грицка у фази бутонизације приликом здруживања са црвеном детелином значајно је виша у 2019. и 2020. у односу на 2017. годину. Током 2019. и 2020. године висина биљке овог хибрида је значајно виша здруживањем са луцерком у односу на 2017. и 2018. годину. Висина биљке НС Грицка у фази бутонизације у чистом усеву сунцокрета значајно је виша у 2020. године у односу на остале године, док је у 2019. значајно виша у односу на 2017. и 2018. годину.

Висина биљке сунцокрета анализирана је и у фази цветања, а резултати указују да се ова особина различито понела у односу на фазу бутонизације. Током све четири године смо утврдили различите вредности овог параметра за посматрани хибрид, те је у 2017. години висина НС Грицка у здруженој сетви са грахорицом (174,93 cm) била значајно нижа у односу на здружену сетву са

црвеном детелином (216,70 cm), луцерком (204,23 cm) и у односу на контролу (221,90 cm). Поред тога, уочена је и значајна разлика између висине сунцокрета у комбинацији са луцерком (204,23 cm) у односу на контролу (221,9 cm), док је висина у комбинацији овог хибрида и црвене детелине на истом нивоу значајности са контролом. У 2018. години ова особина се значајно разликовала у комбинацији са грахорицом (207,93 cm) и црвеном детелином (220,70 cm) у односу на контролу (239,12 cm). Висина хибрида НС Грицко била је на истом нивоу значајности у све три комбинације здружене сетве. У току 2019. године једино је комбинација са грахорицом значајно утицала на вредности висине биљака у односу на остале комбинације и контролу. У 2020. години висина хибрида у здруженој сетви са грахорицом је значајно различита у односу на здружену сетву овог хибрида са црвеном детелином, луцерком и у односу на контролу, док су остали третмани и контрола на истом нивоу значајности (табела 5). Висина биљке хибрида НС Грицко у здруженој сетви са грахорицом у фази цветања током 2019. значајно је виша у односу на остале посматране године, а значајно нижа у 2017. години у односу на остале. Висина биљке хибрида НС Грицко у здруженој сетви са луцерком у фази цветања током 2017. године значајно је нижа у односу на остале године, док је чист усев сунцокрета у све четири године на истом нивоу значајности.

Пречник главице сунцокрета је, у току 2017. и 2018. године, статистички значајно различит приликом здружене сетве хибрида НС Грицко и грахорице (15,33 cm; 18,88 cm) у односу на комбинацију овог хибрида са црвеном детелином (19,78 cm; 20,63 cm), луцерком (20,08 cm; 20,00 cm) и у односу на контролу (18,68 cm; 17,93 cm), док су остали третмани и контрола на истом нивоу значајности. У току 2019. и 2020. години уочене су значајне разлике пречника главице између здружене сетве грахорице и хибрида НС Грицко у односу на комбинацију овог хибрида са црвеном детелином, луцерком и у односу на контролу, са изузетком комбинације са црвеном детелином током 2020. Током 2019. и 2020. године не постоје значајне разлике у пречнику главице између контроле и здружене сетве НС Грицка за луцерком и детелином (табела 5). Пречник главице приликом здружене сетва НС Грицка за црвеном детелином у 2018. значајно је виши у

односу на 2019. и 2020. годину, а приликом здружене сетве са луцерком значајно је нижи у 2019. у односу на остале године.

Укупна лисна површина је такође анализирана у две фазе развоја сунцокрета. **Током фазе бутонизације** у 2017. године ова особина је значајно различита само приликом здруживања грахорице и НС Грицка (5312 cm^2) и то у односу на контролу (7247 cm^2) док у односу на остале комбинације нема значајних разлика. Године 2018. нису постојале значајне разлике у укупној лисној површини приликом здруживања овог хибрида са било којом од легуминоза, као и у односу на контролу. У трећој години истраживања (2019) уочене су значајне разлике у укупној лисној површини између здружене сетве грахорице и хибрида НС Грицко (2133 cm^2) у односу на комбинацију овог хибрида са црвеном детелином (2937 cm^2), луцерком (2868 cm^2) и у односу на контролу (3796 cm^2), као и између комбинација црвене детелине и луцерке у односу на контролу. У 2020. резултати су указали на значајне разлике између комбинације грахорице и НС Грицка у односу на црвену детелину и контролу, док разлике између осталих комбинација нису биле статистички значајне (табела 5).

Укупна лисна површина током фазе цветања у 2017. години значајно се разликовала између здружене сетве грахорице и хибрида НС Грицко у односу на комбинацију са луцерком и у односу на контролу. Комбинација црвене детелине и овог хибрида се понела једнако као претходна комбинација. У 2018. години уочене су значајне разлике здружене сетве грахорице и хибрида НС Грицко у односу на комбинацију овог хибрида са црвеном детелином, луцерком и у односу на контролу. Током 2019. године постоје значајне разлике једино између грахорице и НС Грицка (2651 cm^2) у односу на контролу (4282 cm^2). Што се тиче 2020. године уочене су значајне разлике у укупној лисној површини у фази цветања здружене сетве грахорице и хибрида НС Грицко у односу на комбинацију овог хибрида са црвеном детелином и у односу на контролу (табела 5).

Број пуних семена по главици једна је од веома битних компоненти приноса. У првој години истраживања, 2017. године, ова особина није се значајно разликовала између све три комбинације здружене сетве као ни у односу на контролу. Значајна разлика у броју пуних семена по главици између све три

комбинације здружене сетве у односу на ову особину у контроли установљена је током 2018. и 2019. године, док је 2020. године разлика у овој особини установљена једино између здружене сетве грахорице и НС Грицка у односу на друге комбинације и контролу (табела 5). Статистички значајне разлике у броју пуних семена по главици између истих комбинација у различитим годинама нису установљене.

Маса 1000 семена није се значајно разликовала током здруживања у односу на контролу, као ни између различитих комбинација здружене сетве и то у оквиру сваке од четири године експеримента. Установљена је значајна разлика између здружене сетве хибрида НС Грицко и црвене детелине у 2017. у односу на 2019. и 2020. годину, као и између здружене сетве хибрида НС Грицко и луцерке у истим годинама (табела 5).

Принос семена по главици једна је од најзначајнијих особина која директно указује на принос семена по хектару. Здружена сетва грахорице и хибрида НС Грицко значајно је утицала на смањење приноса семена по главици у односу на остале комбинације, као и у односу на контролу током 2017. и 2019., док се 2018. године принос семена по главици није статистички значајно разликовао у оквиру било ког од четири третмана. У току 2020. године принос семена по главици у комбинација грахорице и хибрида НС Грицко (82,73 g) значајно је смањен у односу на здружену сетву са црвеном детелином (114,87 g), луцерком (113,36 g) и на контролу (129,15 g), али су и комбинације са друге две легуминозе значајно утицале на смањење приноса семена по главици у односу на контролу (табела 5). Ова особина значајно је мања 2017. и 2020. године приликом здруживања грахорице и хибрида НС Грицко у односу на 2018. годину.

Принос семена по хектару као агрономски најзначајнија особина понео се једнако као принос семена по главици, осим у 2020. години у којој је комбинација НС Грицко и грахорица (3,31 t ha⁻¹) значајно утицала на смањење приноса семена по хектару у односу на здружену сетву са црвеном детелином (4,6 t ha⁻¹), луцерком (4,53 t ha⁻¹) и на контролу (5,17 t ha⁻¹) док су остале комбинације и контрола на истом нивоу значајности (табела 5).

Садржај уља није се значајно мењао приликом здружене сетве сунцокрета са легуминозама (табела 5).

Принос уља хибрида НС Грицко био је значајно већи у контроли током 2017. ($1,88 \text{ t ha}^{-1}$), 2019. ($1,71 \text{ t ha}^{-1}$) и 2020. године ($1,81 \text{ t ha}^{-1}$) године у односу на комбинацију са грахорицом ($1,21 \text{ t ha}^{-1}$; $1,21 \text{ t ha}^{-1}$; $1,16 \text{ t ha}^{-1}$), док 2018. године не постоје значајне разлике. Значајне разлике у приносу уља установљене су између 2018. и осталих година приликом здружене сетве НС Грицка и грахорице (табела 5).

Табела 5. Статистичка анализа ефеката здружене сетве на анализиране особине хибрида НС Грицко коришћењем t-тест-а са Р вредностима прилагођеним према Tukey-Kramer-у

Година	2017				2018				2019				2020			
	Легуминоза	Грахорица	Црвена детелина	Луцерка	Контрола	Грахорица	Црвена детелина	Луцерка	Контрола	Грахорица	Црвена детелина	Луцерка	Контрола	Грахорица	Црвена детелина	Луцерка
ВББ (cm)	135,70 ^{Aa}	180,02 ^{Ab}	179,18 ^{Ab}	186,55 ^{Ab}	156,30 ^{Ba}	167,20 ^{ABa}	167,13 ^{Aa}	186,33 ^{Ab}	147,75 ^{ABa}	150,97 ^{Ba}	140,35 ^{Ba}	135,58 ^{Ba}	135,60 ^{Aa}	156,33 ^{Bb}	155,33 ^{Ab}	167,57 ^{Cb}
ВБЦ (cm)	174,93 ^{Aa}	216,70 ^{ABc}	204,23 ^{Ab}	221,90 ^{Ac}	207,93 ^{Ba}	220,70 ^{Aa}	221,73 ^{BAb}	239,12 ^{Ab}	228,32 ^{Ca}	231,18 ^{Aa}	223,83 ^{Ba}	226,10 ^{Aa}	211,00 ^{Ba}	233,53 ^{Ab}	230,25 ^{Bb}	238,87 ^{Ab}
ПГ (cm)	15,33 ^{Aa}	19,78 ^{ABb}	20,08 ^{Bb}	18,68 ^{Bb}	18,88 ^{Aa}	20,63 ^{Bb}	20,00 ^{Bb}	17,93 ^{Ab}	15,30 ^{Aa}	17,88 ^{Ab}	18,45 ^{Ab}	18,23 ^{Ab}	16,50 ^{Aa}	18,65 ^{AAb}	20,20 ^{Bb}	21,10 ^{Bb}
УЛПБ (cm²)	5312 ^{Aa}	6250 ^{AAb}	6671 ^{AAb}	7247 ^{Ab}	3030 ^{Ba}	4168 ^{Ba}	4121 ^{Ba}	4547 ^{Ba}	2133 ^{Ba}	2937 ^{Cb}	2868 ^{Cb}	3796 ^{Bc}	2035 ^{Ba}	3841 ^{Bc}	3331 ^{Bc}	4658 ^{Bb}
УЛПЦ (cm²)	3541 ^{Aa}	4858 ^{AAb}	5186 ^{Ab}	5464 ^{Ab}	3286 ^{Aa}	4784 ^{AAb}	4209 ^{ABAb}	5189 ^{Ab}	2651 ^{Aa}	3998 ^{AAb}	3400 ^{BAb}	4282 ^{Ab}	2804 ^{Aa}	4601 ^{Ab}	4075 ^{ABAb}	5162 ^{Ab}
БПСГ	745 ^{Aa}	926 ^{Aa}	765 ^{Aa}	667 ^{Aa}	978 ^{Aa}	976 ^{Aa}	898 ^{Aa}	911 ^{Ab}	948 ^{Aa}	997 ^{Aa}	857 ^{Aa}	896 ^{Ab}	1060 ^{Aa}	1046 ^{Ab}	871 ^{Ab}	1013 ^{Ab}
М100С (g)	110,32 ^{Aa}	111,68 ^{Aa}	110,87 ^{Aa}	118,40 ^{Aa}	121,66 ^{Aa}	117,74 ^{ABa}	119,83 ^{ABa}	118,21 ^{Aa}	122,79 ^{Aa}	128,55 ^{Ba}	130,21 ^{Ba}	129,97 ^{Aa}	122,27 ^{Aa}	126,01 ^{Ba}	126,57 ^{Ba}	127,48 ^{Aa}
ПСГ (g)	81,76 ^{Aa}	107,30 ^{Ab}	103,58 ^{Ab}	124,54 ^{Ab}	111,93 ^{Ba}	115,18 ^{Aa}	119,63 ^{Aa}	123,28 ^{Aa}	84,475 ^{ABa}	120,51 ^{Ab}	113,79 ^{Ab}	115,60 ^{Ab}	82,73 ^{Aa}	114,87 ^{Ab}	113,36 ^{Ab}	129,15 ^{Ac}
ПСХ (t ha-1)	3,27 ^{Aa}	4,29 ^{Ab}	4,28 ^{Ab}	4,98 ^{Ab}	4,48 ^{Ba}	4,61 ^{Aa}	4,79 ^{Aa}	4,93 ^{Aa}	3,30 ^{Aa}	4,82 ^{Ab}	4,55 ^{Ab}	4,63 ^{Ab}	3,31 ^{Aa}	4,60 ^{Ab}	4,53 ^{Ab}	5,17 ^{Ab}
СУ (%)	37,26 ^{Aa}	36,20 ^{Aa}	36,86 ^{Aa}	37,84 ^{Aa}	36,06 ^{Aa}	36,91 ^{Aa}	36,09 ^{Aa}	36,72 ^{Aa}	37,05 ^{Aa}	37,40 ^{Aa}	36,83 ^{Aa}	37,13 ^{Aa}	34,97 ^{Aa}	36,02 ^{Aa}	35,73 ^{Aa}	35,07 ^{Aa}
ПУ (t ha-1)	1,21 ^{Aa}	1,55 ^{AAb}	1,54 ^{AAb}	1,88 ^{Ab}	1,61 ^{Ba}	1,70 ^{Aa}	1,72 ^{Aa}	1,80 ^{Aa}	1,21 ^{Aa}	1,80 ^{Ab}	1,60 ^{AAb}	1,71 ^{Ab}	1,16 ^{Aa}	1,66 ^{Ab}	1,62 ^{Ab}	1,81 ^{Ab}

Вредности у табели представљају средњу вредност мерених параметара; велика слова у суперскрипту, у истом реду, означавају разлике у оквиру исте легуминозе у различитим годинама, а мала слова у суперскрипту, у истом реду, означавају разлике између различитих легуминоза у оквиру исте године; ВББ - Висина биљке у бутонизацији; ВБЦ - Висина биљке у цветању; ПГ - Пречник главице; УЛПБ - Укупна лисна површина у бутонизацији; УЛПЦ - Укупна лисна површина у цветању; БПСГ - Број пуних семена по главици; М100С – Маса 1000 семена; ПСГ - Принос семена по главици; ПСХ - Принос семена по хектару; СУ - Садржај уља; ПУ - Принос уља

6.1.2. Утицај здружене сетве на принос и компоненте приноса хибрида Дукат

У табели 6 приказани су резултати додатних t-тестова који указују на јасне разлике између здружених усева односно комбинација легуминоза са хбридом сунцокрета Дукат и контроле (чист усев сунцокрета). **Висина биљака у фази бутонизације** 2017. и 2019. године значајно је мања приликом здруживања грахорице и хибрида Дукат (123,75 cm; 122,70 cm) у односу на комбинацију овог хибрида са црвеном детелином (141,47 cm; 140,00 cm), луцерком (144,55 cm; 142,51 cm) и у односу на контролу (143,27 cm; 142,13 cm), док су остали третмани и контрола на истом нивоу значајности. 2018. и 2020. године нису уочене значајне разлике између свих комбинација здружене сетве као и контроле. Статистички значајне разлике уочене су између истих комбинација у различитим годинама. Висина биљака у фази бутонизације приликом здруживања грахорице и хибрида Дукат у 2018. години значајно је виша у односу на 2020. годину, док је у комбинацији црвене детелине и хибрида Дукат, луцерке и хибрида Дукат и у контроли у 2020. години значајно нижа у односу на остале године.

Висина биљака хибрида Дукат у фази цветања понела се исто као и у фази бутонизације током све четири године, са разликом да између истих комбинација у различитим годинама није установљена значајна разлика (табела 6).

Пречник главице хибрида Дукат током 2017. и 2019. године значајно је смањен приликом здруживања са грахорицом у односу на комбинацију овог хибрида са црвеном детелином, луцерком и у односу на контролу. За ово својство, 2018. године, нису уочене значајне разлике између свих комбинација здружене сетве као и контроле. У 2020. години уочене су значајне разлике између здружене сетве грахорице и хибрида Дукат (17,35 cm), као и црвене детелине и хибрида Дукат (19,40 cm) у односу на здружену сетву са луцерком (20,4 cm) и у односу на контролу (20,56 cm). Између здружене сетве луцерке и Дуката нема значајних разлика у односу на контролу. Статистички значајне разлике уочене су између истих комбинација у различитим годинама. У 2020. години уочене су значајно ниже вредности између здружене сетве грахорице и хибрида Дукат у односу на 2018. и 2019. годину. Значајно ниже вредности уочене за ову особину уочене су и

током 2020. у комбинацији Дуката са црвеном детелином у односу на остале године. (табела 6).

Укупна лисна површина у фази бутонизације 2017. године значајно је мања приликом здруживања грахорице и Дуката (3392 cm^2) у односу на контролу (5591 cm^2). У 2018. години нису постојале значајне разлике између контроле и све три комбинације здружене сетве са овим хибридом. Године 2019. уочене су значајне разлике у укупној лисној површини између здружене сетве грахорице и Дуката у односу на комбинацију са црвеном детелином, луцерком и у односу на контролу, као и између комбинација црвене детелине и луцерке у односу на контролу. Дакле, лисна површина је значајно смањена у свим комбинацијама здружене сетве у односу на контролу. Током 2020. године резултати су указали на значајно мање вредности укупне лисне површине у фази бутонизације између комбинације грахорице и Дуката (5483 cm^2) у односу на црвену детелину (7030 cm^2), луцерку (7533 cm^2) и контролу (8630 cm^2), као и комбинације црвена детелина и Дукат у односу на контролу. Укупна лисна површина у фази бутонизације 2017. године у комбинацији здружене сетве Дуката са грахорицом значајно је нижа у односу на остале године. Иста ситуација је и са комбинацијама Дукат и црвена детелина и Дукат и луцерка. Чист усев сунцокрета имао је значајно више вредности за испитивано својство у 2020. у односу на 2017. и 2018. годину (табела 6).

У фази цветања у 2017. и 2019. години **укупна лисна површина** значајно је мања у здруженој сетви грахорице и хибрида Дукат, као и црвене детелине и Дуката у односу на контролу, док комбинација са луцерком није значајно различита у односу на контролу и друге комбинације. У 2018. години нису уочене значајне разлике између све три комбинације здружене сетве и контроле за ово својство. Што се тиче 2020. године уочене су значајне разлике приликом здружене сетве грахорице и хибрида Дукат у односу на контролу. Вредности укупне лисне површине у фази цветања у 2017. и 2020. године у комбинацији здружене сетве грахорице са Дукатом значајно су ниже у односу на 2018. и 2019. године. Вредности овог параметра у здруженој сетви Дуката са црвеном детелином у 2017. значајно је нижа у односу на 2018. и 2019. године, док су током

2018. значајно ниже у односу на 2020. годину. Здружена сетва Дуката са луцерком у 2017. године утицала је на значајно смањење укупне лисне површине у фази цветања у односу на остале године, док је у 2020. уочена значајно мања вредност у односу на 2018. и 2019. годину. Контрола је у 2018. и 2019. дала значајно више вредности у односу на 2017. и 2020. годину (табела 6).

У току 2017., 2018. и 2019. године **број пуних семена по главици** значајно је смањен приликом здружене сетве грахорице и хибрида Дукат (1334; 1220; 920) у односу на контролу (1901; 1779; 1222). Вредности овог параметра у истој комбинацији 2020. године значајно су мање у односу на контролу, али и друге комбинације. Исте године у комбинацији луцерка и Дукат број пуних семена био је статистички значајно мањи у односу на контролу. Број пуних семена по главици у здруженој сетви Дуката са грахорицом током 2017. године значајно је већи у односу на остале године. Здружена сетва Дуката са црвеном детелином 2019. године дала је значајно мање вредности описиваног параметра у односу на остале године, а са луцерком такође мање вредности у 2019. у односу на 2017. годину. Уочене су и значајне разлике између вредности које су добијене на контролној варијанти у различитим вегетационим сезонама (табела 6).

Здружена сетва хибрида Дукат са легуминозама није значајно утицала на **масу 1000 семена** током било које од четири године експеримента (табела 6).

Принос семена по главици током 2017. године значајно је нижи у комбинацији грахорице и хибрида Дукат (66,98 g) у односу на контролу (98,39 g). 2018. и 2019. године није било значајних разлика за ово својство како између три комбинације здружене сетве, тако и у односу на контролу. У четвртој години истраживања (2020. година) комбинација грахорице и хибрида Дукат такође значајно је утицала на смањење приноса семена по главици у односу на остале комбинације као и контролу, док је принос и у комбинацији луцерка и Дукат био значајно нижи у односу на контролу. Принос семена по главици током 2019. године у комбинацији Дуката са црвеном детелином значајно је нижи у односу на 2020. Контрола је дала значајно ниже вредности овог параметра у 2019. у односу на остале године (табела 6).

Принос семена по хектару хибрида Дукат у току 2017. године значајно је мањи приликом здруживања са грахорицом ($2,68 \text{ t ha}^{-1}$) и детелином ($3,13 \text{ t ha}^{-1}$) у односу на контролу ($4,14 \text{ t ha}^{-1}$). Наредне 2018. године принос семена по хектару значајно је мањи приликом здруживања са грахорицом и луцерком у односу на контролу, а током 2019. године нису уочене значајне разлике. Што се тиче 2020. године принос семена по хектару хибрида Дукат значајно је мањи у комбинацији са грахорицом и у односу на остале комбинације и контролу. Принос семена по хектару хибрида Дукат у контроли током 2019. године значајно је нижи у односу на остале године (табела 6).

Садржај уља није се значајно мењао приликом здружене сетве сунцокрета са легуминозама, са изузетком 2019. године у којој је комбинација грахорица и хибрид Дукат (41,78%) дала значајно нижи садржај уља у односу на здружену сетву са црвеном детелином (45,93%), луцерком (45,95%) и контролу (46,73%). Садржај уља у здруженој сетви Дуката са грахорицом током 2017. и 2018. године значајно је виши у односу на 2019. и 2020. годину. Сличан однос је пресликан и на остале комбинације здружених усева и контролу (табела 6).

Принос уља значајно је већи у контроли ($2,09 \text{ t ha}^{-1}$) у односу на комбинацију грахорице и хибрида Дукат ($1,33 \text{ t ha}^{-1}$), као и црвена детелине и Дуката ($1,53 \text{ t ha}^{-1}$) током 2017. Током 2018. и 2019. године принос уља је био на истом нивоу значајности у све три комбинације здружене сетве и у контроли. У 2020. године уочене су значајне разлике између приноса уља здружене сетве грахорице и Дуката у односу на остале комбинације и контролу. У комбинацији луцерка и Дукат принос уља је, такође, био значајно мањи у односу на контролу (табела 6).

Табела 6. Статистичка анализа ефеката здружене сетве на анализиране особине хибрида Дукат коришћењем t-тест-а са Р вредностима прилагођеним према Tukey-Kramer-у

Година	2017				2018				2019				2020			
Легуминоза	Грахорица	Црвена детелина	Луцерка	Контрола	Грахорица	Црвена детелина	Луцерка	Контрола	Грахорица	Црвена детелина	Луцерка	Контрола	Грахорица	Црвена детелина	Луцерка	Контрола
ВББ (cm)	123,75 ^{Аба}	141,47 ^{Аб}	144,55 ^{Аб}	143,27 ^{Аб}	140,13 ^{Ба}	141,55 ^{Аа}	140,90 ^{Аа}	142,68 ^{Аа}	122,70 ^{АБа}	140,00 ^{Аб}	142,51 ^{Аб}	142,13 ^{Аб}	114,37 ^{Аа}	114,85 ^{Ба}	113,97 ^{Ба}	115,23 ^{Ба}
ВБЦ (cm)	150,35 ^{Аа}	168,05 ^{Аб}	170,40 ^{Аб}	172,62 ^{Аб}	158,08 ^{Аа}	159,73 ^{Аа}	158,10 ^{Аа}	162,73 ^{Аа}	152,33 ^{Аа}	169,00 ^{Аб}	171,60 ^{Аб}	172,02 ^{Аб}	162,23 ^{Аа}	167,00 ^{Аа}	163,13 ^{Аа}	163,95 ^{Аа}
ПГ (cm)	18,40 ^{Аба}	22,55 ^{Аб}	22,00 ^{Аб}	23,83 ^{Аб}	20,48 ^{Ба}	21,90 ^{Аа}	21,78 ^{Аа}	21,35 ^{Аа}	18,95 ^{АБа}	21,03 ^{Аб}	22,55 ^{Аб}	22,99 ^{Аб}	17,35 ^{Аа}	19,40 ^{Ба}	20,40 ^{Аб}	20,65 ^{Аб}
УЛПБ (cm²)	3392 ^{Аа}	4710 ^{Ааб}	4658 ^{Ааб}	5591 ^{Аб}	5862 ^{Ба}	6354 ^{Ба}	6203 ^{АБа}	6650 ^{АБа}	5801 ^{Ба}	6422 ^{Бб}	6752 ^{Бб}	7619 ^{БЦц}	5483 ^{Ба}	7030 ^{Бб}	7533 ^{Ббц}	8630 ^{Цц}
УЛПЦ (cm²)	2936 ^{Аа}	3525 ^{Аа}	3901 ^{Ааб}	5087 ^{Аб}	6138 ^{Ба}	7114 ^{Ца}	7128 ^{Ба}	7409 ^{Ба}	5880 ^{Ба}	6186 ^{БЦа}	7070 ^{Баб}	8459 ^{Бб}	3991 ^{Аа}	4804 ^{АБаб}	5459 ^{Цаб}	5582 ^{Аб}
БПСГ	1334 ^{Аа}	1536 ^{Ааб}	1542 ^{АБаб}	1901 ^{Аб}	1220 ^{АБа}	1518 ^{Ааб}	1498 ^{АБаб}	1779 ^{АБб}	920 ^{Ба}	994 ^{Баб}	1084 ^{Ааб}	1222 ^{Цб}	954 ^{Ба}	1435 ^{Абц}	1389 ^{АБб}	1572 ^{Бц}
М100С (g)	50,17 ^{Аа}	49,82 ^{Аа}	57,65 ^{Аа}	54,39 ^{Аа}	53,37 ^{Аа}	48,80 ^{Аа}	55,08 ^{Аа}	56,74 ^{Аа}	54,185 ^{Аа}	52,32 ^{Аа}	52,20 ^{Аа}	54,37 ^{Аа}	50,57 ^{Аа}	49,39 ^{Аа}	50,30 ^{Аа}	55,84 ^{Аа}
ПСГ (g)	66,98 ^{Аа}	78,28 ^{АБаб}	83,77 ^{Ааб}	98,39 ^{Аб}	60,51 ^{Аа}	75,21 ^{АБа}	66,98 ^{Аа}	83,32 ^{Аа}	54,68 ^{Аа}	57,65 ^{Аа}	59,31 ^{Аа}	69,31 ^{Ба}	49,19 ^{Аа}	80,08 ^{Ббц}	75,46 ^{Аб}	88,99 ^{Ац}
ПСХ (t ha⁻¹)	2,68 ^{Аа}	3,13 ^{Аа}	3,35 ^{Ааб}	4,14 ^{Аб}	2,42 ^{Аа}	2,98 ^{Ааб}	2,58 ^{Аа}	3,74 ^{Аб}	2,19 ^{Аа}	2,31 ^{Аа}	2,37 ^{Аа}	2,77 ^{Ба}	1,97 ^{Аа}	3,20 ^{Аб}	3,02 ^{Аб}	3,56 ^{Аб}
СУ (%)	49,93 ^{Аа}	49,12 ^{Аа}	50,31 ^{Аа}	50,53 ^{Аа}	47,87 ^{Аа}	47,28 ^{АБа}	47,62 ^{АБа}	47,05 ^{Ба}	41,78 ^{Ба}	45,93 ^{Бб}	45,95 ^{Бб}	46,73 ^{Бб}	43,92 ^{Ба}	45,78 ^{Ба}	45,14 ^{Ба}	45,74 ^{Ба}
ПУ (t ha⁻¹)	1,33 ^{Аа}	1,53 ^{АБа}	1,68 ^{Ааб}	2,09 ^{Аб}	1,16 ^{АБа}	1,41 ^{АБа}	1,22 ^{АБа}	1,59 ^{АБЦа}	0,91 ^{АБа}	1,06 ^{Ба}	1,09 ^{Ба}	1,23 ^{Ба}	0,86 ^{Ба}	1,46 ^{АБбц}	1,36 ^{АБб}	1,62 ^{Цц}

Вредности у табели представљају средњу вредност мерених параметара; велика слова у суперскрипту, у истом реду, означавају разлике у оквиру исте легуминозе у различитим годинама, а мала слова у суперскрипту, у истом реду, означавају разлике између различитих легуминоза у оквиру исте године ; ВББ - Висина биљке у бутонизацији; ВБЦ - Висина биљке у цветању; ПГ - Пречник главице; УЛПБ - Укупна лисна површина у бутонизацији; УЛПЦ - Укупна лисна површина у цветању; БПСГ - Број пуних семена по главици; М1000С – Маса 1000 семена; ПСГ - Принос семена по главици; ПСХ - Принос семена по хектару; СУ - Садржај уља; ПУ - Принос уља

6.1.3. Утицај здружене сетве на принос и компоненте приноса хибрида Рими ПР

Табела 7 приказује резултате додатних t-тестова који указују на јасне разлике између здружених усева односно комбинација легуминоза са хбридом сунцокрета Рими ПР и контроле (чист усев сунцокрета). **Висина биљака** хибрида Рими ПР анализирана је као и код остала два хибрида **у фази бутонизације** као и у фази цветања. Током 2017. године висина биљке у фази бутонизације значајно је мања приликом здруживања грахорице и хибрида Рими ПР (144,05 cm) у односу на комбинацију са црвеном детелином (187,75 cm), луцерком (193,9 cm) и у односу на контролу (187,45 cm). Између осталих третмана није било значајних разлика. У 2018. години висина у фази бутонизације приликом здруживања хибрида Рими ПР са грахорицом и луцерком је била значајно нижа у односу на контролу, док у здруженој сетви са црвеном детелином није уочено значајно смањење вредности ове особине. За ово својство током 2019. и 2020. године не постоји значајна разлика у висини између свих комбинација здружене сетве и контроле. Исте комбинације у различитим вегетационим сезонама дале су статистички значајно различите вредности. Висине биљака у фази бутонизације приликом здружене сетва хибрида Рими ПР са грахорицом у 2020. значајно је мања у односу на исту комбинацију у 2017., 2018. и 2019. године., а у 2018. ова особина је била значајно виша у односу на остале године. Висине биљака у фази бутонизације приликом здружене сетва хибрида Рими ПР са црвеном детелином у 2018. (245,30 cm) значајно је виша у односу на 2017. (218,20 cm), 2019. (208,53 cm) и 2020. (217,60 cm). Висине биљака у фази бутонизације приликом здружене сетва хибрида Рими ПР са луцерком у 2018. такође је значајно виша у односу на 2019. и 2020. годину. Током 2019. године контрола је била значајно нижа у односу на остале године (табела 7).

Висина биљака хибрида Рими ПР **у фази цветања** понела се исто као и у фази бутонизације током све четири године. Разлике су се испољиле у различитим вегетационим сезонама у односу на исту комбинацију, те је тако висине биљака у фази бутонизације приликом здружене сетва хибрида Рими ПР са грахорицом значајно нижа у 2017. у односу на остале године, а 2018. године је значајно виша

у односу остале. Висине биљака у фази бутонизације приликом здружене сетва хибрида Рими ПР са црвеном детелином и луцерком у 2018. године значајно је виша у односу на исту комбинацију у осталим вегетацијама. Током 2019. године контрола је била значајно нижа у односу на остале, док је у 2018. била значајно виша у односу на остале године (табела 7).

Пречник главице хибрида Рими ПР током 2017. године био је статистички значајно нижи у здруженој сетви са грахорицом у односу на комбинацију овог хибрида са црвеном детелином, луцерком и у односу на контролу, док су остали третмани и контрола били на истом нивоу значајности. У 2018. и 2019. години нису уочене значајне разлике у пречнику главице између свих комбинација здружене сетве и контроле. У 2020. години уочене су значајне разлике између здружене сетве грахорице и хибрида Рими ПР (16,18 cm), у односу на контролу (20,53 cm). Између здружене сетве црвене детелине и луцерке са хибридом Рими ПР нема значајних разлика у пречнику главице у односу на контролу. Вредности ове особине у комбинацији са грахорицом биле су значајно ниже у 2017. у односу на наредне две године. У 2018. контрола је била значајно нижа у односу на 2020. годину (табела 7).

Укупна лисна површина у фази бутонизације у 2017. години је значајно мања у здруженој сетви грахорице и хибрида Рими ПР хибрида и то у односу на контролу, док између здружене сетве овог хибрида са црвеном детелином и луцерком нема значајних разлика, као и у односу на контролу. У другој години пољског истраживања (2018. година) нису постојале значајне разлике између све три комбинације здружене сетве, али и у односу на контролу. Током 2019. године уочене су значајне разлике између здружене сетве грахорице и Рими ПР (5295 cm²) у односу на комбинацију овог хибрида са црвеном детелином (6389 cm²), луцерком (6302 cm²) и у односу на контролу (7041 cm²), као и између комбинација црвене детелине и луцерке у односу на контролу. У току 2020. године резултати су указали на значајно мање вредности комбинације грахорице и Рими ПР у односу на здружену сетву са црвеном детелином, луцерком и контролу. Статистички значајне разлике уочене су и између истих комбинација у 2017. и 2020. години, односно приликом здружене сетве хибрида Рими ПР са грахорицом,

црвеном детелином, луцерком, као и у контроли 2017. у односу на 2020. годину (табела 7).

Укупна лисна површина током **фазе цветања** у 2017. години била је значајно мања приликом здружене сетве грахорице и хибрида Рими ПР, у односу на комбинације са црвеном детелином и луцерком, као и контролом. У 2018. значајно мање вредности уочене су између здружене сетве грахорице и хибрида Рими ПР у односу на контролу. У 2019. и 2020. години нису уочене значајне разлике између здружене сетве у односу на контролу. Статистички значајне разлике уочене су и између вредности укупне лисне површине у фази цветања приликом здружене сетве хибрида Рими ПР са грахорицом 2017. у односу на остале године. Статистички значајно више вредности укупне лисне површине током фазе цветања уочене су и између здружене сетве хибрида Рими ПР са црвеном детелином и луцерком и у контроли у 2018. и 2020. у односу на 2017. годину (табела 7).

Током 2017. години **број пуних семена по главици** значајно је смањен приликом здружене сетве грахорице и хибрида Рими ПР (1359) у односу на контролу (2064) и комбинације са луцерком (1786) и црвеном детелином (1915). У 2018. години нису постојале значајне разлике између све три комбинације здружене сетве као и у односу на контролу. Значајно мањи број семена по главици уочен је 2019. приликом здруживања хибрида Рими ПР са грахорицом у односу на друге комбинације и контролу, док су остале комбинације биле на истом новоу значајности у односу на контролу. У четвртој години истраживања (2020. година) биљке које су анализирани са контролне парцеле су имале значајно веће вредности овог параметра у односу на здружену сетву, с тим што је комбинација овог хибрида са грахорицом била статистички значајно нижа у односу на комбинације са црвеном детелином и луцерком. Током 2017. године број пуних семена по главици значајно је смањен приликом здружене сетве црвене детелине и хибрида Рими ПР у односу на исту комбинацију у 2019. године, а исти је случај и са контролом (табела 7).

Приликом анализе хибрида Рими ПР уочено је да се **маса 1000 семена** није значајно мењала у различитим комбинацијама здружене сетве током све четири

године експеримента, док су значајне разлике уочене између истих комбинација у току различитих година. Број пуних семена по главици 2019. значајно је већи приликом здружене сетве црвене детелине и хибрида Рими ПР у односу на исту комбинацију у 2017. и 2018. години (табела 7).

Принос семена по главици 2017. године значајно је нижи у комбинацији грахорице и хибрида Рими ПР у односу на контролу, док су друге две комбинације на истом нивоу значајности у односу на контролу. У 2018. години није било значајних разлика. Принос семена по главици значајно је нижи у комбинацији грахорице и хибрида Рими ПР у односу на контролу и друге две комбинације здружене сетве у 2019. години. У 2020. години у комбинацији грахорице и хибрида Рими ПР утврђен је статистички значајно нижи принос семена по главици у односу на остале комбинације као и контролу, док је принос у комбинацији црвена детелина и Рими ПР био, такође, значајно нижи у односу на контролу (табела 7).

Принос семена по хектару хибрида Рими ПР у 2017. години је био значајно мањи приликом здруживања са грахорицом ($2,91 \text{ t ha}^{-1}$) у односу на контролу ($4,14 \text{ t ha}^{-1}$), док између здружене сетве овог хибрида са црвеном детелином ($3,72 \text{ t ha}^{-1}$) и луцерком ($3,68 \text{ t ha}^{-1}$) нема значајних разлика, као и у односу на контролу. Принос семена по хектару био је значајно мањи приликом здруживања са грахорицом у односу на контролу и друге комбинације у 2019. и 2020., док у 2018. години није било значајних разлика (табела 7).

Садржај уља није се значајно мењао приликом здружене сетве сунцокрета са легуминозама, што је ситуација и са **приносом уља** током 2018. године. Принос уља сунцокрета значајно је био већи у контроли у односу на комбинацију грахорице и хибрида Рими ПР у току 2017. и 2019. године. У 2020. године уочене су значајне разлике између комбинација грахорица и Рими ПР ($1,12 \text{ t ha}^{-1}$) у односу на остале комбинације и контролу ($1,84 \text{ t ha}^{-1}$). Комбинације црвена детелина ($1,42 \text{ t ha}^{-1}$) и луцерка ($1,60 \text{ t ha}^{-1}$) са хбридом Рими ПР у истој години, такође, су имале статистички значајно мањи принос уља у односу на контролу (табела 7).

Табела 7. Статистичка анализа ефеката здружене сетве на анализиране особине хибрида Дукат коришћењем t-тест-а са P вредностима прилагођеним према Tukey-Kramer-у

Година	2017				2018				2019				2020			
Легуминоза	Грахорица	Црвена детелина	Луцерка	Контрола	Грахорица	Црвена детелина	Луцерка	Контрола	Грахорица	Црвена детелина	Луцерка	Контрола	Грахорица	Црвена детелина	Луцерка	Контрола
ВББ (cm)	144,05 ^{Aa}	187,75 ^{Ab}	193,90 ^{Ab}	187,45 ^{Ab}	206,60 ^{Ba}	217,70 ^{Bab}	211,48 ^{Ba}	226,15 ^{Bb}	155,85 ^{Aa}	161,15 ^{Ca}	161,33 ^{Ca}	152,97 ^{Ca}	118,70 ^{Ca}	132,28 ^{Ca}	123,72 ^{Ca}	132,15 ^{Ca}
ВБЦ (cm)	165,15 ^{Aa}	218,20 ^{Ab}	224,43 ^{ABb}	218,05 ^{Ab}	215,00 ^{Ba}	225,30 ^{Bab}	214,73 ^{Aa}	237,37 ^{Bb}	201,65 ^{Ca}	208,53 ^{Aa}	209,48 ^{Ba}	198,60 ^{Ca}	207,40 ^{Ca}	217,60 ^{Aa}	216,75 ^{Ba}	219,30 ^{Aa}
ПГ (cm)	14,18 ^{Aa}	16,38 ^{Ab}	16,90 ^{Ab}	18,03 ^{ABb}	18,00 ^{Ba}	17,08 ^{Aa}	16,93 ^{Aa}	16,45 ^{Aa}	18,73 ^{Ba}	19,25 ^{Aa}	18,58 ^{Aa}	19,20 ^{ABa}	16,18 ^{ABa}	18,30 ^{Aab}	18,90 ^{Aab}	20,53 ^{Bb}
УЛПБ (cm²)	4995 ^{Aa}	6487 ^{Aab}	6076 ^{Aab}	6837 ^{Ab}	5918 ^{ABa}	6888 ^{ABa}	6991 ^{ABa}	7405 ^{ABa}	5295 ^{Aa}	6389 ^{Ab}	6302 ^{Ab}	7041 ^{Ac}	7172 ^{Ba}	8167 ^{Ba}	7841 ^{Ba}	8881 ^{Bb}
УЛПЦ (cm²)	4604 ^{Aa}	6341 ^{Ab}	6315 ^{Ab}	7503 ^{Ab}	6728 ^{Ba}	8076 ^{Bab}	7907 ^{Bab}	8536 ^{ABb}	7291 ^{Ba}	7714 ^{ABa}	7685 ^{ABa}	7910 ^{ABa}	7673 ^{Ba}	8704 ^{Ba}	8478 ^{Ba}	9106 ^{Ba}
БПСГ	1359 ^{Aa}	1915 ^{Ab}	1786 ^{Ab}	2064 ^{Ab}	1425 ^{Aa}	1648 ^{ABa}	1639 ^{Aa}	1795 ^{ABa}	1075 ^{Aa}	1571 ^{Bb}	1619 ^{Ab}	1580 ^{Bb}	1217 ^{Aa}	1667 ^{ABb}	1689 ^{Ab}	1861 ^{Ac}
M100C (g)	53,31 ^{Aa}	48,66 ^{Aa}	49,43 ^{Aa}	50,03 ^{Aa}	54,64 ^{Aa}	50,34 ^{Aa}	51,37 ^{Aa}	50,87 ^{Aa}	52,32 ^{Aa}	65,13 ^{Ba}	61,84 ^{Aa}	61,57 ^{Aa}	56,59 ^{Aa}	56,54 ^{ABa}	58,54 ^{Aa}	59,18 ^{Aa}
ПСГ (g)	72,64 ^{Aa}	92,99 ^{Aab}	91,98 ^{Aab}	103,54 ^{Ab}	78,04 ^{Aa}	82,84 ^{Aa}	84,36 ^{Aa}	88,60 ^{Aa}	57,39 ^{Aa}	101,36 ^{Ab}	99,61 ^{Ab}	100,75 ^{Ab}	69,30 ^{Aa}	87,42 ^{Ab}	98,15 ^{ABc}	109,72 ^{Ac}
ПСХ (t ha⁻¹)	2,91 ^{Aa}	3,72 ^{Aab}	3,68 ^{Aab}	4,14 ^{Ab}	3,12 ^{Aa}	3,32 ^{Aa}	3,38 ^{Aa}	3,65 ^{Aa}	2,31 ^{Aa}	4,05 ^{Ab}	3,98 ^{Ab}	4,03 ^{Ab}	2,77 ^{Aa}	3,50 ^{Aab}	3,93 ^{Ab}	4,39 ^{Ab}
СУ (%)	46,12 ^{Aa}	44,08 ^{Aa}	46,15 ^{Aa}	46,04 ^{Aa}	41,37 ^{Ba}	40,70 ^{Ba}	40,34 ^{Ba}	41,05 ^{Ba}	40,14 ^{Ba}	40,70 ^{Ba}	41,12 ^{Ba}	41,61 ^{Ba}	40,20 ^{Ba}	40,46 ^{Ba}	40,75 ^{Ba}	41,90 ^{Ba}
ПУ (t ha⁻¹)	1,34 ^{Aa}	1,64 ^{Aab}	1,70 ^{Aab}	1,91 ^{Ab}	1,30 ^{Aa}	1,35 ^{Aa}	1,36 ^{Aa}	1,50 ^{Aa}	0,92 ^{Aa}	1,65 ^{Ab}	1,64 ^{Ab}	1,68 ^{Ab}	1,12 ^{Aa}	1,42 ^{Ab}	1,60 ^{Ab}	1,84 ^{Ac}

Вредности у табели представљају средњу вредност мерених параметара; велика слова у суперскрипту, у истом реду, означавају разлике у оквиру исте легуминозе у различитим годинама, а мала слова у суперскрипту, у истом реду, означавају разлике између различитих легуминоза у оквиру исте године; ВББ - Висина биљке у бутонизацији; ВБЦ - Висина биљке у цветању; ПГ - Пречник главице; УЛПБ - Укупна лисна површина у бутонизацији; УЛПЦ - Укупна лисна површина у цветању; БПСГ - Број пуних семена по главици; M1000C – Маса 1000 семена; ПСГ - Принос семена по главици; ПСХ - Принос семена по хектару; СУ - Садржај уља; ПУ - Принос уља

6.2. Корелације особина сунцокрета у здруженој сетви са легуминозама

Корелације анализираних особина сунцокрета (просек сва три хибрида) и различитих легуминоза у здруженој сетви приказане су тзв. топлотним картама (графикон 4). Обзиром да би разлике у погледу године дале само парцијални одговор корелације су рађене сумарно за све четири године. Праг значајности коефицијента корелације за 10 степени слободе и 95% (0,05) је 0,576 . а за 99% (0,001) је 0,708.

Утврђена је значајна позитивна корелација између приноса семена по хектару и приноса семена по главици код све три комбинације здружене сетве и контроле. Поред тога, принос семена по хектару и принос семена по главици су у позитивној корелацији са приносом уља, и биле су израженије у све три комбинације здружених усева у поређењу са контролом. Лисна површина у фази цветања и фази бутонизације су такође у позитивној корелацији, са тим да је највећа корелација примећена у интеракцији сунцокрет × грахорица (0,83) у поређењу са другим комбинацијама здружене сетве и контролом. Висина биљке у бутонизацији и цветању су у позитивној корелацији. Висина биљке у цветању и принос уља су у значајној позитивној корелацији приликом здружене сетве сунцокрета са луцерком (0,59), док позитивна корелација није уочена у комбинацији сунцокрет × грахорица и у контроли. Маса хиљаду семена и принос уља су у значајној позитивној корелацији у комбинацији здружене сетве сунцокрета са црвеном детелином (0,64), али не и у контроли и осталим комбинацијама.

Садржај уља је у значајној негативној корелацији са приносом семена по главици и приносом семена по хектару у здруженој сетви сунцокрета са грахорицом (-0,59; -0,59), црвеном детелином (-0,85; -0,85), луцерком (-0,82; -0,83) и у контроли (-0,78; -0,73). Пречник главице је у значајној негативној корелацији са висином биљке у бутонизацији и у цветању приликом здруживања сунцокрета са луцерком (0,58; 0,8) и у контроли (0,69; 0,76). Маса хиљаду семена је у значајној негативној корелацији са лисном површином у фазама бутонизације и

6.3. Биомаса и особине везане за биомасу легуминоза у здруженој сетви са сунцокретом

Укупна биомаса легуминоза је важан показатељ приликом оцене ефикасности здружене сетве. Да би се утврдило како различити хибриди сунцокрета утичу на сваку од три легуминозе, приликом обраде података коришћена су два различита модела. На основу ВИС вредности као критеријума пенализоване вероватноће, односно тзв. модел индикатора, за сваку од особина одабран је одговарајући модел. Различити хибриди сунцокрета и чист усев легуминоза (контрола) су разматрани као систем гајења који утиче на особине легуминоза. За висину усева је био погоднији модел са претпоставком хомогене резидуалне варијансе током година (Модел 1), док је за укупну надземну биомасу (свежу) и број изданака по биљци погоднији модел са претпоставком хетерогене резидуалне варијансе током година (Модел 2) (табела 8).

Табела 8. ВИС вредности за модел 1 и 2

Особина	Модел 1	Модел 2
Надземна биомаса* (свежа) (g)	899,2	888,7
Висина усева* (cm)	529,8	530,0
Број изданака по биљци**	168,4	155,4

*Вредности се односе на грахорицу, црвену детелину и луцерку; **вредности се односе на црвену детелину и луцерку; затамњене су вредности модела који је изабран

F тест фиксних фактора LMM анализе за све три особине легуминоза је приказан у табели 3. Тест указује на статистичку значајност године, легуминоза, система гајења, као и интеракције година \times легуминоза, систем гајења \times легуминоза, година \times систем гајења \times легуминоза за укупну надземну биомасу (свежу) и висину усева. У погледу броја изданака по биљци утврђена је статистичка значајност за различите легуминозе као и систем гајења, али није било значајних разлика приликом тестирања интеракције година \times легуминоза, година \times систем гајења, систем гајења \times легуминоза, година \times систем гајења \times легуминоза.

Табела 9. Тест фиксних ефеката особине легуминоза анализираних у оквиру различитих система гајења (здружена сетва и чист усев)

Извор варијације	Надземна биомаса (свежа)***	Висина усева***	Број изданака по биљци****
Година	33,60**	71,20**	2,26 ^{н3}
Легуминоза	40,84**	233,97**	709,32**
систем гајења	44,28**	223,87**	62,36**
година × легуминоза	17,01**	3,78*	1,15 ^{н3}
година × систем гајења	1,41 ^{н3}	0,95 ^{н3}	1,57 ^{н3}
систем гајења × легуминоза	4,81*	3,64*	2,06 ^{н3}
година × систем гајења × легуминоза	1,10*	4,96**	0,30 ^{н3}

Вредности у табели представљају F- вредности Фишеровог теста; * значајне разлике при $p = 0,05$; ** значајне разлике при $p = 0,001$; ^{н3} – није значајно; вредности из модела изабраних на основу табеле табеле 8.; ***вредности се односе на грахорицу, црвену детелину и луцерку; ****вредности се односе на црвену детелину и луцерку

Узимајући у обзир уочене статистичке значајности, извршени су додатни t-тестови (P вредност је прилагођена према Tukey-Kramer-у ради контроле грешке првог типа) како би се проценило како је сваки хибрид утицао на особине легуминоза. Додатни тестови у табели 10 показују интеракцију између здруженог усева грахорице са сунцокретом и контроле, односно између система гајења и легуминозе. **Надземна биомаса грахорице** била је значајно већа у контроли у односу на здружену сетву са свим хибридикама сунцокрета у 2018. и 2020. години. У 2019. години контрола је била значајно већа у односу на здружену сетву са хибридикама НС Грицко и Дукат али на истом нивоу значајности са хибридом Рими ПР. **Висина усева грахорице** у 2018. години била је значајно већа у контроли у односу на здружену сетву са свим хибридикама сунцокрета. Ова особина је у 2019. године била значајно већа у контроли у односу на здружену сетву са сва три хибрида, с тим да су хибриди Дукат и Рими ПР били на истом нивоу значајности, док је у односу на њих висина приликом здруживања НС Грицком била значајно нижа. Током 2020. године не постоје значајне разлике у висини биљака грахорице у односу на здружену сетву и контролу. Разлике у оквиру истог хибрида у различитим годинама не постоје ни за једну од ове две особине, пошто ни по F тесту интеракција година × систем гајења није значајна.

Додатни тестови у табели 11 показују јасну интеракцију између усева црвене детелине здруженог са сунцокретом и контроле код све три истражене особине. **Надземна биомаса црвене детелине** у току 2018. године није се значајно мењала

током здруживања са сунцокретом у односу на контролу. У 2019. години надземна биомаса црвене детелине у контроли је значајно већа у односу на ону приликом здружене сетве са хибридима Дукат и Рими ПР, а на истом нивоу значајности при здруженој сетви са хибридом НС Грицко. Током 2020. године контрола је значајно виша у односу на здружену сетву са хибридом НС Грицко. Разлике у оквиру истог хибрида у различитим годинама јављају се приликом здруживања са хибридом Дукат, па је тако надземна биомаса црвене детелине у 2020. години значајно већа у односу на 2019. годину. **Висине усева црвене детелине** у контроли током 2018. је значајно виша у односу на здружену сетву са сва три хибрида, док је у 2019. години на истом нивоу значајности у односу на здружену сетву са хибридом Дукат. Године 2020. контрола је била значајно виша у односу на здружену сетву са сва три хибрида, а здружена сетва са Дукатом показује значајно веће вредности овог параметра у односу на ону са хибридом НС Грицко. Висина усева црвене детелине понашала се различито током година приликом здруживања са хибридом Дукат. У току 2020. године висина усева црвене детелине била је значајно виша у односу на 2019., док су током 2018. и 2019. године на истом нивоу значајности. Висина усева црвене детелине у контроли је значајно виша 2020. у односу на 2019. годину. **Број изданака по биљци црвене детелине** током све три године значајно је већи у контроли у односу на здружену сетву са сваком од три хибрида сунцокрета, док између различитих комбинација здружене сетве нема значајних разлика. Значајне разлике између година нису уочене.

Вредности у табели 12 указују на јасну интеракцију између луцерке и хибрида сунцокрета у погледу на све три истражене особине. Здружена сетва луцерке и сунцокрета 2018. и 2020. године није значајно утицала на **укупну надземну биомасу луцерке**, док је 2019. године она смањена приликом здруживања са хибридом Рими ПР у односу на контролу и здружену сетву луцерке и хибрида НС Грицко. Надземна биомаса луцерке приликом здружене сетве са хибридима НС Грицко и Дукат била је значајно већа 2018., у односу 2019. и 2020. годину. Надземна биомаса луцерке приликом здружене сетве са хибридом Рими ПР значајно је већа током 2018. у односу на 2019. годину, а показатељи су

исти и у контроли. **Висина усева луцерке** током 2018. године значајно је већа у контроли у односу на здружену сетву са сваким од три хибрида, док је приликом здруживања са хбридом НС Грицко значајно мања у односу на здружену сетву са хбридом Дукат. Током 2019. године висина усева луцерке здружене са хбридом Дукат је на истом нивоу значајности са контролом као и приликом здружене сетве луцерке са хбридом Рими ПР, док је контрола значајно виша у односу на здружену сетву са хбридима Рими ПР и НС Грицко. У 2020. години висина усева луцерке у контроли је значајно виша у односу на висину у здруженој сетви са сваким од три хибрида, док је приликом здружене сетве са хбридом Дукат висина усева луцерке значајно већа у односу на ону приликом здруживање са друга два хибрида. Висина усева луцерке приликом здружене сетве са хбридом НС Грицко је значајно већа током 2020. у односу на 2019. годину, што је ситуација и код здруживања са хбридом Дукат. Висина усева у контроли је била већа 2020. у односу на 2019. годину. **Број изданака по биљци луцерке** значајно је већи у контроли у односу на здружену сетву са сваким од три хибрида сунцокрета током 2018. и 2020. године, док 2019. године нема значајне разлике у броју изданака између здружене сетве сунцокрета са луцерком и контроле. Разлике у оквиру здружене сетве луцерка и хибрида НС Грицко и током различитих година не постоје, што је случај и са здруженом сетвом са друга два хибрида али и чистим усевом луцерке.

Табела 10. Статистичка анализа ефеката здружене сетве на анализиране особине грахорице коришћењем t-тест-а са Р вредностима прилагођеним према Tukey-Kramer-у

Година	2018				2019				2020			
	НС Грицко	Дукат	Рими ПР	Контрола	НС Грицко	Дукат	Рими ПР	Контрола	НС Грицко	Дукат	Рими ПР	Контрола
Хибрид сунцокрета												
Надземна биомаса (свежа) (g)	243,95 ^{Aa}	268,27 ^{Aa}	293,80 ^{Aa}	384,15 ^{Ab}	257,05 ^{Aa}	283,00 ^{Aa}	314,55 ^{Aab}	353,25 ^{Ab}	236,07 ^{Aa}	257,42 ^{Aa}	283,92 ^{Aa}	374,15 ^{Ab}
Висина усева (cm)	43,00 ^{Aa}	52,07 ^{Aa}	50,47 ^{Aa}	64,32 ^{Ab}	39,35 ^{Aa}	52,90 ^{Ab}	46,77 ^{Aab}	65,80 ^{Ac}	53,65 ^{Aa}	57,95 ^{Aa}	54,77 ^{Aa}	62,10 ^{Aa}

Посматрана у истом реду велика слова у суперскрипту означавају разлике у оквиру истог хибрида у различитим годинама, а мала разлике између различитих хибрида у оквиру исте године; ниво значајности 95%

Табела 11. Статистичка анализа ефеката здружене сетве на анализиране особине црвене детелине коришћењем t-тест-а са Р вредностима прилагођеним према Tukey-Kramer-у

Година	2018				2019				2020			
	НС Грицко	Дукат	Рими ПР	Контрола	НС Грицко	Дукат	Рими ПР	Контрола	НС Грицко	Дукат	Рими ПР	Контрола
Хибрид сунцокрета												
Надземна биомаса (свежа) (g)	357,65 ^{Aa}	313,45 ^{Ab}	356,90 ^{Ab}	423,37 ^{Aa}	296,75 ^{Aab}	257,25 ^{Aa}	274,00 ^{Aa}	347,50 ^{Ab}	308,62 ^{Aa}	348,75 ^{Bab}	374,37 ^{Bab}	413,45 ^{Ab}
Висина усева (cm)	31,25 ^{Aa}	40,00 ^{Ab}	34,60 ^{Aa}	52,65 ^{Ab}	33,62 ^{Aa}	34,82 ^{Ab}	32,60 ^{Aa}	45,75 ^{Ab}	30,35 ^{Aa}	48,97 ^{Bb}	39,15 ^{Ab}	63,57 ^{Bc}
Број изданака по биљци	5,80 ^{Aa}	5,57 ^{Aa}	5,97 ^{Aa}	8,42 ^{Ab}	5,97 ^{Aa}	5,85 ^{Aa}	5,75 ^{Aa}	8,05 ^{Ab}	5,42 ^{Aa}	5,70 ^{Aa}	6,27 ^{Aa}	8,72 ^{Ab}

Посматрана у истом реду велика слова у суперскрипту означавају разлике у оквиру истог хибрида у различитим годинама, а мала разлике између различитих хибрида у оквиру исте године; ниво значајности 95%

Табела 12. Статистичка анализа ефеката здружене сетве на анализиране особине луцерке коришћењем t-тест-а са Р вредностима прилагођеним према Tukey-Kramer-у

Година	2018				2019				2020			
	НС Грицко	Дукат	Рими ПР	Контрола	НС Грицко	Дукат	Рими ПР	Контрола	НС Грицко	Дукат	Рими ПР	Контрола
Хибрид сунцокрета												
Надземна биомаса (свежа) (g)	354,45 ^{Aa}	319,52 ^{Aa}	304,6 ^{Aa}	393,67 ^{Aa}	232,98 ^{Ba}	198,80 ^{Bab}	160,05 ^{Bb}	272,25 ^{Ba}	254,45 ^{Ba}	219,53 ^{Ba}	204,60 ^{ABa}	320,50 ^{ABa}
Висина усева (cm)	44,50 ^{Ab}	59,40 ^{Ab}	50,07 ^{Aab}	71,05 ^{Ab}	39,37 ^{Aa}	52,75 ^{Ab}	46,55 ^{Aab}	63,57 ^{Ac}	52,00 ^{Ba}	68,75 ^{Bb}	54,50 ^{Aa}	80,57 ^{Bc}
Број изданака по биљци	2,17 ^{Aa}	2,32 ^{Aa}	2,10 ^{Aa}	4,15 ^{Ab}	1,92 ^{Aa}	2,35 ^{Aa}	1,85 ^{Aa}	3,37 ^{Aa}	2,45 ^{Aa}	2,27 ^{Aa}	2,20 ^{Aa}	4,77 ^{Ab}

Посматрана у истом реду велика слова у суперскрипту означавају разлике у оквиру истог хибрида у различитим годинама, а мала разлике између различитих хибрида у оквиру исте године; ниво значајности 95%

6.4. Принос свеже и суве биомасе луцерке и црвене детелине у години експлоатације

Анализом варијансе утицаја здружене сетве на свежу биомасу легуминоза у 2018., 2019. и 2020. години (Табела 13) утврђено је да година није статистички значајно утицала на посматрано својство када поредимо укупну биомасу у сва три откоса, сем у случају чистог усева црвене детелине 2020. године, када је биомаса ове врсте била значајно нижа у односу на претходне две године. У 2018. и 2020. години свежа биомаса луцерке у комбинацији са сунцокретом и црвена детелина у комбинацији са сунцокретом у првом откосу била је значајно мања него 2019. године, док је у другом откосу било обрнуто (графикон 4). Такође, свежа биомаса 2020. у комбинацији луцерка сунцокрет била је значајно мања у односу на 2018. годину. Што се тиче трећег откоса принос свеже биомасе луцерке у комбинацији са сунцокретом у 2019. ($11,44 \text{ t ha}^{-1}$) био је значајно мањи у односу на 2020. годину ($13,23 \text{ t ha}^{-1}$), док је принос свеже биомасе црвене детелине у комбинацији са сунцокретом био значајно нижи 2019. ($3,09 \text{ t ha}^{-1}$) у односу на 2018. годину ($4,04 \text{ t ha}^{-1}$) и 2020. годину ($4,33 \text{ t ha}^{-1}$).

Различити третмани здружене сетве имали су значајан утицај на принос свеже биомасе, те су урађени додатни Post-Нос тестови приказани у табели 13. Као што је и очекивано, здружена сетва луцерке и сунцокрета имала је значајно мањи принос свеже биомасе луцерке у односу на контролу луцерке у сва три откоса. Исто је важило и за црвену детелину, са разликом у трећем откосу у ком не постоје значајне разлике свеже биомасе између здружене сетве сунцокрета и црвене детелине и чистог усева црвене детелине у све три године. Најнижи укупан принос свеже масе је имала комбинација детелина \times сунцокрет ($31,88 \text{ t ha}^{-1}$), док је највиши принос имала комбинација луцерке и сунцокрета ($42,40 \text{ t ha}^{-1}$) (табела 13.)

Анализом варијансе утицаја здружене сетве на суву биомасу легуминоза у 2018., 2019. и 2020. години (Табела 14) утврђено је да година није статистички значајно утицала на исту када поредимо укупну биомасу у сва три откоса, осим у случају чистог усева црвене детелине који је значајно виши 2018. ($13,05 \text{ t ha}^{-1}$) и

2019. ($13,39 \text{ t ha}^{-1}$) у односу на 2020. годину ($11,96 \text{ t ha}^{-1}$). У 2019. години сува биомаса луцерке у комбинацији са сунцокретом у првом откосу била је значајно већа него 2018. и 2020. године, а 2020. је значајно нижа у односу на 2018. годину. У другом откосу сува биомаса луцерке у комбинацији са сунцокретом значајно је нижа 2019. ($3,96 \text{ t ha}^{-1}$) у односу на 2018. ($5,25 \text{ t ha}^{-1}$) и 2020. ($4,72 \text{ t ha}^{-1}$), а 2020. је значајно нижа у односу на 2018. годину. У трећем откоса принос суве биомасе луцерке у комбинацији са сунцокретом у 2019. био је значајно мањи у односу на 2020. годину. Што се тиче суве биомасе црвене детелине у комбинацији са сунцокретом, она је у првом откосу била значајно виша 2019. ($4,97 \text{ ha}^{-1}$) у односу на 2018. ($4,17 \text{ ha}^{-1}$) и 2020. године ($3,76 \text{ ha}^{-1}$). У другом и трећем откосу сува биомаса црвене детелине у комбинацији са сунцокретом ситуација је била обрнута. Сличне разлике у годинама у односу на откос установљене су и код чистих усева црвене детелине и луцерке.

Различити третмани здружене сетве имали су значајан утицај на принос суве биомасе, те су урађени додатни Post-Нос тестови приказани у табели 14. Као што је и очекивано, здружена сетва луцерке и сунцокрета имала је значајно мањи принос суве биомасе луцерке у односу на чист усев луцерке, у сва три откоса. Исто је важило и за црвену детелину са разликом трећег откоса у ком нису установљене значајне разлике између биомасе црвене детелине у здруженој сетви са сунцокретом и биомасе црвене детелине чистог усева ове врсте. Најнижи принос укупне суве масе је имала комбинација детелина \times сунцокрет ($9,56 \text{ t ha}^{-1}$), док је највиши принос имала чиста луцерка ($19,43 \text{ t ha}^{-1}$), док се принос суве масе у комбинацији луцерка \times сунцокрет и чиста детелина није значајно разликовао ($12,72$ и $12,80 \text{ t ha}^{-1}$). Принос чисте луцерке био је значајно највиши ($19,43 \text{ t ha}^{-1}$)

Табела 13. Утицај здружене сетве на свежу биомасу легуминоза (t ha⁻¹) у години експлоатације

Откос	I			II			III			Σ			ΣΣ
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	
Луцерка × сунцокрет	14,00 ^{Ба}	17,14 ^{Ца}	12,60 ^{Аа}	17,49 ^{Цб}	13,20 ^{Аб}	15,74 ^{Ба}	12,36 ^{Абб}	11,44 ^{Аб}	13,23 ^{Бб}	43,85 ^{Аб}	41,78 ^{Аб}	41,57 ^{Аб}	42,40 ^б
Детелина × сунцокрет	13,91 ^{Аа}	16,58 ^{Ба}	12,52 ^{Аа}	14,39 ^{Ба}	11,13 ^{Аа}	15,65 ^{Ба}	4,04 ^{Ба}	3,09 ^{Аа}	4,33 ^{Ба}	32,34 ^{Аа}	30,79 ^{Аа}	32,50 ^{Аа}	31,88 ^а
Луцерка	21,19 ^{Аб}	24,56 ^{Бб}	19,07 ^{Ац}	22,49 ^{Бц}	16,95 ^{Ац}	23,84 ^{Бц}	20,77 ^{Ац}	21,86 ^{Ац}	22,23 ^{Ац}	64,45 ^{Ац}	63,37 ^{Ац}	66,14 ^{Ац}	64,32 ^ц
Црвена детелина	17,58 ^{Ац}	27,37 ^{Бц}	15,82 ^{Аб}	21,97 ^{Цц}	14,06 ^{Аб}	19,78 ^{Бб}	3,52 ^{Ба}	2,69 ^{Аа}	3,77 ^{Ба}	43,08 ^{Бб}	44,12 ^{Бб}	39,37 ^{Аб}	42,19 ^б

Велика слова у суперскрипту означавају разлике у оквиру исте комбинације у различитим годинама, а мала разлике између различитих комбинација у оквиру исте године; ниво значајности 95%

Табела 14. Утицај здружене сетве на суву биомасу легуминоза (t ha⁻¹) у години експлоатације

Откос	I			II			III			Σ			ΣΣ
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	
Луцерка × сунцокрет	4,20 ^{Ба}	5,14 ^{Ца}	3,78 ^{Аа}	5,25 ^{Цб}	3,96 ^{Аб}	4,72 ^{Ба}	3,71 ^{Абб}	3,43 ^{Аб}	3,97 ^{Бб}	13,16 ^{Аб}	12,53 ^{Аб}	12,47 ^{Аб}	12,72 ^б
Детелина × сунцокрет	4,17 ^{Аа}	4,97 ^{Ба}	3,76 ^{Аа}	4,32 ^{Ба}	3,34 ^{Аа}	4,70 ^{Ба}	1,21 ^{Ба}	0,93 ^{Аа}	1,30 ^{Ба}	9,70 ^{Аа}	9,24 ^{Аа}	9,75 ^{Аа}	9,56 ^ц
Луцерка	6,49 ^{Аб}	7,50 ^{Бб}	5,87 ^{Ац}	6,88 ^{Бц}	5,22 ^{Ац}	7,30 ^{Бц}	6,37 ^{Ац}	6,69 ^{Ац}	6,81 ^{Ац}	19,47 ^{Ац}	19,14 ^{Ац}	19,69 ^{Ац}	19,43 ^а
Црвена детелина	5,40 ^{Ац}	8,36 ^{Бц}	4,89 ^{Аб}	6,72 ^{Цц}	4,37 ^{Аб}	6,08 ^{Бб}	1,18 ^{Ба}	0,96 ^{Аа}	1,28 ^{Ба}	13,05 ^{Бб}	13,39 ^{Бб}	11,96 ^{Аб}	12,80 ^б

Велика слова у суперскрипту означавају разлике у оквиру исте комбинације у различитим годинама, а мала разлике између различитих комбинација у оквиру исте године; ниво значајности 95%

6.5. Индикатори конкуренције и ефикасности здружене сетве

Као што је поменуто, вредност LER_{max} индекса означава принос семена сунцокрета у првој и свеже биомасе вишегодишњих легуминоза у другој години. Што се тиче хибрида, истраживање је показало да је LER_{max} индекс за оба усева сунцокрет × црвена детелина и сунцокрет × луцерка био већи од 1 (графикон 5.), што указује на предност у коришћењу земљишних ресурса овим начином гајења у односу на гајење чистих усева. Више просечне вредности LER_{max} индекса добијене су код хибрида НС Грицко и Рими ПР здружених са црвеном детелином (1,6) што је резултирало бољим коришћењем земљишта у погледу приноса. Тачније, потребно је 60% више земљишне површине приликом гајења чистих усева да би се добио исти принос као код здружене сетве хибрида НС Грицко и Рими ПР са црвеном детелином. Најниже просечне LER_{max} вредности добијене су здруживањем хибрида Дукат са луцерком. LER_{max} вредност у овом случају је била 1.4 што указује на то да је потребна 40% већа површина да би се исти приноси добили при сетви чистих усева. Упоредјујући године, највеће LER_{max} вредности су постигнуте током производне 2019/2020.



Графикон 5. Прилагођени индекс ефикасности коришћења земљишта (LER_{max}); сунцокрет × црвена детелина (лево); сунцокрет × луцерка (десно)

6.6. Индекс лисне површине (LAI)

Корелације анализираних метода мерења LAI индекса и приноса семена сунцокрета (просек сва три хибрида) у систему здружене сетве приказане су топлотним картама на графиконима 6 (2019. година) и 7 (2020. година). Праг за коефицијент корелације који указује на статистичку значајност корелације у матрици (критична r вредност) за вероватноћу од 95% (α 0,05) је 0,576, а за вероватноћу од 99% (α 0,001) је 0,708. На графикону 7. приказане су корелације током 2019. године, те је утврђена значајна позитивна корелација између приноса семена сунцокрета и LAI Па и LAI Пб код комбинација здружене сетве сунцокрета са црвеном детелином, луцерком и у контроли. Поред тога, принос семена и индекса лисне површине добијен је помоћу МЕТЕР-овог LP-80 Ceptometer-а почетком бутонизације (LAI I) су у позитивној корелацији у комбинацији здружене сетве сунцокрета са луцерком. Значајне негативне корелације између испитиваних индекса и приноса семена сунцокрета нису уочене, али су у комбинацији сунцокрета са луцерком NDVI, % покривности и LAI III близу границе значајности.

На графикону 8. приказане су корелације током 2020. године, те је утврђена значајна позитивна корелација између приноса семена и LAI Ib, затим LA IIIa и LAI IIb и % покривности код комбинације здружене сетве сунцокрета са грахорицом и црвеном детелином. У комбинацији здружене сетве сунцокрета са луцерком и у контроли пронађена је значајна позитивна корелација приноса семена и LAI IIa и LAI IIb, NGRD (Normalized Green Red Difference) вегетационог индекса и % покривности. Значајна негативна корелација установљена је између приноса и ExR вегетационих индекса приликом здруживања сунцокрета са луцерком, као и у контроли. Ова врста корелације нађена је и у комбинацији здружене сетве сунцокрета са грахорицом и са црвеном детелином међутим није била статистички значајна.

6.7. Утицај система здружене сетве на одабране особине земљишта

6.7.1. Утицај здруживања на хемијска својства земљишта

Основна хемијска својства условљена су између осталог и биотехничким мерама односно системом гајења, а интензитет њихове промене зависи од третмана као и од почетних нивоа обезбеђености одређеним елементима. Резултати MANOVA-е, приказани у табели 15, за основна хемијска својства земљишта указују на значајан допринос сва три фактора и интеракцију година \times здружени усев и здружени усев \times дубина испољавању зависних варијабли (одабрана хемијских својстава земљишта). Значајан допринос дубине земљишта на испитивана својства је очекиван, с обзиром да су ово параметри променљиви са променом овог фактора, те да су узорци узети са три различите дубине (0-20 cm, 20-40 cm и 40-60 cm). Парцијални ета квадрат (η^2) показује колико је варијанса објашњена независном променљивом. Увид у табелу 15 показује да су сви главни ефекти и интеракција између њих статистички значајни и да их карактерише изражена величина ефекта ($\eta^2 > 0,14$). Утицај здруженог усева и дубине земљишта је најјачи ($\eta^2 = 0,438$ и $0,671$, респективно).

Табела 15. Значај главних ефеката на основна хемијска својства земљишта након жетве сунцокрета

	Wilks λ	F	p	η^2
Здружени усев	0,178	15,598	0,000	0,438
Дубина	0,108	40,287	0,000	0,671
Година \times Здружени усев	0,236	3,630	0,000	0,186
Здружени усев \times Дубина	0,470	2,707	0,000	0,118
Година \times здружени усев \times Дубина	0,404	1,077	0,278	0,121

Wilks λ – дистрибуција вероватноће; F – вредност F-теста, p – ниво значајности, η^2 – величина ефекта

Узимајући у обзир уочене статистичке значајности испитиваних фактора, извршени су додатни Post-Hoc тестови како би се утврдила значајност разлика између третмана односно појединих система здружене сетве на одабране хемијска својства. Додатни тестови у табели 16 показују јасну интеракцију између усева и контроле. Оптимална вредност **pH земљишта** од великог је значаја јер се у случају њеног нарушавања веома тешко поново успоставља. Поређењем вредности на испитиваним варијантама генерално се не уочавају битне разлике на дубини од 0 до 20 cm, где се pH (KCl) креће у интервалу од 6,54 до 7,04. Значајно мањи pH на овој дубини уочен је једино приликом здружене сетве грахорице са сунцокретом у односу на друге комбинације здружене сетве и контролу. Вредности на дубини од 20 до 40 cm кретале су се у распону од 6,84 до 7,17, а најнижа и значајна разлика такође је уочена приликом здружене сетве грахорице са сунцокретом (6,84). На дубини од 40 до 60 cm вредности су се кретале од 7,37 до 7,45 без значајних разлика. Вредности pH у суспензији земљишта са водом - pH (H₂O) прате вредности pH (KCl) и варирају у распону од 7,39 до 8,34. Дакле највеће вредности pH (H₂O) утврђене су приликом здруживања сунцокрета са црвеном детелином и то на дубини од 40 до 60 cm, а најниже код здружене сетве грахорице са сунцокретом на дубини од 0 до 20 cm. Када се посматрају просечне вредности по дубини оне се повећавају од површине земљишта према дубини профила.

Садржај калцијума у антропогеним земљиштима првенствено зависи од особина матичног супстрата, односно геолошке подлоге, процеса педогенезе, али у великој мери и од начина искоришћавања земљишта. Испитивани третмани на дубини од 0-20 cm имају садржај CaCO₃ од 0,38 до 1,29%, док је његов садржај значајно већи на дубини од 40 до 60 cm (12,13-16,65%). Значајно мање вредности на дубини од 0-20 cm уочене су приликом здруживања сунцокрета са грахорицом и црвеном детелином у односу на здруживање са луцерком као и на контролу. На дубини од 20-40 cm нису уочене значајне разлике, док су значајно више вредности уочене приликом здруживања сунцокрета са црвеном детелином у односу на друге комбинације и на контролу и то на дубини од 40 до 60 cm. Садржај CaCO₃ се повећавао са дужином земљишног слоја, а контролна варијанта има најмање варирања садржаја CaCO₃. Иако су утврђене значајне разлике, вредности CaCO₃ у

ораничном слоју су остале на истом нивоу обезбеђености, односно спадају у слабо карбонатна земљишта.

У погледу садржаја **органске материје (ОМ)**, односно хумуса, вредности су највише варирале у зависности од дубине. Сваке године многобројни биолошки и климатски фактори утичу на процесе разградње и стварања органске материје, али су они дуготрајни и комплексни. Са повећањем дубине смањивао се садржај органске материје у свим испитиваним годинама и свим третманима, а кретао се од 3,71 у површинском слоју до 2,21% у највећој анализираној дубини. Што се тиче разлика између третмана, на дубини од 0 до 20 cm и 20 до 40 cm нису уочене значајне разлике између здружене сетве и контроле, док су значајно веће вредности уочене приликом здруживања сунцокрета са грахорицом у односу на комбинацију са црвеном детелином на дубини од 40 до 60 cm. Ова законитост је уочена и код претходно описаних рН и садржаја калцијума који су значајно мањи код здружене сетве сунцокрета и грахорице.

На основу извршене статистичке анализе **садржаја укупног N (%)** у земљишту уочено је да су се вредности кретале од 0,17 до 0,25%. Као и код садржаја органске материје, на дубини од 0 до 20 cm 20 до 40 cm нису уочене значајне разлике између здружене сетве и контроле, док су значајно веће вредности уочене приликом здруживања сунцокрета са грахорицом (0,19%) у односу на комбинацију са црвеном детелином (0,17%) на дубини од 40 до 60 cm. Код главних извора варијације највећи ефекат је испољен код дубине узимања узорка што је било за очекивати обзиром да N показује тенденцију праћења влаге и микробиолошке активности у различитим слојевима земљишта.

Слаба до умерена обезбеђеност **лакоприступачним фосфором** утврђена је готово код свих испитаних третмана (2,16-9,97 mg/100 g). Вредности у табели 15 указују да је највећи садржај фосфора утврђен на дубини од 0-20 cm и то приликом здруживања сунцокрета са луцерком, а најмањи на дубини од 40-60 cm и то приликом здруживања сунцокрета са црвеном детелином. Значајне разлике на дубини од 0-20 cm испољене су у комбинацији сунцокрет × луцерка у односу на комбинацију сунцокрет × црвена детелина. Такође, комбинација сунцокрет × луцерка имала је значајно веће вредности фосфора у односу на комбинације са црвеном детелином и грахорицом на дубини од 20-40 и 40-60 cm, а комбинација

са црвеном детелином на дубини од 40-60 cm значајно нижи садржај фосфора у односу на контролу.

Анализа садржаја **лакоприступачног калијума** у земљишту (табела 16) указује да је највећа обезбеђеност лакоприступачним калијумом утврђена у земљишту узетом са контроле и то у сва три слоја. Висока обезбеђеност контроле калијумом указује да начин коришћења испољава значајан утицај на његов ниво након антропогенизације земљишта. Здружена сетва сунцокрета са грахорицом и она са црвеном детелином дала је значајно ниже вредности садржаја калијума у односу на комбинацију са луцерком и контролу у оквиру све три дубине односно слоја земљишта. Обезбеђеност на дубини од 0-20 cm, затим 20-40 cm и 40-60 cm највиша је у контроли (58,76 mg/100 g; 49,80 mg/100 g; 35,79 mg/100 g), а најнижа у здруженој сетви сунцокрета са грахорицом (38,97 mg/100 g; 27,58 mg/100 g; 17,77 mg/100 g).

На основу свих испитиваних параметра, са повећањем дубине земљишта повећава се рН вредност и садржај калцијума, док се смањује садржај органске материје, азота, фосфора и калијума. Третман здружене сетве грахорице и сунцокрета издваја се у односу на друге третмане и контролу по мањем садржају рН, калцијума и калијума, односно већем садржају органске материје и азота, док је садржај фосфора највећи у контроли и здруженој сетви сунцокрета и луцерке.

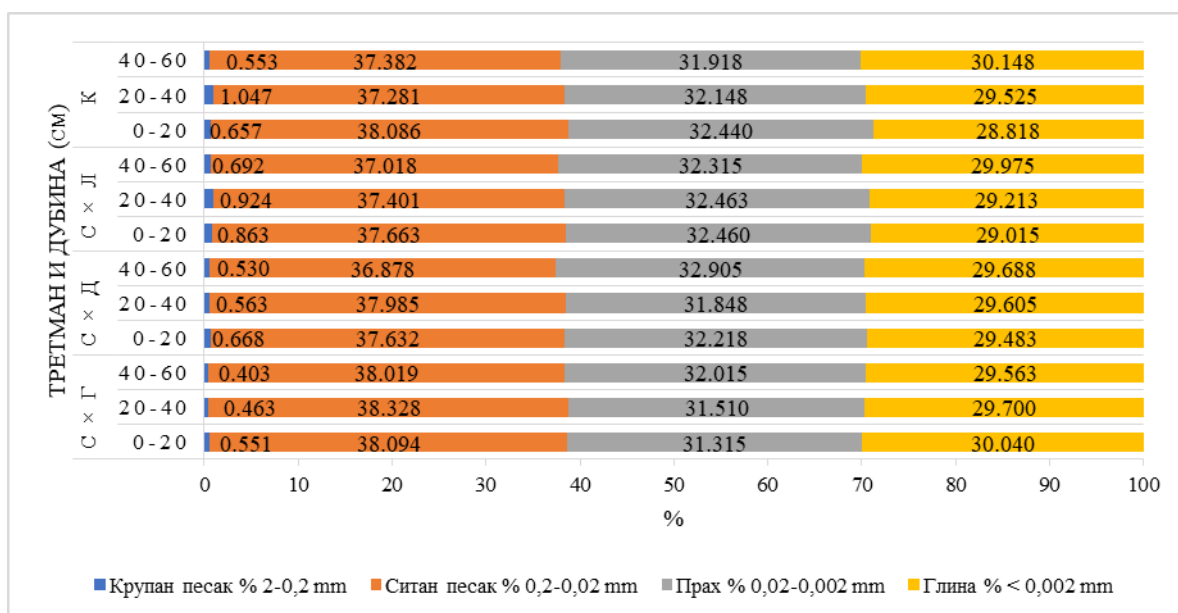
Табела 16. Ефекат здружене сетве на хемијска својства земљишта

Здружени усев	Дубина (cm)	Основна хемијска својства							
		pH		CaCO ₃	OM	Укупан N	C:N	AL-P ₂ O ₅	AL-K ₂ O
		у KCl	у H ₂ O	%	%	%		mg/100 g	mg/100 g
Сунцокрет ×	0-20	6,94 ^a	7,99 ^a	0,385 ^a	3,65 ^a	0,250 ^a	8,45 ^a	8,34 ^{ab}	38,97 ^a
	20-40	6,84 ^a	7,75 ^a	2,270 ^a	3,23 ^a	0,222 ^a	8,42 ^a	5,47 ^a	27,58 ^a
Грахорица	40-60	7,37 ^a	8,28 ^a	12,917 ^a	2,69 ^b	0,190 ^b	7,89 ^a	2,51 ^{ab}	17,77 ^a
Сунцокрет ×	0-20	6,97 ^b	7,90 ^b	0,478 ^a	3,71 ^a	0,252 ^a	8,54 ^a	6,45 ^a	41,47 ^a
	20-40	7,15 ^b	8,07 ^b	2,829 ^a	3,28 ^a	0,227 ^a	8,39 ^a	5,80 ^a	31,72 ^a
Црвена детелина	40-60	7,45 ^a	8,34 ^a	16,659 ^b	2,21 ^a	0,174 ^a	7,53 ^b	2,16 ^a	18,24 ^a
Сунцокрет ×	0-20	7,04 ^b	8,02 ^b	1,131 ^b	3,57 ^a	0,244 ^a	8,45 ^a	9,97 ^b	56,49 ^b
	20-40	7,17 ^b	8,12 ^b	2,983 ^a	3,28 ^a	0,229 ^a	8,30 ^a	8,49 ^b	48,87 ^b
Луцерка	40-60	7,42 ^a	8,30 ^a	13,114 ^a	2,45 ^{ab}	0,183 ^{ab}	7,71 ^{ab}	3,76 ^c	34,92 ^b
Контрола	0-20	7,04 ^b	7,95 ^b	1,291 ^b	3,51 ^a	0,238 ^a	8,46 ^a	9,32 ^{ab}	58,76 ^b
	20-40	7,08 ^b	8,02 ^b	2,059 ^a	3,21 ^a	0,223 ^a	8,33 ^a	6,52 ^{ab}	49,80 ^b
	40-60	7,42 ^a	8,28 ^a	12,130 ^a	2,41 ^{ab}	0,184 ^{ab}	7,53 ^b	3,45 ^{bc}	35,79 ^b

Вредности у табели представљају средње вредности за четири испитане године (2017-2020); мала слова у суперскрипту означавају разлике између различитих комбинација здружене сетве за испитивано својство и дубину земљишта

6.7.2. Физичка својства земљишта

Резултати анализе **механичког састава** приказани су на графикону 8 и показују да земљиште на испитиваним комбинацијама здружене сетве и на контроли, по класификацији Томтегур-у, припада иловастим глинама. Садржај крупног песак највећи је на контролној парцели и то на дубини од 20-40 cm (1,047%), а најнижи је у комбинацији здружене сетве сунцокрета са грахорицом и то на дубини од 40-60 cm (0,403%). Садржај ситног песака највећи је у комбинацији здружене сетве сунцокрета са грахорицом и то на дубини од 20-40 cm (38,33%), а најнижи је у комбинацији здружене сетве сунцокрета са црвеном детелином и то на дубини од 40-60 cm (36,88%). Што се тиче садржаја праха, вредности су биле највеће у здруженој сетви сунцокрета са црвеном детелином (32,91%) на дубини од 40-60 cm, а најмање приликом здружене сетве сунцокрета са грахорицом на дубини од 0-20 cm (31,32%). Вредности садржаја праха биле су највеће на контролној парцели на дубини од 40-60 cm (30,15%), а најмање у ораничном слоју контроле (28,82%) поређењу заступљености појединих фракција земљишта по слојевима уочава се да проценат крупног песак углавном опада са повећањем дубине профила.



Графикон 8. Механички састав земљишта

На основу спроведеног истраживања **сабијености** и параметара сабијености земљишта приказаних у табели 17, утврђено је да је најмањи процентуални садржај земљишне влаге на дубини до 20 cm измерен на голом земљишту (10,5%) као последица одсуства усева, а највећи на парцели под здруженом сетвом сунцокрета са грахорицом (15,8%) Најмањи Cone index (представља отпор тла продирању конуса) утврђен је такође на голом земљишту (2,1), док је највећа вредност овог параметра добијена приликом здружене сетве сунцокрета са луцерком (3,5). Специфичан отпор продирању конуса био је различит како у односу на контролу, тако и између различитих комбинација здружене сетве. Највећа вредност специфичног отпора у ораничном слоју (0-20 cm) утврђена је код здружене сетве луцерке и сунцокрета (2,70 МПа), док је повећана сабијеност код у подораничном слоју (20-40 cm) у вредности од 4,70 МПа односно 4,40 МПа констатована приликом здружене сетве сунцокрета са грахорицом и црвеном детелином. Чист усев грахорице показао је најмање вредности специфичног отпор на дубини 0-20 cm (0,92 МПа), са благим повећањем у дубљим слојевима земљишта.

Табела 17. Показатељи сабијености земљишта

Третман	Земљишна влага (vol%)	Cone index	Специфичан отпор земљишта (МПа)		
			Дубина (cm)		
	0-20	0-80	0-20	20-40	40-60
С × Г	15,8	3,3	2,31	4,70	5,02
Г	12,5	2,2	0,92	2,49	3,54
С × ЦД	12,2	3,3	2,39	4,40	5,09
ЦД	11,3	3,3	1,66	3,59	5,29
С × Л	11,0	3,5	2,70	3,56	5,65
Л	13,8	2,5	1,63	3,45	4,15
С	12,7	2,6	1,07	3,55	5,47
ГЗ	10,5	2,1	1,19	2,69	3,30

С - сунцокрет; Г – грахорица; ЦД – црвена детелина; Л – луцерка; ГЗ – голо земљиште

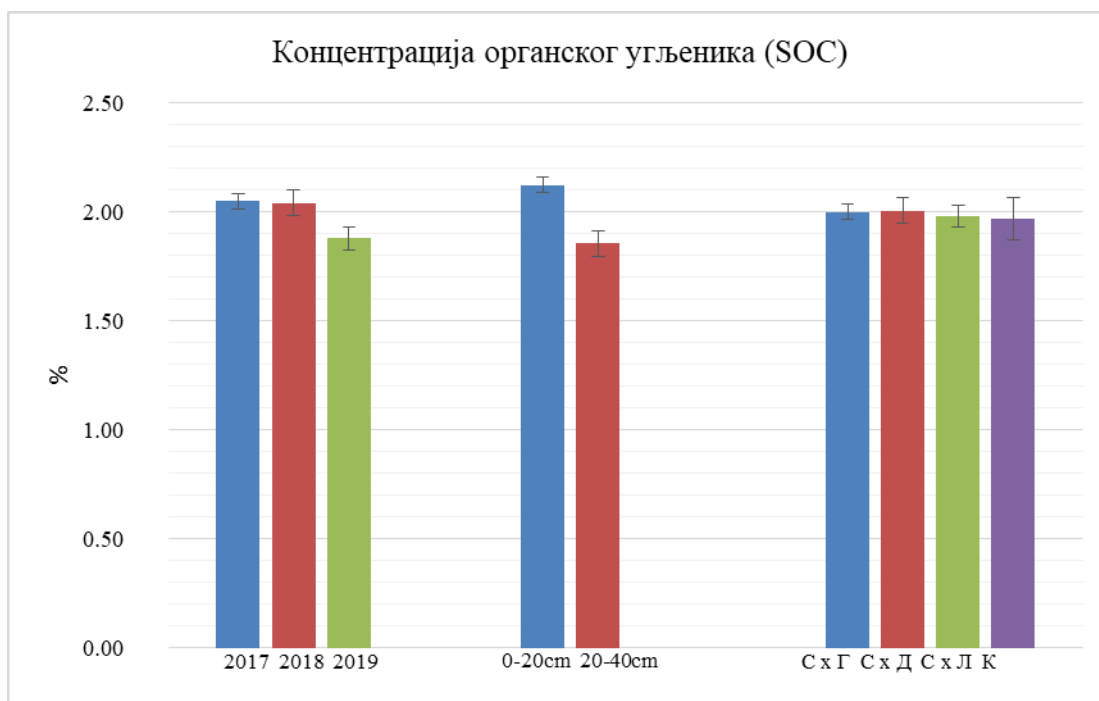
Резултати MANOVA-е за **запреминску масу** земљишта указују на значајан утицај слоја земљишта испољавању зависне варијабле (табела 18) што је било за очекивати. Увид у табелу 18 такође показује да слој земљишта, као значајни фиксни ефекат, карактерише изражена величина ефекта ($\eta^2 = 0,173$). Остали фактори, као ни њихове интеракције, нису значајно утицали на промену вредности запреминске масе земљишта.

Табела 18. Значај главних ефеката на запреминску масу земљишта

	Wilks λ	F	p	η^2
Здружени усев	0,973	0,699	0,651	0,013
Дубина	0,684	16,094	0,000*	0,173
Година \times здружени усев	0,915	1,163	0,309	0,043
Здружени усев \times дубина	0,929	0,962	0,485	0,036
Година \times здружени усев \times дубина	0,870	0,926	0,567	0,067

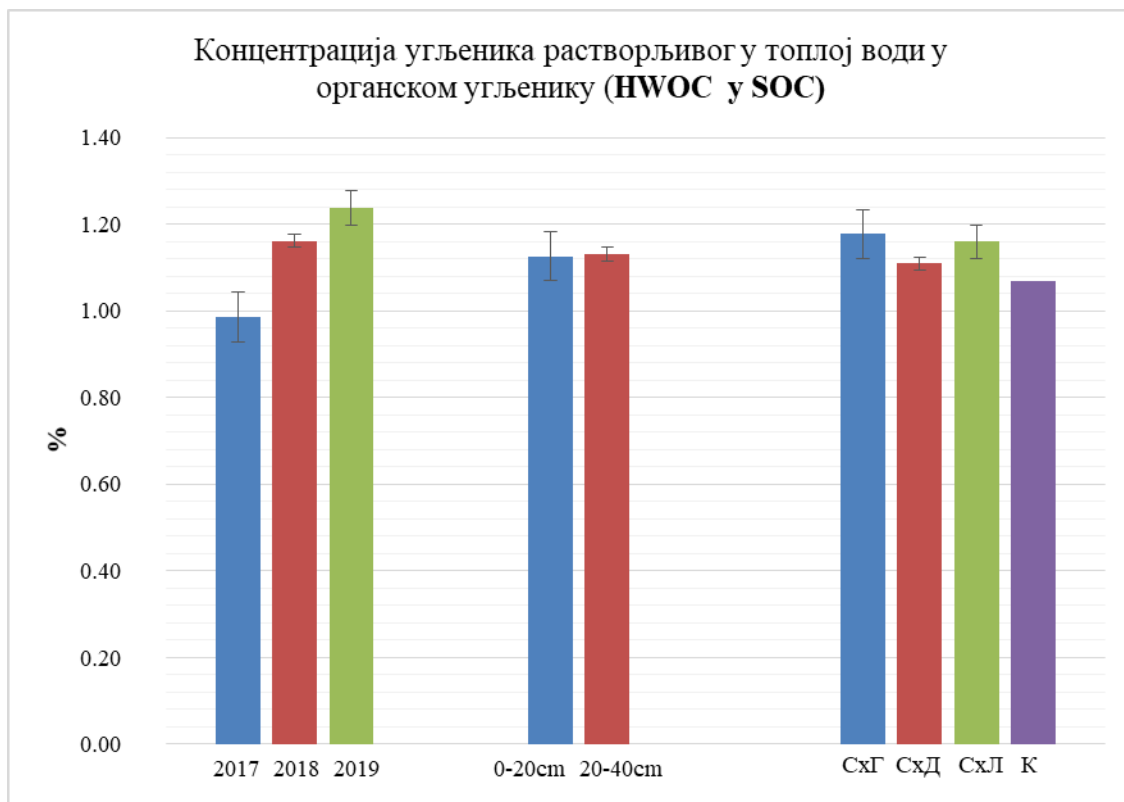
6.7.3. Органска материја у земљишту

Како свако смањење **концентрације органског угљеника у земљишту (SOC)** са собом носи потенцијали ризик од различитих облика деградације земљишта, те смањење продуктивности земљишта, концентрација SOC у различитим комбинацијама здружене сетве упоређена је са чистим усевом сунцокрета (графикон 9). Концентрација SOC сумарно за све третмане и дубине најнижа је током 2019. године. На дубини од 20 до 40 cm такође се уочавају ниже вредности овог параметра ако посматрамо све третмане и године истраживања у односу на дубину од 0-20 cm. Најмање вредности овог својства уочене су на контролној парцели (1,96%), док су највише вредност установљене на парцелама са здруженом сетвом сунцокрета са грахорицом (2,0%) и црвеном детелином (2,01%).



Графикон 9. Концентрација органског угљеника (SOC) у различитим комбинацијама здружене сетве сунцокрета са легуминозама на дубинама од 0-20 и 20-40 cm од 2017-2019. године; С - сунцокрет; Г – грахорица; Д – црвена детелина; Л – луцерка; К – контрола

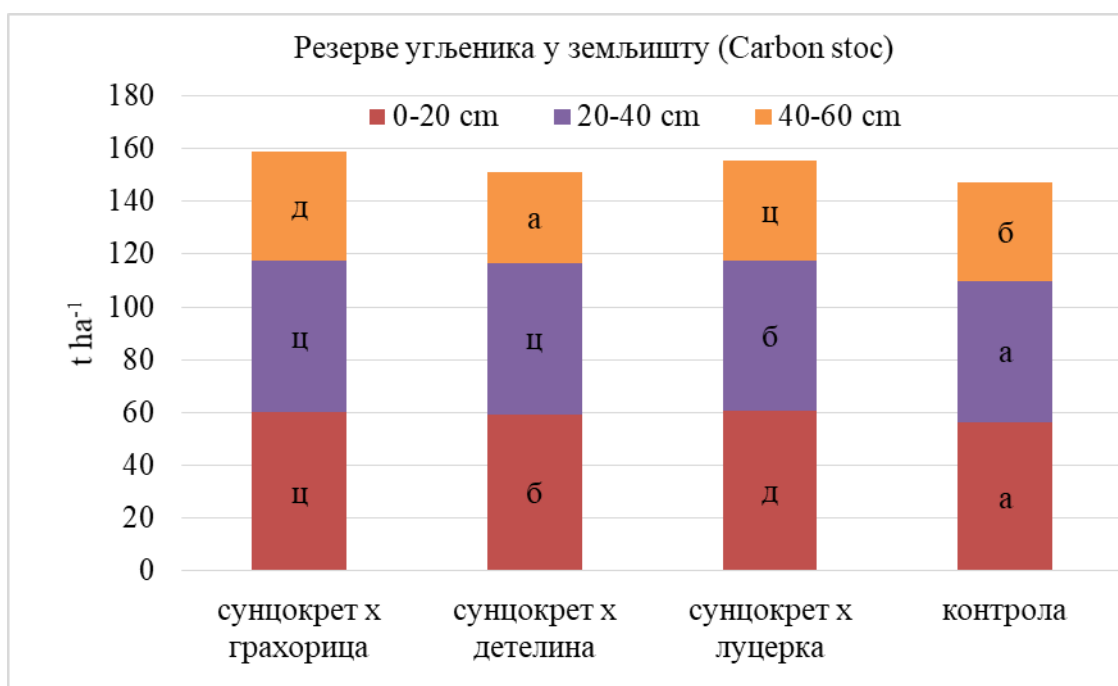
HWOC у **SOC** вредности испољиле су се нешто другачије (графикон 10). На дубини 0 до 20 cm и 20-40 cm установљене су исте вредности ако посматрамо сумарно све третмане и године истраживања. Што се тиче година, највише установљене **HWOC** у **SOC** установљене су током 2019. године (1,24%), а најниже током 2017. године (0,99%) такође сумарно за све третмане и дубине. На парцелама под здруженом сетвом сунцокрета са грахорицом (1,18%) установљене су највеће вредности што се тиче третмана, док је контрола имала најниже вредности (1,07%).



Графикон 10. Концентрација угљеника растворљивог у топлој води (HWOC) у органском угљенику (SOC) у различитим комбинацијама здружене сетве сунцокрета са легуминозама на дубинама од 0-20 и 20-40 cm; С - сунцокрет; Г – грахорица; Д – црвена детелина; Л – луцерка; К – контрола

Садржај и варирање резерви органског угљеника земљишта у систему здружене сетве сунцокрета са легуминозама је још један важан сегмент проучавања органске материје земљишта јер представља директан резултат антропогеног утицаја односно здружене сетве сунцокрета са легуминозама. Обзиром да се оранични слој карактерише највећом динамиком физичких и хемијски својстава сматра се да различите комбинације здружене сетве сунцокрета са легуминозама могу испољити утицај на накупљање органског угљеника у њему, те су због морфологије и дубине пенетрације кореновог система различитих врста у систему обрачунате вредности резерви угљеника за слој 0-20 cm, 20-40 cm и 40-60 cm. Анализом резерви угљеника који се налази у земљишту код различитих комбинација здружене сетве установљене су значајне разлике приказане на графикону 11. На дубини од 0-20 cm установљене су значајне разлике ($F= 1080,376$) између контроле, код које су установљене најниже

вредности и свих комбинација здружене сетве, као и у оквиру самих комбинација. Што се тиче дубине од 20-40 cm такође су установљене су значајно ниже вредности ($F=946,444$) између контроле и свих комбинација здружене сетве, као и између комбинације сунцокрет и луцерка у односу на друге две комбинације. На дубини од 40-60 cm такође су установљене су значајне разлике ($F=2589,102$) између контроле која је имала најниже вредности и свих комбинација здружене сетве, као и у оквиру самих комбинација. Најмање вредности ($34,41 \text{ t ha}^{-1}$) су утврђене у комбинацији сунцокрет x детелина на дубини од 40-60 cm, док комбинација сунцокрет x луцерка ($60,72 \text{ t ha}^{-1}$) на дубини од 0-20 cm има већи садржај депонованог органског угљеника.



Графикон 11. Садржај и варирање резерви органског угљеника у систему здружене сетве сунцокрета са легуминозама

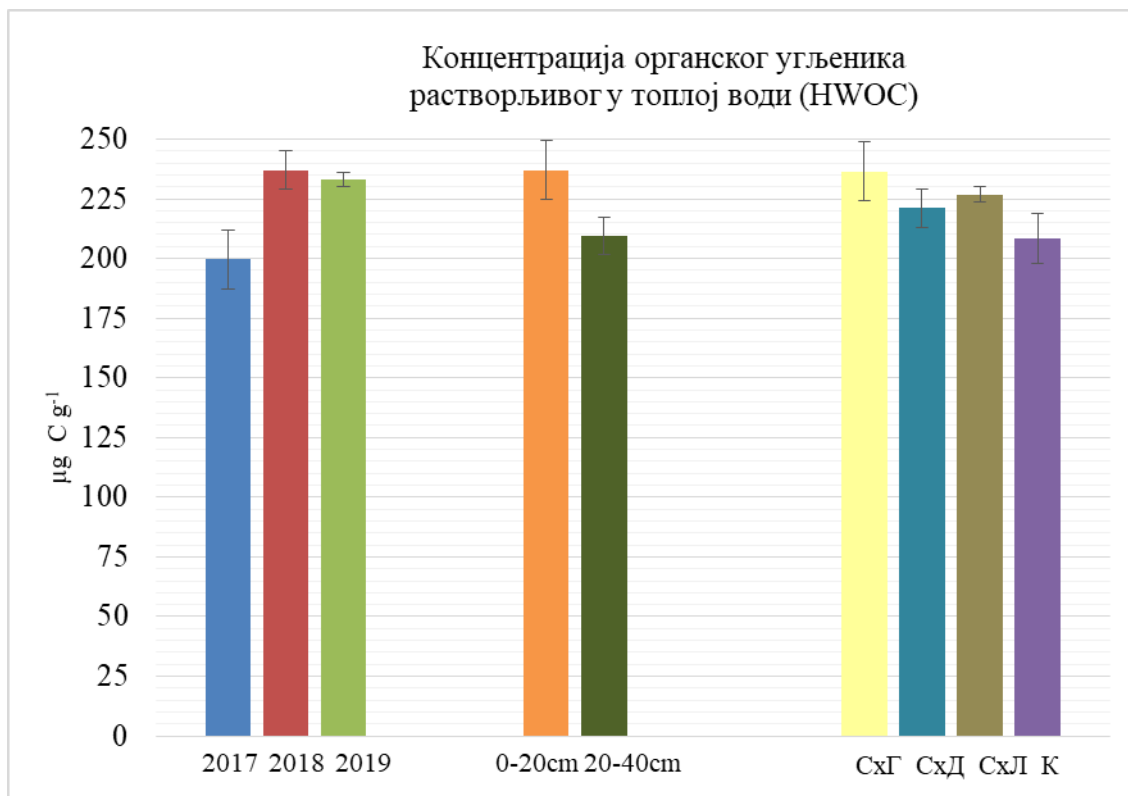
Садржај лабилне органске материје испитан је кроз форму **органског угљеника растворљивог у топлој води (HWOC)** који представља један од најактивнијих делова органске материје јер веће концентрације у земљишту испољавају значајан утицај на садржај стабилне органске материје али и на остале

земљишне процесе. Резултати анализе садржаја органског угљеника растворљивог у топлој води указују на значајан допринос године и дубине, али и њихову интеракцију испољавању зависне варијабле (табела 19).

Табела 19. Ефекат здружене сетве на садржај органског угљеника растворљивог у топлој води

Фактор	Сума квадрата	Степени слободе	F	p
Дубина	18258,788	1	8,629	0,004
Здружени усев	10088,601	3	1,589	0,199
Година × дубина	20811,455	2	4,918	0,010
Година × здружени усев	8253,946	6	0,650	0,690
Дубина × здружени усев	16378,126	3	2,580	0,060
Година × дубина × здружени усев	7232,093	6	0,570	0,753

На графикону 12 приказане су концентрација органског угљеника растворљивог у топлој води. На дубини од 0 до 20 cm НWOC вредности су значајно више током 2018. и 2019. године у односу на 2017. у комбинацији сунцокрета са грахорицом. НWOC вредности за комбинацију сунцокрета са црвеном детелином значајно су више у оба испитивана слоја у току 2018. у односу на 2017. и 2019. годину, док су НWOC вредности комбинације сунцокрета са луцерком на дубини од 0 до 20 cm значајно веће током 2018. у односу на 2017. и 2019. годину. Контролни третман (чист усев сунцокрета) у оба слоја такође је показао значајно више вредности током 2018. и 2019. у односу на 2017. годину.



Графикон 12. Концентрација органског угљеника растворљивог у топлој води у различитим комбинацијама здружене сетве сунцокрета са легуминозама у слојевима 0-20 и 20-40 cm; С - сунцокрет; Г – грахорица; Д – црвена детелина; Л – луцерка; К – контрола

6.7.4. Садржај минералног азота земљишта

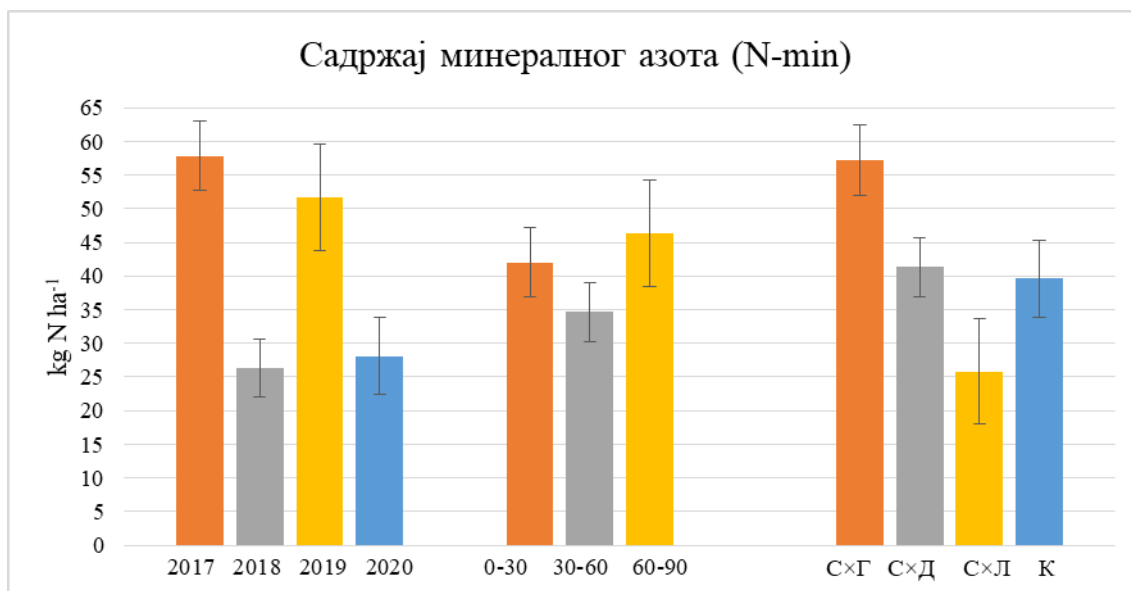
Резултати MANOVA-е за **садржај минералног азота** земљишта указују на значајан допринос сва три фактора и интеракцију година × здружени усев испољавању зависних варијабли. Парцијални ета квадрат (η^2) показује колика је варијанса објашњена независном променљивом. Увид у табелу 20 показује да су сви главни ефекти и интеракција година × здружени усев статистички значајни и да их карактерише изражена величина ефекта ($\eta^2 > 0,14$). Утицај године и дубине је најјачи ($\eta^2 = 0,569$ и $0,463$, респективно).

Табела 20. Значај главних ефеката на садржај минералног азота земљишта

	Wilks λ	F	p	η^2
Година	0,186	62,850	0,000	0,569
Здружени усев	0,674	10,409	0,000	0,179
Дубина	0,288	61,708	0,000	0,463
Година \times здружени усев	0,712	2,942	0,000	0,156
Здружени усев \times дубина	0,960	0,494	0,917	0,020
Година \times здружени усев \times дубина	0,858	0,630	0,952	0,074

F – вредност F-теста, p – ниво значајности, η^2 – величина ефекта

Разлике у садржају минералног азота јасно су уочљиве на графикону 13. који показује да је значајно нижи садржај минералног азота измерен током 2018. и 2020. године у односу на 2017. и 2019. годину. Поред тога, значајно више разлике уочене су на дубинама од 0-30 cm и 60-90 cm у односу на 30-60 cm.



Графикон 13. Садржај минералног азота; С - сунцокрет; Г – грахорица; Д – црвена детелина; Л – луцерка; К – контрола

Узимајући у обзир уочене статистичке значајности испитиваних фактора, извршени су додатни Post-Нос тестови како би се утврдила значајност разлика између третмана односно појединих система здружене сетве на одабране особине. Додатни тестови у табели 21 показују јасну интеракцију између усева и контроле. Резултати садржаја минералног азота земљишта показују да је, на дубини од од 0 до 30 cm, комбинација сунцокрет × грахорица дала значајно више вредности у односу на друге две комбинације и контролу. Такође, ова комбинација на дубини од 30 до 60 cm и 60-90 cm даје значајно више вредности у односу на комбинацију сунцокрет × луцерка. Укупан садржај минералног азота највиши је у комбинацији сунцокрет × грахорица (171,71 kg N ha⁻¹), а најнижи сунцокрет × луцерка (77,53 kg N ha⁻¹). Процент влаге изразио се нешто другачије, па је тако на дубини од 0 до 30 cm у комбинацији сунцокрет × грахорица и у контроли значајно виши у односу на друге две комбинације. На дубини од 30 до 60 cm проценат влаге је такође највиши у комбинацији сунцокрет × грахорица, а значајно виши у односу на комбинације сунцокрет × луцерка и сунцокрет × ц. детелина. У најдубљем слоју (60-90 cm), проценат влаге изразио се као и на дубини од 30 до 60 cm.

Табела 21. Ефекат здружене сетве на садржај минералног азота земљишта

Садржај минералног азота				
Здружени усев	Слој (cm)	Влага (%)	kg N ha ⁻¹ (апс. суво)	Σ(kg N ha ⁻¹) (апс. суво)
Сунцокрет × Грахорица	0-30	21,052 ^b	57,744 ^b	171,714
	30-60	18,944 ^b	44,936 ^b	
	60-90	16,926 ^c	69,033 ^b	
Сунцокрет × Црвена детелина	0-30	19,699 ^a	40,133 ^a	124,015
	30-60	17,627 ^a	35,685 ^{ab}	
	60-90	15,471 ^{ab}	48,196 ^{ab}	
Сунцокрет × Луцерка	0-30	19,090 ^a	28,248 ^a	77,533
	30-60	17,582 ^a	22,988 ^a	
	60-90	14,629 ^a	26,296 ^a	
Контрола	0-30	20,679 ^b	41,935 ^a	118,785
	30-60	18,183 ^{ab}	35,047 ^{ab}	
	60-90	16,415 ^{bc}	41,801 ^{ab}	

Вредности у табели представљају просек за четири године истраживања; мала слова у суперскрипту означавају разлике између различитих комбинација здружене сетве за испитивано својство и дубину земљишта

6.7.5. Микробиолошка активност земљишта

Резултати MANOVA-е за микробиолошку активност земљишта указују на значајан допринос сва три фактора, али и њихову интеракцију у испољавању зависних варијабли (табела 22). Увид у табелу 23 показује да су сви главни ефекти и интеракција између њих статистички значајни и да их карактерише изражена величина ефекта ($\eta^2 > 0,14$), Утицај године и дубине је најјачи ($\eta^2 = 0,897$ и $0,901$, респективно), што је и било за очекивати имајући у виду да временске прилике веома утичу на микробиолошку активност.

Табела 22. Значај главних ефеката на микробиолошку активност земљишта

	Wilks λ	F	P	η^2
Година	0,001	119,037	0,000	0,897
Здружени усев	0,046	23,530	0,000	0,643
Дубина	0,099	116,267	0,000	0,901
Година \times Здружени усев	0,006	12,198	0,000	0,524
Здружени усев \times Дубина	0,247	7,644	0,000	0,372
Година \times Здружени усев \times Дубина	0,076	4,687	0,000	0,309

F – вредност F-теста, p – ниво значајности, η^2 – величина ефекта

Узимајући у обзир уочене статистичке значајности испитиваних фактора, извршени су додатни Post-Hoc тестови како би се утврдила значајност разлика између третмана односно појединих система здружене сетве на одабране особине. Додатни тестови у табели 23а указују на јасну интеракцију између здружене сетве и контроле. Највећи утицај на **бројност *Azotobacter-a*** у земљишту имали су климатски услови године, а уочено је и велико варирање његове бројности по дубини и третману. Бројност на дубини од 0-30 cm највећа је и статистички значајно различита у комбинацији сунцокрета са луцерком ($30,03 \times 10 \text{ g}^{-1}$) као и у контроли ($31,22 \times 10 \text{ g}^{-1}$) у односу на комбинацију сунцокрета с грахорицом ($7,22 \times 10 \text{ g}^{-1}$) и црвеном детелином ($16,94 \times 10 \text{ g}^{-1}$), а разлике постоје и између ове две комбинације. Дакле, најмањи број ове групе микроорганизама забележен је код

здружене сетве сунцокрета са грахорицом. Додатне анализе **бројности амонификатора** у земљишту показале су да је здружена сетва различито утицала на бројност амонификатора. Од свих комбинација сунцокрет здружен са црвеном детелином и луцерком је дао највеће и статистички значајне вредности у односу на комбинацију са грахорицом као и на контролу (табела 34а). **Укупан број микроорганизама** је један од важних показатеља биогености земљишта. Укупан број на дубини од 0-30 cm био је највиши и статистички се значајно разликовао у здруженој сетви сунцокрета са црвеном детелином у односу на друге третмане. Најнижа вредност била је у сетви сунцокрета у комбинацији са грахорицом (табела 23а). **Бројност олигонитрофила** у земљишту на дубини од 0 до 30 cm није значајно варирао сем у комбинацији сунцокрета са грахорицом при којој је најнижа и значајно смањена у односу на остале третмане што је у складу са осталим параметрима микробиолошке активности (табела 23а). **Бројност гљива** приликом здружене сетве сунцокрета са грахорицом, као и црвеном детелином на дубини од 0 до 30 cm значајно је смањена у односу на здружену сетву сунцокрета са луцерком као и контролу (табела 23а). **Бројност актиномицета** у различитим системима ратарења највећа је у комбинацији сунцокрета са црвеном детелином на дубини од 0 до 30 cm у односу на остале комбинације као и контролу, док комбинација сунцокрета у здруженој сетви са луцерком и контрола дају најмање статистички значајне вредности овог параметра (табела 24а). **Активност ензима дехидрогеназе** најнижа је у контроли у односу на комбинацију здружене сетве сунцокрета са луцерком на дубини од 0 до 30 cm (табела 23а).

Табела 23. Ефекат здружене сетве на микробиолошку активност земљишта у слоју од 0-60 cm

Здружени усев	Микробиолошка активност земљишта						АЕД (ДНА) µg TRF g ⁻¹ земљишта
	<i>Azotobacter</i> x10	Амонификатори x10 ⁷ број микроорганизама (CFU g ⁻¹ апсолутно сув узорак)	УБ x10 ⁷	Олигонитрофили x10 ⁶	Гљиве x10 ⁴	Актиномицете x10 ⁴	
а) 0-30 cm							
Сунцокрет × Граховица	7,22 ^a	97,25 ^a	188,66 ^a	124,69 ^a	13,56 ^a	17,94 ^б	9,91 ^{аб}
Сунцокрет × Црвена детелина	16,94 ^б	166,52 ^ц	237,42 ^ц	166,81 ^б	13,90 ^a	26,0 ^ц	11,80 ^б
Сунцокрет × Луцерка	30,03 ^ц	159,94 ^ц	206,06 ^б	148,53 ^б	17,59 ^б	14,50 ^a	10,81 ^{аб}
Контрола	31,22 ^ц	140,00 ^б	204,25 ^б	160,91 ^б	18,15 ^б	15,94 ^a	8,93 ^a
б) 30-60 cm							
Сунцокрет × Граховица	8,63 ^a	69,56 ^a	134,94 ^a	83,88 ^a	7,81 ^a	12,88 ^{аб}	6,14 ^a
Сунцокрет × Црвена детелина	12,38 ^a	125,19 ^б	187,38 ^б	131,44 ^б	11,13 ^{аб}	18,44 ^б	8,80 ^a
Сунцокрет × Луцерка	17,13 ^a	125,00 ^б	163,13 ^{аб}	99,31 ^{аб}	13,30 ^б	9,88 ^a	8,42 ^a
Контрола	13,88 ^a	112,00 ^{аб}	148,31 ^a	110,00 ^{аб}	12,31 ^б	12,13 ^a	7,15 ^a

Мала слова у суперскрипту означавају разлике између различитих комбинација здружене сетве за испитивано својство земљишта; УБ- укупан број; АЕД- активност ензима дехидрогеназе;

7. ДИСКУСИЈА

Производња сунцокрета у 21. веку наилази на много изазова јер је постављена на темељима сазнања и искустава током прошлог века, док је истовремено суочена са упливом великог броја савремених алата и технолошких иновација, али и променом услова производње. Непобитна је чињеница је да је човек од такозване Зелене револуције непрестано покушавао да усклади савремене, високо приносне сорте са интензивном технологијом односно процесима интензификације. Истовремено, последњих деценија све више се окрећемо некадашњим тзв „алтернативним методама“ које могу да обезбеде стабилан принос, али и очување животне средине. Значајну подршку произвођачи очекују од тзв. нових технологија, које омогућавају унапређење и умережавање свих учесника у производњи. Међутим испоставља се да је биљна производња веома „локална“ и да тражење глобалних одговора на локалне проблеме неће уродити плодом, те да је неопходно селективно и „паметно“ увођење иновација и адаптација технологије производње и коначно брига о свим аспектима пољопривреде у коју наравно спада принос али и природни ресурси и животна средина.

Последњих деценија климатске промене су у фокусу разних аспеката научних истраживања. Метеоролози упозоравају да ће просечне температуре у Европи до краја овог века порастати за 3-5 °C у односу на педесетогодишњи просек (USAID, 2017; FAO, 2020). Како се планета загрева, све више воде испарава, што доводи до веће влажности у ваздуху. Осим тога повећава се ризик од мањка приступачне воде у биљној производњи услед неравномерне расподеле падавина (Ciscar, 2018), што такође доводи до интензивирања киша и измењеног режима других падавина у одређеним периодима и пределима. Поред тога, ризик од суше у копненим областима током врелих лета се повећава. Велика је вероватноћа да ће доћи и до веома јаких регионалних варијација које су већ уочљиве, а све ове промене су о великој мери локалне и тако их треба тумачити.

Такође, откако је индустријска револуција започела око 1750. године, ниво угљен-диоксида порастао је за више од 30%, а његова концентрација у атмосфери

данас је већа него у последњих 800.000 година (GML, 2022). Већи део емисије угљен диоксида, настао под утицајем антропогених фактора, потиче од сагоревања фосилних горива, чему наравно доприноси и модерна пољопривреда. Повећање температуре и концентрације CO₂, промене у количини и распореду падавина током године, као и суше доводе до топлотног и воденог стреса и убрзане фенологије (Webber et al., 2018). Климатске промене као и екстремни климатски догађаји се због тога доводе у везу са смањењем приноса најважних ратарских култура због чега се улажу велики напори да се они ублаже и предложе различите мере за њихово превазилажење или адаптацију (Fatima et al., 2022).

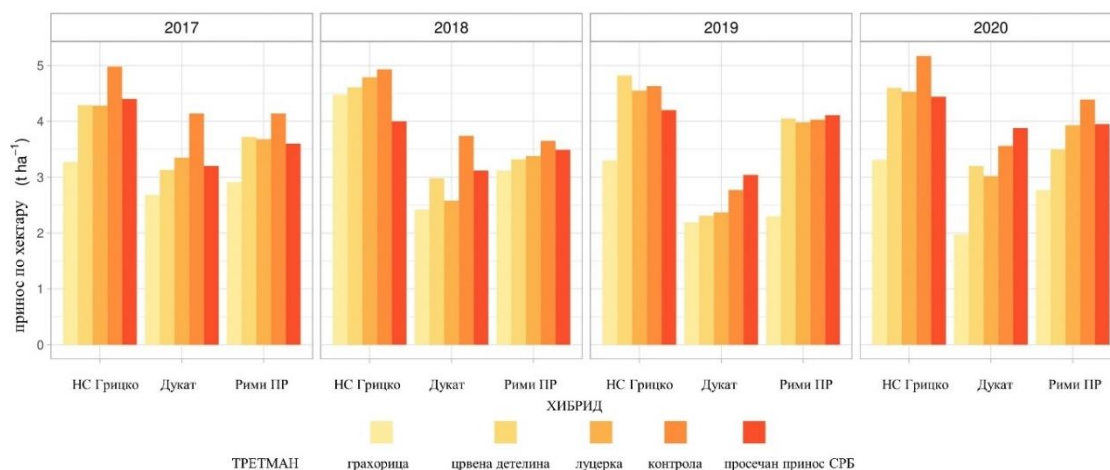
Принос семена ратарских култура, представља најбитнији показатељ адаптабилности, те продуктивности усева јер је изложен најразличитијем утицају фактора спољне средине, који су често узрок значајног смањења, па чак и губитка истог, што је посебно изражено у индустријској пољопривредној производњи. Деловање фактора као што су земљишне карактеристике, агротехника, климатски услови и др. је комплементарне природе, а посебно је изражено у алтернативним системима пољопривредне производње, у оквиру којих битно место заузимају здружени усеви.

Одржива пољопривреда, промовише алтернативни модел производње у односу на индустријску пољопривреду, настоји да успостави равнотежу између производње хране у најширем смислу, заштите животне средине и добробити по људско друштво. Приликом производње сунцокрета, поред тежње ка одрживости производног система, веома је важно постизање економски оправданог приноса семена као најважнијег агрономског индикатора. Постоје оправдана очекивања да ће пројектовано повећање нивоа CO₂ у спреси са глобалним повећањем температура имати значајан утицај на метаболичке процесе код сунцокрета те довести до другачијег приступа и промена у технолошком процесу производње како би се очувао тренутни ниво приноса (Agüera and de la Haba, 2021). Убрзане климатске промене које карактеришу екстремни климатски услови излажу сунцокрет директном утицају топлотног стреса и различитим сценаријима суше, што може довести до великих губитака приноса и смањења садржаја уља (Donatelli et al, 2015; Debaeke et al., 2021). Прогнозира се да ће се просечан принос

семена сунцокрета до 2050 године смањити за 17% у односу на просечан принос семена 2025. године, а да ће се проценат наводњаваних површина под сунцокретом повећати (Dimov et al., 2022).

Све напред наведено указује на променљиве и непредвидиве услове током вегетације, што се и потврдило у току четири различите године у којима је експеримент, за потребе реализације ове дисертације, изведен. На графикону 14 приказани су подаци о приносу семена хибрида укључених у оглед у поређењу са истим хибридима из мултилокацијских огледа ИРПНС. У свакој испитиваној години, приноси семена сунцокрета здруженог са црвеном детелином и луцерком били су слични просечним приносима семена из мултилокацијских огледа у оквиру исте године.

Из перспективе произвођача, сунцокрет, ако се узме као главна култура приликом здруживања, треба да оствари свој потенцијал за принос приликом сетве у оптималном склопу (Raseduzzaman and Steen Jensen, 2017). Графикон 14 показује да је могуће да принос семена сунцокрета у здруженој сетви са легуминозама буде сличан као просечан принос семена чистог усева сунцокрета у Војводини. С обзиром на то да вишегодишње легуминозе дају значајнији принос крме у наредној години (друга година након сетве), оне су у првој години нашег испитивања послужиле као покровни усев, односно живи малч. Здруженом сетвом сунцокрета и легуминоза у текућој години, након жетве сунцокрета на датој парцели имамо заснован усев легуминозе, који ће свој пуни потенцијал достићи у наредном вегетационом периоду.



Графикон 14. Принос семена сунцокрета у здруженом усеву у поређењу са просечним приносом истих хибрида у агроеколошким условима Републике Србије (просечан принос СРБ-необјављени подаци из ИРПНС мултилокацијских огледа)

7.1. Принос и компоненте приноса сунцокрета

Морфолошке особине, као што су висина биљке и укупна лисна површина у фази бутонизације и цветања и пречник главице, испољиле су сличне перформансе приликом здруживања са легуминозама. Поред чињенице да је **висина биљке** генетски одређена особина (Radanović et al., 2018), на њу такође утичу и услови гајења. Високи хибриди сунцокрета у условима обилних падавина и јаких ветрова могу бити подложни ломљењу стабла, што индиректно доводи до снижавања приноса семена и уља услед потешкоћа приликом жетве, труљења главе, осипања семена и др. (Babec et al., 2020). Обзиром на доступне машине за извођење агротехничких мера и чињеницу да у екстремним временским условима може да дође до полагања биљака сунцокрета сматра се да је најприхватљивија висина биљке приликом производње од 1,5 до 2 метра (Škorić et al., 1996; Вратарић и Сударић, 2004). Истовремено, нижи хибриди имају исти потенцијал приноса семена као и хибриди стандардне висине, али показују бољу прилагодљивост различитим условима средине (Miller and Hammond, 1991; Schneider, 1992; Škorić et al., 1996; Velasco et al., 2008). У нашим истраживањима сва три испитивана хибрида била су значајно нижа када су здружена са грахорицом у првој години, што би се могло сматрати позитивним утицајем

обзиром да су НС Грицко и Рими ПР хибриди које карактерише висина већа од просечне. Међутим, ова комбинација значајно је умањила друге агрономски важне особине сунцокрета, што би се могло објаснити чињеницом да је почетни пораст грахорице бржи у односу на луцерку и црвену детелину. Као што је већ наведено сетва свих врста обављена је истовремено управо како би се избегла могућа конкуренција између врста, међутим иако је грахорица посејана након свог оптималног рока њен почетни пораст је био изузетно интензиван у годинама са повољним условима током априла. Здружена сетва хибрида НС Грицко са луцерком значајно је утицала на смањење висине биљке у односу на контролу, али није негативно утицала на друге агрономски важне особине као што је принос семена. Истраживања у овом раду нису у сагласности са истраживањима Muhammad et al. (2011) који тврде да приликом здруживања сунцокрета са легуминозама није дошло до значајног смањења висине биљке. Можемо закључити да ова комбинација може резултирати усевом који је мање подложен полагању што је посебно важно за хибриде конзумног типа са робуснијом архитектуром биљке. Висина биљке у осталим комбинацијама била је иста као и у контроли.

Слична реакција на задружену сетву се може уочити и код параметра **пречник главице сунцокрета**. Значајно смањење пречника главице уочено је приликом здружене сетве сунцокрета са грахорицом код сва три хибрида, док здружени усев сунцокрета са црвеном детелином и луцерком није значајно смањено вредности ове особине. Пречник главице је под великим утицајем генотипа, али у одређеној мери зависи и од временских услова током сезоне, посебно оних који настају током цветања и оплодње (Yirgu, 2017). У свом истраживању Мрђа (2015), установила је да, у сличним условима средине, технологија гајења, распоред падавина и хранива могу значајно да утичу на пречник главице. Како је у нашим истраживањима технологија производње у ствари један систем производње који интегрише сетву здружених усева, интеракције које се јављају између њих могу у одређеној мери да модификују ефекте технологије за појединачне усеве унутар здружене сетве. С обзиром да је принос семена у позитивној корелацији са пречником главице (Kholghi et al., 2011),

неопходно је изабрати хибриде са највећим пречником главице, посебно у производњи конзумног сунцокрета. Са друге стране, пречник главице је само до одређене величине у позитивној корелацији са приносом семена (Yirgu, 2017). У случајевима када пречник главице сунцокрета прелази 25 cm, долази до смањења приноса семена, као и до смањења процента уља и повећања удела љуске због смањења броја оплођених цветова (Цвејић, 2011, Škorić, 2012). Анализом резултата до којих смо дошли у нашем огледу уочено је да је промена вредности пречника главице сунцокрета током вегетације била је под утицајем фазе развоја легуминоза. Lin et al. (2018) су утврдили да легуминозе, поред пречника главице, утичу и на висину стабла, површину листа и брзину раста сунцокрета, што је потврђено и у нашим истраживањима. Све ове особине су у значајној корелацији са приносом, те је утицај на исти очекиван. Повећање приноса у систему здружене сетве може бити последица чињенице да се у оваквом систему повећава приступачност хранива у земљишту или се пак боље користе хранива који потичу од минералних или стајских ђубрива (Kiwia et al., 2019). Иако овај аспект истраживања сунцокрета и легуминоза није довољно истражен и доступан у литератури слична истраживања указују на значајно побољшање „функционалног“ диверзитета микробиолошких заједница који се позитивно одражава на приступачност хранивих елемената (Hauggaard-Nielsen and Steen Jensen, 2005).

Значај **укупне лисне површине** у формирању приноса семена сунцокрета произилази из основне функције листа као једног од најважнијих органа у процесу фотосинтезе, током које долази до производње органске материје. Укупна лисна површина је веома променљива особина и зависи од генотипа, доступности хранива, воде и осветљености биљака, густине склопа, рока сетве (Beg et al., 2007). Као што је већ наведено лисна површина у великој мери зависи и од генотипа, што је био случају и у нашем истраживању. Хибрид Дукат као хибрид кратке вегетације има значајно мању лисну површину у односу на хибрид НС Грицко који карактерише најробуснија архитектура биљке, али и у односу на хибрид Рими ПР. Интеракција сва три хибрида са црвеном детелином и луцерком, у погледу укупне лисне површине, била је на истом нивоу значајности, те се може закључити да нема разлике у утицају ове две врсте, те система здружене сетве, на

лисну површину. Добијени резултати нису у сагласности са сличним истраживањима (здружена сетва сунцокрет × соја) у којима је дошло значајног утицаја овог начина производње на параметере повезане са лисном масом (Abd-El-Gawad et al., 1990). Може се предпоставити да повољни услови производње код сунцокрета немају за последицу настанак значајних разлика док аридни услови могу фаворизовати значајније разлике у погледу динамике и укупне лисне масе код оба усева у здруженој сетви. Valalić (2009) наводи да примена различитих агротехничких мера и система производње, које могу укључивати и здружену сетву, могу утицати на величину лисне површине у већој мери у односу на принос семена као најзначајнију особину. У нашем истраживању, укупна лисна површина је значајно смањена код свих комбинација здружене сетве у односу на контролу. Претпоставка је да здружена сетва сунцокрета са легуминозама може у одређеној мери успорити раст сунцокрета, али само до тренутка потпуног развоја корена. Такође, претпоставка је да се тиме може утицати на однос надземног и подземног дела биљке и добити избалансиран развој биљака. Након тога коренов систем позициониран на различитој дубини усвајају воду и нутријенте из различитих слојева земљишта. У каснијим фазама раста и развоја не би требало очекивати конкуренцију за земљишном влагом и хранивима сунцокрета и здружених усева с обзиром на динамику и активност кореновог система. С тим у вези, постоје истраживања која указују да развој корена сунцокрета није линеарно повезан са развојем надземеног дела, нарочито у стресним условима (Ma et al., 2021), док садржај азота у земљишту се повезује са густином бочних (латералних) коренова (Wang et al., 2014). Отуда се може предпоставити да легуминозе, са потенцијалом да стварају азот у земљишном профилу, могу допринети ефиканости здружене сетве. У истраживањима Umesh et al. (2022) установљено је такође да легуминозе у здруженој сетви са сточним сирком не утичу на величину укупне лисне површине сточног сирка.

Садржај уља као једно од основних својстава хибрида сунцокрета је квалитативно својство које је у највећој мери генотипски условљено, међутим услови спољашње средине могу у значајној мери да модификују његово испољавање. Примећено је да је садржај сунцокретовог уља мањи у сушним у

односу на влажне услове средине, те да исти хибрид у истој години, али у различитом року сетве може да има различит принос уља, што се може приписати другачијој дистрибуцији падавина у току године (Аккауа et al., 2018), посебно ако се недостатак влаге који утиче на садржај уља јавља у периоду од цветања до зрења (Marinković et al., 2003; Gontcharov and Zaharova, 2008). Са тим у вези микроклима коју стварају легуминозе у здруженој сетви може бити веома значајна за испољавање овог својства. Међутим, током четири године експеримента утврђено је да садржај сунцокретовог уља није био под утицајем микро климе нити временских прилика које се могу окарактеристи као различите током трајања експеримента. Такође, ни смена кратотрајних периода аридних и хумидних услова током године није значајно утицало на параметар садржај уља у семену који се показао као веома стабилан како у здруженој сетви тако и у контроли.

Поред приноса уља ($t\ ha^{-1}$) код уљаних хибрида, **принос семена** ($t\ ha^{-1}$) је главни циљ производње сунцокрета. Принос семена као комплексан агрономски показатељ је условљен интеракцијом многобројних фактора, као што су број биљка по јединици површине, маса хиљаду семена, број пуних семена по главици, пречник главице и поштовање агротехнике, тако да свако одступање било ког од ових фактора утиче на реализацију планираног приноса семена. У нашем истраживању, на принос семена сунцокрета значајно (негативно) је утицало здруживање свих хибрида са грахорицом, као и комбинација хибрида Дукат са луцерком и црвеном детелином. Истраживања Kandel et al., (1997) су показала да, када се сеју истовремено са сунцокретом, легуминозе као што су длакава грахорица (*Vicia villosa* Roth), жути кокотац (*Melilotus officinalis* Lam.) и луцерка (*Medicago sativa* L.) утичу на значајно смањење принос семена сунцокрета. Слично нашем истраживању, Yong and Shahrajabian (2017) установили су смањење приноса овса у здруженом усеву са грахорицом. Caballero et al. (1995) и Lithourgidis et al. (2007) у својим истраживањима смеше грахорице са стрним житима су показали да је принос опадао са повећањем удела грахорице, са разликом да Lithourgidis et al. (2007) истичу да промена у уделу грахорице није утицала на остварени принос. То генерално потврђује идеју о повећању приноса

гајењем усева у здруженој сетви у поређењу са чистим усевима нарочито ако је један од здружених усева легуминоза и када се производња обавља у условима ниже плодности земљишта (Bedoussac et al., 2015). У својим истраживањима Ćurina et al. (2011) указују да је потребно наћи компромис између сетвене норме и жељеног приноса и квалитета и наводе да је бољи ефекат на параметре подусева постигнут са мањом сетвеном нормом надусева. Будући да је Дукат хибрид краће вегетације, овај резултат је вероватно настао због конкуренције за светлост, влагу, простор и хранљиве материје у првом делу вегетационог периода, што се није могло надокнадити због кратког периода вегетације овог хибрида. Приноси семена хибрида НС Грицко и Рими ПР нису били значајно смањени приликом здруживања са луцерком. Nasar et al. (2020) утврдили су да је у здруженом усеву кукуруза са луцерком примећено повећање приноса семена кукуруза у односу на принос који је добијен у чистом усеву кукуруза у условима прихране N. Насупрот томе, статистички значајне разлике између приноса семена кукуруза у здруженом и чистом усеву нису пронађене у случајевима када није било додавања N ђубрива (Nasar et al., 2020). Истраживања Kandhro et al. (2007) која су обухватила здружену сетву сунцокрета и мунг пасуља (*Vigna radiata*) нису показала значајне разлике у приносу код сунцокрета у поређењу са чистим усевом. Salama et al. (2022) сматрају да одређене легуминозе, као што је *Vigna unguiculata* L. walp. у случајевима изостанка или неадекватне количине и распореда минералног азота у земљишту, биолошком фиксацијом неће фиксирати довољне количине азота за систем у ком се налазе, приликом чега ће доћи до конкуренције биљака за овим елементом, што има за последицу конкуренцију између кукуруза и вигне. НС Грицко је хибрид конзумног типа са најробуснијом архитектуром биљке у односу на друга два, те добром конкурентском способношћу, тако да здруживање са црвеном детелином није значајно умањило његов принос семена. Olowe and Adebimpe (2009) су такође навели да су просечни приноси семена сунцокрета у здруженој сетви са сојом били слични приносима чистих усева, вероватно због повећане продуктивности појединачних биљака у условима здружене сетве. У већ поменутом истраживању Kandel et al. (1997) утанољено је такође да је грахорица посејана у истом року када и сунцокретом смањила број пуних семена по главици

сунцокрета у поређењу са контролом што је у складу са нашим истраживањем. С обзиром да је број пуних семена по главици у директној корелацији са приносом семена (Hladni et al., 2016), било је очекивано да ће на ово својство, као и на принос семена хибрида Дуката, утицати интеракције са грахорицом. Такође, резултати наших истраживања су у складу истраживањима Dowling et al., (2021) који тврде да поред комбинације врста и начина здруживања на крајњи принос семена сунцокрета утиче и моменат сетве одабраних врста у здруживању. Обзиром на могућу конкуренцију између врста и негативан утицај легуминоза на сунцокрет, као главну врсту, у почетним фазама развоја, сетва свих врста у случају овог истраживања била је истовремено. Утврђена је значајна позитивна корелација између приноса семена по хектару и приноса семена по главици што је било и очекивано с обзиром да принос по главици директно утиче на принос по хектару.

Маса хиљаду семена је једна од главних компоненти приноса, а оплемењивање у правцу повећање масе хиљаду семена доводи до директног повећања приноса семена (Hladni et al., 2016). Маса 1000 семена у систему здружене сетве и чистог усева није се значајно мењала, што је потврђено и у сличним истраживањима код кукуруза (Akter Sui et al., 2022). Чињеница да интеракција сунцокрета са легуминозама није значајно утицала на ову особину веома је важна како за уљане тако и за хибриде конзумног типа. Оно што је примећено јесте да је маса 1000 семена код хибрида Рими ПР била већа (не и статистички значајна) у 2017. и 2018. години на третману са грахорицом у односу на остале комбинације и контролу, што није био случај у наредне две године истраживања. Поред генотипа и позиције на глави маса 1000 семена у великој мери зависи и од услова спољне средине, а нарочито од густине склопа и минералне исхране (Хладни, 2007). Према Marinković et al. (2003) на масу 1000 семена утичу и влажност земљишта, температура и релативна влажност ваздуха, бонитет земљишта и сл. У спроведеном истраживању које подразумева диверзификовани систем са великим утицајем врста једне на другу, густином склопа свих биљака, количином асимилваног азота од стране легуминоза, временским условима, хетерогеношћу парцеле и другим факторима у датом

вегетационој сезони, долази до изражаја чињеница да свеукупни утицај на дату особину у великој мери утиче свака вегетациона сезона појединачно, као и агротехника у истој. Вегетациона сезона има велики утицај на динамику спровођења планираних агротехничких мера приликом извођења огледа, а временски услови директно утичу на исте, па се може сматрати да је сама технологија производње у директној интеракцији са временским условима у одређеној сезони. Поменута интеракција може имати појединачан, али и кумулативан ефекат на испитиване параметре (Војнов, 2022). Имајући у виду напред наведено, током сваке вегетационе сезоне посебна пажња је била посвећена извођењу агротехничких мера у оптималном року, а све у циљу смањења утицаји неконтролисаних фактора, односно давању акцента на ефекте испитиваних третмана. Разлике које се описују као ефекат године, а односе се на агроколошке услове који владају у току одређене вегетационе сезоне као и агротехничке мере које се изводе, интегрални део добијених резултата.

7.2. Биомаса легуминоза и особине везане за биомасу у години заснивања и години експлоатације

Поред многих дефиниција здружена сетва може се описати и као еко-функционални систем гајења који доприноси продуктивности производног система и квалитетнијем искоришћењу земљишних и других ресурса, уз предуслов примене адекватне технологија производње. У системима здружене сетве узгој легуминоза има тенденцију да буде од користи за главне усеве јер легуминозне врсте уносе велике количине азота у земљиште и на тај начин доприносе позитивним ефектима на принос семена друге врсте (Rosner et al., 2018).

Без обзира на то што су црвена детелина и луцерка вишегодишње врсте, које свој потенцијал достижу од друге године важне су и њихове **агрономски најзначајније особине у години заснивања. Свежа надземна биомаса**, као главна особина за експлоатацију у другој години, формира се у зависности од развоја биљака у години заснивања. Нарочито је важно да се реализује жељени

слоп. У нашим истраживањима међуусева са сунцокретом луцерка и црвена детелина, због истовремене сетве, су имале измењене светлосне и топлотне уселове као и водни-топлотни режим земљишта. Последишно, утврђен је нижи принос биомасе у другој години код луцерке за 30% а код црвене детелина за приближно 40% у односу на чист усев. Овај разлика се може објаснити као резултат гажење приликом жетве сунцокрета и манипулације радним машинама али и континуираног нарушавања склопа током узорковања и реализације огледа. Разлика између свеже биомасе је нарочито изражена у трећем откосу што је може приписати интензивнијој појави корова. Свежа биомаса црвене детелине током 2018. године била је на истом нивоу значајности у чистом и здруженом усеву са сва три хибрида, док се током осталих година понашала нешто другачије. До сличног закључка су дошли и Ergon and Bakken (2022), који тврде да црвена детелина не показује разлике у приносу биомасе у прве две године од сетве када се гаји у здруженој сетви са травама или када се гаји као чист усев. Током 2019. биомаса црвене детелине у интеракцији са хибридом НС Грицко, била је такође на истом нивоу значајности са контролом, док је током 2020. ово случај са интеракцијом црвене детелине × Дукат и црвена детелина × Рими ПР, што показује снажан утицај услова производње на стварање биомасе црвене детелине. У години заснивања биомаса луцерке у контроли била је на истом нивоу значајности са биомасом луцерке у здруженом усеву луцерке и сунцокрета што даље потенцијално резултира задовољавајућом биомасом у години експлоатације ове биљке као извора сточне хране, како су утврдили и други аутори (Dowling et al., 2021). Одређено одступање уочено је у 2019. години, што је резултат деловања неповољног распореда падавина и нешто слабијег ницања и развоја. Можемо закључити да су на принос биомасе утицали и хибрид са којима је легуминоза здружена као и услови средине. Ови резултати су у сагласности са резултатима истраживања других аутора који закључују да биомаса вишегодишњих легуминоза у великој мери зависи од друге биљне врсте у здруженом усеву, али и услова средине у првом делу вегетације (Бујић, 2017; Raseduzzaman and Steen Jensen, 2017; Maitra et al., 2021).

Било да се ради о гајењу крмних врста у чистој сетви или здруженом усеву број изданака по биљци је веома битан морфолошки показатељ (Naydenova et Vasileva, 2015; Вујић, 2017). Како наводе Vasiljević et al. (2010) код крмних биљака број изданака по биљци је значајан показатељ квалитета и приноса. **Број изданака по биљци и висина усева** су особине које су се понашале слично као и свежа надземна биомаса, што је било за очекивати с обзиром да су у позитивној корелацији (Катић, 2001). Обе особине биле су значајно виших нумеричких вредности у чистом усеву у односу на здружени усев црвене детелине са сунцокретом. Што се тиче испољавања ових особина код луцерке, приликом здруживања са хибридом НС Гричко понашале су се исто као и свежа надземна биомаса, међутим висина усева приликом здруживања са хибридом Дукат била је виша у односу на здруживање са друга два хибрида, док је у контроли значајно виша у односу на здружену сетву што је било за очекивати обзиром на изостанак конкуренције за светлост. Такође, хибрид Дукат карактерише „најоскуднија“ биомаса те је подусев приликом здруживања са овим хибридом добио више светлости у односу на здружену сетву са друга два хибрида. Што се тиче броја изданака по биљци, значајно веће вредности утврђене су у контроли у односу на здружену сетву са сва три хибрида, док је свежа надземна биомаса луцерке била на истом нивоу значајности у свим третманима. Добијене резултате можемо тумачити добром способношћу луцерке да се регенерише у повољним временским условима и да формира већу свежу надземну биомасу у односу на број изданака по биљци, али и као последицу нешто слабијег развоја црвене детелине под утицајем конкуренције.

Вишегодишње легуминозе попут луцерке и детелине у агроколошким условима РС могу се заснивати у јесен или пролеће. Приликом јесење сетве крмне легуминозе остварују већи принос у односу на пролећни рок услед споријег почетног развоја и интензивног развоја коровских врста у овом периоду. Међутим, проређивање услед недостатка влаге и често виших температура изражено је приликом сетве у јесењем у односу на пролећни рок. Здружена сетва ових врста са сунцокретом омогућила би више откоса у односу на пролећну сетву чистог усева легуминоза, обзиром да је усев легуминоза заснован сезону раније.

Теоретски је могуће имати и једно кошење легуминоза на крају вегетације после скидања сунцокрета. У другој години живота, односно години када се усеви луцерке и детелине у потпуности искоришћавају, присуство надусева односно сунцокрета у првој години је имало утицај на остварени принос свеже и суве биомасе. **Принос суве и свеже биомасе луцерке и детелине у другој години од заснивања** није био под значајним утицајем године када поредимо укупну биомасу у сва три откоса, сем у случају чистог усева црвене детелине 2020. године, када је биомаса ове врсте била значајно нижа у односу на претходне две године. Такође наша испитивања су показала да није неопходно ђубрење вишегодишњих легуминоза због развијеног коренов система и активне фиксације азота. Овакви резултати током 2020. могу се објаснити чињеницом да су април и мај били веома суви што је утицало на смањење приноса црвене детелине у односу на претходне године обзиром да је ово врста којој су потребне веће количине падавина при чему је распоред падавина током вегетације од великог значаја за постизање високих приноса биомасе ове врсте. До сличних закључака дошли су и Бараћ и сар. (2011) у својој студији. У 2018. и 2020. години свежа биомаса луцерке у комбинацији са сунцокретом и црвене детелине у комбинацији са сунцокретом у првом откосу била је значајно мања него 2019. године, док је у другом откосу било обрнуто, што може да се објасни мањком падавина током маја 2019. године које су надокнађене у току јуна. Иако здруженом сетвом сунцокрета са легуминоза добијамо знатно већу искоришћеност парцеле, на овај начин долази и до значајног утицаја сунцокрета на легуминозе, које се због засене након затварања склопа сунцокрета нешто слабије развијају у односу на чист усеви легуминоза, те су и приноси нижи. У нашем истраживању свежа биомаса луцерке и детелине здружених са сунцокретом у првом откосу била је на истом нивоу значајности, док су вредности свеже биомасе у обе комбинације у односу на чисте усеви значајно ниже. Слично су закључили и Ćurina et al. (2011) у истраживању здружене сетве легуминоза приликом производње сточне хране. У другом и трећем откосу комбинација луцерке са сунцокретом дала је значајно веће вредности свеже биомасе у односу комбинацију црвена детелина × сунцокрет. Поред тога принос свеже биомасе у комбинацији луцерка × сунцокрет у трећем

откосу значајно је виши и у односу на чист усев црвене детелине, што можемо приписати чињеници да црвена детелина сушу и високу температуру слабије подноси, што значајно ограничава број квалитетних откоса ове културе. Веома је значајно нагласити да производне особине луцерке и детелине значајно зависе од тога како подоносе засењивање у поједним фазама раста и развоја, са друге стране у којој мери микроклима која се ствара унутар склопа (температура, релативна влажност) доприноси њиховом развоју. Миладиновић (2001) у свом истраживању закључује да су за постизање добрих приноса црвене детелине распоред падавина и повољне температуре током раста и развића (до 20 °C) од нарочитог значаја, те су резултати трећег откоса до којих смо дошли у истраживању били очекивани. Наиме, луцерка је у односу на црвену детелина отпорнија на сушу и високе температуре па се виши приноси током трећег откоса чак и у здруженој сетви у односу на чисту детелину очекивани. Укупан принос суве масе луцерке у комбинацији сунцокрет × луцерка значајно је већи у односу на принос суве масе црвене детелине у комбинацији сунцокрет × црвена детелине, а на истом је нивоу значајности са сувом биомасом чистог усева црвене детелине. Можемо закључити да је из аспекта производње крме комбинација сунцокрет × луцерка, у све више измењеним агроеколошким условима Војводине са већим просечним температурама током лета и топлотним таласима, погоднија у односу на производњу детелине чак и у чистом усеву.

7.3. Индекс лисне површине и индекс ефикасности коришћења земљишта у систему здружене сетве сунцокрета са легуминозама

Индекс лисне површине (LAI) један је од најчешће коришћених индекса за описивање надземне биомасе усева, који је користан за разумевање комплексне улоге исте, јер се многе размене енергије у биосфери и атмосфери дешавају на површини листа. Фотосинтетски капацитет биљке сунцокрета дефинисан је, између осталог и, индексом лисне површине као и динамиком промене овог индекса током вегетационог периода, док је фотосинтеза директно одговорна за накупљање храњивих материја, те приноса. У нашем истраживању утврђена је значајна позитивна корелација између приноса семена сунцокрета и LAI Па и LAI

Пб код комбинација здружене сетве сунцокрета са црвеном детелином, луцерком и у контроли. Поред тога, принос семена и LAI I су у позитивној корелацији у комбинацији здружене сетве сунцокрета са луцерком. Овакви резултати у складу су са истраживањима Peró and Novák (2016) који су установили значајне позитивне корелације између LAI индекса и приноса сунцокрета. Значајне негативне корелације између испитиваних индекса и приноса семена сунцокрета нису уочене током 2019., док је у 2020. уочена значајна негативна корелација између приноса и ExR вегетационих индекса приликом здруживања сунцокрета са луцерком, као и у контроли. Вујић (2017) је у свом истраживању производно-квалитетних особине еспарзете (*Onobrychis sativa* L.) у условима здружене сетве установила високо значајну негативну корелацију између приноса суве материје и индекса лисне површине.

Производња широкоредних усева, као што је сунцокрет, омогућава гајење комплементарних ускоредних култура краће вегетације и нижег хабитуса унутар редова међутим такве праксе код нас нису у довољној мери истражене а нега широкоредних усева усмерена је на заштиту (корови, болести). Обзиром да у нашим агроеколошким условима не постоје поуздани и релевантни подаци којима би се руководили приликом дизајнирања огледа здружене сетве сунцокрета са грахорицом, црвеном детелином и луцерком, одабран је адитивни модел здруживања усева, што значи да су и сунцокрет и легуминозе посејане са 100% оптималне густине сетве. Сходно томе, претпоставка је била да ће појединачни чисти усеви, посејани при оптималној (100%) густини склопа за сваки, бити значајно продуктивнији у погледу приноса семена и биомасе у поређењу са истим усевима у здруженој сетви. Такође пошло се од претпоставке да здруживање сунцокрета са легуминозама може имати супресиван ефекат на легуминозе када је у питању реализација планираног склопа па је 100% оптималне густине требало да осигура пожељан склоп за оба усева. Сходно наводима испред, резултати истраживања представљени су и модификованим **индексом ефикасности коришћења земљишта (LER_{max})** који за циљ има приказ укупне искоришћености земљишта односно приказ укупних приноса врста из здружене сетве са одређене површине парцеле. С обзиром да је одабрана комбинација усева

обухватала сунцокрет као једногодишњу и црвену детелину и луцерку као вишегодишње врсте стандардан LER индекс је модификован у LERmax индекс који означава принос семена сунцокрета у првој и свеже биомасе легуминоза (три откоса) у другој години. Анализом ефикасности коришћења земљишта и укупног приноса у нашем истраживању установљено је да су LERmax вредности у здруженој сетви сунцокрета и црвене детелине као и сунцокрета и луцерке биле веће од један, што је указивало на предност здружене сетве ових врста у односу на чисте усеве обе врсте. Највеће LERmax вредности (1,6) добијене су приликом здруживања хибрида НС Грицко и Рими ПР са црвеном детелином, што указује на повећање приноса од 60% у односу на чисте усеве, односно чињеницу да би за остварење оваквих приноса у чистим усевима требало 60% више површине. Повећање укупних приноса у систему здружене сетве, потврђено високим LERmax вредностима, је последица комплементарног коришћења надземних и подземних ресурса. Сличне резултате установили су Coll et al. (2012) као и Echarte et al. (2011) приликом здруживања сунцокрета са сојом, као и Muhammad et al. (2011) приликом здружене сетве сунцокрета и вигне (*Vigna unguiculata*). Можемо закључити да је примењени модел здружене сетве повећао укупну ефикасност коришћења ресурса током периода вегетације оба усева. Такође утврђено је да примењени склоп са којим је рађено истраживање (100% оптималне густине биљка) прихватљив и препоручљив у пракси.

7.4. Утицај система здружене сетве на одабране особине земљишта

Земљиште представља кључни ресурс за успостављање и очување услуга које пружају агроекосистеми. **Основна хемијска својства земљишта** су један од најважнијих показатеља стања у којем се земљиште налази, као и промена које настају у дужем временском периоду. Дакле хемијска својства земљишта, директно и индиректно, одређују ниво и динамику исхране сунцокрета у свим видовима производње, па и здруженој сетви. Изразито ниске или високе вредности рН земљишта могу да се јављају као резултат лошег руковања парцелом, те се тако пуферна способност смањује уколико се жетвени остаци

уместо заоравања износе, а не уноси се стајњак или друга ђубрива органског порекла (Ћирић, 2014). Кисела реакција земљишта такође утиче на и формирање хумуса, као и на доступност хранљивих материја за биљке, што директно утиче и на принос као и производњу биомасе. Најважније својство земљишта које описује његову погодност за биљну производњу јесте плодност земљишта. Плодност земљишта се најчешће везује за квалитет земљишта који је шири појам. Отуда праћење квалитета земљишта представља главни индикатор процеса који указују на ефекте гајења здружених усева. За потребе ових истраживања основна хемијска својства су разматрана као један од главних показатеља плодности и параметер који може да послужи за поређење са другим, сличним истраживањима у нашим или сличним агроколошким условима. Почетне вредности рН земљишта пре заснивања огледа у нашем истраживању биле су у просеку 7,05 у КС1 и 7,94 у Н₂О, у површинском слоју земљишта. Поређењем измерених вредности у површинском слоју утврђен је просечан ниво рН земљишта од 6,94 у КС1 и 7,99 у Н₂О приликом здружене сетве сунцокрета са грахорицом, док су вредности у слојевима од 20-40 cm биле 6,84 у КС1 и 7,75 у Н₂О, а у слоју од 40-60 cm биле 7,37 у КС1 и 8,28 у Н₂О. Приликом здружене сетве сунцокрета са црвеном детелином вредности у површинском слоју биле су 6,97 у КС1 и 7,90 у Н₂О, док су вредности у слојевима од 20-40 cm биле 7,15 у КС1 и 8,07 у Н₂О, а у слоју од 40-60 cm биле 7,45 у КС1 и 8,34 у Н₂О. Поређењем измерених вредности установљених приликом здружене сетве сунцокрета луцерком утврђен је просечан ниво рН земљишта који је у површинском слоју износио 7,04 у КС1 и 8,02 у Н₂О, док су вредности у слојевима од 20-40 cm биле 7,17 у КС1 и 8,12 у Н₂О, а у слоју од 40-60 cm биле 7,42 у КС1 и 8,30 у Н₂О. У контролној варијанти вредности у површинском слоју биле су 7,04 у КС1 и 7,95 у Н₂О, док су вредности у слојевима од 20-40 cm биле 7,08 у КС1 и 8,02 у Н₂О, а у слоју од 40-60 cm биле 7,42 у КС1 и 8,08 у Н₂О. Просечне вредности по дубини се повећавају од површине земљишта према дубини профила. Можемо закључити да је кисела реакција особина земљишта која није била под значајним утицајем здружене сетве сунцокрета са легуминозама, те да су рН вредности у КС1 биле око 7 осим у случају здруживања са грахорицом где су биле нешто ниже, а најмање вредности рН у Н₂О уочене су

приликом здруживања сунцокрета са грахорицом у слоју од 20-40 cm. Већина легуминоза ослобађа карбоксилне киселине које растварају фосфате јона из везаних облика као што су фосфати калцијума и гвожђа који су иначе недоступни биљкама и непокретни у земљишту (Mikić et al., 2015). Ови процеси су до одређене мере саморегулациони, те што је нижа концентрација фосфора у земљишту, више се ослобађа киселина, што је у складу са резултатима наших истраживања. Sparling et al. (1999) наводе да кратотрајно додавање легуминоза може утицати на повећање вредности рН земљишта што се доводи у везу са киселошћу њиховог пепела и ослобађањем амонијума после разградње. Међутим дугорочна промена рН вредности земљишта не може се очекивати на земљишту типа чернозем које има добру пуферну способност. До сличних закључака долазе и Tang and Yu (1999) на киселим земљиштима доводећи у везу промену рН вредности са концентрацијом органских ањона у биљним остацима, поченој вредности рН и количини биљних остатака. Ferguson et al. (2013) сматрају да легуминозе имају способност да усвајају веће количине калцијума и магнезијума и да врше секрецију OH^- кореном чиме се директно утиче рН ризосфере.

Највећи део неорганског угљеника земљишта чини CaCO_3 чији садржај у земљишту указује на промене које су настале у том земљишту, повољно утиче на структуру земљишта, пре свега коагулацијом колоида као и на рН реакцију земљишта изазивањем благо алкалне реакције која је оптимална за раст и развиће већине усева (Шеремешкић, 2011). Процес миграције карбоната је веома спор и траје више стотина година, те се његов садржај у земљишту врло споро мења. Међутим мелиоративном обрадом или гајењем легуминоза које повећавају ниво CO_2 и јона H^+ долази до растварања калцита у кречним земљиштима и промена у садржају CaCO_3 (Mubarak and Nortcliff, 2010). Почетне вредности садржаја CaCO_3 у површинском слоју пре заснивања огледа у нашем истраживању биле су у просеку 1,06%, док су током 2019. биле 1,67%. Исту годину карактеришу просечно ниже температуре и већа сума падавина током маја месеца. Током анализе података установљено је да су значајно мање вредности у слоју 0-20 cm уочене приликом здруживања сунцокрета са грахорицом и црвеном детелином, док су значајно више вредности уочене приликом здруживања сунцокрета са

црвеном детелином и то у слоју од 40 до 60 cm. Садржај CaCO₃ се повећавао са дужином земљишног профила, а контролна варијанта има најмање варирања садржаја CaCO₃. Уопштено говорећи може се констатовати да се парцела на којој је изведен оглед према садржају CaCO₃ карактерише као слабо кречна или врло слабо кречна односно да се ради о бескарбонатном типу чернозема. Садржај CaCO₃ равномерно се повећава са дужином и вредности карбонатности земљишта у дубљим слојевима одговарају овом подтипу чернозема.

Поређењем садржаја лакоприступачног фосфора у земљишту, може се констатовати да не постоје статистички значајне разлике у његовом садржају за слој 0-20 cm али и поређењем вредности које су добијене и за остале слоје. Овакав резултат указује на хомогеност испитиваног земљишта на одабраној парцели и потврђује хипотезу да здруживањем усева неће доћи до значајнијег губитка хранива у односу на чист усев сунцокрета. Опште је познато да је фосфор елемент који је слабо покретан у земљишту те није за очекивати да његов садржај буде значајно повишен у једном слоју земљишта у поређењу са другим, осим у случајевим интензивног наводњавања и апликације стајског ђубрива (Ojekanmi et al., 2011). Разлике у садржају лакоприступачног фосфора биле су незнатне у свим слојевима земљишта, посебно код здружене сетве сунцокрета и црвене детелине, где су сви слојеви имали подједнак садржај. Међутим истраживања Mat Hassan et al. (2012) указују да у земљиштима са нижим садржајем присушног фосфора легуминозе могу да мобилишу мање лабилне форме фосфора што говори у прилог њиховом здруживању са сунцокретом. Овакве резултате можемо објаснити тиме да црвена детелина може побољшати принос, усвајањем фосфора, само у случајевима где је земљиште богато фосфором, на сиромашнијим земљиштима и земљиштима са високим процентом влаге (Џурић et al., 2007). Добијени резултати указују и на чињеницу да иако је ниво фосфора у земљишту био низак није се значајније одразио на принос сунцокрета и формирање биомасе легуминоза. Претпоставка је да су биљке имале добро развијене латералне коренове и коренчиће којим су обухватиле довољан запремину земљишта и да је коренов систем био довољно моћан да продире у дубље слојеве земљишта.

Примећено је да здружена сетва сунцокрета и грахорице и здружена сетва сунцокрета и црвене детелине износе значајно више лакоприступачног калијума из земљишта у односу на здружену сетву сунцокрета и луцерке или самог сунцокрета. На основу закључака Lissbrant et al. (2009) да луцерка не реагује високим приносом на повећане количине калијумових ђубрива, може се закључити да је и изношење лакоприступачног калијума из земљишта са луцекром и сунцокретом, мање него са сунцокретом у здруженој сетви са другим легуминозама. Како је ниво калијума у земљишту био висок (сунцокрет × грахорица) или врло висок, обезбеђеност земљишта калијумом се није значајније одразила на пораст сунцокрета и висину приноса. Такође треба нагласити да је по дубини профила код свих варијанти ниво обезбеђености овим елементом оптималан што пре свага произилази из карактеристика саме парцеле односно земљишта на којем је рађено испитивање и повољан механички састав (30% глине).

Поред хемијских, **физичке особине** су такође од значаја за повољан утицај на усев. Физичка својства земљишта су под великим дејством многобројних антропогених фактора у оквиру технологије производње одређеног усева. Физичка својства директно или индиректно утичу на водни, ваздушни и топлотни режим земљишта. Поред тога многа од њих су веома динамична и пролазе кроз промене током вегетације, година и деценија. Физичка својства истовремено служе и као показатељ његове плодности јер омогућавају испољавање/реализацију хемијских карактеристика. Земљишта формирана на лесу, као што је чернозем иловастог механичког састава на ком је вршено истраживање, имају висок потенцијал за плодност. Промена начина обраде и коришћења земљишта позитивно утичу на залихе и распоред угљеника, чему додатно доприноси тип и текстурна класа (Belić et al., 2013) која је у случају нашег истраживања окарактерисана као иловаста глина. Највећи садржај крупног песак утврђен је на контролној парцели и то на дубини од 20-40 cm (1,047%), а најнижи је у комбинацији здружене сетве сунцокрета са грахорицом и то на дубини од 40-60 cm (0,403%). Садржај ситног песака највећи је у комбинацији здружене сетве сунцокрета са грахорицом и то на дубини од 20-40 cm (38,33%), а

најнижи је у комбинацији здружене сетве сунцокрета са црвеном детелином и то на дубини од 40-60 cm (36,88%). Што се тиче садржаја праха, вредности су биле највеће у здруженој сетви сунцокрета са црвеном детелином (32,91%) на дубини од 40-60 cm, а најмање приликом здружене сетве сунцокрета са грахорицом на дубини од 0-20 cm (31,32%). Вредности садржаја праха биле су највеће на контролној парцели на дубини од 40-60 cm (30,15%), а најмање у ораничном слоју контроле (28,82%). Генерално се може уочити релативно хомоген механички састав када се пореде различите комбинације здружене сетве што је било за очекивати обзиром да је ово показатељ који се мења током дужег низа година. Земљишта глиновите текстуре су често сабијена, а промене нумеричких показатеља запреминске масе земљишта веома често су узроковане механичким сабијањем те често доста варирају током годин (Гајић et al., 2009). Машине коришћене приликом гајења усева готово увек неповољно утичу на карактеристике земљишта резултирајући деградираним вредностима запреминске масе, погоршању водног и ваздушног режима те смањењу приноса (Ћирић, 2014). Поред тога, наводњавање, исушивање и контракција, слегање и консолидација земљишта, такође доводе до варирања вредности запреминске масе током године. Вредности запреминске масе остале су непромењене, док су вредности сабијености биле боље у здруженој сетви у односу на контролу. Током истраживања утврђено је да је најмањи отпор тла продирању конуса (Cone index) измерен на голом земљишту (2,1) што је било очекивано обзиром да ово земљиште није обрађивано тешким машинама током вегетације, док је највећа вредност овог параметра добијена приликом здружене сетве сунцокрета са луцерком (3,5). Најмања вредност специфичног отпора у површинском слоју утврђена је код здружене сетве луцерке и сунцокрета (2,70 МПа), док је повећана сабијеност у слоју од 20-40 cm од 4,70 МПа односно 4,40 МПа установљена приликом здружене сетве сунцокрета са грахорицом и црвеном детелином. Овакви резултати могу се приписати вретенастом кореновом систему луцерке који прожима и рахли земљиште. Чист усев грахорице показао је најмање вредности специфичног отпора у површинском слоју (0,92 МПа), са благим повећањем у дубљим слојевима земљишта. На основу наведеног може се

закључити да легуминозе попут луцерке са погодним типом корена који повољно делује на земљиште, могу превентивно, у плодореду или здруженом усеву, утицати на смањење сабијености земљишта. С тога је неопходно више пажње посветити одабиру одговарајућих биљних врста различите коренске архитектуре и потреба за водом, што ће утицати на смањење сабијености и поправку физичких својстава земљишта уопште.

Многобројне студије су потврдила да је садржај органске материје под великим утицајем човекових активности у оквиру агрокосистема. Промена концентрације органске материје у земљишту са аспекта одрживости постојећег нивоа пољопривредне производње није у потпуности разјашњена (Шеремешкић, 2011). Садржај органске материје у површинском слоју земљишта пре почетка огледа је био 3,13% што је на граници између сиромашних земљишта и земљишта добро обезбеђених хумусом (Sekulić et al., 2010), док су се вредности у овом слоју током извођења огледа кретале од 3,51% (контрола) до 3,71% (сунцокрет × црвена детелина). У слоју од 20 до 40 cm најмање вредности су такође измерене на контроли а највеће у здруженој сетви сунцокрета са луцерком и детелином, међутим оне су се кретале у распону од 3,21 до 3,28% што указује да није било значајних разлика. У слоју од 40 до 60 cm вредности органске материје су опале у односу на претходна два слоја. Најниже вредности органске материје у овом слоју су забележене у комбинацији сунцокрета са детелином (2,21%) а највеће у комбинацији са грахорицом (2,69%). С обзиром на велику количину зелене биомасе која се ствара током вегетације, може се претпоставити да је повећање органске материје односно хумуса у површинском слоју у односу на почетно стање постигнуто захваљујући здруживању сунцокрета са легуминозама. Поред тога овакав систем доводи и до смањења ерозије земљишта и губитка хранива, као и повећања микробиолошког диверзитета (Kocira et al., 2020). Различити начини управљања земљиштем често доводе до великих разлика у залихама органског угљеника у земљишту, док опадање његовог садржаја у већини земљишта настаје као последица ширења и интензификације пољопривредне производње (Видојевић и сар., 2021). Иако се ради о релативно кратком периоду, у нашим истраживањима установљено је да здружена сетва није значајно утицала на садржај органског

угњеника у земљишту. Важно је напоменути да због изузетног значаја органске материје за сва својства земљишта сматра се да очување постојећег нивоа представља задовољавајући резултат док је њено повећање у краћем року веома ретко у пракси. Шеремешкић (2011) наводи да за промене укупног садржаја органске материје је потребно време које се мери у декадама чак и када се врши интензивно ђубрење стајањакком. У нашим агроколошким условима главни агенс промене укупно органске материје је обрада и начин управљања биљним остацима. Узимајући у обзир да се стабилизација ОМ на истраживаним парцелама налази на нивоу 3,5% и да постоји релативно висок ниво глине у земљишту добијени су очекивани резултати који су ускладу са ранијим истраживањима. Упоредна анализа Narchegani-Kiani et al. (2019) је такође показала да различити начини коришћења земљишта, као и различите производне праксе нису показале значајне ефекте на SOC. Због очекиване и утврђене стабилности укупне органске материје у земљишту садржај разних резервоара лабилне органске материје која је са њом повезана испољио се слично. Резервоари органске материје који се идентификују као лабилна фракција укључују: честичну органску материју (ПОМ), угљеник микробиолошког порекла (МВС), растворљиви угљеник (ДОС), потенцијално минерализујући угљеник (РМС) и екстраховани угљеник у топлој води (НВОС) (Haunes, 2005). Веће концентрације угљеника растворљивог у топлој води утичу на садржај стабилне органске материје, али и на свеукупне процесе те и биогеност земљишта (Šeremešić and Ćirić, 2022). Резултати наших истраживања садржаја органског угљеника растворљивог у топлој води указују на значајан допринос године и слоја, али и њихову интеракцију у испољавању зависне варијабле. Лабилна органска материја земљишта је најдинамичније складиште органског угљеника јер је у највећој мери биолошки активна и под највећим утицајем земљишних процеса и примењене агротехнике (Dolijanović et al., 2022). НВОС је у површинском слоју значајно виши био током 2018. и 2019. године у односу на 2017. у комбинацији сунцокрета са грахорицом, док је у комбинацији сунцокрета са црвеном детелином значајно виши у оба испитивана слоја у току 2018. у односу на 2017. и 2019. годину. Вредности овог показатеља код комбинације сунцокрет × луцерка у слоју од 0 до 20 cm значајно су веће

током 2018. у односу на 2017. и 2019. годину. Контролни третману оба слоја такође је показао значајно више вредности током 2018. и 2019. у односу на 2017. годину. С обзиром да су НWOC фракције слободне, лако минерализујуће материје органског порекла од корена биљака, микроорганизама, аминокиселина и др., повећање надземног диверзитета доводи и до промена у лабилној фракцији органске материје. На основу тога можемо да закључимо да је утицај здружене сетве евидентан, шта више и очекиван. До сличних закључака су дошли у свој мета-анализи Guorui et al. (2023) наводећи да укључивање легуминоза у систем ратарења доводи до повећања свих облика лабилне органске материје. Добијени резултати такође потврђују чињеницу да је органски угљеник растворљив у топлој води показатељ који је веома осетљив на антропогене промене које се дешавају у агроекосистемима. Истовремено се може констатовати да је 2017. година карактерисала аридним условима што је резултирало мањим вредностима овог параметра у односу на 2018. и 2019. годину. Вредности односа НWOC : SOC током истраживања испољиле су се слично као претходно својство, што је у складу са наводима Gregorich et al. (2003) у својим истраживањима потврђују да су оба својства под великим притисцима у току године. НWOC : SOC вредности такође су биле најниже током 2017. године, односно у контроли у односу на све три комбинације здружене сетве. Садржај укупног азота је био без статистички значајних разлика код свих система гајења међуусева и сунцокрета по свим дубинама. Сматра се да је фиксација и усвајање азота код легуминоза било једнако, што су закључили и Yang et al. (2021) у својим истраживањима, при чему је установљено да поједине легуминозе међу којима су грахорица и црвена детелина, садрже у свом стаблу веће количине азота. Стабилна органска материја чини „складиште“ хранљивих елемената, делује на физичка својства земљишта и водно-ваздушни режим (Bogdanović et al., 2010).

Поред хемијских и физичких својстава земљишта методе за процену квалитета земљишта су повезане и са **микробиолошким карактеристикама** истог. Обиље и разноврсност група, врста и заједница микроорганизама, одсуство или присуство истих, може указивати на „здравље“ земљишта, а од најбитнијих су микроорганизми типа *Azotobacter*-а одговорни за конверзију атмосферског азота

(N₂) у неорганске облике које асимилију биљке (NO₃⁻/NH₄⁺) (Cotta et al., 2014.). Вредности рН земљишта утичу и на доступност хране за земљишне организме, а кисела земљишта и смањен садржај органске материје неповољно утичу на раст и развиће *Azotobacter*-а, док неутрална земљишта која су добро обезбеђена органском материјом пружају повољне услове за микробиолошку активност (Baretta et al., 2011). Највећи утицај на бројност *Azotobacter*-а у земљишту имали су услови средине у току вегетационог периода, те је уочено велико варирање његове бројности по дубини и третману. Бројност на дубини од 0-30 cm значајно је већа у комбинацији сунцокрета са луцерком (30,03) као и у контроли (31,22) у односу на комбинацију сунцокрета са грахорицом (7,22) и црвеном детелином (16,94), а разлике постоје и између ове две комбинације. Обзиром да и рН вредности у комбинацији сунцокрета са грахорицом и црвеном детелином указују да је земљиште благо киселе реакције док су код комбинације сунцокрет и луцерка и у контроли рН вредности указале на неутралну реакцију земљишта, овакви резултати у складу су показатељима хемијских својстава. Дакле, најмањи број ове групе микроорганизама забележен је код здружене сетве сунцокрета са грахорицом у којој су вредности рН најниже. Резултати наших истраживања везани за бројност *Azotobacter*-а у складу су са истраживањем Јакшић (2014) која је такође установила већу бројност ове групе микроорганизама на земљиштима неутралне реакције. Поред *Azotobacter*-а, амонификатори и олигонитрофили, као микроорганизми који спадају у слободне азотофиксаторе, такође су значајни показатељи биогености земљишта у здруженом усеву. Амонификатори, као веома бројна група микроорганизама, учествују у процесу амонификације односно разградње протеина до амонијум јона, док олигонитрофили користе мале количине нитратног и амонијачног азота (Стаменов, 2014). Бројност амонификатора у земљишту била је највећа у комбинацији сунцокрета са црвеном детелином и луцерком, док је бројност олигонитрофила није значајно варирао између варијанти. И остале групе микроорганизама, односно њихова активност веома су важне у системима пољопривредне производње. Већина микроорганизама одржава корисне односе са биљним врстама и стимулирани су супстанцама које луче биљке, у ономе што је познато као ризосферни ефекат.

Гљиве, као врста микроорганизама највише заступљена и активна у ризосфери, могу имати позитивне ефекте јер учествује у разлагању органске материје, али и негативне као узрочници разних обољења (Raaijmakers et al., 2009). Бројност гљива приликом здружене сетве сунцокрета са легуминозама била је највећа у комбинацији сунцокрет × луцерка као и на контроли, а уочена су и већа варирања (13,56 код здружене сетве сунцокрета са грахорицом до 18,15 у контроли). Овакви резултати у складу су са истраживањима Говедарица и сар., (2002) који су установили да је бројност ових микроорганизама варирао у зависности од времена узорковања, третмана и типа земљишта. Повећана бројност гљива у здруженој сетви сунцокрета са луцерком потенцијално може да има позитиван утицај у систем продукцијом киселина које утичу на растворљивост хранљивих материја, те усвајање фосфата кроз процесе имобилизације (Teotia et al., 2017). Због велике способности за разлагање лигнина и пектина, као најбитнијих делова хумуса, бројност актиномицета у систему веома је битна. У нашем истраживању бројност актиномицета била је највећа у комбинацији сунцокрета са црвеном детелином, док у осталим комбинацијама није дошло до промене њихових вредности као последица различитих третмана. Према истраживањима Хајнал и Стаменов, (2020) након уношења ове групе микроорганизама у земљиште до повећање њиховог броја дошло је једино у ризосфери љуља, док Przybulewska and Sienicka (2008) наводе да је након уношења актиномицета дошло до значајног повећања ове групе микроорганизама у оквиру свих третмана. Активност ензима дехидрогеназе показатељ је оксидоредукционих процеса у земљишту и веома битан показатељ биолошке активности земљишта. Најнижа је била у контроли у односу на комбинацију здружене сетве сунцокрета са луцерком. Истраживања система здружене сетве показала су да је бројност микроорганизама, као резултат веће подземне биомасе, те веће количине коренских излучевина, био значајно већи у системима здружене сетве у односу на чисте усеве (Marschner et al., 2002; Li et al., 2013) што потенцијално омогућава више хранљивих материја за вишегодишње легуминозе у наредној години.

8. ЗАКЉУЧАК

Полазећи од претпоставке да здружена сетва уљаних култура са легуминозама није детаљније истражена и ретко се користи у пракси наша истраживања су покушала је дају одговоре на нека од питања која се јављају приликом планирања здружене сетве сунцокрета са легуминозама. На основу постављене хипотезе, те четворогодишњих резултата проучавања здруженог усева сунцокрета са легуминозама у агроколошким условима Републике Србије могу се извести следећи закључци:

- Временски услови у току истраживања нису имали значајан утицај на формирање приноса сунцокрета. Фактор година није статистички значајно утицао на принос сунцокрета у оквиру истих комбинација здружене сетве, сем у случају здружене сетве сунцокрета са грахорицом у којој је током 2018. принос био значајно виши у односу на остале године.
- Приноси хибрида НС Грицко и Рими ПР у здруженој сетви са луцерком били су на истом нивоу значајности са чистим усевима ових хибрида, док је принос биомасе луцерке био највећи у здруженој сетви са НС Грицком. приноси семена сунцокрета у комбинацији са црвеном детелином и луцерком били су слични просечним вредностима добијеним из мултилокацијских огледа које спроводи ИРПНС, што указује да предложени систем здруживања има велики потенцијал за преношење у праксу.
- Свежа надземна биомаса црвене детелине у години заснивања (током 2019.) у интеракцији са хибридом НС Грицко, била је на истом нивоу значајности са контролом, док је током 2020. ово случај са интеракциом црвена детелина × Дукат и црвена детелина × Рими ПР, што показује снажан утицај услова средине на испољавање биомасе црвене детелине. Током 2018. године вредности ове особине биле су на истом нивоу значајности у чистом и здруженом усеву са сва три хибрида сунцокрета. Исто запажање утврђено је и код здружене сетве луцерке и сунцокрета што даље резултира задовољавајућом биомасом у години експлоатације.

-
- Генерално посматрано, година није значајно утицала на укупну свежу биомасу легуминоза (у сва три откоса) у години експлоатације, изузев у случају чистог усева црвене детелине 2020. године, када је биомаса била значајно нижа у односу на претходне две године. Сува маса легуминоза понела се исто као свежа.
 - Комбинација сунцокрет × луцерка је најпогоднија комбинација јер је остварен најбољи принос сунцокрета и регенерација луцерке. Ефикасност здруживања сунцокрета са легуминозама зависи од избора легуминоза и сортимента сунцокрета, производних циљева, просторног распореда и водног режима.
 - Интеракција сунцокрета са легуминозама није значајно утицала на вредности масе хиљаду семена код сунцокрета а садржај уља у зрну сунцокрета је такође остао непромењен у свим хибридима и свим комбинацијама здружене сетве, у односу на чист усев сунцокрета.
 - Вредности индекса ефикасности коришћења земљишта (LER) у здруженој сетви сунцокрета и црвене детелине као и сунцокрета и луцерке биле веће од један, што указује на предност здружене сетве ових врста у односу на чисте усеве обе врсте.
 - Највећа варијабилност земљишних параметара у систему здружене сетве сунцокрета са легуминозама установљена је у погледу садржаја CaCO_3 . Примећено је такође да систем здружене сетве сунцокрета са грахорицом те црвеном детелином износи значајно више лакоприступачног калијума из земљишта у односу на здружену сетву сунцокрета и луцерке или самог сунцокрета. Што се тиче физичких параметара земљишта показатељи запреминске масе остали су непромењени, док су показатељи сабијености били бољи у здруженој сетви у односу на контролу. Садржај укупног азота је био без статистички значајних разлика код свих комбинација здружене сетве и по свим дубинама. Резултати садржаја органског угљеника растворљивог у топлој води показали су велику варијабилност

како између година и слоја земљишта, тако и између различитих комбинација здружене сетве.

- Иако овакав вид производње скоро уопште није присутан у агроеколошким условима наше земље, резултати добијени у овом истраживању су добар показатељ правца у ком би требало даље развијати системе производње сунцокрета.
- Нашим истраживањима је утврђено да здруживање усева има значајну улогу у одржавању земљишних својстава, с обзиром на то да на истој парцели заснивамо два усева у исто време а на тај начин смањујемо интензитет операција током године. Иако је било ограничено време трајања огледа није забележено погоршање испитиваних својстава земљишта док је истовремено принос компаративан оном који је добијен на мултилокацијским огледима.
- Добијени резултати истраживања здружене сетве сунцокрета са легуминозама отворили су широк спектар даљих истраживања из области одрживе пољопривредне производње. Дугорочни ефекти система такође могу бити изузетно важни (иако нису детаљно размотрени у овом конкретном раду), посебно имајући у виду опште уверење да здружена сетва резултира стабилнијим приносима; стога су потребна даља истраживања у овом правцу у циљу њене оптимизације.

9. ЛИТЕРАТУРА

- Бараћ Р., Дуронић Г., Карагић Ђ., Васиљевић С., Милошевић Б. (2011): Утицај међуредног растојања и сетвене норме на принос семена и суве материје црвене детелине (*Trifolium pratense* L.). Ратарство и повртарство 48 (1), 155-160
<https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/1821-3944/2011/1821-39441101155B.pdf>
- Васиљевић С., Михаиловић В., Катић С., Микић А., Карагић Ђ. (2010): Потенцијал родности сорти црвене детелине (*Trifolium pratense* L.). Ратарство и повртарство, 47:217-223. <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/1821-3944/2010/1821-39441001217V.pdf>
- Војнов Б. (2022): Ефекат озимих међуусава на особине чернозема и биолошко-производна својства усева у накнадном року сетве. Докторска дисертација, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет 1-179
- Војнов Б., Шеремешкић С., Ђупина Б., Крстић Ђ., Вујић С., Живанов М., Павловић С. (2020): Садржај лабилне органске материје чернозема у систему заоравања међуусава и накнадне сетве јарих усева. Земљиште и Биљка, 69(2):82-94.
http://www.sdpz.rs/images/casopis/2020/zib_69_2_76.pdf
- Видојевић Д., Манојловић М., Ђорђевић А., Савић Р., Нешић Л., Ђокић Б. (2021): Залихе органског угљеника у земљиштима Србије у односу на надморску висину. Земљиште и биљка, 70(1), 102-116. <https://doi.org/10.5937/ZemBilj2101102V>
- Вратарић М., Сударић А. (2004): Оплемењивање и генетика сунцокрета. У Сунцокрет (*Helianthus annuus* L.), Пољопривредни институт, Осијек, 69-162.
- Вујић С. (2017): Заснивање и производно-квалитетне особине еспарзете (*Onobrychis viciifolia* Scop.) у условима здружене сетве. Докторска дисертација, Универзитет у Новом Саду.
[https://www.cris.uns.ac.rs/DownloadFileServlet/Disertacija151359247768445.pdf?controlNumber=\(BISIS\)106805&fileName=151359247768445.pdf&id=10785&source=NaRDuS&language=sr](https://www.cris.uns.ac.rs/DownloadFileServlet/Disertacija151359247768445.pdf?controlNumber=(BISIS)106805&fileName=151359247768445.pdf&id=10785&source=NaRDuS&language=sr)
- Говедарица, М. и Јарак, М. (1995): Микробиологија. Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет.
- Говедарица М., Милошевић Н., Јарак М., Ђурић С., Јеличић З., Кузевски Ј., Ђорђевић С. (2002): Примена биофертилизатора, биостимулатора и биопестицида у пољопривредној производњи. Зборник радова научног института за ратарство и повртарство, свеска 37, 85-95.
- Долијановић Ж. (2008): Продуктивност здруженог усева кукуруза и соје у зависности од хибрида, просторног распореда и режима влажења. Докторска дисертација, Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет.
-

- Долијановић Ж. и Ољача С. (2006): Ветрозаштитни појасеви у функцији заштите интензивне ратарске производње. Зборник радова Саветовања „Пошумљавање у циљу реализације просторног плана и развоја пољопривреде, шумарства и водопривреде Реп. Србије“, Нови Сад, 45-57.
- Јакшић С. П. (2014): Утицај крмног усева, типа и плодности земљишта на продуктивност и хемијски састав кабасте сточне хране. Универзитет у Београду.
<https://nardus.mpn.gov.rs/handle/123456789/5450>
- Јаношевић Б. Р. (2021): Агроеколошки и агрономски значај покровних усева у одрживом систему гајења хибрида кукуруза специфичних својстава. Докторска дисертација, Универзитет у Београду-Пољопривредни факултет.
- Карагић Ђ., Катански С., Милић Д., Милошевић Б., Михаиловић В., Живанов Д., Васиљевић С., Долапчев А., хларик А., Ђаловић И. (2020): Актуелни сортимент НС крмног биља за 2020. годину. Зборник реферата, 54. Саветовање агронома и пољопривредника Србије (САПС), Златибор, 26-30.01. 2020., 29-32.
- Катић С. (2001): Генетичке и фенотипске корелације производних особина луцерке (*Medicago sativa* L.). Докторска дисертација. Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет.
- Ковачевић Д., Момировић Н. (2008): Улога агротехничких мера у сузбијању корова у савременим концептима развоја пољопривреде. *Acta herbologica*, 17(2), 23-38.
<https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0354-4311/2008/0354-43110802023K.pdf>
- Миладиновић М. (2001): Производња семена крмног биља. Фељтон, Нови Сад, 75-96
- Мрђа Ј. (2015): Утицај квалитета семена на динамику развоја, принос и квалитет сунцорета. Докторска дисертација, Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду.
[https://www.cris.uns.ac.rs/DownloadFileServlet/Disertacija144611228383810.pdf?controlNumber=\(BISIS\)96075&fileName=144611228383810.pdf&id=4497&licenseAccepted=true](https://www.cris.uns.ac.rs/DownloadFileServlet/Disertacija144611228383810.pdf?controlNumber=(BISIS)96075&fileName=144611228383810.pdf&id=4497&licenseAccepted=true)
- Ољача С., Ковачевић Д., Долијановић Ж. (2002): Агро-биодиверзитет у органској пољопривреди. Тематски зборник-монографија „Органска производња-законска регулатива“ Суботица, 83-93.
- Пешић С. (2011): Основи екологије. Универзитет у Крагујевцу, Природно-математички факултет, Крагујевац, Србија
- Стаменов Д. (2014): Карактеризација микороорганизама промотора раста и њихово преживљавање у ризосфери енглеског љуља, Докторска дисертација, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет.
- Ђирић В. (2014): Квантитативне и квалитативне карактеристике органске материје различитих типова земљишта. Докторска дисертација, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет.

- Угреновић В. и Угриновић М. (2014): Покровни усеви – остварење одрживости у системима еколошке пољопривреде. Органска производња и биодиверзитет, Панчево, Србија, Институт „Тамиш“ 1-15.
- Угреновић В. и Филиповић В. (2012): Органска производња и биодиверзитет, II Отворени дани биодиверзитета.
http://polj.uns.ac.rs/~genetikans/documents/radovi_organska/rad_organska6.pdf
- Хајнал Јафари Т., Стаменов Д. (2022): Микроорганизми у систему производње пољопривредних култура. Поглавље 5 у Органска пољопривреда: Унапређење производње применом ђубрива, биопрепарата и биолошких мера, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, 73-90.
- Хладни Н., Јоцић С., Миклич В., Миладиновић Д., Радић В., Марјановић Јеромела А., Јоцковић М., Дедић Б. (2017): Нови НС конзумни хибриди сунцокретс НС Гарави и НС Левиатхан за исхрану људи и хладно цеђено уље, 58, Саветовање „Производња и прерада уљарица“ Херцег Нови, 18-23 јун 2017, 59-65.
- Хладни, Н. (2007). Комбинационе способности и начин наслеђивања приноса и компоненти приноса сунцокрета (*Helianthus annuus* L.). Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду.
- Цвејић С. (2011): Коришћење хетерозиса код сунцокрета, Задужбина Андрејевић
- Црнобарац Ј., Балалић И., Душанић Н., Јаћимовић Г. (2007): Ефекат времена сетве и гуштине усева на принос и квалитет сунцокрета у 2006. години. Зборник радова, Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад, 43, 1.
- Црнобарац Ј., Малиновић Н., Душанић Н., Меши М., Механчић Р. (2005): Технологија гајења и техника у интензивној производњи сунцокрета. Зборник радова Института за ратарство и повртарство, 41, 459-471.
- Шеремешкић С. (2011): Утицај система ратарења на својства органске материје чернозема. Докторска дисертација, Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду.
- Abd-El-Gawad A. A., Abo-Shetaia A. M., Edris A. S. (1990): Intercropping sunflower with soybean. 1.-Effect of intercropping sunflower with soybean on growth, yield and yield components of sunflower [Egypt]. *Annals of Agricultural Science (Egypt)*.
<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=EG9001080>
- Agegnehu G., Ghizaw A., Sinebo W. (2008): Yield potential and land-use efficiency of wheat and faba bean mixed intercropping. *Agronomy for sustainable development*, 28(2): 257-263. <https://doi.org/10.1051/agro:2008012>
- Agüera E., de la Haba P. (2021): Climate Change Impacts on Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Plants. *Plants*, 10 (12): 2646. <https://doi.org/10.3390/plants10122646>
- Akkaya M. R., Cil A., Cil A. N., Yucel, H., Kola, O. (2018): The influence of sowing dates on the oil content and fatty acid composition of standard, mid-oleic and high-oleic types of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Food Science and Technology*, 39, 448-453.
<https://doi.org/10.1590/fst.20118>

- Akter Suhi, A., Mia, S., Khanam, S., Hasan Mithu, M., Uddin, M. K., Muktadir, M. A., Jindo, K. (2022): How Does Maize-Cowpea Intercropping Maximize Land Use and Economic Return? A Field Trial in Bangladesh. *Land*, 11(4): 581. <https://doi.org/10.3390/land11040581>
- Alert Soy (2018): How to increase the EU's plant protein production in a sustainable and agroecological way https://www.foeeurope.org/sites/default/files/agriculture/2018/soyalert_report_fv_web.pdf
- Altieri M. (1999): The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74 (1-3):19–31. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00028-6](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00028-6)
- Anderson G.R. (1965): Ecology of *Azotobacter* in soil of the palouse region I. Occurrence. *Soil Sci.*, 86: 57-65.
- Asam S. (2014): Potential of high resolution remote sensing data for Leaf Area Index derivation using statistical and physical models. Doctoral dissertation, Universität Würzburg. https://opus.bibliothek.uni-wuerzburg.de/files/10839/Asam_Sarah_LAI.pdf
- Ashworth A. J., Allen F. L., Warwick K. S., Keyser P. D., Bates G. E., Tyler D. D., Lambdin P. L., Pote D. H. (2017): N₂ fixation of common and hairy vetches when intercropped into switchgrass. *Agronomy*, 7(2):39. <https://doi.org/10.3390/agronomy7020039>
- Babec B., Šeremešić S., Hladni N., Terzić S., Vojnov B., Čuk N., Gvozdenac S. (2020): Effect of intercropping sunflower with legumes on some sunflower morphological traits. *Field and Vegetable Crops Research*, 57(2):61-67. https://fiver.ifvcns.rs/bitstream/handle/123456789/2814/bitstream_7841.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Balalić I. (2009): Multivariate Analysis of Interaction between Hybrids and Planting Dates for Oil Content, Yield and Yield Components in Sunflower. Ph.D. Thesis, Faculty of Agriculture, University of Novi Sad, Novi Sad, Serbia, 2009.
- Balalić I., Zorić M., Branković G., Terzić S., Crnobarac J. (2012): Interpretation of hybrid × sowing date interaction for oil content and oil yield in sunflower. *Field Crops Research*, 137:70-77. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.08.005>
- Baretta D., Santos J.C.P., Segat J.C., Geremia E.V., Oliveira Filho L.C.I.d., Alves M.V. Fauna Edáfica e Qualidade do Solo (2011): In *Tópicos em Ciência do Solo*, 7th ed.; Klauberger-Filho, O., Mafra, Á.L., Gatiboni, L.C., Eds.; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Viçosa, Brazil, 119–170.
- Baudoin J. P., Camarena F., Lobo M. (1997): Improving Phaseolus genotypes for multiple cropping systems. *Euphytica* 96(1):115-123. <https://doi.org/10.1023/A:1002954224234>

-
- Bedoussac L. (2009): Analyse du fonctionnement des performances des associations blé dur-pois d'hiver et blé dur-féverole d'hiver pour la conception d'itinéraires techniques adaptés à différents objectifs de production en systèmes bas-intrants. PhD thesis, INP-Toulouse. <https://www.researchgate.net/profile/Laurent-Bedoussac/publication/44293098>
- Bedoussac L., Journet E. P., Hauggaard-Nielsen H., Naudin C., Corre-Hellou G., Jensen E. S., Prieur L., Justes E. (2015): Ecological principles underlying the increase of productivity achieved by cereal-grain legume intercrops in organic farming. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35:911–935. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0277-7>
- Beg A., Pourdad S.S., Pala M., Oweis T. (2007): Effect of supplementary irrigation and variety on yield and some agronomic characters of sunflower growing under rainfed conditions in northern Syria. *Helia*, 30(47):87–98. <https://doi.org/10.2298/hel0747087b>
- Belić M., Manojlović M., Nešić Lj., Ćirić V., Vasin J., Benka P., Šeremešić S. (2013): Pedoecological Significance of Soil Organic Carbon Stock in South-Eastern Pannonian Basin. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 8(1):171–178. <http://www.cjees.ro/actions/actionDownload.php?fileId=455>
- Benítez M. S., Tustas F. B., Rotenberg D., Kleinhenz M. D., Cardina J., Stinner D., Gardener B. B. M. (2007): Multiple statistical approaches of community fingerprint data reveal bacterial populations associated with general disease suppression arising from the application of different organic field management strategies. *Soil Biology and Biochemistry*, 39(9):2289-2301. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2007.03.028>
- Bogdanović D., Milošev D., Šeremešić S., Jug I., Đalović I. (2010): Mineral nitrogen dynamic in soil of different fertility as affected by agronomic practices. *Contemporary agriculture*, 59(3-4):278. <http://polj.uns.ac.rs/wp-content/uploads/arhiva-savremena-poljoprivreda/2010Savremenapoljoprivreda34.pdf>
- Bogdanović D., Ubavić M., (2008): Plant nutrition in sustainable agriculture 62-78. Ed: Maja Manojlović. *Fertilization in Sustainable Agriculture*. Faculty of Agriculture, Novi Sad
- Bousselin X., Cassagne N., Baux A., Valantin-Morison M., Herrera J. M., Lorin M., Hédan M., Fustec J. (2021): Interactions between plants and plant-soil in functionally complex mixtures including grass pea, faba bean and niger, intercropped with oilseed rape. *Agronomy*, 11:1493. <https://doi.org/10.3390/agronomy11081493>
- Brooker R. W., Bennett A. E., Cong W. F., Daniell T. J., George T. S., Hallett P. D., Hawes C., Iannetta P.P.M., Jones H.G., Karley J.K., Lee, L., McKenzie B.M., Pakeman R. J., Paterson E., Schob C., Shen J., Squire J., Watson C. A., Zhang C., Zhang F., Zhang J., White P.J. (2015): Improving intercropping: a synthesis of research in agronomy, plant physiology and ecology. *New Phytologist*, 206(1):107-117. <https://doi.org/10.1111/nph.13132>
- Caballero R., Goicoechea E.L., Hernaiz P.J. (1995): Forage yields and quality of common vetch and oat sown at varying seeding ratios and seeding rates of common vetch, *Field Crop Res.* 41, 135–140. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(94\)00114-R](https://doi.org/10.1016/0378-4290(94)00114-R)
-

-
- Caviglia O. P., Sadras V. O., Andrade F. H. (2004): Intensification of agriculture in the south-eastern Pampas: I. Capture and efficiency in the use of water and radiation in double-cropped wheat–soybean. *Field Crops Research*, 87(2-3):117-129.
<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2003.10.002>
- Chapagain T., Riseman A. (2014): Barley–pea intercropping: Effects on land productivity, carbon and nitrogen transformations. *Field Crops Research*, 166, 18-25.
- Chen C., Westcott M., Neill K., Wichman D., Knox M. (2004): Row configuration and nitrogen application for barley–pea intercropping in Montana. *Agronomy Journal*, 96(6):1730-1738. <https://doi.org/10.2134/agronj2004.1730>
- Ciscar J.C., Ibarreta D.A., Soria A., Dosio A., Toreti A., Ceglar A., Fumagalli D., Dentener F., Lecerf R., Zucchini A., Panarello L., Niemeyer S., Pérez-Domínguez I., Fellmann T., Kitous A., Després J., Christodoulou A., Demirel H., Alfieri L., Dottori F., Voudoukas M.I., Mentaschi L., Voukouvalas E., Cammalleri C., Barbosa P., Micale F., Vogt J.V., Barredo J.I., Caudullo G., Mauri A., de Rigo D., Libertà G., Houston Durrant T., Artés Vivancos T., San-Miguel-Ayanz J., Gosling S.N., Zaherpour J., De Roo A., Bisselink B., Bernhard J., Bianchi L., Rozsai M., Szewczyk W., Mongelli I., Feyen L. (2018): Climate impacts in Europe: Final report of the JRC PESETA III project, EUR 29427 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC112769/kjna29427enn_1.pdf
- Clark E. A., Francis C. A. (1985): Transgressive yielding in bean: maize intercrops; interference in time and space. *Field Crops Research*, 11, 37-53. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(85\)90090-5](https://doi.org/10.1016/0378-4290(85)90090-5)
- Coll L., Cerrudo A., Rizzalli R., Monzon J. P., Andrade F. H. (2012): Capture and use of water and radiation in summer intercrops in the south-east Pampas of Argentina. *Field Crops Research*, 134:105-113. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.05.005>
- Cotta S. R., Franco Dias A.C., Marriel I. E., Andreote F. D., Seldin L., van Elsas J. D. (2014): Different effects of transgenic maize and nontransgenic maize on nitrogen-transforming archaea and bacteria in tropical soils. *Applied and Environmental Microbiology*, 80:6437–6445. <https://doi.org/10.1128/AEM.01778-14>
- Crews T.E., Peoples M.B. (2004): Legume versus fertilizer sources of nitrogen: ecological tradeoffs and human needs. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 102(3):279–297. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2003.09.018>
- Crnobarac J., Škorić D., Dušanić N., Marinković B. (2000): Effect of cultural practices on sunflower yields in a period of several years in Fr Yugoslavia. *Proceedings of 15th International Sunflower Conference*, 1:13-18.
<https://www.isasunflower.org/fileadmin/documents/aaProceedings/15thISCToulouse2000/PosterWorkshopA-D/yu2-def.pdf>
- Čupić T., Popović S., Tucak M., Grljušić S., Bukvić G. (2007): Response of red clover to phosphorus fertilization. *Cereal Research Communications*, 35(2):321-324.
<https://doi.org/10.1556/CRC.35.2007.2.39>
-

-
- Ćupina B., Mikić A., Krstić D., Antanasović S., Pejić B., Erić P., Ignjatović-Ćupina A. (2011): Mutual intercropping of spring annual legumes for grain production in the Balkans. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 81(10):971-972.
<https://epubs.icar.org.in/index.php/IJAgS/article/view/11263/5350>
- David C., Jeuffroy M.H., Henning J., Meynard J.M. (2005): Yield variation in organic winter wheat: a diagnostic study in the Southeast of France. *Agronomy Sustainable Development*, 25(2):213–223. <https://doi.org/10.1051/agro:2005016>
- Davis J. H. C., Woolley J. N. (1993): Genotypic requirement for intercropping. *Field Crops Research*, 34(3-4):407-430. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(93\)90124-6](https://doi.org/10.1016/0378-4290(93)90124-6)
- de la Fuente E., Suárez S., Lenardis A., Poggio S. (2014): Intercropping sunflower and soybean in intensive farming systems: Evaluating yield advantage and effect on weed and insect assemblages. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 70–71:47-52.
<https://doi.org/10.1016/j.njas.2014.05.002>
- de Wit C. T. (1960): On competition. *Versl. Landbouwk, Onderz*, 66:1-82.
<https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/187113>
- de Wit C.T., van den Bergh J.P. (1965): Competition between herbage plants. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 13(2):212 - 221.
<https://doi.org/10.18174/njas.v13i2.17501>
- Debaeke P., Casadebaig P., Flenet F., Langlade, N. (2017): Sunflower crop and climate change: vulnerability, adaptation, and mitigation potential from case-studies in Europe. *OCL Oilseeds and fats crops and lipids*, 24(1):D102. <https://doi.org/10.1051/ocl/2016052>
- Debaeke P., Casadebaig P., Langlade N. B. (2021): New challenges for sunflower ideotyping in changing environments and more ecological cropping systems. *OCL*, 29, 23.
<https://doi.org/10.1051/ocl/2021016>
- Dimov Z., Culajiev O., Mukaetov D., Tanasković V. (2022): Sunflower and climate changes: Adaptation and mitigation potential from case study in RN Macedonia. *Proceedings of the 20th International sunflower conference, June 20-23th, 2022, Novi Sad, Serbia*.
<https://repository.ukim.mk/bitstream/20.500.12188/21536/1/Dimov%20et%20al.%20ISC2020.doc>
- Dolijanović Ž., Kovačević D., Oljača S., Simić M., Moravčević Đ., Šeremešić S. (2020): Weed control ability in sweet maize of single sown legume cover crops compared to their mixtures. *XI International Scientific Agriculture Symposium “AGROSYM 2020”*, Jahorina, October 08 - 11, 2020, Book of proceedings, 139-146.
<https://rik.mrizp.rs/bitstream/handle/123456789/1004/8.2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dolijanović Ž., Nikolić S.R., Dragičević V., Mutić J., Šeremešić S., Jovović Z., Popović Đorđević J. (2022): Mineral Composition of Soil and the Wheat Grain in Intensive and Conservation Cropping Systems. *Agronomy*, 12(6):1321.
<https://doi.org/10.3390/agronomy12061321>
-

- Dolijanović Ž., Oljača S., Kovačević D., Jovanović, Ž. (2005): The effect of plant arrangement pattern on biomass productivity of maize and soyabean intercropping system, Contemporary agriculture 54 (3-4): 143-149.
<https://aspace.agrif.bg.ac.rs/bitstream/handle/123456789/1100/1097.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Donatelli M., Srivastava A. K., Duveiller G., Niemeyer S., Fumagalli D. (2015): Climate change impact and potential adaptation strategies under alternate realizations of climate scenarios for three major crops in Europe. Environmental Research Letters, 10(7), 075005. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/7/075005>
- Dowling A., Sadras V.O., Roberts P., Doolette A., Zhou Y., Denton M.D. (2021): Legume-oilseed intercropping in mechanised broad acre agriculture - a review. Field Crops Research, 260:107980 <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107980>
- Echarte L., Della Maggiora A., Cerrudo D., Gonzalez V.H., Abbate P., Cerrudo A., Sadras V.O., Calvino, P., (2011): Yield response to plant density of maize and sunflower intercropped with soybean. Field Crops Research. 121:423–429.
<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.01.011>
- Engström L., Stenberg M., Aronsson H., Linden B. (2011): Reducing nitrate leaching after winter oilseed rape and peas in mild and cold winters. Agronomy for Sustainable Development, 31:337–347. <https://doi.org/10.1051/agro/2010035>
- Ergon Å., Bakken A. K. (2022): Breeding for intercropping: the case of red clover persistence in grasslands. Euphytica, 218:98. <https://doi.org/10.1007/s10681-022-03051-7>
- European Commission (2020): Communication for the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the regions, EU Biodiversity Strategy for 2030, Bringing nature back into our lives, https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:a3c806a6-9ab3-11ea-9d2d-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF
- FAO (2015): International Union of Soil Sciences (IUSS) Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. In International Soil Classification System for Naming Soils and Creating Legends for Soil Maps; World Soil Resources Reports No. 106; FAO: Rome, Italy, 2015; <http://www.fao.org/3/i3794en/I3794en.pdf>
- FAO (2017a): Food and Agriculture. Driving Action across the 2030 Agenda for Sustainable Development. <https://www.fao.org/3/i7454e/i7454e.pdf>
- FAO (2017b): World fertilizer trends and outlook to 2020. Summary report. <https://www.fao.org/3/i6895e/i6895e.pdf>
- FAO (2020): Smallholders and family farms in Serbia. Country study report 2019, Budapest, ISBN: 978-92-5-132080-8. <https://doi.org/10.4060/ca7449en>
- FAO (2022): Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> April 1, 2022.
-

-
- Fatima Z., Naz S., Iqbal P., Khan A., Ullah H., Abbas G., Ahmed M., Mubeen M., Ahmad, S. (2022): Field crops and climate change. In Building Climate Resilience in Agriculture; pp. 83-94. Springer, Cham. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-79408-8_6
- Federer W.T. (2012): Statistical Design and Analysis for Intercropping Experiments. Volume 1: Two crops, Springer Science & Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-1-4613-9305-4>
- Ferguson B., Lin M. H., Gresshoff P. M. (2013): Regulation of legume nodulation by acidic growth conditions. Plant signaling & behavior, 8(3), e23426. <https://doi.org/10.4161/psb.23426>
- Fustec J., Lesuffleur F., Mahieu S., Cliquet J.B. (2010): Nitrogen rhizodeposition of legumes - a review. Agronomy for Sustainable Development, 30:57–66. <https://doi.org/10.1051/agro/2009003>
- Gajić A., Belić M., Manojlović M., Nešić Lj. (2009): Effects of incorporating ameliorative substances on cation exchange capacity in solonetz soil. Contemporary Agriculture, 58(1-2): 73-79.
- Galloway J.N., Townsend A.R., Erisman J.W., Bekunda M., Cai Z., Freney J.R., Martinelli L.A., Seitzinger S.P., Sutton M.A. (2008): Transformation of the nitrogen cycle: recent trends, questions, and potential solutions. Science 320:889–892. <https://doi.org/10.1126/science.1136674>
- Gan Y.T., Liang C., Hamel C., Cutforth H., Wang H. (2011): Strategies for reducing the carbon footprint of field crops for semiarid areas - a review. Agronomy for Sustainable Development, 31:643–656. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0011-7>
- Ghani, A., Dexter, M., Perrott, W. (2003): Hot-water extractable carbon in soils: a sensitive measurement for determining impacts of fertilisation, grazing and cultivation. Soil biology and biochemistry, 35(9):1231-1243. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(03\)00186-X](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(03)00186-X)
- GML (2022): Trends in Atmospheric Carbon Dioxide. <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/mlo.html> April 1, 2022.
- Gontcharov S., Zaharova M. (2008): Vegetation period and hybrid sunflower productivity in breeding for earliness. In Proceedings of the 17th International Sunflower Conference, Cordoba, Spain, 8–12 June 2008, 531–533. https://www.isasunflower.org/fileadmin/documents/aaProceedings/17thISC_CordobaVol2/531sergey.pdf
- Granlund M., Zimmerman D.C. (1975): Effect of drying conditions on oil content of sunflower (*H. annuus* L.) seeds as determined by wide-line nuclear magnetic resonance (NMR). North Dakota Acad. Sci. Proc. 27(2): 128-132.
-

- Gregorich E. G., Beare M. H., Stoklas U., St-Georges P. (2003): Biodegradability of soluble organic matter in maize-cropped soils. *Geoderma*, 113(3-4), 237-252. [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(02\)00363-4](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(02)00363-4)
- Griffon M. (2006): *Nourrir la planète*. Odile Jacob, Paris, ISBN-10: 2738118054.
- Guorui L., Xueqin T., Quanming H., Tong L., Huanxin X., Zhiqiang L., Tishuo Z., Yuncheng L., Xiaoxia W. (2023): Response of soil organic carbon fractions to legume incorporation into cropping system and the factors affecting it: A global meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 342, 2023, 108231, ISSN 0167-8809, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108231>.
- Haynes R.J. (2005): Labile organic matter fractions as central components of the quality of agricultural soils: an overview. *Adv Agron*, 85:221-268. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(04\)85005-3](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(04)85005-3)
- Harchegani-Kiani M., Sadeghi S. H., Boor S. (2019): Comparative analysis of soil variables in different land uses of the Shazand Watershed, Iran. *Agriculture and Forestry*, 65(1):81-87. <https://doi.org/10.17707/AgricultForest.65.1.09>
- Hauggaard-Nielsen H., Ambus P., Jensen E.S. (2001): Interspecific competition, N use and interference with weeds in pea-barley intercropping. *Field Crops Research*, 70(2):101–109. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(01\)00126-5](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(01)00126-5)
- Hauggaard-Nielsen H., Ambus P., Jensen E.S. (2003): The comparison of nitrogen use and leaching in sole cropped versus intercropped pea and barley. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 65:269–300. <https://doi.org/10.1023/A:1022612528161>
- Hauggaard-Nielsen H., Steen Jensen E. (2005): Facilitative Root Interactions in Intercrops. *Plant and Soil*, 274, 237-250. https://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo_thumb/Facilitative-root-interactions-in-intercrops.pdf
- Hauggaard-Nielsen H., Gooding M., Ambus P., Corre-Hellou G., Crozat Y., Dahlmann C., Dibet A., von Fragstein P., Pristeri A., Monti M., Jensen E. S. (2009): Pea–barley intercropping for efficient symbiotic N₂-fixation, soil N acquisition and use of other nutrients in European organic cropping systems. *Field Crops Research*, 113(1):64-71, <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.04.009>
- Himanen S. J., Mäkinen H., Rimhanen K., Savikko R. (2016): Engaging farmers in climate change adaptation planning: Assessing intercropping as a means to support farm adaptive capacity. *Agriculture*, 6(3):34. <https://doi.org/10.3390/agriculture6030034>
- Hladni N., Jocić S., Miklič V., Miladinović D., Zorić M. (2016): Interrelationship between 1000 seed weight with other quantitative traits in confectionary sunflower. *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics*, 2(1):51-56. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/211599>
-

- Holland J.B., Brummer E.C. (1999): Cultivar effects on oat-berseem clover intercrops. *Agronomy Journal*, 91(2):321-329. <https://doi.org/10.2134/agronj1999.00021962009100020023x>
- IAASTD (2009): International assessment of agricultural knowledge, science and technology for development. Global Report. http://apps.unep.org/publications/pmtdocuments/-Agriculture%20at%20a%20crossroads%20-%20Synthesis%20report-2009Agriculture_at_Crossroads_Synthesis_Report.pdf
- IBM Corp. Released (2017): IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0, IBM Corp: Armonk, NY, USA. https://www.ibm.com/support/pages/downloading-ibm-spss-statistics-25?mhsrc=ibmsearch_a&mhq=spss%20version%2025
- IPCC (2014): Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151, Switzerland. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf
- Iverson A., Linda E., Marín Katherine K., Ennis David J., Gonthier Benjamin T., Connor Barrie, Jane L., Remfert, Bradley J., Cardinale, Perfecto I. (2014): REVIEW: Do polycultures promote win-wins or trade-offs in agricultural ecosystem services? A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 51(6):1593-1602. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12334>
- Jahansooz M.R., Yunusa I.A.M., Coventry D.R., Palmer A.R., Eamus D. (2007): Radiation- and water-use associated with growth and yields of wheat and chickpea in sole and mixed crops. *European Journal of Agronomy*, 26:275–282. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2006.10.008>
- Jensen E.S., Carlsson G., Hauggaard-Nielsen H. (2020): Intercropping of grain legumes and cereals improves the use of soil N resources and reduces the requirement for synthetic fertilizer N: A global-scale analysis. *Agronomy for Sustainable Development* 40(1):5 <https://doi.org/10.1007/s13593-020-0607-x>
- Jeuffroy M.H., Baranger E., Carrouee B. Chezelles E. de, Gosme M., Hénault C., Schneider A., Cellier P. (2013): Nitrous oxide emissions from crop rotations including wheat, oilseed rape and dry peas. *Biogeoscience*, 10:1787–1797. <https://doi.org/10.5194/bg-10-1787-2013>
- Jiang J., Nguyen T. (2007): Linear and generalized linear mixed models and their applications. New York, Springer, eBook ISBN: 978-0-387-47946-0. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-47946-0>
- Johnson R. A. Wichern D. W. (1998): Applied multivariate statistical analysis. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, Sixth edition. <https://www.webpages.uidaho.edu/~stevel/519/Applied%20Multivariate%20Statistical%20Analysis%20by%20Johnson%20and%20Wichern.pdf>
-

- Kandel H. J., Schneiter A. A., Johnson B. L. (1997): Intercropping Legumes into Sunflower at Different Growth Stages. *Crop Ecology, Production & Management*, 37(5):1532-1537, <https://doi.org/10.2135/cropsci1997.0011183X003700050020x>
- Kandhro M. N., Tunio S. D., Memon H. R., Ansari M. A. (2007): Growth and yield of sunflower under influence of mungbean intercropping. *Pakistan Journal of Agriculture, Agricultural Engineering and Veterinary Sciences (Pakistan)*. Vol. 23 :9, 9-13. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=PK2008000098>
- Karpenstein-Machan M., Stuelpnagel R. (2000): Biomass yield and nitrogen fixation of legumes monocropped and intercropped with rye and rotation effects on a subsequent maize crop. *Plant Soil* 218:215-232. <https://doi.org/10.1023/A:1014932004926>
- Kholghi M., Bernousi I., Darvishzadeh R., Pirzad A. (2011): Correlation and path-coefficient analysis of seed yield and yield related trait in Iranian confectionery sunflower populations. *African Journal of Biotechnology*, 10(61):13058-13063. <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/96515/85837>
- Kim S., Dale B.E. (2005): Life cycle assessment of various cropping systems utilized for producing biofuels: bioethanol and biodiesel. *Biomass and Bioenergy*, 29(6):426-439. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2005.06.004>
- Kiwia A., Kimani D., Harawa R., Jama B., Sileshi G.W. (2019): Sustainable intensification with cereal-legume intercropping in Eastern and Southern Africa. *Sustainability*, 11(10):2891. <https://doi.org/10.3390/su11102891>
- Kocira A., Staniak M., Tomaszewska M., Kornas R., Cymerman J., Panasiewicz K., Lipińska H. (2020): Legume cover crops as one of the elements of strategic weed management and soil quality improvement. A review. *Agriculture*, 10(9):394. <https://doi.org/10.3390/agriculture10090394>
- Li X., Mu Y., Cheng Y., Liu X., Nian H. (2013): Effects of intercropping sugarcane and soybean on growth, rhizosphere soil microbes, nitrogen and phosphorus availability. *Acta physiologiae plantarum* 35(4), 1113-1119. <https://doi.org/10.1007/s11738-012-1148-y>
- Lin P. H., Huang M. S., Chao Y. Y. (2018): Effects of various leguminous intercrops on maize yield. *Maydica*, 63(2):6. <https://journals-crea.4science.it/index.php/maydica/article/download/1714/1132>
- Lissbrant S., Berg W. K., Volenec J., Brouder S., Joern B., Cunningham S., Johnson K. (2009): Phosphorus and potassium fertilization of alfalfa. *Purdue University Extension Bulletin AY-331-W*. <https://www.agry.purdue.edu/forageday/2008/PDF/Keith%20Johnson.pdf>
- Lithourgidis A. S., Dhima K. V., Vasilakoglou I. B., Dordas C. A., Yiakoulaki M. D. (2007): Sustainable production of barley and wheat by intercropping common vetch. *Agronomy for sustainable development*, 27(2):95-99. <https://doi.org/10.2134/agronj2006.0332>
- Lithourgidis A. S., Dordas C. A., Damalas C. A., Vlachostergios D. (2011): Annual intercrops: an alternative pathway for sustainable agriculture. *Australian journal of crop science*, 5(4):396-410. <https://search.informit.org/doi/epdf/10.3316/informit.281409060336481>
-

- Ma T., Zeng W., Lei G., Wu J., Huang J. (2021). Predicting the rooting depth, dynamic root distribution and the yield of sunflower under different soil salinity and nitrogen applications. *Industrial Crops and Products*, 170, 113749. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113749>
- Maitra S., Hossain A., Brestic M., Skalicky M., Ondrisik P., Gitari H., Brahmachari K., Shankar T., Bhadra P., Palai J. B., Jena J., Bhattacharya U., Duvvada S. K., Lalichetti S., Sairam M. (2021): Intercropping-A low input agricultural strategy for food and environmental security. *Agronomy*, 11:343, <https://doi.org/10.3390/agronomy11020343>
- Malézieux E., Crozat Y., Dupraz C., Laurans M., Makowski D., Ozier-Lafontaine H., Rapidel B., de Tourdonnet S., Valantin-Morison M. (2009): Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 29:43–62. <https://doi.org/10.1051/agro:2007057>
- Malinović-Miličević S. B., Mihailović D. T., Drešković N. M., Đurđević V. S., Mimić G. I., Arsenić I. D. (2015): Climate change effects and UV-B radiation in the Vojvodina region, Serbia under the SRES-A2. *Thermal Science*, 19(2):289-298. <https://doi.org/10.2298/TSCI141207031M>
- Marinković R., Dozet B., Vasić D. (2003): *Sunflower Breeding; Monography*, Školska Knjiga: Novi Sad, Serbia, 2003.
- Marschner P., Marino W., Lieberei R. (2002): Seasonal effects on microorganisms in the rhizosphere of two tropical plants in a polyculture agroforestry system in Central Amazonia, Brazil. *Biology and Fertility of Soils* 35, 68-71.
- Martin-Guay M. O., Paquetteb A., Duprasa J., Rivesta D. (2018): The new Green Revolution: Sustainable intensification of agriculture by intercropping. *Science of The Total Environment*, 615(15):767-772. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.024>
- Mat Hassan H., Marschner P., McNeill A., Tang C. (2012):)Growth, P uptake in grain legumes and changes in rhizosphere soil P pools. *Biol Fertil Soils* 48, 151–159. <https://doi.org/10.1007/s00374-011-0612-y>
- Mahmoud R., Casadebaig P., Hilgert N., Alletto L., Freschet G. T., de Mazancourt C., Gaudio, N. (2022): Species choice and N fertilization influence yield gains through complementarity and selection effects in cereal-legume intercrops. *Agronomy for Sustainable Development*, 42(2), 1-12. <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00754-y>
- Mikić A., Čupina B., Rubiales D., Mihailović V., Šarūnaitė L., Fustec J., Antanasović S., Krstić Đ., Bedoussac L., Zorić L., Đorđević V., Perić V., Srebrić M. (2015): Models, developments, and perspectives of mutual legume intercropping. *Advances in Agronomy*, 130:337-419. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2014.10.004>
- Millennium Ecosystem Assessment (2005): *Ecosystems and Human Well-Being: Current State and Trends*. Island Press, Washington DC. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.766.aspx.pdf>
-

-
- Miller J. F., Hammond J. J. (1991): Inheritance of reduced height in sunflower. *Euphytica*, 53(2):131-136. <https://doi.org/10.1007/BF00023793>
- Muhammad I., Asghar A., Muhammad W., Muhammad T., Mohsin A. U., Shehzad M., Azhar G. (2011): Bio-economic assessment of sunflower-mungbean intercropping system at different planting geometry. *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science*, 1(4):126-136. <https://www.interesjournals.org/articles/bioeconomic-assessment-of-sunflowermungbean-intercropping-system-at-different-planting-geometry.pdf>
- Mubarak A. R., Nortcliff S. (2010): Calcium carbonate solubilization through H-proton release from some legumes grown in calcareous saline-sodic soils. *Land Degradation & Development*, 21(1), 24-31. <https://doi.org/10.1002/ldr.962>
- Nasar J., Shao Z., Arshad A., Jones F. G., Liu S., Li C., Khan M. Z., Khan T., Banda J. S. K., Gao Q. (2020): The effect of maize–alfalfa intercropping on the physiological characteristics, nitrogen uptake and yield of maize. *Plant Biology*, 22(6):1140-1149. <https://doi.org/10.1111/plb.13157>
- Naudin C., Corre-Hellou G., Pineau S., Crozat Y., Jeuffroy M. H. (2010): The effect of various dynamics of N availability on winter pea-wheat intercrops: crop growth, N partitioning and symbiotic N₂ fixation. *Field Crops Research*, 119:2–11. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2010.06.002>
- Naudin C., van der Werf H. M. G., Jeuffroy M. H., Corre-Hellou G. (2014): Life cycle assessment applied to pea-wheat intercrops: a new method for handling the impacts of co-products. *Journal of Cleaner Production*, 73:80–87. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.12.029>
- Naydenova Y., Vasileva, V. (2015): Forage quality analysis of perennial legumes-subterranean clover mixtures. *Science International* 3(4):113-120. <https://doi.org/10.17311/sciintl.2015.113.120>
- Nguy-Robertson A. L., Peng Y., Gitelson A. A., Arkebauer T. J., Pimstein A., Herrmann I., Karnieli A., Rundquist D. C., Bonfil, D. J. (2014): Estimating green LAI in four crops: Potential of determining optimal spectral bands for a universal algorithm. *Agricultural and forest meteorology*, 192-193:140-148. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2014.03.004>
- Nieder R., Benbi D. K. (2008): Carbon and nitrogen in the terrestrial environment. Springer, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8433-1>
- Niggli U., Fließbach A., Hepperly P., Scialabba N. (2009): Low greenhouse gas agriculture: mitigation and adaptation potential of sustainable farming systems. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://orgprints.org/id/eprint/15690/1/niggli-et-al-2009-lowgreenhouse.pdf>
- Norman J. M. Jarvis P.G. (1974): Photosynthesis in Sitka Spruce (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.). III. Measurements of canopy structure and interception of radiation. *Journal of Applied Ecology*, 11(1):375–398. <https://doi.org/10.2307/2402028>
-

- O'Leary N., Smith M. E. (1999): Breeding corn for adaptation to two diverse intercropping companions. *American Journal of Alternative Agriculture*, 14(4):158-164.
<https://doi.org/10.1017/S0889189300008328>
- Oelhermann M., Echarte L., Vachon K., Dubois C. (2009): The role of complex agroecosystems in sequestering carbon and mitigating global warming. *Earth and Environmental Science*, 6:20–31. <https://doi.org/10.1088/1755-1307/6/24/242031>
- Ojekami A., Ige D., Hao X., Akinremi O. (2011): Phosphorus mobility in a soil with long term manure application. *Journal of Agricultural Science*, 3(3): 25-38.
<https://doi.org/10.5539/jas.v3n3p25>
- Olowe V. I. O., Adebimpe O. A. (2009): Intercropping Sunflower with Soyabeans Enhances Total Crop Productivity. *Biological Agriculture & Horticulture*, 26(4):365-377,
<https://doi.org/10.1080/01448765.2009.9755095>
- Padulosi S., Hodgkin T., Williams J. T., Haq N. (2002): Underutilized crops: trends, challenges and opportunities in the 21st century. Chapter 30 in: Engels JMM, Ramanatha Rao V, Brown AHD, Jackson MT (eds) *Managing plant genetic resources*. CAB International, Wallingford, 323–338, ISBN 10:0-85199-522-5.
https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/migrated/uploads/tx_news/727.pdf
- Pappa V. A., Rees R. M., Walker R. L., Baddeley J. A., Watson C. A. (2011): Nitrous oxide emissions and nitrate leaching in an arable rotation resulting from the presence of an intercrop. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 141:153–161.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.02.025>
- Pardey P. G., Pingali, P. L. (2010): Reassessing international agricultural research for food and agriculture. In Report prepared for the Global Conference on Agricultural Research for Development (GCARD), pp. 28-31.
- Park S. E., Benjamin L. R., Watkinson A. R. (2003): The Theory and Application of Plant Competition Models: an Agronomic Perspective. *Annals of Botany* 92:1-8.
<https://doi.org/10.1093/aob/mcg204>
- Pelzer E., Bedoussac L., Corre-Hellou G., Jeuffroy M. H., Métivier T., Naudin C. (2014): Association de cultures annuelles combinant une légumineuse et une céréale: Retours d'expériences d'agriculteurs et analyse. *Innovations Agronomiques*, 40:73–91.
<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01173338/document>
- Peoples M. B., Hauggaard-Nielsen H., Jensen E. S. (2009): The potential environmental benefits and risks derived from legumes in rotations. Chapter 13 in: Emerich DW, Krishnan HB (eds) *Nitrogen fixation in crop production*. American Society of Agronomy, Madison, 349–385. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr52.c13>
- Pepó P., Novák A. (2016): Correlation between photosynthetic traits and yield in sunflower. *Plant, Soil and Environment*, 62(7), 335-340.
-

-
- Penetroviewer (2022): Royaleijkelkamp. Penetroviewer software for Windows 7, 8, 10. Royaleijkelkamp, Giesbeek, Netherlands.
<https://www.royaleijkelkamp.com/media/nrwjyah3/m-0615sae-petrologger.pdf>
- Pilorgé E. (2020): Sunflower in the global vegetable oil system: situation, specificities and perspectives. OCL, 27:34, <https://doi.org/10.1051/ocl/2020028>
- Poshon J., Tardieux P. (1962): Techniques d'analyse en microbiologie du sol. Paris: Edit. de la Tourelle
- Polasky S., Nelson E. (2005): Conserving species in a working landscape: land use with biological and economic objectives. Ecological Applications, 15(4):1387–1401.
<https://doi.org/10.1890/03-5423>
- Porter J., Costanza R., Sandhu H., Sigsgaard L. Wratten S. (2009): The value of producing food, energy, and ecosystem services within an agro-ecosystem. AMBIO: A Journal of the Human Environment, 38:186-193. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-38.4.186>
- Power A.G. (2010): Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. Philosophical transactions of the royal society B, 365:2959-2971.
<https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0143>
- Prescott Allen R., Prescott Allen C. (1990). How many plants feed the world?. Conservation Biology, 4(4), 365-374. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.1990.tb00310.x>
- Prescott L. M., Harley J. P., Klein D. A. (2002): Microbiology of Food. Chapter 41 in Microbiology (5th edition). New York, USA: McGraw–Hill Boston, 964-976, ISBN-100072320419 <https://www.noor-book.com/en/ebook-Microbiology-Fifth-Edition--pdf>
- Przybulewska K., Sienicka K. (2008): Microorganism's development and atrazine decay under field conditions after inoculation with microorganisms isolated from long-term herbicide experiments. Ecological chemistry and engineering, 15 (4):501-511.
- Qin A. Z., Huang G. B., Chai Q., Yu A. Z., Huang P. (2013): Grain yield and soil respiratory response to intercropping systems on arid land. Field Crops Research 144:1–10.
<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.12.005>
- Raaijmakers J.M., Paulitz T.C., Steinberg C., Alabouvette C., Moenne-Loccoz Y. (2009): The rhizosphere: a playground and battlefield for soilborne pathogens and beneficial microorganisms. Plant and Soil 321:341-361.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-008-9568-6>
- Rad S. V., Valadabadi S. A. R., Pouryousef M., Saifzadeh S., Zakrin H. R., Mastinu A. (2020): Quantitative and Qualitative Evaluation of *Sorghum bicolor* L. under Intercropping with Legumes and Different Weed Control Methods. Horticulturae, 6(4):78,
<https://doi.org/10.3390/horticulturae6040078>
- Radanović A., Miladinović D., Cvejić S., Jocković M., Jocić S. (2018): Sunflower genetics from ancestors to modern hybrids—A review. Genes, 9(11):528.
<https://doi.org/10.3390/genes9110528>
-

-
- Raseduzzaman M. D., Jensen E. S. (2017): Does intercropping enhance yield stability in arable crop production? A meta-analysis. *European Journal of Agronomy*, 91: 25-33.
<https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.09.009>
- Ren W., Hu L., Zhang J., Sun C., Tang J., Yuan Y., Chen X. (2014): Can positive interactions between cultivated species help to sustain modern agriculture? *Frontiers in Ecology and Environment*, 12(9):507-514, <https://doi.org/10.1890/130162>
- Rockström J., Steffen W., Noone K., Persson A., Chapin F. S., Lambin E. F., Lenton T. M., Scheffer M., Folke C., Schellnhuber H. J., Nykvist B., de Wit C. A., Hughes T., van der Leeuw S., Rodhe H., Sörlin S., Snyder P. K., Costanza R., Svedin U., Falkenmark M., Karlberg L., Corell R. W., Fabry V. J., Hansen J., Walker B., Liverman D., Richardson K., Crutzen P., Foley J. A. (2009): A safe operating space for humanity. *Nature*, 461:472–475. <https://doi.org/10.1038/461472a>
- Rosner K., Bodner G., Hage-Ahmed K., Steinkellner S. (2018): Long-term soil tillage and cover cropping affected arbuscular mycorrhizal fungi, nutrient concentrations, and yield in sunflower, *Agronomy Journal*, 110(6):2664-2672,
<https://doi.org/10.2134/agronj2018.03.0177>
- Salama H. S., Nawar A. I., Khalil H. E. (2022): Intercropping Pattern and N Fertilizer Schedule Affect the Performance of Additively Intercropped Maize and Forage Cowpea in the Mediterranean Region. *Agronomy*, 12(1):107.
<https://doi.org/10.3390/agronomy12010107>
- Sandhu H.S., Wratten S.D., Cullen R. (2010): Organic agriculture and ecosystem services. *Environmental Science & Policy*, 13(1):1-7. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2009.11.002>
- SAS (2011): Institute. The SAS System for Windows; Release 9. 2; SAS Inst.: Cary, NC, USA.
https://www.sas.com/en_us/home.html
- Saudy H. S., El-Metwally I. M. (2009): Weed management under different patterns of sunflower-soybean intercropping. *Journal of Central European Agriculture*, 10(1):41-51.
<https://hrcak.srce.hr/file/65227>
- Schneider A. A. (1992): Production of semi dwarf and dwarf sunflower in the northern Great Plains of the United States. *Field Crops Research*, 30(3-4):391–401.
[https://doi.org/10.1016/0378-4290\(92\)90007-V](https://doi.org/10.1016/0378-4290(92)90007-V)
- Schwarz G. (1978): Estimating the dimension of a model. *The Annals of Statistics*, 6(2):461–464. <https://www.jstor.org/stable/2958889>
- Seiler G. J., Qi L. L., Marek L. F. (2017): Utilization of sunflower crop wild relatives for cultivated sunflower improvement, *Crop Science*, 57(3):1083-101,
<https://doi.org/10.2135/cropsci2016.10.0856>
- Sekulić P., Ninkov J., Hristov N., Vasin J., Šeremešić S., Zeremski-Škorić T. (2010): Organic matter content in Vojvodina soils and the possibility of using harvest residues as renewable source of energy. *Field and Vegetable Crops Research*, 47(2):591-598.
<https://fiver.ifvcns.rs/handle/123456789/876>
-

- Senbayram M., Wenthe C., Lingner A., Isselstein J., Steinmann H., Kaya C., Köbke S. (2016): Legume-based mixed intercropping systems may lower agricultural born N₂O emissions. *Energy Sustainability and Society*, 6:1–9. <https://doi.org/10.1186/s13705-015-0067-3>
- Sharma S. K., Mehta H. (1988): Effect of cropping system on genetic variability and component analysis in soybean. *Field Crops Research*, 19(2):103-111. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(88\)90048-2](https://doi.org/10.1016/0378-4290(88)90048-2)
- Sharma S. K., Mehta H., Sood V. K. (1993): Effect of cropping systems on combining ability and gene action for grain yield and its components in soybean. *Field Crops Research*, 34(1):15-22. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(93\)90107-X](https://doi.org/10.1016/0378-4290(93)90107-X)
- Sparling G. P., McLay C. D. A., Tang C., Raphael C. (1999): Effect of short-term legume residue decomposition on soil acidity. *Soil Research*, 37(3), 561-574. <https://doi.org/10.1071/S98104>
- Steffen W., Richardson K., Rockström J. (2015): Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. *Science* 347:1– 15. <https://doi.org/10.1126/science.1259855>
- Stomph T., Dordas C., Baranger A., de Rijk J., Dong B., Evers J., Gu C., Li L., Simon J., Steen Jensen E., Wang Q., Wang Y., Wang Z., Xu H., Zhang C., Zhang L., Zhang W., Bedoussac L., van der Werf W. (2020): Designing intercrops for high yield, yield stability and efficient use of resources: Are there principles? *Advances in Agronomy*, 160(1):1-50. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2019.10.002>
- Šeremešić S., Manojlović M., Ilin Ž., Vasić M., Varga-Gvozdanović J., Subašić A., Vojnov B. (2018): Effect of intercropping on the morphological and nutritional properties of carrots and onions in organic agriculture, *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 22(2):80-84. <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/1821-4487/2018/1821-44871802080S.pdf>
- Šeremešić, S., Ćirić, V. (2022). Labile Soil Carbon as an Indicator of Soil Organic Matter Quality in the Province of Vojvodina, Serbia. In: *Advances in Understanding Soil Degradation*, Ed. Saljnikov, E., Mueller, L., Lavrishchev, A., Eulenstein, F. (pp. 667-686). Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-85682-3>
- Šimić B., Ćosić J., Liović I., Krizmanić M., Poštić J. (2008): The influence of weather conditions on economic characteristics on sunflower hybrids in macro experiments from 1997 to 2007. *Proceedings of 17th International Sunflower Conference*, 8-12th June 2008, Cordoba, Spain. https://www.isasunflower.org/fileadmin/documents/aaProceedings/17thISC_CordobaVol1/p261simic.pdf
- Škorić D. (2012): Sunflower breeding. In: Škorić D, Sakač Z. (ed) *Sunflower Genetics and Breeding*. International Monography, Serbian Acad. Sci. Arts, Branch in Novi Sad, 165-354.

- Škorić D., Mihaljčević M., Jocić S., Marinković R., Dozet B., Atlagić J., Hladni N. (1996): The latest achievements in sunflower breeding. In Proceedings of the 37. Conference Production and processing of oilseeds, Budva, Yugoslavia, 27–31 May 1996, 18-25.
- Tang C., Yu Q. (1999): Impact of chemical composition of legume residues and initial soil pH on pH change of a soil after residue incorporation. *Plant and Soil*, 215(1), 29-38. <https://doi.org/10.1023/A:1004704018912>
- Teotia P., Kumar M., Prasad R., Kumar V., Tuteja N., Varma A. (2017): Mobilization of Micronutrients by Mycorrhizal Fungi. In. Varma, A. et al. (eds.): *Mycorrhiza - Function, Diversity, State of the Art*. Springer International Publishing AG https://doi.org/10.1007/978-3-319-53064-2_2
- Thalmann A. (1968): Zur Methodik der Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität im Boden mittels Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC). *Landwirtsch Forsch* 21: 249–258
- Thun R, Hermann R, Knickmann, F (1955): Die Untersuchung von Böden. Band I, Methodenbuches des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungsund Forschungsanstalten. 3. Aufl., Neumann Verlag, Radebeul und Berlin
- Tsubo M., Walker S., Ogindo H. O. (2005): A simulation model of cereal–legume intercropping systems for semi-arid regions: I. Model development. *Field crops research*, 93(1):10-22. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2004.09.002>
- Umesh M. R., Angadi S., Begna S., Gowda P. (2022): Planting Density and Geometry Effect on Canopy Development, Forage Yield and Nutritive Value of Sorghum and Annual Legumes Intercropping. *Sustainability*, 14(8):4517. <https://doi.org/10.3390/su14084517>
- USAID, (2017): Climate risk profile: Serbia., 1-5. https://www.climatelinks.org/sites/default/files/asset/document/2017_USAID_Climate%20Change%20Risk%20Profile_Serbia.pdf
- Vandenmeer J. H. (1989): *The Ecology of Intercropping*. Cambridge University Press, 237. <https://www.cambridge.org/core/journals/experimental-agriculture/article/abs/ecology-of-intercropping-by-j-h-vandermeer-cambridge-cambridge-university-press-1989-pp-237-3000/D053A24CEC50A9141A22CA758E7A2ADA>
- Vandermeer J. (1995): The ecological basis of alternative agriculture. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 26:201–224. <http://www.jstor.org/stable/2097205>
- Vandermeer J. H. (1989): *The Ecology of Intercropping*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, ISBN:9780521346894.
- Vandermeer J., van Noordwijk M., Anderson J., Ong C., Perfecto I. (1998): Global change and multi-species agroecosystems: concepts and issues. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 67(1):1–22. [http://doi.org/10.1016/S0167-8809\(97\)00150-3](http://doi.org/10.1016/S0167-8809(97)00150-3)
- Vasiljević S, Milić D, Karagić Đ, Mihailović V, Mikić A, Živanov D, Milošević B, Katanski S (2016): Yield of forage pea-cereal intercropping using three seed ratios at two maturity stages. In: Roldan I./Baert J./Reheul D. (ed): *Breeding in a World of Scarcity*, Springer Science+Business Media, New York, 215-218.
-

- Velasco L., Pérez-Vich B., Muñoz-Ruz J., Fernández-Martínez J. M., Friedt W. (2008): Inheritance of reduced plant height in the sunflower line Dw89. *Plant Breeding*, 122:441–443. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0523.2003.00881.x>
- Verbruggen E., Röhling W. F., Gamper H. A., Kowalchuk G. A., Verhoef H. A., van der Heijden M. G. (2010): Positive effects of organic farming on below-ground mutualists: large-scale comparison of mycorrhizal fungal communities in agricultural soils. *New phytologist*, 186(4), 968-979. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2010.03230.x>
- Wahla I. H., Ahmad R., Ehsanullah A., Ahmad A., Jabbar A. (2009): Competitive functions of components crop in some barley based intercropping systems. *International Journal of Agriculture & Biology*, 11:69–72. https://www.researchgate.net/profile/Ashfaq-Ahmad-2/publication/228873956_Competitive_Functions_of_Components_Crops_in_Some_Barley_Based_Intercropping_Systems/links/56cffe5808aeb52500c9b649/Competitive-Functions-of-Components-Crops-in-Some-Barley-Based-Intercropping-Systems.pdf
- Walter A., Lebot V. (2003): *Jardins d'Océanie*. Editions Quae.
- Watson D. J. (1947): Comparative physiological studies in the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties and within and between years. *Annals of Botany*, 11(41):41–76. <https://www.jstor.org/stable/42907002>
- Webber H. Ewert F., Olesen E., Müller C., Fronzek S., Ruane A.C., Bourgault M., Martre P., Ababaei B., Bindi M., Ferrise R., Finger R., Fodor N., Gabaldón-Leal C., Gaiser T., Jabloun M., Kersebaum K.-C., Lizaso J.I., Lorite I., Manceau L., Moriondo M., Nendel C., Rodríguez A., Ruiz Ramos M., Semenov M.A., Siebert S., Stella T., Stratonovitch P., Trombi G., Wallach D. (2018): Diverging importance of drought stress for maize and winter wheat in Europe. *Nature Communications*, 9:4249, <https://doi.org/10.1038/s41467-018-06525-2>
- Wehrmann J. V., Scharpf H. C. (1979): Der mineralstickstoffgehalt des Bodens als Massstab für den Stickstoffdüngerbedarf (Nmin-methode). *Plant and Soil*, 52(1):109-126.
- Wiley R. W. (1979): Intercropping its importance and research needs. Part 1, Competition and yield advantages. *Field Crops Abstracts*, 1979, 32, 1–10.
- Wiley R. W., Osiru D. (1972): Studies on mixtures of maize and beans (*Phaseolus vulgaris*) with particular reference to plant population. *The Journal of Agricultural Science*, 79(3):517–529. <https://doi.org/10.1017/S0021859600025909>
- Yadav R. S., Yadav O. P. (2001): The performance of cultivars of pearl millet and clusterbean under sole cropping and intercropping systems in arid zone conditions in India. *Experimental Agriculture*, 37(2):231-240. <https://doi.org/10.1017/S0014479701002046>
- Yang G., Roy J., Veresoglou S. D., Rillig M. C. (2021): Soil biodiversity enhances the persistence of legumes under climate change. *New Phytologist*, 229(5), 2945-2956. <https://doi.org/10.1002/ldr.3729>
-

- Yirgu M. (2017): A review on heritable improvement in yield potential and morphological traits of cereal and pulse crops in Ethiopia, *Global Journal of Agricultural Research and Reviews*, 5(1):239-243. <https://www.researchgate.net/profile/Mihret-Yirgu/publication/342068991.pdf>
- Yong Y., Shahrajabian M. H. (2017): Effects of intercropping and rotation on forage yield and quality of oat and common vetch in Jilin province, China. *Research On Crop Ecophysiology*, 12(1):9-23. https://roce.isfahan.iau.ir/article_539172_b9dca0f40e5eea02dbaa9cf615d2ae7c.pdf
- Zarate-Valdez J. L., Whiting M. L., Lampinen B. D., Metcalf S., Ustin S. L., Brown, P. H. (2012): Prediction of leaf area index in almonds by vegetation indexes. *Computers and electronics in agriculture*, 85:24-32. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2012.03.009>
- Zhang W., Ricketts T.H., Kremen C., Carney K. Swinton S.M. (2007): Ecosystem services and disservices to agriculture. *Ecological Economics*, 64(2):253-260. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.02.024>
- Živanov D., Jeftić R., Tančić S., Vasiljević S., Maširević S. (2014): Control of winter forage pea diseases by pea-oat intercropping under field conditions. *Pesticides and Phytomedicine*, 29(2):131–136. <https://doi.org/10.2298/PIF1402131Z>

БИОГРАФИЈА

Бранкица Бабец је рођена 24.06.1988. године у Новом Саду. Основну школу „Михајло Пупин” завршила је 2003. године у Ветернику. Средњу техничку школу „Јован Вукановић” смер техничар пејзажне архитектуре завршила је 2007. године у Новом Саду, а Пољопривредни факултет у Новом Саду уписала је школске 2007/2008. Као студент учествовала је са тимом на Другој регионалној Конференцији за заштиту животне средине у енергетици, рударству и индустрији, 2011. године на Златибору и освојила прво место за најбољи студентски рад. Дипломирала је 2012. са просечном оценом 9,08 на смеру Пејзажна архитектура. Дипломски рад одбранила је са оценом 10. Мастер студије уписала је на Пољопривредном факултету у Новом Саду, школске 2012/2013, године, смер Пејзажна архитектура. Мастер рад, на тему „Просторно уређење пољопривредних добара у Војводини заснивањем заштитних појасева”, одбранила је 2015. године са оценом 10, а просечна оцена током мастер студија је била 8,70. Током студија волонтирала је као сарадник проф. др Срђана Шеремешкића на предмету Агроекологија. Докторске студије уписује школске 2015/2016. године на студијском програму Агрономија, научна област Биотехничке науке, грана Пољопривреда, научна дисциплина Ратарство и повртарство и полаже све испите.

Обављала је послове председника омладине и руководиоца сектора за органску производњу фондације „ГФ Етнос“, као и руководиоца сектора за едукацију и маркетинг „Војвођанског кластера органске пољопривреде“. На Институт за ратарство и повртарство, Институту од националног значаја за Републику Србију запослена је у марту 2017. године. Обављала је послове у оквиру генетике и оплемењивања сунцокрета под менторством научног саветника др Наде Хладни, а тренутно на Одељењу за сунцокрет обавља послове истраживача сарадника у институту од националног значаја.

Бранкица Бабец је до сада као аутор или коаутор објавила преко 35 научних радова и сажетака у домаћим часописима и зборницима са међународних и домаћих скупова.

Учествовала је на неколико пријава предлога домаћих и страних пројеката, као што су ПРОМИС 2019, ИДЕЈЕ 2019, ПРИЗМА 2022, краткорочни и дугорочни пројекти АП Војводине и HORIZONT пројекти. Координатор је међународног пројекта под називом „Sustainable and climate resilient sunflower value chain and corresponding innovative climate resilient production systems“ из OT4D/PPP позива.

Похађала је стручне обуке организоване од стране Института за ратарство и повртарство, Института од националног значаја за Републику Србију Scopus-а, Фонда за науку, EUTA-е, FiBL-а и BÖLW-а, PE&RC-а и др.

Говори енглески језик и служи се француским језиком.

СЛИКЕ

Слика 1. Локација са ортофото перспективом	29
Слика 2. Здружена сетва сунцокрета са легуминозама (оригинал аутора).....	33
Слика 3. Хибриди сунцокрета коришћени у огледу Дукат, НС Грицко и Рими ПР – са лева на десно (оригинал аутора).....	36
Слика 4. Сорта луцерке НС Банат и црвене детелине Уна – са лева на десно (оригинал аутора)	38
Слика 5. Сорта грахорице Нови Београд (оригинал аутора).....	39

ГРАФИКОНИ

- Графикон 1 Ефикасност здружене сетве приликом коришћења расположивих ресурса (прилагођено према: Brooker et al., 2015)..... 8
- Графикон 2. Средње месечне температуре, укупне количине падавина и вишегодишњи просек (1970-2020) за вегетациони период (април-октобар) од 2017. до 2020. године 32
- Графикон 3. Шема експерименталног огледа према плану подељених парцела (оригинал аутора) 35
- Графикон 4. Топлотна карта корелација особина сунцокрета (просек сва три хибрида); прагови корелације: $p 0,05 = 0,576$, $p 0,001 = 0,708$; а) здружена сетва сунцокрета са грахорицом; б) здружена сетва сунцокрета са црвеном детелином; ц) здружена сетва сунцокрета са луцерком; д) контрола (чист усев сунцокрета); ПС -принос семена по ха; ПСГ - принос семена по главици; ПУ - принос уља; ЛПЦ - лисна површина у фази цветања; ЛПБ - лисна површина у фази бутонизације; ВББ - висина биљке у бутонизацији; ВБЦ - висина биљке у цветању; ПГ - пречник главице; МХС - маса хиљаду семена; БПСГ - број пуних семена по главици; СУ -садржај уља; јачина корелације је означена спектром боја од жуте до црвене, при чему црвена означава позитивну корелацију, а жута негативну корелацију, што је јача корелација, интензивнија је боја; 67
- Графикон 5. Прилагођени индекс ефикасности коришћења земљишта (LERmax); сунцокрет × црвена детелина (лево); сунцокрет × луцерка (десно) 76
- Графикон 6. Топлотна карта корелација анализираних метода добијања LAI индекса и приноса семена сунцокрета у систему здружене сетве током 2019.; прагови корелације: $\alpha 0,05 = 0,576$, $\alpha 0,001 = 0,708$; а) сунцокрет × грахорица; б) сунцокрет × ц. детелина; ц) сунцокрет × луцерка; д) контрола (чист усев сунцокрета); јачина корелације је означена спектром боја од жуте до црвене, при чему црвена означава позитивну корелацију, а жута негативну корелацију, што јача корелација, интензивнија је боја; LAI I - LAI помоћу METER-овог LP-80 septometer-a (бутонизација); LAI IIa - LAI мерењем лисне површине LI3100 area meter (LI-COR) апаратом (бутонизација); LAI IIб - LAI мерењем лисне површине LI3100 area meter (LI-COR) апаратом (цветање); LAI III - LAI помоћу NDVI вегетационог индекса; ... 78
- Графикон 7. Топлотна карта корелација анализираних метода добијања LAI индекса и приноса семена сунцокрета у систему здружене сетве током 2020.; прагови корелације: $\alpha 0,05 = 0,576$, $\alpha 0,001 = 0,708$; а) сунцокрет × грахорица; б) сунцокрет × ц. детелина; ц) сунцокрет × луцерка; д) контрола (чист усев сунцокрета); јачина корелације је означена спектром боја од жуте до црвене, при чему црвена означава позитивну корелацију, а жута негативну корелацију, што је јача корелација, интензивнија је боја; LAI Ia - LAI помоћу METER-овог LP-80 septometer-a (бутонизација); LAI Ib - LAI помоћу METER-овог LP-80 septometer-a (цветање); LAI IIa - LAI мерењем лисне површине LI3100 area meter (LI-COR) апаратом (бутонизација); LAI IIб - мерењем лисне површине LI3100 area meter (LI-COR) апаратом (цветање); LAI III - LAI помоћу NDVI вегетационог индекса; 79
- Графикон 8. Механички састав земљишта 85
- Графикон 9. Концентрација органског угљеника (SOC) у различитим комбинацијама здружене сетве сунцокрета са легуминозама на дубинама од 0-20 и 20-40 cm од 2017-2019. године 88
-

Графикон 10. Концентрација угљеника растворљивог у топлој води (HWOC) у органском угљенику (SOC) у различитим комбинацијама здружене сетве сунцокрета са легуминозама на дубинама од 0-20 и 20-40 cm	89
Графикон 11. Садржај и варирање резерви органског угљеника у систему здружене сетве сунцокрета са легуминозама	90
Графикон 12. Концентрација органског угљеника растворљивог у топлој води у различитим комбинацијама здружене сетве сунцокрета са легуминозама у слојевима 0-20 и 20-40 cm	92
Графикон 13. Садржај минералног азота	93
Графикон 14. Принос семена сунцокрета у здруженом усеву у поређењу са просечним приносом истих хибрида у агроколошким условима Републике Србије (просечан принос СРБ-необјављени подаци из ИРПНС мултилокацијских огледа).....	101

TABELE

Табела 1. Карактеристике земљишта пре сетве (2017-2020).....	29
Табела 2. Време сетве врста коришћених у огледу.....	34
Табела 3. ВИС вредности за модел 1 и 2*	48
Табела 4. Тест фиксних ефеката особина сунцокрета анализираних у оквиру различитих система гајења (здружена сетва и чист усев).....	49
Табела 5. Статистичка анализа ефеката здружене сетве на анализираних особине хибрида НС Грицко коришћењем t-тест-а са Р вредностима прилагођеним према Tukey-Kramer-у	55
Табела 6. Статистичка анализа ефеката здружене сетве на анализираних особине хибрида Дукат коришћењем t-тест-а са Р вредностима прилагођеним према Tukey-Kramer-у 60	
Табела 7. Статистичка анализа ефеката здружене сетве на анализираних особине хибрида Дукат коришћењем t-тест-а са Р вредностима прилагођеним према Tukey-Kramer-у 65	
Табела 8. ВИС вредности за модел 1 и 2	68
Табела 9. Тест фиксних ефеката особине легуминоза анализираних у оквиру различитих система гајења (здружена сетва и чист усев).....	69
Табела 10. Статистичка анализа ефеката здружене сетве на анализираних особине грахорице коришћењем t-тест-а са Р вредностима прилагођеним према Tukey-Kramer-у	72
Табела 11. Статистичка анализа ефеката здружене сетве на анализираних особине црвене детелине коришћењем t-тест-а са Р вредностима прилагођеним према Tukey-Kramer-у	72
Табела 12. Статистичка анализа ефеката здружене сетве на анализираних особине луцерке коришћењем t-тест-а са Р вредностима прилагођеним према Tukey-Kramer-у.....	72
Табела 13. Утицај здружене сетве на свежу биомасу легуминоза ($t \text{ ha}^{-1}$) у години експлоатације.....	75
Табела 14. Утицај здружене сетве на суву биомасу легуминоза ($t \text{ ha}^{-1}$) у години експлоатације.....	75
Табела 15. Значај главних ефеката на основна хемијска својства земљишта након жетве сунцокрета.....	80
Табела 16. Ефекат здружене сетве на хемијска својства земљишта.....	84
Табела 17. Показатељи сабијености земљишта.....	86
Табела 18. Значај главних ефеката на запреминску масу земљишта	87
Табела 19. Ефекат здружене сетве на садржај органског угљеника растворљивог у топлој води.....	91
Табела 20. Значај главних ефеката на садржај минералног азота земљишта.....	93
Табела 21. Ефекат здружене сетве на садржај минералног азота земљишта	94
Табела 22. Значај главних ефеката на микробиолошку активност земљишта	95
Табела 23. Ефекат здружене сетве на микробиолошку активност земљишта у слоју од 0-60 cm.....	97

План третмана података

Назив пројекта/истраживања
"Здружена сетва у функцији побољшања квалитета земљишта и биолошко-производних особина сунцокрета"
Назив институције/институција у оквиру којих се спроводи истраживање
а) Пољопривредни факултет, Нови Сад б) Институт за ратарство и повртарство, Институт од националног значаја за Републику Србију Нови Сад
Назив програма у оквиру ког се реализује истраживање
Докторске студије, смер Агрономија
1. Опис података
1.1 Врста студије Експериментална студија
1.2 Врсте података а) квантитативни б) квалитативни
1.3. Начин прикупљања података а) анкете, упитници, тестови б) клиничке процене, медицински записи, електронски здравствени записи в) генотипови: сунцокрет, црвена детелина, обична грахорица, луцерка г) административни подаци: навести врсту _____ д) узорци ткива: навести врсту _____ ђ) снимци, фотографије: навести врсту _____ е) текст, навести врсту _____ ж) мапа, навести врсту _____ з) остало: Метод истраживања је обухватио извођење експерименталних јединица према плану огледа; прикупљање и анализу података; обликовање докторске тезе око добијених резултата
1.3 Формат података, употребљене скале, количина података
1.3.1 Употребљени софтвер и формат датотеке: а) Excel фајл, датотека .xlsx б) SPSS фајл, датотека .spv с) PDF фајл, датотека .pdf д) Текст фајл, датотека .docx е) JPG фајл, датотека .jpg ф) SAS фајл, датотека . sas7bdat

1.3.2. Број записа (код квантитативних података)

а) број варијабли _____ 10

б) број мерења (испитаника, процена, снимака и сл.) **Истраживање је укључивало 3 фактора: Хибрид сунцокрета (НС Грицко, Дукат, Рими ПР); Легуминоза (обична грахорица, црвена детелина, луцерка); Година (2017/18; 2019/19; 2019/20; 2020/21).**

1.3.3. Поновљена мерења

а) да

б) не

Уколико је одговор да, одговорити на следећа питања:

а) временски размак између поновљених мера је годину дана

б) варијабле које се више пута мере односе се на лабораторијска и теренска мерења свих фактора

в) нове верзије фајлова који садрже поновљена мерења су именоване као: нису именоване нове верзије фајлова.

Напомене: У раду су при анализама коришћене средње вредности поновљених мерења. Из тог разлога нису посебно именована поновљена мерења.

Да ли формати и софтвер омогућавају дељење и дугорочну валидност података?

а) *Да*

б) *Не*

Ако је одговор не, образложити

2. Прикупљање података

2.1 Методологија за прикупљање/генерисање података

2.1.1. У оквиру ког истраживачког нацрта су подаци прикупљени?

а) **експеримент на отвореном пољу (in vivo), вишефакторијални експеримент**

б) корелационо истраживање, навести тип _____

ц) анализа текста, навести тип _____

д) остало, навести шта _____

2.1.2 *Навести врсте мерних инструмената или стандарде података специфичних за одређену научну дисциплину (ако постоје).*

2.2 Квалитет података и стандарди

2.2.1. Третман недостајућих података

а) Да ли матрица садржи недостајуће податке? Да **Не**

Ако је одговор да, одговорити на следећа питања:

- а) Колики је број недостајућих података? _____
б) Да ли се кориснику матрице препоручује замена недостајућих података? Да Не
в) Ако је одговор да, навести сугестије за третман замене недостајућих података _____

2.2.2. На који начин је контролисан квалитет података? Описати

Контрола података и основне статистичке анализе података рађене су софтверским пакетом SAS и SPSS.

2.2.3. На који начин је извршена контрола уноса података у матрицу?

Велик број података захтева следљивост током извођења експеримента, па се подаци који по својим вредностима одскачу од следљивости лако уочавају. Са друге стране поновљивост експерименталних мерења смањује грешку експерименталних података. Подаци који су коришћени уношени су у табеле Excel формата (Excel 2016), у којим су софтверским алатима проверавана веродостојност података

3. Третман података и пратећа документација

3.1. Третман и чување података

3.1.1. Подаци ће бити депоновани у НаРДУС-у, заједничком порталу свих докторских дисертација и извештаја комисија о њиховој оцени, на универзитетима у Србији и у репозиторијуму докторских дисертација у Новом Саду (КРИС).

3.1.2. URL адреса <https://open.uns.ac.rs>

3.1.3. DOI _____

3.1.4. Да ли ће подаци бити у отвореном приступу?

- а) Да
б) Да, али после ембарга који ће трајати до _____
в) Не

Ако је одговор не, навести разлог _____

3.1.5. Подаци неће бити депоновани у репозиторијум, али ће бити чувани.
Образложење

Подаци ће бити депоновани у НаРДУС-у, заједничком порталу свих докторских дисертација и извештаја комисија о њиховој оцени, на универзитетима у Србији и у репозиторијуму докторских дисертација у Новом Саду (КРИС).

3.2 Метаподаци и документација података

3.2.1. Који стандард за метаподатке ће бити примењен?

Описни (Описују ресурс за потребе проналажења и идентификације. Може да укључи елементе као што наслов, аутор, садржај, кључне речи)

3.2.1. Навести метаподатке на основу којих су подаци депоновани у репозиторијум.

Бранкица Бабец, докторска дисертација, Пољопривредни факултет УНС

Ако је потребно, навести методе које се користе за преузимање података, аналитичке и процедуралне информације, њихово кодирање, детаљне описе варијабли, записа итд.

3.3 Стратегија и стандарди за чување података

3.3.1. До ког периода ће подаци бити чувани у репозиторијуму? **Трајно**

3.3.2. Да ли ће подаци бити депоновани под шифром? Да **Не**

3.3.3. Да ли ће шифра бити доступна одређеном кругу истраживача? Да **Не**

3.3.4. Да ли се подаци морају уклонити из отвореног приступа после извесног времена?

Да **Не**

Образложити

4. Безбедност података и заштита поверљивих информација

Овај одељак **МОРА** бити попуњен ако ваши подаци укључују личне податке који се односе на учеснике у истраживању. За друга истраживања треба такође размотрити заштиту и сигурност података.

4.1 Формални стандарди за сигурност информација/података

Истраживачи који спроводе испитивања с људима морају да се придржавају Закона о заштити података о личности (https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_zastiti_podataka_o_licnosti.html) и одговарајућег институционалног кодекса о академском интегритету.

4.1.2. Да ли је истраживање одобрено од стране етичке комисије?

Да **Не**

Ако је одговор Да, навести датум и назив етичке комисије која је одобрила истраживање _____

4.1.2. Да ли подаци укључују личне податке учесника у истраживању? Да **Не**
Ако је одговор да, наведите на који начин сте осигурали поверљивост и сигурност информација везаних за испитанике:

- а) Подаци нису у отвореном приступу
 - б) Подаци су анонимизирани
 - ц) Остало, навести шта
-

5. Доступност података

5.1. Подаци ће бити

а) јавно доступни

б) доступни само уском кругу истраживача у одређеној научној области

ц) затворени

Ако су подаци доступни само уском кругу истраживача, навести под којим условима могу да их користе: _____

Ако су подаци доступни само уском кругу истраживача, навести на који начин могу приступити подацима:

**5.4. Навести лиценцу под којом ће прикупљени подаци бити архивирани.
Ауторство – некомерцијално – без прераде**

6. Улоге и одговорност

6.1. Навести име и презиме и мејл адресу власника (аутора) података

Бранкица Бабец, brankica.babec@yahoo.com

6.2. Навести име и презиме и мејл адресу особе која одржава матрицу с подацима

Бранкица Бабец, brankica.babec@yahoo.com

6.3. Навести име и презиме и мејл адресу особе која омогућује приступ подацима другим истраживачима

Бранкица Бабец, brankica.babec@yahoo.com