



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Департман за ратарство и повртарство



Марија Бодрожа, дип. инж.

Коришћење здруженог усева као зеленишно ђубриво

-Мастер рад-

Нови Сад, 2026.



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Департман за ратарство и повртарство



Кандидат:

Марија Бодрожа, дипл. инж.

Ментор:

Проф. др Ђорђе Крстић

Коришћење здруженог усева као зеленишно ђубриво

-Мастер рад-

Нови Сад, 2026.

Комисија за оцену и одбрану мастер рада

Председник комисије: др Бранко Ђупина, редовни професор, ужа научна област Ратарство и повртарство, Пољопривредни факултет, Нови Сад,

Ментор: др Ђорђе Крстић, редовни професор, ужа научна област Ратарство и повртарство, Пољопривредни факултет, Нови Сад

Члан комисије: др Ксенија Мачкић, ванредни професор, ужа научна област Ратарство и повртарство, Пољопривредни факултет, Нови Сад

САДРЖАЈ

1. УВОД	1
1.1. ПОЈАМ И ЗНАЧАЈ ЗДРУЖЕНИХ УСЕВА	3
1.2. ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ КОНЦЕПТА	4
1.3. ПОРЕКЛО, ПРОИЗВОДЊА И ПРИМЕНА ГРАШКА	5
1.4. ПОРЕКЛО, ПРОИЗВОДЊА И ПРИМЕНА ОВСА	8
1.5. ЗДРУЖИВАЊЕ УСЕВА У РАТАРСТВУ	9
2. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА	11
3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА	12
3.1. ЛОКАЛИТЕТ ИСТРАЖИВАЊА	12
3.2. МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА.....	13
3.3. ОДАБИР БИЉНИХ ВРСТА.....	18
3.4. АГРОЕКОЛОШКИ УСЛОВИ	20
3.4.1. Физичка својства земљишта	20
3.4.2. Временски услови.....	23
4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА	27
4.1. УТИЦАЈ ЗДРУЖЕНИХ УСЕВА НА ХЕМИЈСКА СВОЈСТВА ЗЕМЉИШТА	27
4.2. УТИЦАЈ ЗДРУЖЕНИХ УСЕВА НА ПРИНОС ЗЕЛЕНЕ МАСЕ	30
4.3. УТИЦАЈ ЗДРУЖЕНИХ УСЕВА НА ПРИНОС АЗОТА У БИЉНОМ МАТЕРИЈАЛУ	32
4.4. УТИЦАЈ ЗДРУЖЕНОХ УСЕВА НА ПРИНОС ФОСФОРА, КАЛИЈУМА И КАЛЦИЈУМА У БИЉНОМ МАТЕРИЈАЛУ	35
4.5. УТИЦАЈ ЗДРУЖЕНИХ УСЕВА НА БРОЈ БИЉАКА	40
4.6. УТИЦАЈ ЗДРУЖЕНИХ УСЕВА НА LER ИНДЕКС	42
5. ЗАКЉУЧАК	45
6. ЛИТЕРАТУРА	46

Коришћење здруженог усева као зеленишно ђубриво

Резиме

Истраживање је имало за циљ да испита могућност гајења здруженог усева стрних жита са грашком за зеленишно ђубриво у Војводини током вегетационе сезоне 2021/22. Оглед на локацијама Српски Крстур и Мужља имао је по седам третмана у три понављања, укључујући чисте усеве и здружене смеше житарица (пшенице и овса) са 50 и 100 kg/ha грашка. Хемијске анализе земљишта су рађене пре заснивања огледа и након заоравања надземне масе биљака. Резултати указују на побољшање плодности земљишта под здруженим усевима, првенствено кроз повећање садржаја хумуса. Високе вредности LER индекса (до 1,77) потврђују значајно већу ефикасност искоришћавања простора здружених усева у односу на чисте усеве. Анализа квалитета биомасе показала је предност меша у акумулацији нутријената, нарочито азота и калцијума. Добијена сазнања потврђују да овај систем представља одрживу стратегију за обнову агроекосистема и дугорочно очување плодности земљишта, представљајући основ за даље унапређење узгоја и заступљености здружених усева у пољопривреди.

Кључне речи:

Здружени усеви, зеленишно ђубрење, грашак, житарице, квалитет биомасе.

Using Intercropping as Green Manure

Summary

The study aimed to examine the possibility of growing an intercrop of cereals with peas for green manure in Vojvodina during the 2021/22 season. The trial at the locations of Srpski Krstur and Mužlja included seven treatments, sole crops and intercropped mixtures of cereals (oats and wheat) with 50 and 100 kg/ha of peas. Chemical soil analyses were performed before the trial was established and after harvest. The results indicate an improvement in soil fertility under intercropped crops, primarily through an increase in humus content. High values of the LER index (up to 1.77) confirm significantly higher efficiency of space utilization of intercropped crops compared to sole crops. Analysis of biomass quality showed the advantage of mixtures in the accumulation of nutrients, especially nitrogen and calcium. The findings confirm that this system represents a sustainable strategy for the restoration of agroecosystems and the long-term preservation of soil fertility, providing the basis for further improvement in the cultivation and representation of intercropping in agriculture.

Keywords:

Intercropping, green manure, peas, cereals, biomass quality

1. УВОД

Гајење здружених усева представља начин управљања плодношћу земљишта који подразумева истовремено гајење две или више врста на истом простору, што се током последњих деценија показало као једно од решења за унапређење укупне пољопривредне делатности (Akello et al., 2012). У савременим системима, где је примарни циљ очување и обнова земљишних добара, оваква пракса омогућава заједничко дејство различитих биљних врста што чини основу здруженог система гајења (Viabani, 2009). Нарочито је значајна комбинација житарица и легуминоза, попут овса или пшенице са грашком, где се кроз симбиозу са бактеријама рода *Rhizobium* врши азотофиксација. Истраживања потврђују да овако фиксиран азот, након заоравања биљне масе, постаје доступан наредним усевима, чиме овај систем постаје потпуно природна замена употреби минералних ђубрива (Schütz et al., 2024; Neugschwandtner et al., 2021).

Основна предност овог решења је у приносу хранљивих материја који се остварује заоравањем зелене масе, чиме се директно повећава садржај органске материје и побољшава структура и водни капацитет земљишта (Ćurina et al., 2017). Заоравање усева гајених за зеленишно ђубрење представља природан начин обнове ресурса јер се огромна количина биомасе и депонованих хранљивих елемената враћа у оранични слој, подстичући активност микроорганизама и поправљајући физичко-хемијска својства земљишта (Ugrenović et al., 2024). На тај начин се стварају оптимални услови за развој накнадних усева, што се директно одражава на њихов принос и квалитет (Петровић, 2017). Примена здружене сетве, попут соје и кукуруза, додатно побољшава биолошку доступност микроелемената, чиме се дугорочно подиже хранљива вредност производа (Dragičević et al., 2015). За успешан принос хранљивих материја кроз овај систем, од пресудног је значаја прецизно планирање агротехничких мера, пре свега избора биљних врста, времена сетве и момента заоравања односно уношења у земљиште (Ćurina et al., 2017; Ugrenović et al., 2024). Код озимих међуусева, који су карактеристични за умерене регионе Европе, овај

приступ спречава ерозију и испирање азота током зиме, чувајући драгоцену хранљива једињења до тренутка заоравања (Krstić et al., 2018). Такође, истраживања показују да дугогодишња примена покровних усева у систему без орања значајно поправља структуру површинског слоја земљишта (Quintarelli et al., 2022).

Здружено гајење усева и употреба зеленишног ђубрива датира још из периода древних пољопривредних цивилизација, када су произвођачи, на основу искуствених сазнања, открили да комбиновање различитих биљних врста на истом пољу доноси двоструку корист – не само кроз већи принос, већ и кроз значајно унапређење квалитета земљишта. У средњоамеричким заједницама Маја, комбинација кукуруза, пасуља и бундеве представљала је класичан пример здружених усева који је служио природном обогаћивању земљишта (Andrews & Kassam, 1976). Пракса наменског гајења биљака ради њиховог каснијег заоравања развила се нешто касније, са порастом научног интересовања за агрономске технике које могу да повећају плодност земљишта без употребе синтетичких средстава. Током 18. и 19. века у Европи, биљне врсте попут детелине и луцерке уведене су као покровни усеви намењени зеленишном ђубрењу управо због своје изражене способности везивања азота. Њиховим заоравањем и уношењем у земљиште вишеструко се повећала продуктивност наредних усева (Ћупина и сар., 2011). Економски посматрано, заоравање здружених усева доноси значајне погодности кроз смањење трошкова производње и сврсисходније коришћење природних добара. Смањење трошкова ђубрења остварује се првенствено коришћењем легуминозних крмних биљака чији се позитиван утицај на наредни усев јасно испољава након њиховог заоравања (Ћупина и сар., 2004). Осим финансијског, значајан је еколошки утицај који се остварује кроз успостављање равнотеже хранљивих материја и јачање биолошке разноврсности земљишта. Легуминозе у смеши повећавају количину лако доступног азота, док житарице својим кореновим системом и биомасом доприносе структурној стабилности и делују на сузбијање корова (Liu et al., 2023; Ugreović et al., 2024). Ова заједница омогућава да се агроекосистем обнавља са сваким циклусом заоравања, пружајући дугорочан одговор на изазове интензивне производње и климатских промена (FAO, 2020). Иако су досадашњи резултати показали позитивне ефекте на плодност и структуру земљишта, Ćurina et al. (2017) сматрају да је неопходно наставити са истраживањима како би се додатно оптимизовале сетвене норме и разумела динамика ослобађања хранљивих материја у специфичним локалним условима. Управљање приносом хранљивих материја путем зеленишног ђубрења

остаје један од најперспективнијих модела који спаја традиционална агрономска знања са савременим захтевима за одрживошћу и еколошком равнотежом (Ugrenović et al., 2024; FAO, 2020).

1.1. ПОЈАМ И ЗНАЧАЈ ЗДРУЖЕНИХ УСЕВА

Систем здруживања усева подразумева истовремено или здружено гајење више култура на истој површини током године. Разлике у систему здруживања су последица прилагођавања због различитих климатских, земљишних, економских и социјалних услова који постоје широм света. Фактори као што су водни биланс, зрачење, температура и својства земљишта одређују физичке могућности биљака за раст у оквиру одређеног система гајења. Из тог разлога, изабрани системи се значајно разликују у зависности од региона. Док пољопривредне корпорације углавном заснивају избор технологија на трошковима и профиту, мања породична газдинства акценат стављају на смањење ризика и здравствену безбедност хране. Ефикасније коришћење расположивих ресурса, попут светлости, воде и хранљивих материја, уз истовремено јачање биолошке разноврсности у агроекосистемима, неке су од предности овог система. Према Долијановићу (2015), здруживање усева поседује бројне предности које подсећају на природне екосистеме: од генетичке разноврсности биљака до ефикаснијег кружења хранљивих материја и високе искоришћености земљишта током године. Такође, овај систем смањује ризик од губитка приноса јер различите културе заузимају различите еколошке улоге, чиме се обезбеђује стабилност производње. Према мета-анализи који су урадили Gu et al. (2021) једногодишњи здружени усеви (annual intercroops) могу у просеку да смање биомасу корова за око 58 % у поређењу са самосталним усевима, што потврђује снажан потенцијал овог система у сузбијању корова без хемијске интервенције.

Упркос бројним предностима, систем здружених усева се суочава са одређеним изазовима. Покровни усеви у плодореду нису уобичајена пракса пре свега зато што гајење покровних усева обично укључује усеве који не дају економску добит и често не дозвољавају довољно времена за припрему земљишта за главне усеве (Крстић и сар., 2018). Да би се кориговао овај аспект једногодишњих легуминоза, најчешће им се додају стрна жита. Нелегуминозни покровни усеви који се обично користе у умереним регионима су озиме житарице, нпр. тритикале и раж. Мешавина житарица и махунарки као озимих покровних усева најчешће се користи у Војводини за

превазилажење дефицита азота и ниске органске материје у земљишту као и због отпорности на сушу (Ћупина и сар., 2016). У комбинацији овса и пшенице са грашком, различите сетвене норме грашка могу утицати не само на принос и квалитет житарица, већ и на садржај азота у биљном материјалу (Krga, 2023).

Vibiani (2009) као значајне препреке већој примени здружених усева наводи недостатак адекватне механизације, средстава за заштиту биља, као и сорти и хибрида прилагођених овом типу гајења. Сорте које су погодне за појединачно гајење често нису оптималне за здружене системе. Ипак, уз све наведене изазове, очекује се да ће овај систем добити све већи значај у контексту одрживе и органске пољопривреде, где се инсистира на рационалном коришћењу ресурса и дугорочној одрживости производње (Долијановић и сар., 2015).

1.2. ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ КОНЦЕПТА

Концепт здруженог гајења усева и употребе зеленишног ђубрива датира још из периода древних пољопривредних цивилизација, када су произвођачи, на основу емпиријских сазнања, открили да комбиновање различитих биљних врста на истом пољу доноси двоструку корист – не само кроз већи принос, већ и кроз значајно унапређење квалитета земљишта. У средњоамеричким заједницама Маја, чувена комбинација кукуруза, пасуља и бундеве представљала је класичан пример здружених усева који је служио природном обогаћивању подлоге (Andrews & Kassam, 1976). Пракса гајења биљака наменски ради њиховог каснијег заоравања развила се нешто касније, са порастом научног интересовања за агрономске технике које могу да подигну плодност земљишта без употребе синтетичких средстава. Током 18. и 19. века у Европи, врсте попут детелине и луцерке уведене су као покровни усеви за зеленишно ђубрење управо због своје способности фиксације азота; њиховим уношењем у земљиште остваривао се огроман принос нутријената који је драстично повећавао продуктивност наредних култура (Harwood, 1976).

Средином 20. века дошло је до праве научне револуције у агрономији, када су истраживања усмерена на детаљно проучавање ефеката које уношење зелене масе има на накнадне усеви. Показало се да здружени усеви који се након вегетације заоравају могу значајно смањити ерозију, побољшати структуру земљишта и осигурати већу стабилност приноса. Студије које је спровео Долијановић и сар. (2007) потврдиле су да су биљке попут грахорице и сточног грашка изузетно

корисне у овом систему, јер се њиховим заоравањем земљиште не само обогаћује азотом, већ се значајно поправља и његова водопропустљивост. У савременом добу, овакав приступ је добио кључну улогу у органској пољопривреди и одрживим агроеколошким праксама. Истраживања указују на то да употреба беле слачице или сточног грашка као зеленишног ђубрива не поправља само физичку структуру тла, већ након заоравања доприноси и смањењу популације штеточина и корова. Овај аспект је од посебне важности за системе који теже минималној употреби хемије (Долијановић и сар., 2011). Тренутно, иновативна истраживања све више пажње посвећују интеграцији различитих врста у здружене системе како би се кроз правовремено заоравање постигла максимална искоришћеност хранљивих материја за накнадне усеве. Како показују подаци из најновијих студија, увођење оваквих пракси значајно подиже стабилност агроекосистема, смањује трошкове производње и гарантује дугорочну одрживост у производњи хране (Viabani, 2009).

1.3. ПОРЕКЛО, ПРОИЗВОДЊА И ПРИМЕНА ГРАШКА

Грашак (*Pisum sativum L.*) представља једну од најзначајнијих легуминоза, широко коришћену у исхрани људи и домаћих животиња. Његова распрострањеност обухвата све континенте, у распону од 24° јужне до 67° северне географске ширине. Најчешће се гаји у умереним климатским подручјима, где налази оптималне услове за раст и развој. У исхрани људи користи се зрно у различитим фазама зрелости, младе махуне и листови, док је у сточарству значајан као важан извор протеина и других хранљивих материја. Према ботаничкој класификацији, грашак припада породици *Fabaceae* и роду *Pisum*. Најважније подврсте укључују сточни (*Pisum sativum ssp. arvense*) и повртарски грашак (*Pisum sativum ssp. sativus*). Док се сточни грашак углавном користи за исхрану животиња, повртарски се узгаја због своје важности у људској исхрани. Постоје и друге подврсте, попут *Pisum sativum ssp. abussinicum* и *spp. elatius*, али оне немају шири економски значај (Mikić et al., 2007). Порекло грашка везује се за Блиски Исток, док се Медитеран и Етиопија сматрају његовим секундарним центрима. На подручју Блиског Истока, гајење грашка почиње још у периоду од око 6. или 7. века пре нове ере. Истраживања указују да се ова култура ширила Европом пратећи ток реке Дунав. Први археолошки налази гајења грашка у Европи датирају из 6. века пре нове ере у Бугарској, док су у Немачкој и Француској пронађени трагови из 5. и 4. века пре нове ере. Грашак се данас у свету

гају на преко 20 милиона хектара, са тенденцијом раста. Највећи произвођачи су Канада, Русија, Француска, Кина и Индија. У Србији је производња сточног грашка знатно мања, са просечним приносом од око 2,5 тона по хектару. Иако се једногодишње крмне легуминозе гаје на око 30.000 хектара, званична статистика не бележи тачне податке о површинама под сточним грашком (Ћупина и сар., 2020).



Слика 1. Усев грашка (Ориг. Бодрожа М., 2023)

Грашак (Слика 1) је вредан извор хранљивих материја за исхрану свих категорија домаћих животиња (Ћупина и сар., 2010). Зрно сточног грашка карактерише висок проценат сварљивих протеина и уз повољан однос угљених хидрата и витамина. За разлику од већине других крмних махунарки, не захтева претходну термичку обраду пре употребе у смешама, што је последица генетски ниског садржаја антинутритивнијих материја, пре свега инхибитора трипсина (Михајловић и сар., 2010). Поред тога, зелена маса је богата витамином С, каротеном и минералима, што грашак сврстава у ред најквалитетније кабасте хране. Осим директног значаја у исхрани, ова култура има незаменљиву улогу у очувању плодности земљишта (Ћупина и сар., 2010). Посебан значај огледа се у симбиотској фиксацији азота, током вегетације грашак може да фиксира између 37 и 84 kg азота по хектару, који може бити доступан следећем усеву у виду остатака након жетве (Михајловић и сар., 2010).

Стручњаци истичу да је сточни грашак отпоран на ниске температуре, док му високе температуре изнад 32 °C не погодују јер доводе до смањења приноса зрна. Гајен као крмни усев, обично се коси пре наступања високих летњих температура. Један од проблема у његовој производњи је склоност ка полагању, нарочито након јаких ветрова и обилних киша. Овај проблем се може ублажити гајењем у смеси са правим житима, која обезбеђују стабилност биљака. Упркос његовом потенцијалу, производња сточног грашка у Србији је ограничена и недовољно развијена. Међутим, као компонента одрживе пољопривреде, ова култура има значајан потенцијал за побољшање квалитета земљишта и обезбеђивање квалитетне хране за људе и домаће животиње (Mikić et al., 2012).

Да би се обезбедио висок принос грашка, потребно је примењивати низ агротехничких мера које обухватају заливање, прихрањивање, уклањање корова и заштиту биљака од болести и штеточина. Сетва грашка треба да се врши у влажно земљиште, јер у супротном семе неће имати оптималне услове за ницање. Ако је земљиште суво, потребно је обавити предсетвено заливање како би се створили услови за бубрење и клијање семана. Након ницања, у условима недостатка влаге, препоручује се редовно заливање грашка како би се избегао водни стрес биљака, при чему истраживања указују да се критичан ниво водног дефицита може достићи приближно пет дана након заливања (Adeyemi et al., 2023). Посебан значај има обезбеђивање влаге током фазе цветања и наливања зрна, када се обављају по потреби два заливања (Бошњак, 1999). Поред наводњавања, минерална исхрана игра кључну улогу, при чему се наглашава значај калијума као елемента неопходног за правилну исхрану и развој грашка, будући да је ова култура велики потрошач овог минерала.

Грашак је осетљив на нападе бројних штеточина и болести због сочних стабљика, младих махуна и укуских зрна. Превенција је најбољи начин заштите, а подразумева сетву квалитетног семена на осунчаним парцелама са добром дренажом. Гајење грашка са другим културама као што је бела слачица може бити корисно, јер се здруживањем побољшава отпорност усева према штеточинама и болестима (Ugrenović et al., 2024). Због специфичности грашка који истовремено цвета, формира махуне и зрна, употреба хемијских средстава није препоручљива. Природна и биосредства представљају бољу алтернативу (IFAS, 2018).

1.4. ПОРЕКЛО, ПРОИЗВОДЊА И ПРИМЕНА ОВСА

Род *Avena* се од давнина проширио на више великих копнених површина, а његовим главним извориштима сматрају се средња и западна Европа, источна и југоисточна Азија, као и Африка. Мада порекло гајеног овса није поуздано утврђено, преовладава научно становиште да он потиче од врсте *Avena sterilis* L., што потврђују и истраживања која наводе Jevtić et al. (2023).

Овас се најчешће гаји у хладнијим поднебљима, при чему Европа остварује чак 62,3 % свеукупног светског приноса. Међу водећим произвођачима су Русија, Канада, САД, Пољска, Аустралија, Финска и Немачка. Иако се на светском нивоу бележи пораст површина под овсом и увећање рода, у Србији су прилике супротне. Површине под овим усевом смањене су на око 17.000 хектара, са свеукупним приносом од око 52.000 тона и просечном родности од 3 тоне по хектару (Републички завод за статистику, 2023).



Слика 2. Усев овса (Ориг. Бодрoжа М., 2023)

Овас (*Avena sativa* L.) има широку примену у исхрани људи. Ова биљка има високу еколошку адаптабилност, односно карактерише је толерантност према различитим климатским и земљишним условима, лако се уклапа у плодоред и ефикасно потискује корове током вегетације (Гламочлија, 2012). У исхрани људи користи се зрно, које се прерађује у овсене пахуљице за припрему каша и лаких оброка, док се самлевено зрно може мешати са брашнима других стрних жита за припрему

пекарских производа (Webster & Wood, 2011). Остаци након жетве могу се заорати ради побољшања квалитета земљишта или користити као слама.

Овас (Слика 2) припада групи стрних жита и често се сеје у смеши са махунаркама ради производње кабасте сточне хране. Као крмна биљка брзо напредује и већ за 60 до 70 дана обезбеђује значајну количину крме (Ћупина и сар., 2010). Његова скромност у погледу услова гајења представља велику предност – добро успева на мање плодним земљиштима и веома добро подноси киселост земљишта, али му највише одговара плодна црница (чернозем).

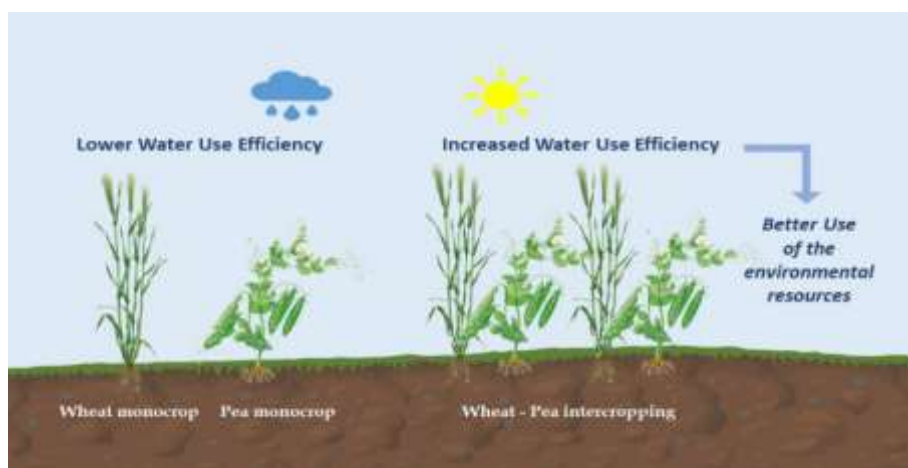
Захваљујући тој отпорности, овас се често користи као огледна биљка у научним истраживањима. Здружено гајење овса са махунаркама, попут сточног грашка, има вишеструку корист. Његово усправно стабло пружа природан ослонац грашку и спречава полагање биљака. Ћупина и сар. (2011) наводе да овакав начин гајења не само да олакшава машинско прикупљање усева, већ и чува квалитет лисне масе која би, у случају полагања, брзо пропадала у додиру са влажном подлогом.

Силажа од комбинације овса и сточног грашка има бољи квалитет у поређењу са силажом прављеном искључиво од легуминоза, које се теже силирају због високог пуферног капацитета. Присуство овса олакшава силирање јер обезбеђује угљене хидрате кључне за успешну ферментацију. Захваљујући широкој примени и отпорности, овас остаје једна од значајних култура у пољопривредној производњи и сточарству, упркос смањењу површина под овом културом у Србији (Krga, 2023).

1.5. ЗДРУЖИВАЊЕ УСЕВА У РАТАРСТВУ

Здруживање усева представља делотворан приступ у ратарској производњи који значајно доприноси стабилности производње хране и одрживости агроекосистема. Овакав начин гајења повећава биолошку разноврсност усева и унапређује плодоред, али захтева пажљив одабир врста које се здружују како би се избегло међусобно надметање и гушење биљака (Jevtić et al., 2023). Основна мерила за комбиновање усева обухватају прилагођеност врста особинама земљишта и постизање тачно одређеног агротехничког циља. Уколико је намера побољшање структуре земљишта, пожељно је гајити усеве врсте са снажним кореновим системом, попут проса и суданске траве, док се за повећање азота саветује употреба азотофиксатора попут детелине, грашка или соје (Ћупина и сар., 2020). Предности здруживања усева нису видљиве само у повећању приноса, већ и у њиховом еколошком значају. Систем

гајења смањује потребу за применом хемијских средстава, доприноси заштити земљишта и смањује ризик од корова, болести и штеточина (Дозет и сар., 2022). Комбиновање житарица и легуминоза показало се као посебно успешним, легуминозе обогаћују земљиште азотом, док жита служе као физички ослонац који спречава полагање легуминоза, чиме се олакшава жетва и смањују губици. Пример овог узајамног дејства приказан је на слици 3, која илуструје утицај здружене сетве пшенице и грашка на искоришћавање воде. Док чисти усеви пшенице и грашка показују слабије усвајање влаге, здружени усев омогућава допуњујуће коришћење водених и других природних извора захваљујући различитој грађи и распореду надземних и подземних органа биљке. До сличних резултата дошли су и Pankou et al. (2021), који наводе да системи здруженог гајења пшенице и грашка остварују веће вредности коефицијента еквивалентности земљишта (LER) и боље искоришћавање воде у поређењу са чистим усевима, нарочито у условима мање обезбеђености водом.



Слика 3. Ефекат надводњавања на системе за узгој пшенице (Pankou et al., 2021)

Ипак, упркос јасним предностима Јевтић et al. (2023) сматрају да се примена на већим површинама суочава са потешкоћама (нпр. пољопривредна механизација је углавном прилагођена раду са само једном врстом, недостатак специфичних сорти оптимизованих за заједничко гајење). Без обзира на техничка ограничења, здруживање усева, уз потпору савремених научних истраживања, представља један од најважнијих корака ка регенеративној пољопривреди (Крстић и сар., 2020).

2. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Циљ истраживања био је утврђивање продуктивности и биолошког потенцијала здруженог усева житарица, пшенице и овса, и грашка намењеног зеленишном ђубрењу (сидерацији), као кључног фактора за унапређење квалитета земљишта и накнадних усева.

Такође, циљ рада је био и утврђивање оптималног односа житарица и грашка који ће обезбедити највећи принос усева за заоравање, са одговарајућим минералним саставом у агроколошким условима Војводине, као и утврђивање предности гајења здруженог усева у поређењу са самосталним гајењем овса и пшенице.

Анализом хемијског састава надземне масе, треба да се утврди количина хранљивих материја која се заоравањем враћа у земљиште, чиме се оцењује вредност смеше за зеленишно ђубриво. Анализа података са два различита локалитета, Мужља и Српски Крстур, омогућава процену утицаја агроколошких услова на ефикасност везивања атмосферског азота и укупну биопродуктивност.

Овакво истраживање пружиће научну основу за примену здружених усева као одрживе стратегије у биљној производњи, чиме се доприноси смањењу употребе минералних ђубрива и дугорочном очувању плодности земљишта.

3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

3.1. ЛОКАЛИТЕТ ИСТРАЖИВАЊА

Методологија истраживања заснована је на постављању пољских огледа на два различита подручја – у Српском Крстуру и Мужљи, где су током вегетационог периода праћене различите варијанте здружених усева у поређењу са самосталним, чистим усевима. Овакав приступ омогућио је свеобухватно сагледавање утицаја заједничког гајења стрних жита и махунарки на својства земљишта, као и на укупну вредност биљне масе намењене зеленишном ђубрењу.



Слика 4. Приказ локалитета Српског Крстура и Мужље на којима су изведени огледи
(извор: <https://serbiemap.net/index.htm>)

Оглед је изведен на експерименталним парцелама друштва LOGIN ЕКО ДОО у сезони 2021/2022. Подаци, резултати истраживања, know-how и други резултати рада коришћени у овом раду настали су у оквиру пословања друштва LOGIN ЕКО ДОО и остају у власништву друштва LOGIN ЕКО ДОО.

Српски Крстур се налази у општини Нови Кнежевац, на крајњем северу Баната, док је Мужља приградско насеље града Зрењанина, смештено у јужном делу овог региона (Слика 4). Локације су одабране због својих специфичних агроколошких карактеристика и репрезентативности за различите типове земљишта погодних за ратарску производњу. Клима на обе локације је умерено-континентална са израженим сезонским варијацијама које укључују топла лета и хладне зиме. Климатски режим доприноси формирању услова који су кључни за испитивање утицаја здруженог гајења озимог овса и грашка. Поред климатских услова, анализиран је и састав земљишта пре и након истраживања како би се обезбедила свеобухватна процена продуктивности и агрономске ефикасности овог начина производње.

3.2. МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА

Пољски експериментални оглед постављен је као двофакторијални оглед по методи блок система са случајним распоредом третмана у три понављања у једном производном циклусу.

Први фактор је локалитет:

- ❖ Српски Крстур (СК) и
- ❖ Мужља (МУ)

Други испитивани фактор обухвата седам третмана:

- ❖ чист усев грашка (Г), пшенице (П) и овса (О) и
- ❖ четири адитивне смеше стрнина са грашком у количини 50 и 100 kg/ha (Табела 1.)

Површина основне парцеле износила су 0,49 ha на локалитету Мужља (МУ) и 0,65ha на локалитету Српски Крстур (СК). Сетва је обављена двофазно, односно прво је посејана стрнина, а затим грашак. Предусеви на парцели били су сунцокрет и сирак, који остављају значајну количину жетвених остатака и могу изазвати јаче сабијање земљишта. Примењен је редуковани систем обраде који се заснивао на тањирању и сетвоспремању како би се обезбедили оптимални водно-ваздушни услови за развој корена смеше. Тањирање има за сврху уситњавање крупних агрегата земљишта и уношење жетвених остатака сунцокрета и сирка. Ово је пресудно јер остаци сирка могу деловати алелопатски (инхибирати клијање) ако остану на самој површини у

великој количини. Предсетвена припрема рађена је непосредно пре саме сетве применом сетвоспремача Vaderstad NZ Agressive 900. Овом мером је створен фини, мрвичастии слој земљишта на дубини од 5 cm и омогућено је прецизно полагање семена стрнине на нешто већу дубину, док је површински слој остао довољно растресит за накнадни пролаз сејалице са грашком.

Табела 1. Структура експерименталних третмана и површине парцела на локалитетима Мужља и Српски Крстур

Третман	Ознака	Површина (ha)	
		Мужља (МУ)	Српски Крстур (СК)
овас + грашак 50 kg/ha	ОГ50	0,49	0,65
овас + грашак 100 kg/ha	ОГ100	0,49	0,65
овас	О	0,49	0,65
пшеница + грашак 50 kg	ПГ50	0,49	0,65
пшеница + грашак 100 kg	ПГ100	0,49	0,65
пшеница	П	0,49	0,65
грашак	Г	0,49	0,65

На обе локације сетва озимог овса (Слика 5.) обављена је током јесени 2021. године.



Слика 5. Сетва усева овса (Ориг. Бодрoжа М., 2021)

На локацији МУ сетва озимог овса изведена је 21. октобра 2021. године, у сетвеној норми од 150 kg/ha, коришћењем сејалице *Amazone Cataya Super 3000*. На локацији СК сетва озимог овса изведена је дан раније, 20. октобра 2021. године, при сетвеној норми од 160 kg/ha, коришћењем сејалице *Vaderstad Rapid*.



Слика 6. Сетва усева грашка (Ориг. Бодрoжа М., 2021)

Након сетве овса, на обе локације извршено је усејавање озимог грашка (Слика 6.) сорте Космај у две сетвене норме коришћењем сејалице *Amazone Cataya*. На локалитету МУ сетва грашка је обављена 30. октобра 2021. године, а на локалитету СК сетва грашка је обављена 28. октобра 2021. године. На оба локалитета на првом третману сетвена норма износила је 50 kg/ha, а на другом третману 100 kg/ha.

Пре поставке и након заоравања обављено је узорковање земљишта из слоја 0-30 cm како би се урадиле основне хемијске анализе ради праћења параметара квалитета земљишта. Током трајања огледа парцеле су обилажене два пута месечно, при чему су праћени агроеколошки услови, закоровљеност парцела и здравствено стање усева. У технолошкој зрелости за заоравање одређен је принос овса и грашка. Узорци биљног материјала узимани су са m^2 (Слика 7.). Узорци за анализу приноса узети су у три понављања са сваког третмана и анализирани као композитни узорак.

Пре постављања огледа и након истраживачког периода, извршене су основне хемијске анализе земљишта (ритска црница) са локалитета Мужља и Српски Крстур. Анализе су обухватиле следеће параметре:

- Реакција земљишта (рН вредност): Одређена је потенциометријски, стакленом електродом у супензији земљишта са дестилованом водом (H_2O) и у 1М раствору KCl (однос земљиште : течност 1 : 2,5).
- Садржај органског угљеника (SOC) и хумуса: Одређен је методом влажног сагоревања по Тјурину.
- Садржај укупног азота (N): Одређен је дестилацијом по методи Kjeldahl-а.
- Лакоприступачни фосфор (P_2O_5) и калијум (K_2O): Одређени су амонијум-лактатном (AL) методом по Schüller-у (1969), где је фосфор одређен спектрофотометријски, а калијум пламенфотометријски.



Слика 7. Узорковање биљног материјала (Ориг. Бодрoжа М., 2022)

У оквиру истраживања праћени су и анализирани кључни параметри раста, развића и хемијског састава испитиваних култура (пшеница, овас и грашак):

- Број биљака: Овај параметар представља густину склопа и утврђиван је пребројавањем изниклих биљака по метру квадратном (m^2). Подаци су прикупљани за сваку културу посебно, како у чистим усевима, тако и у здруженим заједницама, како би се пратило развиће биљака.
- Потенцијал надземне биљне масе за зеленишно ђубрење: У фази интензивног пораста (мај) вршено је кошење надземних делова биљака ради утврђивања количине органске материје намењене заоравању. Утврђивање приноса зелене и суве масе (t/ha) омогућава прецизну процену количине органске материје које се враћа у земљиште, чиме се непосредно побољшава плодност и обезбеђује повољна обезбеђеност хранљивим материјама за наредни усев.

- Садржај азота, фосфора, калијума и калцијума у биљном материјалу: Овај параметар указује на ефикасност исхране биљака и усвајање хранљивих материја. Вредности нутријената у биљном материјалу изражене су у процентима (%) у односу на суву материју.

Како би се квантификовала предност здруженог гајења житарица и грашка у односу на њихово гајење у чистом усеву, израчунат је LER (*Land Equivalent Ratio*) индекс. Овај параметар показује релативну површину земљишта која би била потребна при гајењу чистих усева да се оствари исти принос који се постиже у здруженом усеву. Индекс је израчунат по формули (Mead & Willey, 1980):

$$LER = Y_{A_{inter}}/Y_{A_{sole}} + Y_{B_{inter}}/Y_{B_{sole}}$$

Где је:

- $Y_{A_{inter}}$ и $Y_{B_{inter}}$ – приноси појединих култура остварени у смеши;
- $Y_{A_{sole}}$ и $Y_{B_{sole}}$ – приноси истих култура остварени у самосталном (чистом) усеву.

Вредност индекса већа од 1 ($LER > 1$) указује на позитиван синергизам и већу ефикасност искоришћености земљишта у здруженом усеву, док вредности испод 1 указују на конкуренцију и мању ефикасност заједнице.

У циљу сагледавања варијабилности испитиваних особина израчунати су основни статистички параметри (средња вредност, коефицијент варијације, стандардна грешка средње вредности). Након тога, резултати истраживања су обрађени статистички методом анализе варијансе (ANOVA). Разлике између средина третмана су поређене тестом најмање значајне разлике (НЗР, односно LSD тестом), на прагу значајности $\alpha=0,05$. Резултати су обрађени коришћењем статистичког софтвера Statistica v.14. Иста слова у табелама указују да разлике у испитиваним својствима нису статистички значајне, а различита слова указују на статистичку значајност.

3.3. ОДАБИР БИЉНИХ ВРСТА

Одлука о избору биљних врста које ће се гајити у систему здруженог усева представља један од најважнијих корака у успешној примени ове агротехничке мере (Ћупина и сар. 2011). У овом истраживању акценат је стављен на здружени усев овса и пшенице са озимим грашком (Слика 8 и 9).



Слика 8. Изглед усева током вегетације (Ориг. Бодрoжа М., 2022)

Комбинација биљака није случајно одабрана већ се заснива на теоријским и практичним принципима ефикасног искоришћавања природних ресурса и унапређења агроекосистема. Грашак, као припадник легуминоза, поседује способност биолошке фиксације азота из атмосфере уз помоћ симбиотских бактерија рода *Rhizobium*. Због ове особине, грашак се често комбинује са житарицама попут овса и пшенице, које имају високе захтеве за азотом. Фиксирани азот од стране грашка може бити доступан житарицама током вегетације или након разлагања биљних остатака, чиме се смањује потреба за минералним ђубривима и побољшава плодност земљишта. Оваква комбинација биљних врста омогућава рационално коришћење простора и ресурса (Vandermeer, 1989). Житарице, попут овса и пшенице, развијају усправне стабљике и дубок коренов систем, док грашак полеже

по земљи и има плитак корен. Разлика у морфологији кореновог система омогућава биљкама да црпе воду и хранљиве материје из различитих слојева земљишта, чиме се смањује конкуренција.



Слика 9. Изглед усева у току жетве (Ориг. Бодрожа М., 2022)

Здружени усев овса и пшенице са грашком има и важну улогу у сузбијању корова. Грашак брзо покрива површину земљишта, чиме спречава ницање корова и смањује ерозију. Истовремено, густ склоп житарица додатно смањује простор за развој корова (Ћупина и сар., 2011), што је посебно значајано у контексту одрживе пољопривредне праксе која тежи смањењу употребе хемијских средстава за заштиту биља. Комбинација ових биљних врста има потенцијал да допринесе повећању биомасе и стабилности приноса (Mead & Willey, 1980). Здружени усеви су често отпорнији на екстремне временске услове и болести у поређењу са монокултурама. У овом истраживању разматрана је улога грашка као зеленог ђубрива које обогаћује земљиште азотом, док су житарице служиле такође за зеленишно ђубрење и контролу корова. Одабир ове комбинације овса и пшенице са озимим грашком представља рационалан и еколошки одржив приступ који омогућава побољшање агроекосистема и оптимизацију пољопривредне производње.

3.4. АГРОЕКОЛОШКИ УСЛОВИ

3.4.1. Физичка својства земљишта

Оглед је изведен на земљишту типа ритске црнице, које према природи супстрата припада хидроморфним земљиштима насталим на алувијалним и ритским седиментима. Према дубини хумусног хоризонта, ово земљиште се сврстава у форму дубоких до врло дубоких земљишта.

Ритска црница је широко распрострањена у алувијалним равнинама средњег Баната, на подручју Мужље и Српског Крстура, нарочито у нижим деловима приобаља реке Тисе и њених старих корита. Овај тип земљишта заузима значајне површине и убраја се међу најплоднија хидроморфна земљишта у Војводини.

Ритска црница припада хидрогеном типу земљишта јер подземне и површинске воде имају пресудан утицај на њено образовање. Ниво подземне воде је релативно плитак и најчешће се креће од 0,8 до 2,0 m, са израженим сезонским колебањима и повременим плављењем. У таквим условима развија се бујна хидрофилна и мезофилна вегетација, чији биљни остаци доприносе интензивној акумулацији органске материје и формирању дубоког хумусног хоризонта (Живковић и сар., 2001).

Механички састав ритске црнице је неуједначен и условљен алувијалним процесима таложења (Живковић и сар., 1972). Површински Ар и А хоризонти припадају глиновитим иловачама, са повећаним садржајем фракције глине и праха, док су дубљи слојеви лакшег механичког састава и најчешће припадају прашкастим иловачама. Оваква текстура има значајан утицај на водно-ваздушни режим земљишта.

Због високог садржаја хумуса у површинским слојевима развијена је стабилна грудвичасто-мрвичаста структура, док у дубљим глејним слојевима преовлађује масивна структура (Ћирић, 1984). Неповољан однос макро и микро пора, као и дуготрајно задржавање воде, доводе до слабије аерације, што може ограничити развој кореновог система гајених биљака.

У профилу ритске црнице на подручју Мужље и Српског Крстура издвајају се следећи хоризонти (Слика 10.):



Слика 10. Педолошки профил ритске црнице у Мужљи (ориг. Логин ЕКО, 2021)

Ap (0–30cm) – хумусно-акумулативни, оранични хоризонт, тамно сиве до црне боје, у влажном стању готово црн, мрвичасто-грудвичасте структуре, слабо до средње карбонатан

A (30–70 cm) – хумусно-акумулативни хоризонт, тамно сив до тамно смеђе, масивније структуре, са израженим појавама оглејавања

G (70–120 cm) – глејни хоризонт, сивоплаве боје са рђастим флекама, карактеристичан по редукционим условима

CG (> 120 cm) – глејни матични супстрат, алувијални седименти различитог механичког састава, најчешће јако карбонатни

Физичке и водне особине ритске црнице показују јасну диференцијацију по хоризонтима (Табела 2 и 3), при чему површински Ap и A хоризонти имају најповољнији водно-ваздушни режим услед ниже запреминске масе ($1,22\text{--}1,35\text{ g/cm}^3$), високе укупне порозности ($49,10\text{--}52,20\%$) и доброг капацитета за ваздух, што омогућава несметан развој кореновог система и добру доступност воде (Ćirić, 1984). Са повећањем дубине, у G и CG хоризонтима долази до раста запреминске масе (до $1,60\text{ g/cm}^3$), смањења порозности и значајног опадања капацитета за ваздух, што указује на утицај подземних вода и појаву глејних услова, односно слабију аерацију и ограничену активност корена. Иако дубљи хоризонти имају висок пољски водни капацитет, део воде је биљкама слабије доступан због повећане влажности већења (Ćirić, 1984). У целини, ритска црница се одликује веома повољним физичким особинама у површинским слојевима и израженим хидроморфним условима у дубљим хоризонтима, што је типично за овај тип земљишта и условљава добар производни потенцијал уз ризик од превлаживања у дубљим слојевима (Шеремешкић и сар., 2014).

Табела 2. Физичка и водна својства ритске црнице алувијалне равни Тисе (локалитет Мужља)

Физичке и водне особине	Ap	A	G	CG
Специфична маса (g/cm ³)	2,55	2,58	2,62	2,65
Запреминска маса (g/cm ³)	1,22	1,35	1,48	1,60
Укупна порозност (vol. %)	52,20	49,10	44,80	39,60
Капацитет за ваздух (vol. %)	12,80	10,20	6,40	4,10
Пољски водни капацитет (mas. %)	30,50	32,10	34,20	31,80
Лентокапиларна влажност (mas. %)	18,40	19,60	21,10	20,30
Почетна влажност већења (mas. %)	15,20	15,80	16,10	15,60
Влажност трајног већења (mas. %)	11,80	12,20	12,60	12,10

Табела 3. Физичка и водна својства ритске црнице алувијалне равни Тисе (локалитет Српски Крстур)

Физичке и водне особине	Ap	A	G	CG
Специфична маса (g/cm ³)	2,48	2,51	2,52	2,55
Запреминска маса (g/cm ³)	1,21	1,27	1,32	1,38
Укупна порозност (vol. %)	51,5	49,5	47,6	45,7
Капацитет за ваздух (vol. %)	11,5	9,8	6,80	4,9
Пољски водни капацитет (mas. %)	36,0	33,5	30,50	28,50
Лентокапиларна влажност (mas. %)	20,5	19,80	19,2	18,7
Почетна влажност већења (mas. %)	15,8	15,50	15,20	14,8
Влажност трајног већења (mas. %)	12,50	12,30	12,0	11,70

Повољна текстура површинских слојева Ap хоризоната условљава релативно високу укупну порозност и умерено висок ваздушни капацитет, уз добру способност задржавања воде. Са повећањем дубине порозност и ваздушни капацитет се смањује, док пољски водни капацитет остаје на задовољавајућем нивоу (Ćirić, 1984). Глејни и матични CG хоризонти показују смањену порозност и минималан ваздушни капацитет,

што повећава ризик од превлаживања и може ограничити развој кореновог система биљака.

Ритска црница на подручју Мужље и Српског Крстура представља повољно земљиште за гајење пшенице и овса, док је за грашак неопходно обезбедити добру дренажу и избегавати сабијање земљишта. Применом адекватних агротехничких мера, као што је благовремена обрада, правилан плодоред и регулисање водног режима, могуће је остварити високе и стабилне приносе ових култура, уз очување дугорочне плодности земљишта.

У целини, земљиште има веома добар производни потенцијал за житарице и добар до веома добар потенцијал за грашак, уз потребу за корекцијом фосфорне исхране и, по потреби, благом поправком киселости (Убавић и сар. 1995). Уз правилну агротехнику, могу се очекивати сигурни и економски оправдани приноси обе групе култура.

3.4.2. Временски услови

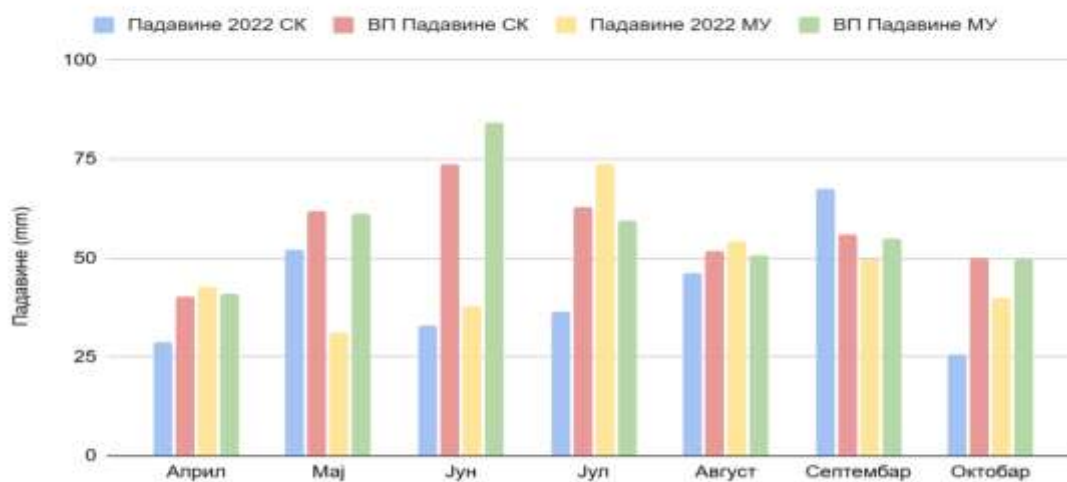
Клима Војводине дефинише се као умерено континентална, са израженим специфичностима које произилазе из њеног географског положаја унутар Панонског басена. Специфичан оротопографски склоп терена, који одликује доминантна равница са два изолована планинска узвишења (Фрушка гора и Вршачке планине), омогућава несметано продирање и мешање различитих ваздушних маса. Оваква отвореност терена директно утиче на значајна годишња колебања температура ваздуха. Лета су често веома топла и сушна, док су зиме оштре са продорима хладног ваздуха са севера и североистока. Средња годишња температура ваздуха креће се око 11–12°C, али су екстремни амплитудни распони током године веома високи, што, уз специфичан режим падавина и дејство ветрова попут кошаве, даје клими Војводине њен препознатљив аграрни и еколошки карактер (Републички хидрометеоролошки завод Србије, 2024).

Режим падавина на подручју Војводине припада тзв. подунавском типу режима киша, који је карактеристичан за већи део Панонског басена. Овај тип режима одликује изражена неравномерност током године, са примарним максимумом у касно пролеће и почетком лета (јун), што је од великог значаја за пољопривредну производњу јер се поклапа са периодом најинтензивније вегетације. Главни минимум падавина бележи се крајем зиме (фебруар) или почетком јесени (октобар). Међутим, једну од кључних карактеристика овог климатског елемента представља његова нестабилност. Насупрот релативно стабилним температурним трендовима, „за разлику од температуре,

падавине се одликују већом променљивошћу од места до места и у времену” (Катић, 1979). Оваква просторна и временска дистрибуција падавина, уз честе појаве сушних периода, захтева примену адекватних агротехничких мера ради очувања влаге у земљишту, нарочито на локалитетима као што су Мужља и Српски Крстур.

Процена стварне обезбеђености пољопривредних култура водом не може се вршити искључиво на основу укупних годишњих количина падавина. За прецизнију оцену климатских услова у одређеном рејону, неопходно је анализирати дистрибуцију падавина како током вегетационог периода, тако и ван њега, уз обавезно сагледавање појаве, трајања и учесталости сушних интервала (Пејић, 1999).

У складу са овим приступом, анализирани подаци за посматране локалитете указују на значајан дефицит влаге током истраживачког периода. У Српском Крстур су месечне количине падавина биле испод вишегодишњег просека током скоро целог периода, са изузетком септембра (Графикон 1). С друге стране, на подручју Мужље забележена је нешто другачија дистрибуција; количине падавина биле су испод просечних вредности у већини месеци, док је већа количина падавина у односу на вишегодишњи просек остварена само током априла, јула и августа.

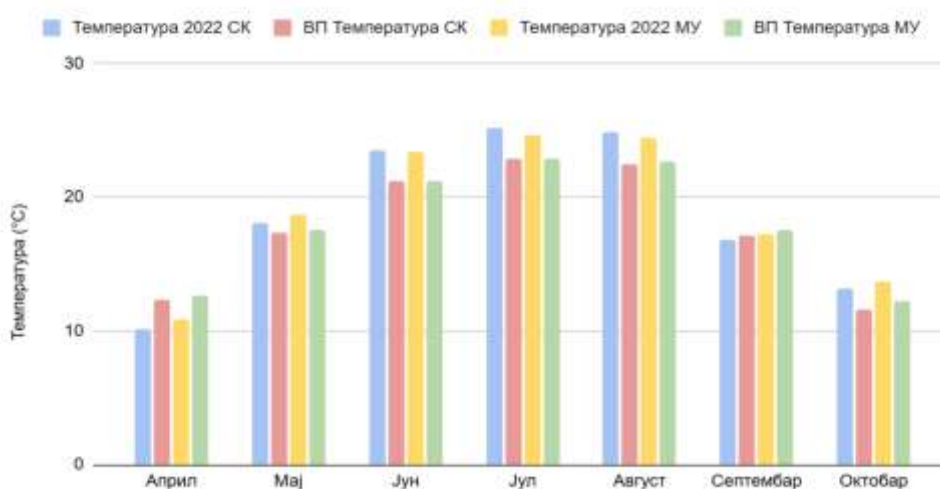


Графикон 1. Месечне суме падавине у току вегетације за локалитете Српски Крстур (СК) и Мужљу (МУ), као и вишегодишњи просек (1991-2021) падавина (ВП) на огледим пољима (извор података: <https://www.hidmet.gov.rs>)

У периоду истраживања, укупна количина падавина на локалитету Српски Крстур износила је 290,06 mm, што је за 26,92% мање од вишегодишњег просека (396,90 mm).

Овакав значајан дефицит падавина, праћен високим температурама, указује на изразито сушну годину. Анализа по месецима показује да су падавине биле испод просека током готово целог периода вегетације. У јуну, који је критичан за наливање зрна, пало је свега 33,12 mm, што је за чак 40,78 mm мање у односу на вишегодишњи просек. Такође, у априлу и мају је забележено за око 10–12 mm мање падавина у поређењу са вишегодишњим вредностима. Једини месец са већом количином падавина био је септембар, када је пало 67,62 mm (11,72 mm изнад просека).

На локалитету Мужља, укупна количина падавина износила је 329,59 mm, што је за 17,89% мање од вишегодишњег просека (401,40 mm). Иако је дефицит влаге овде био нешто блажи него у Српском Крстур, распоред падавина је био изразито неповољан. Најкритичнији је био јун, када је пало 37,75 mm, што представља мањак од чак 46,55 mm у односу на просек (84,30 mm). У мају је пало скоро дупло мање кише од уобичајених вредности (мањак од око 30 mm). Насупрот томе, јул и август су били нешто влажнији од просека (за 14,35 mm и 3,47 mm више), али је тај ефекат био неутралисан високим температурама.



Графикон 2. Просечне дневне температуре ваздуха у току вегетације за локалитете Српски Крстур (СК) и Мужљу (МУ), као и вишегодишњи просеци (1991-2021) температура (ВП) на огледим пољима (извор података <https://www.hidmet.gov.rs/>).

На локалитету Српски Крстур, температурни режим током истраживачког периода одступао је од вишегодишњих просека у две јасно дефинисане фазе (Графикон 2). Почетак вегетације у априлу био је хладан, са средњом температуром од 10,1°C што је

за значајних $2,2^{\circ}\text{C}$ испод вишегодишњег просека. Међутим, већ од маја долази до наглог отопљења, које кулминира током летњих месеци. Нарочито се истичу јун, јул и август, када су температуре константно биле изнад просека за више од $2,3^{\circ}\text{C}$ досежући свој максимум у јулу са средњом вредношћу од $25,2^{\circ}\text{C}$. Овакав топлотни талас настављен је и у августу, који је био за чак $2,4^{\circ}\text{C}$ топлији од просека, док је крај вегетационог периода у октобру такође био приметно топлији него што је уобичајено (одступање од $+1,6^{\circ}\text{C}$).

На локалитету Мужља, температурни трендови су били слични, али са нешто другачијим интензитетом појединих одступања. Иако је април и овде био хладнији од просека за $1,7^{\circ}\text{C}$ већ у мају је забележен приличан температурни скок од $1,2^{\circ}\text{C}$ изнад вишегодишњих вредности. Летњи месеци су обележени екстремном топлотом, при чему се посебно издваја јун, који је са средњом температуром од $23,4^{\circ}\text{C}$ био за $2,2^{\circ}\text{C}$ топлији у односу на просек. Јул и август су задржали висок интензитет топлоте са одступањем од $+1,7^{\circ}\text{C}$ што је уз мањак падавина створило веома неповољне услове за биљке. Вегетациони период је завршен релативно топлим октобром, који је са $13,7^{\circ}\text{C}$ био за $1,5^{\circ}\text{C}$ изнад вишегодишњег просека, док је једино септембар био у границама типичним за овај регион.

4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

4.1. УТИЦАЈ ЗДРУЖЕНИХ УСЕВА НА ХЕМИЈСКА СВОЈСТВА ЗЕМЉИШТА

Пре постављања пољског огледа, извршена је детаљна хемијска анализа земљишта како би се утврдио почетни статус плодности на одабраним локалитетима (СК и МУ). Испитивања су спроведена на земљишту типа ритска црница, које се одликује специфичним водним и ваздушним режимом, као и релативно високим потенцијалом за акумулацију органске материје.

Циљ ових предсетвених анализа био је да се дефинишу почетни параметри киселости (рН), обезбеђеност лакоприступачним фосфором и калијумом, као и садржај укупног азота, органског угљеника и хумуса. Разумевање почетног хемијског састава ритске црнице од суштинског је значаја за праћење каснијег утицаја здружених усева на трансформацију хранљивих материја у земљишту. У табели 4 представљени су резултати основних хемијских анализа по локалитетима и третманима пре почетка истраживања у 2021. години, а у табели 5 након завршетка истраживања у 2022. години.

Анализа хемијских параметара земљишта између 2021. и 2022. године указује на благо повећање киселости, где се просечна вредност рН у H_2O смањила са 6,53 на 6,42, али се истовремено бележи значајно побољшање опште плодности кроз пораст садржаја хумуса са 3,76 % на 4,20 % на нивоу целог огледа.

На локалитету СК (Српски Крстур) забележен је значајан позитиван одговор на примењене системе гајења, посебно у погледу поправке органског удела земљишта. Просечан садржај хумуса на овом локалитету порастао је са почетних 3,17 % у 2021. години на 3,79 % након примене здружених усева у 2022. години. Овај скок је директно праћен порастом садржаја органског угљеника (SOC), који је са почетних 1,97 % порастао на просечних 2,27 %. Овакви резултати указују на то да је ритска црница у Српском Крстуру веома повољна за брзу трансформацију жетвених

остатака у стабилну органску материју. Повећање органске фракције позитивно се одразило и на азотни биланс локалитета СК. Садржај укупног азота је са почетних 0,17% у 2021. години порастао на 0,20 % у 2022. години. Иако је овај пораст блажи у односу на Мужљу, он потврђује синергију између житарица и грашка у погледу очувања и благе поправке азотног статуса земљишта.

Табела 4. Основне хемијске анализе земљишта пре поставке огледа

Локалитет	Третман	pH (KCl)	pH (H ₂ O)	P ₂ O ₅ (mg/100 g)	K ₂ O (mg/100 g)	Укупни N (%)	SOC (%)	Хумус (%)
СК	ПГ50	5,28	6,57	8,57	20,35	0,12	1,41	2,44
	ПГ100	5,36	6,89	9,43	25,2	0,14	1,61	2,78
	П	5,66	6,93	9,18	17,93	0,13	1,52	2,61
	ОГ50	4,92	6,34	8,65	28,43	0,18	2,11	3,63
	ОГ100	4,98	6,24	9,9	24,39	0,24	2,77	3,78
	О	5,02	6,36	9,05	18,74	0,18	2,1	3,63
	Г	5,8	6,2	10	29	0,2	2,3	3,4
	Просек	5,29	6,50	9,25	23,43	0,17	1,97	3,18
МУ	ПГ50	5,28	6,57	5,27	24,39	0,29	3,39	4,85
	ПГ100	5,36	6,89	8,75	26,81	0,35	4,03	4,95
	П	5,66	6,93	9,82	21,97	0,34	3,89	4,7
	ОГ50	5,06	6,32	8,28	21,97	0,2	2,27	3,92
	ОГ100	5,04	6,2	8,7	29,23	0,22	2,56	4,42
	О	4,99	5,82	9,21	22,78	0,25	2,91	4,02
	Г	6,2	7,1	9,5	26	0,21	2,7	3,5
	Просек	5,37	6,55	8,50	24,74	0,27	3,11	4,34
Просек	5,33	6,53	8,88	24,09	0,22	2,54	3,76	

Табела 5. Основне хемијске анализе земљишта након огледа

Локалитет	Третман	pH (KCl)	pH (H ₂ O)	P ₂ O ₅ (mg/100 g)	K ₂ O (mg/100 g)	Укупни N (%)	SOC (%)	Хумус (%)
СК	ПГ50	5,28	6,57	8,5	23,58	0,14	1,58	2,73
	ПГ100	5,36	6,89	8,71	21,16	0,18	2,08	3,59
	П	5,66	6,93	9,95	21,97	0,15	1,71	2,95
	ОГ50	4,92	6,34	11,21	26	0,24	2,84	4,89
	ОГ100	4,98	6,24	9,2	25,2	0,19	2,19	3,77
	О	5,02	6,36	10,1	28,43	0,17	2,01	3,46
	Г	5,14	5,82	10,5	30,85	0,35	3,51	5,2
	Просек	5,19	6,45	9,74	25,31	0,20	2,27	3,80
МУ	ПГ50	5,05	5,85	6,6	29,23	0,39	4,32	5
	ПГ100	5,18	6,08	6,2	21,16	0,37	3,98	5,1
	П	5,06	6,26	8,32	17,13	0,23	2,38	4,3
	ОГ50	5,04	6,35	6,2	16,32	0,24	2,69	4,8
	ОГ100	4,99	6,2	11,21	23,58	0,27	3,06	5,4
	О	5,1	6,82	9,21	21,78	0,27	2,93	4,05
	Г	6	7,2	9,5	24	0,23	2,8	3,2
	Просек	5,20	6,39	8,18	21,89	0,29	3,12	4,61
Просек	5,20	6,42	8,96	23,60	0,24	2,7	4,20	

Када је реч о минералној исхрани, садржај лако доступног калијума (K₂O) у Српском Крстуру задржао се на високом нивоу, без значајнијих губитака упркос изношењу

приносом. С друге стране, садржај фосфора (P_2O_5) остао је у категорији ниске до умерене обезбеђености. Чињеница да се резерве фосфора нису значајније мењале (задржавајући се на нивоу од око 10–12 mg/100g) указује на то да здружени усеви примарно утичу на биолошки квалитет земљишта (азот и хумус), док је за поправку нивоа фосфора неопходна системска минерална мелиорација. У целини, подаци за Српски Крстур потврђују да је увођење здружених усева на овом типу земљишта довело до побољшања плодности кроз пораст хумуса и SOC-а, чиме се дугорочно осигурава боља одрживост производње жита и легуминоза.

Табела 6. Утицај третмана на основне хемијске параметре плодности земљишта

Третман	pH (KCl)	pH (H ₂ O)	P ₂ O ₅ (mg/100 g)	K ₂ O (mg/100 g)	Укупни N (%)	SOC (%)	Хумус(%)
ПГ50	5,17	6,21	7,55	26,41	0,27	2,95	3,87
ПГ100	5,3	6,5	7,5	21,2	0,3	3,0	4,3
П	5,4	6,6	9,1	19,6	0,2	2,0	3,6
ОГ50	5,0	6,3	8,7	21,2	0,2	2,8	4,8
ОГ100	5,0	6,2	10,2	24,4	0,2	2,6	4,6
О	5,1	6,6	9,7	25,1	0,2	2,5	3,8
Г	5,6	6,5	10,0	27,4	0,3	3,2	4,2
Просек	5,2	6,42	8,96	23,6	0,24	2,72	4,17

Локалитет МУ се издвојио као знатно осетљивији на примењене агротехничке мере, при чему је дошло до повећања просечног садржаја хумуса са 4,34 на 4,61% након примене здружених усева. Садржај органског угљеника у земљишту (SOC) остао је на приближно истом нивоу пре и после заоравања, 3,11% и 3,12%. Ниво органског угљеника на овом локалитету указује на стабилније резеве угљеника, које су додатно ојачане већом производњом биомасе здружених усева. Интензивна боја и тежи механички састав земљишта у Мужљи погодовали су везивању новог ускладиштеног угљеника, чиме се повећава пуферна способност земљишта и његова отпорност на неповољне климатске услове забележене током истраживања. Код садржаја укупног азота дошло је до благог повећања, који је пре коришћења здружених усева износио 0,27%, док је након њихове примене порастао на 0,29%. Иако је примећено благо смањење резерви минералних материја у земљишту, садржај лако доступног калијума (K_2O) задржао се на високом нивоу, док је садржај фосфора (P_2O_5) остао на нивоу ниске до умерене обезбеђености. Ово указује на то да су примењене мере првобитно утицале на побољшање удела органске материје и азотног биланса, док је за значајнију промену минералних резерви фосфора потребан дужи временски период или већи интензитет ђубрења (Богдановић и сар., 2011).

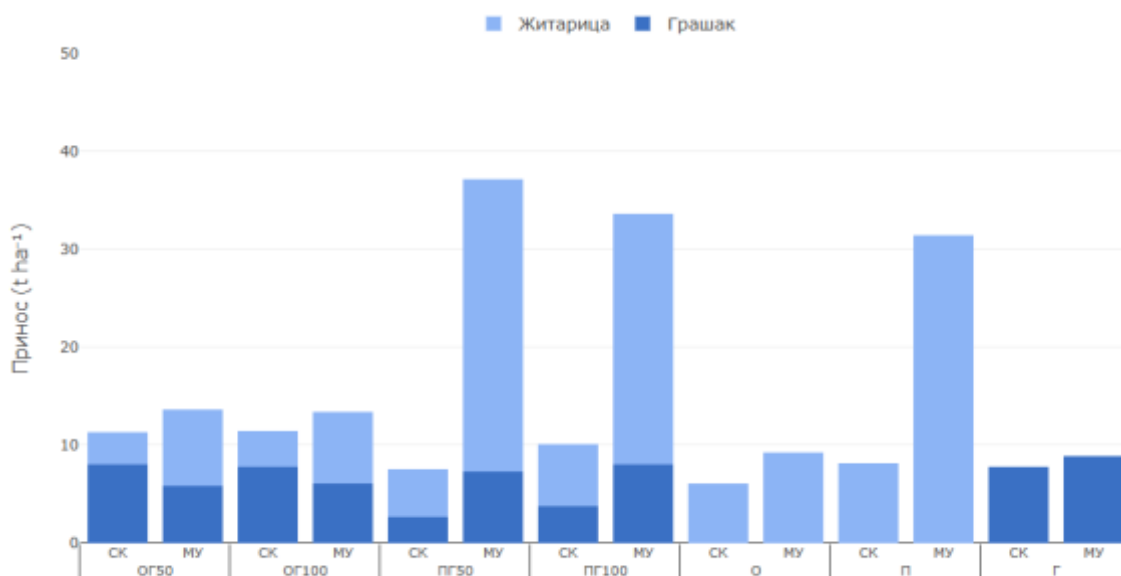
Анализа основних хемијских показатеља плодности (Табела 6) открива да је испитивано земљиште киселе реакције (просечна вредност рН у КС1 износи 5,2), веома добро снабдевано хумусом (4,17%) и лакоизменљивим калијумом (23,6 mg/100 g), али оскудно обезбеђено приступачним фосфором (8,96 mg/100 g). Заоравање здруженог усева овса и сточног грашка (варијанте ОГ50 и ОГ100) остварило је највећи утицај на пораст садржаја хумуса и органског угљеника (до 4,8%), што се објашњава усклађеним односом угљеника у биљној маси овса и азота у махунарки, чиме се подстиче стварање трајног хумуса и спречава пребрзо губљење органске материје (Ђупина и сар., 2011; Милошев, 2012). Највиши садржај укупног азота (0,3%) забележен је код самосталног грашка (Г) и његове гушће смеше са пшеницом (ПГ100), што је непосредна последица биолошког везивања атмосферског азота преко квржичних бактерија својствених махунаркама, које природно обогаћују земљиште овим хранљивим елементом (Угреновић и сар., 2015). Изразит пораст лакоприступачног фосфора код усева са овсем (О и ОГ100 до 10,2 mg/100 g) последица је особености снажног корена овса који лучи органске киселине у своје окружење, успешно разлажући тешко растворљива једињења фосфора у киселим земљиштима и преводећи их у облике доступне наредним усевима (Кастори, 1993; Богдановић, 2002). Насупрот томе, самостално заоравање пшенице (П) дало је најслабије учинке у погледу хумуса (3,6%) и приступачног калијума (19,6 mg/100 g) услед спорије разградње суве сламе без додатног извора азота, што у потпуности потврђује оправданост увођења здружених усева житарица и легуминоза у редовну праксу зеленишног ђубрења ради свеобухватног побољшања плодности, хранљивог режима и физичких својстава земљишта (Ćurina et al., 2016).

4.2. УТИЦАЈ ЗДРУЖЕНИХ УСЕВА НА ПРИНОС ЗЕЛЕНЕ МАСЕ

Анализа добијених резултата приноса указује на карактеристична кретања удела грашка и стрних жита у зависности од места испитивања и густине сетве (Графикон 3). У варијанти ОГ50, удео грашка на локалитету СК остварује значајне вредности (8 t/ha), док је на локалитету МУ забележен нижи принос (5,9 t/ha). Међутим, укупна биљна маса на локалитету МУ знатно је већа услед појачаног доприноса овса, чији принос износи 7,7 t/ha, наспрам 3,3 t/ha остварених на локалитету СК.

Код варијанте ПГ50, принос пшенице на локалитету СК (4,83 t/ha) био је знатно испод вредности измерених на локалитету МУ, где ова житарица остварује максималних 29,77 t/ha. Такође, на локалитету МУ грашак постиже већи удео у смеши (7,37 t/ha) у поређењу са СК локалитетом (2,67 t/ha). Највиши појединачни принос грашка забележен је у варијанти ПГ100 на локалитету МУ (8 t/ha), што уз принос пшенице од 25,7 t/ha овај третман чини високоприносним.

Овакви резултати потврђују да пшеница и овас исказују већу осетљивост на нижи садржај хумуса (3,18 %) утврђен на локалитету СК, у поређењу са плоднијом ритском црницом на локалитету МУ (4,34 % хумуса). Према наводима Миљковића (1996), висока плодност ритских црница омогућава потпуно испољавање наследне производне моћи житарица. Истраживање указује на то да махунарке, попут грашка, поседују већу прилагођеност условима средине и мања одступања у приносу зелене масе између различитих локалитета.



Графикон 3. Принос зелене масе грашка и житарица

Подаци о приносу укупне зелене масе (Табела 7) откривају велику разлику у плодности између два места испитивања. Локалитет Мужља (МУ) показао је супериорност са просечних 21,07 t/ha, што је више него двоструко већи принос у односу на Српски Крстур (СК), где је измерено свега 8,90 t/ha. Овако значајна разлика потврђује наводи Ћирић (1984) о пресудном утицају физичких и хемијских својстава ритске црнице на коначни принос усева.

Табела 7. Принос (t/ha) зелене масе

Третман	Локалитет		
	МУ	СК	Просек
ОГ50	13,60 c	11,30 cd	12,45 B
ОГ100	13,40 c	11,30 cd	12,35 B
ПГ50	37,13 a	7,50 df	22,32 A
ПГ100	33,70 ab	10,13 cd	21,92 A
О	9,27 df	6,13 f	7,70 C
П	31,47 b	8,13 df	19,80 A
Г	8,90 df	7,83 df	8,37 C
Просек	21,07 A	8,90 B	14,99

Најуспешнијим су се показали здружени усеви пшенице и грашка, при чему се издвајају варијанте ПГ50 (22,32 t/ha) и ПГ100 (21,92 t/ha). Највећи принос у целом огледу остварен је управо у варијанти ПГ50 на локалитету МУ (37,13 t/ha). На истом месту чисти усеви овса и грашка остварили су знатно слабије резултате (испод 10 t/ha). Ово јасно указује на велику корист од заједничког гајења на плодним земљиштима, где се постиже складно искоришћавање вегетационог простора. Према Ћупини и сар. (2011), допуњујући однос између житарица и махунарки омогућава већу производњу биљне масе по јединици површине него када се ове врсте гаје појединачно.

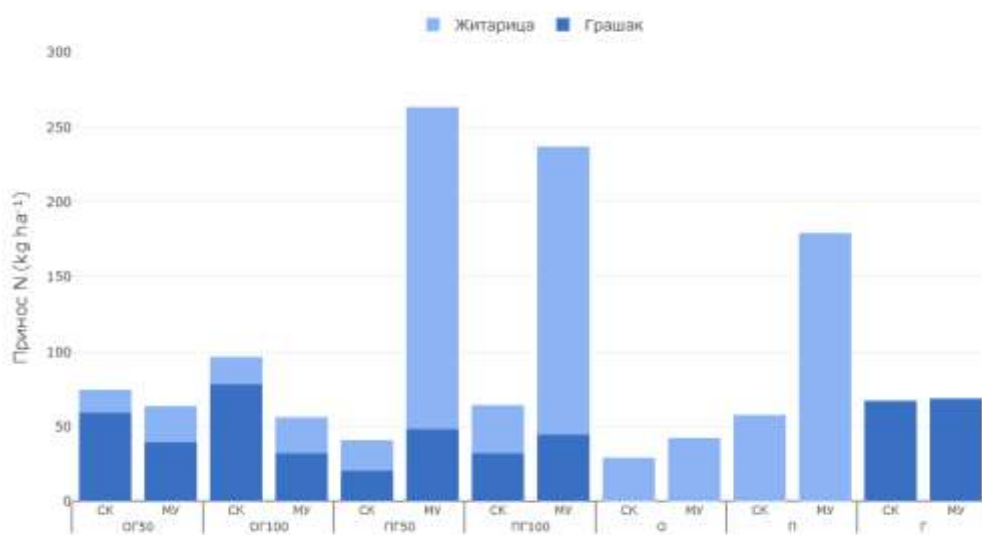
На локалитету СК приноси су били знатно нижи и међусобно уједначенији. Тако је чиста пшеница на овом месту дала тек 8,13 t/ha, што је скоро четири пута мање него на МУ. Овако велика одступања поткрепљују тврдњу Миљковића (1996) да плодност земљишта типа ритска црница непосредно одређује успех производње стрних жита. Виши садржај хумуса и повољнија грађа земљишта на локалитету МУ омогућили су биљкама да у пуној мери испоље свој потенцијал за принос, док је на локалитету СК мања обезбеђеност хранљивим материјама деловала као ограничавајући чинилац.

4.3. УТИЦАЈ ЗДРУЖЕНИХ УСЕВА НА ПРИНОС АЗОТА У БИЉНОМ МАТЕРИЈАЛУ

Квалитет и ефикасност зеленишног ђубрења у највећој мери зависе од укупне количине азота која се заоравањем биљне масе враћа у земљиште (Графикон 4). Добијени резултати указују на значајне разлике у уносу овог елемента, што директно

зависи од састава смеше, удела махунарке и особина земљишта на два локалитета испитивања. Плоднија ритска црница на подручју Мужље (МУ), захваљујући вишој обезбеђености хумусом и укупним азотом, омогућила је уношење знатно већих количина овог хранива у поређењу са мање плодним земљиштем у Српском Крстуру (СК).

У варијантама са овсом и грашком (ОГ50 и ОГ100), грашак се показао као главни носилац обогаћивања земљишта азотом, нарочито на мање плодној подлози Српског Крстура. У варијанти ОГ50 на овом месту, грашак обезбеђује унос од 59,4 kg/ha азота, што је скоро четири пута више од количине коју враћа овас (15,14 kg/ha). Сличан однос примећује се и у варијанти ОГ100 на истом локалитету, где грашак постиже највиши повраћај нутријента у овом делу огледа са 78,65 kg/ha азота. Овакви подаци потврђују наводе Ћурина et al. (2020) да у условима где је житима ускраћена довољна количина азота из земљишта, махунарке преузимају водећу улогу захваљујући биолошком везивању овог елемента из ваздуха. Насупрот томе, на плоднијем тлу у Мужљи, удео азота који потиче од овса значајно расте (23,65 kg/ha у ОГ50), што сведочи о бољем снабдевању житарице неорганским облицима азота из земљишног раствора.



Графикон 4. Принос (kg/ha) азота

Највеће разлике у количини унетог азота забележене су у здруженим усевима пшенице и грашка (ПГ50 и ПГ100) између два посматрана подручја. У варијанти ПГ50 на локалитету МУ, укупна количина азота која се заорава достиже 263,55

kg/ha, при чему највећи део потиче од пшенице (215,24 kg/ha), док грашак доприноси са 48,32 kg/ha. Слично је и у варијанти ПГ100 у Мужљи, где пшеница накупља 192,88 kg/ha азота. Насупрот томе, у Српском Крстуру ове вредности драстично опадају, па пшеница у варијанти ПГ50 враћа свега 20,81 kg/ha азота.

Код земљишта типа ритска црница која обилују органском материјом, разлагање те материје (минерализација) тече веома снажно (Богдановић и сар., 2011). То омогућава стрнаним житима попут пшенице да брзо развију моћну надземну масу и у њој накупе велике количине азота (што се уочава и код чисте пшенице на локалитету МУ са око 179 kg/ha). У таквим условима високе плодности, житарице постају надмоћније у борби за хранљиве материје из земљишта, док се пун учинак здруживања у Мужљи очитава кроз заједнички допринос обе врсте укупном азотном фонду који се враћа ораничном слоју.

Са становишта одрживог управљања плодношћу земљишта, заоравање овако богате биљне масе, нарочито у варијантама ПГ50 и ПГ100 на подручју Мужље, обезбеђује високу плодност земљишта за наредне усеве. Како истичу Шеремешкић и сар. (2021), уношење великих количина органски везаног азота путем зеленишног ђубрења има продужено дејство, јер се овај елемент постепено ослобађа током разлагања заоране масе. Тиме се значајно смањују губици од испирања и стварају повољни услови за исхрану наредне културе у њеним најосетљивијим прериодима раста и развоја.

Табела 8. Принос (kg/ha) азота

Третман	Локалитет		
	МУ	СК	Просек
ОГ50	63,52 df	77,55 cd	70,54 В
ОГ100	56,52 def	96,21 c	76,37 В
ПГ50	263,55 a	41,31 ef	152,43 А
ПГ100	237,37a	64,36 de	150,87 А
О	42,52 ef	29,56 f	36,04 С
П	179,09 b	118,57 def	148,83А
Г	68,77 cde	67,47 cde	62,12 С
Просек	130,19А	70,72В	100,46

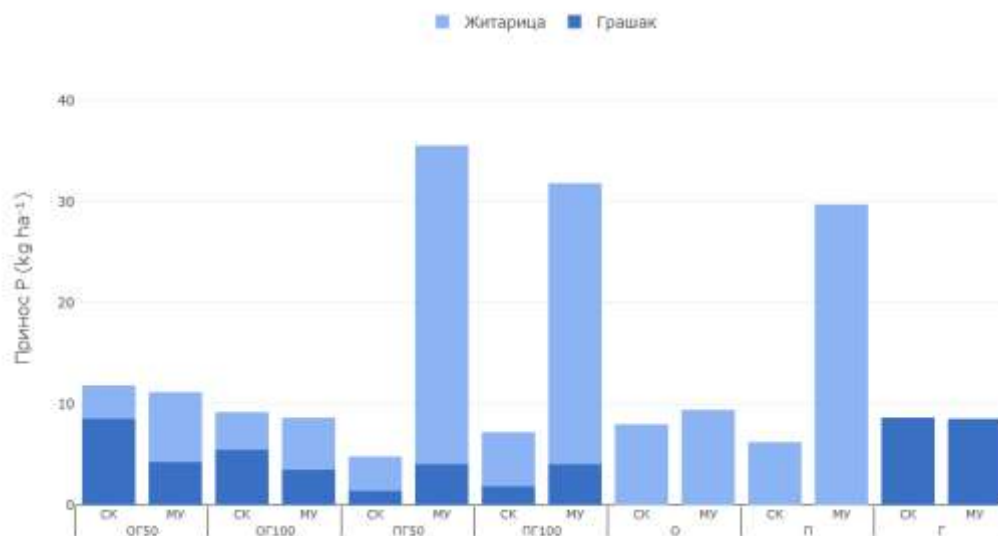
Укупна акумулација азота у биљној маси (Табела 8) прати резултате надземне масе, са знатно већим просеком на локалитету МУ (130,19 kg/ha) у односу на СК (70,72 kg/ha). Третмани здружених усева пшенице и грашка (ПГ50 и ПГ100) остварили су статистички највише вредности на нивоу просека (преко 150 kg/ha N), чиме су надмашили све остале варијанте и контролу. Посебно се истиче принос азота на МУ

код третмана ПГ50 (263,55 kg/ha), што указује на изузетну ефикасност овог система у фиксацији и усвајању азота на плодној ритској црници. На локалитету СК, грашак је у смешама са овсем (ОГ) показао већу стабилност у приносу азота у поређењу са пшеницом, вероватно због бољег прилагођавања овса на сиромашнија земљишта.

4.4. УТИЦАЈ ЗДРУЖЕНОХ УСЕВА НА ПРИНОС ФОСФОРА, КАЛИЈУМА И КАЛЦИЈУМА У БИЉНОМ МАТЕРИЈАЛУ

Анализа садржаја фосфора у биљној маси (Графикон 5) указује на значајне разлике које проистичу из врсте усева и особина земљишта на одабраним локалитетима. Укупно изношење фосфора на локалитету Српски Крстур (СК) је изразито ниско код свих варијанти, што се може приписати неповољнијим физичко-хемијским својствима земљишта. Насупрот томе, локалитет Мужља (МУ) показује високу продуктивност, нарочито код смеше пшенице и грашка (ПГ50), где пшеница накупља чак 31,48 kg/ha фосфора.

Овако велика количина фосфора у надземној маси има пресудан значај када се посматра кроз призму зеленишног ђубрења. Заоравањем ове биомасе, у земљиште се враћа значајна количина органски везаног фосфора. Зеленишно ђубрење није само извор азота, већ има и кључну улогу у превођењу тешко растворљивих једињења фосфора у облике који су лакше доступни наредним усевима. Посебну вредност имају смеше легуминоза са житарицама. Према истраживањима која су спровели Ћупина и сар. (2004), заоравање смеша грашка и овса (или пшенице) доприноси бржем кружењу материја у земљишту. Биомаса грашка, због свог специфичног хемијског састава, убрзава разградњу теже разградиве сламе житарица, чиме се фосфор брже ослобађа за наредну сетву. На локалитету Мужља, где је укупан унос фосфора заоравањем биомасе прелазио 35 kg/ha (код третмана ПГ50), ствара се значајна залиха овог елемента. Богдановић и сар. (2011) истичу да је на плодним земљиштима типа ритске црнице важно одржавати висок ниво органске материје, јер она делује као заштитни колоид који спречава фиксацију (блокаду) фосфора, што је честа појава на алкалним земљиштима каква се срећу у деловима Баната.



Графикон 5. Принос фосфора

Фосфор је елемент који често представља ограничавајући чинилац у исхрани биљака, а добијени резултати јасно показују колико својства земљишта утичу на количину овог хранљива која се заоравањем може вратити у систем. На подручју Мужље (Табела 9) остварен је знатно већи просечан унос фосфора путем зеленишног ђубрива (19,2 kg/ha), док је на месту Српски Крстур (СК) та вредност знатно нижа (7,7 kg/ha).

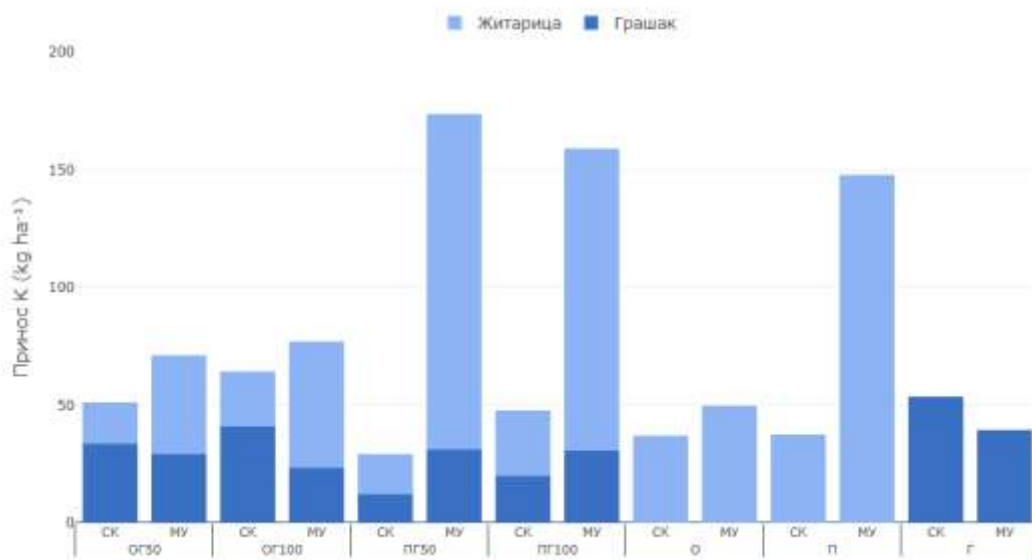
Табела 9. Принос (kg/ha) фосфора

Третман	Локалитет		
	МУ	СК	Просек
ОГ50	11,23 c	8,84 cd	10,04 B
ОГ100	8,72 cde	9,84 cd	9,28 B
ПГ50	35,5 a	4,82 e	20,19 A
ПГ100	31,87 ab	7,26 de	19,57 A
О	9,47 cd	8,01 cde	8,74 C
П	29,70 b	6,28 de	17,99 A
Г	8,51 cde	8,86 cd	8,69 C
Просек	19,29A	7,7B	13,50

Нижи садржај хумуса (3,18%) и јаче везивање фосфора у земљишту на северном подручју ограничили су његово усвајање и накупљање у биљној маси. Према наводима Богдановић и сар. (2011), фосфор је у тешким земљиштима слабо покретљив, па његово усвајање првенствено зависи од запремине земљишта коју

корен прорасте. Ово објашњава супериорност локалитета МУ, где су повољнији услови омогућили развитак моћнијег кореновог система.

Здружени усеви пшенице и грашка (ПГ50 и ПГ100) се издвајају као највећи извори фосфора за зеленишно ђубрење, са просечно накупљених око 20 kg/ha P. Ово је знатно више у односу на чисте усеве овса (8,74 kg/ha) или грашка (8,69 kg/ha). На варијанти ПГ50 на подручју МУ забележен је највиши повраћај фосфора у земљиште (35,5 kg/ha), док је на локалитету СК иста варијанта имала знатно слабији учинак (4,82 kg/ha). Ова разлика у резултатима указује на то да доступност фосфора у ритској црници директно ограничава развој пшенице у условима слабије плодности. Високо накупљање фосфора у надземној маси, нарочито у здруженим усевима, у непосредној је вези са већим приносом биљне масе. Већи принос суве материје омогућава и веће изношење фосфора из дубљих слојева и његово накупљање у ткивима која ће бити заорана. Према Шеремешић и сар. (2021), овакав начин „пребацивања” фосфора из земљишта у органску масу коју враћамо заоравањем, има велики значај за његову бољу искоришћеност у наредним годинама, јер се тиме спречава његово поновно јако везивање за неорганске честице земљишта.



Графикон 6. Принос калијума

Количина калијума која се заоравањем надземне биљне масе враћа у земљиште непосредно прати принос укупне суве материје (Графикон 6). Бујнији усеви на подручју Мужље (МУ) омогућили су унос знатно већих количина овог елемента, са

просечно накупљених 102,56 kg/ha, док је на подручју Српског Крстура (СК) тај износ значајно мањи (45,8 kg/ha) услед слабије развијене биљне масе.

Висок ниво лако приступачног калијума у земљишту на оба локалитета (преко 20 mg/100g) омогућио је биљкама његово јако усвајање. У варијанти ОГ50, грашак на месту СК обезбеђује унос од 33,49 kg/ha калијума, док овас на месту МУ враћа земљишту знатно више (42,12 kg/ha) у поређењу са СК локалитетом (17,72 kg/ha). Највећи допринос обогаћивању земљишта калијумом забележен је код здружене пшенице у варијанти ПГ50 на локалитету МУ, где се заоравањем уноси чак 142,26 kg/ha овог елемента.

Овако високе вредности калијума у маси намењеној зеленишном ђубрењу потврђују појаву коју Миљковић (1996) описује као 'луксузна потрошња'. С обзиром на то да су ритске црнице природно богате овим елементом (Ћирић, 1984), биљке су га усвајале изнад својих стварних потреба, сразмерно изграђеној биљној маси. Са становишта зеленишног ђубрења, ово је изузетно значајно јер се заоравањем тако богате масе убрзава кружење материје у земљишту. Према наводима Шеремешкић и сар. (2021), уношење свеже органске материје која је богата калијумом омогућава његово лакше ослобађање у површински слој земљишта, чиме он постаје брзо доступан наредном усеву.

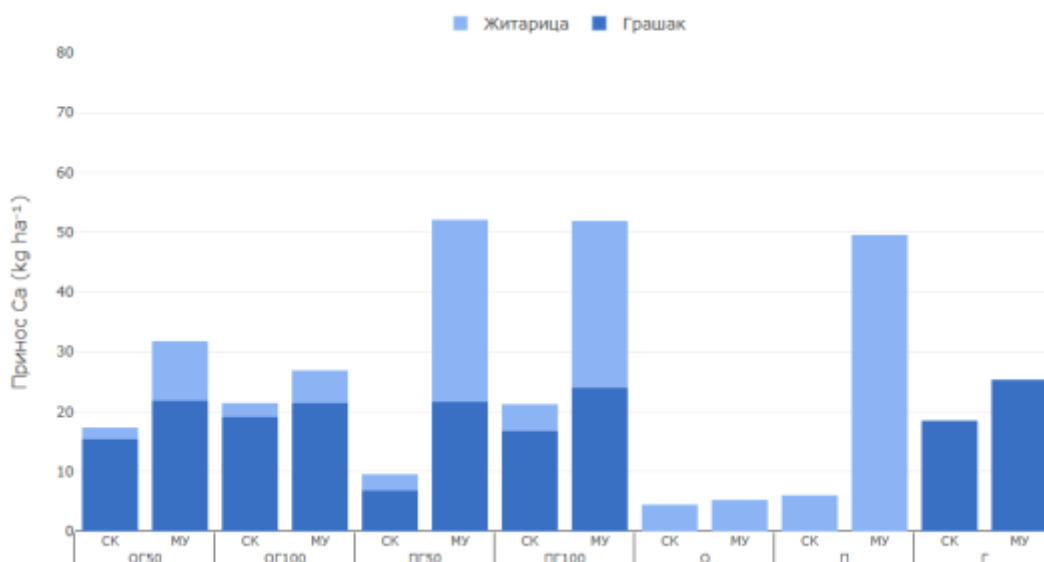
Табела 10. Принос (kg/ha) калијума

Третман	Локалитет		
	МУ	СК	Просек
ОГ50	71,28 cd	51,21 ef	61,25 B
ОГ100	77,11 c	64,32 cde	70,72 B
ПГ50	173,46 a	29,08 f	101,27 A
ПГ100	158,84 ab	47,85 efg	103,53 A
О	49,77 ef	37,13 fg	43,45 C
П	147,84 b	37,66 fg	92,75 A
Г	39,60 fg	53,66 def	46,63 C
Просек	102,56A	45,84B	72,20

Калијум је елемент који биљке усвајају у великим количинама, и он директно прати раст биомасе. Тамо где је усев био бујнији, износ калијума је био драстично већи (Табела 10). Код локалитета Мужља (МУ) просечна акумулација износи високих 102,56 kg/ha. Висок ниво приступачног калијума у земљишту (24,74 mg/100g) омогућио је интензивно усвајање. На локалитету СК количина калијума је значајно мања (45,8 kg/ha) услед мање укупне биомасе. Третмани ПГ100 (103,53 kg/ha) и

ПГ50 (101,27 kg/ha) остварују највећи принос калијума на нивоу целог огледа. На локалитету МУ, пшеница у смешама (ПГ50 – 173,46 kg/ha) ефикасније користи калијум из земљишта него у чистом усеву (147,84 kg/ha), док је на локалитету СК грашак у чистом усеву (Г) остварио већи принос калијума (53,66 kg/ha) од већине здружених варијанти, изузев ОГ100.

Калцијум је елемент који махунарке, попут грашка, природно везују у већим количинама него стрна жита, што се јасно запажа и у овом испитивању (Графикон 7). На варијанти ОГ50 грашак има водећу улогу у накупљању овог елемента на оба локалитета, при чему је количина која се његовом биљном масом враћа земљишту на локалитету МУ (21,9 kg/ha) већа него на СК (15,4 kg/ha). Док је на СК удео жита у укупном приносу калцијума изразито низак (мање од 3 kg/ha), на МУ пшеница у варијанти ПГ50 успева да веже значајних 30,58 kg/ha. Овако висок ниво калцијума непосредна је последица велике укупне биљне масе пшенице на плоднијем земљишту Мужље. Према наводима Ћирић (1984), већа производња суве материје на ритским црницама омогућава и сразмерно веће накупљање калцијума, који се након заоравања поново укључује у кружење материје у површинском слоју земљишта.



Графикон 7. Принос калцијума

Укупна количина калцијума намењена зеленишном ђубрењу (Табела 11) била је знатно већа на МУ (34,71 kg/ha) у поређењу са СК (14,09 kg/ha). Варијанта ПГ100 остварила је највишу вредност (36,58 kg/ha), превазилазећи чисте усеве пшенице и

грашка. Ово указује на повољан учинак здруживања на минерални састав масе која се користи за поправљање плодности земљишта. Шеремешкић и сар. (2021) истичу да је заоравање махунарки, због њихове моћи да везују калцијум, од пресудног значаја за одржавање повољног хранљивог стања земљишта, јер овај елемент игра кључну улогу у изградњи стабилне мрвичасте структуре.

Табела 11. Принос (kg/ha) калцијума

Третман	Локалитет		
	МУ	СК	Просек
ОГ50	31,86 b	17,1 e	24,48 В
ОГ100	26,88 bc	21,47 cde	24,18 В
ПГ50	52,15 a	9,61 f	30,88 А
ПГ100	51,82 a	21,33 cde	36,58А
О	5,27 f	4,4 f	4,84 С
П	49,58 a	6,11 f	27,85 В
Г	25,40 bcd	18,58de	21,99 В
Просек	34,71А	14,09В	24,40

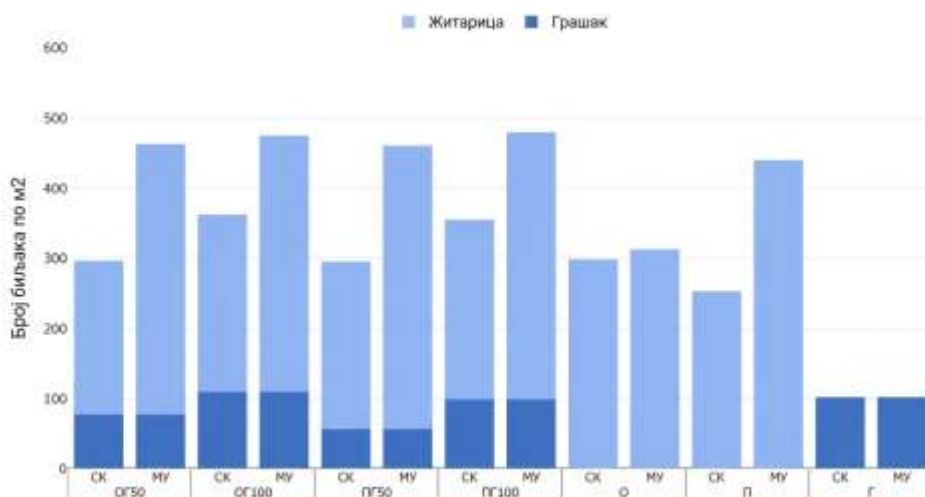
На подручју МУ, све варијанте са пшеницом оствариле су вредности око 50 kg/ha калцијума, што их чини извршним извором овог елемента за наредне усеве. Насупрот томе, овас у чистом усеву на месту СК имао је најмање накупљање од свега 4,4 kg/ha, што представља најслабији учинак у овом погледу. Оваква разлика још једном потврђује тврдњу Миљковића (1996) да плодност и тип земљишта непосредно одређују способност биљака да усвајају калцијум и тиме обогаћују биљну масу намењену заоравању.

4.5. УТИЦАЈ ЗДРУЖЕНИХ УСЕВА НА БРОЈ БИЉАКА

Анализа графикана 8. пружа детаљан увид у то како су појединачне компоненте, житарице и грашак, допринеле коначној густини усева. Посматрањем светлоплавих стубаца, који представљају удео пшенице и овса, уочава се изражена осетљивост стрних жита на својства земљишта. На локалитету Српски Крстур забележен је значајан пад броја биљака житарица у свим смешама, што је и главни узрок смањења укупног склопа на овом подручју.

Нижи број биљака житарица може се објаснити неповољним физичким својствима ритске црнице на локалитету СК. Нижи садржај хумуса доводи до збијања земљишта и стварања покорице, која за стрна жита, због мање енергије клијања у односу на

легуминозе, представља готово непремостиву препреку током ницања. Насупрот њима, број биљака грашка (тамноплави ступци) показује високу биолошку постојаност. На графикону 8 је јасно видљиво да је број изниклих биљака грашка у смешама ПГ50 и ОГ50 остао готово истоветан на оба локалитета (57 односно 77 биљака/ m²) без обзира на разлике у земљишту.



Графикон 8. Густина усева (број биљака по м²) у здруженој сетви

Из овога произилази закључак да је склоп житарица у здруженим усевима варијабилна компонента коју примарно одређују земљишни чиниоци (едафски фактори). Са друге стране, сточни грашак се показао као изузетно прилагодљива врста која задржава планирани број биљака чак и у тежим условима гајења. Према истраживањима Ћупине и сар. (2011), оваква надмоћност грашка у фази ницања осигурава довољан број квржичних бактерија за касније везивање азота. Ипак, редукован број биљака пшенице и овса на локалитету СК директно је ограничио способност усева да у потпуности искористи тај азот, што објашњава нижи коначни принос биомасе и хранљивих материја на овом локалитету.

Разматрање укупне густине усева на крају периода ницања указује на значајну међузависност између примењеног третмана и природних својстава локалитета. Према подацима из табеле 12, просечан број биљака на локалитету Мужља (344 биљака/м²) статистички је значајно већи у односу на просек забележен на локалитету Српски Крстур (232 биљака/м²). Оваква предност локалитета МУ може се приписати повољнијим физичко-хемијским особинама земљишта, пре свега

високом садржају хумуса (4,34%), што обезбеђује бољу структуру и повољнији водно-ваздушни режим за почетни развој биљака.

Табела 12. Утицај здружених усева на густину усева (број биљака по m^2)

Третман	Локалитет		
	МУ	СК	Просек
ОГ50	386 bc	220 ef	303 В
ОГ100	366 c	253 e	309 В
ПГ50	404 b	238 ef	321 А
ПГ100	389 c	256 e	322 А
О	313 d	299 d	306 В
П	449 a	253 e	351 В
Г	103 a	102 a	102 В
Просек	344 А	232 В	288

Највећи укупан број биљака по јединици површине остварен је код чисте пшенице (П) на локалитету МУ (449 биљака/ m^2), док су здружени третмани пшенице на истом локалитету (ПГ50 и ПГ100) такође задржали изузетно високу укупну густину изнад 380 биљака/ m^2 . Насупрот томе, на локалитету Српски Крстур забележено је знатно слабије ницање, нарочито код меша са овсом (ОГ50), где је укупан склоп износио свега 220 биљака/ m^2 . Овако изражена редукција броја биљака на СК локалитету вероватно је последица збијености ритске црнице и склоности ка образовању земљишне покорнице, што, према наводима Миљковића (1996), директно онемогућава уједначено ницање стрних жита.

4.6. УТИЦАЈ ЗДРУЖЕНИХ УСЕВА НА LER ИНДЕКС

Представљање искоришћености површине здружених усева обрачуном LER индекса је начин да се одреди продуктивност меша (Табела 13).

Подаци из Табеле 13, који приказују вредности релативног искоришћења површине (показатељ LER), указују на већу продуктивност здружених усева на оба локалитета, уз одређена одступања у накупљању биљне масе и хранљивих материја. Просечна вредност овог показатеља за надземну масу на локалитету МУ износи 1,61. То значи да би се у чистим усевима остварио исти принос као у здруженим, потребно је обезбедити чак 61% више земљишне површине, при чему је највећа продуктивност забележена код варијанте ПГ50 (1,77). Овако висока успешност у производњи биомасе у складу је са налазима Крстића и сар. (2020), који истичу да здружени

усеви махунарки и жита остварују знатно већи укупни принос по јединици површине у поређењу са њиховим самосталним гајењем.

Табела 13. Вредности LER индекса

Локалитет	Третман	Надземна маса	N	P	K	Са	Број биљака
СК	ПГ50	0,93	0,66	0,70	0,68	0,82	1,01
	ПГ100	1,26	1,03	1,07	1,11	1,65	1,71
	ОГ50	1,56	1,39	1,04	1,10	1,25	1,23
	ОГ100	1,57	1,76	1,15	1,39	1,56	1,71
	Просек	1,33	1,21	0,99	1,66	1,90	1,77
МУ	ПГ50	1,77	1,14	1,54	1,75	1,47	1,52
	ПГ100	1,72	1,04	1,42	1,64	1,51	1,84
	ОГ50	1,49	1,90	1,24	1,58	2,75	1,59
	ОГ100	1,47	1,72	0,96	1,67	1,88	2,15
	Просек	1,61	1,45	1,29	1,07	1,32	1,42
Просек		1,47	1,33	1,14	1,365	1,61	1,59

Насупрот томе, у Српском Крстуру (СК) просечна вредност је нешто нижа (1,33). Изузетак представља варијанта ПГ50 на овом локалитету, где је вредност 0,93, што је уједно и једини третман у ком је учинак био испод границе оправданости (1,00). Овакав исход наводи на закључак да је у Српском Крстуру код овог третмана превладала конкуренција између пшенице и грашка, које је надјачало заједничке корисне учинке оба усева. Већи успех заједничког гајења у Мужљи (1,61 наспрам 1,33) потврђује да плоднија ритска црница, са вишим садржајем хумуса и азота, пружа знатно боље услове за узајамно допуњавање између стрних жита и грашка. Успешност искоришћавања хранљивих материја је у свим посматраним елементима премашила вредност јединице, што указује на предности коришћења смеша у погледу припреме квалитетне масе за зеленишно ђубрење. Просечна вредност показатеља за принос азота износи 1,33, при чему се истиче варијанта ОГ50 на локалитету МУ са вредношћу од 1,90, што представља двоструко већу вредност у искоришћавању азота у односу на чисте усеве. Нарочито високе вредности забележене су код калцијума (у просеку 1,61), где варијанта ОГ50 у Мужљи достиже максималних 2,75. Ово указује на то да здружени усеви подстичу извлачење овог елемента из земљишта и његово накупљање у маси намењеној заоравању. Такође, просечна вредност од 1,59 за број биљака потврђује да је густина склопа у смешама била довољна за добро покривање земљишта, што је посредно утицало на потискивање корова и већи коначни принос.

Овако високе просечне вредности LER показатеља за надземну масу (1,47 на нивоу целог огледа) потврђују 'учинак узајамне допуне' који детаљно описују Ћупина и сар. (2020). У смешама житарица и грашка, пшеница и овас убрзано усвајају доступни азот из земљишта, док грашак већи део својих потреба подмирује биолошким везивањем из ваздуха, чиме се избегава међусобна борба за исти извор хране. Разлика у делотворности између два локалитета показује да је ритска црница у Мужљи (са 4,34% хумуса) пружила знатно бољу подлогу за испољавање пуне производне моћи здружених усева. Насупрот томе, у Српском Крстуру су нижи садржај органске материје (3,18%) и укупног азота (0,17%) појачали међусобно надметање за хранива између врста. То се непосредно одразило на нижи LER показатељ код појединих варијанти са пшеницом. Овакви исходи потпуно су у складу са наводима Дозета и сар. (2022), који истичу да су предности здруживања најизраженије на плоднијим земљиштима, где хранљиви елементи не представљају главни ограничавајући чинилац за истовремени развој обе културе.

5. ЗАКЉУЧАК

На основу добијених резултата истраживања могућности гајења здружених усева обављеног током производне сезоне 2021/2022. године на ритској црници, на локалитетима Мужља и Српски Крстур, могу се извести следећи закључци:

- У условима дефицита падавина и високих летњих температура, здружени усеви су показали прилагодљивост и стабилност.
- Ефекат здружености је довео до побољшања квалитета земљишта, повећавајући просечан садржај хумуса са 3,76% на 4,20% и укупног азота са 0,22% на 0,24%.
- На ритској црници са већим садржајем хумуса постиже се већи број биљака по јединици површине, већа ефикасност искоришћавања производног простора и већи приноси.
- Здружени усев пшенице и грашка са сетвеном нормом грашка од 50 kg/ha остварио је максималну продуктивност биљне масе од 37,13 t/ha и највећи LER индекс од 1,77, односно 77% већу ефикасност искоришћавања производног простора.
- Укупна количина азота у биљној маси у здруженом усеву пшенице и грашка са сетвеном нормом грашка од 50 kg/ha износила је 263,55kg/ha, што потврђује способност грашка да путем биолошког везивања азота задовољи своје потребе и потребе стрних жита, чиме се значајно побољшава хранивена вредност биомасе која се заорава. Код калијума и калцијума примећено је прекомерно усвајање ("лукузна потрошња"), што значи да су биљке ове материје накупиле у количинама већим од њихових стварних потреба. Насупрот томе, снабдевање фосфором остало је недовољно. Иако је пшеница тежила његовом појачаном усвајању, фосфор је остао тешко доступан због своје слабе покретљивости у ритским земљиштима, где су услови за његово кретање до корена неповољни.

Истраживање указује да гајење здружених усева не само да повећава принос зелене масе и нутријената, већ може да служи као одржива стратегија за ревитализацију агроекосистема и дугорочно очување плодности земљишта.

6. ЛИТЕРАТУРА

1. Adeyemi, O., Grove, I., Peets, S., Norton, T. (2023). *Plant water content-based irrigation scheduling for selected vegetable crops*. Sustainability, 15(15), 12034. <https://doi.org/10.3390/su151512034>
2. Akello, B., Lusembo, P., Mugisa, I., Nakyagaba, W., Nampeera, M. (2012). Potential role of cereal-legume intercropping systems in integrated soil fertility management in smallholder farming systems of Sub-Saharan Africa. *FAO Family Farming*.
3. Andrews, D., Kassam, A. (1976). *The ecology of intercropping*. Cambridge: Cambridge University Press.
4. Biabani, A. (2009). Agronomic performance of intercropped wheat cultivars. *Asian Journal of Plant Sciences*, 8(1), 78–81.
5. Богдановић, Д. (2002). *Агрохемија*. Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду.
6. Богдановић, Д., Тупина, Б., Стевовић, В. (2011). Хемија земљишта. Пољопривредни факултет, Нови Сад.
7. Бошњак, Ђ. (1999). Наводњавање пољопривредних усева. Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Нови Сад.
8. Ћирић, М. (1984). *Педологија*. Svjetlost, Sarajevo.
9. Тупина, Б., Ерић, П., Манојловић, М., Микић, А. (2004). Значај и улога међуусева у одрживој пољопривреди. *Зборник радова за ратарство и повртарство*, 40, 419–430.
10. Тупина, Б., Ерић, П., Крстић, Ђ., Вучковић, С. (2010). *Крмно биље*. Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду.
11. Тупина, Б., Ерић, П., Антанасовић, С. (2011). *Здружени усеви*. Пољопривредни факултет, Нови Сад.
12. Ћупина, В., Krstić, D., Mikić, A., Erić, P. (2016). Environmental impact of introducing legumes intercropping system in temperate regions. In *Proceedings of the*

ILS2-Second International Legume Society Conference, Legumes for a Sustainable World, Tróia, Portugal, 57, International Legume Society.

13. Ћупина, В., Вујић, С., Крстић, Д., Радановић, З., Ћабиловски, Р., Мановљовић, М., Латковић, Д. (2017). Winter cover crops as green manure in a temperate region: the effect on nitrogen budget and yield of silage maize. *Crop and Pasture Science*, 68(11), 1060-1069. <https://doi.org/10.1071/CP17070>

14. Ћупина, В., Крстић, Ђ., Антанасовић, С. (2020). *Легуминозе као зеленишно ђубриво и компонента здружених усева*. Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду.

15. Долијановић, Ж., Ољаца, С., Ковачевић, Д., Симић, М. (2007). Заступљеност корова у здруженом усеву кукуруза и соје. *Архив за пољопривредне науке*, 68(244), 51–63.

16. Долијановић, Ж., Ољаца, С., Ковачевић, Д., Симић, М., Драгичевић, В. (2015). Здружени усеви: алтернативни пут за одрживу пољопривреду. *Зборник научних радова Института ПКБ Агроекономик*, 21(1–2), 33–44.

17. Долијановић, Ж., Ковачевић, Д., Момировић, Н., Ољача, С., Шеремешкић, С., Југ, Д. (2011). Закоровљеност и продуктивност усева соје у зависности од система гајења. У Д. Ковачевић (ур.), *Зборник радова Међународног научног симпозијума агронома „Агросим Јахорина 2011“* (стр. 119–125). Пољопривредни факултет у Источном Сарајеву.

18. Дозет, Г., Ђукић, В., Цветковић, Г. (2022). *Одрживи системи ратарске производње и заштита земљишта*. Факултет за биофарминг, Бачка Топола.

19. Dragicevic, V., Oljaca, S., Stojiljkovic, M., Simić, M., Dolijanovic, Z., Kravic, N. (2015). Effect of the maize–soybean intercropping system on the potential bioavailability of magnesium, iron and zinc. *Crop and Pasture Science*, 66(11), 1118-1127. <https://doi.org/10.1071/CP14211>

20. FAO. (2020). *Green Manure/Cover Crops and Crop Rotation in Conservation Agriculture on Small Farms*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

21. Гламочлија, Ђ. (2012). *Посебно ратарство: Зрнасте махунарке и коренасто-кртолести усеви*. Београд: Драганић.

-
22. Gu, C., Bastiaans, L., Anten, N. P. R., Makowski, D., van der Werf, W. (2021). Annual intercropping suppresses weeds: A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 322, 107658.
23. Harwood, R. R. (1976). Multiple Cropping Principles and Concepts. Mimeographed paper on Training Lecture, IRRI, 13 January 1976. 22 pages.
24. IFAS. (2018). One secret to "organic" gardening: Companion Planting. University of Florida IFAS Extension. Retrieved from <https://blogs.ifas.ufl.edu/alachuaco/2018/04/26/one-secret-to-organic-gardening-companion-planting/>
25. Jevtić, G., Župunski, L., Grčak, J., Marjanović Jeromela, A., Stevanović, S. (2023). *Cereal–Pea Intercropping Reveals Variability in the Relationships among Yield, Quality Parameters, and Obligate Pathogens Infection in Wheat, Rye, Oat, and Triticale, in a Temperate Environment*. *Plants*, 12(11), 2067. <https://www.mdpi.com/2223-7747/12/11/2067>
26. Кастори, Р. (1993). *Физиологија биљака*. Научна књига.
27. Катић, Б. (1979). *Генетичко-еволуционе и производне карактеристике ритских црница Војводине*. Архив за пољопривредне науке, 32(118), 3–38.
28. Krga, I. (2023). *Prinos i kvalitet smeša stočnog graška i ovsa u zavisnosti od faze korišćenja i prihrane azotom* [Докторска дисертација, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет].
29. Krstić, Đ., Vujić, S., Jaćimović, G., D’Ottavio, P., Radanović, Z., Erić, P., Ćupina, B. (2018). The effect of cover crops on soil water balance in rain-fed conditions. *Atmosphere*, 9(12), 492.
30. Крстић, Ђ., Ћупина, Б., Вујић, С. (2020). *Здружени усеви у функцији одрживе пољопривреде*. Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду.
31. Liu, W., Yang, Z., Ye, Q., Peng, Z., Zhu, S., Chen, H., Liu, D., Li, Y., Deng, L., Shu, X., Huang, H. (2023). Positive Effects of Organic Amendments on Soil Microbes and Their Functionality in Agro-Ecosystems. *Plants*, 12(22), 3790. <https://doi.org/10.3390/plants12223790>
32. Mead, R., Willey, R. W. (1980). The concept of a 'Land Equivalent Ratio' and advantages in yields from intercropping. *Experimental Agriculture*, 16(3), 217-228.

33. Mikić, A., Mihailović, V., Duk, G., Ćupina, B., Eteve, G., Ležeun Heno, I., Mikić, V. (2007). Evaluation of winter protein pea cultivars in the conditions of Serbia. *Зборник радова Института за ратарство и повртарство*, 44(2), 107–112.
34. Mikić, A., Mihailović, V., Ćupina, B., Krstić, Đ., Antanasović, S., Đorđević, V., Vasiljević, S. (2012). Forage Legume Intercropping in Temperate Regions: Models and Ideotypes. *Sustainable Agriculture Reviews*, 11: 125–158. https://doi.org/10.1007/978-94-007-5449-2_7
35. Милошев, Д. (2012). *Системи обраде и плодност земљишта*. Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду.
36. Михаиловић, В., Микић, А., Карагић, Ђ., Милић, Д. (2010). *Значај и потенцијал једногодишњих крмних махунарки у Србији*. Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад.
37. Миљковић, Н. (1996): *Педологија*. Пољопривредни факултет, Нови Сад.
38. Neugschwandtner, R. W., Kaul, H. P., Liebhard, P. (2021). A low nitrogen fertilizer rate in oat–pea intercrops does not impair N₂ fixation. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 71(3), 263–270. <https://doi.org/10.1080/09064710.2020.1869819>
39. Pankou, C., Lithourgidis, A., Dordas, C. (2021). Effect of irrigation on intercropping systems of wheat (*Triticum aestivum* L.) with pea (*Pisum sativum* L.). *Agronomy*, 11(2), 283.
40. Пејић, Б. (1999). *Евапотранспирација и морфолошке карактеристике кукуруза у зависности од дубине навлаженог земљишта и њихов однос према приносу*. Докторска дисертација. Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду.
41. Петровић, А., Ђукић, С., Малетин, С. (2017). *Зооекологија*. Нови Сад: Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет
42. Петровић, М. (2017). *Улога зеленишног ђубрења у очувању плодности земљишта*. Београд: Институт за земљиште.
43. Републички завод за статистику (2023): *Статистички годишњак Републике Србије 2023 – Поглавље 11: Пољопривреда*. Београд: Републички завод за статистику. Доступно на: <https://www.stat.gov.rs/>
44. Републички хидрометеоролошки завод Србије. (2024). *Месечни и годишњи прегледи за АП Војводину*. Преузето са <https://www.hidmet.gov.rs>

45. Schüller, H. (1969). Die lactate-methode zur bestimmung der phosphorsäure- und kaliumaufnahmebereitschaft der böden. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, 123(1), 48-63.
46. Schütz, L., Giesemann, A., Well, R. (2024). I have the touch – evidence for considerable N transfer from peas to oats by rhizodeposition. *Plant and Soil*. <https://doi.org/10.1007/s11104-024-06904-3>
47. Шеремешкић, С., Милошев, Д., Ђаловић, И. (2014). Утицај система обраде и плодореда на динамику органског угљеника у земљишту. *Ратарство и повртарство*, 51(1), 18–25.
48. Шеремешкић, С., Војнов, Б., Милић, В. (2021). *Управљање плодношћу земљишта и одржива пољопривреда*. Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду.
49. Убавић, М., Богдановић, Д., Белић, М. (1995). *Специфичности плодности земљишта Војводине*. Нови Сад: Пољопривредни факултет, Институт за ратарство и повртарство.
50. Угреновић, В., Филиповић, В., Поповић, В. (2015). Зеленишно ђубрење у функцији очувања плодности земљишта у органској производњи. *Ратарство и повртарство*, 52(2), 67–74.
51. Ugrenović, V., Filipović, V., Miladinović, V., Simić, D., Janković, S., Stanković, S. (2024). *How Do Mixed Cover Crops (White Mustard + Oats) Contribute to Labile Carbon Pools in an Organic Cropping System in Serbia?* *Plants*, 13(7), 1020. <https://doi.org/10.3390/plants13071020>
52. Vandermeer, J. (1989). *The Ecology of Intercropping*. Cambridge University Press.
53. Webster, F. H., Wood, P. J. (2011). *Oats: Chemistry and Technology* (3rd Edition). American Association of Cereal Chemists (AACC International Monograph Series).
54. Живковић, Б., Нејгебауер, В., Танасијевић, Ђ., Миљковић, Н., Стојковић, Л., Дрезгић, П. (1972). *Земљишта Војводине*, Институт за пољопривредна истраживања Нови Сад, Нови Сад.
55. Живковић, Б., Нешић, Љ., Хацић, В., Секулић, П., Максимовић, Л., Живковић, Ђ. (2001). *Земљишта Србије*. Нови Сад: Институт за ратарство и повртарство.
56. Quintarelli, V., Radicetti, E., Allevato, E., Stazi, S. R., Haider, G., Abideen, Z., Bibi, S., Jamal, A., Mancinelli, R. (2022). Cover Crops for Sustainable Cropping Systems: A Review. *Agriculture*, 12(12), 2076. <https://doi.org/10.3390/agriculture12122076>

Интернет извори:

1. <https://www.logineko.com/> (pristupljeno 18.10.2024.)
2. <https://ratarstvo.rs/ovas/> (pristupljeno 25.09.2024.)
3. <https://eos.com/blog/intercropping/> (pristupljeno 12.03.2025.)