

МЕЂУЗАВИСНОСТ ЕКОЛОШКИХ И ЕКОНОМСКИХ ЕФЕКТА ПРИМЕНЕ ПАМЕТНОГ УПРАВЉАЊА ПРОЦЕСОМ ГАЈЕЊА ПОВРЋА У ЗАШТИЋЕНОМ ПРОСТОРУ¹

Бојана Бекић Шарић², Лана Настић³

Сажетак

Површине под поврћем у заштићеном простору су из године у годину све више заступљене, при чему се мора имати у виду њихов негативан утицај на животну средину. Како би се утицало на смањење загађења и сачували природни ресурси, уз истовремено остваривање бољих производних резултата, у заштићене просторе се уводе нове технологије. Циљ овог рада је да се утврде еколошки и економски ефекти примене савремених система (одговарајућих метеостаница и сензора) који омогућавају прикупљање података од значаја за производни процес у пластеничкој производњи поврћа.

На основу резултата истраживања утврђено је да увођење паметног управљања у пластеничку производњу има позитивне ефекте на заштиту животне средине, као и на економске резултате пословања газдинстава са овим начином производње.

Кључне речи: метеостаница, сензор, заштита животне средине, маржа покрића

Увод

Одрживост пољопривредне производње представља један од највећих изазова у предстојећим деценијама с обзиром на тренд раста светске популације, све израженије климатске промене, исцрпљивање природних ресурса и загађивање животне средине. Процене су да ће до 2050. године бројност светске популације достићи око 9 милијарди људи, чије ће потребе захтевати раст производње хране за око 70% (Bruinsma, J., 2009). Пољопривредна производња утиче негативно на околину јер представља

1 Резултати приказани у поглављу су и део годишњих активности ИЕП везаних за МПНТР РС, бр. уговора 451-03-9/2021-14.

2 MSc Бојана Бекић Шарић, стручни сарадник, Институт за економику пољопривреде, Волгина 15, Београд, тел.: +381 11 69 72 852, email: bojana_b@iep.bg.ac.rs.

3 Др Лана Настић, научни сарадник, Институт за економику пољопривреде, Волгина 15, Београд, тел.: +381 11 69 72 852, email: лана_n@iep.bg.ac.rs,

значајни извор гасова стаклене баште и загађивања животне средине. У циљу постизања одрживе пољопривреде неопходно је у производни процес уводити нове „зелене“ технологије усмерене на заштиту животне средине (Magomedov et al., 2020). Када је у питању пластеничка производња, један од савремених начина за смањење негативног утицаја пољопривреде на околину, је аутоматизација производње у заштићеном простору, коју треба стално усавршавати посебно с аспекта ефикасности (Hart, Hartová, 2018).

Глобално гледано, површине на којима се производи поврће у заштићеном простору расту из године у годину са великим негативним утицајем на квалитет животне средине, посебно када је у питању емисија гасова стаклене баште и загађење подземних односно површинских вода (Qasim et al., 2020). Производња у заштићеном простору веома се разликује од производње усева на отвореном пољу. Производни простор је затворен пластичним или стакленим структурама које чувају топлоту у производном простору и штите биљке од временских непогода. У оваквим срединама влажност ваздуха је много већа у односу на отворен систем, као и температура. Производња је углавном интензивна са великим инпутима пољопривредних хемикалија. Дакле, микроклиматски услови унутар заштићеног простора су специфични, а зависе од много фактора: конструкције пластеника, његове висине, вентилације/грејања простора, карактеристика подлоге на којој се гаје биљке, врсте која се гаји, начина гајења као и временских прилика изван пластеника - ветра, температуре, осунчаности итд. (López-Martínez et al., 2018). С обзиром да је микроклима у заштићеном простору под утицајем већег броја различитих фактора њена мануелна контрола и мониторинг су компликовани. Мануелна контрола и мониторинг великог броја параметара радно је интензивна и непрактична. Стога, микроклиматски параметри као што су температура, влажност, соларно зрачење, CO₂ и остали фактори требало би да се прате и контролишу посебно дизајнираним сензорним системом. У овом смислу, правилно постављање и заштита сензора је од великог значаја за квалитет и висину приноса уз минимално уложен људски рад (Bhujel et al., 2020). Нове технологије омогућавају боље праћење кључних тачака у производњи и правовремено реаговање како би се смањило загађење воде, ваздуха и земљишта, које се може уочити не само у одређеном производном простору, већ и на већој удаљености од локације пластеника.

Материјал и метод

Да би се утврдили економски ефекти примене паметне технологије на резултате пословања газдинства, односно резултате остварене у производњи појединачних повртарских култура у пластенику, коришћен је метод марже покрића. Обрачун марже покрића се врши тако што се од вредности производње одузму варијабилни трошкови (Андрић, 1998; Јелочник и сар., 2020; Ивановић, Јелочник, 2016; Јелочник и сар., 2015).

Утицај примене паметних технологија на резултате остварене у повртарским културама у заштићеном простору праћен је на три газдинства на локацијама: Госпођинци (на територији коју обухвата Пољопривредна стручна служба, Пољопривредна станица Нови Сад), Јагодина (на територији Пољопривредне саветодавне и стручне службе Јагодина) и Грабовац, Обреновац (са подручја Пољопривредне саветодавне и стручне службе Београд). Сва три газдинства се баве повртарском производњом у заштићеном простору (пластеницима) и на отвореном пољу, већ дужи низ година. На газдинствима су постављене дигиталне метеостанице и сензори и посматрана су по два пластеника: у првом пластенику је извршено увођење нових технологија и паметног управљања у производни процес, док је други пластеник на газдинствима контролни пластеник (без нових технологија и паметног управљања у производном процесу).

Економски ефекти производње поврћа у пластеницима где је извршено увођење нових технологија приказани су на примеру једног од посматрана три газдинства, које се налази у Госпођинцима (и које се може сматрати репрезентативним газдинством). Приликом обрачуна марже покрића приказане су вредности у динарима и у еврима, при чему је вредност 1 евра – 117,57 динара (по средњем курсу НБС од 18.03.2021. године). У анализи су коришћени подаци прикупљени на газдинству, а добијени подаци су проверени у логичком и нормативном смислу помоћу одговарајућих извора литературе, тржишних информација (СТИПС), статистичких публикација и база података (РЗС, ФАО). Поред тога, током истраживања утицаја примене паметне технологије на животну средину кориштен је велики број научних и стручних литерарних извора.

Резултати и дискусија

Процена животног циклуса (Life Cycle Assessment - LCA)

У случају гајења усева у заштићеном простору на већим површинама, ради осигурања високих приноса жељеног квалитета, често се модификује микроклима простора тако што се нпр. користи вештачко осветљење, обогаћује се атмосфера угљендиоксидом, врши се грејање или вентилација простора итд. Стога је негативни еколошки утицај овакве производње по јединици површине већи у односу на гајење на отвореном пољу. Процена животног циклуса (Life Cycle Assessment - LCA) представља метод за оцену потенцијалног еколошког утицаја производног система који подразумева целокупни животно циклус производа (Boulard et al., 2011). Генерално гледано, еколошка прихватљивост гајења поврћа у пластеницима највише зависи од степена интензификације производње.

Проценом животног циклуса производње поврћа у заштићеном простору (Слика 1.) могу се идентификовати тачке у току целокупног производног циклуса које су критичне с аспекта загађења околине и усмерити напори ка проналажењу одговарајућих технолошко-техничких решења који би ублажили ове ефекте.

Слика 1. LCA производње поврћа у заштићеном простору



Извор: аутори

Може се уочити да величина утицаја пластеничке производње на животну средину зависи од: 1) карактеристика самог пластеника (од материјала од које је направљен, његове трајности, начина одржавања итд.), 2) начина производње усева (врсте, количине и начина апликације ђубрива, заштите усева од штеточина и болести, количине и извора воде за наводњавање, типа подлоге за гајење поврћа, потрошње енергије итд.), 3) паковања и дистрибуције финалног производа (врсте паковања, начина пласирања производа, отпад генерисан након конзумације итд.).

Генерисање отпада у пластеничкој производњи

Отпад, органског или неорганског порекла, ствара се у великој количини у свим фазама интензивне пластеничке производње. Велике количине неорганског отпада односе се на пластичне фолије за покривање пластеника које захтевају одржавање и периодичну замену, као и амбалажу пољопривредних хемикалија. У фолијама и материјалима од којих је конструисан пластеник, налазе се штетни материјали као што су полиетилен, полипропилен, полистирен, ПВЦ итд. које доспевају у околину. Штетни материјали који настају у интензивној пластеничкој производњи, на површини од 35.000 ha, приказани су у *Табели 1*.

Табела 1. Штетни материјали у интензивној пластеничкој производњи

Материјал	Тежина, тона	Запремина, m ³
полиетилен високе густине	8.669	36.599
полиетилен мале густине	34.034	55.249
метал	36.921	27.968
етилен-винил ацетат	700	761
полипропилен	4.813	21.200
полистирен	191	40.159
PVC	140	112
пластика и други елементи у систему за наводњавање	438	1.872
дрво	284	231
латекс	58	647
бетон	288	169
камена вуна	768	1.097
кокосова влакна	452	502
песак	67	56
разно	2.917	428
УКУПНО	90.738	187.050

Извор: Sayadi-Gmada et al., 2019.

Многи материјали од којих је конструисан пластеник показују терестричну и акватичну екотоксичност под одређеним условима. Терестрична екотоксичност пластеника/стакленика већа је вишеструко у односу на друге начине гајења усева, а огледа се у емисији тешких метала, пре свега хрома и живе. Већа екотоксичност ових метала резултат је грејања заштићеног простора. У случају воде, главни фактор екотоксичности је алуминијум, који се налази у конструкцији стакленика, а може се растворити у води под одређеним физичко-хемијским условима (Boulard et al., 2011). Зато при одабиру материјала за подизање пластеника/стакленика треба водити рачуна и о овој чињеници.

Осим неорганског отпада, у пластеничкој производњи ставарају се велике количине органског отпада, углавном након жетве, а посебно код одређених врста поврћа као што је нпр. парадајз. Овај отпад може се рециклирати компостирањем и поново употребити за ђубрење усева и на тај начин спречити његов потенцијално негативан ефекат на животну средину спаљивањем, труљењем и нарушавањем изгледа предела (Fernández-Gómez et al., 2013).

Утицај пластеничке производње на земљишне и водне ресурсе

Велики негативни утицај пластеничке производње на животну средину огледа се у прекомерном коришћењу вештачких ђубрива и хемикалија за заштиту биља од болести и штеточина. Количина ђубрива која се примењује зависи од врсте која се гаји, међутим, иако постоје разлике између биљних култура, у интензивној пластеничкој производњи прекомерна је примена хемијски синтетизованих ђубрива, који доводе до закишељавања земљишта, таложења нутријената и уопште неравнотеже између структурних елемената земљишта. Студије показују да је садржај земљишног азота, фосфора и калијума у пластеничкој производњи много већи него у производњи на отвореном простору што доводи до снижавања рН земљишта (Li et al. 2019). Прекомерна употреба вештачких ђубрива доводи до салинизације земљишта што дугорочно гледано утиче негативно на раст и развиће коренског система и последично принос и квалитет гајене повртарске културе. Опсег и врста утицаја на биљку зависи од типа вештачког ђубрива па тако нпр. прекомерна употреба калијумских ђубрива изазива болести и некрозе биљних ткива (Gao et al., 2018).

С обзиром да различите повртарске врсте имају и различите потребе за ђубрењем, како у квантитативном тако и у квалитативном смислу, у циљу

минимизовања загађења околине, потребно је креирати производни систем који ће изаћи у сусрет индивидуалним потребама сваке културе. Савремена технологија у пољопривредној производњи омогућава излажење у сусрет оваквим различитостима уз добијање максималног приноса и минималног негативног утицаја на квалитет животне средине. Методе и технолошка решења тзв. *прецизне пољопривреде* дозвољавају произвођачима адаптирање на променљиве услове у производном простору и оптимално одговарање на потребе пољопривредних култура у свакој фази раста. Прецизна пољопривреда омогућава произвођачу боље планирање производње, поједностављење радног процеса, очување животне средине и природних ресурса и боље праћење пољопривредних производа што је важно с аспекта њихове здравствене безбедности (Kelc et al., 2019).

У свету данас постоје бројна истраживања која су усмерена на оптимално коришћење природних ресурса и осталих производних инпута у гајењу поврћа, како би се максимизирао принос и смањио негативни ефекат пластеничке производње на животну средину. Један смер истраживања односи се на изучавање процеса фертигације у циљу ублажавања негативног ефекта климатских промена пре свега све израженијег недостатка чисте воде и загађења околине услед цурења великих количина ђубрива у земљиште и воде. Начини *оптимизације фертигације* подразумевају употребу модерних система за наводњавање као што је систем кап по кап, поновна употреба сакупљене воде и развој нових аутоматизованих „зелених“ технологија, усмерених на максимално повећање ефикасности употребе воде и ђубрива. У овом смислу, креирају се софтверска решења намењена мобилним или стационарним уређајима постављеним у заштићеном производном простору као што је пластеник или стакленик. Такође, савремена техничка решења пружају могућност генерисања базе података која се односи на наводњавање, одводњавање, анализу земљишта, уношење и чување разних података у вези са појединачним културама, подацима о клими, временској прогнози итд. (Pérez-Castro et al., 2017).

Емисија гасова стаклене баште и потрошња енергије

Пољопривреда представља значајан фактор атмосферског загађења и климатских промена с обзиром да је процењено да гасови пореклом из пољопривредне производње чине око 25% укупно емитованих гасова стаклене баште (Greenhouse Gases - GHG). Емисији гасова стаклене баште највише доприноси сточарска производња пре свега услед емитовања гасовитих азотних једињења као што је метан. На емисију гасова стаклене

баште у производњи поврћа у заштићеном простору највише утичу три фактора: 1) начин наводњавања усева односно тип иригационог система, 2) извор енергије који се користи за рад система за наводњавање, грејање и остале активности у пластенику, 3) управљање једињењима азота односно ђубрење, заштита усева и одржавање земљишта (Maraseni et al., 2010). У многим земљама које имају развијену пластеничку производњу поврћа на великим површинама, долази до значајне емисије азотних оксида (N_2O) у атмосферу. Генерално гледано, еколошки отисак већи је код усева који су топлољубиви и који се гаје током целе године у заштићеном простору као што је нпр. парадајз (Stajanko et al., 2016).

Гасови стаклене баште уништавају озонски омотач, а у земљишту махом настају у процесу кружења азота активношћу одређених микроорганизама. Истраживања су показала да се из пластеничке производње емитују велике количине азотних оксида након апликације азотних ђубрива, посебно када су повољни водни и ваздушни услови у земљишту за развој оваквих микроорганизама. Кумулативне стопе емисије N_2O веома варирају у зависности од усева који се гаји, па је тако ова стопа много већа у случају нпр. гајења целера, у односу на гајење других врста, јер целер због дужег времена раста захтева већу количину ђубрива, а самим тим и емитује веће количине азотних оксида (Xiong et al., 2006). У интензивним повртарским производњама у заштићеном простору применом био-угља и редукованом употребом воде (увођењем система кап по кап) као и оптималним ђубрењем може се значајно смањити емисија азотних оксида у атмосферу, без утицаја на принос гајених усева (Gu et al. 2020; Yao et al., 2019). Начин за смањење емисије азотних оксида из земљишта је и одржавање добре порозности земљишта односно смањење његове сабијености и гајење покривних усева (Maraseni et al., 2010).

Производња поврћа у заштићеном простору користи мање земљишних ресурса, али је захтевна енергетски. Потрошња енергије зависи и од технологије гајења. Тако су вишедеценијски напори, усмерени на преоријентацију произвођача на еколошки начин гајења усева, показали да прелазак са конвенционалног на органски начин гајења у заштићеном простору смањује коришћење фосилних горива за преко 80% (Becerril, De los Rios, 2016). Или, у случају хидропонског гајења зелене салате, установљено да је принос $41\text{кг}/\text{м}^2/\text{год}$, потрошња воде $20\text{л}/\text{кг}/\text{год}$ а коришћење енергије $90.000\text{кЈ}/\text{кг}/\text{год}$, што је велика разлика у односу на конвенционално гајење ове културе где су вредности следеће, $3,9\text{кг}/\text{м}^2/\text{год}$, $250\text{л}/\text{кг}/\text{год}$ и $1100\text{кЈ}/\text{кг}/\text{год}$ (Barbosa et al., 2015).

Када се посматра наводњавање, поврће захтева велике количине воде за наводњавање, али и много енергије за допремање воде до усева системима за наводњавање, што резултира високом потрошњом фосилних горива односно електричне енергије и последично високом емисијом гасова стаклене баште. Прецизне иригационе технологије које могу помоћи смањењу употребе воде и енергије су један од начина значајне редукације емитовања гасова стаклене баште из пластеничке повртарске производње. Такође, грејање пластеника у току зимских месеци или у хладнијим климатским зонама значајно троши енергију па је у ове сврхе потребно преоријентисати се на коришћење обновљивих извора енергије (Akrami et al., 2020).

Еколошка пластеничка производња

Принципи „чисте“ производње треба да се односе и на гајење поврћа у заштићеном простору односно оно треба да тежи ка: смањењу стварања отпада (рециклирање, компостирање итд.), смањеној емисији гасова са ефектом стаклене баште, ефикаснијем искоришћавању енергије и коришћењу обновљивих извора енергије, здравом и безбедном радном окружењу, еколошким производима упакованим у еколошку амбалажу (ФАО, 2013). Паметно управљање пластеницима подразумева модернизацију и аутоматизацију и у складу је са тзв. „еколошким“ пластеницима (Слика 2.).

Понашање и акције усмерене на заштиту животне средине треба да подразумевају активности оријентисане ка креирању одрживих производа и процеса, избегавање наношења штете тј. спречавање загађења и конзервацију природних ресурса. Један од ефикасних начина постизања ових циљева је и интегрисана заштита усева чија примена највише зависи од знања и еколошке освешћености пољопривредног произвођача. Интегрисана заштита усева је посебно важна у заштићеним просторима где постоји велика могућности појаве штеточина и болести услед раста влажности и температуре што даље утиче на повећану употребу хемикалија, као најлакшег начина, за њихово сузбијање (Moradi et al., 2020). Интегрисана заштита усева се може контролисати аутоматизованим мониторингом, којим се предвиђају метеоролошке непогоде (нпр. смањење сунчеве светлости у соларним пластеницима), које утичу на појаву болести и штеточина, тако да се правовремено може утицати на њихово сузбијање - правовремено прецизно прскање хемикалијама, регулисање микроклиме итд. (Li et al., 2017).

Слика 2. Шема „еколошког“ пластеника



Извор: аутори

Модернизација кроз аутоматизовање и оптимизовање производње има кључну улогу у проналажењу оптималне вредности између жељених приноса и заштите животне средине.

Економски ефекти примене паметних технологија у пластеницима

Производња поврћа у пластеницима у Србији је по правилу заснована на коришћењу технологије код које се не употребљавају савремени системи за прикупљање података значајних за производњу. Са увођењем и применом савремених система који омогућавају прикупљање података од значаја за производни процес, као што су температура и релативна влажност ваздуха, влажност и температура земљишта, количина падавина и брзина ветра (помоћу постављених дигиталних метеостаница и сензора), може се утицати на оптимизацију производног процеса у пластенику. Сви подаци прикупљени преко имплементираних сензора или метеостанице, похрањују се у интерној меморији метеостанице, којој произвођач може приступити путем адекватне

апликације активне на мобилном телефону. Приступом расположивим подацима у реалном времену произвођач може донети релевантну одлуку о агротехничким мерама које ће се накнадно извршити.

Прикупљени подаци са постављене метеостанице и сензора омогућавају произвођачу да утиче на смањење потрошње воде за наводњавање (услед правовремене примене наводњавања и коришћењем одговарајуће количине воде). Као резултат оваквог наводњавања добијају се такви услови у пластенику који омогућавају смањену употребу средстава за заштиту биља, као и смањено коришћење ђубрива. Такође, услед правовремене примене наводњавања, биљке имају боље услове за развој и самим тим долази до остварења већих приноса по јединици површине. На овај начин се поред утицаја на заштиту животне средине утиче и на побољшање резултата пословања газдинстава које се баве повртарском производњом у затвореном простору.

Постављена метеостаница прикупља податке и са отвореног поља, па није само у функцији пластеничке производње, већ поред саме користи за газдинство које се односи на пластеничку производњу, може се користити и као извор података за друге сегменте пословања, односно за повртарске културе које се гаје на отвореном пољу, као и за ратарске културе, али и као извор података за друге пољопривредне произвођаче или удружења произвођача и задруге (уколико оне постоје у близини метеостанице).

На газдинству у Госпођинцима (које је приказано у анализи) се већ дужи низ година производи поврће на отвореном пољу, на површини од 3,5 хектара и у пластеницима на површини од 30 ари. За наводњавање у пластеницима користи се систем кап по кап за чији погон служи електрична пумпа од 1,5 KW. Пласман производа се обавља на велико и на мало на самом газдинству, као и продајом мањих количина производа локалним самосталним трговинским радњама и ресторанима.

Економска анализа је заснована на подацима прикупљеним у два пластеника површине од по 3 ара. У једном пластенику се налазе сензори повезани са постављеном дигиталном метеостаницом, тако да се подаци прикупљени на овај начин користе приликом одлучивања о примени одговарајућих агротехничких мера. Други пластеник је контролни и у њему је примењиван стандардан начин производње. У пластеницима се гаје 2 културе: паприка бабура као главна култура и салата као накнадна култура. Као главна култура узгаја се хибрид паприке бабуре аполо (Табела 2.).

Табела 2. Маржа покрића у производњи паприке у пластенику (по ару) – стандардни начин производње

Опис	Количина	ЈМ	Цена по ЈМ	Укупно РСД/100 м ²	Укупно EUR/100 м ²
А Приход					
Паприка	850,00	kg			
I класа (95%)	810,00	kg	95,00	76.950,00	654,50
II класа (5%)	40,00	kg	70,00	2.800,00	23,82
Укупно				79.750,00	678,32
Б Варијабилни трошкови					
Расад ¹	400,00	kom	37,00	14.800,00	125,88
Ћубрива ²				11.551,48	98,25
Средства за заштиту биља				1.834,00	15,60
Амбалажа ³	170,00	kom	8,00	1.360,00	11,57
Трошкови сађења расада	5,00	h	235,00	1.175,00	9,99
Трошкови везивања, заламања заперака, расипања ѓубрива и прскања	13,00	h	235,00	3.055,00	25,98
Трошкови бербе и паковања	21,00	h	235,00	4.935,00	41,97
Везиво	0,75	ком	240,00	180,00	1,53
Малч фолија				2.125,00	18,07
Фолија ⁴				6.165,00	52,44
Капајуће траке	200,00	m	5,80	1.160,00	9,87
Фрезање	0,50	h	600,00	300,00	2,55
Трошкови наводњавања (електрична пумпа снаге 1,5 KW) ⁵	180,00	KW	9,75	1.755,00	14,93
Остали трошкови ⁶				1.430,00	12,16
Укупно				51.825,48	440,81
Ц Маржа покрића (А-Б)				27.924,52	237,51

Извор: ИЕП, 2021.

Напомена: ¹ Расад се набавља на тржишту од произвођача квалитетног расада; ² Обухвата трошкове стајњака, минералних ѓубрива и средстава за прихрану; ³ Паприка се пакује у кесе од 5 килограма; ⁴ Користи се пет година; ⁵ Трошкови утрошеног енергента (електричне енергије) за наводњавање; ⁶ Трошкови ситног инвентара и транспорта.

Увођењем паметне технологије долази до промене у приходима и у износу варијабилних трошкова (Табела 3.). Услед наведене промене дошло је до пораста количине произведене парике по јединици површине, на основу чега је остварена већа вредност производње (повећање од приближно 9%).

Табела 3. Маржа покрића у производњи паприке у пластенику (по ару) – производња са коришћењем паметне технологије (метеостанице и сензора)

Опис	Количина	ЈМ	Цена по ЈМ	Укупно РСД/100 м ²	Укупно EUR/100 м ²
А Приход					
Паприка	925,00	kg			
I класа (95%)	880,00	kg	95,00	83.600,00	711,07
II класа (5%)	45,00	kg	70,00	3.150,00	26,79
Укупно				86.750,00	737,86
Б Варијабилни трошкови					
Расад ¹	400,00	kom	37,00	14.800,00	125,88
Ђубрива ²				10.460,00	88,97
Средства за заштиту биља				1.675,00	14,25
Амбалажа ³	190,00	kom	8,00	1.520,00	12,93
Трошкови сађења расада	5,00	h	235,00	1.175,00	9,99
Трошкови везивања, заламања заперака, расипања ђубрива и прскања	12,00	h	235,00	2.820,00	23,99
Трошкови бербе и паковања	22,00	h	235,00	5.170,00	43,97
Везиво	0,75	ком	240,00	180,00	1,53
Малч фолија				2.125,00	18,07
Фолија ⁴				6.165,00	52,44
Трошкови картице				5.330,00	45,33
Капајуће траке	200,00	m	5,80	1.160,00	9,87
Фрезање	0,50	h	600,00	300,00	2,55
Трошкови наводњавања (електрична пумпа 1,5 KW) ⁵	150,00	KW	9,75	1.462,50	12,44
Остали трошкови ⁶				1.275,00	10,84
Укупно				55.617,50	473,06
Ц Маржа покрића (А-Б)				31.132,50	264,80

Извор: ИЕП, 2021.

Напомена: ¹ Расад се набавља на тржишту од произвођача квалитетног расада; ² Обухвата трошкове стајњака, минералних ђубрива и средстава за прихрану; ³ Паприка се пакује у кесе од 5 килограма; ⁴ Користи се пет година; ⁵ Трошкови утрошеног енергента (електричне енергије) за наводњавање; ⁶ Трошкови ситног инвентара и транспорта.

У износу варијабилних трошкова дошло је до промена, осим смањења трошкова везаних за вредност потрошених ђубрива, средстава за заштиту и смањења трошкова везаних за наводњавање, евидентиран је

нови трошак. Унапређени систем производње оптерећен је и трошковима услуга мобилног оператера (пренос података), који у конкретном случају по јединици површине (ар) износи 5.330,00 РСД. Овај трошак оптерећује паприку као главну културу у пластенику, па се због тога не укључује у трошкове производње салате као накнадне културе. Ако се посматра висина марже покрића, може се уочити да је она порасла са увођењем паметне технологије у производњу паприке.

Као накнадна, друга култура у пластенику гаји се салата маркиза (Табела 4.). У трошкове производње салате, као накнадне културе, нису укључени трошкови фолије за пластеник, већ они оптерећују производњу главне културе (паприке).

Табела 4. Маржа покрића у производњи салате у пластенику (по ару) – стандардни начин производње

Опис	Количина	ЈМ	Цена по ЈМ	Укупно РСД/100 м ²	Укупно EUR/100 м ²
А Приходи					
Зелена салата	1.550,00	kom	30,00	46.500,00	395,51
Укупно				46.500,00	395,51
Б Варијабилни трошкови					
Расад ¹	1.550,00	kom	9,00	13.950,00	118,65
Садња из расада	12,00	h	235,00	2.820,00	23,99
Ћубрива ²				1.425,00	12,12
Средства за заштиту биља				1.034,00	8,79
Капајуће траке	200,00	м	5,80	1.160,00	9,87
Малч фолија				1.100,00	9,36
Амбалажа ³	90,00	kom	40,00	3.600,00	30,62
Трошкови бербе и паковања	16,00	h	235,00	3.760,00	31,98
Фрезање	0,50	h	600,00	300,00	2,55
Трошкови наводњавања (електрична пумпа 1,5 KW) ⁴	76,00		9,75	741,00	6,30
Остали трошкови ⁵				570,00	4,85
Укупно				30.460,00	259,08
Ц Маржа покрића (А-Б)				16.040,00	136,43

Извор: ИЕП, 2021.

Напомена: ¹ Расад се набавља на тржишту од произвођача квалитетног расада; ² Обухвата трошкове стајњака, минералних ђубрива и средстава за прихрану; ³ Салата се пакује у картонске кутије; ⁴ Трошкови утрошеног енергента (електричне енергије) за наводњавање; ⁵ Трошкови ситног инвентара и транспорта.

Увођењем паметне технологије у пластеник у коме се производи салата, због специфичности производа (није могуће повећати обим производње салате, због броја биљака по јединици површине) није дошло до повећања прихода, али је остварено смањење износа трошкова ђубрива, средстава за заштиту биља и утрошеног енергента у процесу наводњавања (Табела 5.).

Табела 5. Маржа покрића у производњи салате у пластенику (по ару) – производња са коришћењем паметне технологије (метеостанице и сензора)

Опис	Количина	ЈМ	Цена по ЈМ	Укупно РСД/100 м ²	Укупно EUR/100 м ²
А Приходи					
Зелена салата	1.550,00	ком	30,00	46.500,00	395,51
Укупно				46.500,00	395,51
В Варијабилни трошкови					
Расад ¹	1.550,00	ком	9,00	13.950,00	118,65
Садња из расада	12,00	h	235,00	2.820,00	23,99
Ђубрива ²				1.293,00	11,00
Средства за заштиту биља				940,00	8,00
Капајуће траке	200,00	м	5,80	1.160,00	9,87
Малч фолија				1.100,00	9,36
Амбалажа ³	90,00	ком	40,00	3.600,00	30,62
Трошкови бербе и паковања	16,00	h	235,00	3.760,00	31,98
Фрезање	0,50	h	600,00	300,00	2,55
Трошкови наводњавања (електрична пумпа снаге 1,5 KW) ⁴	70,00		9,75	682,50	5,81
Остали трошкови ⁵				525,00	4,47
Укупно				30.130,50	256,28
Ц Маржа покрића (А-Б)				16.369,50	139,23

Извор: ИЕП, 2021.

Напомена: ¹ Расад се набавља на тржишту од произвођача квалитетног расада; ² Обухвата трошкове стајњака, минералних ђубрива и средстава за прихрану; ³ Салата се пакује у картонске кутије; ⁴ Трошкови утрошеног енергента (електричне енергије) за наводњавање; ⁵ Трошкови ситног инвентара и транспорта.

Остварена маржа покрића у производњи салате са коришћењем паметне технологије у односу на стандардан начин производње је виша за 329,50 РСД по ару. Иако ова разлика није велика, поред економског резултата, требају се узети у обзир и други аспект овог вида производње, односно еколошки ефекти који се остварују смањеном потрошњом средстава за заштиту биља, ђубрива и воде.

Закључак

Заштита животне средине је један од аспеката који је потребно потенцирати и едуковати пољопривредне произвођаче у том правцу. Међутим, још увек се на већини газдинстава у Србији, укључујући и она газдинства која се баве повртарском производњом у заштићеном простору, примењује таква технологија производње где се не обраћа довољно пажње на проблем заштите животне средине. Да би се смањила потрошња воде, ђубрива и средстава за заштиту биља, потребно је да се уведу савремени системи контроле одређених параметара у производњи. Једна од могућности је постављање метеостаница и сензора у пластеницима који омогућавају праћење великог броја показатеља који утичу на оптимизацију производње. Како је за опстанак и функционисање газдинстава неопходно да имају добре економске показатеље, у раду је применом марже покрића утврђено да се у случају употребе паметних технологија остварују бољи резултати (виша маржа покрића) у односу на уобичајени начин производње поврћа у пластенику, при чему се повољнији ефекти постижу у производњи паприке. Према томе, анализа је показала да је примена паметне технологије оправдана са више аспеката, односно не само са еколошког, већ и са економског аспекта, те је неопходно подстицати њену ширу употребу у пластеничкој производњи.

Литература

1. Akrami, M., Salah, A. H., Javadi, A. A., Fath, H. E., Hassanein, M. J., Farmani, R., ... & Negm, A. (2020). Towards a sustainable greenhouse: Review of trends and emerging practices in analysing greenhouse ventilation requirements to sustain maximum agricultural yield. *Sustainability*, 12(7), 2794.
2. Andrić, J. (1998): *Troškovi i kalkulacije u poljoprivrednoj proizvodnji*, Savremena administracija, Beograd.

3. Barbosa, G. L., Gadelha, F. D. A., Kublik, N., Proctor, A., Reichelm, L., Weissinger, E., ... & Halden, R. U. (2015). Comparison of land, water, and energy requirements of lettuce grown using hydroponic vs. conventional agricultural methods. *International journal of environmental research and public health*, 12(6), 6879-6891.
4. Becerril, H., De los Rios, I. (2016). Energy efficiency strategies for ecological greenhouses: experiences from Murcia (Spain). *Energies*, 9(11), 866.
5. Bhujel, A., Basak, J. K., Khan, F., Arulmozhi, E., Jaihuni, M., Sihalath, T., ... & Kim, H. T. (2021). Sensor Systems for Greenhouse Microclimate Monitoring and Control: a Review. *Journal of Biosystems Engineering*, 1-21.
6. Boulard, Raeppl, Brun, Lecompte, Hayer, et al. (2011): Environmental impact of greenhouse tomato production in France. *Agronomy for Sustainable Development*, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 31 (4), pp.757-777.
7. Bruinsma, J. (2009, June). *The resource outlook to 2050: by how much do land, water and crop yields need to increase by 2050*. In Expert meeting on how to feed the world in (Vol. 2050, pp. 24-26).
8. FAO (2021). www.fao.org/faostat/en
9. Fernández-Gómez, M. J., Díaz-Raviña, M., Romero, E., & Nogales, R. (2013). Recycling of environmentally problematic plant wastes generated from greenhouse tomato crops through vermicomposting. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 10(4), 697-708.
10. Gao, L., Zou, G., Du, L., Li, S., Liu, J., & Duan, H. (2018). Effect of Different Cultivation Practices on Soil Physical and Chemical Properties for Greenhouse Vegetables under Long-Term Continuous Cropping. *Asian Agricultural Research*, 10(1812-2019-406), 74-81.
11. Gu, J., Wu, Y., Tian, Z., & Xu, H. (2020). Nitrogen use efficiency, crop water productivity and nitrous oxide emissions from Chinese greenhouse vegetables: A meta-analysis. *Science of The Total Environment*, 743, 140696.
12. Hart, J., Hartová, V. (2018). Development of new elements to automatized greenhouses. *Agronomy Research* 16(3), pp. 717 – 722.
13. IEP (2021). *Uspostavljanje sistema za pametno upravljanje proizvodnjom povrća u plasteniku: Proizvodno-ekonomski podaci*. Interna dokumentacija, Institut za ekonomiku poljoprivrede, Beograd, Srbija.

14. Ivanović, L., & Jeločnik, M. (2016). Uputstvo i model za izračunavanje marže pokrića na poljoprivrednim gazdinstvima. Poglavlje u monografiji: Unapređenje finansijskih znanja i evidencije na poljoprivrednim gazdinstvima u Republici Srbiji, str. 145-160, Institut za ekonomiku poljoprivrede, Beograd, Srbija.
15. Јелочник, М., Настић, Ј., Јовановић Тодоровић, М. (2020). Економски ефекти прераде биљних пољопривредних производа на малим породичним пољопривредним газдинствима. Поглавље у монографији: Унапређење трансфера знања ради добијања безбедних и конкурентних пољопривредних производа, који су добијени прерадом на малим газдинствима у секторима млека, меса, воћа и поврћа – књига 2, стр. 65-146, Институт за економику пољопривреде, Београд, Србија.
16. Jeločnik, M., Nastić, L., & Subić, J. (2015). Analiza pokrića varijabilnih troškova u proizvodnji šećerne repe. *Zbornik naučnih radova Agroekonomik*, 21(1-2), 201-208.
17. Kelc, D., Stajanko, D., Berk, P., Rakun, J., Vindiš, P., & Lakota, M. (2019). Reduction of environmental pollution by using RTK-navigation in. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 12(5), 173-178.
18. Li, J., Wan, X., Liu, X., Chen, Y., Slaughter, L. C., Weindorf, D. C., & Dong, Y. (2019). Changes in soil physical and chemical characteristics in intensively cultivated greenhouse vegetable fields in North China. *Soil and Tillage Research*, 195, 104366.
19. Li, M., Chen, S., Liu, F., Zhao, L., Xue, Q., Wang, H., ... & Yang, X. (2017). A risk management system for meteorological disasters of solar greenhouse vegetables. *Precision Agriculture*, 18(6), 997-1010.
20. López-Martínez, J., Blanco-Claraco, J. L., Pérez-Alonso, J., & Callejón-Ferre, Á. J. (2018). Distributed network for measuring climatic parameters in heterogeneous environments: Application in a greenhouse. *Computers and electronics in agriculture*, 145, 105-121.
21. Magomedov, A., Khaliev, M. S., & Ibragimova, L. V. (2020, August). The need for introducing new technology in agriculture to ensure a sustainable future. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 548, No. 3, p. 032026). IOP Publishing.

22. Maraseni, T. N., Cockfield, G., Maroulis, J., & Chen, G. (2010). An assessment of greenhouse gas emissions from the Australian vegetables industry. *Journal of Environmental Science and Health Part B*, 45(6), 578-588.
23. Moradi, P., Sadighi, H., Chizari, M., & Sharifikia, M. (2020). Identification of Strategies for Application of Pro-Environmental Technologies to Produce Greenhouse Vegetables. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 22(3), 653-666
24. Pérez-Castro, A., Sánchez-Molina, J. A., Castilla, M., Sánchez-Moreno, J., Moreno-Úbeda, J. C., & Magán, J. J. (2017). cFertigUAL: A fertigation management app for greenhouse vegetable crops. *Agricultural water management*, 183, 186-193.
25. Qasim, W., Xia, L., Shan, L., Li, W., Zhao, Y., & Butterbach-Bahl, K. (2020). Global greenhouse vegetable production systems are hotspots of soil N₂O emissions and nitrogen leaching: A meta-analysis. *Environmental Pollution*, 116372.
26. Републички завод за статистику (РЗС) (2021). <https://www.stat.gov.rs>
27. Sayadi-Gmada, S., Rodríguez-Pleguezuelo, C. R., Rojas-Serrano, F., Parra-López, C., Parra-Gómez, S., García-García, M. D. C., ... & Manrique-Gordillo, T. (2019). Inorganic Waste Management in Greenhouse Agriculture in Almeria (SE Spain): Towards a Circular System in Intensive Horticultural Production. *Sustainability*, 11(14), 3782.
28. Stajniko, D., Narodoslowsky, M., & Lakota, M. (2016). Ecological Footprints and CO₂ Emissions of Tomato Production in Slovenia. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25(3).
29. Систем тржишних информација пољопривреде Србије (СТИПС) (2021). <https://www.stips.minpolj.gov.rs>
30. Xiong, Z., Xie, Y., Xing, G., Zhu, Z., & Butenhoff, C. (2006). Measurements of nitrous oxide emissions from vegetable production in China. *Atmospheric Environment*, 40(12), 2225-2234.
31. Yao, Z., Yan, G., Wang, R., Zheng, X., Liu, C., & Butterbach-Bahl, K. (2019). Drip irrigation or reduced N-fertilizer rate can mitigate the high annual N₂O+NO fluxes from Chinese intensive greenhouse vegetable systems. *Atmospheric Environment*, 212, 183-193.