



**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
НОВИ САД**



Департман за ратарство и повртарство

Марија Познановић
дипл.инж. пољопривреде

**ГАЈЕЊЕ ОЗИМЕ ПШЕНИЦЕ У ЗДРУЖЕНОЈ СЕТВИ
СА ГРАШКОМ - СТУДИЈА СЛУЧАЈА**

МАСТЕР РАД

Нови Сад, 2026.



**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
НОВИ САД**



Департман за ратарство и повртарство

Кандидат: дипл.инж. Марија Познановић Ментор: Проф. др. Бранко Ћупина

**ГАЈЕЊЕ ОЗИМЕ ПШЕНИЦЕ У ЗДРУЖЕНОЈ СЕТВИ
СА ГРАШКОМ - СТУДИЈА СЛУЧАЈА**

МАСТЕР РАД

Нови Сад, 2026.

Комисија за оцену и одбрану мастер рада:

Проф. Др Бранко Ћупина, редовни професор

ужа научна област: Ратарство и повртарство Универзитет у Новом Саду,

Пољопривредни факултет

-Ментор-

Проф. Др Бојан Војнов, доцент

ужа научна област: Ратарство и повртарство Универзитет у Новом Саду,

Пољопривредни факултет

-Председник комисије-

Проф. др Јелена Висковић, доцент

ужа научна област: Ратарство и повртарство Универзитет у Новом Саду,

Пољопривредни факултет

-Члан комисије-

Захвалница

Искрено се захваљујем мом ментору, проф. др. Бранку Ћупини, на несебичној подршци, стручном вођству и корисним саветима током израде овог мастер рада.

Захваљујем се и члановима комисије, проф. др. Бојану Војнову и проф. др. Јелени Висковић, за све знање и смернице које сам стекла током студија и које су ми помогле у обликовању овог рада.

Посебну захвалност дугујем проф.др. Светлани Вујић, на саветима и подршци током мастер студија, која је је уз ментора била важан идејни ослонац овог рада.

Највећу љубав и захвалност дугујем својој породици, пријатељима и колегама који су ме увек мотивисали, подржавали и били мој ослонац.

Овај рад посвећујем родитељима.

Марија Познановић

Acknowledgements: This research was supported by the European Research Council under the European Union’s Horizon Europe research and innovation program in the framework of the project “IntercropVALUES” - Developing Intercropping for agrifood Value chains and Ecosystem Services delivery in Europe and Southern countries, grant number 101081973. Views and opinions expressed are however those of the authors only and do not necessarily reflect those of the European Union or REA. Neither the European Union nor the REA can be held responsible for them.”



Funded by
the European Union

Захвалница: Ово истраживање је подржано од стране Европског истраживачког савета у оквиру програма Европске уније за истраживање и иновације „Horizon Europe”, кроз пројекат „**IntercropVALUES**” – Развој здружене сетве за пољопривредно-прехранбене ланце вредности и пружања услуга екосистема у Европу и јужним земљама (број гранта **101081973**). Изнети ставови и мишљења су искључиво ставови аутора и не одражавају нужно ставове Европске уније нити Извршне агенције за истраживање (REA). Ни Европска унија ни REA не могу се сматрати одговорнима за њих.



Funded by
the European Union

РЕЗИМЕ

Двогодишње истраживање (2023–2025) у агроеколошким условима Војводине усмерено је на испитивање могућности примене здружене сетве озиме пшенице (*Triticum aestivum* L.) и озимог грашка (*Pisum sativum* L.) са циљем процене утицаја на принос, стабилност производње и ефикасност коришћења ресурса. Оглед је спроведен током две вегетационе сезоне (2023/2024 и 2024/2025) на локалитету Шуљам у оквиру пројекта IntercropVALUES.

Испитиване сорте пшенице су НС Ренесанса, НС Епоха, НС Симонида, НС Обала, НС Победа и KWS Marvel у чистом усеву и у смеши са озимим сточним грашком НС Мраз.

Примењена је и партиципативна метода „Дрво узрока“ ради идентификације баријера у ланцу вредности. Резултати показују да здружена сетва у повољним условима повећава ефекат на принос и ефикасност коришћења ресурса, док суша појачава конкуренцију између усева и смањује принос.

Најзначајније баријере су економски, климатски технички, и институционални фактори. Иако здружена сетва има значајан потенцијал за развој одрживе пољопривреде, њена шира примена условљена је превазилажењем наведених ограничења.

Кључне речи: здружена сетва, озима пшеница, озими грашак, баријере, одржива пољопривреда

ABSTRACT

A two-year study (2023–2025) conducted under the agroecological conditions of Vojvodina examined the potential of intercropping winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter pea (*Pisum sativum* L.) to assess effects on yield, production stability, and resource use efficiency. The experiment was carried out during the 2023/2024 and 2024/2025 growing seasons at the Šuljam locality within the IntercropVALUES project.

The tested wheat cultivars were NS Renesansa, NS Epoha, NS Simonida, NS Obala, NS Pobeda, and KWS Marvel, grown as sole crops and in mixture with the winter forage pea cultivar NS Mraz.

A participatory “Problem Tree” method was applied to identify barriers within the value chain. Results showed that intercropping under favorable conditions improved yield and resource use efficiency, while drought increased competition between crops and reduced yield.

Despite its potential for sustainable agriculture, wider application of intercropping depends on overcoming economic, climatic, technical, and institutional barriers.

Keywords: intercropping, winter wheat, winter pea, barriers, sustainable agriculture

САДРЖАЈ

1. УВОД.....	1
2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ.....	4
2.1. ДЕФИНИСАЊЕ ЗДРУЖЕНЕ СЕТВЕ.....	4
2.2. ЗНАЧАЈ ЗДРУЖЕНЕ СЕТВЕ.....	7
2.3. УТИЦАЈ ЗДРУЖЕНЕ СЕТВЕ НА ЗЕМЉИШТЕ.....	9
3. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА	12
4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА	13
4.1. ПОДАЦИ О ЕКСПЕРИМЕНТУ И МЕСТУ ИСТРАЖИВАЊА	13
4.2. МЕТОДОЛОГИЈА ИДЕНТИФИКАЦИЈЕ БАРИЈЕРА И УЧЕСНИЦИ РАДИОНИЦЕ	15
4.3. КАРАКТЕРИСТИКЕ ИСПИТИВАНИХ СОРТИ.....	16
5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА СА ДИСКУСИЈОМ.....	23
5.1. ДИНАМИКА МИНЕРАЛНОГ АЗОТА У ЗЕМЉИШТУ	23
5.2. ПРИНОС ПШЕНИЦЕ ПО СЕЗОНАМА	25
5.3. ЕКОНОМСКЕ БАРИЈЕРЕ И ОДРЖИВОСТ СИСТЕМА ЗДРУЖЕНЕ СЕТВЕ.....	28
5.4. КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ И УТИЦАЈ ЕКСТРЕМНИХ ВРЕМЕНСКИХ УСЛОВА	31
5.5. АГРОТЕХНИЧКА ОГРАНИЧЕЊА И КОМПЛЕКСНОСТ УПРВЉАЊА УСЕВИМА	34
5.6. ТЕХНИЧКЕ БАРИЈЕРЕ У ПОСТЖЕТВЕНОЈ ОБРАДИ И ЛАНЦУ ВРЕДНОСТИ	38
5.7. СОЦИО – ЕКОНОМСКИ И ИНСТИТУЦИОНАЛНИ ФАКТОРИ УСВАЈАЊА ЗДРУЖЕНЕ СЕТВЕ	40
5.8. SWOT АНАЛИЗА ПРИМЕНЕ ЗДРУЖЕНЕ СЕТВЕ ОЗИМЕ ПШЕНИЦЕ И ОЗИМОГ ГРАШКА	44
6. ЗАКЉУЧАК	47
7. ЛИТЕРАТУРА	49

1. УВОД

Пољопривреда има кључну улогу у обезбеђивању сигурног извора хране и развоју људских друштава, а њена одрживост постаје све важнија у свету растућег глобалног становништва (FAO, 2008). Пшеница (*Triticum aestivum* L.) и грашак (*Pisum sativum* L.) представљају две од најважнијих култура у ратарској производњи Србије. Док пшеница обезбеђује основне хранљиве потребе становништва, грашак доприноси побољшању плодности земљишта кроз симбиотску азотофиксацију (Jensen, 1996; Jensen and Hauggaard-Nielsen, 2003). С обзиром на потребу за одрживим и еколошки прихватљивим производним системима, здружена сетва ових култура у органској производњи представља значајну тему за истраживање.

Пшеница спада међу најраније одомаћене житарице и једна је од најважнијих биљних врста за људску исхрану широм света (Јаћимовић, 2012; Аћин, 2016). Захваљујући великој прилагодљивости различитим агроколошким условима и ниском садржају влаге у зрну, пшеница се може дуго чувати, што је од давнина условљавало развој хране, економије и трговине у људским заједницама (Shewry, 2009). У Србији, озиме и јаре форме пшенице покривају значајне површине, нарочито у Војводини и представљају основну пољопривредну културу (Спасојевић и сар., 1984; Денчић и сар., 2009). Пшеница поседује висок полиморфизам и генетску варијабилност, што омогућава избор сорти прилагођених различитим условима гајења (Спасојевић и сар., 1984).

Привредни значај пшенице огледа се у широкој употреби у исхрани људи (хлеб, тестенине, итд) и као сировина у индустрији (Аћин et al., 2023; Денчић и сар., 2009). Поред тога, пшеница се користи и као сточна храна, док пшенична слама обогаћује земљиште органском материјом и служи као сировина за индустријске производе (Денчић и сар., 2009).

Пшеница, као основна житарица у исхрани људи, обезбеђује значајан део угљених хидрата, протеина и витамина, док истовремено има важну улогу у агроколошким системима и структури плодореда (Hoang et al., 2025; Јаћимовић et al., 2020). Међутим, за постизање одрживе пољопривредне производње и очување плодности земљишта, саме

житарице нису довољне, због чега се све чешће комбинују са легуминозама у системима здружене сетве. Легуминозе доприносе природном обогаћивању земљишта азотом путем азотофиксације, повећању садржаја органске материје и побољшању агрохемијских особина земљишта (Hoang et al., 2025).

Једна од најзначајнијих легуминоза у овом контексту је грашак (*Pisum sativum L.*), који својим биолошким процесима, попут симбиотске азотофиксације са бактеријама рода *Rhizobium*, обогаћује земљиште азотом и унапређује услове за наредне усеве (Jensen, 1996; Jensen and Hauggaard-Nielsen, 2003). На тај начин, здружена сетва пшенице и грашка омогућава не само оптимизацију ресурса и стабилност приноса, већ и еколошки прихватљив приступ производњи, што је од посебног значаја у органским системима (Ćurina et al., 2011; Krstić et al., 2011).

Грашак припада породици *Fabaceae* и одликује се великом генетичком разноликошћу, са озимим и јарим сортама, као и са сортама са лишћем и сортама са витицама, индетерминантног и детерминантног пораста, као и раностасним и касностасним генотиповима (Denarie et al., 1992). Сорте грашка се користе као баштенски грашак за људску исхрану, пољски грашак за суво зрно и крмни грашак за сточну исхрану, при чему многе сорте имају вишенаменску примену (Mihailović et al., 2009; Uzun et al., 2005).

Као што је већ наведено, грашак има посебан значај у органској производњи због способности фиксације атмосферског азота кроз симбиозу са квржичним бактеријама рода *Rhizobium*, што повећава садржај азота и органске материје у земљишту, те обезбеђује хранљиве материје за наредне усеве (Jensen, 1996; Jensen and Hauggaard-Nielsen, 2003). Поред тога, сетва у густом склопу и брз почетни раст ограничавају развој корова, док грашак утиче на побољшање структуре земљишта, смањење ерозије и повећање биолошке активности (Jensen and Hauggaard-Nielsen, 2003).

Озиме и јаре сорте крмног грашка имају потенцијал за принос свеже крме и суве материје до, уз садржај сирових протеина, док семе садржи значајне количине протеина, аминокиселина, угљених хидрата и витамина (Mihailović и сар., 2010).

Употреба висококвалитетног семена је кључна за постизање оптималне густине усева и економичне производње (Karagić i sar., 2003).

Здružена сетва озиме пшенице и грашка представља пример интегрисаног приступа у органској производњи, где грашак доприноси повећању садржаја азота у земљишту, смањењу примене азотних ђубрива и повећању приноса пшенице, док пшеница обезбеђује структуру усева и економску оправданост производње (Ćurina et al., 2011; Krstić et al., 2011; Mikić et al., 2012).

Оваква комбинација омогућава оптимизацију коришћења ресурса, стабилност приноса и повећање нутритивне вредности усева, што је посебно значајно у условима органске производње.

2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

2.1. ДЕФИНИСАЊЕ ЗДРУЖЕНЕ СЕТВЕ

Савремена пољопривреда се суочава са потребом да повећа продуктивност по јединици површине земљишта, али интензивно коришћење ресурса често доводи до еколошких проблема (Долијановић, 2015). Изазови у пољопривреди, као што су негативни ефекти агротехничких мера на животну средину и растући трошкови улагања, захтевају преобликовање постојећих система производње с циљем побољшања њихове ефикасности и одрживости (Bedoussac et al., 2015). У оквиру оваквих трансформација, системи органске производње наглашавају потребу за ослањањем на природне процесе као што су алелопатија и симбиотска фиксација азота, што подразумева уврштавање већег броја биљних врста у сетвену структуру (Bedoussac et al., 2015). У том контексту, здружена сетва се издваја као један од најзначајнијих агроколошких приступа који омогућава истовремено повећање продуктивности и очување природних ресурса.

Истраживања показују да су диверзификовани системи са већим уделом легуминоза и различитим гајеним врстама, у поређењу са конвенционалним системима, препознати као важан одговор на глобалне изазове одрживе пољопривреде већ деценијама (Vandermeer, 1995; Vandermeer et al., 1998; Altieri, 1999; Griffon, 2006; Bedoussac et al., 2015). Диверзификација система ратарења подразумева увођење већег броја гајених врста у просторну и временску структуру производње, чиме се смањује ризик од приноса, прекидају животни циклуси корова и патогена и повећава стабилност агроекосистема. За разлику од монокултурних система, диверзификовани системи показују већу отпорност на климатске екстреме и флукуације у доступности ресурса.

Нови концепти производње омогућавају већу зависност од симбиотске фиксације N_2 легуминоза, док недостајућа количина азота може бити допуњена минералним ђубривима, што дугорочно подржава плодност земљишта уз смањење уноса синтетичких азотних ђубрива и побољшање екосистемских услуга као што су биолошко везивање угљеника и повећање биодиверзитета (Peoples et al., 2009; Fustec et al., 2010). Легуминозе су посебно важне у органској производњи, где је доступност азота често

ограничена, посебно у одсуству сточног фонда, што може резултовати нижим приносима (David et al., 2005).

Здружена сетва представља систем у којем се два или више усева гаји истовремено на истој парцели, уз комплементарно коришћење ресурса (Brooker et al., 2015).

Избор компатибилних усева минимизира конкуренцију за хранљиве материје, светлост и воду и ствара синергијски ефекат који унапређује стабилност и принос усева (Долијановић, 2015). Комбинација биљака различите морфологије и коренових система омогућава максимално искоришћење ресурса и простора (Микић и сар., 2015).

Иако је ова пракса стара вековима, здружена сетва се данас позиционира као ефикасан модел савремене пољопривреде, доприносећи стабилности приноса у условима климатских варијација. Главни разлози примене укључују повећање приноса кроз ефикасније коришћење воде и хранљивих материја, побољшање контроле болести и штеточина, смањење или елиминацију потребе за комерцијалним ђубривима, као и стабилизацију приноса у поређењу са чистим усевима (Ren et al., 2014; Šeremešić et al., 2018; Martin-Guay et al., 2018; Maitra et al., 2021).

Главни циљ здружене сетве је повећање биодиверзитета и ефикасније коришћење расположивих ресурса, уз оптимизацију приноса усева (Qin et al., 2013; Agegnehu et al., 2008). Овај систем доприноси очувању екофункција, смањује потребу за фосилним горивима и агрохемикалијама и смањује губитак биодиверзитета (Niggli et al., 2009; Kim and Dale, 2005).

Типови здружене сетве укључују редовну (Row intercropping), тракасту (Strip intercropping), делимично преклапајућу (Relay intercropping) и мешовиту (Mixed cropping), у зависности од распореда усева и времена вегетације (Iqbal et al., 2019; Chen et al., 2017). Истраживања показују да здружена сетва повећава садржај протеина, смањује број корова и побољшава искоришћеност азота и светлости, а у low-input системима може донети економске користи у односу на интензивне производне системе (Bedoussac et al., 2015; Pelzer et al., 2014).

Комбинација житарица и легуминоза обезбеђује бољу искоришћеност земљишта, стабилност производње, ефикаснију употребу воде, светлости и хранљивих материја, као и побољшану хранљиву вредност (Lithourgidis et al., 2011; Dhima et al., 2007; Brooker et al., 2015). Биолошка фиксација азота коју обезбеђује легуминоза смањује потребу за синтетичким азотом и доприноси еколошки одрживом гајењу усева (Угреновић и Угриновић, 2014).

Здружено гајење стрних жита и легуминоза показало се као агротехничка мера са бројним производним и нутритивним предностима. Истраживања указују да овакав систем може резултирати већим укупним приносима у односу на чисте усева (Ћупина и сар., 2004), као и побољшаним квалитетом биомасе, нарочито кроз повећан садржај протеина у оброку (Lithourgidis et al., 2011). Поред тога, здружена сетва омогућава ефикасније коришћење расположиве производне површине (Dhima et al., 2007) и доприноси већој стабилности приноса у различитим агроколошким условима (Lithourgidis et al., 2011). Различите морфолошке и физиолошке карактеристике житарица и легуминоза омогућавају рационалнију употребу воде, светлости и хранљивих материја (Brooker et al., 2015).

Истовремено, присуство житарица у здруженом усеву смањује појаву полегања легуминоза, што доприноси добијању силаже са уједначенијим хемијским саставом и вишом хранљивом вредношћу (Ђорђевић и сар., 2010). На основу досадашњих научних сазнања, запажа се да је здружена сетва житарица и легуминоза поузданији и стабилнији систем производње у поређењу са гајењем чистих усева (Raseduzzaman and Jensen, 2017).

Лакше усвајање ресурса, дељење хранива и комплементарност ниша омогућавају да здружени усеви пружају веће приносе од чистих усева (Brooker et al., 2015). Ови ефекти се постижу кроз бољу доступност воде, фосфора, микронутријената и фиксираног азота (Verbruggen et al., 2010), као и кроз привлачење корисних организама и одбијање патогена и штеточина (Benitez et al., 2007).

Међутим, здружена сетва има и ограничења. Најчешће баријере укључују сложену жетву због недостатка адекватне механизације, повећану конкуренцију корова, појаву

патогена, ограничену доступност заштитних средстава и недовољно сорти и хибрида оптимизованих за овај систем (Долијановић, 2015). Неадекватан избор усева или занемаривање агротехничких мера може довести до засењивања усева и смањења продуктивности (Васиљевић и сар., 2022). Примена прилагођене агротехнике, правилан избор врста и сорти, као и оптимизација односа сетвених норми могу значајно ублажити наведена ограничења. Развој механизације и селекција сорти погодних за здружене системе представљају важан правац будућих истраживања.

Систем здружене сетве омогућава диверзификацију агроекосистема, побољшање приноса и квалитета усева, као и подршку услугама екосистема, прилагођавајући производне системе климатским променама и стварајући већи потенцијал за суочавање са биотичким и абиотичким стресовима (IAASTD, 2009). Применом легуминоза у здруженој сетви, као што је грашак уз пшеницу, стимулише се биолошка фиксација азота и смањује унос синтетичког азота из минералних ђубрива, чиме се подржава еколошки одржив начин гајења усева (Угреновић и Угриновић, 2014).

С обзиром на све израженије последице климатских промена и потребу за одрживим системима производње, здружена сетва представља кључну агротехничку меру у развоју стабилних и отпорних система ратарења.

2.2. ЗНАЧАЈ ЗДРУЖЕНЕ СЕТВЕ

Здружена сетва представља значајан инструмент у савременој пољопривреди јер омогућава повећање биолошке разноврсности и ефикасније коришћење ресурса у ратарским системима, чиме се ствара стабилнији и одрживији производни модел (Ољача и сар., 2002). Комбинација различитих биљних врста у једном систему омогућава комплементарност ниша, што значи да се различити усеви допуњују у коришћењу светлости, воде и хранљивих материја, минимизирајући конкуренцију и максимизујући продуктивност агроекосистема (Niggli et al., 2009). Ова синергија између биљака доводи до унапређења стабилности приноса и повећања ефективне продуктивности по јединици површине, истовремено смањујући ризик од потпуног

неуспеха усевне сезоне услед неповољних агроеколошких услова (Lithourgidis et al., 2011).

Циљ здружене сетве није само повећање укупне продуктивности, већ и оптимизација коришћења земљишта и подршка екофункцијама агроекосистема. Увођењем легуминоза и других биљних врста које се међусобно допуњују, систем омогућава рационалнију поделу ресурса и бољу адаптацију усева на стресне услове, као што су суша или ограничена доступност хранљивих материја (Qin et al., 2013; Agegnehu et al., 2008). Правилно осмишљени системи здружене сетве могу значајно смањити потребу за синтетичким ђубривима, истовремено доприносећи смањењу емисије гасова са ефектом стаклене баште и унапређењу угљеничног биланса тла, што је од посебног значаја у контексту климатских промена и одрживе пољопривреде (Oelhermann et al., 2009; Naudin et al., 2014).

Посебан значај здружене сетве у органској производњи огледа се у томе што омогућава увођење легуминоза које обезбеђују биолошку фиксацију азота, смањујући зависност од синтетичких азотних ђубрива и подржавајући природну плодност земљишта (Hauggaard-Nielsen et al., 2001). Овај систем такође доприноси смањењу броја корова и штеточина, као и бољем управљању хидролошким условима у земљишту, што резултује стабилнијим и еколошки прихватљивијим ратарским системом (Sandhu et al., 2010). Поред тога, здружена сетва доприноси и побољшању нутритивне вредности усева, повећању садржаја протеина и укупне биомасе, чиме се истовремено подржава и економска одрживост производње (Lithourgidis et al., 2011; Dhima et al., 2007).

Сумирајући, улога здружене сетве огледа се у повећању продуктивности и квалитета усева, рационалном коришћењу ресурса, као и у очувању и унапређењу еколошких услуга које агроекосистем пружа човеку (Polasky and Nelson, 2005). Ова пракса омогућава адаптацију агроекосистема на климатске промене, минимизира ризик од биотичких и абиотичких стресова и ствара стабилнију основу за дугорочну одрживост производње (Power, 2010). Додатно, здружена сетва представља пример примене принципа одрживе пољопривреде који интегришу биодиверзитет, очување ресурса и

еколошку одрживост, пружајући производно и економски користан модел који је истовремено у складу са природним екосистемским процесима (Bedoussac et al., 2015).

2.3. УТИЦАЈ ЗДРУЖЕНЕ СЕТВЕ НА ЗЕМЉИШТЕ

Системи здружене сетве имају значајан потенцијал за побољшање квалитета и плодности земљишта у ратарским системима. Једна од најважнијих користи ових система, нарочито када су укључене легуминозе, јесте биолошка фиксација азота која доприноси повећању расположивог азота у земљишту. На овај начин се омогућава обнављање и одржавање плодности земљишта, док се истовремено смањује зависност пољопривредног система од минералних азотних ђубрива, која, поред негативних последица по здравље земљишта, последњих година достижу веома високе цене, а у комбинацији са растућим ценама могу довести у питање економску исплативост производње (Naudin et al., 2010; Bedoussac et al., 2015).

Поред повећања азота, здружена сетва доприноси и очувању структуре земљишта и смањењу ерозије. Коренови системи различитих биљних врста унутар овог система надопуњују један другог тако што истражују различите слојеве земљишта. Плићи коренови системи стабилизују површински слој земљишта, што смањује ризик од површинске ерозије и истовремено побољшава проветравање и аерацију земљишта. Дубљи коренови системи доприносе бољем транспортовању хранљивих материја и воде, чиме се укупно повећава потенцијал за плодност и здравље земљишта (Kosira et al., 2020; Maitra et al., 2021).

Гајење усева у систему здружене сетве утиче и на биолошку активност у земљишту. Разноврсност усева стимулише развој микробних заједница које учествују у минерализацији органске материје, трансформацији азота и другим биохемијским процесима важним за одржавање плодности земљишта. Комбинација легуминоза и житарица омогућава спорије разлагање органске масе, чиме се успоравају губици азота и истовремено се ствара стабилан хумус (Molnar, 2004; Ćurina et al., 2004; Vojnov et al., 2020b). Већа биодиверзитетна компонента усевне структуре подстиче природно унапређење земљишта без потребе за интензивним хемијским интервенцијама, чиме се

дугорочно очува продуктивност парцеле и смањује ризик деградације земљишта (Prescott et al., 2002).

Здружена сетва такође побољшава физичке особине земљишта. Коренови системи усева смешта разрађавају земљиште, смањују запреминску масу и побољшавају капацитет задржавања воде. Поред тога, присуство живог биљног покривача у периоду када би иначе оранице биле угар, смањује евапорацију воде и спречава ерозију и деградацију површинског слоја земљишта (Милошев и Молнар, 2014; Basche et al., 2016). У случају озимих међуусава, задржавање влаге је нарочито значајно јер се вода из зимских падавина ефикасније складишти, што доприноси бољем снабдевању воде за главни усев у пролећном периоду (Vujić et al., 2021).

Биолошке особине земљишта се такође побољшавају увођењем здружене сетве. Разноликост усева подстиче развој ризосферних бактерија, микоризних гљива и сапрофитних микроорганизама, што побољшава минерализацију органских остатака, трансформацију азота и отпорност земљишта на патогене микроорганизме (Castellano and Strauss, 2020; Vukicevich et al., 2016). Комбинација легуминоза и житарица у смешама омогућава умерено ослобађање азота и поспешује стварање хумуса, док истовремено смањује ризик од појаве болести и штеточина кроз природну конкуренцију и антагонизам микроорганизама.

Контрола корова, биљних болести и штеточина је додатна корист здружене сетве. Густо биљно покривање и комплементарне биљне структуре смањују раст корова и ограниче могућност развоја патогених микроорганизама. Поред тога, постоје неке биљне врсте, које садрже фитохемијске супстанце са фунгицидним и нематоцидним дејством, што омогућава биофумигацију земљишта (Kruger et al., 2013; Vukicevich et al., 2016).

Укупно, системи здружене сетве представљају интеграцију продуктивности и одрживости земљишта. Комбинација комплементарних усева омогућава рационалније коришћење природних ресурса, стимулише биолошку активност у земљишту, стабилизује структуру земљишта и смањује потребу за интензивним хемијским средствима, што је од кључног значаја за дугорочно одржавање пољопривредне продуктивности (Prescott et al., 2002; Naudin et al., 2010; Bedoussac et al., 2015; Kocira et al., 2020; Maitra et al., 2021).

Поред агроеколошких ефеката, здружена сетва има значајне социо-економске аспекте које утичу на њену ширу примену у пракси. Иако ови системи могу допринети смањењу трошкова производње кроз редукацију употребе минералних ђубрива и побољшање ефикасности коришћења ресурса, њихово усвајање је често ограничено економском неизвесношћу, већим захтевима за знањем и сложенијим управљањем производним системом. Додатно, недовољно развијени ланци вредности и ограничена тржишна препознатљивост производа из здружених система представљају важне баријере широј примени овог приступа у пољопривреди (Reckling et al., 2022).

3. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Циљ истраживања је да се испита могућност примене здружене сетве у биљној производњи, са посебним освртом на гајење озиме пшенице и озимог сточног грашка у агроеколошким условима Војводине. Акцент је стављен на сагледавање утицаја овог система на продуктивност, стабилност производње и ефикасност коришћења природних ресурса, у оквиру целокупног ланца вредности, у условима органске производње.

У раду је посебна пажња посвећена анализи предности и ограничења здружене сетве применом SWOT анализе, како би се јасније сагледале њене снаге и слабости, али и могућности и претње које проистичу из агроеколошких, економских и организационих услова примене. На тај начин настоји се да се издвоје кључни фактори који утичу на успешну примену овог система, од примарне производње до прераде и пласмана финалних производа.

Резултати истраживања треба да допринесу бољем разумевању улоге здружене сетве као једне од могућих мера прилагођавања климатским променама, као и да послуже као основа за доношење практичних и стратешких одлука у циљу унапређења одрживости и конкурентности пољопривредне производње.

4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

4.1. ПОДАЦИ О ЕКСПЕРИМЕНТУ И МЕСТУ ИСТРАЖИВАЊА

Истраживање представљено у овом раду спроведено је у агроколошким условима Аутономне Покрајине Војводине, на територији села Шуљам, у Сремском округу, на подручју општине Сремска Митровица. Огледне парцеле налазе се у власништву пољопривредног газдинства Игњат Јуришић и одабране су као репрезентативне за реализацију планираних истраживачких активности.

Оглед је постављен у оквиру реализације пројекта финансираног од стране Европске уније под називом „Унапређење здружене сетве у функцији пољопривредно-прехрамбених ланаца вредности и услуга екосистема у Европи и јужним земљама“ (Developing Intercropping for Agrifood Value Chains and Ecosystem Services Delivery in Europe and Southern Countries – 101081973). У складу са пројектним активностима, на изабраним парцелама успостављен је систем здружене сетве озиме пшенице и озимог грашка, у оквиру активности првог радног пакета.



Слика 1. Огледно поље у систему органске производње – локалитет Шуљам

(фото: Срђан Ђурановић)

Генерални циљ пројекта усмерен је на стварање продуктивних, разноврсних, одрживих, профитабилних и агроеколошки прихватљивих система гајења усева који су применљиви за пољопривреднике и учеснике у пољопривредно-прехранбеном ланцу. Као мултидисциплинаран и комплексан пројекат, са већим бројем учесника, он окупља научнике, али и локалне произвођаче који представљају цео ланац вредности хране. Да би се остварио наведени генерални циљ, пројекат је структуриран кроз низ специфичних циљева који се фокусирају на различите аспекте здружене сетве.

1. Креирање локално важних, легитимних и иновативних ланаца вредности у производњи хране, кроз 13 колаборативно-иновационих студија случаја (CICS). Мрежа експеримената и колаборативно-иновационих студија случаја обухвата конвенционалну и органску производњу и спроводи се у земљама Европе и две афричке земље (Co-Innovative Case Studies – CICS).
2. Кроз 15 мета-експеримената, разумевање функционисања и интеракције у здруженој сетви за максимизирање продуктивности и пружања услуга екосистема (EC).
3. Креирање знања, метода и алата за гајење здружених усева и процена њиховог развоја и профитабилности.
4. Разумевање ефикасности здружене сетве путем моделирања (студије симулација које пружају нове информације).
5. Стицање новог знања о квалитету зрна добијеног из здружене сетве житарица и легуминоза у односу на оне из чисте сетве.
6. Откривање кључних препрека и полуга на нивоу ланца вредности како би се подстакла транзиција ка повећању примене здружене сетве у пољопривредној производњи у ЕУ.

Оглед је успостављен током 2023. године, док је као предусев на одабраној парцели у 2022. години гајена соја, која је такође сертифицирована у систему органске производње. На тај начин, производња на истраживаним парцелама реализује се у оквиру плодореда пшеница–соја, што обезбеђује континуитет одрживе пољопривредне праксе и очување плодности земљишта.

4.2. МЕТОДОЛОГИЈА ИДЕНТИФИКАЦИЈЕ БАРИЈЕРА И УЧЕСНИЦИ РАДИОНИЦЕ

Поред пољских огледа, за потребе овог рада примењена је партиципативна истраживачка методологија за идентификацију баријера у ланцу вредности. Кроз колаборативно-иновациону студију случаја (CICS #9), спроведена је радионица заснована на тзв. „Дрвету узрока“ (*Causal Tree Analysis*) и мапирању ланца вредности.

Овај приступ омогућио је прикупљање егзактних ставова директних учесника у пољопривредној производњи. Процес је обухватио идентификацију примарних баријера, њихово рангирање према приоритету и анализу узрочно-последичних веза између економских, климатских, техничких, и институционалних изазова.

У радионици је учествовала мултидисциплинарна група од 24 релевантних актера, што осигурава високу релевантност резултата:

- Научно-истраживачки сектор: Стручњаци са Пољопривредног факултета у Новом Саду, Института за ратарство и повртарство „НС семе“, Института Биосенс (ИСТ решења у пољопривреди) и Научног института за прехранбене технологије (ФИНС).
- Привредни субјекти: Представници семенске компаније KWS Србија, компаније за производњу минералних ђубрива Elixir Group, као и компаније LoginEKO специјализоване за велике органске системе.
- Локална заједница и произвођачи: Пољопривредна газдинства (ПГ Јуришић, ПГ Стојшин), представници млинарске и пекарске индустрије, као и локалне самоуправе.



Слика 2. Здружена сетва пшеница и грашка на парцели у фази пуне зрелости
(фото: Бојан Војнов, 2024)



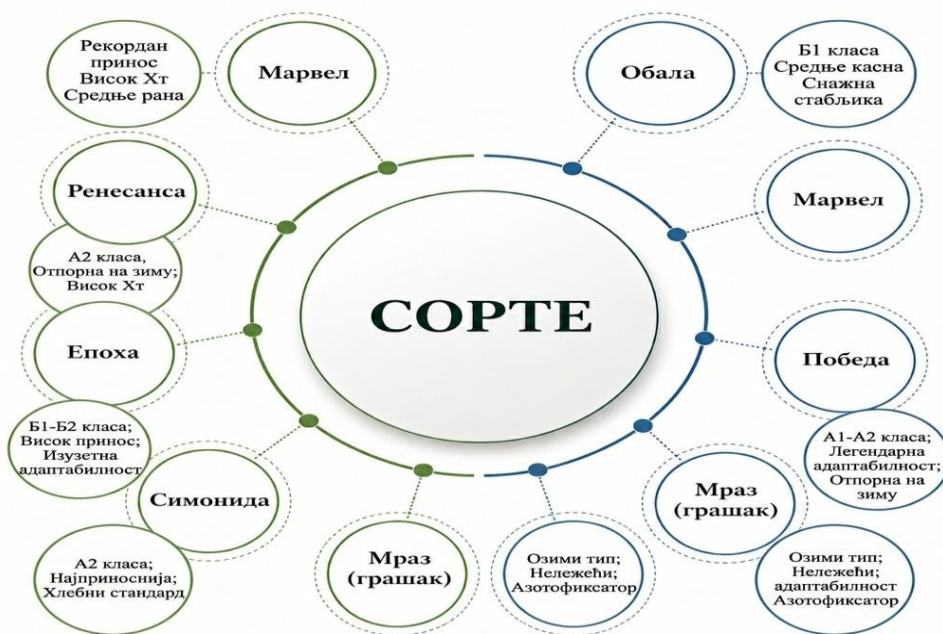
Слика 3. Жетва здружене сетве пшенице и грашка у систему органске производње –
локалитет Шуљам
(фото: Срђан Ђурановић)

4.3. КАРАКТЕРИСТИКЕ ИСПИТИВАНИХ СОРТИ

Основне биолошко-продуктивне карактеристике, особине зрна и технолошки квалитет сорти пшенице НС Ренесанса, НС Епоха, НС Симонида, НС Обала и НС Победа које

потичу из селекционог програма Института за ратарство и повртарство „НС семе“, као и сорте пшенице KWS Marvel, преузете су из званичних каталога произвођача. Сходно томе, основне агробиолошке карактеристике сорте озимог грашка НС Мраз из селекције истог института такође су преузете из каталога и представљене су у наредном прегледу (<https://nsseme.com/proizvodi/strna-zita/psenica/>; <https://www.kws.com/rs/sr/proizvodi/psenica/marvel/>; <https://nsseme.com/proizvodi/krmno-bilje/stocni-grasak/>).

На Слици 4. приказан је сортимент коришћен током двогодишњег истраживања. Зеленом бојом су означене сорте испитиване у сезони 2023/2024, док плава боја представља сорте из сезоне 2024/2025. Сорте попут пшенице Марвел и озимог грашка Мраз су биле заступљене у обе истраживачке године ради праћења стабилности приноса у различитим агроеколошким условима.



Слика 4. Шематски приказ коришћених sorti пшенице и озимог грашка по истраживачким сезонама (зелена боја – сезона 2023/2024; плава боја – сезона 2024/2025).



Слика 5. Узорковање биљног материјала у моменту жетве здруженог усева пшенице и грашка
(фото: Срђан Ђурановић)

4.4. АГРОХЕМИЈСКА АНАЛИЗА ЗЕМЉИШТА

Агрохемијска својства земљишта представљају један од кључних фактора који одређују производни потенцијал различитих система гајења. Стога је њихова процена неопходна за правилно тумачење резултата огледа и за разумевање утицаја примене различитих агротехничких мера на раст и развој усева. У овом истраживању, на почетку заснивања огледа, извршена је анализа основних агрохемијских параметара земљишта, а резултати су приказани у Табели 1.

Вредност рН у раствору КСl износила је 6,48, док је у воденом раствору (H₂O) износила 7,65. Садржај карбоната калцијума (CaCO₃) био је 4,48%. Укупни садржај азота износио је 0,10%. Садржај лако приступачног фосфора (AL-P₂O₅) износио је 18,18 mg/100 g, док је садржај лако приступачног калијума (AL-K₂O) био 26,66 mg/100 g. Садржај хумуса износио је 2,05%.

Табела 1. Агрохемијска анализа земљишта

рН у Н ₂ О	рН у КСl	СаСО ₃ %	Хумус у %	Укупан N %	AL-P ₂ O ₅ mg/100 g	AL-K ₂ O mg/100 g
7,65	6,48	4,48	2,05	0,10	18,18	26,66

На основу приказаних вредности агрохемијских параметара земљишта, даље је извршена анализа садржаја минералног азота применом N-min методе. N-min метода представља лабораторијску методу одређивања садржаја минералног азота у земљишту, односно облика азота који су биљкама непосредно доступни у одређеном тренутку. Одређивање минералног азота у земљишту обухвата екстракцију и квантитативно одрђивање нитратног (NO₃⁻-N) и амонијачног (NH₄⁺-N) облика азота. Анализа се заснива на екстракцији минералних облика азота из свежег земљишта помоћу раствора калцијум-хлорида (CaCl₂), након чега се у екстракту одрђују концентрације појединачних облика азота. Пре лабораторијске анализе обавља се узорковање земљишта на парцели. Узорковање се обавља помоћу сонде, при чему се узима приближно 300 g земљишта са сваке дубине профила (0-30 cm, 30-60 cm и 60-90cm).

Након узимања узорака на терену, узорци се транспортују до лабораторије у затвореним пластичним врећицама и чувају се на температури од приближно 4 °C. У лабораторији се узорак земљишта прво хомогенизује и уклањају се крупни биљни остаци и каменчићи. За екстракцију се одмери 50 g земљишта на аналитичкој ваги. Одмерена количина земљишта се сипа у лабораторијску боцу и додаје се 300 ml l раствора. Боца се затвара и поставља на лабораторијски шејкер. Суспензија се мућка 60 минута константном брзином. По завршетку мућкања суспензија се филтрира кроз филтер-папир. Добија се бистри екстракт земљишта који садржи растворене минералне облике азота. Део екстракта се пипетом преноси у епрувете, у које се после додају одговарајући реагенси (сумпорна киселина, бакарисане грануле цинка) који реагују са одређеним обликом азота стварајући обојени комплекс. Апсорбанција обојеног комплекса мери се спектрофотометром, а концентрација нитратног азота у узорку одређује се помоћу калибрационе криве припремљене на стандардним растворима. Добијене вредности изражавају се у mg N kg⁻¹ земљишта или се прерачунавају у kg N ha⁻¹.



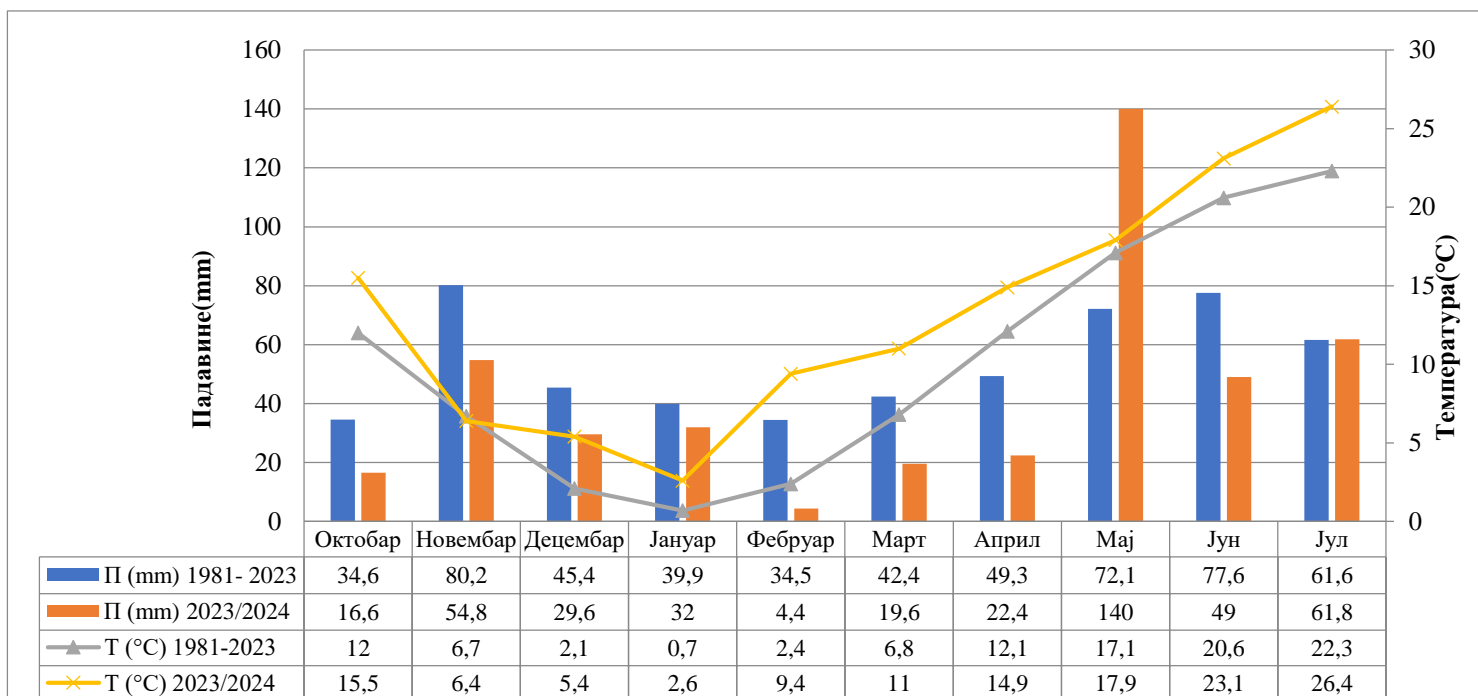
Слика 6. Узорковање земљишта након жетве

(фото: Бранко Ђупина)

4.5. ВРЕМЕНСКИ УСЛОВИ ЛОКАЛИТЕТА

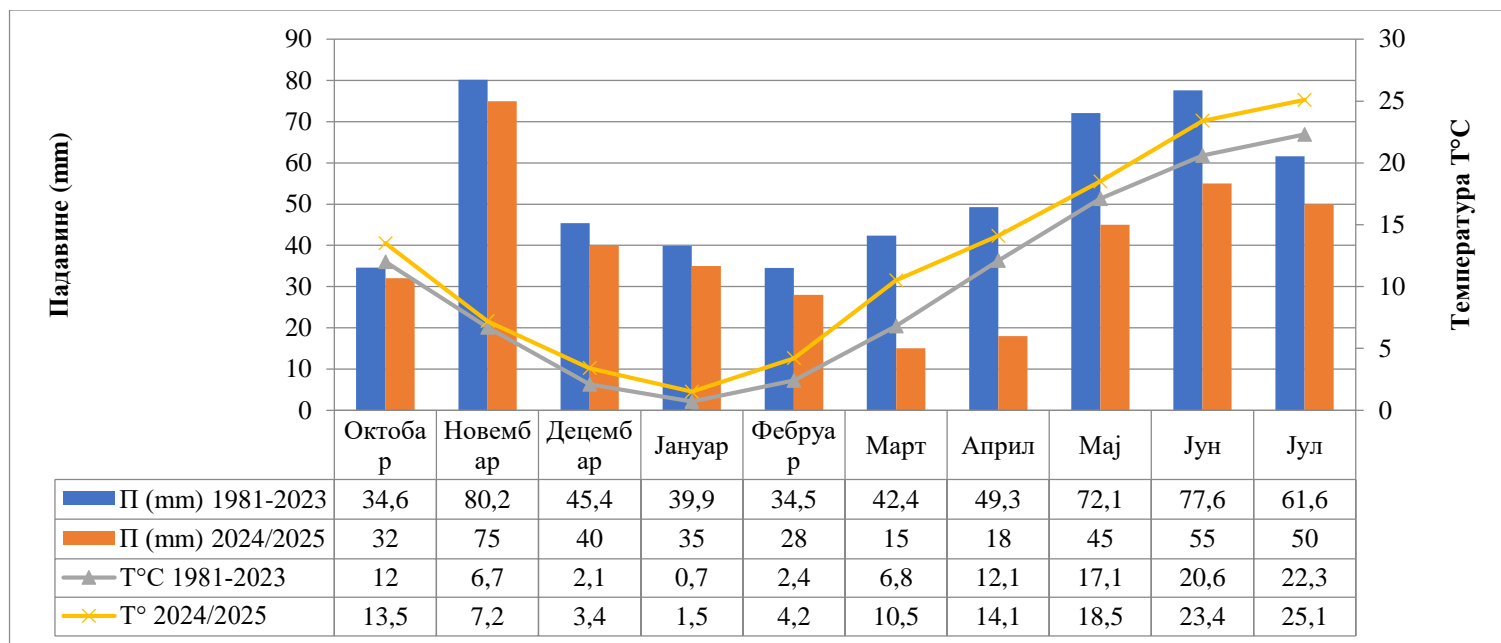
Временски услови представљају примарни спољашњи фактор који дефинише ефикасност примењених агротехничких мера и финалну продуктивност озиме пшенице. У системима здружене сетве са легуминозама, значај климатских чинилаца је додатно наглашен, јер они одређују осетљиву границу између синергије, узајамне помоћи врста и оштре конкуренције, односно борбе за ресурсе. За потребе овог рада анализирани су подаци Републичког хидрометеоролошког завода (РХМЗ) са станице Сремска Митровица, који су у потпуности релевантни за микролокалитет Шуљам, а добијени резултати указују на постојање две дијаметрално различите вегетационе сезоне. Вегетациона сезона 2023/2024 карактерисала се променљивим температурним условима и неравномерним распоредом падавина. Током јесени забележене су ниже количине

падавина у октобру, док су у новембру и децембру температуре биле изнад вишегодишњег просека. Зимски период обележиле су више температуре у односу на просечне вредности. У пролећном делу вегетације забележене су повећане количине падавина у мају.



Графикон 1. Укупна количина падавина (mm) и средње месечна температура ваздуха (°C) за вишегодишњи период (1981-2023) и 2023/24. годину, на локалитету Сремска Митровица

Вегетациона сезона 2024/2025 такође је показала варијабилност у температурним и падавинским условима током посматраног периода, са променама у распореду падавина и температурним вредностима у односу на вишегодишњи просек.



Графикон 2. Укупна количина падавина (mm) и средње месечна температура ваздуха (°C) за вишегодишњи период (1981-2023) и 2024/25. годину, на локалитету Сремска Митровица

Методe статистичке обраде података и осталих релевантних показатеља обухватале су примену анализе варијансе (ANOVA) ради утврђивања утицаја испитиваних фактора и њихових интеракција на посматране параметре. Значајност разлика између третмана тестирана је F-тестом, при нивоима вероватноће $p \leq 0,05$ и $p \leq 0,01$. Статистичка обрада резултата извршена је у програмском пакету Statistica v.14. док су основна обрада података, табеларни, графички приказ резултата и дијаграми, реализовани у програмима Microsoft Excel и Microsoft Word.

5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА СА ДИСКУСИЈОМ

У овом поглављу анализирани су резултати двогодишњих пољских огледа на локалитету Шуљам током вегетационих сезона 2023/2024 и 2024/2025 године.

У оквиру пројекта IntercropVALUES, применом методологије „Дрво узрока“ (*Causal Tree Analysis*) и мапирања ланца вредности, идентификоване су кључне препреке за ширу примену здружене сетве пшенице и грашка. На основу ставова актера са радионице и остварених резултата са терена, извршена је детаљна анализа баријера кроз призму остварених приноса.

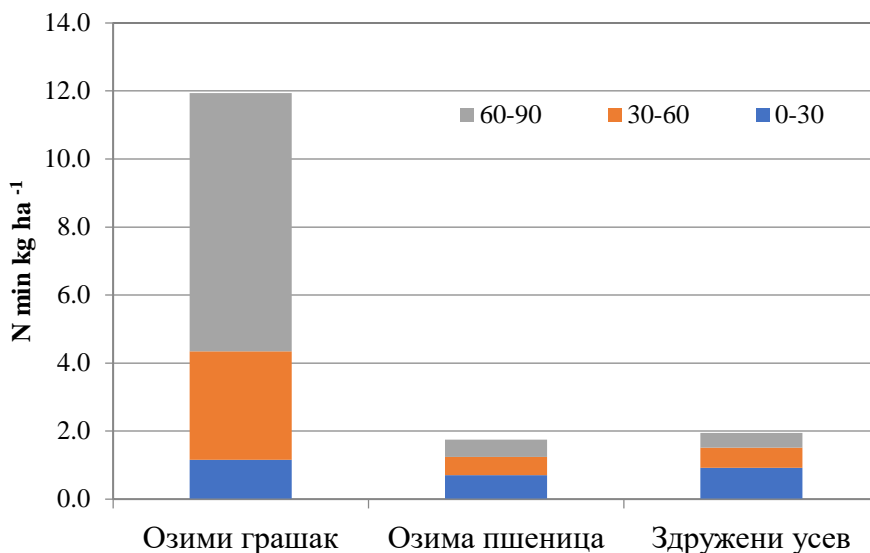
Управо су варијације у приносу између две климатски потпуно различите сезоне послужиле као основ за разумевање изазова са којима се произвођачи сусрећу. У наставку су прво приказани егзактни резултати приноса који су послужили као база за даљу дискусију и методолошку анализу препрека.

5.1. ДИНАМИКА МИНЕРАЛНОГ АЗОТА У ЗЕМЉИШТУ

Након жетве усева у обе испитиване вегетационе сезоне, садржај минералног азота у површинском слоју земљишта (0–30 cm) износио је у опсегу од 0,07% до 0,08% у зависности од третмана. На варијанти сетве забележена је вредност 0,07%, док су на варијантама озима пшеница, здружени усев и озими грашак утврђене вредности од 0,08%.

Испитивање динамике минералног азота на локалитету Шуљам током истраживачког периода 2024–2025. године указало је на значајне специфичности у зависности од примењеног система гајења и дубине земљишног профила до 90 cm. Током прве вегетационе сезоне (2024. година), забележена је изразита акумулација азота на варијанти чистог озимог грашка, где је укупан садржај достигао ниво од скоро 120 kg/ha, уз карактеристичан максималан садржај у најдубљем слоју од 60–90 cm, што се може довести у везу са интензивнијом вертикалном миграцијом нутријената у тој сезони. Насупрот томе, озима пшеница је у истој години показала најниже вредности преосталог минералног азота, испод 20 kg/ha, док је здружени усев заузео

интермедијарну позицију, остварујући благо веће вредности у површинском слоју у односу на монокултуру пшенице (граф. 3.).

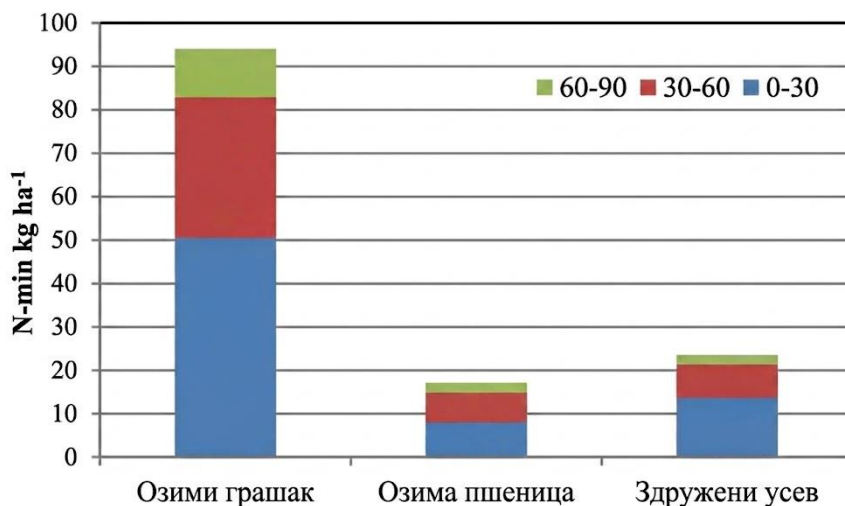


Графикон 3. Садржај минералног азота (N-min) по дубинским слојевима земљишта (0–90 cm) на локалитету Шуљам након жетве усева 2024. године

Преласком на другу истраживачку годину (2025), резултати су потврдили стабилност општег тренда супериорности легуминоза, али са знатно другачијим вертикалним распоредом. Код озимог грашка је укупан садржај минералног азота износио приближно 95 kg/ha, при чему је највећа концентрација од преко 50 kg/ha била локализована у површинском слоју од 0–30 cm, односно у зони активне ризосфере. Ова расподела у односу на претходну годину додатно указује на способност грашка да стабилизује азотни биланс чак и у систему здруженог гајења, што потврђују и подаци за здружени усев који је у 2025. години задржао ниво од око 25 kg/ha N уз повољнији минерални статус у површинском хоризонту у поређењу са чистом пшеницом.

Дистрибуција минералног азота по дубини показује да се најизраженији ефекти легуминоза испољавају у површинском слоју (0–30 cm), чиме се потврђује њихова улога у стабилизацији азотног биланса у здруженим усевима. Поред тога, добијени резултати указују да присуство легуминоза не само да побољшава минерални статус земљишта,

већ и ствара повољније услове за формирање квалитета зрна пшенице у систему здружене сетве.



Графикон 4. Садржај минералног азота (N-min) по дубинским слојевима земљишта (0–90 cm) на локалитету Шуљам након жетве усева 2025. године

Паралелно са променама у садржају главних нутритијената, анализа је потврдила високу стабилност рН вредности, што указује на изузетну пуферну способност земљишта на локалитету Шуљам. Истовремено, благо повећање садржаја органске материје на варијантама са здруженим усевом додатно наглашава дугорочне предности оваквог система за очување опште плодности и структуре земљишта (граф. 4).

5.2. ПРИНОС ПШЕНИЦЕ ПО СЕЗОНАМА

Принос зрна по јединици површине представља свеобухватни резултат свих испитиваних морфолошких и продуктивних параметара и најважнији је показатељ ефикасности примењеног агротехничког система. Двогодишња истраживања на локалитету Шуљам указала су два различита сценарија формирања приноса, која су условљена метеоролошким условима посматраних сезона.

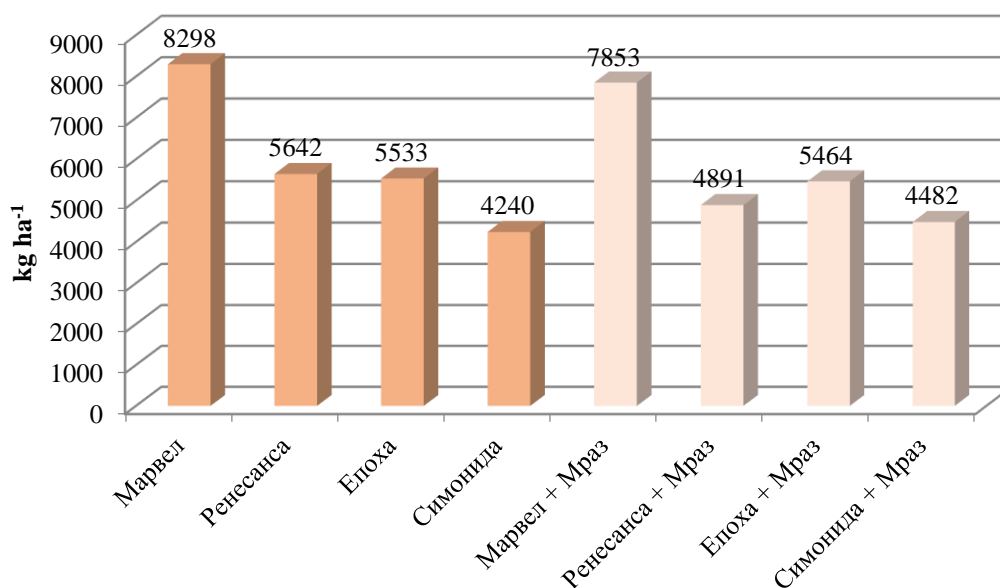
У првој истраживачкој години (2023/2024), резултати анализе варијансе указали су на апсолутну доминацију фактора сорте (А), који је објаснио 79,80% укупне варијабилности ($P < 0,01$). У условима повољне влажности, генетички потенцијал сорте

био је кључ успеха. Сорта Марвел се истакла највишим приносом у чистом усеву (8298 kg ha⁻¹), док је сорта Симонида показала специфичну компатибилност са легуминозом, остваривши пораст приноса у здруженој сетви (са 4240 kg ha⁻¹ на 4482 kg ha⁻¹). Налази потврђују тезе Lithourgidis-a et al. (2011) да ефекат здруживања није униформан (таб. 2).

Табела 2. Анализа варијансе приноса зрна пшенице у сезони 2023/2024

Извор варијабилности	Степен слободе	Сума квадрата	%	Средина квадрата	F
Блокови	2	143872	0,22	71936	0.134
Ефекат А (сорта)	3	50075732	79,80	16691911	31.013**
Ефекат Б (систем)	1	1537194	2,44	1537194	2.856
Интеракција А*Б	3	3451989	5,50	1150663	2.138
Грешка	14	7535020	12,00	538215	
Укупно	23	62743808			

Коришћене ознаке : А –Сорта , Б –Здружен усев , ** високо значајан утицај (P<0,01), * значајан утицај (P<0,05).



Сорте пшенице у чистом и здруженом усеву са озимим грашком

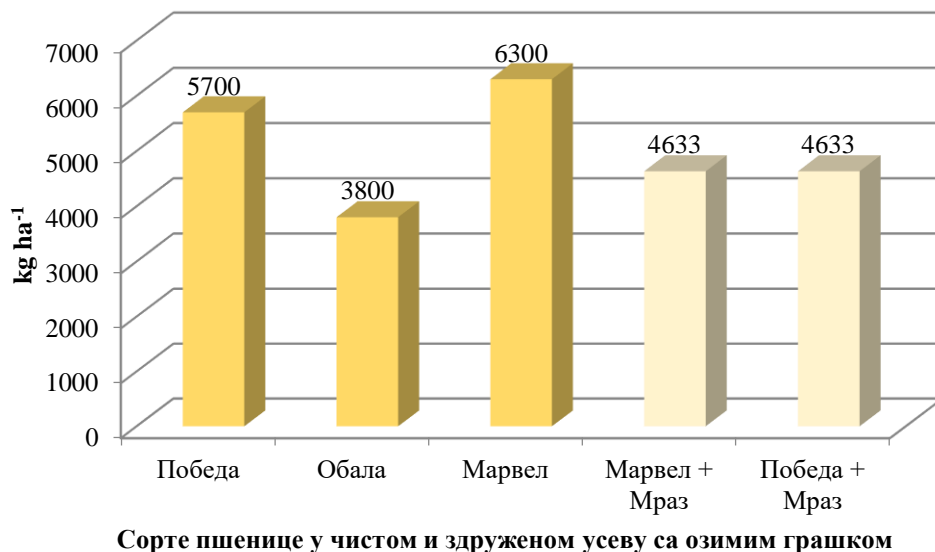
Графикон 5. Принос зрна пшенице у чистом и здруженом усеву за сезону 2023/2024

Међутим, друга вегетациона сезона (2024/2025) донела је до сада незабележен преокрет. Доминација сорте је у потпуности изостао, при чему је фактор система гајења (Б) постао доминантан извор варијабилитета са уделом од 98,69% ($P < 0,01$; $F = 605,18$). Овакав резултат недвосмислено потврђује да је у сушној сезони 2025. године присуство здруженог усева са грашком Мраз постало главни лимитирајући фактор. Док је просечан принос у чистом усеву био релативно стабилан преко 5700 kg ha^{-1} , у здруженом систему је дошло до пада на просечних 4600 kg ha^{-1} (граф.5).

Табела 3. Анализа варијансе приноса зрна пшенице у сезони 2024/2025

Извор варијабилности	Степен слободe	Сума квадрата	%	Средина квадрата	F
Блокови	2	22000	0,27	11000	0,81
Ефекат А (сорта)	1	3000	0,04	3000	0,23
Ефекат Б (систем)	1	8165000	98,69	8165000	605,18**
Интеракција А×Б	1	2000	0,02	2000	0,15
Грешка	6	81000	0,98	13500	
Укупно	11	8273000	100,00		

Коришћене ознаке : А –Сорта , Б – Здружен усев, ** високо значајан утицај ($P < 0,01$), * значајан утицај ($P < 0,05$)

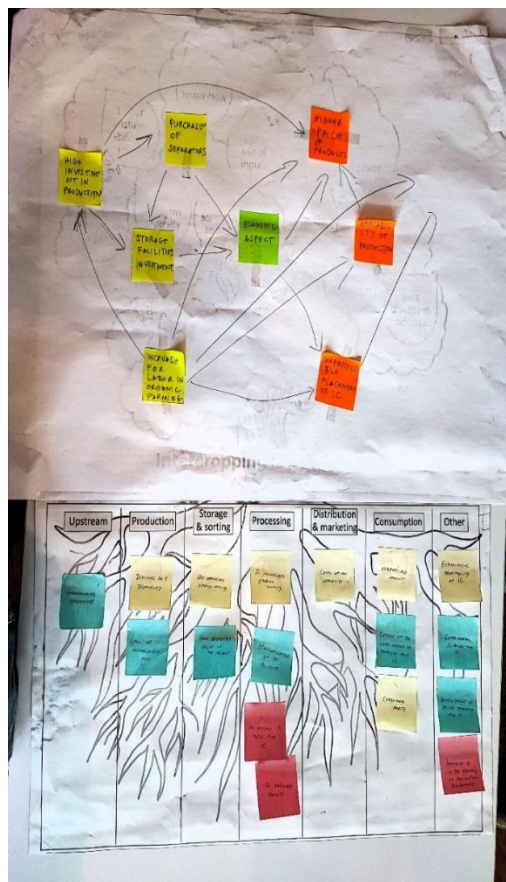


Графикон 6. Принос зрна пшенице у чистом и здруженом усеву за сезону 2024/2025

Како би се дубље разумели разлози оваквог пада приноса у сушној сезони, спроведена је анализа чији су резултати довели до идентификације кључних баријера. У наставку приказан је системски модел ових препрека, изведен на основу двогодишњих пољских резултата и ставова актера са IntercropVALUES радионице, при чему је важно нагласити да климатски услови значајно утичу на стабилност приноса у системима здружене сетве и могу променити однос између генотипских и агротехничких фактора (Reckling et al., 2022; Raseduzzaman and Jensen, 2017).

5.3. ЕКОНОМСКЕ БАРИЈЕРЕ И ОДРЖИВОСТ СИСТЕМА ЗДРУЖЕНЕ СЕТВЕ

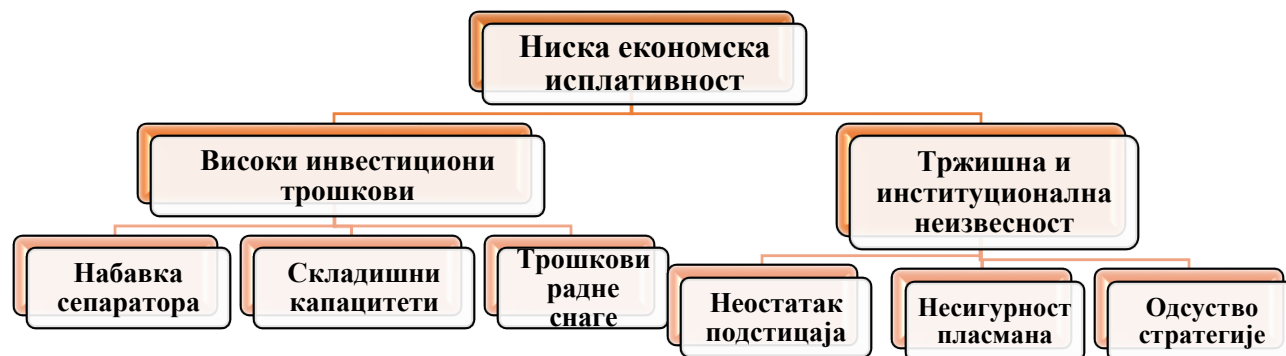
Економска одрживост (*Economic viability*) представља један од кључних фактора прихватања здружене сетве у пракси. Иако се овај систем примарно уводи са циљем смањења ризика и повећања стабилности прихода кроз диверзификацију, анализа „Дрвета узрока“ приказана на слици 4. указује на сложене структуре економских ограничења која у значајној мери успоравају његову имплементацију.



Слика 7. Радни материјал са радионице за анализу економских аспеката и системских баријера здружене сетве.

(Извор: Документација са радионице пројекта IntercropVALUES, 2022-2026)

На основу резултата мапирања баријера приказаних на слици 7. и ставова актера, као кључни проблем издваја се ниска економска исплативост (*Low economic viability*). Она није последица једног фактора, већ комбинације више међусобно повезаних ограничења која су приказана на Дијаграму 1.



Дијаграм 1. Дијаграм „Дрво узрока“ економских баријера у здруженој сетви.

(Извор: Креирано на основу материјала са радионице пројекта IntercropVALUES)

Пре свега, издвајају се високи инвестициони трошкови (*High investment in equipment*). Увођење здружене сетве захтева улагања у специјализовану механизацију за сепарацију зрна (*Separators*), што представља значајну почетну баријеру за већину газдинстава. Овоме се придружује и потреба за додатним складишним капацитетима (*Additional storage capacity*), јер се мешано зрно не може третирати у оквиру стандардних постојећих система складиштења.

Поред инвестиционих захтева, значајну улогу има и оперативна комплексност. Процеси раздвајања и дораде зрна доводе до повећаних трошкова радне снаге (*Additional labor costs*), што директно утиче на финалну цену производње. Овај проблем додатно се појачава чињеницом да већина комерцијалних сорти није развијена за услове здружене сетве (*Lack of breeding for intercropping systems*). Селекција усмерена ка монокултури доводи до несинхронизованог зрења и техничких губитака, што смањује укупну ефикасност ланца вредности (*Value chain*).

Поред техничко-производних фактора, значајну улогу имају и институционална ограничења. Недостатак финансијских подстицаја (*Lack of incentives*) и чињеница да

здружена сетва још увек није системски интегрисана у пољопривредне стратегије (*IC not integrated into agricultural policy*) доводе до тога да произвођачи преузимају висок ниво ризика. Као последица, јавља се несигурност пласмана (*Uncertain placement*) и ограничено тржишно прихватање оваквих производа.

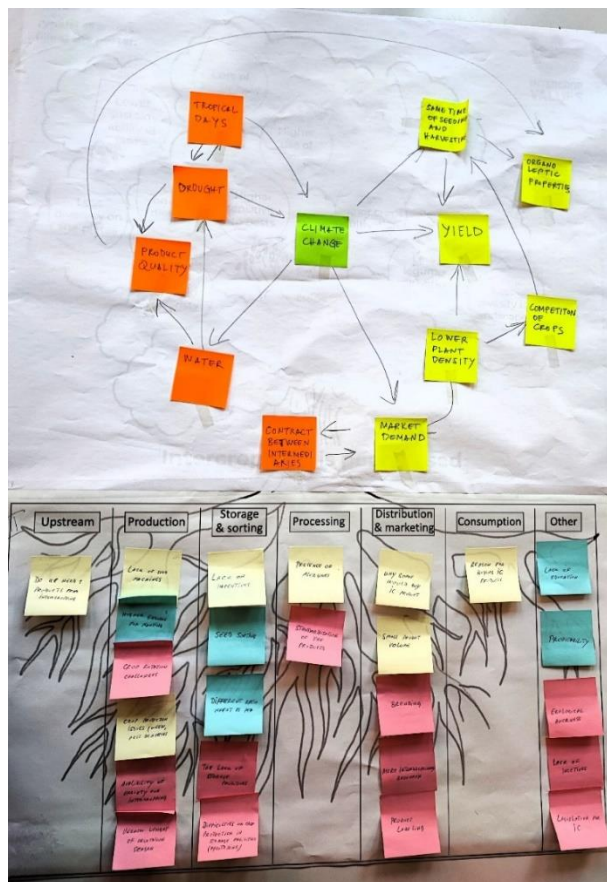
Емпиријски подаци са локалитета Шуљам додатно потврђују ове налазе. У повољној 2024. години, висок принос пшенице сорте Марвел који износи 7853 kg ha^{-1} омогућава економску оправданост додатних улагања. Међутим, у сушној 2025. години, изражена варијабилност приноса (*Yield variability*) и пад на 4633 kg ha^{-1} значајно погоршавају економску слику система. У таквим условима, трошкови сепарације и дораде постају релативно већи у односу на остварену добит.

Додатно, без развијеног система тржишног позиционирања и брендирања производа, као и без укључивања већих трговинских ланаца (*Retail chain involvement*), здружена сетва остаје економски ограничена на експериментални ниво примене.

Закључно, економска димензија здружене сетве може се посматрати као систем међузависних баријера у којем се високи почетни трошкови, техничка комплексност и тржишна неизвесност међусобно појачавају, стварајући затворени круг ограничене исплативости.

5.4. КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ И УТИЦАЈ ЕКСТРЕМНИХ ВРЕМЕНСКИХ УСЛОВА

Климатске промене представљају баријеру највишег приоритета у савременој пољопривредној производњи, што је потврђено и кроз системску анализу препрека за ширу примену здружених усева. Као што је илустровано на Слици 8, овај изазов примарно покрећу фактори попут учесталих тропских дана (*Tropical days*) и сушних периода (*Drought*). Наведени екстремни услови директно детерминишу доступност воде (*Water*), што се повратно одражава на принос (*Yield*) и квалитет производа (*Product quality*).



Слика 8. Радни материјал са радионице за анализу климатских баријера здружене сетве. (Извор: Документација са радионице пројекта IntercropVALUES, 2022-2026)

Комплексност временских утицаја на стабилност система најбоље се уочава кроз међузависност фактора приказаних на Дијаграму 2. Овај модел јасно дефинише како примарни климатски фактори, попут суше и тропских дана, покрећу ланчану реакцију која се преко водних ресурса директно рефлектује на принос и квалитет производа.



Дијаграм 2. Дијаграм „Дрво узрока“ климатских фактора у здруженој сетви.
(Извор: Креирано на основу материјала са радионице пројекта IntercropVALUES)

Резултати истраживања спроведени на газдинству Јуришић на локалитету Шуљам пружају јасну емпиријску потвду за везе приказане на моделу. У складу са наводима Јаћимовића (2012), метеоролошки услови године често представљају пресудан фактор успеха примењене агротехнике, што су потврдила и ова двогодишња истраживања кроз два потпуно различита сценарија.

У сезони 2023/2024, коју је карактерисао повољан распоредом падавина, пшеница сорте Марвел остварила је у здруженој сетви висок принос од 7853 kg ha⁻¹. Ови резултати подржавају научне тезе Lithourgidis-a et al. (2011) да здружена сетва обезбеђује високу продуктивност у оптималним агроеколошким условима, уз потпуно очување позитивних органолептичких својстава зрна (*Organoleptic properties*).

Насупрот томе, сезона 2024/2025 јасно је показала критичан утицај конкуренције између усева (*Competition of crops*). Услед екстремне суше, фактор система гајења преузео је апсолутну доминацију у укупној варијабилности (98,69%). Пшеница је значајно подбацила услед израженог конкурентског притиска грашка за влагу, при чему је принос сорте Марвел опао са 6300 kg ha⁻¹ у чистом усеву на 4633 kg ha⁻¹ у здруженом систему. Овакав пад је директна последица смањене густине биљака пшенице (*Lower*

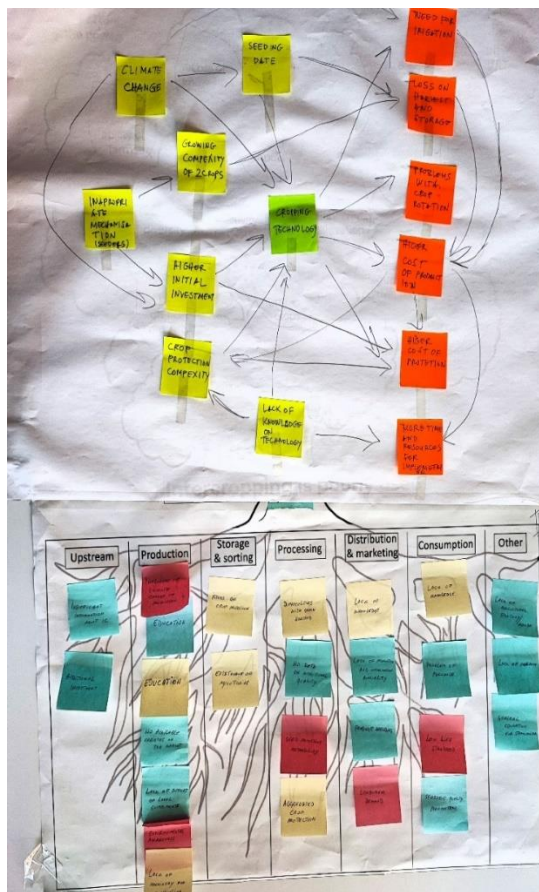
plant density) у здруженом систему, при чему у условима екстремне суше долази до интензивирање конкуренције за доступном водом између усева.

Иако се здружена сетва често истиче као модел који повећава стабилност производње у променљивим климатским условима, мета-анализе указују на то да ове предности значајно опадају током година са екстремним временским непогодама (Raseduzzaman and Jensen, 2017). Резултати истраживања на локалитету Шуљам потврђују ову тезу, док је у повољној 2024. години систем остварио високу продуктивност, екстремна суша у 2025. години довела је до тога да конкуренција за влагу између пшенице и грашка постане доминантна. Уместо очекиване узајамне подршке усева, дошло је до пада приноса услед компетенција за доступном водом у земљишту. Ово јасно указује на то да климатска непредвидивост остаје пресудан фактор ризика који пољопривредну производњу чини несигурном, чак и уз примену диверзификованих система гајења.

Улога легуминозне компоненте у овим условима такође представља фактор ризика. Иако је озими грашак НС Мраз у сушној сезони остварио солидан принос од 1100 kg ha⁻¹ и тиме допринео укупној продуктивности по јединици површине, његова изражена конкурентна способност у условима стреса потврђује да климатски фактори непредвидиво мењају међуврсне односе. За пољопривредног произвођача, оваква климатска волатилност директно се претаче у економски ризик, чинећи производњу у здруженим системима знатно неизвеснијом

5.5. АГРОТЕХНИЧКА ОГРАНИЧЕЊА И КОМПЛЕКСНОСТ УПРВЉАЊА УСЕВИМА

Успешно успостављање здруженог усева пшенице и озимог грашка захтева континуирани компромис између две биолошки различите културе. Технологија гајења, приказана на Слици 10. и Дијаграму 3., идентификована је као једно од кључних системских „уских грла“. Ова ограничења се често јављају услед комплексности управљања и техничких изазова у систему здружене сетве (Kiær et al., 2022). Игнорисање специфичних агротехничких захтева било које од ових врста неминовно води ка паду ефикасности читавог система.



Слика 9. Радни материјал са радионице за анализу технологије гајења и агротехничких баријера.

(Извор: Документација са радионице пројекта IntercropVALUES, 2022-2026)

Свеобухватна анализа агротехничких баријера, изведена из практичних искустава на терену и ставова актера, систематизована је на Дијаграму 3. Овај визуелни приказ идентификује три критичне тачке, управљање усевима, техничке ризике и неопходност наводњавања које заједно детерминишу успех или неуспех здружене сетве у променљивим производним условима.



Дијаграм 3. Дијаграм „Дрво узрока“ агротехничких баријера и комплексност управљања у здруженој сетви.

(Извор: Креирано на основу материјала са радионице пројекта IntercropVALUES)

На основу спроведених истраживања и анализе података, ова баријера се манифестује кроз три критична аспекта:

1. Сложеност управљања и дефицит стручних знања - Гајење две врсте симултано значајно подиже сложеност менаџмента посева (*Growing complexity of 2 crops*). Ова повећана сложеност и потреба за специфичним знањима често представљају ограничавајући фактор у широј примени здруженог система гајеног усева (Kiær et al., 2022). Према подацима из анализе варијансе за 2024. годину, где је фактор сорте објаснио чак 79,80% варијабилности, јасно је да је у повољним годинама кључ успеха био правилан избор сорте и прецизан датум сетве (*Seeding date*). Међутим, произвођачи често изражавају страх од губитка контроле над производњом услед недостатка специфичних знања (*Lack of knowledge*), што их спречава да напусте традиционалне оквире производње засноване на једној биљној врсти (чистом усеву).

2. Технички изазови и заштита усева - Неадекватна механизација (*Inappropriate mechanization*) и сложеност хемијске заштите (*Crop protection complexity*) представљају озбиљан технички ризик. Ограничена доступност одговарајуће механизације и сложеност примене заштитних мера у мешовитим усевима додатно усложњавају овај систем (Kiær et al., 2022). У здруженом систему, избор хербицида је драматично сужен јер препарати који погодују пшеници могу бити фитотоксични за грашак и обрнуто. Овај изазов директно утиче на чистоћу усева, што се касније рефлектује на квалитет производа. Подаци из сушне 2025. године показали су да пшеница у здруженом систему, услед мање густине биљака (*Lower plant density*), губи моћ конкуренције са коровима уколико механичка или хемијска заштита нису правовремено и прецизно изведене.

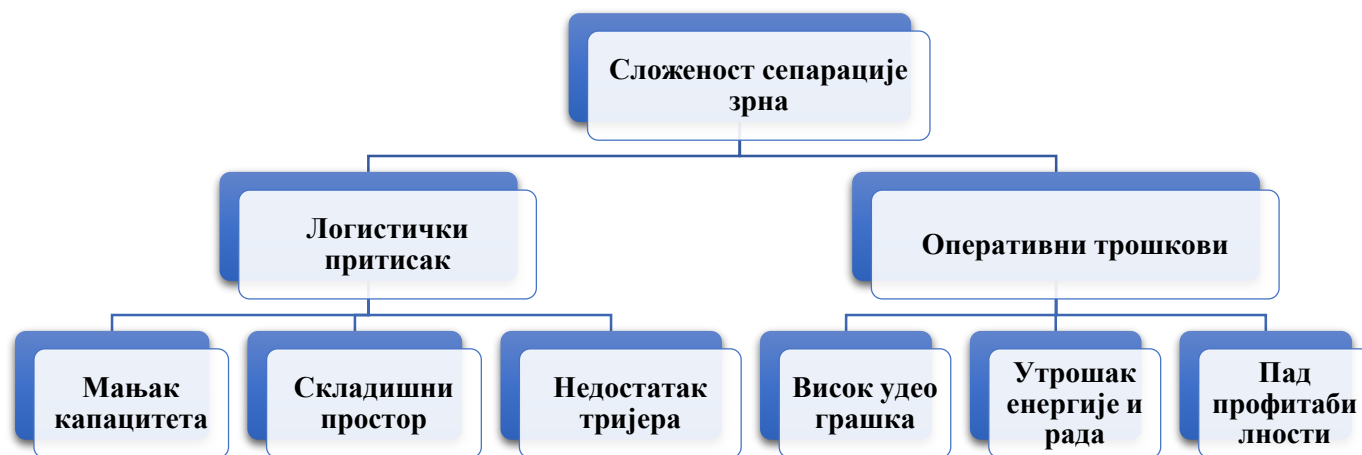
3. Неопходност наводњавања за стабилност приноса - Један од најзначајнијих налаза овог рада је потврда пресудне улоге наводњавања (*Need for irrigation*). Анализа варијансе за сезону 2024/2025 открила је да је систем гајења (фактор Б) објаснио невероватних 98,69% варијабилности приноса услед суше. Слично томе, истраживања показују да у условима ограничене доступности воде долази до појачане конкуренције између врста у здруженим усевима, што може умањити предности здружене сетве (Raseduzzaman and Jensen, 2017). Чињеница да је принос пшенице Марвел опао са 6300 kg ha⁻¹ на 4633 kg ha⁻¹ услед конкурентског притиска грашка за воду, недвосмислено доказује да без улагања у наводњавање овај систем губи свој продуктивни потенцијал у критичним годинама. Уместо очекиване синергије, у сушним условима добијамо борбу за ресурсе у којој пшеница подбацује као главна култура.

На онову анализираног, технологија гајења није само низ механичких операција, већ динамичан систем који захтева висок ниво стручности. Без прилагођавања густине сетве и обезбеђивања система за наводњавање, предности здружене сетве остају у сенци климатских ризика и техничких ограничења (Kiær et al., 2022; Raseduzzaman and Jensen, 2017; Lithourgidis et al., 2011).

5.6. ТЕХНИЧКЕ БАРИЈЕРЕ У ПОСТЖЕТВЕНОЈ ОБРАДИ И ЛАНЦУ ВРЕДНОСТИ

Као друга кључна препрека за ширу примену здружене сетве идентификована је техничка потешкоћа приликом раздвајања пшенице и грашка након жетве. Како је приказано на системском дијаграму „Дрвета узрока“, овај процес захтева додатну опрему, време и специфичну логистику, што директно утиче на укупну економску одрживост производног система. Слични изазови у ланцу вредности, посебно у фази постжетвене дораде и сепарације, препознати су као једна од кључних баријера у примени система здружене сетве (Kiær et al., 2022).

Као што се види на Дијаграму 4. технички изазови који се јављају након саме жетве представљају специфично логистичко уско грло. Процес сепарације зрна и притисак на складишне капацитете нису само техничка питања, већ фактори који директно утичу на профитабилност целог ланца вредности.



Дијаграм 4. Дијаграм „Дрво узрока“ техничких баријера у здруженој сетви.
(Извор: Креирано на основу материјала са радионице пројекта InterCropVALUES)

Техничка сложеност сепарације потврђена је кроз детаљну анализу остварених приноса током двогодишњег истраживања. Према наводима Милошева (2014), чистоћа финалног производа након жетве примарно зависи од ефикасности дораде, што је у овом систему додатно усложњено присуством две морфолошки потпуно различите врсте зрна. Увид у резултате приноса на локалитету Шуљам пружа јасне доказе за постојање ове баријере кроз неколико аспеката.

Првенствено, у високоприносним годинама попут сезоне 2023/2024, јавља се изражен логистички притисак. Пшеница сорте Марвел остварила је у здруженој сетви изузетан принос од 7853 kg ha⁻¹. Овако велика количина укупног зрна, коју је потребно сепарисати у веома кратком року непосредно након жетве, представља озбиљан изазов за капацитете просечног газдинства. Ово је у складу са наводима да ограничени технички и складишни капацитети значајно оптерећују примену здружене сетве (Kjær et al., 2022). Ови подаци потврђују наводе са дијаграма о неопходности поседовања додатне опреме и значајног простора за привремено складиштење неразврстане масе.

С друге стране, удео компоненти у сушној сезони 2024/2025 додатно технички усложњава процес. Резултати показују да је принос грашка НС Мраз износио 1100 kg ha⁻¹, док је пшеница остварила 4600 kg ha⁻¹. Овај значајан удео грашка у укупној маси жетве (преко 20%) захтева вишеструко просејавање и прецизно подешавање тријера како би се добила пшеница задовољавајуће чистоће. Велики проток мешовитог зрна директно повећава радни учинак и енергетске трошкове дораде, што је у потпуном складу са техничком комплексношћу приказаном на моделу баријера.

Коначно, економски аспект сепарације указује на то да сваки додатни корак у доради зрна директно умањује профитабилност. С обзиром на то да је у сушној 2025 години принос саме пшенице био нижи, трошкови сортирања релативно велике количина грашка постају још израженији терет за произвођача. Овакав дисбаланс између трошкова дораде и финалне тржишне вредности може значајно одвратити пољопривреднике од усвајања овог система гајења, упркос његовим агротехничким предностима.

Иако техничке баријере у доради и сепарацији представљају значајан изазов, практична примена овог система већ је дала конкретне резултате кроз производњу око 600 паковања промотивне тестенине од здруженог усева пшенице и грашка (InterstopVALUES, 2026). Ово потврђује да је могуће заокружити циклус производње и добити финални производ прехранбеног квалитета, што је кључни корак за валоризацију ових усева на домаћем тржишту.



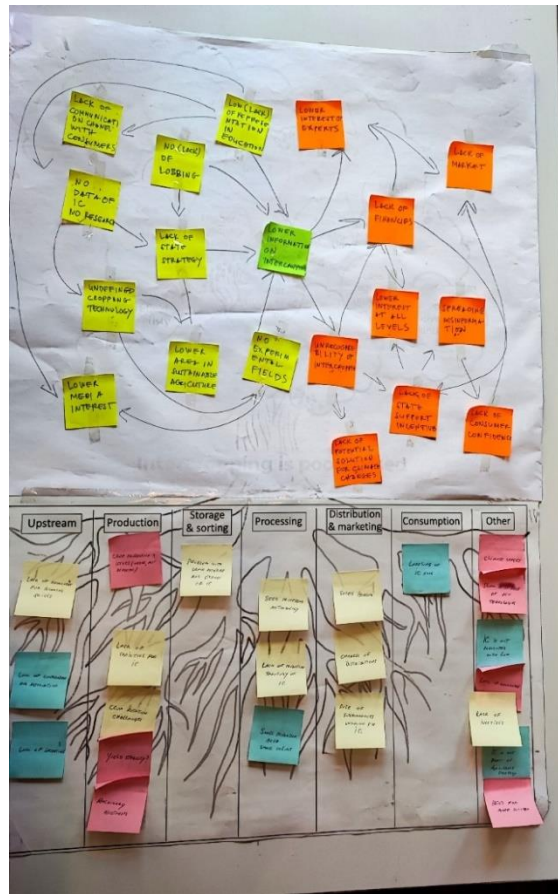
Слика 10. Паковања органске тестенине произведене од пшенице из здружене сетве са грашком у систему органске производње

(фото: Бојан Војнов, 2025)

5.7. СОЦИО – ЕКОНОМСКИ И ИНСТИТУЦИОНАЛНИ ФАКТОРИ УСВАЈАЊА ЗДРУЖЕНЕ СЕТВЕ

Поред техничких препрека, током истраживачке радионице идентификован је низ системских изазова који значајно успоравају ширу примену здружене сетве у нашој пракси. Литература показују да су главна ограничења у примени диверзификационих система повезана са недостатком знања, слабом институционалном подршком и

економском неизвесношћу код произвођача (Di Vene et al., 2022). Слично томе, недостатак знања, ограничени истраживачки подаци и слаба повезаност актера у ланцу вредности препознати су као кључне баријере широј примени система здружене сетве (Kiær et al., 2022). Као централни проблем, приказан на Слици 7. истакнут је мањак информација о здруженој сетви (*Lower information on intercropping*), што се препознаје као директна последица дефицита истраживачких пројеката и релевантних података са терена (*No data of IC, no research*). Недоволjna доступност практичних знања и ограничен број демонстрационих огледа значајно успоравају шире прихватање ових система у пракси (Di Vene et al., 2022).



Слика 11. Радни материјал са радионице за анализу институционалних и социо-економских баријера.

(Извор: Документација са радионице пројекта IntercropVALUES, 2022-2026)

На Дијаграму 5. су приказана системска ограничења која произлазе из ширег друштвеног и институционалног окружења. Овај приказ осветљава узрочно-последичне везе између мањка информација, неразвијеног тржишта и несигурности потрошача, чиме се заокружује модел баријера за ширу имплементацију здружене сетве.



Дијаграм 5. Дијаграм „Дрво узрока“ социо-економских фактора у здруженој сетви.

(Извор: Креирано на основу материјала са радионице пројекта InterCropVALUES)

Резултати овог мастер рада директно адресирају неколико кључних препрека идентификованих у овом сегменту, пружајући одговоре на следеће изазове.

Првенствено, актери су истакли да је усвајање нових технологија отежано због недостатка огледних поља и емпиријских доказа (*No experimental fields / No research*). Овај рад, кроз прецизне податке о приносу сорти озиме пшенице и озимог грашак, нуди неопходну научну основу за креирање будућих агротехничких препорука прилагођених нашим локалним условима.

Други важан аспект је питање стабилности приноса и управљања ризицима (*Yield stability / Risk of drought*). Страх произвођача од варијација у приносу оправдан је резултатима из 2024. и 2025. године, који научно документују како се стабилност система мења под снажним утицајем суше. Податак да је чак и у сушној години укупан принос система (пшеница + грашак) износио између 5700 и 5800 kg ha⁻¹ представља кључан доказ за израду економских калкулација и процену исплативости у критичним производним сезонама.

Такође, анализирани су и проблеми са сортирањем зрна и недостатком специфичне механизације (*Problem with grain sorting / Lack of machine sorting*), који се у ланцу вредности Дистрибуција минералног азота по дубини показује да се најизраженији ефекти легуминоза испољавају у површинском слоју (0–30 cm), чиме се потврђује њихова улога у стабилизацији азотног биланса у здруженим усевима. Поред тога, добијени резултати указују да присуство легуминоза не само да побољшава минерални статус земљишта, већ и ствара повољније услове за формирање квалитета зрна пшенице у систему здружене сетве. јављају у фазама складиштења и прераде. Остварени принос грашка од 1100 kg ha⁻¹ (што чини удео од око 20% у укупној маси зрна) додатно потврђује оправданост улагања у сепараторе, што је на дијаграму директно повезано са недостатком финансијских средстава (*Lack of finances*).

На крају, тржишна непрепознатљивост (*Unrecognizability of intercropping*) и низак ниво поверења потрошача (*Lack of consumer confidence*) указују на то да тржиште још увек није довољно едуковано о предностима производа из здружених система. Недовољна препознатљивост производа и ограничена информисаност потрошача додатно смањују спремност тржишта да прихвати нове пољопривредне системе (Di Vene et al., 2022).

Агротехничке иновације захтевају континуирану едукацију и време како би прешле из фазе експеримента у фазу тржишне одрживости. Управо у овом сегменту, анализа „Дрвета узрока“ открива да је кључна маркетиншка препрека скептицизам потрошача (*Consumer skepticism*). Купци на локалном тржишту тешко прихватају иновације без јасних доказа о квалитету. Као решење, актери су предложили брендирање и означавање производа (*Labeling*) етикетом која наглашава еколошке предности

здружене сетве. Такође, истакнуто је да је за успех неопходно укључивање трговинских ланаца (*Supermarkets*), који поседују сопствене брендове и имају моћ да погурају овакве производе ка крајњем кориснику, чиме би се затворио круг од поља до трпезе. Овај рад је корак ка тој едукацији, нудећи јасне аргументе засноване на резултатима са локалитета Шуљам.

Повратне информације са терена указују на то да је пољопривредник укључен у истраживање на локалитету Шуљам изразио велико задовољство постигнутим агрономским резултатима, посебно у погледу снабдевања пшенице азотом у органском систему гајења (*IntercropVALUES*, 2026). Његова намера да настави са праксом здружене сетве и након завршетка пројекта представља значајан успех у превазилажењу психолошких и тржишних баријера код локалних произвођача.

Коначно, овај модел представља јединствен пример (*showcase*) за Србију, где здружена сетва пшенице за људску исхрану до сада није била значајније заступљена у пракси (*IntercropVALUES*, 2026). Успех истраживања се огледа не само у егзактним научним подацима, већ и у мултидисциплинарном приступу који је кроз радионицу и директну сарадњу са прехранбеним сектором доказао да здруживање усева може одрживи модел у агроколошким условима Војводине.

5.8. SWOT АНАЛИЗА ПРИМЕНЕ ЗДРУЖЕНЕ СЕТВЕ ОЗИМЕ ПШЕНИЦЕ И ОЗИМОГ ГРАШКА

SWOT анализа у овом раду представља систематски алат за идентификацију и критичку процену унутрашњих предности и недостатака, као и спољашњих прилика и ризика везаних за имплементацију здружене сетве. Овај приступ омогућава синтезу резултата двогодишњих пољских огледа на локалитету Шуљам, искуства примарних произвођача и ставова кључних актера из ланца вредности идентификованих кроз партиципативну методологију.

На основу прикупљених података, детаљна SWOT анализа указује на то да снаге система, пре свега агробиолошка ефикасност и потенцијал за брендирање финалних производа у значајној мери превазилазе тренутне техничке и административне изазове.

За успех ове агротехничке мере кључна је чврста координација између научно-истраживачког сектора, пољопривредних газдинстава и трговинских ланаца, уз подршку кроз аграрну политику. У наставку су приказани кључни елементи SWOT анализе.

СНАГЕ	СЛАБОСТИ
<ul style="list-style-type: none"> • Значајно повећање садржаја минералног азота (N-min) у земљишту, нарочито у слоју 0–30 cm. • Висок индекс еквивалентности површине (LER) и већа ефикасност коришћења природних ресурса. • Идентификована висока адаптивност и приносна стабилност сорти • Оптималан удео грашка у жетвеној маси који не нарушава технолошки квалитет брашна. • Успешна реализација финалног производа кроз израду 600 паковања промотивне тестенине. • Биолошка азотофиксација која снижава трошкове производње и еколошки отисак. • Природно сузбијање корова услед веће густине биомасе у раним фазама развоја. • Ангажованост водећих научних институција (ФИНС, Пољопривредни факултет, Биосенс) на пројекту. • Скраћивање ланца снабдевања - Директна веза фармера са локалним прерађивачима (нпр. пекарама). 	<ul style="list-style-type: none"> • Веома низак садржај лако приступачног фосфора на локалитету који лимитира пун потенцијал усева. • Конкуренција у сушним условима (сезона 2024/25) која води ка паду М1000 зрна. • Технички проблеми са сепарацијом и дорадом зрна две различите културе након жетве. • Сложеност подешавања механизације за истовремену жетву и повећани трошкови прераде. • Ограничен избор хербицида који су истовремено селективни за обе културе. • Потреба за високим нивоом стручног знања за управљање специфичним двојним системом. • Низак удео грашка што може бити економски неповољно за извоз сировине. • Сложена папирологија и вођење евиденције унутар система органске сертификације.

МОГУЋНОСТИ	ПРЕТЊЕ
<ul style="list-style-type: none"> • Развој функционалне хране кроз производњу тестенине и хлеба обogaћених протеинима грашка. • Еколошко брендирање и увођење „Labeling“ ознака • Укључивање трговинских ланаца кроз посебне „Еко“ или „Органске“ продајне линије. • Прилагођавање националне аграрне политике ЕУ стандардима и увођење посебних зелених субвенција. • Удружавање произвођача у машинске прстенове за заједничку набавку скупих сепаратора. • Коришћење здружене сетве као кључне мере адаптације на климатске промене у Војводини. • Модернизација аграрног система помоћу дигиталне пољопривреде и сензора за влагу. • Промоција мултифункционалне пољопривреде кроз Showcase примере попут локалитета Шуљам. 	<ul style="list-style-type: none"> • Учесталост сушних периода и топлотних таласа који изазивају оштру конкуренцију за воду. • Административне препреке у правилнику о подстицајима за мешовите усеве. • Немогућност мобилизације инвестиција за набавку специфичне опреме за дораду на малим газдинствима. • Недостатак локалне инфраструктуре (тријера и центара за дораду) • Тржишна неприлагођеност откупних система за мешавине зрна житарица и легуминоза. • Ризик да потрошачи не препознају вредност производа и одбију премијум цену органске тестенине. • Отпор традиционалних фармера и културолошке баријере према иновативним агротехничким мерама. • Нестабилна аграрна политика која онемогућава дугорочно планирање инвестиција.

6. ЗАКЉУЧАК

На основу двогодишњих истраживања спроведених на локалитету Шуљам током сезона 2023–2025, може се закључити да здружена сетва пшенице и озимог грашка представља динамичан агроеколошки систем чија ефикасност у великој мери зависи од климатских услова, генетичког потенцијала сорти и примењених агротехничких мера.

Резултати показују да се у повољним метеоролошким условима овај систем испољава синергијски, што је потврђено у сезони 2023/2024, када повољан распоред падавина омогућио доминацију фактора сорте и остваривање високих приноса, нарочито код сорте KWS Marvel (8298 kg ha^{-1}). У таквим условима, биолошка фиксација азота од стране легуминозе делује као значајан допринос продуктивности система.

Супротно томе, у условима суше и учесталих тропских дана, који су обележили сезону 2024/2025, долази до промене односа унутар система. У тим условима фактор система гајења објашњава чак 98,69% варијабилности приноса, што указује на доминантан утицај абиотичког стреса. Дефицит влаге доводи до изражене међуврстне конкуренције за воду, што резултира смањењем просечног приноса са 5700 kg ha^{-1} на 4600 kg ha^{-1} . Ови резултати указују да је доступност воде кључни ограничавајући фактор у примени здружене сетве, посебно у условима климатске нестабилности.

Поред климатских изазова, ширу примену овог система ограничавају и техничке и организационе баријере. Као најзначајније издвајају се сложеност постжетвене сепарације зрна, потреба за специјализованом механизацијом, као и већи захтеви у погледу знања и управљања производњом. Додатно, недовољна заступљеност овог система у аграрним политикама и ниска информисаност тржишта доприносе економској несигурности произвођача.

Ипак, чињеница да је у оквиру пројекта IntercropVALUES успешно реализован цео производни ланац, укључујући прераду у зрна пшенице и грашка у брашно и тестенину, као и спремност произвођача да настави са овом праксом, указује на значајан потенцијал здружене сетве у развоју одрживе пољопривреде.

Коначан успех ове агротехничке иновације зависиће од даљег унапређења сорти и технологија гајења, као и од јачања везе између научних истраживања и пољопривредне праксе, у циљу прилагођавања система условима климатских промена и захтевима тржишта.

7. ЛИТЕРАТУРА

1. Aćin, V., Mirosavljević, M., Živančev, D., Jocković, B., Brbaklić, Lj., Jaćimović, G. (2023). Field management practices to produce nutritional and healthier main crops. In M. Rakszegi, M. Papageorgiou, J. M. Rocha (Eds.), *Developing sustainable and health-promoting cereals and pseudocereals: Conventional and molecular breeding* (pp. 137–173). Academic Press, Elsevier.
2. Agegnehu, G., Ghizaw, A., Sinebo, W. (2008). Yield performance and land-use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. *European Journal of Agronomy*, 29(2–3), 145–152.
3. Altieri, M. (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74(1-3), 19–31.
4. Basche, A. D., Kaspar, T. C., Archontoulis, S. V., Jaynes, D. B., Sauer, T. J., Parkin, T. B., Miguez, F. E. (2016). Soil water improvements with the long-term use of a winter rye cover crop. *Agricultural Water Management*, 172, 40–50.
5. 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>
6. Benitez, M.-S., Baysal Tustas, F., Rotenberg, D., Kleinhenz, M. D., Cardina, J., Stinner, D., Miller, S. A., & McSpadden Gardener, B. B. (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>
7. 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, A. J., Li, L., McKenzie, B. M., Pakeman, R. J., Paterson, E., Schöb, C., Shen, J., Squire, G., Watson, C. A., Zhang, C., ... 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>
8. Castellano-Hinojosa, A., Strauss, S. L. (2020). Impact of cover crops on the soil microbiome of tree crops. *Microorganisms*, 8(3), 328.
9. Chen, C., Westcott, M., Neill, K., Wichman, D., Knox, M. (2017). Row configuration and nitrogen application for barley–pea intercropping in Montana. *Agronomy Journal*, 96(6), 1730–1738.
10. Čupina, B., Mikić, A., Stoddard, F. L., Krstić Đ., Justes, E., Bedoussac, L., Fustec, J., Pejić, B. (2011). Mutual legume intercropping for forage production in temperate regions. *Sustainable Agriculture Reviews*, 7, 347–365.
11. 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 for Sustainable Development*, 25(2), 213–223.
12. Di Bene, C., Gómez-López, M. D., Francaviglia, R., Farina, R., Blasi, E., Martínez-Granados, D., Calatrava, J. (2022). Barriers and opportunities for sustainable farming practices and crop diversification strategies in Mediterranean cereal-based systems.

- Frontiers in Environmental Science*, 10, Article 861225.
<https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.861225>
13. Denarie, J., Debelle, F., Rosenberg, C. (1992). Signaling and host range variation in nodulation. *Annual Review of Microbiology*, 46(1), 497–531.
 14. Dhima, K. V., Lithourgidis, A. S., Vasilakoglou, I. B., Dordas, C. A. (2007). Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. *Field Crops Research*, 100, 249–256.
 15. FAOSTAT: FAO statistical database. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. <https://www.fao.org/faostat/en/#data>
 16. Fustec, J., Lesuffleur, F., Mahieu, S., Cliquet, J. B. (2010). Nitrogen rhizodeposition of legumes—A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30, 57–66.
 17. Griffon, M. (2006). *Nourrir la planète*. Odile Jacob.
 18. 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.
 19. Hoang, T. N., Konvalina, P., Murindangabo, Y. T., Capouchová, I., Dvořák, P., Tran, D. H. (2025). Improving winter wheat yield and quality by wheat-legume intercropping in organic farming systems. *Organic Agriculture*, 15, 233–244. <https://doi.org/10.1007/s13165-025-00494-9>.
 20. IAASTD. (2009). *International assessment of agricultural knowledge, science and technology for development: Global report*. UNEP.
 21. Iqbal, N., Hussain, S., Ahmed, Z., Yang, F., Wang, X., Liu, W., Yong, T., Du, J., Shu, K., Yang, W., Liu, J. (2019). Comparative analysis of maize–soybean strip intercropping systems: A review. *Plant Production Science*, 22(2), 131–142.
 22. IntercropVALUES. (2026). *Minutes from Quarterly Interview N°6 – CICS#9 Serbia: Multifunctional farming*. Horizon Europe Project Grant No. 101081973.
 23. Jaćimović, G., Aćin, V., Mirosavljević, M., Jocković, B., Brbaklić, Lj., Živančev, D., Ilin, S. (2020). Response of some winter wheat cultivars to nitrogen topdressing and sowing density. *Book of Proceedings of the XI International Scientific Agriculture Symposium „AgroSym 2020“* (pp. 268–273). University of East Sarajevo.
 24. Jensen, E. S. (1996). Grain yield, symbiotic N₂ fixation and interspecific competition for inorganic N in pea-barley intercrops. *Plant and Soil*, 182(1), 25–38.
 25. Jensen, E. S., Hauggaard-Nielsen, H. (2003). How can increased use of biological N₂ fixation in agriculture benefit the environment? *Plant and Soil*, 252(1), 177–186.
 26. 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.
 27. Kiær, L. P., Weedon, O. D., Bedoussac, L., Bickler, C., Finckh, M. R., Haug, B., Iannetta, P. P. M., Raaphorst-Travaillee, G., Weih, M., Karley, A. J. (2022). Supply chain perspectives on breeding for legume–cereal intercrops. *Frontiers in Plant Science*, 13, Article 844635.
 28. 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>

29. Krstić, Đ., Mikić, A., Čupina, B., Antanasović, S., Mihailović, V., Erić, P., Pejić, B. (2011). *Forage yields in the intercrops of pea with other cool season annual legumes. Pisum Genetics*, 43, 29–32.
30. Kruger, D. H. M., Fourie, J. C., Malan, A. P. (2013). Cover crops with biofumigation properties for the suppression of plant-parasitic nematodes: A review. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 34(2), 287–295.
31. Lithourgidis, A. S., Dordas, C. A., Damalas, C. A., Vlachostergios, D. N. (2011). Annual intercrops: An alternative pathway for sustainable agriculture. *Australian Journal of Crop Science*, 5(4), 396–410.
32. 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(2), 343. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020343>
33. Martin-Guay, M. O., Paquette, A., Dupras, J., Rivest, D. (2018). The new Green Revolution: Sustainable intensification of agriculture by intercropping. *Science of The Total Environment*, 615, 767–772.
34. Mihailović, V., Pataki, I., Mikić, A., Katić, S., Vasiljević, S., Karagić, Đ., & Milić, D. (2009). *Breeding of annual forage legumes and forage brassicas in Serbia. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 46(1), 199–205. https://hdl.handle.net/21.15107/rcub_fiver_720
35. Mikić, A., Čupina, B., Mihailović, V., Krstić, Đ., Đorđević, V., Perić, V., Srebrić, M., Antanasović, S., Marjanović-Jeromela, A., Kobiljski, B. (2012). *Forage legume intercropping in temperate regions: Models and ideotypes*. In E. Lichtfouse (Ed.), *Sustainable Agriculture Reviews* (Vol. 11, pp. 161–182). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-5449-2_6
36. 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.
37. Niggli, U., Fließbach, A., Hepperly, P., Scialabba, N. (2009). *Low greenhouse gas agriculture: Mitigation and adaptation potential of sustainable farming systems*. FAO.
38. 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.
39. Peoples, M. B., Hauggaard-Nielsen, H., Jensen, E. S. (2009). The potential environmental benefits and risks derived from legumes in rotations. In D. W. Emerich & H. B. Krishnan (Eds.), *Nitrogen fixation in crop production* (pp. 349–385). American Society of Agronomy.
40. 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.
41. Polasky, S., Nelson, E. (2005). Conserving species in a working landscape: Land use with biological and economic objectives. *Ecological Applications*, 15(4), 1387–1401.
42. Power, A. G. (2010). Ecosystem services and agriculture: Tradeoffs and synergies. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 365, 2959–2971.
43. Prescott, L. M., Harley, J. P., Klein, D. A. (2002). *Microbiology* (5th ed.). McGraw-Hill.

44. Qin A. Z., Huang G., Chai Q., Yu A., Huang P. (2013). Wheat/maize intercropping with reduced tillage and increased N input enhances productivity and sustainability. *Field Crops Research*, 144, 52–59.
45. Raseduzzaman, M., 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>
46. Reckling, M., Albertsson, J., Vermue, A., Carlsson, G., Watson, C. A., Justes, E., Bergkvist, G., Jensen, E. S., Topp, C. F. E. (2022). Diversification improves the performance of cereals in European cropping systems. *Agronomy for Sustainable*
47. Sandhu, H. S., Wratten, S. D., Cullen, R. (2010). Organic agriculture and ecosystem services. *Environmental Science & Policy*, 13(1), 1–7.
48. Shewry, P. R. (2009). Wheat. *Journal of Experimental Botany*, 60(6), 1537–1553.
49. Šeremešić, S., et al. (2018). The role of crop diversification in improving resilience of farming systems. *Летопис научних радова*, 42(1), 23–34.
50. Šeremešić, S., et al. (2018). The role of crop diversification in improving resilience of farming systems. *Летопис научних радова*, 42(1), 23–34.
51. Uzun, A., Bilgili, U., Sincik, M., Filya, I., Acikgoz, E. (2005). Yield and quality of forage type pea lines of contrasting leaf types. *European Journal of Agronomy*, 22(1), 85–94.
52. Vandermeer, J. (1995). The ecological basis of alternative agriculture. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 26, 201–224.
53. Vandermeer, J., et al. (1998). Global change and multispecies ecosystems: Concepts and issues. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 67, 1–22.
54. Verbruggen, E., et al. (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.
55. Vujić, S., Krstić, Đ., Mačkić, K., Čabilovski, R., Radanović, Z., Zhan, A., & Ćupina, B. (2021). Effect of winter cover crops on water soil storage, total forage production, and quality of silage corn. *European Journal of Agronomy*, 130, 126366.
56. Vukicevich, E., Lowery, T., Bowen, P., Úrbez-Torres, J. R., Hart, M. (2016). Cover crops to increase soil microbial diversity and mitigate decline in perennial agriculture: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(3), 1–14
57. Аћин, В. (2016). *Рокови и густине сетве у функцији приноса озиме пшенице у дуготрајном пољском огледу*. Докторска дисертација. Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет.
58. Васиљевић, С., Вујић, С., Крстић, Ђ., Војнов, Б., Петковић, К., Шеремешкић, С. (2022). Место и улога здруживања усева у одрживој пољопривреди. *Летопис научних радова*, 46(2), 45–55.
59. Војнов, Б., Ћупина, Б., Крстић, Ђ., Вујић, С., Бабец, Б., Васиљевић, С., Шеремешкић, С. (2020). Допринос међуусева побољшању квалитета земљишта у системима органске пољопривреде. *Летопис научних радова*, 44(1), 1–10.
60. Денчић, С., Кобиљски, Б., Младенов, Н., Пржуљ, Н. (2009). Производња, приноси потребе за пшеницом у свету и код нас. *Зборник радова Института за ратарство и повртарство, Нови Сад*, 46(2), 367–377.
61. Долијановић, Ж. (2015). Здружени усеви и значај у органској пољопривреди. *Зборник радова Института за ратарство и повртарство, Нови Сад*.

62. Ђорђевић, Н., Динић, Б., Грубић, Г., Стојановић, Б., Божичковић, А., Дамјановић, М. (2010). *Домаћи резултати силажирања здружених усева једногодишњих легуминоза и жита*. Зборник научних радова Института ПКБ Агроекономик, 16(3–4), 21–30.
63. Јаћимовић, Г. (2012). *Оптимирање минералне исхране пшенице у зависности од временских услова године*. Докторска дисертација. Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет Нови Сад.
64. Карагић, Ђ., Катић, С., Михаиловић, В. (2003). Принос и квалитет НС сорти крмних биљака. *Зборник сажетака радова: Нове технологије и едукација у функцији производње хране* (стр. 69–70). Република Српска, Теслић.
65. Милошев, Д., Молнар, И. (2014). *Агроекологија*. Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Нови Сад.
66. Молнар, И. (2004). *Опите ратарство*. Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Нови Сад.
67. Михаиловић, В., Микић, А., Катић, С., Карагић, Ђ., Милошевић, Б. (2010). Потенцијал сточног грашка за принос протеина крме и зрна. *Ратарство и повртарство*, 47(1), 43–48.
68. Ољача, С., Ковачевић, Д., Долијановић, Ж. (2002). Агро-биодиверзитет у органској пољопривреди. У *Тематски зборник-монографија „Органска производња-законска регулатива“* (стр. 83–93). Суботица.
69. Спасојевић, Б., Станаћев, С., Старчевић, Љ., Маринковић, Б. (1984). *Посебно ратарство I (Увод, жита и зрнене махуњаче)*. Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет ООУР Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад.
70. Ђупина, Б., Ерић, П., Михаиловић, В., Микић, А. (2004). Значај и улога међуусева у одрживој пољопривреди. *Зборник радова Института за ратарство и повртарство, Нови Сад*, 40, 419–430.
71. Угреновић, В., Угриновић, М. (2014). Покровни усеви – остварење одрживости у системима еколошке пољопривреде. *Органска производња и биодиверзитет* (стр. 1–15). Институт „Тамиш“, Панчево.