



Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta

Zadnja sprememba: 8. 07. 2022 08:46:58

A. Podatki o raziskovalnem projektu

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra in naziv	V4-1801 - Preučitev in predlog izbora najprimernejših nekemičnih metod zatiranja plevela kot nadomestilo za uporabo glifosata in drugih herbicidov za slovenske razmere
Vodja	29500 - Robert Leskovšek
Naziv težišča v okviru CRP	1.1.1 - Preučitev in predlog izbora najprimernejših nekemičnih metod zatiranja plevela kot nadomestilo za uporabo glifosata in drugih herbicidov za slovenske razmere
Obseg učinkovitih ur raziskovalnega dela	926
Cenovna kategorija	C
Obdobje trajanja	od 1. 11. 2018 do 30. 04. 2021
Nosilna raziskovalna organizacija	401 - Kmetijski inštitut Slovenije
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	481 - Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta 482 - Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede 148 - Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije Kmetijsko gozdarski zavod Maribor
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	4 - Biotehnika 4.03 - Rastlinska produkcija in predelava 4.03.01 - Kmetijske rastline
Družbeno-ekonomski cilj	02 - Okolje
Raziskovalno področje po šifrantu FORD	4 - Kmetijske vede 4.01 - Kmetijstvo, gozdarstvo in ribištvo

2. Sofinancerji

Naziv, naslov in pooblaščen predstavnik sofinancerja(Name, address and beneficiary-authorized representative)

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrana

Matična številka(Co. reg. no.)

Dunajska cesta 22, 1000 Ljubljana

Naziv, naslov in pooblaščen predstavnik sofinancerja(Name, address and beneficiary-authorized representative)

Javna agencija za raziskovalno dejavnost Rep.

Matična številka(Co. reg. no.)

Bleiweisova cesta 30, 1000 Ljubljana

DODAJ

B. Rezultati in dosežki raziskovalnega projekta

3. Povzetek raziskovalnega projekta

SLO

Osnovni cilj projekta je bil priprava nabora nekemičnih ukrepov za uravnavanje plevelne vegetacije in njihovo preizkušanje v realnih pridelovalnih pogojih, s ciljem razvoja bolj trajnostnega kmetijstva v Sloveniji. Analiza prodaje herbicidov je pokazala, da se nadaljuje trend upada skupne količine prodanih herbicidov, pri čemer predstavlja glifosat več kot tretjino celotne prodaje. Podrobnejša analiza volumenske prodaje glifosata je pokazala več kot 60 % delež prodaje glifosata v velikosti embalaže do enega litra. Iz tega lahko sklepamo, da je velik del vseh prodanih količin namenjen nekmetijski uporabi. Podatki pridobljeni iz anketnega vzorca 150 kmetijskih gospodarstev nakazujejo, da je poraba glifosata v slovenskem kmetijstvu bistveno večja od uradnih podatkov Statističnega urada RS. Večina kmetijskih pridelovalcev, ki uporabljajo glifosat je mnenja, da bi jim prepoved glifosata povišala stroške pridelave, zmanjšala pridelek in povečala zapletenost. V primeru prepovedi uporabe glifosata bi najverjetneje uporabili alternativne kemične rešitve. V poskusih izvedenih v pridelavi ozimnih žit in koruze se je pokazalo, da je uporaba znižanega odmerka herbicida (60 %) in mehanskega zatiranja primerljiva s standardno uporabo priporočenega odmerka herbicida. Precejšnje prihranke pri porabi herbicidov smo dosegli tudi v pridelavi zelja, saj

sta bila tako pridelek kakor učinkovitost zatiranja plevla pri uporabi herbicida pred vznikom in kasnejšim okopavanju primerljiva postopku z dvema aplikacijama herbicida.

Zatiranje plevla pri alternativni metoda ožiganje plevla na obdelanih tleh in gredicah v pridelavi čebule in korenčka je neučinkovito, vendar kljub visokim stroškom predstavlja alternativo kemičnemu zatiranju plevla v ekološki pridelavi. Uporaba nizke podraži v nasadih jablan se je izkazala kot pomanjkljiva, medtem ko je bila uporaba mehanskega zatiranja plevlov (nitkanje, okopavanje in mulčenje) manj učinkovita in 2-7 krat dražja od uporabe glifosata.

V pridelavi grozdja smo preučevali alternativne metode zatiranja plevlov z uporabo očetne kisline, pelargonske kisline, eteričnega olja agrumov, kosilnice na nit in ožiganje plevlov z ognjem. Zaradi manjše učinkovitosti alternativnih pripravkov so nastale približno 30 % izgube pridelka, strošek zatiranja plevla pa je bil 3-7 krat višji od standardne uporabe glifosata. Podobne višino stroškov smo ugotovili tudi pri uporabi kosilnice na nit in ognja, vendar z nekoliko manjšo količino izgubljenega pridelka grozdja (5 -13 %).

Naša raziskava preizkušanja nekemičnih metod uravnavanja plevlov je pokazala precej raznolike rezultate preizkušanja le-teh v poljskih razmerah. V smislu ekonomske in agronomske učinkovitosti so se najbolj izkazale kombinacije uporabe zmanjšane odmerka herbicida in mehanskega zatiranja plevla, medtem ko je uporaba alternativnih pripravkov in izključno nekemičnih metod bistveno manj učinkovita, dražja in prinaša visoko tveganje za izgubo pridelka.

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela oz. ciljev raziskovalnega projekta

Vsebinsko poročilo o realizaciji programa dela in ciljev vključuje sedem delovnih svežnjev projekta, ki so bili izvajani v okviru partnerskih institucij. V okviru DS1 sta bila opravljena pregled in analiza nekemičnih ukrepov, metod in strategij, ki so na voljo v svetu s ciljem ugotavljanja njihove učinkovitosti in primernosti za slovenske pridelovalne razmere. Pregled literature nekemičnih ukrepov v poljedelstvu in vrtnarstvu je pokazal, da je na voljo širok izbor tako neposrednih, kakor tudi preventivnih in v manjši meri fizikalnih metod zatiranja plevla. Čeprav se pogosto poudarja pomen ustreznega kolobarja kot enega najbolj učinkovitih preventivnih ukrepov pri zmanjševanju vznika in zapleveljenosti, se v zadnjem času tudi v Sloveniji v vse večjem obsegu pojavljajo precejšnje poenostavitve le-tega in povečujejo pritisk na uporabo neposrednih metod zatiranja plevla. Izpostaviti velja tudi pomen obdelave in drugih tehnoloških in gojitvenih metod za povečanje tekmovalne sposobnosti gojenih rastlin. V naših pridelovalnih razmerah je smiselno največ pozornosti nameniti preučevanju neposrednih metod zatiranja plevla. Med njimi predvsem mehanskih ukrepov kot so okopavanje in česanje, ki so bili izbrani tudi za preverjanje njihove učinkovitosti v DS3. Na podlagi rezultatov preizkušanja izbranih metod zatiranja plevla v poljedelstvu, vrtnarstvu, sadjarstvu in vinogradništvu smo nato v okviru DS 6 pripravili ocene njihove ekonomičnosti. Analiza prodaje herbicidov v DS2 je pokazala, da se nadaljuje trend upada skupne količine prodanih herbicidov, pri čemer predstavlja glifosat več kot tretjino celotne prodaje. Zaradi širokega spektra uporabe in dobrega sistemičnega delovanja, tako na večino enoletnih plevlov kakor tudi trajnih plevlov, predstavlja uporaba glifosata redno prakso uravnavanja plevelne vegetacije v različnih vrstah kultur in pridelovalnih sistemov v Sloveniji. Na podlagi uradnih podatkov o skupni prodaji in rabi glifosata v Sloveniji smo ocenili porabo glifosata znotraj posameznega pridelovalnega sistema v kmetijstvu. Ker imamo po uradnih evidencah v Sloveniji od skupne prodaje količine glifosata evidentirane le 18 % prodanih količin, smo podatke o porabi glifosata v kmetijstvu dodatno ocenili tudi s pomočjo posebej zasnovanih anket za poljedelsko-vrtnarsko, sadjarsko in vinogradniško proizvodnjo. Podatki pridobljeni iz anketnega vzorca 150 kmetijskih gospodarstev so pokazali, da je poraba glifosata v slovenskem kmetijstvu bistveno večja od uradnih podatkov Statističnega urada RS. Z namenom ugotavljanja odziva kmetovalcev na morebitno prepoved uporabe glifosata in uvajanje alternativnih metod zatiranja plevla smo analizirali tudi sociološki vidik pri uporabi metod integriranega varstva pred pleveli (IVP). Analiza literature je pokazala, da je uvajanje alternativnih nekemičnih metod zatiranja plevla precej kompleksen proces, ki mora poleg ustreznega načina prenosa znanja upoštevati tako možnost kakor tudi sposobnost sprememb pri izvajanju obstoječih praks zatiranja plevla. Večina kmetijskih pridelovalcev, ki uporabljajo glifosat je mnenja, da bi jim prepoved glifosata povišala stroške pridelave, zmanjšala pridelek in povečala zapleveljenost in bi v primeru prepovedi uporabe glifosata najverjetneje uporabili alternativne kemične rešitve. Odziv kmetovalcev nakazuje, da bi bilo potrebno nameniti več pozornosti spodbujanju strategij in metod z manjšo rabo herbicidov, ki se dopolnjujejo z mehanskimi metodami, ne glede na pridelovalni sistem. Na podlagi izsledkov pridobljenih iz splošnega pregleda nabora nekemičnih ukrepov uravnavanja plevelne vegetacije smo v DS3 izvedli več poljskih poskusov v poljedelski in vrtnarski proizvodnji, z različnimi strategijami nekemičnega zatiranja plevlov in jih primerjali s konvencionalnimi in kemičnimi metodami. Preizkušene strategije so vsebovale izključno mehanske postopke, mehanske postopke v kombinaciji z zmanjšanimi odmerki herbicidov in alternativno nekemično metodo zatiranja plevlov z uporabo ognja. V poskusih izvedenih v pridelavi ozimnih žit se je kot najbolj učinkovita pokazala jesenska uporaba herbicida, medtem ko je bila kombinacija uporabe zmanjšane 60 % odmerka herbicida in mehanskih postopkov primerljiva s standardno uporabo herbicida spomladi. Podobno smo ugotovili tudi v poskusih s koruzo, kjer je bil pridelek v strategiji z zmanjšanim 60 % odmerkom herbicida in okopavanjem primerljiv s postopkom, kjer smo uporabili priporočen odmerek herbicida. V letu 2019 je bil izveden poskus primerjave različnih strategij integriranega pristopa uravnavanja plevelne vegetacije v zelju. Obravnavanja so vključevala nezapleveljene parcele, postopek z neškropljeno kontrolo ter različne kombinacije zmanjšane rabe herbicida (herbicid samo v vrsti, herbicid samo pred vznikom) in okopavanja. Precejšnje prihranke pri porabi herbicidov smo dosegli v postopkih zmanjšane rabe herbicidov, saj sta bila tako pridelek kakor učinkovitost zatiranja plevla pri uporabi herbicida pred vznikom in kasnejšim okopavanjem primerljiva postopku z dvema aplikacijama herbicida. Pri preizkušanju alternativne metode zatiranja plevla z ožiganjem, ki je bilo izvedeno v sezonah 2019 in 2020, smo prišli do precej nizkih rezultatov učinkovitosti zatiranja plevlov v posevku korenja in čebule, kot tudi na obdelanih tleh in na gredici v primerjavi s standardno uporabo herbicidov. Kljub temu, da se je metoda izkazala kot neučinkovita in draga, predstavlja alternativo kemičnemu zatiranju plevla v ekološki pridelavi. V splošnem je preizkušanje alternativnih metod zatiranja plevla v poljedelski in vrtnarski proizvodnji pokazalo, da je zatiranje plevla samo z uporabo mehanskih metod ali ukrepom ožiganja rastlin manj uspešno, v kolikor ne izvajamo zelo intenzivnih strategij varstva pred pleveli, ki so zahtevne in ekonomsko manj učinkovite. Precej boljše rezultate učinkovitosti zatiranja plevla tako v poljedelski, kakor tudi zelenjadarski proizvodnji smo dosegli kadar smo uporabili pristop zmanjšane rabe herbicidov in kombinacije mehanskega zatiranja plevla. V okviru DS4 smo v sadjarskem poskusu preizkušali različne sisteme mehanskih obdelav tal pod drevesi jablan kot alternativa uporabi herbicidov. Obravnavanja v poskusu so bila kontrola (herbicid glifosat), sejana nizka podrast, nitkanje, okopavanje in mulčenje z omdikom. Cilj je bil ovrednotiti različne postopke in priporočati najbolj učinkovito metodo izmed uporabljenih. Kljub temu, da lahko z mehansko obdelavo poškodujemo poskušano drevo, poskus kaže, da obdelava ni imela negativnega vpliva na rast dreves ter kakovost plodov. Uporaba nizke podraži v nasadih jablan se je izkazala kot pomanjkljiva, saj sejana združba izbranih rastlin v dveh vegetacijah popolnoma propade in se obdrži le naravno prisotna podrast. Uporaba mehanskega zatiranja plevlov (nitkanje, okopavanje in mulčenje) se je v primerjavi z glifosatom izkazala kot manj učinkovita in 2-7 krat dražja od uporabe glifosata. Namen naše raziskave v DS5 je bil primerjati učinek zatiranja plevlov v vinogradu z alternativnimi metodami na pridelek trte v primerjavi z učinkom, ki ga dosežemo ob zatiranju z uporabo herbicida na podlagi snovi glifosat. Preučiti smo želeli tudi neposredne stroške izvedbe zatiranja plevlov po različnih metodah. Preučevane metode so bile: uporaba herbicida glifosat, uporaba pripravkov na podlagi očetne kisline, pelargonske kisline ter eteričnega olja agrumov, košnja plevlov s kosilnico na nit in ožiganje plevlov z ognjem. Alternativne metode zatiranja plevlov so bile značilno manj učinkovite od uporabe herbicida glifosat. Zaradi manjše učinkovitosti alternativnih metod so nastale obsežne izgube pridelka. Povprečna izguba pridelka pri uporabi očetne kisline, pelargonske kisline ter eteričnega olja agrumov je znašala okoli 30 %, medtem ko je bila pri kosilnici na nit in ožiganju 5 % in 13 %. Če bi z uporabo alternativnih metod želeli doseči primerljivo učinkovitost zatiranja kot pri uporabi glifosata, bi morali izvesti 5 aplikacij alternativnih pripravkov letno, oziroma izvesti 4 košnje letno ali 5 ožiganj plevlov letno. Na podlagi rezultatov preizkušanja izbranih metod zatiranja plevla v drugih delovnih svežnjih smo v okviru DS 6 pripravili ocene ekonomske učinkovitosti izbranih metod nekemičnega zatiranja plevla v poljedelstvu, vrtnarstvu, sadjarstvu in vinogradništvu. V splošnem je ekonomska analiza alternativnih metod zatiranja plevla v sadovnjakih in vinogradih pokazala bistveno višje stroške zatiranja plevla kadar smo uporabili alternativne naravne herbicide ali povsem mehanske metode zatiranja. Posebej visoki so bili stroški zatiranja plevla pri strategijah preizkušenih v vinogradih. Povprečno je bil v dveh letih strošek uporabe pelargonske kisline in ognja 6-7 krat višji od standardne uporabe glifosata, medtem ko je bil strošek pri uporabi očetne in eteričnega olja agrumov 3-4 višji. Zaradi visoke porabe plina in nizke delovne storilnosti so bili visoki stroški zatiranja plevla ugotovljeni tudi pri ožiganju posevka korenja in čebule. Precej boljše rezultate ekonomske učinkovitosti zatiranja plevla v koruzi, pšenici in zelju smo dosegli kadar smo uporabili pristop zmanjšane rabe herbicidov in kombinacije mehanskega zatiranja plevla. Eden izmed ciljev projekta v okviru DS7 je bil priprava tehnoloških navodil za izvajanje alternativnih metod nekemičnega zatiranja plevla ter učinkovito posredovanje le-teh končnim uporabnikom kot tudi pripravljalcem kmetijske politike in drugim zainteresiranim. Izsledke projekta smo vključili v posodobljena tehnološka navodila za pridelovanje posameznih gojenih rastlin, ki smo jih pripravili v okviru strokovne naloge IVR-NAP. Med temi lahko omenimo Smernice integriranega varstva strnih žit, Smernice integriranega varstva koruze in Smernice integriranega varstva kapusnic. Zaradi pomembnosti rezultatov pri svetovanju v okviru varstva rastlin za pridelovalce kot tudi zaradi izvajanja NAP za doseganje trajnostne rabe FFS smo sprotne kakor tudi končne rezultate projekta z različnimi ukrepi izobraževanja, svetovanja, ozaveščanja in obveščanja pridelovalcev posredovali tudi ostalim relevantnim ciljnim skupinam, ki sodelujejo v sistemu pridelovanja hrane (npr. kmetijska svetovalna služba, trgovci in svetovalci na področju FFS). Na ta način smo prispevali k pravočasnemu in učinkovitemu uveljavljanju

splošnih načel IVP kot tudi praktičnemu izvajanju konkretnih nekemičnih ukrepov uravnavanja plevelne vegetacije pri pridelovanju posameznih gojenih rastlin.

5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev

Večina zastavljenih raziskovalnih ciljev je bila realizirana v skladu z zastavljenim programom, do manjših odstopanj pa je prišlo v delovnih svežnjih 1 in 2. V projektni prijavi je bilo načrtovano, da bomo podatke o porabi glifosata zbirali pri kmetovalcih ob testiranju škroplilnic in pršilnikov na terenu. Ker so bila testiranja zaradi epidemije Covid-19 odpovedana, smo namesto terenskega zbiranja podatkov zasnovali spletno anketo. Načrtovan anketni vzorec se je tako bistveno zmanjšal, zaradi dodatnih aktivnosti zasnove spletne ankete in obveščanja širšega kroga zainteresiranih pa se je rok izvedbe bistveno podaljšal. Kljub temu je po naši oceni cilj ugotovitve stanja porabe glifosata v slovenskem kmetijstvu dosežen, saj so pridobljeni podatki relativno homogeni.

6. Spremembe programa dela raziskovalnega projekta oziroma spremembe sestave projektne skupine

Zaradi vpliva epidemije Covid-19 in spremembe metodologije zbiranja podatkov o porabi glifosata opisanih v točki 5, smo v letu 2019 po dogovoru z vsebinsko spremljevalko ustrezno podaljšali mejnika v DS1 in DS2. Sestava projektne skupine se je v teku izvajanja projekta spremenila na partnerskih inštitucijah KIS in pa FKBV. Na FKBV se je projektu v letu 2020 namesto mag. Stanislava Vajsa (22596), priključil dr. Andrej Paušič (30797), v letu 2021 pa je bila iz projektne skupine izbrisana Brigita Bračko (28296). Na KIS-u sta bila v letu 2020 projektni skupini priključena Ana Hiti (53771) in Anže Rovnšek (53988). V letu 2021 pa sta bila iz KIS-ove projektne skupine izbrisana Simon Ograjšek (50095) in Aleš Plut (39839).

7. Najpomembnejši dosežki projektne skupine na raziskovalnem področju

Naslov (Title) SLO

Stanje in razvoj novih nekemičnih metod zatiranja plevelov v poljščinah

Naslov (Title) EN

Status and development of new non-chemical methods of weed control in crops

Opis (Description) SLO

V zadnjem obdobju se poleg gospodarnosti pridelave v ospredju prizadevanja za zmanjšanje vpliva fitofarmaceutskih sredstev na zdravje ljudi in okolja. Med preventivnimi ukrepi sta na prvem mestu kolobar ter kakovostna obdelava tal, ki v veliki meri vplivata na potrebo po uporabi tako kemičnih kakor tudi nekemičnih načinov zatiranja plevela. Med ukrepi, ki postajajo pomemben del preventivne strategije, velja izpostaviti vključitev strniščnih prekrivnih dosevkov v pridelovalni sistem, saj ti v pozno poletnem in jesenskem obdobju preprečujejo rast, razvoj in tvorbo semena različnih plevelnih vrst. Poleg zmanjšanja zapletenosti imajo prekrivni dosevi še druge agronomske in ekosistemske funkcije kot so vezava dušika, preprečevanje erozije, izboljšanje strukture in izboljšanje biodiverzitete.

Opis (Description) EN

Reducing the impact of plant protection products on human health and the environment are key priorities of agricultural production. Preventive measures include crop rotation and quality tillage, which greatly influence the need to use both chemical and non-chemical methods of weed control. Among the measures that are becoming an important part of the prevention strategy is the inclusion of cover crops in the production system, as they prevent the growth, development and formation of seeds of various weed species in late summer and autumn. In addition to the reduced need for weed control, cover crops also deliver other agronomic and ecosystem services such as nitrogen binding, erosion prevention, improved structure and improved biodiversity.

Objavljeno v (Published in)

Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin; 2019; Str. 220-230; Avtorji/Authors: Leskovšek Robert;

COBISS ID

5855080

Leto

2019

Tipologija (Tipology)

1.16 - Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publik

Naslov (Title) SLO

Zatiranje plevelov v vinogradu z alternativnimi metodami v primerjavi s herbicidom glifosat

Naslov (Title) EN

Weed control in the vineyard using alternative methods compared to the herbicide glyphosate

Opis (Description) SLO

V izvirnem znanstvenem članku so objavljeni rezultati dve letnega preizkušanja alternativnih metod zatiranja plevela (ocetna kislina, pelargonska kislina, eteričnega olja agrumov, košnja plevelov s kosilnico na nit in ožiganje plevelov z ognjem) v primerjavi z uporabo herbicida glifosat.

Alternativne

metode zatiranja plevelov so bile značilno manj učinkovite od uporabe herbicida glifosat. Zaradi manjše učinkovitosti alternativnih metod so pri uporabi ocetne kisline, pelargonske kislin in eteričnega olja agrumov nastale obsežne, 30 % izgube pridelka, medtem ko so bile izgube pri uporabi kosilnice na nit in ožiganja plevelov z ognjem nekoliko nižje (5 in 13 %). Stroški zatiranja plevela v primerjavi z uporabo glifosata so se pri vseh alternativnih metodah izrazito povečali. Najvišji stroški so bili ugotovljeni pri uporabi ognja in pelargonske kisline (6-7 kratno povečanje), medtem ko je bilo povečanje stroškov pri uporabi eteričnega olja agrumov, ocetne kisline in kosilnice na nit nekoliko manjše (tri do štiri krat večji stroški). Če bi z uporabo alternativnih metod želeli doseči primerljivo učinkovitost zatiranja kot pri obravnavanju uporabi glifosata, bi morali izvesti 5 aplikacij alternativnih pripravkov letno, oziroma izvesti štiri košnje ali pet ožiganj plevelov letno.

Opis (Description) EN

The original scientific article published the results of a two-year trial of alternative weed control methods (acetic acid, pelargonic acid, citrus essential oil, string trimming and weed flaming) compared to the use of the herbicide glyphosate. Alternative weed control methods were significantly less effective than the use of the herbicide glyphosate. Due to the lower efficiency of the alternative methods, the use of acetic acid, pelargonic acid and citrus essential oil resulted in extensive yield losses of 30%, while yield losses were slightly lower (5 and 13%) when using the string trimmer and weed flaming. The costs of weed control compared to the use of glyphosate increased significantly for all alternative methods. The highest costs were found for weed flaming and pelargonic acid (six to seven times increase in weed management costs), while the increase in costs when using citrus essential oil, acetic acid and string trimmer was slightly lower (three to four times higher costs). In order to achieve a weed control level comparable to the use of glyphosate, five applications of natural herbicides, five cuts with string trimmer and five weed flamings would need to be performed per season in vineyards.

Objavljeno v (Published in)

Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo in Oddelek za zootehniko; Acta agriculturae Slovenica; 2021; Vol. 117, No. 3; str. 1-9; Avtorji/Authors: Paušič Andrej, Turk Nuša, Lešnik Mario;

COBISS ID

85027587

Leto

2021

Tipologija (Tipology)

1.01 - Izvirni znanstveni članek (Original Scientific Article)

Naslov (Title) SLO

Vpliv različnih strategij integriranega uravnavanja plevelne vegetacije na pridelek koruze

Naslov (Title) EN

The effect of different integrated weed management strategies on maize yield

Opis (Description) SLO

Namen poskusa je bil preizkusiti različne kombinacije zmanjšane rabe herbicidov in mehanskega zatiranja plevela v koruzi. Preizkušene strategije za zatiranje plevela so vključevale zmanjšan odmerek herbicida (60 %) in uporabo le-tega samo v vrsti, v primerjavi s standardno uporabo herbicida in postopkom mehanskega zatiranja plevela (okopavanje). Glede na izmerjeno suho biomaso plevela ob koncu sezone je bilo zatiranje plevela najbolj učinkovito pri standardnem postopku (19 g/m²) in kombinaciji zmanjšane odmerka herbicida, ki mu je sledilo okopavanje (20 g/m²). Pri uporabi herbicida v vrsti, ki mu je sledilo okopavanje, smo izmerili 88 g/m² suhe biomase plevela. Najvišji pridelek je bil izmerjen v standardnem postopku uporabe herbicida zgodaj po vzniku (14,6 t/ha). Na parcelah z zmanjšanim odmerkom herbicida in postopku uporabe herbicida v vrsti, ki mu je v obeh primerih sledilo okopavanje smo izmerili pridelek 12,2 t/ha in 13,2 t/ha suhega zrna koruze. Naši rezultati so pokazali, da lahko v intenzivni proizvodnji koruze uporabo herbicidov uspešno dopolnujemo z mehansko postopki zatiranja, z minimalnim vplivom na zmanjšanje pridelka koruze.

Opis (Description) EN

The objective of the experiment was to test various combination of herbicide treatment and mechanical weed control in maize. Weed control strategies that were tested included reduced herbicide use and herbicide application in the row combined with hoeing, standard broadcast herbicide application and treatment with only mechanical weed control (hoeing). In terms of dry weed biomass at the end of the season, weed control was most effective in the standard treatment (19 g/m²) and reduced herbicide use followed by hoeing (20 g/m²). In treatments with band spraying followed by hoeing and only mechanical weed control, 88 g/m² and 227 g/m² of dry weed biomass was determined. The highest yield was measured in the standard early post broadcast herbicide treatment (14,6 t/ha). In plots with reduced herbicide application (60 % dose) and band spraying, both followed by hoeing dry maize grain yield of 12,2 t/ha and 13,2 t/ha was observed. Our results showed that in the intensive maize production mechanical tools can be successfully combined with mechanical tools with minimum impact on the maize yield.

Objavljeno v (Published in)

Društvo za varstvo rastlin Slovenije = Plant Protection Society of Slovenia; 2019; Str. 447-454; Avtorji/Authors: Leskovšek Robert, Simončič Andrej;

COBISS ID

5970792

Leto

2019

Tipologija (Tipology)

1.08 - Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (Published Scientifici

Naslov (Title) SLO

Pridelek zelja pri različnih strategijah integriranega uravnavanja plevelne vegetacije

Naslov (Title) EN

Cabbage yield under different integrated weed management strategies

Opis (Description) SLO

Z namenom primerjave različnih strategij integriranega pristopa uravnavanja plevelne vegetacije s standardno uporabo herbicidov, je bil v letu 2018 v Jabljah izveden poljski poskus v zelju. Obravnavanja so vključevala nezapleveljene parcele, postopek z neškrpljeno kontrolo ter različne kombinacije zmanjšane rabe herbicida (herbicid samo v vrsti, herbicid samo pred vznikom) in okopavanja. Najbolj učinkovit postopek je bil dvakratna raba herbicida (pred in po vzniku; 97 %), ki mu je sledila uporaba herbicida pred vznikom in kasnejše okopavanje (91 %). Pred pobiranjem pridelka smo na teh parcelah izmerili 37 in 74 g/m² suhe mase plevela. Na parcelah, kjer smo uporabili samo herbicid pred vznikom (metazaklor) smo dosegli 83 % učinkovitost in izmerili 184 g/m² suhe plevelne mase. Najvišji tržni pridelek zelja smo izmerili v obravnavanju z uporabo herbicida pred vznikom, ki mu je sledilo okopavanje (87,3 t/ha) in je bil podoben obravnavanju z dvema aplikacijama herbicida (pred vznikom - metazaklor in po vzniku - piridat; 85,6 t/ha) ter nezapleveljeno površino (87 t/ha). Neškrpljena površina je bilo izjemno zapleveljena, tam smo izmerili precej nižji pridelek, ki je znašal le 40 t/ha. Kljub nekoliko nižji stopnji učinkovitosti zatiranja plevela v nekaterih postopkih z zmanjšano rabo herbicida in okopanjem, je bilo ugotovljeno le manjše zmanjšanje pridelka. V obravnavanju z uporabo herbicida v vrsti ter postopku s samo enkratno aplikacijo herbicida pred vznikom, (v obeh primerih je kasneje sledilo še okopavanje), smo tako izmerili 75 t/ha in 80 t/ha tržnega pridelka zelja. Naši rezultati nakazujejo, da je v intenzivni proizvodnji zelja mogoče pristop zmanjšane rabe herbicidov uspešno kombinirati z mehanskimi postopki zatiranja plevela.

Opis (Description) EN

With aim to compare various IWM strategies with standard herbicide application, a field trial with five treatments and 3 replications was conducted at experimental farm Jablje in 2018. Treatment consisted of untreated control, season long weed free and combination of herbicide application (herbicide in the row) and mechanical tools. The most effective treatments were two applications of herbicides (97 %), followed by combination of pre-emergence broadcast herbicide application combined with hoeing (91 %). Before cabbage harvest, 37 and 74 g/m² of dry weed biomass was measured in this treatments, respectively. Only preemergence application of metazachlor resulted in 83 % of visual weed control efficacy and 184 g/m² of dry weed biomass. The highest cabbage marketable yield was observed in treatment with preemergence broadcast herbicide application followed by hoeing (87, 3 t/ha) and was similar to strategy with two herbicide applications (preem. - metazachlor and post - pyridate; 85,6 t/ha) and the weed free treatment (87 t/ha). Untreated control was extremely weedy, which resulted in significant yield reduction to 40 t/ha. Despite of moderate decrease in weed control level in plots with less herbicide input, cabbage yields were however not greatly affected. In treatments with preemergence herbicide row application and preemergence broadcast herbicide application, both followed by hoeing, only minor yield reduction was observed with 75 t/ha and 80 t/ha of marketable cabbage measured in this two treatments, respectively. Our results showed that herbicides can be effectively combined with mechanical tools in intensive cabbage production.

Objavljeno v (Published in)

Društvo za varstvo rastlin Slovenije = Plant Protection Society of Slovenia; 2019; Str. 430-437; Avtorji/Authors: Leskovšek Robert;

COBISS ID

5970280

Leto

2019

Tipologija (Tipology)

1.08 - Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (Published Scientifici

Naslov (Title) SLO

Koliko se lahko približamo željam javnosti za občutno zmanjšanje rabe pesticidov v kmetijski pridelavi in kakšne učinke prinaša uvajanje alternativnih pristopov zatiranja škodljivih organizmov?

Naslov (Title) EN

How much closer can we get to the public's desire for a significant reduction in the use of pesticides in agricultural production and what are the effects of introducing alternative approaches to the control of organisms harmful to plants?

Opis (Description) SLO

V članku so predstavljene nekatere okoliščine odnosa javnosti do postopkov registracije in regulacije rabe fitofarmaceutskih sredstev (FFS) v EU, zahteve po zmanjšanju po-rabe FFS, možnosti za zmanjšanje porabe FFS in nekateri učinki uvajanja alternativnih metod zatiranja škodljivih organizmov. Znanstveni razvoj na področju varstva rastlin je zagotovil veliko novih sredstev in metod za nekemično zatiranje ŠO, vendar uporaba le teh trenutno ne omogoča popolnega prenehanja rabe kemičnih FFS. Ena od ovir za obsežno zmanjšanje rabe kemičnih FFS je manjša ekonomska učinkovitost zatiranja ŠO z uporabo alternativnih metod in sredstev ter premajhna prilagoditev kmetijskih ekosistemov za izvedbo metod biotičnega varstva (spremembe pri obdelavi tal, v kolobarju, pri gojenju dosevkov, vzdrževanju robnih habitatov).

Opis (Description) EN

The article presents some of the conditions of public attitudes to the procedures for registration and regulation of the use of plant protection products (PPP) in the EU, the requirements for reducing the use of PPP, the possibilities for reducing the consumption of PPP and some of the effects of introducing alternative methods of pest, weed and disease control. Scientific developments in the field of plant protection have provided many new means and methods for non-chemical pest control, but the use of these currently does not allow the complete abandonment of the use of chemical PPPs. One of the obstacles to the extensive reduction in the use of chemical PPPs is the lower economic efficiency of the control of pests using alternative methods and resources and the lack of adaptation of agricultural ecosystems for the implementation of biological protection methods (changes in soil cultivation, in crop rotation, in cultivation of cover crops and in the maintenance of habitats surrounding production plots).

Objavljeno v (Published in)

Slovenska akademija znanosti in umetnosti; Folia biologica et geologica; 2019; Letn. 60, št. 2; str. 23-40; Avtorji/Authors: Lešnik Mario;

COBISS ID
45569069

Leto
2019

Tipologija (Tipology)
1.01 - Izvirni znanstveni članek (Original Scientific Article)

8. Najpomembnejši dosežek projektne skupine na področju gospodarstva, družbenih in kulturnih dejavnost

Naslov (Title) SLO

Strategije in metode uravnavanja plevelne vegetacije v pridelavi ekološke zelenjave

Naslov (Title) EN

Strategies and methods for weed management in organic vegetable production

Opis (Description) SLO

Na izobraževalni delavnici za kmetijske svetovalce iz področja poljedelstva in varstva rastlin so bile predstavljene strategije in orodja za uravnavanje plevelne populacije v ekološki pridelavi zelenjave

Opis (Description) EN

Strategies and tools for weed control in organic vegetable production were presented at the workshop held for slovenian advisory service working in the field of crop production and plant protection.

Objavljeno v (Published in)

Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo; 2019; Str. 15; Avtorji/Authors: Leskovšek Robert;

Šifra

F.34 - Svetovalna dejavnost

COBISS ID
5944168

Leto
2019

Tipologija (Tipology)
1.12 - Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci (Publis

Naslov (Title) SLO

Glifosat, drugo ime za revolt : bi šlo v kmetijstvu brez pesticidov?

Naslov (Title) EN

Glyphosate, another name for revolt: is agroculture without pesticides possible?

Opis (Description) SLO

Intervju s prof. dr. Mariem Lešnikom, našim največjim strokovnjakom za fitofarmacevtska sredstva (FFS), ki je podal svoja razmišljanja o glifosatu in trenutnem stanju v kmetijstvu.

Opis (Description) EN

Interview with prof. dr. Marie Lešnik, our greatest expert on plant protection products (PPP), who gave his thoughts on glyphosate and the current situation in agriculture.

Objavljeno v (Published in)

Večer; Večer; 2020; 75; Avtorji/Authors: Lešnik Mario;

Šifra

F.30 - Strokovna ocena stanja

COBISS ID
20037891

Leto
2020

Tipologija (Tipology)
1.22 - Intervju (Interview)

Naslov (Title) SLO

Poraba sredstev za varstvo rastlin

Naslov (Title) EN

Consumption of plant protection products

Opis (Description) SLO

Okoljski kazalec opisuje skupne količine prodanih sredstev in posameznih skupin FFS (fungicidi, herbicidi, insekticidi) ter deleže prodaje FFS za obdobje 1992–2019 v Sloveniji. Za našo državo je izračunana tudi poraba FFS na hektar obdelovalnih zemljišč (njive, vrtovi in trajni nasadi).

Opis (Description) EN

The environmental indicator describes the total quantities of sold products and individual PPP groups (fungicides, herbicides, insecticides) and the shares of PPP sales for the period 1992-2019 in Slovenia. FFS consumption per hectare of arable land (fields, gardens and permanent plantations) is also calculated for Slovenia.

Objavljeno v (Published in)

ARSO; Kazalci okolja v Sloveniji; 2021; Avtorji/Authors: Leskovšek Robert, Simončič Andrej;

Šifra

G.06. - Varovanje okolja in trajnostni razvoj

COBISS ID
101948675

Leto
2021

Tipologija (Tipology)
1.18 - Strokovni sestavek v slovarju, enciklopediji ali leksikonu (Professi

Naslov (Title) SLO

14. slovensko posvetovanje o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Maribor, 5. - 6. marec 2019

Naslov (Title) EN

14th Slovenian conference on plant protection, Maribor, Slovenia, March 5th-6th, 2019

Opis (Description) SLO

V kmetijski oddaji Ljudje in zemlja je reportaža iz 14. posveta Društva za varstvo rastlin, ki je potekal v Mariboru. Intervjujanec prof.dr. Mario Lešnik v prispevku poudari pomen raziskav s področja zatiranja škodljivih organizmov ob vse manjšem številu razpoložljivih fitofarmacevtskih sredstev.

Opis (Description) EN

The agricultural show People and the Earth features a report from the 14th symposium of the Plant Protection Society of Slovenia, which took place in Maribor. In the contribution from the symposium, the interviewee prof. Mario Lešnik, emphasizes the importance of research in the field of pest management in the view of the decreasing number of available plant protection products.

Objavljeno v (Published in)

2019; Avtorji/Authors: Lešnik Mario, Trdan Stanislav, Suhadolc Marjetka, Miklavc Marjeta, Zagorac Nenad, Cojzer Mateja;

Šifra

COBISS ID
9190009

Leto
2019

Tipologija (Tipology)
3.11 - Radijski ali TV dogodek (Radio or Television Event)

9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine

V teku projekta smo odgovorili tudi na več novinarskih vprašanj, ki so se nanašala predvsem na porabo glifosata in seznanjanjem javnosti z izsledki projekta.

10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine

10.1. Pomen za razvoj znanosti

SLO

Naraščajoče povpraševanju po hrani in hkrati strožje okoljske zahteve postavljajo pred kmetijsko pridelavo velik izziv kako povečati proizvodnjo in kakovost hrane, hkrati pa zmanjšati škodljive vplive na okolje. Zmanjšanje odvisnosti od kemičnih fitofarmacevtskih sredstev, med njimi tudi herbicidov, predstavlja pomemben cilj skupne kmetijske politike Evropske unije (EU) in je hkrati ena od prioritet razvoja znanosti in stroke. Ob ukinjanju številnih herbicidov je v okviru izvedenega projekta osnovni prispevek k znanosti predvsem pri razvoju in preizkušanju alternativnih nekemičnih strategij in orodij za uravnavanje plevelne populacije v različnih pridelovalnih sistemih, z upoštevanjem osnovnih načel Integriranega varstva rastlin. Naši rezultati nudijo slovenskim raziskovalcem s področja pridelave kmetijskih rastlin ter kmetijskim svetovalcem novo znanje o tehnologiji uravnavanja plevela, ki je usmerjena predvsem v zmanjševanje tveganja zaradi rabe fitofarmacevtskih sredstev tako za okolje, nečiljne organizme kot tudi za ljudi. Naša raziskava je pokazala, da je uvajanje Integriranega uravnavanja plevelne vegetacije kompleksen proces, ki mora poleg ustreznega načina prenosa znanja upoštevati tako možnost kakor tudi sposobnost sprememb pri izvajanju obstoječih praks zatiranja plevela. Rezultati preučevanja ovir pri izvajanju integriranega uravnavanja plevelne vegetacije nakazujejo potrebo po interdisciplinarnih raziskavah in vključitvi sociološke znanosti, ki bo preučila različne vidike in obnašanja kmetovalcev pri prevzemu bolj trajnostnih okoljskih praks zatiranja plevela. Slovenija ima zelo omejeno bazo podatkov o porabi herbicidov, zato so rezultati ankete o porabi glifosata v kmetijstvu in odzivu pridelovalcev na morebitno prepoved le-tega velik bistvenega pomena za sprejemanje odločitev o nadaljnji usodi rabe glifosata v kmetijstvu. Rezultati ekonomske učinkovitosti so zapolnili analitično vrzel ekonomskega vrednotenja alternativnih in nekemičnih metod varstva rastlin in hkrati prispevali k povečanju analitične vrednosti modelnih kalkulacij KIS za nekatere poljščine in zelenjadnice. Izvirni pristop k ekonomski analizi bo omogočil uporabo te metodologije tudi v primeru preučevanja drugih alternativnih strategij varstva rastlin. Projekt je pomemben za razvoj slovenske agroživilske, agroekonomske, okoljske in biološke znanosti. V projektu je sodelovalo več mlajših raziskovalcev, ki so na ta način dobili priložnost nadgrajevanja svojega znanja in s tem večje konkurenčnosti tako v domačem kakor mednarodnem znanstvenem okolju. Večina strokovnih in znanstvenih izsledkov je bilo objavljenih v strokovni in znanstveni literaturi in predstavljenih na vidnejših domačih znanstvenih in strokovnih simpozijih (Društvo za varstvo rastlin, Novi izzivi v agronomiji), kar ima neposreden vpliv na razvoj slovenske znanosti in stroke s področja aplikativne agronomije.

ANG

Rising food demand and stricter environmental requirements pose a major challenge to agricultural production to increase food production and quality while reducing adverse environmental impacts. Reducing dependence on chemical plant protection products, including herbicides, is an important goal of the common agricultural policy of the European Union (EU) and one of the key research priorities. The announced phase out of several herbicides, the basic contribution to science is mainly in the development and validation of alternative non-chemical strategies and tools for weed management in various production systems, taking into account the basic principles of Integrated pest and weed management. Our results offer Slovenian researchers in the field of crop production and weed management as well as agricultural consultants new knowledge about weed control technology, which is aimed primarily at reducing the risk of using plant protection products for the environment, non-target organisms and humans. Our research has shown that the introduction of Integrated weed management strategies is a complex process that, must take into account both the possibility and the ability to make changes in the implementation of existing weed control practices. The results of the study investigating barriers to the implementation of Integrated weed management suggest the need for interdisciplinary research and the involvement of sociological science that will examine farmers behavior in adopting more sustainable environmental weed control practices. Slovenia has a very limited data on the use of herbicides, so the results of the glyphosate consumption in agriculture and the response of growers to a possible ban are of great importance for making decisions on the future fate of the glyphosate in Slovenia. The results of economic efficiency filled the analytical gap of economic evaluation of alternative and non-chemical methods of plant protection and at the same time contributed to the increase of the analytical value of model calculations at the Agricultural institute of Slovenia for some crops and vegetables. An original approach to economic analysis will allow the application of this methodology also for other studies involving alternative plant protection methods. The project is important for the development of Slovenian agri-food, agroeconomic, environmental and biological science. The project involved several early career researchers and experts, who were given the opportunity to upgrade their knowledge and increase their competitiveness in both domestic and international scientific environment. Most of the professional and scientific results were published in professional and scientific literature and presented at various scientific and expert domestic meetings which has a direct impact on the development of Slovenian science and profession in applied agronomy.

10.2. Pomen za razvoj Slovenije

SLO

Škodljivi organizmi, med njimi tudi pleveli, v veliki meri vplivajo na količino in kakovost pridelka, zato predstavljajo ukrepi uravnavanja plevelne populacije enega izmed najpogostejših tehnoloških ukrepov pri večini gojenih rastlin. Hkrati sta zmanjšanje rabe fitofarmacevtskih sredstev in povečanje samooskrbe v poljedelstvu in zelenjadarstvu pomembna cilja slovenske kmetijske politike. Prehranska varnost in stopnja samooskrbe s hrano je za Slovenijo in njeno politiko izjemno pomembna, saj je naša država na področju pridelave poljščin in vrtnin močno odvisna od uvoza. Rezultati izvedenega projekta imajo največji vpliv prav na gospodarstvo oziroma naše pridelovalce, saj so ukrepi varstva rastlin pomemben dejavnik pri ekonomiki pridelave, konkurenčni pridelovalci pa pogoj za vzdrževanje in razvoj slovenskega kmetijstva. Ob vse manjšem naboru ustreznih herbicidov in morebitni prepovedi uporabe glifosata v prihodnosti, trenutno ni na voljo dovolj učinkovitih, ekonomsko sprejemljivih in tehnično izvedljivih nekemičnih metod obvladovanja plevelov, ki bi lahko zadovoljivo nadomestile uporabo sintetičnih herbicidov. V tem pogledu je projekt pomembno prispeval k razvoju kmetijstva v Sloveniji, saj je vpeljal in izboljšal strategije in postopke uravnavanja plevela, ki bodo doprinesli k

zmanjšanje odvisnosti kmetijske pridelave od uporabe sintetičnih herbicidov, so okoljsko bolj sprejemljivi in hkrati omogočajo konkurenčnejšo pridelavo. S takim načinom obvladovanja plevelov in z ustreznim informiranjem javnosti se bo okrepilo zaupanje potrošnikov v kakovost in varnost v Sloveniji pridelane hrane. Ohranjanje delovnih mest na kmetijah pa pomeni tudi skladen regionalen razvoj in poseljenost podeželja, kar je prav tako eden izmed pomembnih ciljev v različnih področnih strategij razvoja Slovenije. Z razvojem omenjenih metod smo poskušali odgovoriti tudi na enega od velikih izzivov, ki se kažejo v nižji konkurenčnosti našega kmetijstva, to je manjšega števila aktivnih snovi, s katerimi lahko slovenski pridelovalci v primerjavi s tujimi učinkovito uravnavajo plevelno populacijo. Uvajanje alternativnih in nekemičnih metod zatiranja plevela tudi neposredno preprečuje morebitni pojav odpornosti na najpogostejše uporabljene aktivne snovi pri nas, kar lahko posledično pomeni tudi precejšen negativen ekonomski vpliv za pridelovalce. S pojavom odpornosti se zaradi povečanih izgub, kakor tudi slabše kakovosti pridelka občutno povečajo stroški zatiranja plevela. Ob pojavu odpornosti prihaja do povečane uporabe alternativnih pripravkov in vpliva na večjo obremenitev okolja in neciljnih organizmov. Nakazujejo se tudi drugi posredni gospodarski učinki, saj je bil izkazan interes slovenskega podjetja za sodelovanje pri razvoju in izdelavi kmetijske mehanizacije za mehansko zatiranje plevela. Z vlaganji in razvojem bodo naši proizvajalci kmetijske mehanizacije postali konkurenčnejši vodilnim podjetjem v tej panogi, kar bo vplivalo na povečano zaupanje v domače gospodarstvo in s tem povpraševanje po slovenskih kmetijskih strojih. Preskušanje v lokalnih razmerah in učinkovito vpeljevanje splošnih načel Integriranega varstva pred pleveli ter še posebej nekemičnih metod uravnavanja plevela bo doprineslo k razvoju za družbo in okolje izjemno pomembnih tehnoloških procesov kmetijske proizvodnje, ki zagotavljajo dolgoročno, varno in kakovostno pridelavo hrane, izboljšujejo življenjski standard pridelovalcev in vplivajo na večjo gospodarsko rast države.

ANG

Pests, including weeds, greatly affect the quantity and quality of the crop, therefore weed controlling weeds are one of the most important management measures in most cultivated plants. At the same time, reducing the use of plant protection products and increasing self-sufficiency in arable and vegetable production are important goals of Slovenian agricultural policy. Food security and the level of self-sufficiency in food is extremely important for Slovenia and its agricultural policy, since the country is heavily dependent on the import of agricultural goods. The results of the implemented project have the greatest impact on the farmers economy, as plant protection measures are an important management factor that significantly affects the overall economic result of agricultural production and enables further development of this sector. In the situation of decreasing number of approved herbicides and a possible ban on glyphosate use in the future, there are currently not enough effective, economically acceptable and technically feasible non-chemical weed control methods that can satisfactorily replace the use of synthetic herbicides. In this respect, the project significantly contributed to the development of agriculture in Slovenia, as it had introduced weed control strategies and tools that will reduce the dependence of agricultural production on the use of synthetic herbicide and enable more environmentally friendly and competitive agricultural production. Alternative methods of weed control with reduced environmental impact will strengthen consumer confidence in the quality and safety of food produced in Slovenia. Maintaining jobs on farms also means more balanced regional development, which is also one of the important goals in various development strategies of Slovenia. Along with the development of alternative weed management strategies and tools, we also tried to respond to one of the major challenges in our agriculture. Compared to neighbouring countries smaller number of herbicide active substances is available to Slovenian farmers for effective weed management reducing the competitiveness of our agricultural production. The introduction of alternative non-chemical methods of weed control also directly prevents development of herbicide resistance which can result in a significant negative economic impact for the growers. Furthermore, with the emergence of herbicide resistance, farmers often use more herbicides or simply shift to alternative chemicals which has negative impact on both the environment and non-target organisms. Other indirect economic effects could also be generated from the project since one of Slovenian company expressed interest to develop machine for mechanical weed control. With investments from national companies agricultural machinery sector will become more competitive with the leading companies in this industry, which will increase confidence in the domestic companies and thus increased demand for Slovenian agricultural machinery. Testing in local conditions will contribute to the effective implementation of general principles of Integrated pest management and especially non-chemical methods of weed management that ensure long-term, safe and quality food production, improve living standards and increase the country's economic growth.

11. Vpetost raziskovalnih rezultatov projektne skupine

11.1. Vpetost raziskave v domače okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- ☒ v domačih znanstvenih krogih ☒ pri domačih uporabnikih

Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?

- Kmetijska svetovalna služba (usposabljanja in predavanja)
- Različni organizatorji posvetov (interes za predstavitve in predavanja)
- Dušan Klemenčič, kmetovalec iz okolice Komende, interes za vpeljavo mehanskih ukrepov zatiranja na KG
- Slovenske železnice, ki ob prepovedi uporabe glifosata iščejo alternativne nekemijske metode za zatiranje plevelov na njihovi infrastrukturi
- Kmetijska podjetja in kmetijska gospodarstva, ki bi rada zmanjšala porabo herbicidov (Žipo Lenart)

11.2. Vpetost raziskave v tuje okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- ☒ v mednarodnih znanstvenih krogih ☐ pri mednarodnih uporabnikih

Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujimi raziskovalnimi institucijami:

1. Sodelovanje v projektnem konzorciju (Aarhus University, FIBL, INRA, Rothamsted research, WUR).
2. Bilateralno sodelovanje z ZDA- University of Wisconsin-Madison .
3. INRA in ostale organizacije v mreži ENDURE.

Kateri so rezultati tovrstnega sodelovanja:

1. Znanje in reference iz področja Integriranega uravnavanja plevelne vegetacije in nekemičnega zatiranja plevelov so bile prepoznane tudi v širšem evropskem prostoru, saj smo dobili vabilo za sodelovanje v projektnem konzorciju, ki je oddal prijavo na razpis HORIZON-CL6-2022-FARM2FORK: Agroecological approaches for sustainable weed management.
2. Aktivnosti in objave iz CRP projekta so vplivale na pozitiven izkazan odziv na interes in kasneje uspešno prijavo skupaj s partnerjem iz Univerze v Wisconsin-Madison na bilateralnem sodelovanju
3. Uspešno sodelovanje s partnerji v ENDURE mreži in skupna objava poročila o glifosatu : <https://edepot.wur.nl/522852>

12. Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

Cilj

F.01 Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin

Cilj

Zastavljen cilj ☒ DA ☐ NE

Rezultat Dosežen

Uporaba rezultatov Delno

F.02 Pridobitev novih znanstvenih spoznanj

Zastavljen cilj ☒ DA ☐ NE

Rezultat Dosežen

Uporaba rezultatov Delno

F.03 Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja

Zastavljen cilj ☒ DA ☐ NE

Rezultat Dosežen

Uporaba rezultatov V celoti

F.04 Dvig tehnološke ravni

Zastavljen cilj ☒ DA ☐ NE

Rezultat Dosežen

Uporaba rezultatov Delno

F.05 Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat Ni dosežen

Uporaba rezultatov Ni uporabljen

F.06 Razvoj novega izdelka

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat Ni dosežen

Uporaba rezultatov Ni uporabljen

F.07 Izboljšanje obstoječega izdelka

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat Ni dosežen

Uporaba rezultatov Ni uporabljen

F.08 Razvoj in izdelava prototipa

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat Ni dosežen

Uporaba rezultatov Ni uporabljen

F.09 Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije

Zastavljen cilj ☒ DA ☐ NE

Rezultat Dosežen

Uporaba rezultatov Delno

F.10 Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije

Cilj

Zastavljen cilj ☒ DA ☐ NE

Rezultat Dosežen

Uporaba rezultatov Delno

F.11 Razvoj nove storitve

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat Ni dosežen

Uporaba rezultatov Ni uporabljen

F.12 Izboljšanje obstoječe storitve

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat Ni dosežen

Uporaba rezultatov Ni uporabljen

F.13 Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov

Zastavljen cilj ☒ DA ☐ NE

Rezultat Dosežen

Uporaba rezultatov Delno

F.14 Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat Ni dosežen

Uporaba rezultatov Ni uporabljen

F.15 Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat Ni dosežen

Uporaba rezultatov Ni uporabljen

F.16 Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat Ni dosežen

Uporaba rezultatov Ni uporabljen

F.17 Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso

Zastavljen cilj ☒ DA ☐ NE

Rezultat Dosežen

Uporaba rezultatov Delno

F.18 Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi,

Zastavljen cilj ☒ DA ☐ NE

Rezultat Dosežen

Uporaba rezultatov Delno

F.19 Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")

Cilj

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.20 Ustanovitev novega podjetja ("spin off")

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.21 Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.22 Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.23 Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.24 Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev

Zastavljen cilj ☒ DA ☐ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.25 Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.26 Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.27 Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine

Zastavljen cilj ☒ DA ☐ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.28 Priprava/organizacija razstave

Cilj	
Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
Rezultat	Ni dosežen
Uporaba rezultatov	Ni uporabljen
F.29 Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
Rezultat	Ni dosežen
Uporaba rezultatov	Ni uporabljen
F.30 Strokovna ocena stanja	
Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
Rezultat	Ni dosežen
Uporaba rezultatov	Ni uporabljen
F.31 Razvoj standardov	
Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
Rezultat	Ni dosežen
Uporaba rezultatov	Ni uporabljen
F.32 Mednarodni patent	
Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
Rezultat	Ni dosežen
Uporaba rezultatov	Ni uporabljen
F.33 Patent v Sloveniji	
Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
Rezultat	Ni dosežen
Uporaba rezultatov	Ni uporabljen
F.34 Svetovalna dejavnost	
Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
Rezultat	Dosežen
Uporaba rezultatov	Delno
F.35 Drugo	
Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
Rezultat	Ni dosežen
Uporaba rezultatov	Ni uporabljen
Komentar	

13. Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

Vpliv	
G.01.	Razvoj visokošolskega izobraževanja
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja
☐ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☒ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv	

	Vpliv	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	☐ Ni vpliva ☒ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.01.03.	Drugo	☐ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.02.	Gospodarski razvoj	
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	☐ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☒ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	☐ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☒ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	☐ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☒ Velik vpliv
G.02.07.	Večji delež izvoza	☐ Ni vpliva ☒ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.02.08.	Povečanje dobička	☐ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☒ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.02.09.	Nova delovna mesta	☐ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☒ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	☐ Ni vpliva ☒ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.02.11.	Nov investicijski zagon	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.02.12.	Drugo	☐ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.03.	Tehnološki razvoj	
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	☐ Ni vpliva ☒ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	☐ Ni vpliva ☒ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.03.04.	Drugo	☐ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.04.	Družbeni razvoj	
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	☐ Ni vpliva ☒ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.04.06.	Drugo	☐ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete	☐ Ni vpliva ☒ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj	☐ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☒ Velik vpliv
G.07.	Razvoj družbene infrastrukture	
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.07.02.	Prometna infrastruktura	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.07.03.	Energetska infrastruktura	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.07.04.	Drugo	☐ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva	☐ Ni vpliva ☒ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.09.	Drugo	☐ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv

Komentar

14. Naslov spletne strani za projekte, odobrene na podlagi Javnih razpisov za sofinanciranje ciljnih raziskovalnih projektov za leta 2017, 2018 in 2019

https://www.kis.si/Projekti_1/

C. Izjave



Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni;
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS;
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki (v primeru, da poročilo ne bo oddano z digitalnima podpisoma);
- so z vsebino poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta;
- bomo sofinancerjem istočasno z zaključnim poročilom predložili tudi elaborat, ki ga bomo posredovali v digitalni obliki ali po pošti, skladno z zahtevami sofinancerjev.

☒ Potrjujemo zgoraj navedene izjave.

Podpisa:

Zastopnik oz. pooblaščen oseba

in

Vodja programa/projekta

Andrej Simončič

Digitalno podpisano

Robert Leskovšek

Digitalno podpisano

Žig

Datum: 8. 07. 2022

Oznaka obrazca: 25po-ownd-hql9-3fsa-z7zo-h72d-d

ZAKLJUČNO POROČILO O IZVEDBI CILJNEGA RAZISKOVALNEGA PROGRAMA PREUČITEV IN PREDLOG IZBORA NAJPRIMERNEJŠIH NEKEMIČNIH METOD ZATIRANJA PLEVELA KOT NADOMESTILO ZA UPORABO GLIFOSATA IN DRUGIH HERBICIDOV ZA SLOVENSKE RAZMERE (V4-1801)

Naročnika: Republika Slovenija, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano

Republika Slovenija, Javna agencija za raziskovalno dejavnost

Trajanje projekta: 1.11.2018 do 30.4.2021

Izvajalci: Kmetijski inštitut Slovenije

UL, Biotehniška fakulteta

UM, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede

Odgovorni nosilec: dr. Robert LESKOVŠEK, univ. dipl. inž. kmet.

Sodelavci: dr. Robert Leskovšek, Anže Rovanšek, Sergeja Adamič, Barbara Zagorc, Ana Hiti, Jure Brečko, dr. Rajko Bernik, dr. Filip Vučajnk, dr. Mario Lešnik, Andrej Paušič, Marjan Sirk, Biserka Donik Purgaj

Ljubljana, maj 2021

Vsebina

Daljši izvleček	1
Extended abstract	10
UVOD	19
Izhodišča ter opredelitev problema	19
Cilji projekta	20
VSEBINA PROJEKTA PO DELOVNIH SKLOPIH	21
Pregled trenutnega stanja uporabe herbicidov in uporabe nekemičnih ukrepov zatiranja plevla v Sloveniji	22
Preučitev posledic potencialne posledice prepovedi uporabe glifosata na uravnavanje plevelne populacije v Sloveniji	111
Možnosti nekemičnega zatiranja plevla v poljedelstvu in vrtnarstvu in preizkus izbranih alternativnih metod	128
Možnosti nekemičnega zatiranja plevla v sadjarstvu in preizkus izbranih alternativnih metod	181
Možnosti nekemičnega zatiranja plevla v vinogradništvu in preizkus izbranih alternativnih metod	194
Ekonomska učinkovitost izbranih alternativnih metod nekemičnega zatiranja plevla	217
GLAVNI ZAKLJUČKI PROJEKTA IN PRIPOROČILA NAROČNIKU	241

Daljši izveček

Preučevanje nekemičnih ukrepov uravnavanja plevelne vegetacije predstavlja v vseh kmetijsko razvitih državah že vrsto let eno izmed področij, ki mu posvečajo največ pozornosti. Čeprav imamo v splošnem na voljo precej kemičnih in nekemičnih ukrepov za zatiranje plevelov, je njihova uporaba v nekaterih primerih omejena ali pa ekonomsko neupravičena. Pri kemičnih metodah zatiranja smo pri nekaterih kmetijskih rastlinah po eni strani omejeni s številom registriranih pripravkov, po drugi strani pa je kmetijskim pridelovalcem v zadnjem času, zaradi vse strožjih zahtev na področju registracij, na voljo vse manj učinkovitih pripravkov. Tudi uporaba glifosata je zaradi močne javne pobude v prihodnosti pod velikim vprašajem. Eden izmed ciljev nacionalnega akcijskega programa za doseganje trajnostne rabe FFS za obdobje 2012-2022 je spodbujanje kmetijskih praks z zmanjšano porabo FFS. Tako se v zadnjem obdobju uporaba herbicidov vse bolj nadomešča z nekemijski postopki, metodami in strategijami zatiranja plevela, ki so prilagojeni našim ravnim razmeram in pred uvajanjem potrebujejo svojo potrditev tudi v praksi.

Osnovni cilj projekta, ki smo ga izvajali v okviru 7 delovnih sklopov (DS), je bil priprava nabora nekemičnih ukrepov za uravnavanje plevelne vegetacije in njihovo preizkušanje v realnih pridelovalnih pogojih, s ciljem razvoja bolj trajnostnega kmetijstva v Sloveniji. V projektu smo v prvi fazi poskušali ugotoviti trenutno stanje porabe glifosata in drugih herbicidov ter oceniti obstoječ položaj pri izvajanju tehnologije zatiranja plevela v treh pridelovalnih sistemih (poljedelstvo-vrtnarstvo, vinogradništvo in sadjarstvo). Na podlagi trenutne ocene stanja je bil izdelan scenarij ob potencialni prepovedi uporabe glifosata ter opravljen pregled možnosti nekemičnega zatiranja plevela. Izbrane nekemične metode smo preizkusili v realnih pridelovalnih pogojih in jih ekonomsko ovrednotili. Pridobljene rezultate bo mogoče posredno in neposredno prenašati v prakso preko demonstracijskih poskusov in ukrepov kmetijske politike, posledično pa se bo izboljšalo tehnološko, okoljsko in ekonomsko poslovanje kmetijskih gospodarstev.

V okviru DS1 sta bila opravljena pregled in analiza nekemičnih ukrepov, metod in strategij, ki so na voljo v svetu, s ciljem ugotavljanja njihove učinkovitosti in primernosti za slovenske pridelovalne razmere. Pri tem izboru smo poskušali zajeti tako znanstveno, kakor tudi strokovno literaturo, ter rezultate lastnega preizkušanja nekemičnih metod, ki jih izvajamo na posameznih partnerskih inštitucijah. Pregled stanja prodaje herbicidov je pokazal, da predstavlja povprečna prodaja herbicidov, v obdobju zadnjih desetih let, 23 % delež prodaje vseh FFS (fungicidi, insekticidi in herbicidi). Prodaja organofosfornih herbicidov, katerih glavnino zastopajo herbicidi, ki vsebujejo aktivno snov (a. s.) glifosat, pa v zadnjih letih predstavlja več kot tretjino celotne prodaje herbicidov. Drugo največjo skupino prodajanih herbicidov sestavljajo herbicidi na osnovi amidov in anilidov pri katerih je, v obdobju po letu 2014, opazen trend zmanjševanja prodanih količin. Nasprotno pa je v tem obdobju opazen trend povečevanja prodaje herbicidov na osnovi dinitroanilinovih derivatov in po letu 2018 tudi herbicidov na osnovi derivatov sečnine. Pregled literature nekemičnih ukrepov v poljedelstvu in vrtnarstvu je pokazal, da je na voljo širok

izbor tako neposrednih, kakor tudi preventivnih in v manjši meri fizikalnih metod zatiranja plevla. Čeprav se pogosto poudarja pomen ustreznega kolobarja kot enega najbolj učinkovitih preventivnih ukrepov pri zmanjševanju vznika in zapleveljenosti, se v zadnjem času tudi v Sloveniji v vse večjem obsegu pojavljajo precejšnje poenostavitve le-tega in povečujejo pritisk na uporabo neposrednih metod zatiranja plevla. Izpostaviti velja tudi pomen obdelave in drugih tehnoloških in gojitvenih metod za povečanje tekmovalne sposobnosti gojenih rastlin. V naših pridelovalnih razmerah je smiselno največ pozornosti nameniti preučevanju neposrednih mehanskih ukrepov kot so okopavanje in česanje, ki so bili izbrani tudi za preverjanje njihove učinkovitosti v DS3. V poskusu z izbranimi zelenjadnicami je bilo preizkušeno ožiganje, kot strategija primerna za ekološko pridelavo. Izvedena je bila ocena obstoječih praks zatiranja plevelov v vinogradih po Sloveniji, kjer smo ugotovili, da obstajajo v različnih pridelovalnih rajonih Slovenije precejšnje razlike v tehnologiji uravnavanja plevla in uporabe glifosata. V vzhodni in južni Sloveniji, kjer je precej vinogradov na strmini tereni se pridelovalcem zdi najboljši koncept uporaba herbicida 2 x letno, od tega enkrat glifosat in enkrat glifosat v kombinaciji z drugimi herbicidi, ki rešujejo težave s specifičnimi tolerantnimi plevli. V primorskih vinogradih pa so v zadnjem desetletju razvili sisteme na terasah s trajno zatavljenostjo ali pa sisteme z obdelavo tal, kjer se v obeh primerih uravnavanje vegetacije v medvrstnem prostoru kombinira z uporabo glifosata v vrsti. Pregled literature v sadjarstvu in vinogradništvu je pokazal, da je za naše razmere najbolj primerna uporaba sodobnih mulčerjev in v manjši meri tudi prekopalnikov. Hkrati je potrebno ustrezno razvijati novejšie sisteme negovane ledine, ki bodo povečali ekološko učinkovitost v vinogradih in sadovnjakih. Eden od takšnih pristopov je sistem negovane ledine v sadovnjakih z nizko podrastjo, ki je bil preučevan tudi v DS4. Ob morebitni prepovedi uporabe glifosata se v začetni fazi, brez ustrezne finančne in investicijske podpore, obseg izvajanja alternativnih nekemičnih metod zatiranja plevla ne bo bistveno spremenil. Še posebej to velja za vinogradnike in sadjarje, kjer je upravljanje z vegetacijo bolj intenzivno in bi prepoved uporabe glifosata povzročila precej višje stroške zatiranja plevla.

Zaradi širokega spektra uporabe in dobrega sistemičnega delovanja, tako na večino enoletnih plevelov kakor tudi trajnih plevelov, predstavlja uporaba glifosata redno prakso uravnavanja plevelne vegetacije v različnih vrstah kultur in pridelovalnih sistemov v Sloveniji. V okviru delovnega sklopa 2 smo na podlagi uradnih podatkov o skupni prodaji in rabi glifosata v Sloveniji ocenili porabo glifosata znotraj posameznega pridelovalnega sistema v kmetijstvu. Med prodajnimi količinami glifosata v posameznih letih obstajajo precejšnja nihanja, ki so poleg z ostalimi dejavniki precej povezana z vremenskimi razmerami, ki vplivajo na potrebo po uravnavanju plevelne vegetacije. Povprečna količina prodanega glifosata na leto v Sloveniji v obdobju med leti 2007 in 2019 tako znaša približno 81 t aktivne snovi. Glede na količino prodanega glifosata, v primerjavi s celotno prodajno količino herbicidov, se delež le-tega v zadnjih letih nekoliko povečuje. Tako je delež prodaje glifosata v letu 2019 znašal 42 % celotne količine prodanih herbicidov. Iz podrobnejše analize volumenske prodaje glifosata v Sloveniji lahko predvidevamo, da je velik del vseh prodanih količin glifosata namenjen nekmetijski

uporabi, saj je povprečno okoli 60 % vseh količin glifosata prodanih v embalaži velikosti 1 L in manj. Ker imamo po uradnih evidencah v Sloveniji od skupne prodajne količine glifosata evidentirane le 18 % prodanih količin, smo podatke o porabi glifosata v kmetijstvu dodatno ocenili tudi s pomočjo posebej zasnovanih anket za poljedelsko-vrtnarsko, sadjarsko in vinogradniško proizvodnjo. Podatki pridobljeni iz anketnega vzorca 150 kmetijskih gospodarstev nakazujejo, da je poraba glifosata v slovenskem kmetijstvu bistveno večja od uradnih podatkov Statističnega urada RS. Tako smo na sadjarsko usmerjenih kmetijah ugotovili približno 20 % večjo porabo glifosata, na vinogradniških kmetijah pa kar 70 % večjo porabo glifosata od uradnih podatkov. Porabo glifosata v poljedelstvu in vrtnarstvu zaradi majhnega anketnega vzorca ni bilo mogoče izračunati na način primerljiv s sadjarsko in vinogradniško proizvodnjo, po naši oceni pa je ta 100% večja od uradnih podatkov in znaša približno 8,8 t. Z namenom ugotavljanja odziva kmetovalcev na morebitno prepoved uporabe glifosata in uvajanje alternativnih metod zatiranja plevla smo analizirali tudi sociološki vidik pri uporabi metod integriranega varstva pred pleveli (IVP). Analiza literature je pokazala, da je uvajanje alternativnih nekemičnih metod zatiranja plevla precej kompleksen proces, ki mora poleg ustreznega načina prenosa znanja upoštevati tako možnost kakor tudi sposobnost sprememb pri izvajanju obstoječih praks zatiranja plevla. Izkušnje iz tujine so pokazale, da je poleg drugih socioloških vplivov ter značilnosti posameznika, uspeh pri uvajanju alternativnih nekemičnih metod zatiranja plevla, posebej odvisen od značilnosti kmetijskega gospodarstva in izvedljivost ter ekonomska vzdržnost alternativnih metod zatiranja plevla. V kolikor bi prišlo do morebitne prepovedi glifosata v Sloveniji bi le-ta najbolj vplivala na tehnologijo zatiranja plevla na večjih posestvih, saj smo pri vseh treh tipih proizvodne usmeritve (poljedelstvo-vrtnarstvo, sadjarstvo in vinogradništvo) z naraščanjem velikosti posestva ugotovili tudi večji delež uporabnikov glifosata. Večina kmetijskih pridelovalcev, ki uporabljajo glifosat je mnenja, da bi jim prepoved glifosata povišala stroške pridelave, zmanjšala pridelek in povečala zapleveljenost in bi v primeru prepovedi uporabe glifosata najverjetneje uporabili alternativne kemične rešitve. Odziv kmetovalcev nakazuje, da bi bilo potrebno nameniti več pozornosti spodbujanju strategij in metod z manjšo rabo herbicidov, ki se dopolnjujejo z mehanskimi metodami, ne glede na pridelovalni sistem. Pri trenutnem stanju na slovenskih kmetijah se bo brez dodatnega finančnega nadomestila večina alternativnih metod zatiranja plevla, ki ne vključujejo rabe herbicidov težko uveljavila v večjem obsegu. Ekonomska analiza je namreč pokazala, da so le-te v večini ekonomsko manj vzdržne in zahtevajo bolj izkušene uporabnike.

Na podlagi izsledkov pridobljenih iz splošnega pregleda nabora nekemičnih ukrepov uravnavanja plevelne vegetacije smo na Kmetijskem inštitutu in Biotehniški fakulteti izvedli več poljskih poskusov v poljedelski in vrtnarski proizvodnji, z različnimi strategijami nekemičnega zatiranja plevelov in jih primerjali s konvencionalnimi in kemičnimi metodami. Preizkušane strategije so vsebovale izključno mehanske postopke, mehanske postopke v kombinaciji z zmanjšanimi odmerki herbicidov in alternativno nekemično metodo zatiranja plevelov z uporabo ognja.

Pri preizkušanju alternativnih strategij v posevku ječmena smo ugotovili, da sta standardna jesenska uporaba herbicida (S2) ali spomladanska uporaba herbicida (S1) najučinkovitejši pri zatiranju plevela. Kot malo slabši, vendar primerljivo učinkovit postopek pa se je izkazala tudi metoda slepe setve v kombinaciji z uporabo zmanjšanega (60 %) odmerka herbicida in uporabe česala spomladi (S4). Rezultati pridelkov so pokazali, da sta bila zapleveljenost v obdobju prezimitev in pridelek zrnja ozimnega ječmena med seboj tesno povezana. Pridelek suhega zrnja je bil največji v strategijah S2 (6,1 t/ha) s standardno aplikacijo herbicida jeseni in strategiji S4 s slepo setvijo in zmanjšanim odmerkom herbicida (6,1 t/ha). V strategiji s standardno aplikacijo herbicida spomladi smo dosegli pridelek 5,6 t/ha, najmanjši pridelek (5,0 t/ha) pa smo dosegli v strategiji s spomladanskim česanjem in zmanjšanim odmerkom herbicida spomladi (S3).

Preizkušanja alternativnih strategij uravnavanja plevelne vegetacije v koruzi so pokazala močan vpliv zapleveljenosti posevka na pridelek. Najboljše rezultate tako učinkovitosti na plevelno vegetacijo kot tudi velikostjo pridelka, smo v sezonah 2019 in 2020 dosegli s standardno strategijo uporabe herbicida po vzniku (S1). Tako smo v sezoni 2019 pri standardni strategiji z uporabo polnega odmerka herbicida dosegli najmanjše število plevelov (11 m^2) s pokrovnostjo 4 %, ki pa so bili bolj razviti kot pri strategiji S2 z zmanjšanim odmerkom in dopolnilno obdelavo s prstastim okopalnikom, kjer je bilo število plevelov precej večje ($43/\text{m}^2$), vendar so bili ti v začetni razvojni fazi in je bila njihova pokrovnost (2 %) ter biomasa ($12,7 \text{ g/m}^2$) zelo majhna. Strategija škropljenja v vrsti z okopavanjem, kjer je plevelna biomasa znašala 52 g/m^2 in pokrovnost 9 % se je izkazala za manj učinkovito. Najvišja suha plevelna biomasa (171 g/m^2) in pokrovnost (34 %) je bila izmerjena pri obravnavanju z izključno mehansko strategijo uravnavanja plevelne vegetacije (S4). Najvišji pridelek v 2019 (11,0 t/ha) je bil dosežen z standardno metodo uporabe herbicida (S1). Nekoliko nižji pridelki so bili doseženi pri strategijah z zmanjšanimi odmerki (10,4 t/ha) in škropljenjem v vrsti (10,5 t/ha), v kombinaciji z mehanskimi postopki. Kot posledica močnejše zapleveljenosti pri mehanski strategiji (S4), je bil pridelek najnižji (8,4 t/ha). Ocena zapleveljenosti je bila izvedena konec avgusta. V 2020 smo najboljšo učinkovitost uravnavanja plevelne populacije dosegli s standardno uporabo herbicida po vzniku (S1), kjer smo v povprečju našli 4 plevelne rastline/ m^2 , s pokrovnostjo 1 %. Njihova suha biomasa je znašala 13 g/m^2 . Dobro učinkovitost smo dosegli tudi pri strategiji z izključno mehanskim, intenzivnim pristopom (S4), kjer je bilo povprečno število plevelov na kvadratni meter 14 in njihova pokrovnost 14 %. Suha biomasa plevela je pri tem obravnavanju znašala 49 g/m^2 . Malo slabšo, vendar vseeno zadovoljivo učinkovitost smo dosegli z uporabo herbicida v vrsti in dopolnilno mehansko obdelavo (S3) in uporabo zmanjšanega odmerka herbicida in dopolnilne obdelave s prstastim okopalnikom (S2). Največje število plevelov na kvadratni meter (72) s pokrovnostjo 88 % smo zabeležili pri kontroli, kjer plevelov nismo zatirali (S5). Suha plevelna biomasa je pri tem obravnavanju znašala 459 g/m^2 . Močna zapleveljenost lahko zelo zmanjša pridelek zrnja koruze, kar smo potrdili v strategiji S5, kjer je povprečni pridelek znašal zgolj 2,9 t/ha. Kot najboljši po pridelku sta se izkazali standardna strategija z uporabo herbicida po vzniku S1 in strategija škropljenja v vrsti z dopolnilno obdelavo, pri katerih je pridelek suhega zrnja znašal 17 t/ha. S 16,4 t/ha se je malo slabše izkazala strategija uporabe zmanjšanega

odmerka (S2). Pri izključno mehanski strategiji (S4) smo kljub majhni zapleveljenosti dosegli slabši pridelek 15,6 t/ha. Nižji pridelek kot v primerljivo zapleveljenih obravnavanjih je lahko posledica intenzivne obdelave, ki je na gojenih rastlinah povzročila nekaj poškodb. Močna zapleveljenost kontrolnih parcel, kjer plevela nismo zatirali pa je povzročila ogromen izpad pridelka. Ta je znašal zgolj 2,9 t/ha. V sezoni 2020 smo zasnovali dodaten poskus s primerjavo izključno mehanskih strategij uravnavanja plevelne vegetacije, kjer smo primerjali 2 orodji (česalo in prstasti okopalnik) za izvajanje ukrepov mehanskega varstva pred pleveli. Kot najbolj učinkovita mehanska metoda zatiranja plevela se je izkazalo dvakratno česanje posevka (M1). V tem obravnavanju smo povprečno našli 32 plevelnih rastlin na kvadratni meter s pokrovnostjo 62 %. Njihova suha biomasa je znašala 241 g/m². Okopavanjem s prstastim okopalnikom (M2) je dalo podobne rezultate števila plevelov (33/m²) in pokrovnost (68 %), vendar so bili pleveli bolj razviti in smo izmerili povprečno biomaso 400 g/m². V obravnavanju, kjer plevelov nismo zatirali (M3), pa je njihovo število na kvadratni meter znašalo 69 rastlin s pokrovnostjo 97 % in suho biomaso 710 g/m². Zapleveljenost je močno zmanjšala pridelek v strategiji M3 kjer plevela nismo zatirali. Ta je znašal 9,4 t/ha. Najboljši pridelek smo dosegli pri strategiji M2 z okopavanjem s prstastim okopalnikom (15,1 t/ha) in kljub manjši zapleveljenosti, manjšega pri strategiji M1 (14 t/ha), kar bi lahko bila posledica pozitivnega učinka rahljanja tal z okopalnikom, ki je pri uporabi česala manjši in je tudi bil izveden pri zgodnejših razvojnih fazah koruze.

V letu 2020 smo izvedli tudi poskus, kjer smo primerjali intenzivno predsetveno obdelavo tal v primerjavi z uporabo herbicida, ki vsebuje aktivno snov glifosat. Primerjali smo uporabo polnega (G1) in polovičnega (G2) odmerka herbicida glifosat ter intenzivno mehansko obdelavo tal v predsetveni pripravi (M). Najboljše rezultate smo dosegli z uporabo polnega odmerka herbicida (3 L/ha). V povprečju smo pri tej strategiji, 3 tedne po izvedbi ukrepov, našli 75 plevelnih rastlin na kvadratni meter s pokrovnostjo 1,2 %. Malo slabši, vendar primerljiv rezultat pa smo dosegli tudi s postopkom intenzivne mehanske obdelave (M), kjer je povprečno število plevelov znašalo 93/m² in njihova pokrovnost 2,7 %.

V rastni sezoni 2019 smo na Kmetijskem inštitutu Slovenije izvedli tudi poskus primerjave različnih strategij integriranega pristopa uravnavanja plevelne vegetacije v zelju. Obravnavanja so vključevala nezapleveljene parcele, postopek z neškropljeno kontrolo ter različne kombinacije zmanjšane rabe herbicida (herbicide samo v vrsti, herbicide samo pred vznikom) in okopavanja. Za najbolj učinkovit postopek se je izkazala uporaba herbicida pred vznikom in kasnejše okopavanje (97 %), ki je bil zelo primerljiv z dvakratno rabo herbicida pred in po vzniku (96 %). Največje tržne pridelke smo dosegli v obravnavanju z dvema aplikacijama herbicida (89,6 t/ha) ter na nezapleveljeni površini (89,2 t/ha). Pridelek pri uporabi talnega herbicida v kombinaciji z okopavanjem ni bil dosti nižji (84,5 t/ha). V primerjavi s škropljenjem po celotni površini, ki mu sledi okopavanje smo pri škropljenju samo v vrsti, kjer je poraba herbicidov manjša za 60 %, v kombinaciji z okopavanjem, izmerili 9 % izpad pridelka. Močna zapleveljenost kontrolnih parcelic, kjer plevela nismo zatirali pa je povzročila skoraj popoln propad pridelka. Ta je znašal zgolj 1 t/ha, same glave zelja pa niso bile primerne za trženje. Pri preizkušanju alternativne

metode zatiranja plevela z ožiganjem na Biotehniški fakulteti, ki je bilo izvedeno v sezonah 2019 in 2020, smo prišli do precej nizkih rezultatov učinkovitosti zatiranja plevelov v posevku korenja in čebule, kot tudi na obdelanih tleh in na gredici v primerjavi s standardno uporabo herbicidov. Vendar pa s to metodo ni mogoče dosegati tako visokih pridelkov kot jih dosežemo z uporabo talnih herbicidov. Tako smo v letu 2019 pri ožiganju dosegli za 57 % nižji pridelek korenja z nadzemnimi deli kot pri škropljenju. Vendar smo z ožiganjem dosegli višjo učinkovitost kot z okopavanjem in je bil pridelek korenja na gredicah z ožiganjem, v primerjavi z okopavanjem večji za 19 %. V sezoni 2020 smo pri čebuli dosegli največji pridelek (5,48 kg/parcelo) na parceli s hitrostjo ožiganja 2 km/h. Pridelek pa ni bil dosti višji od tistega na zapleveljenih kontrolnih parcelah (5,25 kg/parcelo). Najmanjši pridelek je bil na parcelah, kjer smo ožigali s hitrostjo 1 km/h in sicer 4,91 kilograma. Najboljši rezultat pridelka korenja (15,03 kg/parcelo) v 2020 smo dosegli na parceli, kjer smo ožigali s hitrostjo 1 km/h in sicer s skupno količino 60,11 kilogramov plina, pridelano korenje pa je bilo po velikosti tudi največje. Na parcelah, kjer smo ožigali s hitrostjo 2 km/h, je bil rezultat slabši in sicer smo pridelali 52,24 kilograma korenja (povprečno 13,06 kilograma/parcelo). Najmanjšo zapleveljenost smo ugotovili na parcelah, kjer smo ožigali s hitrostjo 0,5 km/h, največjo pa na parcelah, kjer smo ožigali s hitrostjo 2 km/h. Pri porabi plina pa smo glede na pričakovane rezultate največ plina porabili pri ožiganju pri hitrosti 0,5 km/h, 239 kg/ha, pri hitrosti ožiganja plevela 2 km/h pa smo porabili 71 kg plina na ha. Najbolj učinkovita hitrost ožiganja plevela je 0,5 in 1 km/h, vendar je z vidika porabe plina bolj ugodna hitrost ožiganja 1 km/h. Pri ožiganju se je kot slabost pokazala nizka delovna hitrost in velika poraba plina na hektar. Z nižjo delovno hitrostjo se nam poraba plina in učinkovitost ožiganja plevela povečata. Preizkušanje alternativnih metod zatiranja plevela v poljedelski in vrtnarski proizvodnji je pokazala, da je zatiranje plevela samo z uporabo mehanskih metod ali ukrepom ožiganja rastlin manj uspešno, v kolikor ne izvajamo zelo intenzivnih strategij varstva pred pleveli, ki so zahtevne in ekonomsko manj učinkovite. Precej boljše rezultate učinkovitosti zatiranja plevela v koruzi, pšenici in zelju smo dosegli kadar smo uporabili pristop zmanjšane rabe herbicidov in kombinacije mehanskega zatiranja plevela.

V okviru DS4 smo v sadjarskem Centru Maribor preizkušali različne sisteme mehanskih obdelav tal pod drevesi jablan kot alternativa uporabi herbicidov. Cilj je bil ovrednotiti različne postopke in priporočati najbolj učinkovito metodo izmed uporabljenih. Poleg spremljanja učinkovitosti uravnavanja plevelne vegetacije smo spremljali tudi vpliv različnih strojev za oskrbo tal na razvoj koreninskega sistema in dostopnost hranilnih snovi ter vpliv mehanske obdelave na kakovost pridelka jabolk. Poskus je bil zasnovan v poskusnih nasadih sadjarskega centra Maribor, na sorti Antares® Dalinbel, šibki podlagi M9, vzgojeni kot vitki vretenast grm, z razdaljo sajenja 3,2 x 0,9 m. Tla v nasadu so glinasto ilovnata (pH = 7,02) in negovana kot ledina. Obravnavanja v poskusu so bila kontrola (herbicid), nizka podrast (nizke trava), nitkanje (kosilnice z nitko Speed green), okopalnik (Orizzinti) in mulčenje z odmikom (Perfect). Kljub temu, da lahko z mehansko obdelavo poškodujemo drevesa, poskusi kažejo, da obdelava ni imela negativnega vpliva na rast dreves ter kakovost plodov. Pri mehanskih obdelavah smo spremljali prisotnost plevelne združbe ki je bila pri različnih obdelavah različna. Pri nizki podrasti, smo opazili da sejana združba

izbranih rastlin v dveh vegetacijah popolnoma propade in se obdrži le naravno prisotna podrast. Najmanjšo zapleveljenost pasu pod drevesi smo izmerili pri uporabi herbicida. Pokrovnost plevela je v tem primeru znašala 10 %, suha biomasa plevela pa 30 g/m². Izmed mehanskih postopkov smo najboljši rezultat dosegli z okopavanjem (pokrovnost 76 %, biomasa 81 g/m²). Pokrovnost plevelov je bila največja (96 %) v obravnavanju z mulčenjem z odmikom, plevelna biomasa pa v obravnavanju z nizko podrastjo (160 g/m²). Pri mehanskih obdelavah tal pod drevesi je bila topna suha snov (Brix°) višja kot pri sejani nizki podrasti, medtem ko je bila ta najvišja v obravnavanju z uporabo herbicida. Trdota ploda se izkazuje kot pomemben parameter za določitev obiralnega okna in ima pomembno funkcijo tudi pri načrtovanju skladiščenja. Pri vseh obravnavanjih je bila trdota ploda enaka, medtem, ko je vsebnost kisline statistično odstopala pri obravnavanju celoletnega nitkanja. Pri sejani nizki podrasti je čas optimalnega obiralnega okna nastopil nekoliko kasneje kot npr. pri obravnavanju, kjer smo uporabili herbicid. Uporaba herbicida (2 x letno), ima vpliv na zgodnejše zorenje plodov sorte Dalinbel Antares®.

Prepoved uporabe snovi glifosat ima širše družbene posledice in vpliva tudi na vse manjšo družbeno sprejemljivost rabe drugih vrst herbicidov. Dodatno moramo pri herbicidu glifosat upoštevati tudi vse manjšo uporabnost zaradi hitrega naraščanja števila tolerantnih plevelov, ki jih ne zatira uspešno pri običajnih odmerkih. Namen naše raziskave je bil primerjati učinek zatiranja plevelov v vinogradu z alternativnimi metodami na pridelek trte v primerjavi z učinkom, ki ga dosežemo ob zatiranju z uporabo herbicida na podlagi snovi glifosat. Preučiti smo želeli tudi neposredne stroške izvedbe zatiranja plevelov po različnih metodah. V dvoletnem poljskem poskusu smo preučevali 6 različnih metod zatiranja plevelov. Preučevane metode so bile: uporaba herbicida glifosat (GL), uporaba pripravkov na podlagi ocetne kisline (OK), pelargonske kisline (PK) ter eteričnega olja agrumov (EO), košnja plevelov s kosilnico na nit (KO) in ožiganje plevelov z ognjem (OG). Alternativne metode zatiranja plevelov so bile značilno manj učinkovite od uporabe herbicida glifosat. Zaradi manjše učinkovitosti alternativnih metod so nastale obsežne izgube pridelka. Povprečno v dveh letih pri OK 31 %, PK 30,6 %, EO 22,7 %, KO 5,4 % in pri OG 12,9 %. Strošek izvedbe zatiranja z alternativnimi metodami je bil značilno višji od stroškov pri uporabi herbicida glifosat. Povprečno je v dveh letih bil pri OK za 3,2-krat višji, pri PK za 7,1-krat, pri EO za 3,8-krat, pri KO za 3,8-krat in pri OG za 5,8-krat višji. Če bi z uporabo alternativnih metod želeli doseči primerljivo učinkovitost zatiranja kot pri obravnavanju GL, bi morali izvesti 5 aplikacij alternativnih pripravkov letno, oziroma izvesti 4 košnje letno ali 5 ožiganj plevelov letno. Stroški zatiranja z alternativnimi pripravki so zelo visoki in malo verjetno je, da bi vinogradniki sprejeli med 4 do 8 krat višje stroške, kot jih imajo pri uporabi herbicida glifosat. Kot najbolj realna alternativna opcija se kaže uporaba različnih mulčerjev na nit. Izgube pridelkov grozdja v poskusu so bile velike (nad 30 %) in to ekonomsko povečuje sprejemljivost povečanja stroškov zatiranja plevelov po alternativnih metodah, če snovi glifosat ne bomo več uporabljali. V primeru prenehanja uporabe herbicida glifosat pričakujemo uravnoteženo povečanje rabe ostalih dovoljenih herbicidov, povečanje uporabe mehanskih metod in tudi delno povečanje porabe alternativnih pripravkov.

Na podlagi rezultatov preizkušanja izbranih metod zatiranja plevela v drugih delovnih svežnjih smo v okviru DS 6 pripravili ocene ekonomičnosti in presojo ekonomske učinkovitosti izbranih metod nekemičnega zatiranja plevela v poljedelstvu, vrtnarstvu, sadjarstvu in vinogradništvu. Ugotovili smo, da so stroški izvajanja različnih metod zatiranja plevela zelo različni. Nadalje smo ugotovili, da je učinkovitost posameznih metod nekemičnega zatiranja plevela različna (vpliva na zapleveljenost in posledično na velikost pridelka), kar pa vpliva na ekonomske rezultate pri posameznih kmetijskih pridelkih. Pri ječmenu je uporaba znižanega odmerka (60 %) herbicida spomladi v kombinaciji s slepo setvijo in česanjem približno 30 % dražja od škropljenja s herbicidom Hussar, BDV v tem obravnavanju pa je bila zaradi 10 % večjega pridelka večja za 20 %, kar kaže na ekonomsko učinkovitost metode zatiranja plevela z manjšim odmerkom herbicida. V pšenici so bili stroški zatiranja s herbicidom in dvema delovnima fazama mehanskega zatiranja plevela za skoraj 60 % višji kot le pri škropljenju s herbicidom. Zaradi ugodnega vpliva mehanskega vpliva zatiranja plevela na pridelek pšenice je bila BDV za 7 % večja kot pri uporabi herbicida spomladi. Pri pridelavi koruze za zrnje je bila v letih 2019 in 2020 le v obravnavanju z zmanjšanim odmerkom herbicida (40 %) v kombinaciji s česanjem in dvakratnim okopavanjem v letu 2020 BDV večja kot pri zatiranju plevela s polnim odmerkom herbicida. V raziskavi učinkovitosti alternativnih metod zatiranja plevela v intenzivni pridelavi zelja so dobro ekonomiko pridelave dosegli v kombinaciji zmanjšane odmerka herbicida in okopavanja, ekonomsko primerljivo pa se je pokazala tudi pridelava zelja s strojnim okopavanjem in dodatnim ročnim okopavanjem. Učinek zatiranja plevelov je bil pri škropljenju s polnim odmerkom glifosata stroškovno primerljiv dvakratni predsetveni obdelavi. Ožiganje plevela pri pridelavi čebule in korenčka je stroškovno neučinkovito vendar predstavlja alternativo kemičnemu zatiranju plevela v ekološki pridelavi. V nasadih jablan je bil strošek mehanskega zatiranja plevelov bistveno višji (med 2 krat in 7 krat) v primerjavi s standardno uporabo glifosata. V vinogradništvu so stroški zatiranja plevela z alternativnimi metodami v primerjavi z uporabo herbicida na leto tudi do 10 krat večji. Ekonomičnost pridelave grozdja je bila pri nekaterih obravnavanjih na nekaterih od lokacij (spodrezovalnik: Šerbinek in zvezdasti okopalnik: Dveri Pax) zelo primerljiva z ekonomičnostjo pridelave pri uporabi glifosata. Eden izmed ciljev projekta v okviru DS7 je bil priprava tehnoloških navodil za izvajanje alternativnih metod nekemičnega zatiranja plevela ter učinkovito posredovanje le-teh končnim uporabnikom kot tudi pripravljalcem kmetijske politike in drugim zainteresiranim. Izsledke projekta smo zato vključili v nekatera že pripravljena tehnološka navodila za pridelovanje posameznih gojenih rastlin, ki smo jih v zadnjih 3 letih pripravili v okviru IVR-NAP. Med temi lahko omenimo Smernice integriranega varstva strnih žit, Smernice integriranega varstva koruze in Smernice integriranega varstva kapusnic. Preostale rezultate projekta, do katerih smo prišli na podlagi rezultatov poskusov v času trajanja projekta, pa nameravamo vključiti v nova tehnološka navodila, ki jih bomo pripravljali v okviru strokovne naloge IVR-NAP v prihodnje.

Zaradi pomembnosti rezultatov pri svetovanju v okviru varstva rastlin za pridelovalce kot tudi zaradi izvajanja NAP za doseganje trajnostne rabe FFS smo na podlagi sprotih rezultatov kot tudi končnih rezultatov projekta z različnimi ukrepi izobraževanja, svetovanja, ozaveščanja in

obveščanja pridelovalcev kot tudi drugih relevantnih ciljnih skupin (npr. kmetijska svetovalna služba, trgovci in svetovalci na področju FFS), ki sodelujejo v sistemu pridelovanja hrane, poskušali poskrbeti za čim prejšnje in čim bolj učinkovito uveljavljanje splošnih načel IVP kot tudi izvajanje konkretnih ukrepov uravnavanja plevelne vegetacije pri pridelovanju posameznih gojenih rastlin. Raziskave so bila v manjšem obsegu izvedene na raziskovalnih institucijah v obliki preučevanja literature, večina aktivnosti pa je bila usmerjena v izvajanje poskusov na njivskih površinah in trajnih nasadih. V začetni fazi projekta smo ugotavljanje stanja porabe glifosata delno izvajali tudi na terenu, kasneje pa v obliki spletne ankete, z dodatno osebno komunikacijo, na poljedelskih, sadjarskih in vinogradniških kmetijah in ter kmetijskih podjetjih.

Izsledki projekta bodo služili za izdelavo oz. dopolnitev priporočil za varstvo rastlin v skladu z najnovejšimi spoznanji. Kmetijskim pridelovalcem kot tudi svetovalcem bodo tudi v bodoče posredovana prek različnih medijev, obvestil opazovalno-napovedovalne službe za varstvo rastlin, izobraževanj, predavanj, Ob tem bomo rezultate raziskave tudi v bodoče ustrezno predstavili na terenu v obliki javnih predstavitev in ogledov poskusov, zimskih predavanj, v okviru pedagoškega procesa na kmetijskih srednjih in višjih šolah ter fakultetah, kot tudi v različnih medijih, kar vse zagotavlja neposreden in hiter prenos aktualnih informacij in znanja v prakso.

Extended abstract

The study of non-chemical weed control measures has been one of the research priorities in all agriculturally developed countries for many years. Although there is a wide range of possible chemical and non-chemical weed control measures available, their use is in some cases limited or economically unjustified. In the case of chemical control methods, we are limited by the number of registered products for some agricultural crops, and increasingly strict registration requirements. Therefore, the number of herbicides available to agricultural producers is constantly decreasing. The use of glyphosate is also under great question in the future due to a strong public initiative. One of the objectives of the National Action Plan for sustainable use of PPPs for the period 2012-2022 is to promote agricultural practices with reduced consumption of PPPs. Thus, in the recent period, herbicide use is increasingly being replaced by non-chemical weed control tools, methods and strategies which are not adapted to our growing conditions and need to be validated in practice before implementation.

The main goal of the project, which activities were executed within 7 work packages (WP), was to prepare a list of non-chemical weed control measures and their validation in real field conditions, with the aim of developing more sustainable agriculture in Slovenia. In the first phase of the project, the current state of herbicide and glyphosate consumption was determined and the implementation of alternative weed control measures was assessed in three production systems (agriculture-horticulture, viticulture and fruit growing). Based on the current status of weed management in Slovenia, a scenario was developed in the event of a potential ban on the use of glyphosate and a review of the possibility of non-chemical weed control was performed. Selected non-chemical methods were tested in real production conditions and their economical performance was evaluated. The obtained results can be transferred directly into practice through demonstration experiments and agricultural policy measures, and consequently the technological, environmental and economic performance of slovenian agricultural holdings will be improved.

Within the WP1 framework, review and analysis of non-chemical measures, methods and strategies available with the aim of determining their effectiveness and suitability for Slovenian production conditions were performed. Review covered both scientific and professional literature, as well as the results of our own testing of non-chemical methods, performed at individual partner institutions. A review of herbicide sales showed that herbicide sales accounted for an average of 23% of all PPPs sales (fungicides, insecticides and herbicides) over the last ten years. Sales of organophosphate herbicides, the majority of which are herbicides containing the active substance glyphosate, have accounted for more than a third of total herbicide sales in recent years. The second largest group of herbicides sold consists of herbicides based on amides and anilides, in which a declining trend in sales volumes has been observed in the period after 2014. In contrast, in this period there is a noticeable trend of increasing sales of herbicides based on dinitroaniline derivatives and after 2018 also herbicides based on urea derivatives. A review of the literature on non-chemical measures in agriculture and horticulture has shown that a wide

range of both direct, preventive and to a lesser extent, physical weed control methods are available. Although the importance of adequate crop rotation is often emphasized as one of the most effective preventive measures in reducing weed emergence and infestation, significant simplifications of crop rotation can be seen recently increasing pressure on the performance of direct weed control methods. The importance of cultivation and other technological and cultivation methods to increase the competitiveness of cultivated plants should also be emphasized. In our growing conditions with very diverse and abundant weed flora, more effort should be invested in studies of direct mechanical measures such as hoeing, harrowing and flaming, which have also been selected for validation of their effectiveness in WP3. An assessment of existing weed control practices in vineyards across Slovenia was also carried out, where we found that there are significant differences in the weed management and the use of glyphosate in different production regions of Slovenia. In eastern and southern Slovenia, with difficult terrain and steep slopes, growers find the best concept to use the herbicide twice a year, of which once glyphosate and once glyphosate in combination with other herbicides that solve problems with specific tolerant weeds. In the last decade, coastal vineyards have developed systems on terraces with permanent grass cover or systems with tillage, where in both cases the vegetation management in the inter-row space is combined with the use of glyphosate in the row. A review of the literature in fruit growing and viticulture has shown that the most suitable non chemical management in our growing conditions is the use of modern mulchers and to a lesser extent also an in-row harrows. At the same time, it is necessary to develop novel systems of permanent vegetation cover, which will increase the ecological efficiency in vineyards and orchards. One of the possible system providing this benefits could be permanent vegetation cover system including low competitive species, which was also studied in WP4. With the elimination of glyphosate based herbicides from weed management programs, without adequate financial and investment support, the application of alternative non-chemical weed control methods will not change significantly in the initial phase. This is especially true for wine and fruit growers, where vegetation management is much more intensive and a ban on the use of glyphosate would lead to much higher weed control costs.

Due to the wide spectrum of use and good systemic action on most annual and especially perennial weeds, glyphosate use represent a regular weed management practice in various crops and production systems in Slovenia. In the framework of work package 2, glyphosate consumption was estimated for the three production systems (arable and horticulture, fruit and viticulture) in Slovenia. Total glyphosate sales vary significantly between years and is related to the weather conditions influencing the need for vegetation and weed control. The average amount of glyphosate sold per year in Slovenia in the period between 2007 and 2019 is approximately 81 t of active substance. Compared to the total amount of total herbicide sales, the share of glyphosate sales has slightly increased in the recent years. In 2019, the share of glyphosate was 42 % of the total amount of herbicide sales in Slovenia. From a detailed analysis of the volume sales of glyphosate in Slovenia, we can assume that a large part of all sold quantities of glyphosate is intended for non-agricultural use, as on average about 60% of glyphosate were sold

in volumes smaller than 1 L. Since only 18 % of the sold quantities of glyphosate has the record of its use, additional estimation of glyphosate consumption was performed with the help of specially designed farmers surveys for arable, horticultural, fruit and viticultural production.

Data obtained from a survey sample of 150 agricultural holdings indicate that the consumption of glyphosate in Slovenian agriculture is much higher than the official data of the Statistical Office of the Republic of Slovenia. Thus, on fruit-oriented farms we found approximately 20% higher consumption of glyphosate, while in the vineyards as much as 70% higher consumption of glyphosate than the official data was observed. The consumption of glyphosate on arable and horticultural production was not determined in the same way as for fruit and viticultural production. However, according to our estimation glyphosate consumption in arable and horticultural production is at least 100% higher than official statistical data.

In order to determine the response of farmers to the possible glyphosate ban and the introduction of alternative methods of weed control, we also analyzed the sociological aspect related with the implementation of integrated weed management (IWM) strategies. Analysis of the literature has shown that the introduction of alternative non-chemical methods of weed control is a rather complex process, which must take into account both the possibility and the ability to make the changes to the existing weed control practices. Experience from abroad has shown that the success of the introduction of alternative non-chemical weed control methods depends on other sociological influences and characteristics of the individual, on the characteristics of his farm, related to the feasibility and economic sustainability of alternative weed control methods. If glyphosate ban will be imposed in Slovenia, the greatest impact on weed management will be observed on larger holdings, as larger share of glyphosate users in all three types of production systems (agriculture-horticulture, fruit growing and viticulture) was found with the increasing size of agricultural holdings. Majority of farmers that use glyphosate believe that that banning glyphosate would increase their production costs, reduce yields and increase weed infestation. Furthermore, if glyphosate was banned, they would most likely use alternative chemical solutions. The response of farmers suggests that more effort should be invested to promote strategies and methods with reduced herbicides use, supplemented by mechanical methods, regardless of the production system. In the current situation on Slovenian farms, without additional financial compensation, most alternative methods of weed control that does not include the use of herbicides, will be difficult to implement on a larger scale. Economic analysis has shown that most of them are economically less sustainable and require more experienced users.

Based on the results obtained from the general review of a set of non-chemical weed control measures, we conducted several field experiments in agricultural and horticultural production at the Agricultural Institute and the Biotechnical Faculty, with different non-chemical weed control strategies and compared them with conventional, chemical methods. The strategies tested

included exclusively mechanical procedures, mechanical procedures combined with reduced doses of herbicides, and an alternative non-chemical method of weed control using flame.

When testing alternative strategies in the winter barley, we found that standard autumn herbicide application (S2) or spring herbicide application (S1) were most effective measures of weed control. The method of false seedbed in combination with the use of a reduced (60%) dose of herbicide and spring tine harrow in the spring (S4) also proved to be a slightly less effective but comparable strategy of weed control. Yield results showed that level of weed infestation during the overwintering period and winter barley grain yield were closely related. Dry grain yield was highest in strategies S2 (6.1 t/ha) with standard herbicide application in autumn and strategy S4 with false seedbed and reduced herbicide dose (6.1 t/ha). In the strategy with standard application of the herbicide in the spring, we achieved a yield of 5.6 t/ha, and the lowest yield (5.0 t/ha) was achieved in the strategy with spring tine harrowing and a reduced dose of the herbicide in the spring (S3).

Tests of alternative weed management strategies in maize have shown a strong influence of weed infestation on yield. The best results of both weed control efficiency as well as yield were achieved in the 2019 and 2020 seasons with the standard post-emergence herbicide application strategy (S1). Thus, in the 2019 season, the standard strategy using the full dose of herbicide achieved the lowest number of weeds ($11/\text{m}^2$) with a weed cover of 4%. Weeds in S1 were more developed than in the strategy S2 with reduced dose and complementary treatment with finger weeder, where the number of weeds was much higher ($43/\text{m}^2$), but they were in the initial development phase and their cover (2%) and biomass ($12.7 \text{ g}/\text{m}^2$) were very small. The strategy of band spraying the row and additional hoeing, where weed biomass was $52 \text{ g}/\text{m}^2$ and a weed cover of 9% proved to be less effective. The highest dry weed biomass ($171 \text{ g}/\text{m}^2$) and weed cover (34%) were measured when exclusively mechanical weed management strategy (S4) was applied. The highest yield in 2019 (11.0 t/ha) was achieved with the standard method of herbicide application (S1). Slightly lower yields were achieved in strategies with reduced doses (10.4 t/ha) and band spraying (10.5 t/ha), combined with mechanical procedures. As a result of stronger weed infestation in the mechanical strategy (S4), the yield was the lowest (8.4 t/ha). In 2020 the best efficiency of weed population management was achieved with the standard application of post-emergence herbicide (S1), where on average we counted 4 weed plants/ m^2 , with a cover of 1%. Their dry biomass was $13 \text{ g}/\text{m}^2$. Good efficiency was also achieved in the strategy with an exclusively mechanical, intensive approach (S4), where the average number of weeds per square meter was 14 and their cover was 14%. The dry weed biomass was $49 \text{ g}/\text{m}^2$. Slightly poorer but nevertheless satisfactory efficacy was achieved using herbicide in a row (band spraying) with complementary mechanical treatment (S3) and the use of a reduced dose of herbicide with complementary treatment with a finger weeder (S2). The highest number of weeds per square meter (72) with a cover of 88 % was recorded in the control, where weeds were not controlled (S5). Dry weed biomass in this treatment was $459 \text{ g}/\text{m}^2$. Strong weed infestation can greatly reduce maize grain yield, which was confirmed in the S5 strategy, where the average yield was

only 2.9 t/ha. The best in terms of yield were the standard strategy with the use of post-emergence herbicides of S1 and the strategy of spraying in a row with supplementary treatment, in which the yield of dry grain was 17 t/ha. At 16.4 t/ha, the strategy of using the reduced dose (S2) proved to be slightly less effective. In the case of a solely mechanical strategy (S4), we achieved a lower yield of 15.6 t/ha despite satisfactory weed control. The lower yield than in comparatively weeded treatments may be due to intensive treatment, which caused some damage to the cultivated plants. The strong weed infestation of control plots, where weeds were not controlled, caused a huge crop failure. Yields were reduced to only 2.9 t/ha. In the 2020 season, we designed an additional experiment by comparing exclusively mechanical strategies for weed management, where we compared 2 tools (spring tine harrow and finger weeder) for the implementation of mechanical weed protection measures. Double spring tine harrowing of the crop (M1) proved to be the most effective mechanical method of weed control. In this treatment, we counted an average of 32 weeds per square meter with a cover of 62%. Their dry biomass was 241 g/m². Double finger weeding (M2) gave similar results to the number of weeds (33/m²) and cover (68%), but the weeds were more developed, and we measured an average biomass of 400 g/m². In the treatment where weeds were not controlled (M3), their number per square meter was 69 plants with a cover of 97% and dry biomass 710 g / m². Weeding greatly reduced yields in the M3 strategy where weeds were not controlled. This amounted to 9.4 t/ha. The best yield was achieved in the M2 strategy by hoeing with a finger weeder (15.1 t/ha) and despite lesser weed infestation, lower in the M1 strategy (14 t/ha), which could be due to the positive effect of loosening the soil with hoeing (finger weeder), which is smaller when using spring tine harrow which was also carried out in the earlier developmental stages of maize.

In 2020, we also conducted an experiment comparing intensive mechanical pre-sowing soil preparation compared to the use of herbicide containing the active substance glyphosate. We compared the use of full (G1) and halved (G2) doses of the herbicide containing active ingredient glyphosate and intensive mechanical tillage in the pre-sowing preparation (M). The best results were obtained using a full dose of herbicide (3 L/ha). On average, in this strategy, 3 weeks after the implementation of the measures, we counted 75 weeds per square meter with a weed cover of 1.2 %. A slightly less effective, but comparable result was also achieved with the process of intensive mechanical weed control (M), where the average number of weeds was 93/m² and their cover was 2.7%.

In the 2019 growing season, the Agricultural Institute of Slovenia also conducted an experiment to compare different strategies of an integrated approach to the management of weeds in cabbage. Treatments included weed free plots, an unsprayed control procedure, and various combinations of reduced herbicide rates (herbicide only in a row, herbicide only before emergence) and mechanical weed control measures. The most effective procedure proved to be the use of the herbicide before emergence and subsequent finger weeding (97% efficiency), which was very comparable to the double use of the herbicide before and after emergence (96%). The highest market yields were achieved in the treatment with two herbicide applications (89.6 t/ha) and on

weed free area (89.2 t/ha). Yields when using pre-emergence herbicide in combination with finger weeding were not much lower (84.5 t/ha). Compared to broadcast spraying, followed by finger weeding, we measured 9% yield loss when spraying only in a row (band spraying) where herbicide consumption was reduced by 60%, in combination with hoeing. The heavy weed infestation of control plots, where weeds were not controlled, caused an almost complete failure of the crop. Yield was only 1 t/ha, and the cabbage heads themselves were not suitable for marketing.

When testing an alternative method of weed control by flame at the Biotechnical Faculty, which was carried out in the 2019 and 2020 seasons, we obtained rather poor results of weed control efficiency in carrot and onion crops, as well as on cultivated soils and beds compared to standard use of herbicides. However, this method cannot achieve as high yields as those achieved by using pre-emergence herbicides. Thus, in 2019 with flame weed control, we achieved a 57% lower yield of carrots (whole plants, with above-ground parts) than by spraying herbicide. However, we achieved higher efficiency by burning than by hoeing, and the yield of carrots in the beds treated with flames was 19% higher than in those that were hoed. In the 2020 season, we achieved the highest yield of onions (5.48 kg/plot) on a plot with a burning speed of 2 km/h. The yield, however, was not much higher than that on weeded control plots (5.25 kg/plot). The lowest yield was on plots, where we burned at a speed of 1 km/h, namely 4.91 kilograms. The best result of carrot yield (15.03 kg/plot) in 2020 was achieved on the plot, where we burned at a speed of 1 km/h with a total amount of 60.11 kilograms of gas, and the harvested carrot was also the largest in size. On plots where we burned at a speed of 2 km/h, the result was worse, namely we produced 52.24 kilograms of carrots (average 13.06 kilograms/plot). The lowest weed infestation was found on plots where we burned at a speed of 0.5 km/h, and the highest on plots where we burned at a speed of 2 km/h. In terms of gas consumption, according to the expected results, the most gas was used for burning at a speed of 0.5 km/h, 239 kg/ha, and for a weed burning speed of 2 km/h, we used 71 kg of gas per ha. The most efficient weed burning rates are at speeds of 0.5 and 1 km/h, but from a gas consumption point of view, a burning rate at the speed of 1 km/h is more favorable. The disadvantage of combustion was the low operating speed and high gas consumption per hectare. With a lower working speed, our gas consumption and weed burning efficiency increase.

Testing of alternative methods of weed control in agricultural and horticultural production has shown that weed control only by using mechanical methods or plant burning measures is less successful if we do not implement very intensive weed control strategies that are demanding and economically less effective. Much better results of weed control efficiency in maize, wheat and cabbage were achieved when we used the approach of reduced herbicide rates in a combination with mechanical weed control.

As part of WP4, we tested various systems of mechanical weed control under apple trees at the Fruit Growing Center Maribor, as an alternative to the use of herbicides. The aim was to evaluate

different procedures and recommend the most effective method among users. In addition to monitoring the efficiency of weed management, we also monitored the impact of various machines on the development of the root system and the availability of nutrients, as well as the impact of mechanical treatments on the apple quality. The experiment was designed in experimental orchards of the Maribor fruit center, with the variety Antares® Dalinbel, on M9 rootstock, grown as a slender spindle-shaped bush, with a planting distance of 3.2 x 0.9 m. The soil in the plantation is clay loam (pH = 7.02) and cultivated as a fallow land. The treatments in the experiment were control (herbicide), low competitive vegetation cover (rich species mixture), string trimming (mowers with string Speed green), hoe (Orizzinti) and mulching with retractable flail mower (Perfect). Although mechanical treatment can damage trees, experiments show that there was no negative impact on tree growth and fruit quality. In mechanical treatments, we monitored the presence of a weed community, which was different in different treatments. In treatment with low competitive vegetation, we observed that the establishment of plant mixture completely failed and only the naturally present plant flora was retained within two vegetation periods. The lowest weed infestation under trees was measured using a herbicide. In this case, the weed cover was 10% and the dry weed biomass was 30 g/m². Among mechanical processes, the best result was obtained by hoeing (coverage 76%, biomass 81 g/m²). Weed cover was highest (96%) when treated with retractable mulching and weed biomass was greatest in treatment with low competitive vegetation (160 g/m²). With all of the mechanical treatment of the soil under the trees, the soluble solids (Brix °) was higher than in the low competitive vegetation and it was the highest in the herbicide treatment. Fruit hardness is shown as an important parameter for determining a time window for harvest and also has an important function in storage planning. For all considered treatments, the hardness of the fruit was the same, while the acid content was statistically different in the string mower treatment. In the case of low competitive vegetation, the time of the optimal harvesting window came a little later than e.g. in the treatment where herbicide was used. The use of the herbicide (2 times a year) has an effect on the early ripening of Dalinbel Antares® fruits.

The ban on the use of glyphosate has wider social consequences and also affects the declining social acceptability of the use of other types of herbicides. In addition, glyphosate's declining usefulness due to the rapid increase in the number of tolerant weeds that it does not control successfully at normal doses must be considered. The purpose of our study was to compare the effect of weed control in the vineyard with alternative methods on vine yield compared to the effect achieved with control using a herbicide based on the substance glyphosate. We also wanted to examine the direct costs of performing weed control by different methods. In a two-year field experiment, we studied 6 different weed control methods. The methods studied were use of the herbicide glyphosate (GL), use of preparations based on acetic acid (OK), pelargonic acid (PK) and citrus essential oil (EO), mowing weeds with a lawn mower (KO) and burning weeds with fire (OG). Alternative methods of weed control were significantly less effective than the use of the herbicide glyphosate. Due to the lower efficiency of alternative methods, large yield losses have occurred. On average in two years at OK 31%, PK 30.6%, EO 22.7%, KO 5.4% and at OG

12.9%. The cost of control by alternative methods was significantly higher than the cost of using the herbicide glyphosate. On average, in two years it was 3.2 times higher in OK, 7.1 times higher in PK, 3.8 times higher in EO, 3.8 times higher in KO and 5.8 times higher in OG. If using alternative methods to achieve comparable control efficiency as in the treatment of GL, you should perform 5 applications of alternative products per year or perform 4 passes with mower per year or 5 weed burns per year. The cost of control with alternative preparations is very high and it is unlikely that growers would accept between 4 to 8 times the cost of using the herbicide glyphosate. The most realistic alternative is to use different mulchers with string. The loss of grape yields in the experiment was large (above 30%) and this economically increases the acceptability of increasing the cost of weed control by alternative methods if glyphosate is no longer used. In the event of cessation of the use of the herbicide glyphosate, we expect a balanced increase in the use of other permitted herbicides, an increase in the use of mechanical methods and a partial increase in the use of alternative preparations.

Based on the results of testing selected methods of weed control in other work packages, we prepared estimates of cost-effectiveness and assessment of economic efficiency of selected methods of non-chemical weed control in agriculture, horticulture, fruit growing and viticulture. We found that the cost of implementing different weed control methods is very different from case to case. Furthermore, we found that the effectiveness of individual methods of non-chemical weed control is also varying (affects weeding and consequently the size of the crop), which in turn affects the economic results of individual agricultural crops. In the case of barley, the use of a reduced dose (60%) of herbicide in spring in combination with false seedbed technique and spring tine harrowing is about 30% more expensive than spraying with Hussar herbicide, and GVA in this treatment was 20% higher due to a 10% increase in yield, indicating the weed control method with a lower dose of herbicide is economically effective. In the production of maize for grain in 2019 and 2020, only in the treatment with a reduced dose of herbicide (40%) in combination with combing and double hoeing in 2020, the GVA was higher than in the control of weeds with a full dose of herbicide. In the study of the effectiveness of alternative weed control methods in intensive cabbage production, good production economics were achieved in a combination of reduced herbicide dose and hoeing, and cabbage production by machine hoeing and additional manual hoeing was also shown to be economically comparable. The weed control effect in preplant preparation was cost-comparable to double pre-sowing treatment when spraying with a full dose of glyphosate. Burning weeds in onion and carrot production is cost ineffective but represents an alternative to chemical weed control in organic production. In apple orchards mechanical weed control exhibited much higher costs (between 2 and 7 times) compared to the standard practice using glyphosate. In viticulture, the cost of weed control by alternative methods is up to 10 times higher than the use of herbicides per year. The economics of grape production were very comparable to the economics of production using glyphosate in some treatments at some of the sites. One of the objectives of the project within the WP7 was to prepare guidelines for the implementation of alternative methods of non-chemical weed control and their effective

dissemination to end users as well as agricultural policy makers and other stakeholders. The results of the project were therefore included in already prepared integrated crop management guidelines prepared within the IPM-NAP. These include *the Guidelines for the Integrated Pest Management of Cereals*, *the Guidelines for the Integrated Pest Management of Maize* and *the Guidelines for the Integrated Pest Management of Cabbages*. We intend to include the remaining results of the project, which we obtained on the basis of the results of experiments during the project, in the updated guidelines for integrated pest protection, which we will prepare as part of the IPM-NAP professional task in the future.

Due to the importance of results in the field of weed management as well of implementation of the NAP for achieving sustainable use of PPPs, agricultural producers were regularly informed through education and counseling by agricultural advisory service. In this way participators in the food production system, were supplied with relevant information for the earliest and most effective implementation of the general principles of IWM measures for various crop production systems. To a lesser extent, the research was carried out at research institutions in the form of a literature review as most of the activities were focused on conducting experiments on arable land and permanent crops.

The results of the project will serve for weed management recommendations in line with the latest research findings. Agricultural producers as well as advisors will continue to be informed through various media, notifications of plant protection forecasting, education, lectures, etc.. In the future, we will continue to present the research results in the form of public presentations and demonstration trials, lectures, and other digital media, all ensuring direct and fast dissemination of current results and knowledge into practice.

UVOD

Izhodišča ter opredelitev problema

Resolucija o strateških usmeritvah razvoja slovenskega kmetijstva in živilstva opredeljuje cilje razvoja kmetijstva v Sloveniji v naslednjem srednjeročnem obdobju do leta 2020 na način, da upošteva večnamensko vlogo kmetijstva v okviru trajnostnega razvoja. Le-ta sicer predvideva v prihodnje v Sloveniji kmetijstvo, ki bo stremelo k večji prehranski varnosti, bo ekonomsko učinkovito in konkurenčno, socialno in družbeno odgovorno, hkrati pa tudi okolju prijazno. V Sloveniji zato za razliko od nekaterih kmetijsko najpomembnejših držav ne stremimo zgolj k intenzivnosti pridelave, naš cilj je v prvi vrsti okoljsko intenzivna pridelava, ki mora biti sicer konkurenčna, vendar v največji meri upoštevati okoljsko občutljivost naše krajine.

Preučevanje nekemičnih ukrepov uravnavanja plevelne vegetacije predstavlja v vseh kmetijsko razvitih državah že vrsto let eno izmed področij, ki mu posvečajo največ pozornosti. Vzroke za to gre iskati v dejstvu, da se pridelovalci v čedalje večjem obsegu srečujejo s težavami zatiranja plevelov pri pridelovanju številnih gojenih rastlin, saj se zaradi strožjega zakonodaje in ocenjevanja vpliva na zdravje ljudi in neciljnih organizmov, razpoložljivost že obstoječih fitofarmacevtskih sredstev dodatno zmanjšuje, hkrati pa že nekaj časa resno primanjkuje novih aktivnih snovi, ki prihajajo na trg. Največ prahu trenutno dviga zgodba o glifosatu, ki je eden od najbolj razširjenih herbicidov tako v Evropi kakor tudi drugod po svetu. Tako so po burnih razpravah v medijih in znanstvenih krogih članice EU konec leta 2017 glifosatu podelila začasno podaljšanje dovoljenja za uporabo za nadaljnjih 5 let, vendar je kljub temu zaradi močne javne pobude njegova uporaba v prihodnosti pod velikim vprašajem. Tudi število škodljivih organizmov odpornih na posamezne aktivne snovi v zadnjih letih izredno hitro narašča in pogosto že ogroža pridelavo posameznih gojenih rastlin, kar še posebej velja za tako imenovane male kulture, kjer je nabor dovoljenih herbicidov izredno ozek. Pojav odpornosti na herbicide je postal v preteklih letih resen problem v varstvu rastlin. Slovenija se je v okviru obvladovanja rastlinskih bolezni in škodljivcev v skladu z evropsko direktivo o trajnostni rabi fitofarmacevtskih sredstev (2009/128/ES) zavezala, da bo skrbela za racionalno rabo in zmanjševanje tveganj in vplivov rabe FFS na zdravje ljudi in okolje (površinske in podtalne vodne vire, zemljo, zrak, neciljne organizme). Tako je eden izmed ciljev nacionalnega akcijskega programa za doseganje trajnostne rabe FFS za obdobje 2012-2022 (NAP, 2012) tudi spodbujanje kmetijskih praks z zmanjšano porabo FFS, med njimi tudi herbicidov. Njihova uporaba se vse bolj nadomešča z nekemijski postopki, metodami in strategijami zatiranja plevela, ki so prilagojeni specifičnim pridelovalnim razmeram in pred uvajanjem potrebujejo svojo potrditev tudi v praksi.

Cilji projekta

Osnovni cilj projekta, ki smo ga izvajali v okviru 7 delovnih sklopov (DS), je bil priprava nabora nekemičnih ukrepov za uravnavanje plevelne vegetacije in njihovo preizkušanje v realnih pridelovalnih pogojih, s ciljem razvoja bolj trajnostnega kmetijstva v Sloveniji. V projektu smo ugotavljali trenutno stanje porabe glifosata in drugih herbicidov ter ocenili trenutno stanje pri izvajanju tehnologije zatiranja plevela v treh pridelovalnih sistemih (poljedelstvo-vrtnarstvo, vinogradništvo in sadjarstvo). Izdelan je bil scenarij ob potencialni prepovedi uporabe glifosata ter opravljen pregled možnosti nekemičnega zatiranja plevela. Izbrane nekemične metode smo preizkusili v realnih pridelovalnih pogojih in jih ekonomsko ovrednotili. Pridobljene rezultate bo mogoče posredno in neposredno prenašati v prakso preko demonstracijskih poskusov in ukrepov kmetijske politike, s ciljem izboljšanja tehnološkega, okoljskega in ekonomskega poslovanja kmetijskih gospodarstev.

VSEBINA PROJEKTA PO DELOVNIH SKLOPIH

Projekt smo smiselno oblikovali v okviru 7 delovnih sklopov (DS). V nadaljevanju so predstavljeni delovni sklopi skupaj z institucijami in posamezniki, ki so bili odgovorni za posamezen delovni sklop:

Preglednica 1: Predviden načrt izvedbe CRP projekta z naslovom »Preučitev in predlog izbora najprimernejših nekemičnih metod zatiranja plevla kot nadomestilo za uporabo glifosata in drugih herbicidov za slovenske razmere« po posameznih delovnih sklopih

Delovni sklop (DS)	Nosilec	Odgovorna oseba
1. Pregled trenutnega stanja uporabe herbicidov in uporabe nekemičnih ukrepov zatiranja plevla v Sloveniji	KIS	Robert Leskovšek
2. Preučitev posledic potencialne posledice prepovedi uporabe glifosata na uravnavanje plevelne populacije v Sloveniji	KIS	Robert Leskovšek
3. Možnosti nekemičnega zatiranja plevla v poljedelstvu in vrtnarstvu in preizkus izbranih alternativnih metod	KIS	Robert Leskovšek
4. Možnosti nekemičnega zatiranja plevla v sadjarstvu in preizkus izbranih alternativnih metod	KGZS-KGZ Maribor	Biserka Donik Purgaj
5. Možnosti nekemičnega zatiranja plevla v vinogradništvu in preizkus izbranih alternativnih metod	UM-FKBV	Mario Lešnik
6. Ekonomska učinkovitost izbranih alternativnih metod nekemičnega zatiranja plevla	KIS	Barbara Zagorc
7. Tehnološka navodila za izvajanje alternativnih metod nekemičnega zatiranja plevla	KIS	Robert Leskovšek

Pregled trenutnega stanja uporabe herbicidov in uporabe nekemičnih ukrepov zatiranja plevela v Sloveniji

UVOD

Zagotavljanje visokih in kvalitetnih pridelkov v poljedelstvu, vrtnarstvu, sadjarstvu in vinogradništvu pa tudi drugih vrstah kmetijskih kultur je dandanes močno pogojeno z uporabo različnih kemičnih sredstev. Intenzivnega kmetijstva, brez uporabe herbicidov za zatiranje plevelov, si skorajda več ne predstavljamo. Vendar so negativni učinki na okolje in zdravje agro-ekosistemov, ki jih povzroča prekomerna uporaba fitofarmaceutskih sredstev, dober razlog za iskanje novih oz. posodobljenih in okolju bolj prijaznih integriranih načinov uravnavanja plevelne vegetacije v pridelavi poljščin in zelenjadnic, kakor tudi drugih trajnih kultur. V nadaljevanju predstavljamo nabor posrednih in neposrednih strategij nekemičnega zatiranja oz. uravnavanja plevelne vegetacije v poljedelsko-vrtnarskih pridelovalnih sistemih.

PREGLED STANJA UPORABE NEKEMIČNIH UKREPOV ZATIRANJA PLEVELOV V SLOVENIJI

V Sloveniji imamo približno 176.000 ha njivskih površin, na katerih večinoma pridelujemo, koruzo (70.000 ha), ozimna in jara žita (55.000 ha), trave in travno-deteljne mešanice (34.000 ha), oljne buče (4.100 ha), oljno ogrščico (3.000 ha), krompir (2.800 ha), zelenjadnice (2.700 ha) in hmelj (1.500 ha). Uporaba nekemičnih ukrepov zatiranja plevela v precejšni meri zavisi od pridelovalne regije, specifične poljščine ter opremljenosti z mehanizacijo za mehansko zatiranje plevela. Izmed tehnoloških ukrepov mehanskega zatiranja plevela je po obsegu izvajanja najbolj razširjeno česanje žit, saj so kmetije relativno dobro opremljene s česali. Glede na pomanjkanje ustreznih podatkov je težko oceniti koliko natančno naveden ukrep prispeva k zmanjšanju količinske porabe herbicidov. Ocenjujemo, da se je zaradi povečanega obsega rabe česal nekoliko povečal delež manjših pridelovalcev žit, ki so popolnoma opustili rabo herbicidov. Pri večjih, intenzivnih pridelovalcih ozimnih žit je uporaba česala zgolj dopolnilen ukrep s ciljem zdelave mineralnih gnojil in spomladanskega zračenja posevkov ozimnih žit brez bistvenega vpliva na morebitno manjšo rabo herbicidov.

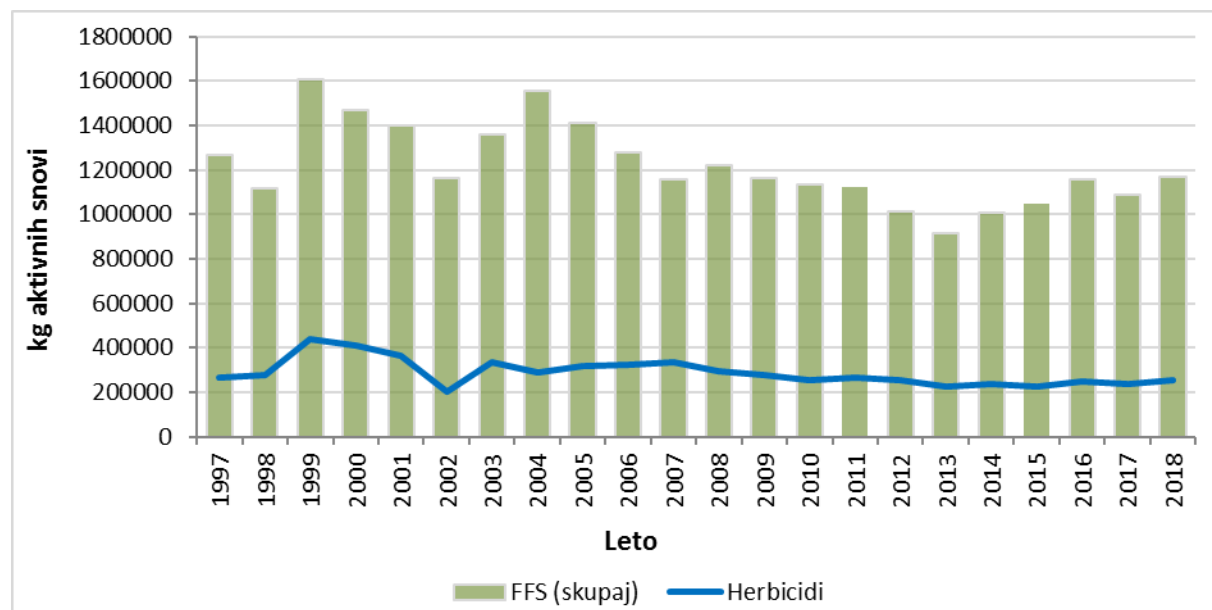
V pridelavi koruze pri nas je standardna praksa uravnavanja plevelne vegetacije uporaba herbicida pred ali zgodaj po vzniku koruze in plevelov. Na večini površin s koruzo, razen v ekološki pridelavi, je uveljavljena enkratna uporaba priporočenega odmerka herbicida, medtem ko se na bolj zapleveljenih površinah izvaja še dodatno zatiranje bolj trdovratnih trav in večletnih plevelov. V splošnem je izvajanje mehanskih ukrepov v koruzi manj razširjeno, saj pridelovalci v začetnem obdobju po uporabi herbicidov ne želijo prekiniti delovanja herbicidov z mehanskimi ukrepi. Kljub temu se v pridelavi koruze v manjši meri izvaja česanje koruze na površinah s pozno uporabo herbicidov po vzniku. Tudi okopavanje koruze ni ciljno usmerjeno v zatiranje

plevela, ampak predvsem zadelavi dušičnih gnojil in je nekoliko bolj razširjeno predvsem na lažjih tipih tal. V ostalih poljedelskih kulturah je raven uporabe mehanskih ukrepov predvsem odvisna od tega kakšno so možnosti učinkovitega kemičnega zatiranja. V kulturah kot so na primer oljne buče imamo na razpolago malo učinkovitih pripravkov za kemično zatiranje plevla zato so mehanski ukrepi bistven sestavni del tehnologije uravnavanja plevelne vegetacije. Podobne velja tudi za nekatere zelenjadarske kulture, še posebej tiste, ki so zelo nekonkurenčne v začetnih fazah razvoja kot so na primer korenje ali čebula iz semena.

V splošnem lahko ocenimo, da je bil v zadnjih desetletjih narejen opazen premik pri uveljavitvi nekemičnih ukrepov zatiranja plevla kot del strategij integriranega varstva pred plevli. Izmed nekemičnih ukrepov so se v slovenski kmetijski pridelavi uveljavili predvsem mehanski ukrepi zatiranja plevla. Ti po naši oceni zaradi majhnega obsega izvajanja in pa predvsem dopolnilne vloge ob osnovnem kemičnem varstvu skupaj relativno malo prispevajo k manjši porabi herbicidov v Sloveniji.

PREGLED IN ANALIZA STANJA PRODAJE HERBICIDOV V SLOVENIJI

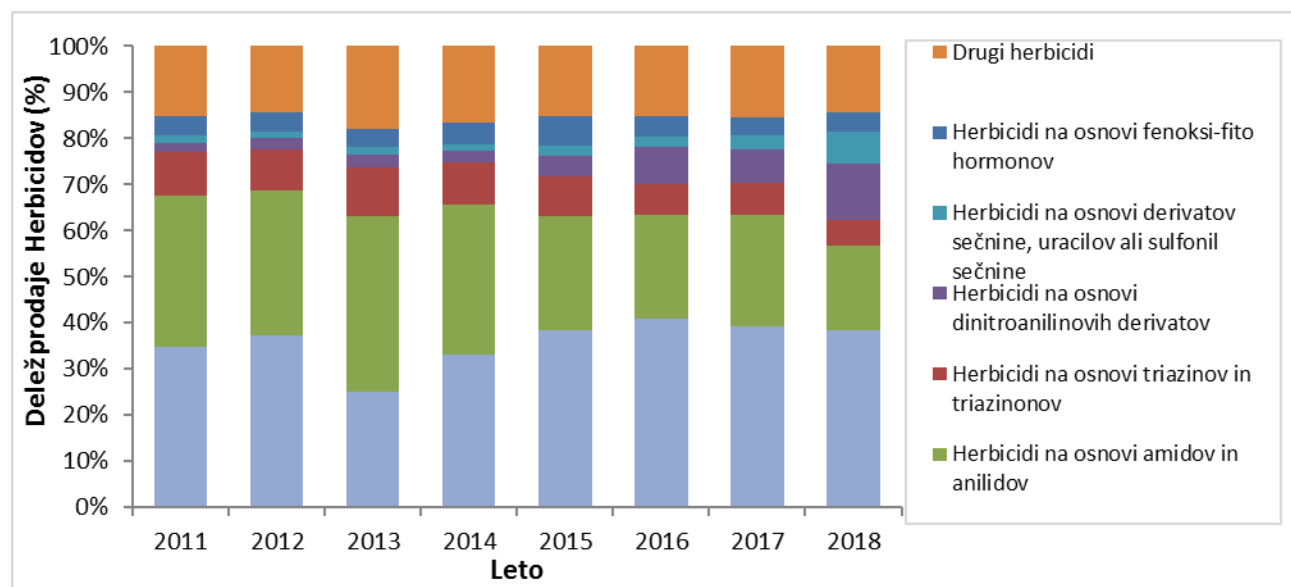
V Sloveniji je prodaja FFS dokaj stabilna z manjšimi letnimi nihanji. Povprečno se je v zadnjih desetih letih prodalo 1082 ton aktivnih snovi s herbicidnim delovanjem letno, z nihanji do 83 ton. Trend prodaje FFS kaže zmanjševanje prodanih količin aktivnih snovi, ki je opazno predvsem po letu 2004. Prodaja herbicidov v zadnjih desetih letih v povprečju predstavlja 23 % ($\pm 1,3$ odstotne točke) celotne prodaje FFS (fungicidi, insekticidi in herbicidi). Dolgoletni trend prodaje herbicidov je prav tako rahlo padajoč.



Slika 1: Prodaja FFS in Herbicidov od 1997 do 2018 izražena v kg aktivnih snovi s pripadajočimi linearnimi trendnimi črtami (Vir: SURS)

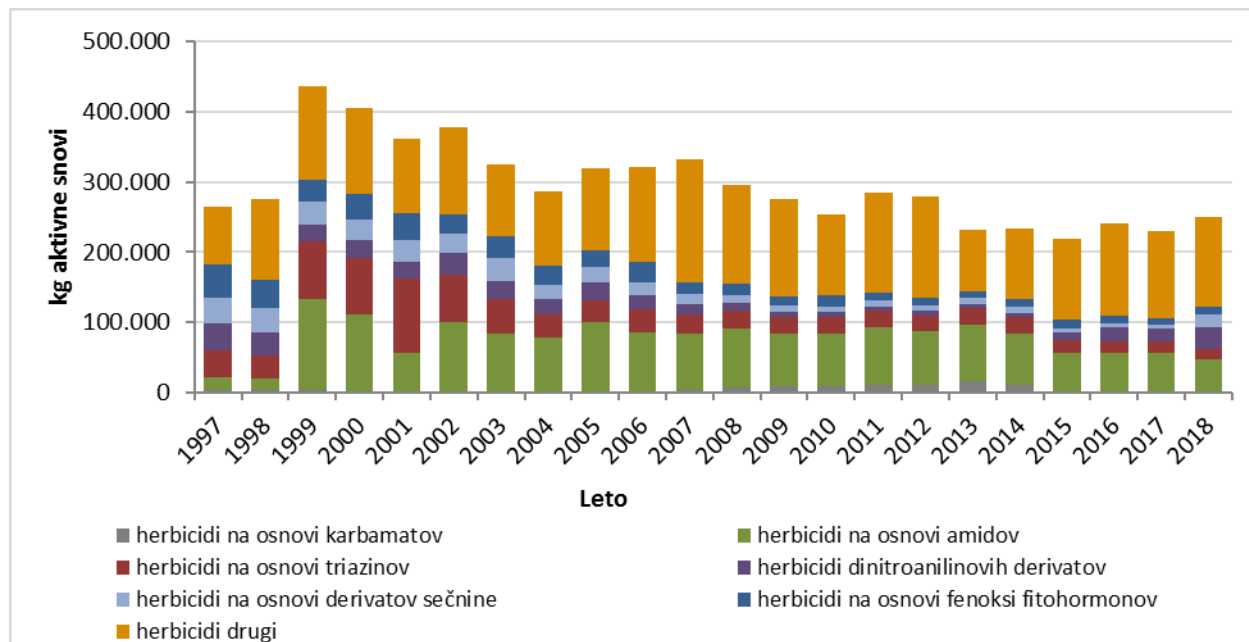
Po podatkih Statističnega urada Republike Slovenije (SURS) je bilo v obdobju od 2011 do 2018 v Sloveniji povprečno prodanih 245 (± 15) tisoč ton aktivnih snovi s herbicidnim delovanjem v različnih formulacijah (Slika 1). Velik upad prodaje leta 2013 in manjša padca v 2015 in 2017 lahko povežemo s sušami in vročinskimi valovi, ki so v zadnjih letih ponavljajoč vremenski pojav na ozemlju Slovenije in posledično slabšim vznikom plevelne vegetacije zaradi sušnega stresa.

Prodaja organofosfornih herbicidov, katerih glavnino zastopajo herbicidi, ki vsebujejo aktivno snov (a. s.) glifosat, med leti 2011 in 2018 predstavlja dobro tretjino celotne prodaje herbicidov prevedene v kg aktivne snovi. Med leti 2016 in 2018 pa ta številka narašča in dosega 40 odstotkov celotne prodaje herbicidov (Slika 2).



Slika 2: Delež prodaje glavnih skupin herbicidov po kemijskih razredih, po letih v obdobju od 2011 do 2018 v Sloveniji (Vir: SURS)

Drugo največjo skupino prodajanih herbicidov sestavljajo herbicidi na osnovi amidov in anilidov v kateri glavnino prodaje predstavlja aktivna snov S-metolaklor. Pripravki s to aktivno snovjo so registrirani za uporabo v koruzi, soji, sončnicah, sirku in sladkorni pesi. Vendar je pri herbicidih na osnovi amidov in anilidov, po letu 2014, opazen trend zmanjševanja prodanih količin (Slika 3). Nasprotno pa je v istem časovnem obdobju opazen trend povečevanja prodaje herbicidov na osnovi dinitroanilinskih derivatov in v letu 2018 herbicidov na osnovi derivatov sečnine.



Slika 3: Prodaja herbicidov (kg a. s.) v Sloveniji od 1997 do 2018 po kemijskih razredih (Vir: UVHVVR)

PREGLED NEKEMIČNIH STRATEGIJ IN UKREPOV URAVNAVANJA PLEVELA V POLJEDELSTVU IN VRTNARSTVU

PREVENTIVNE STRATEGIJE IN UKREPI

Preventivi ukrepi so ena izmed ključnih strategij v boju proti plevelom. Učinkoviti pa niso le v odstranjevanju plevelov, pač pa tudi v omejevanju njihovega nadaljnjega širjenja. Ti ukrepi se lahko izvajajo v različnih razvojnih fazah posevka. Učinkovitost teh metod je odvisna tudi od same plevelne vrste ter okoljskih in podnebni razmer (PAN, 2017). Slabe prakse ob izvajanju preventivnih ukrepov lahko otežijo izvajanje in tudi poslabšajo uspešnost drugih ukrepov uravnavanja plevelne vegetacije.

Čista mehanizacija

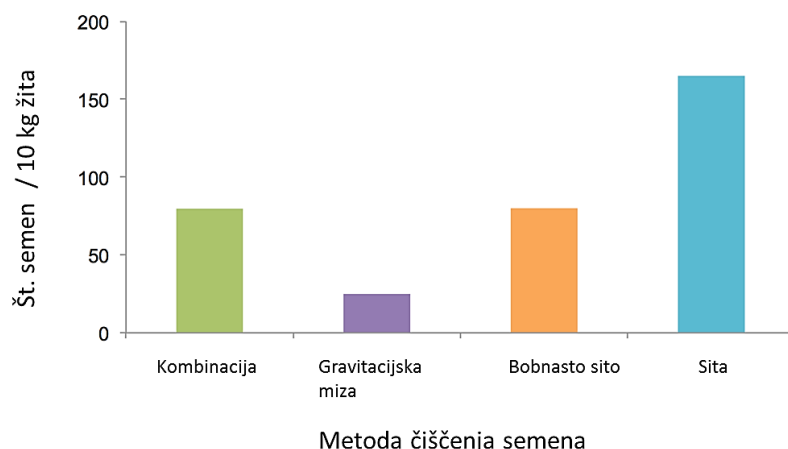
Prva pomembna preventivna strategija je uporaba čiste mehanizacije. Kmetijska mehanizacija, ki se jo uporablja na območju popolnoma razvitih plevelov, odpornih na herbicide, lahko predstavlja pomemben vektor za širjenje semen tovrstnih plevelov na druga polja (Blackshaw in sod., 2002). Upoštevanje previdnostnih ukrepov in temeljito čiščenje vse uporabljene mehanizacije po opravljenem delu, lahko močno vpliva na zmanjšanje širjenja plevelnih semen na ostala polja (Buhler in sod., 1997; Blackshaw in sod., 2002). Problem predstavljajo predvsem kombajni, ki imajo veliko majhnih prostorov, ki so zamudni za čiščenje in iz katerih se na polja vsipajo plevelna semena. Tudi za priključke za obdelavo tal in traktorje so ugotovili, da so potencialni vektorji za prenos semen s polja na polje (Rubione in VanGessel, 2020).

Pomembno je, da plevelnih vrst na pridelovalne površine ne vnašamo ali premeščamo s kmetijsko opremo. Vse naprave in orodja po uporabi na določeni površini (še posebej, če vemo, da je na njej prisotno veliko plevelov) po uporabi očistimo, operemo in odstranimo možne vire vnosa plevelov (semen in vegetativnih organov) na druge površine. Preventivno izvajamo kmetijska dela najprej na manj in na koncu na bolj zapleveljenih površinah, da s tem omejimo širjenje plevelov na manj zapleveljene površine. Tudi ob žetvi (npr. žit) moramo poskrbeti, da kombajn po delu na bolj zapleveljenih površinah dobro očistimo in omejujemo prenos plevelnih semen.

Čisto seme

Pogosto se plevelna semena, posebej pri rastlinah z majhnim semenom, na pridelovalno površino prinašajo tudi s samim semenskim materialom, zato je pomembno, da je ta čim bolj čist. Tudi po čiščenju ostane v semenu določen delež plevelnih semen, zato je tudi metoda čiščenja pomemben dejavnik, ki vpliva na kasnejšo zapleveljenost površin.

Za preprečevanje vnosa plevela in s tem dodatnega zapleveljenja obdelovalnih površin se priporoča uporaba čistega semena. Kupuje se samo očiščeno, certificirano seme gojenih rastlin, brez prisotnih plevelnih semen. Poleg tega zdravo in certificirano semena omogoča enakomeren in hiter vznik, kar ima za posledico zmanjšano začetno tekmovanje s plevelom. Če sejemo staro seme so vmes lahko prisotna plevelna semena, ki se ob setvi razširijo v vrste med gojene rastline in v medvrstni prostor (Flessner, 2019).



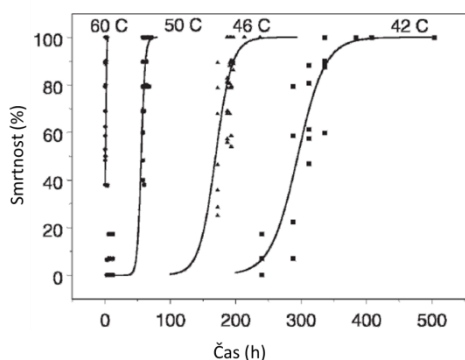
Slika 4: Vsebnost semen plevelov z različnimi metodami ali kombinacijami le-teh po čiščenju semena žita (povzeto po Michael in sod. 2010).

Organska gnojila brez plevelnih semen

Med preventivne ukrepe je všteto tudi gnojenje s hlevskim gnojem, kompostom in drugimi organskimi gnojili, ki pa ne smejo vsebovati plevelnih semen. Čas gnojenja in količino dodanega gnoja se lahko spreminja (Di Tomaso, 1995). Pri kompostu moramo paziti, da vanj predhodno ni bil odvržen koreninski plevel (npr. osat, njivski slak) ali plevel z že razvitimi semeni. Pri dodajanju perutninskega in živinskega gnoja v kompost je potrebno paziti, da vanj ne vnesemo plevelnih semen, če obstaja možnost, da so le-ta prisotna v krmi. Vanj tudi ne sme biti odložen perutninski gnoj, saj vsebuje semena plevelov (Ozores-Hampton, 1998). Uporaba komposta značilno zmanjša pojav plevelov za 43 % v primerjavi z obravnavanji, kjer kompost ni bil uporabljen in za 11 % v primerjavi z ročnim pletjem (Zinati, 2017). Ozores-Hampton (1998) je ugotovila, da kompost še posebej učinkovito zatira plevel, ko še ni popolnoma zrel, ker vsebuje visoke koncentracije fitotoksičnih snovi. Ti pa vsebujejo organske kisline (npr. etanojska in propanojska kislina ter butanojska kislina v zelo visoki koncentraciji).

Seme plevelov se lahko na pridelovalno površino prenaša tudi s krmo živine in posledično z organskimi gnojili. Tudi iz tega vidika je pomembno, da živinska krma ne vsebuje semen rastlin, ki bi lahko negativno vplivale na rast poljščin (npr. *Rumex sp.* iz travne krme, *Amaranthus sp.* s semeni poljščin). Živinski gnoj je lahko dober vir plevelov, vendar pa se pojavljajo razlike med gnojem različnih živali. Perutninski gnoj vsebuje malo ali skoraj nič semen plevelov, predvsem zaradi tipa krme, pa tudi zaradi načina predelave krme (zmletje). Gnoj prežvekovalcev lahko po drugi strani vsebuje veliko semen plevelov, v določenih primerih želodčni sokovi omehčajo povrhnjico semen, s tem pa se še izboljša kalivost semena.

Za zmanjšanje vitalnosti semen v organskih gnojilih je priporočljivo kompostiranje, predvsem zaradi visoke temperature (40 – 65°C), ki jo dosežemo s tem procesom. Dalj, ko je temperatura povišana, več semen običajno odmre.



Slika 5: Primer učinkovitosti visokih temperatur na smrtlost vrste *Solanum nigrum* L. v času pri različnih temperaturah in trajanju le-teh

Preglednica 2: Preventivni ukrepi za preprečitev širjenja plevelov z rastlinskim materialom in krmo

RASTLINSKI MATERIAL	OPREMA
Čisto seme in drug rastlinski material (sadike)	Vzpostavitev vozni poti za omejevanje širjenja plevelov
Krma brez semen plevelov	Čiščenje, pranje vozil, opreme, ki so bili na zapleveljeni površini
Pozornost pri vnašanju rastlinskega materiala od drugod – možne težave s pleveli	Omejevanje/nadziranje vstopa tujih vozil/opreme, ki prihajajo iz zapleveljenih površin

Oskrbovani robovi njiv

Oskrbovanje njivskih robov je pomemben ukrep za zmanjšanje negativnih vplivov nekultiviranega okolja na polja v okolici, poleg tega pa tudi pozitivno vpliva na pridelovanje gojenih rastlin in širšo pokrajino. Robovi njiv so opredeljeni kot ključni sestavni del kmetijske krajine – njihova vloga je posebej poudarjena pri vzdrževanju in spodbujanju prostoživečih živali na kultiviranem območju, kar prispeva k ohranjanju in spodbujanju biotske raznovrstnosti (Hackett in Lawrence, 2014). Oskrbovani robovi njiv doprinesejo tudi k varstvu gojenih rastlin pred pleveli (Marshall in Arnold, 1995). Gojene rastline najboljše zaščitimo pred pleveli s setvijo trave na robove njiv. Trava s svojo hitro, konkurenčno rastjo učinkovito zatira rast in razvoj plevelnih vrst (Critchley in sod., 2006). Marshall (1990) je ugotovil, da setev večletnih trav močno zmanjša rast in širjenje rizomov plazeče pirnice (*Elymus repens*), ki je najbolj pogost večletni plevel na robovih njiv. Tudi Smith in sod. (1999) so poročali, da lahko z mešanicami (trava ali trava in cvetoče rastline) za zasejanje robov njiv vidno zmanjšamo populacijo kar nekaj plevelov, vključno z navadnim deženom (*Heracleum sphondylium*), koprivo (*Urtica dioica*), jalovim ovsom (*Avena sterilis*) in njivskim osatom (*Cirsium arvense*). Marshall in Moonen (2002) sta opozorila tudi na takojšnjo odstranitev plevelov, če se le-ti pojavijo na robovih njiv, da se ne širijo naprej na njivo.

TEHNOLOŠKE GOJITVENE METODE

Kolobar

Kolobar je ena prvih preventivnih možnosti za obvladovanje plevelov na nizki ravni. Ob ozkem kolobarju ali njegovi odsotnosti se število plevelnih vrst v posevku običajno zmanjša. Začnejo prevladovati določene vrste, ki jim tehnologija, čas in način obdelave ustreza.

Ob širšem kolobarju v konvencionalnem kmetijstvu je za kemično zatiranje plevelov na voljo večji spekter aktivnih snovi, s katerimi lahko zatiramo večje število vrst plevelov. Dolgotrajna uporaba kemičnih pripravkov na osnovi istih aktivnih snovi pogosto vodi v pojav odpornih populacij plevelov, ki jih je kasneje težje obvladovati.

S kolobarjem lahko učinkovito zmanjšamo pojavnost plevelnih vrst na pridelovalni površini. Študije kažejo, da se lahko ob širšem kolobarju zapleveljenost občutno zmanjša, od 5 do 13 krat (npr. Anderson, 2005), odvisno od pridelovalnega sistema. Pomembno pri snovanju kolobarja je, da kombiniramo posevke, ki rastejo v različnih obdobjih (prezimno, toplejše obdobje), saj tako učinkovito preprečujemo prevlado določenih plevelnih vrst, ki za svoj vznik in kasnejši razvoj potrebujejo specifične pogoje (npr. toploljubni pleveli – *Amaranthus* sp., *Chenopodium* sp.). Ob zmanjšanju vznika plevelov se sčasoma zmanjša tudi zaloga vitalnih semen v tleh. Predvsem to velja pri širokih kolobarjih (4-letni – Anderson 2005), kjer kombiniramo prezimne in poletne posevke. Pri ozkem kolobarju se, če uporabimo to kombinacijo tipov posevkov, zaloga semen lahko še poveča. Tudi interakcija med tipom obdelave in pomanjkanjem kolobarja lahko vpliva na zapleveljenost površine. Npr. pri večletnem zaporednem sejanju žit se pogosto poveča število trav, ki imajo seme z nizko dormanco (npr. *Alopecurus myosuroides*, *Bromus* spp.), in ki lahko kasneje povzročajo velike težave z razvojem odpornosti na herbicide.

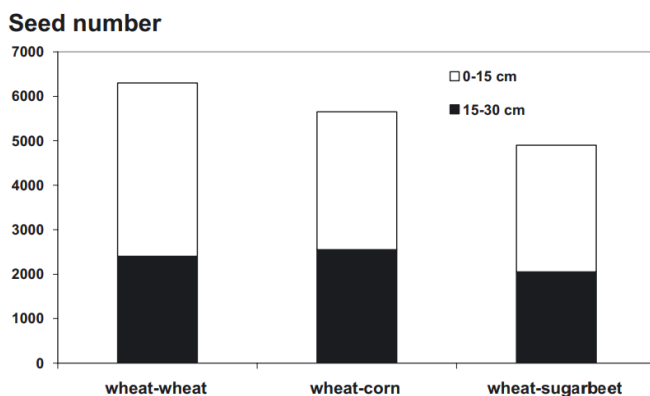
Diverzifikacija kmetijske pridelave bistveno spremeni obstoječe pridelovalne sisteme oziroma tehnologijo in ima vpliv na večjo raznolikost plevelne populacije. Sama vključitev večjega števila poljščin v kolobar pa ne pomeni samo razširitve nabora gojenih rastlin ampak tudi povečanje možnosti izbire ukrepov in orodij, da lahko takšno plevelno populacijo uravnamo na primerno raven. Širši kolobar je tako predvsem priložnost, da z izbiro primernih poljščin hkrati uporabimo različne strategije in ukrepe zatiranja plevla, ki vključujejo: različen čas setve, različne medvrstne razdalje, različno tekmovalno sposobnost, možnosti uporabe različnih strategij in ukrepov uravnavanja plevla, uporabo različnih vrst herbicidov, različne sisteme obdelave tal, možnosti vključitve dosevkov, možnost uničenja (drobljenja) semena plevla ob žetvi.

Novejše raziskave sicer potrjujejo, da se z razširitvijo kolobarja gostota plevelne populacije zmanjša, vendar le-ta nima bistvenega vpliva na samo biomaso plevla (Weisberger in sod., 2019). Raznolik kolobar vpliva na procese kalitve in propada plevelnih semen ter oblikovanja gostote plevelne populacije, vendar pa je učinek samega kolobarja na kasnejši razvoj plevla manj izrazit. Drugi tehnološki postopki in neposredni ukrepi zatiranja plevla kot so ciljna uporaba herbicidov in mehanskih postopkov zatiranja plevla, spremenjena gostota in vzorec setve, medvrstna razdalja ali izbor konkurenčnejših genotipov imajo bistveno večjo vlogo pri zmanjšanju biomase plevla (Westwood in sod., 2018; Liebman, 2017.) Tudi Schumacher in sod (2018) navajajo, da so poleg vrste poljščin glavni dejavniki, ki oblikujejo plevelno združbo, uporaba herbicidov, gnojenje z dušikom in obdelava tal.

Vpliv kolobarja na semensko banko plevla

V vsakem posevku na strukturo plevelne skupnosti vplivajo poljščine, ki so vključene v določen kolobar. Koocheki in sod. (2009) poročajo, da je bila gostota plevelnih semen v tleh pri vrstenju pšenice in sladkorne pese manjša kot samo pri setvi pšenice. Pri vrstenju sladkorne pese in ozimne pšenice je prišlo do 28 % zmanjšanja količine semena plevla. Vrstenje koruze in ozimne pšenice pa je zmanjšalo plevelna semena za 12 % v primerjavi s stalno setvijo pšenice.

Širokolistni posevki v kolobarju z ozkolistnimi posevki vodijo do zmanjšanja gostote plevelnih semen v tleh. Gostota semen v tleh na parcelah, kjer je neprekinjeno rasla pšenica je bila v zgornjem sloju tal (0-15 cm) večja kot v nižjem (15-30 cm) v primerjavi s kolobarjem sladkorna pesa-ozimna pšenica. Tako je bilo na parcelah s stalno posejano pšenico kar 62 % vseh plevelnih semen v zgornjem sloju zemlje (0-15 cm). Na to bi lahko vplivale tudi agronomske prakse (obdelava tal, tudi zaporedni posevki) (Koochehi in sod., 2009). Ball in Miller (1990) prav tako poročata, da je kolobarjenje eden izmed pomembnih dejavnikov, ki vplivajo na populacijo plevela. V monokulturi je več plevelnih semen (Slika 6) v tleh kot v polikulturi. Prav tako širokolistni posevki v kolobarju z ozkolistnimi vodijo do zmanjšanja gostote plevelnih semen v tleh. Do enake ugotovitve so prišli tudi Koochehi in sod. (2009), ki so poročali, da so več plevelov našli v posevku pšenice kot pri vrstjenju sladkorne pese in ozimne pšenice (28 % zmanjšanje količine plevelnih semen).

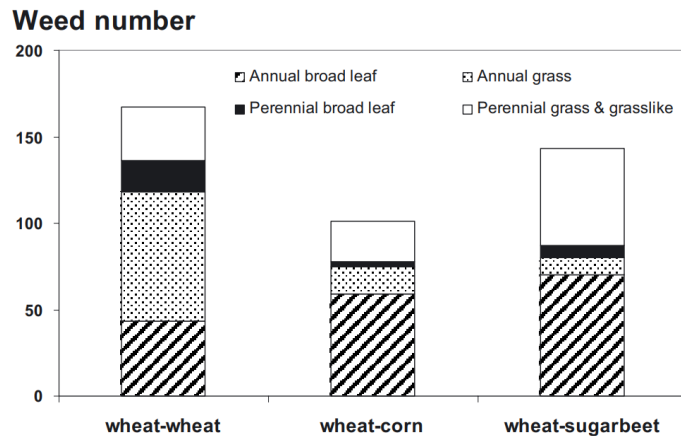


Slika 6: Vpliv različnih kolobarjev na gostoto plevelnih semen v tleh (št. semen/m²) (Koochehi in sod., 2009)

Vpliv kolobarja na populacijo plevela

Kolobarjenje vpliva tudi na spremembe plevelne flore. Predstavlja učinkovito prakso za zatiranje trdovratnejših plevelov, ker zmanjšuje ugodnost razmer za rast in razmnoževanje plevela, kar posledično vpliva tudi na zmanjšanje gostote plevela (Derksen in sod., 1993; Blackshaw in sod., 1994). V stalnem posevku pšenice so bile najbolj razširjene enoletne trave, medtem ko jih je bilo pri kolobarju koruza-ozimna pšenica in sladkorna pesa-ozimna pšenica manj (Slika 7). Tako lahko strnemo tudi ugotovitve Liebmana in Gallandta (1997), ki sta poročala, da je v vrstno pestrejšem kolobarju manjša gostota plevela, po drugi strani pa je večja njihova vrstna pestrost. Kljub temu, da je plevelna populacija sestavljena iz več vrst pa se vedno najde nekaj dominantnejših, ki predstavljajo 70 do 90 %. Liebman in Dyck (1993) sta dokazala, da je v monokulturi manjša plevelna pestrost in manj trdovratnih plevelnih vrst. Forcella in Lindstrom (1988) sta ugotovila, da je število plevelnih semen po osmih letih zatiranja šestkrat večje pri stalni setvi ene vrste kot pri kolobarjenju. Gostota plevelnih semen v organskih in integriranih sistemih kmetovanja v primerjavi z ostalimi načini je bila značilno višja v zgornjih 15 cm tal

(Benoit in sod., 1992). Barberi in sod. (1998) so poročali, da so plevelne semenske banke bolj raznolike v sistemih z manjšim vnosom in v ekološkem kmetovanju, v primerjavi s konvencionalnim načinom.



Slika 7: Vpliv različnih kolobarjev na gostoto plevelne populacije na m² (Koocheki in sod., 2009)

Slepa setev

Slepa setev je način zatiranja plevelov, ki zahteva pravočasno pripravo njiv in se ga izvaja pred setvijo posevka. Setveno površino se pred setvijo obdelava in s tem spodbudi kalitev plevelnih semen v zgornjem sloju tal. Pred setvijo se tla ponovno plitvo obdelava, s čimer se uniči plevelne kalice in obenem zmanjša semensko banko plevelnih vrst v zgornjem sloju tal. Obdelava mora biti res plitva, da se na površje ne vzdigne novih semen plevelov, ki so zakopana dovolj globoko, da ne kalijo. Za izvedbo obdelave so primerna različna česala ali predsetvenik na bolj zbitih tleh. Čas med osnovno obdelavo in obdelavo za uničenje plevela je odvisen od različnih pogojev za vznik plevela (npr. Temperatura, vlaga, plevelne vrste ipd.) in znaša vsaj en teden, po navadi pa je optimalen čas za zatiranje plevelov 14 dni po osnovni obdelavi. Po ukrepu zatiranja je čim prej potrebna setev pridelka.

Česanje pred vznikom posevka

Česanje po setvi, vendar pred vznikom posevka je ukrep podoben slepi setvi, vendar je setev posevka izvedena pred plitvo obdelavo za zatiranje plevela. Ta način je primeren za posevke z večjim semenom, ki je posejano globlje in kali dalj časa. S plitvo obdelavo ali fizikalnim zatiranjem pred vznikom posevka se uniči plevel, ki je vzkli, posevek pa ne utrpí prevelikih izgub. Primeren čas za setev posevka je nekaj dni do 1 teden po osnovni obdelavi, zatiranje pa se izvede tik pred vznikom posevka. V primerjavi s slepo setvijo je metoda česanja pred vznikom posevka nekoliko hitrejša in posevek kali takoj po zatiranju plevela in ima veliko kompeticijsko prednost pred pleveli, ki bodo morebiti še vzkli. Za uspešno izvedbo pa je potrebno dobro poznavanje prisotnih plevelnih vrst, redno spremljanje pogojev in vznika tako plevela kot posevka in predvsem natančna setev na enakomerno globino.

Obdelava tal

Splošno poznamo tri glavne tipe obdelave tal, na katerih gojimo poljščine. To so konvencionalna obdelava, ohranitvena obdelava in sistem direktne setve. Od sistema obdelave tal so odvisne tudi metode zatiranja plevelov. V splošnem lahko načine obdelave tal v razdelimo na tri tipe. To so konvencionalna obdelava, ohranitvena obdelava in sistem direktne setve (Bernik, 2005).

Glede na intenzivnost, učinkovitost in namen obdelave ločimo dva osnovna načina obdelave tal:

- osnovno obdelavo tal, ki je namenjena glavnemu pridelku. Zemljišče se obdela po celotni globini obdelave in se običajno izvaja s plugom ali rahljalnikom.
- dopolnilna obdelava tal sledi osnovni obdelavi in jo imenujemo tudi setvena priprava zemljišča. Način dopolnilne obdelave je odvisen od zahtev za posamezno vrsto rastline, vrste tal in klimatskih razmer.

Konvencionalna obdelava tal

Glavna lastnost konvencionalne obdelave tal je začetna osnovna obdelava, običajno oranje ali globoko rahljanje tal (Bernik, 2005). Ta ukrep s pridom uporabimo tudi pri obvladovanju plevelne populacije. Ob veliki zapleveljenosti površine je običajno oranje (obračanje zemlje) zelo učinkovit ukrep za zatiranje že vzniklih plevelov. Oranje je posebej učinkovito pri zatiranju trajnih plevelov z velikim koreninskim sistemom. Ob obračanju zemlje plevela iz površine zakopljemo globoko v tla ter s tem onemogočimo ponovni vznik. Po drugi strani pa se pri konvencionalni obdelavi tal zaloga semen v tleh razprši na večjo globino. Iz globljih plasti na površino tako z vsakim oranjem nalagamo dormantna semena, ki bi drugače ostala v mirovanju in kasneje propadla (Weber in sod., 2017).

Najpogosteje se pri konvencionalni obdelavi tal kot orodje za osnovno obdelavo tal uporablja plug ali strniščni plug (Van Biljon in Tingmin, 2018). S takšnimi orodji najpogosteje zemljo obdelamo globlje kot pri drugih tipih obdelave, od 15 do 25 cm. Odvisno od posevka, ki ga bomo po osnovni obdelavi tal sejali, se lahko orodje uporabi v jesenskem ali spomladanskem času. V vsakem primeru pa je treba obdelano površino pred sejanjem vedno obdelati še z orodji za predsetveno pripravo površine (Bernik, 2005).

Ohranitvena (konzervirajoča) obdelava tal

Prednost ohranitvene obdelave tal v primerjavi s konvencionalno z uporabo pluga je, da se zmanjša motnje v tleh – ni mešanja in obračanja tal (Bernik, 2005). Posledica tega je boljša struktura tal, boljša zadrževalna sposobnost za vodo, v takšnih tleh je običajno prisotnih tudi več organizmov v tleh. Po nekaterih virih naj bi bili vsaj 30 % površine vedno prekrivane z rastlinami, da se zmanjša vodno in vetrno erozijo (Tamburini in sod., 2016).

Zaradi odsotnosti obračanja tal se talna semenska banka nahaja v zgornjih nekaj centimetrih tal (Clements in sod., 1996; Swanton in sod., 2000). Zapleveljenost je lahko zaradi tega ob takšni

obdelavi prvih nekaj let večja, vendar ob pravilnem zatiranju plevelov lahko zalogo semen v tleh zmanjšamo. Semena so v bližini površja podvržena večjim številom plenilcev, pogosto je hitrejša tudi propadanje. (Bullied in sod., 2003).

Pred setvijo pri ohranitveni obdelavi tla obdelamo različno globoko, z različnimi orodji, ki zemljo rahljajo in plitvo mešajo, hkrati pa so prilagojena na delo na površini z veliko rastlinskimi ostanki. To so plugi za plitvo oranje, kotalne in diskaste brane, rahljalniki in kultivatorji. Tla lahko obdelamo v celoti, možna pa je tudi t.i. obdelava v pasovih. Tam ob setvi obdelamo samo površino v pasovih, kamor nato posejemo seme, medvrstne prostore pa pustimo neobdelane (Sarauskis in sod., 2015).



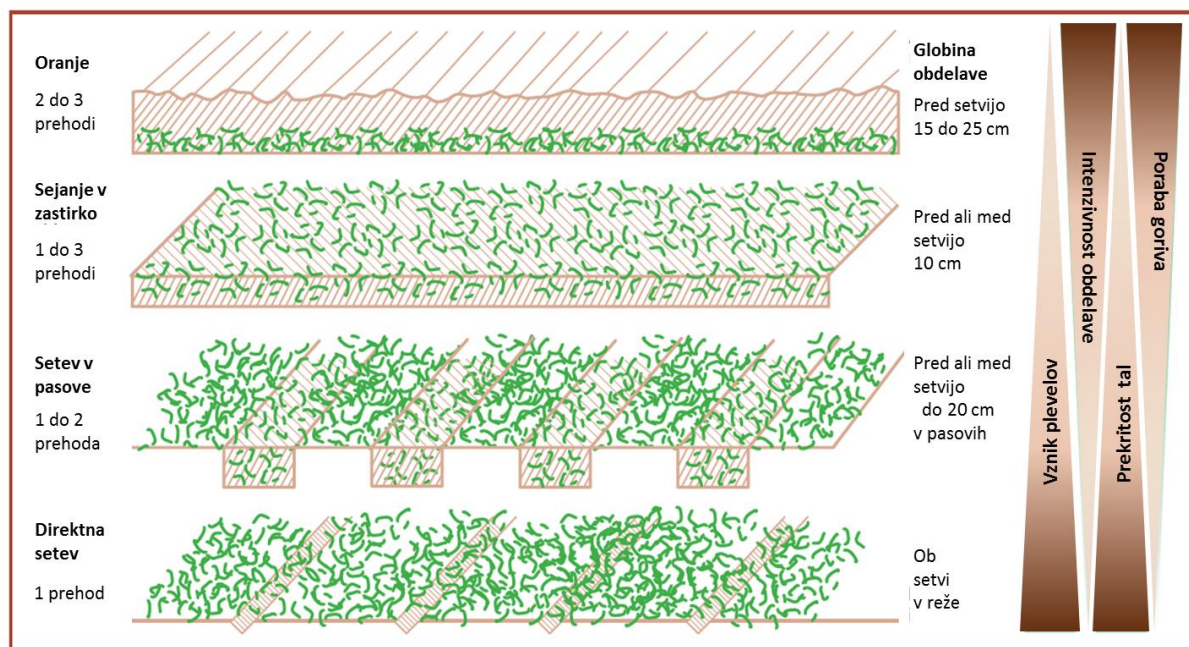
Slika 8: Uporaba krožne brane pri ohranitvenem sistemu obdelave tal

Direktna setev

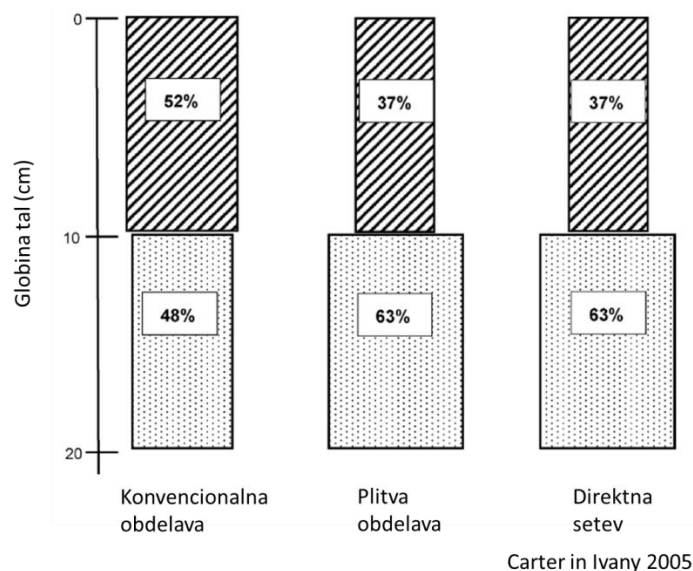
Pri direktni setvi gre za tip ohranitvene obdelave, pri kateri posevke sejemo neposredno v rastlinske ostanke predhodnega posevka. Značilnost takega sistema je, podobno kot pri ohranitvenemu tipu obdelave tal, velika količina rastlinskega material na površini (do 90 % pokritost površine z rastlinskimi ostanki) (Bernik, 2005). Zastirke na površini tal zavira vznik plevelov, posebej enoletnih semenskih plevelov, ki za kalitev potrebujejo svetlobo. Ker zemlje ne obračamo, pa se lahko na površini poveča pojavnost trajnih plevelov, ki so z nekemičnimi metodami, težje obvladljivi (Hossain in sod., 2016). Orodja, uporabljena pri direktni setvi, so namenska prav za to tehnologijo pridelave poljščin.



Slika 9: Sejalnica za direktno setev



Slika 10: Primerjava različnih tipov obdelave tal (FibL, Reduzierte Bodenbearbeitung)



Slika 11: Vpliv tipa obdelave tal na razporeditev plevelnih semen v tleh

Preglednica 3: Pojavnost različnih plevelnih vrst po tipih obdelave tal

Tip obdelave tal:		Konvencionalna	Ohranitvena	Direktna setev
				
Plevelna vrsta	Širokolistni	+++	++	+
	Ozkolistni	+++	++	+++
	Trajni	+	+++	+++

Povečevanje tekmovalne sposobnosti poljščin

Izbira vrst, ki jih gojimo na pridelovalni površini, je večinoma odvisna od navad kmeta in različnih ekonomskih dejavnikov. Lahko pa na odločitev o gojeni vrsti vpliva tudi njena sposobnost tekmovalnosti s plevelnimi vrstami. Vrste poljščin imajo različno veliko tekmovalno sposobnost proti plevelnim rastlinam. Le ta je lahko posledica načina rasti, časa rasti ali tehnologije, s katero pridelujemo posamezno poljščino.

Tudi izbira sorte lahko pomembno vpliva na vznik plevelov, saj se sorte razlikujejo po hitrosti vznika in rasti, po velikosti in razraščenosti posameznih rastlin, pa tudi po občutljivosti na

različne bolezni in škodljivce, ki zmanjšujejo njihovo rast. Tekmovalna sposobnost igra pomembno vlogo v začetnih fazah rasti poljščin. Takrat je pomembno, da rastline čim hitreje zavzamejo čim večji delež razpoložljivega prostora na površini.



Slika 12: Povečana tekmovalna sposobnost plevelov ob pomanjkanju ustreznih ukrepov za njihovo zatiranje v koruzi lahko vodi v izgubo pridelka

V določenih primerih lahko tekmovalno sposobnost poljščin povečamo tudi s povečanjem gostote sajenja. To lahko naredimo s povečevanjem števila semen v vrsti (npr. žita) ali z zmanjševanjem medvrstnih razdalj ali spremenjenim vzorcem setve in sajenja (npr. koruza, krompir).

Ob tem velja omeniti, da je tudi kvaliteta semena (kalivost, čistota) dejavnik, ki lahko zmanjšuje ali povečuje tekmovalno sposobnost rastline, posebno, če je število rastlin na površini manjše oz. so razdalje med rastlinami ob setvi večje (npr. okopavine, vrtnine).

Tekmovalno sposobnost lahko pri določenih vrstah povečamo tudi z uporabo sadik, s katerimi dosežemo hitrejšo pokritje prostora.

Izbira ustreznih sort

Kultivarji z ustrezno konkurenčnostjo v rasti so bolj tolerantni in odpornejši na morebitno prisotnost plevelov in imajo lahko lastnosti, ki omejujejo razvoj plevela. Izbor kultivarjev v tem pogledu temelji predvsem na lastnostih kot so višina rastlin, zgradba krošnje, vigor in sposobnost

razraščanja ter lastnosti korenin (velikost, gostota, razvejanost, hitrost razraščanja in lastnosti koreninskih izločkov). (Andrew in sod., 2015).

Izbira ustreznih sort predstavlja ugodno možnost zmanjševanja zapleveljenosti, v primerjavi z drugimi metodami, saj po navadi ni prisotnih nobenih dodatnih stroškov. Takšne sorte so sposobne zmanjšati vigor plevela v tekmi za omejene vire preživetja, proizvajajo pa lahko tudi kemične izločke, ki zmanjšajo rast plevela (alelopatija) in na ta način zmanjšajo gospodarsko škodo plevela, ki se odraža v zmanjšanem pridelku. Konkurenčne sorte vplivajo tudi na zmanjšanje ponovnega pojavljanja plevela v talni semenski banki, zmanjšujejo pritisk glede prekomerne uporabe herbicidov in izboljšujejo trajnost pridelovalnih sistemov (Andrew in sod., 2015; PAN, 2017).

Setev in medvrstne razdalje

Pomemben del zatiranja plevelov predstavlja tudi izbira ustreznega časa setve. Posledično je treba v ekološkem kmetijstvu setev jesenskih žit premakniti za toliko časa, da se jesenski vznik plevelov obdela pred vznikom posevka ali setvijo ter s tem prepreči rast plevelov pred začetkom zime. Podobno je s s spomladansko setvijo dobro počakati, da se tla segrejejo in se ustrezno pripravi površino za setev. Takšen postopek bo posevku zagotovil hiter vznik in konkurenčnost pred pleveli. (Bulut in sod., 2010; Arino in sod., 2012).

Priporočena gostota setve je v ekološkem kmetijstvu na splošno večja (10-15 %) v primerjavi s konvencionalno pridelavo (Arino in sod., 2012). Ideja takšne gostote setve je dvostranska:

1) nadomeščanje izgub rastlin zaradi mehanskega zatiranja plevelov in odsotnosti herbicidov (tu so mišljene predvsem izgube mladih rastlin)

2) spodbujanje hitre rasti in bolj razvitega nadzemnega dela posevka (Arino in sod., 2012).

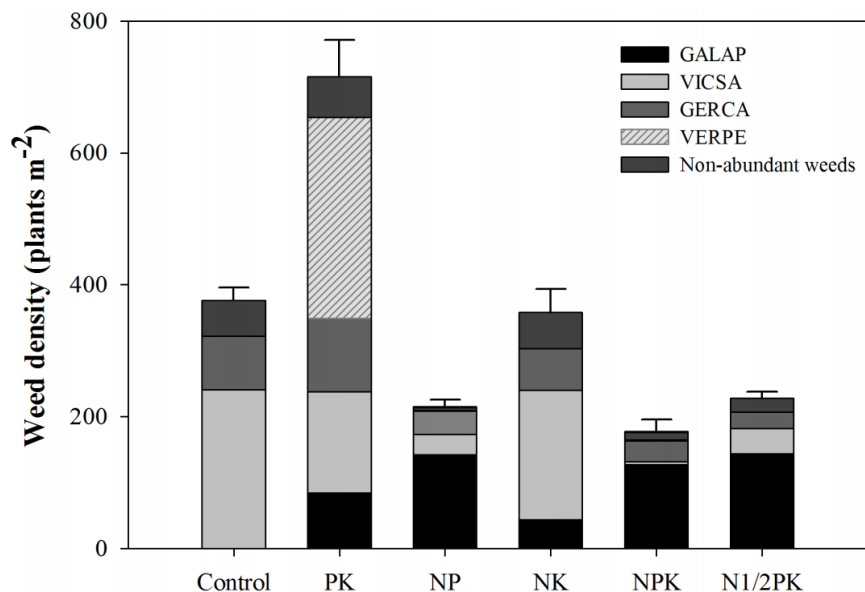
Posebno previdnost velja nameniti zgodnji setvi, da njena gostota ni prevelika, saj to lahko vodi v razvoj ugodnih razmer za razvoj rastlinskih bolezni (npr. prevelika vlaga v posevku) (Bulut in sod., 2010). Zagotoviti je potrebno tudi enakomerno globino setve vseh semen, da sta vznik in nadaljnji razvoj posevka homogeni, s čimer je lažje tudi izvajanje mehanskega zatiranja plevelov. Za posevke, kjer je predvideno mehansko zatiranje plevela s česalom se globino setve poveča za 1 cm, da ne prihaja do poškodb vzniklih rastlin pri česanju posevka (Arino in sod., 2012).

Pri sajenju se preučuje predvsem vpliv širine medvrstnih prostorov na rast plevelov. Widdicombe in Thelen (2002) sta poročala, da se pridelek koruze poveča za 2 do 4 %, če se medvrstne prostore zmanjša iz 76 cm na 56 in 38 cm. Odziv plevelov na ožanje medvrstnih prostorov je različen. Medtem ko zmanjšanje medvrstne razdalje iz 70 na 50 cm ni imelo velikega vpliva na številčnost širokolistnih plevelov, pa se je pri travnih plevelih zmanjšala biomasa in skupna suha masa plevela za 17 % oziroma 10 % (Abouziena in sod., 2008). Teasdale (1998) ter Johnson in sod. (1998) so ugotovili, da ožanje medvrstnih prostorov pri koruzi ni vplivalo na zmanjšanje

biomase plevela. Ena možnost za zmanjšanje rasti plevela v ožjih medvrstnih prostorih je hitrejša zapiranje sklopa korus zaradi hitre rasti. Z zaprtjem medvrstnega prostora pride do senčenja tal oz. zmanjšanja pronicanja svetlobe, in tako slabšanja pogojev za rast plevela. Tharp in Kells (2001) ter Teasdale (1995) so v svojih raziskavah poročali, da so posevki z ožjimi medvrstnimi razdaljami bolje prestrezali svetlobo od tistih z večjimi. Ahmadvand in sod. (2009) so preučevali vpliv razdalje med rastlinami na pojav plevela v krompirju in ugotovili, da je razdalja med rastlinami krompirja vplivala tako na pojavljanje posameznih plevelnih vrst kot tudi na skupno biomaso plevela. Poleg tega so podali naslednjo ugotovitev: večja razdalja med rastlinami v vrsti vpliva na večjo maso plevela, kar se pozna tudi na zmanjšanju povprečne teže gomoljev na rastlino in skupnemu pridelku krompirja.

Gnojenje

Za dušična gnojila je znano, da lahko prekinejo dormanco plevelnih semen in na ta način neposredno vplivajo na gostoto plevela (Di Tomaso, 1995). Patel in sod. (2018) so ugotovili, da so tekom njihove raziskave prevladovali enokalični in dvokalični pleveli, med 41.2 in 58.8 %. Prevladujoči enokalični pleveli so bili *Eleusine indica*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Commelina benghalensis* in *Eragrostis major*, med dvokaličnimi pa *Oldenlandia umbellata*, *Phyllanthus niruri*, *Digera arvensis* in *Boerhavia diffusa*. Alternativna metoda za zatiranje plevela brez uporabe herbicidov je postopek zelenega gnojenja, pri čemer se "gnojilo" vkoplje v tla. Zeleno gnojenje z rastlinami iz družine križnic (Brassicaceae) (rjava indijska in bela gorčica), poleg tega pa tudi s sončnico in črno deteljo se lahko uporabi za zatiranje nekaterih plevelov (Ohno in sod., 2000; Norsworthy in sod., 2005). Efthimiadou in sod. (2012) so pri gnojenju z govejim in kurjim gnojem zabeležili večjo gostoto plevelov kot pri gnojenju s sintetičnim gnojilom (amonijevim sulfatom).



Slika 13: Vpliv gnojenja na povprečno gostoto plevela (Tang in sod., 2014)

Tang in sod. (2014) so ugotovili, da na različni modeli gnojenja vplivajo na gostoto plevelne populacije, poleg gnojenja pa na njihov pojav vpliva tudi dolžina rastne dobe določenega plevela. Največ plevelov so našli v modelu gnojenja, ki je vključeval samo P in K, najmanj pa pri gnojenju z N, P in K (Slika 13).

Gnojenje pa vpliva tudi na rast in razraščanje plevela. Plevelne rastline se bolje razvijajo na dobro gnojenih tleh in tudi zrastejo višje ter se posledično bolj konkurenčne posevku (Tang in sod., 2014).

Apnenje

Apno je pomembno, ker vpliva na zviševanje pH tal in na večjo dostopnost hranilnih snovi rastlinam na kislih tleh (Ossom in Rhykerd, 2007). Kells in sod. (1980) so preučevali učinek apna na plevela in ugotovili, da njegovo dodajanje v tla zmanjša zapleveljenost za 83 % v primerjavi brez dodanega apna. Tako kot mah, tudi nekateri pleveli bujno rastejo na kislih tleh, zato je potrebno v tla dodajati apno, da se zviša pH tal in se zmanjša bujnost plevelov (Karn, 2017). Plevelne vrste imajo še posebej veliko kompeticijsko prednost na tleh kjer je pH površinskega sloja nižji od 5,5 ali je pH globljih slojev nižji od 4,8 (Benjamin in Hashem, 2017).

Namakanje

Trije osnovni načini namakanja so površinsko, z razpršilniki in kapljično, ki pa se razlikujejo po učinkovitosti izrabe vode, ceni, količini končnega pridelka in učinkovitosti zatiranja plevela (Coolong, 2013).

Najpogostejši način namakanja na svetu je površinsko, pri kateremu se poplavi celotno površino ali z vodo napolni brazde, speljane med vrstami posajenih rastlin. Površinsko namakanje je najbolj pogosto pri gojenju riža. Bhagat in sod. (1996) so poročali, da riž v poplavljenih tleh lažje tekmuje s pleveli, čeprav so se pojavile nove vrste plevelov, ki jim ustreza stalna prisotnost vode.

Namakanje z razpršilci kmetom omogoča enakomerno porabo vode na velikih površinah, kar vpliva tudi na pravilno vključitev in rabo pre-emergence herbicidov – to so herbicidi, ki se jih uporabi po setvi, vendar pred vznikom posevka in plevela in za delovanje potrebujejo primerno vlažna tla (Dowler, 1995). Namakanje s škropilniki, ki vzpodbudi kaljenje plevelnih semen, v kombinaciji z zatiranjem s plitvo obdelavo pred setvijo se je izkazalo kot uspešna metoda zatiranja plevelne vegetacije. V tem primeru gre za variacijo izvajanja ukrepa slepe setve. .

Kapljično namakanje je zaradi večjih materialnih stroškov najdražji način namakanja, vendar so pri njem, v primerjavi z drugimi načini namakanja, izgube vode najmanjše. Pri tovrstnem namakanju gre za dovajanje vode preko kapljičnih cevi v direktno območje korenin, poleg tega se lahko vodi doda tudi vodotopna gnojila, ki pridejo direktno v območje korenin gojenih rastlin. Pri kapljičnem namakanju medvrstni prostori ostanejo suhi, tako, da je tam rast plevelov onemogočena. Suhi ostanejo tudi listi, zaradi česar je onemogočen tudi razvoj bolezni (Howell,

2001). Kadar se uporabi kapljično namakanje v kombinaciji s plastično zastirko so pleveli zatrti tudi v vrsti med rastlinami (Coolong, 2013).

Še en način namakanja, ki je tudi pogosto v uporabi pa je podzemno kapljično namakanje. Gre za namakanje, ki kmetom omogoča natančno speljavo vode v območje koreninskega sistema, stran od plevelnih semen (Coolong, 2013). Ključna prednost tega načina namakanja je zmanjšanje vlažnosti zgornjega sloja tal, kar vpliva na zmanjšanje kalitve in rasti plevela. Zaradi tega je ta način namakanja primernejši za namakanje presajenih rastlin, sejancev. (Lamm in Camp, 2007). Ne samo, da tudi tukaj površina tal ostane suha, ampak rastline razvijejo globlji koreninski sistem. Shrestha in sod. (2007) so ugotovili, da se pri takem namakanju največ plevelov pojavi v vrstah med rastlinami, predvsem v neposredni bližini rastlin.

Zastirke

Kot zastirka so definirani vsi materiali, ki prekrivajo talno površje. Lahko so organske ali neorganske. Razlogi za uporabo zastirk so ohranjanje vlažnosti tal, izboljšanje rodovitnosti in zdravja tal, zmanjšanje rasti plevela, pa tudi lepši izled površja tal. Lahko se jih položi na golo zemljo ali okoli že obstoječih rastlin. Organska zastirka iz gnoja ali komposta bo v tla vnesena z delovanjem deževnikov in drugih talnih organizmov. Uporaba zastirk je možna tako v komercialni pridelavi poljščin kot tudi v vrtnarstvu. Ob pravilni uporabi lahko znatno izboljša rodovitnost tal (Govindappa in Pallavi Seenappa, 2014).

Organska zastirka

Med organske zastirke se uvršča lesne sekance, slamo, pokošeno travo, listje, žaganje, ipd.. Tovrstne zastirke so pomembne tako z vidika rastlin kot tudi tal. Z njihovim razkrajanjem so hranila na voljo rastlinam in mikroorganizmom v tleh (Jodaugienė in sod., 2006). Zastirke prav tako vplivajo na zmanjšano kalitev plevelnih semen, saj semena nimajo ustreznih kalitvenih pogojev (Kołota in Katarzyna, 2013). Pomanjkanje sončne svetlobe zaradi zastirke predstavlja fizično oviro za začetek kalitve plevelnih semen. Zastirke imajo pozitiven vpliv na posevek, saj povečajo njegovo rast in zadržujejo vlago v tleh, lahko pa vplivajo tudi na povišanje temperature tal. Za povečanje pozitivnega učinka zastirke je nujno, da vemo katero vrsto in kakšno količino zastirke se bo uporabilo. Prva vrsta zastirke je pokošena trava, pri čemer je treba upoštevati, da se trave, ki je bila tretirana s herbicidi, ne sme uporabiti. Sveže pokošena trava je bogata z dušikom in ostalimi hranili, ki so potrebna za rast (Bananuka in sod., 2000). Tudi slamo se lahko uporabi za organsko zastirko, vendar je večja nevarnost, da vsebuje plevelna semena. Medina in sod. (2009) so ugotovili, da so imeli nasadi jagod, prekriti s slamo do štirikrat večji pridelek v primerjavi s tistimi brez slame. Subrahmanian in Zhou (2008) sta poročala, da se je številčnost plevelov pri navadni ogrščici zaradi uporabe slame zmanjšala za 30 %, Borowy (2004) pa je v svoji raziskavi poročal, da je uporaba ržene slame kot zastirke pri zelju, korenju in rdeči pesi vplivala na kar 93 do 100 % zmanjšanje številčnosti plevelov. Tipičen primer organske zastirke je tudi kompost, ki tako kot sveže pokošena trava rastlinam zagotavlja hranila, potrebna za rast. Mikrobi v kompostu uničijo talne patogene in na ta način zavirajo razvoj rastlinskih bolezni. Gill

in sod. (2011) so potrdili, da 2-3 cm debela plast komposta na površini tal bolje varuje rastline pred boleznimi kot fungicidi. Tudi zastirka iz sekancev je priporočljiva zaradi hitrega razpadanja lesa, ki vpliva na povečanje organske snovi v tleh. Pri uporabi lesnih sekancev kot zastirke morajo biti ti pred nanosom na površino puščeni na prostem, da se iz njih izločijo morebitne snovi, ki bi lahko delovale na posevek. Sekanci so običajno bolj grobe teksture in imajo večjo gostoto kot slama, vendar je potrebno posuti večjo količino na hektar površine v primerjavi s slamo, zato njihova uporaba ni ekonomsko sprejemljiva na velikih površinah. Imajo pa tudi kar nekaj pozitivnih lastnosti, med drugim: visoko C:N razmerje, relativno dolgo obstojnost, ob popolnem razpadu tvori humus, iz njih se sprošča ustrezna količina Ca, mikrohranil, pa tudi manjše količine N, P in K (Schonbeck, 2020). Lesni sekanci so primerni za zatiranje plevela v ekološkem kmetijstvu, pripomorejo tudi k zmanjšanju erozije na površinah z nagibom in v posevkih s široko medvrstno razdaljo (Gruber in sod., 2008). Kot zastirko se lahko uporabi tudi žaganje, vendar ima zaradi svoje fine teksture več slabosti kot prednosti: v tleh zadrži preveč vode, v tleh ni dovolj zraka, na začetku ima lahko alelopatski učinek na posevek, skozenj lahko z vetrom pridejo plevelna semena, za katera žaganje predstavlja ustrezen medij za kalitev, na nagnjenih površinah ga lahko izpere dež (Shyam in sod., 2011; Schonbeck, 2020).

Anorganska zastirka

Večina anorganskih zastirk se uporablja za preprečevanje rasti plevelov, poleg tega se ne razkrajajo hitro. Med neorganske zastirke spadajo črne plastične folije, tekstilne zastirke, kamenje, gramoz,... Tovrstne zastirke se, enako kot organske, položi na površje tal, v katerih zadržujejo vlago in zaščitijo rastline pred prehitro izsušitvijo. Ena izmed anorganskih zastirk je črna plastična folija, ki poveča temperaturo tal, zmanjša evaporacijo in preprečuje rast plevelov (Kasijaran in Ngouajio, 2012). Ima pa črna folija tudi slabosti: tla se pod njo lahko pregrejejo in postanejo medij za razvoj številnih rastlinskih škodljivcev. V primerjavi z organskimi zastirkami se neorganske ne razgradijo, kar je treba upoštevati pri gnojenju (Bananuka in sod., 2012). Alternativo navadni plastični foliji predstavlja biorazgradljiva folija iz razgradljivih materialov (Malinconico in sod., 2002; Imam in sod., 2005). Ko ta odsluži svojemu namenu se razgradi in »ostanki« se vključijo v tla, kjer jih mikroflora spremeni v ogljikov dioksid ali metan, vodo in biomaso. Ker biorazgradljivi materiali ne proizvajajo odpadkov, ki bi zahtevali posebne načine predelave, predstavljajo trajnostno ekološko alternativo polietilenskim folijam z majhno gostoto (Immirzi in sod., 2003; Kapanen in sod., 2008). Obstajajo tudi folije, ki so občutljive na svetlobo (fotorazgradljive) (Sorkin, 2006). Znanstveniki so začeli že v 60. in 70. letih prejšnjega stoletja raziskovati možnost uporabe biofotorazgradnje, kot tehnike »samouničenja« za plastično folijo. Učinkovitost fotorazgradljivih folij so testirali več kot 20 let (Hemphill, 1993) in dobili variabilne rezultate, nekatere folije so se razgradile prehitro (Greer in Dole, 1993). Razgradnja tovrstnih folij v tleh, kjer ne pronica svetloba pa je vprašljiva (Zhang in sod., 2008; Halley in sod., 2001).

Dosevki

Del kolobarja, ki služi preventivni zaščiti površine pred razvojem plevelov, je tudi uporaba posevkov različnih vrst rastlin. Z njimi dosežemo prekritje življenjskega prostora, ki bi ga v primeru, če bi bil ta prost, zapolnila druga rastlina, ki je lahko tudi plevel. Takšne posevke lahko sejemo v obdobju med glavnimi posevke (t.i. dosevki, prekrivni posevki ali strniščni dosevki) in so sejani z namenom zastiranja površine, preprečevanja erozije, zadrževanja hranil pred spiranjem, povečevanja aktivnosti organske snovi v tleh idr. Za zmanjševanje zapleveljenosti lahko uporabimo tudi t.i. podsevke, ki jih sejemo skupaj z glavnim posevkom, uporabimo lahko tudi sistem mešanih posevkov, kjer se dva posevka dopolnjujeta in zapolnita prostor ter preprečujeta vznik plevelom.

Strniščni ali vmesni dosevki, ki jih posejemo v obdobju gojenja med dvema glavnima kulturama, predstavljajo potencialno dodatno orodje za sistemsko naravnano integrirano varstvo pred pleveli. Strniščne dosevke so bili v preteklosti vključeni v kolobar predvsem zaradi pozitivnih učinkov na imobilizacijo in preprečevanje izpiranja dušika izven rastne dobe, izboljšanja strukture tal, obogatitve tal z dušikom (metuljnice) in nevtralizacijo ali preprečevanje razvoja bolezni kot so nematode (Sarrantonio in Gallandt, 2003). Vključitev dosevkov ponuja dva mehanizma s katerima omejujemo populacije plevelov. Pozno poleti ali v jesenskem obdobju dosevki s svojim tekmovanjem za svetlobo, hranila in vodo preprečujejo rast, razvoj in tvorbo semena različnih plevelnih vrst in zapolnijo nišo, ki bi jo v nasprotnem v poljskih ekosistemih zapolnili pleveli (Liebman in Staver, 2001). Rastlinski ostanki, ki jih zadelamo v tla spomladi, pa zmanjšujejo ali preprečujejo vznik plevelov zaradi svojega alelopatskega vpliva (Al Khatib, 1997) ali stimuliranja talnih patogenov (Conklin in sod., 2002). Število vzniklih plevelnih vrst določa raven tekmovanja za vire z gojeno rastlino in je poleg klimatskih pogojev v veliki meri odvisno predvsem od talne semenske banke plevelov. Kompeticija plevelov s posevkom vodi v izgubo pridelka, zato se za njihovo zatiranje uporablja herbicide ali mehanske pristope zatiranja, s čimer se tekmovalnost zmanjša. (Dielman in sod., 1996). Prav tako stopnja začetnega vznika plevelov vpliva na uspešnost ukrepov kot sta okopavanje ali uporaba herbicidov po vzniku (Forcella in sod., 1993).

Učinek dosevkov na razvoj plevelne populacije je lahko kratkoročen kot zmanjšan pritisk plevelov na naslednji posevek, med dolgoročne učinke pa uvrščamo predvsem zmanjševanje talne semenske banke, saj je razvoj plevelov povezan s kasnejšo produkcijo semena (Lutman, 2002). Pri določenih vrstah dosevkov se zmanjševanje rasti plevelov regulira tudi preko izločanja alelopatskih kemikalij v tla, s katerimi določene rastline onemogočajo rast drugim konkurentom. Dosevke lahko pred setvijo naslednjega posevka uničimo ter uporabimo kot »mrtvo« zastirko. Najpogosteje se za tak način zastiranja površine uporablja rž ali grašico, saj je količina biomase pri teh dveh vrstah velika. Kasneje na površini izvedemo direktno setev, zastirka pa še nekaj časa onemogoča vznik nezaželenih rastlinskih vrst. Pri uporabi takšnih zastirk je pomembno, da se dosevek res uniči, kajti drugače tudi sam postane tekmeč za hranila in življenjski prostor.

Preglednica 4: Vpliv dosevkov na pojav zapleveljenost

Prezimni dosevek	Dejavnik	Rezultat	Vir
rž	vpliv na pojav plevelov	65-75 % manjši pojav plevela	Sung in sod., 2010
kuštrava (ozimna) grašica	vpliv na manjšo rast korenin	33-55 % manjša rast korenin	Inderjit in Asakawa, 2001
rdeča detelja	vpliv na zapleveljenost	75 % manjša suha masa plevela	Choi in sod., 2011
oves	vpliv na manjšo gostoto semen	manjša gostota semen krvavordeče srakonje (35.3 %), srhkodlakavega ščira (39.9 %), <i>Eleusine indica</i> (48.9 %), navadnega kristavca (40.5 %)	Dube in sod., 2012
Neprezimni dosevek	Dejavnik	Rezultat	Vir
aleksandrijska detelja	vpliv na zapleveljenost	70 % manjša gostota divjega sirka, 67 % manjša suha masa navadnega slakovca	Salehian in sod., 2014

NEPOSREDNI UKREPI URAVNAVANJA PLEVELA

Mehansko zatiranje

Mehansko zatiranje plevela vključuje mehanske postopke, ki zmotijo kalitev njihovih semen in uničijo rastlinsko tkivo, z njimi se odstrani, poškoduje ali uniči plevel, lahko pa le vplivamo na rastne razmere, da te postanejo neugodne. Tehnike mehanskega zatiranja plevela so lahko selektivne (imajo manjši vpliv na ne-ciljne rastline) ali neselektivne (imajo vpliv na celotnem območju, kjer so uporabljene). Če se jih uporabi v ustreznem terminu, lahko z njimi uspešno uravnavamo nekatere plevelne vrste ali pa jih celo izkoreninimo. Med mehanske metode prištevamo ročno pletje in prekopavanje z motiko, obdelavo tal z različnimi namenski priključki, košnjo, mulčenje ipd.. (Bell in Lehman, 2005).

Ročno pletje in prekopavanje z motiko

S to metodo se plevel skupaj s koreninami odstrani iz zemlje. Ta način zatiranja plevela je še posebej primeren za enoletne, pa tudi nekatere večletne plevel, odvisno od razvojne faze. Učinkovitost te metode je odvisna od odstranitve celotnega koreninskega sistema, saj se nekateri pleveli lahko razmnožujejo iz v zemlji puščenih delčkov korenin. Ročno pletje nima vpliva na ne-ciljne (gojene) rastline in ne vpliva na rastne razmere, medtem ko prekopavanje z motiko spremeni rastne razmere, kar vodi v nove možnosti kalitve novih plevelnih semen. Glavna slabost ročnega pletja in prekopavanja z motiko je majhna storilnost (majhna opleta površina (ha) na uro), zato se ga večinoma uporablja le na manjših površinah, posebno v ekološkem kmetijstvu, predvsem v pridelavi vrtnin.

Košnja nadzemnih delov plevela

S košnjo se odreže nadzemno del plevela ter na ta način prepreči širjenje plevela s semeni in omeji njegovo nadaljnjo rast. Košnja je lahko zelo učinkovit način zatiranja številnih enoletnih plevelov, še posebej učinkovita pa je, če jo izvedemo preden se razvijejo semena, ker se na ta način zmanjša število cvetnih stebel. Pred samo izvedbo pa je potrebno upoštevati biologijo plevela, saj lahko nekatere vrste po košnji preveč bujno odženejo, lahko pa tudi na novo odženejo iz ostankov stebel ali korenin, ki ostanejo po košnji. Pleveli se kosi predvsem v posevkih s širokimi medvrstnimi razdaljami (krompir, koruza, pesa) (Pallut, 2002), medtem ko se pri žitih, oljni ogrščici, grahu in fižolu uporabi le, če so medvrstne razdalje večje od 16 cm (Rueda-Ayala in sod., 2010). Ta metoda zatiranja plevela je lahko problematična za odstranjevanje nekaterih trajnih plevelov na travnikih (topolistna kislica, njivski osat in *Pteridium aquilinum*). Za te tri pleveli je potrebna pogosta košnja, da se doseže visoka uspešnost zatiranja. Graglia in sod. (2006) so dosegli približno 75 % zmanjšanje biomase njivskega osata v ječmenu, potem ko so kosili 6-krat v rastni dobi. Košnja plevela je pomembna tudi z vidika estetskega izgleda pokrajine, učinkovitejša je od ročnega puljenja, lahko se jo uporabi v gosti plevelni vegetaciji. Slabosti te tehnike so spodbujanje rasti plevelov, če ni košeno pravočasno in problem hrupa (za ljudi in okolje). Za pravilno izvajanje tega ukrepa je potreben tudi ustrezno izobražen kader.

Zatiranje z obdelavo tal

Obdelava tal pomeni delo s stroji, ki vrhnjo plast zemljišča mehanično obdelajo. To tehniko se pogosto uporablja za zatiranje plevela v kmetijskih kulturah. Obdelava je učinkovita predvsem proti enoletnim plevelom in plitvo vkoreninjenim večletnim plevelom, vendar se pogosto zgodi, da deli rizomov večletnih plevelov ostanejo v tleh, zato iz njih pleveli na novo odženejo. Zatiranje z obdelavo je treba izvesti pred oblikovanjem semen in njihovim otrepanjem na tla. Tovrstno zatiranje je najbolj učinkovito, ko so tla suha in se izkoreninjene rastline hitro izsušijo. Nasprotno, vlažni pogoji prispevajo k lažjemu ponovnemu odgnanju plevelov, ki se lahko ponovno ukoreninijo in nadaljujejo z razvojem.

Zatiranje z obdelavo tal lahko razdelimo na obdelavo neodvisno od posevka, kjer se z orodjem obdelata celotna površina in pa medvrstno obdelavo, kjer se z orodjem obdeluje zgolj prostor med vrstami posevka. Na voljo pa so tudi orodja, ki imajo različne dodatke s katerimi se zatira pleveli tudi v vrstnem prostoru.

Obdelava neodvisno od vrst posevka

Kotalna brana (zvezdasti elementi)

Kotalna brana je uporabna za zatiranje plevelov v medvrstnem prostoru posevka ali povprek. Na krožnem obroču zvezdastega elementa so pritrjeni zobci, ki so rahlo upognjeni v obliki rezila. Zobci se pogrezajo v tla do globine 3 cm in plitvo obdelajo površinski del tal.

Na površinah kjer se izvaja ohranitvena obdelava tal ali direktna setev (no-till) ne prihaja do mešanja/odstranjevanja organske snovi s površine, kar posledično ne povečuje možnosti za nastanek erozije. Dodatni učinek kotalne brane je tudi zmanjševanje zaskorjenosti tal. Hitrost obdelave tal pri uporabi kotalne brane je lahko velika, do 15 ha/h.

Orodje uporabimo v času, ko so pleveli še majhni (BBCH 9 - 10), saj so takrat pleveli najbolj občutljivi na motnje. S preходом s kotalno brano takšne plevela izpulimo ali uničimo. Uporaba ukrepa v vročem in suhem vremenu pomembno prispeva k izsušitvi izpuljenih plevelov in njihovem odmrtnju. V vlažnem in oblačnem vremenu je učinek zmanjšan, saj se lahko določen odstotek plevelov, ki niso bili popolnoma izruvani, spet ukorenini in nadaljuje z rastjo. Učinkovitost orodja se poveča tudi s povišanjem hitrosti prehoda.

Čas, ko uporabimo orodje, variira od zgodnjih stadijev, takoj po setvi, pred vznikom (pri žitih predvsem pred vznikom) do kasnejših stadijev, pri koruzi do 2 listov. V zgodnejšem obdobju, pred vznikom ali tik po njem (pri koruzi) uporabimo kotalno brano povprek. Kasneje, ko je posevek že večji, se orodje uporablja le za obdelavo medvrstnega prostora. Za bolj učinkovito uporabo se priporoča setev z zamikom enega tedna po osnovni obdelavi tal, saj s tem dosežemo, da pred vznikom posevka zatremo veliko več plevelov, ki so vznikli že pred setvijo.

Uporaba kotalne brane je manj primerna v času, ko imajo pleveli že prve liste, saj so takrat že dobro ukoreninjeni in imajo večjo možnost preživetja. Uporaba orodja na tleh z veliko skeleta lahko poškoduje zobe diskov, s tem pa se zmanjša učinkovitost ukrepa, potrebne pa so tudi hitrejšie investicije v menjavo diskov. Če uporabljamo kotalno brano v tleh z veliko organske snovi, je obdelava površine lahko pregloboka.

Česala

Česanje je ukrep s katerim lahko že v času rasti gojenih rastlin zatiramo enoletne plevela. Na začetku rasti se lahko češe vse rastline, vendar je potrebno česalo prilagoditi medvrstni razdalji. Za česanje morajo biti tla ravno prav osušena, poleg tega morajo tudi pleveli šele začeti s kalitvijo ali imeti razvita šele dva prava lista, saj takrat še niso toliko vkoreninjeni in se po končanem česanju kmalu posušijo. Isti posevek se lahko češe večkrat, zato lahko na ta način uničimo večino semenskih plevelov, ki kalijo istočasno kot gojene rastline (Iljaš, 2017). Problem česal je prenos plevelnih semen iz enega dela njive na drugega (Arino in sod., 2012).

S česanjem dosežemo učinek preprečitve ponovne rasti iz predhodnih posevkov iz ostankov, uničenje majhnih, vzniklih plevelov ali takih, ki so vzkli po pravilu posevka, spodbujanje vznika ostalih plevelov, ki se jih uniči s kasnejšo mehansko obdelavo in omejitev rasti večletnih plevelov z izkoreninjenjem, kateremu sledi izsušitev rizomov (za zatiranje tovrstnih plevelov ni priporočljivo uporabljati priključkov z diski, ker ti narežejo rizome na majhne dele, iz katerih se pleveli ponovno razvijejo) (Arino in sod., 2012).

Česala uporabljamo za odstranjevanje plevelov v zgodnji fazi razvoja, še pred vznikom ali tik po njem. Na orodju so nameščeni prožni žičnati roglji, ki ob prehodu nihajo, praskajo po površini in izkoreninijo drobne rastline. Česala so uporabna tako na lahkih kot tudi na težkih tleh, ukrep je možen tudi na tleh z več skeleta, saj roglji posamezne kamne, pa tudi grude zemlje lahko obidejo. Globina obdelave je odvisna od položaja rogljev ter od nastavljene višine orodja (bolje nadzorovana višina, če je nameščeno na oporna kolesa).

Najboljša učinkovitost česal je tako kot pri kotalni brani dosežena v suhem, vročem vremenu, da izkoreninjeni pleveli propadejo. Najprimerneje je česalo uporabiti na tleh ki niso oz. so le malo zaskorjena, saj lahko v nasprotnem primeru izruvamo celotne grude zemlje, posledično lahko pride do poškodb posevka. Orodje lahko uporabimo na površini, kjer posevek še ni vzklik, najbolje je, da površino pred setvijo pripravimo malce prej, saj s tem omogočimo vznik plevela pred vznikom posevka. Če česalo uporabljamo za zatiranje plevelov v že rastočem posevku, moramo biti pozorni, da so rastline posevka dovolj ukoreninjene. V nasprotnem primeru lahko poleg plevelov poškodujemo ali razredčimo tudi posevek. Uporabnost česal, predvsem tistih z gosteje razporejenih rogljih je manjša tudi na poljih z veliko rastlinskimi ostanki ali po direktni setvi posevka.

Medvrstna obdelava

Okopalniki

Okopavanje je način uničevanja plevelov, pa tudi škodljivcev, ki za rast in razvoj potrebujejo več vlage. Vseh rastlin se ne da okopavati, najpogostejše se okopava okopavine, ampak samo dokler nam to omogoča višina rastlin (Iljaš, 2017).

Za zatiranje večjih plevelov ali takih z večjim koreninskim sistemom (koren) so bolj kot česala uporabni medvrstni okopalniki. Okopavanje je časovno manj omejeno od česanja ali uporabe kotalne brane, saj lahko z nameščenimi nogačami izpulimo in uničimo tudi večje plevela. Zaradi obdelave samo medvrstnega prostora je takšno zatiranje plevelov bolj selektivno. Za natančnejše uravnavanje orodja v medvrstnem prostoru se v zadnjem času poslužujejo elektronskih naprav (različnih senzorjev), s katerimi lahko učinkovito, brez večjih izgub pridelka, zatiramo plevela tudi v posevkih, posejanih na manjše medvrstne razdalje (žita).

Uspešnost metode ni močno odvisna od tipa in vlage tal. Prav zaradi tega lahko medvrstno okopavanje prestavimo tudi na kasnejši čas, npr. pri ozimnih žitih lahko okopavanje izvedemo šele spomladi, ko so rastline že večje. Ob tem pa je potrebno vedeti, da za uspešno zatiranje plevelov v posevku, ki je že večji, potrebujemo natančno vodenje orodja, običajno je nastavitev medvrstne razdalje v žitih malce večja (180 – 250 mm).

Običajno so okopalniki vlečena orodja, na okvir katerih so vpete nogače. Te so lahko različnih oblik, tudi vpetje je različno (togo, elastično, kotalno). Nogače so lahko vzmetene, toge ali narejene iz vzmetnega jekla.

Za plitvo obdelavo tal so primerne nogače v obliki gosje noge, na voljo pa so tudi vzmetene nogače S in C oblike, s katerimi lahko zemljišče obdelujemo globlje, bolj pa so odporne tudi na ovire v zemlji. Z uporabo okopalnikov rahljamo, privzdigujemo zemljo, obenem pa iz podlage izpulimo in/ali zasujemo tudi majhne plevelce, ki jih na tak način uničimo. Poleg nogač lahko na okopalnik namestimo tudi različne dodatne elemente, s katerimi še bolje zatremo plevel na obdelovalni površini. To so lahko ježasti diski ob nogačah ali pnevmatske šobe, ki z izpihovanjem zraka ločujejo plevel od zemlje, s tem pospešijo sušenje koreninskih sistemov ter tako povečajo učinkovitost ukrepa zatiranja.

Kotalni okopalniki

V zadnjem času se za okopavanje predvsem poljščin, sejanih na večje medvrstne razdalje, vedno več uporabljajo kotalni okopalniki, na katerih so pravokotno ali diagonalno na smer obdelovanja nameščeni zvezdasti diski, ki intenzivno mešajo zemljo. Takšne okopalnike uporabljajo tudi za osipavanje. Običajno se z njimi opravi 2 prehoda z razmikom 2 tednov, s katerimi poškodovane plevelce zasujemo in onemogočamo njihovo rast.

Plevelniki (ang. weeder)

Plevelniki so orodja, posebej razvita za zatiranje plevelov v posevku. Za uporabo orodja morajo biti rastline poljščin, kjer izvajamo ukrep zatiranja plevla, že dobro ukoreninjene, obenem pa morajo biti plevelne rastline dovolj majhne, da jih orodje izpuli, poškoduje, zasuje. Poznamo različne tipe plevelnikov (vzvojni, krtačni, prstasti plevelnik, ...), s katerimi zatiramo plevelce v medvrstnem prostoru, nekateri pa so namenjeni tudi odstranjevanju plevelov znotraj vrst posevka. Omejena uporaba je predvsem v posevkih, ki nimajo globokega, močnega koreninskega sistema (npr. sladkorna pesa, čebula, korenje), saj lahko ob učinkovanju na plevelce plevelnik izkorenini ali zakoplje in uniči tudi del posevka.

Krtačni plevelnik

Za obvladovanje plevelov po vzniku v medvrstnem prostoru je lahko uporaben krtačni plevelnik. Na trgu je nekaj različnih izvedb krtačnih okopalnikov. Krtače, običajno izdelane iz umetnih mas, odvisno od izvedbe krožijo v vertikalni ali horizontalni smeri. Krtače so lahko gnane s pomočjo kardanske gredi, električnih motorjev ali hidravličnega sistema traktorja. Za zaščito posevka je na orodje moč namestiti ščitnike, ki obdelavo omejijo na medvrstni prostor.

S krtačnim plevelnikom se plevelce izpuli in delno tudi zakoplje, zaradi površinske obdelave v medvrstnem prostoru je delo selektivno in poškodb posevka ob uporabi ščitnika običajno ni. Krtačne plevelnike uporabljamo na tleh, ki niso zaskorjena, saj tam odstranimo samo dele plevelnih rastlin nad tlemi, medtem ko kaleče rastline v tleh kmalu spet zasedejo prostor med posevkom. Krtačni plevelnik (običajno horizontalna izvedba) se uporablja tudi za zatiranje plevelov v vrstah trajnih nasadov, pogost je v ekoloških nasadih.

Vzvojni plevelnik

Zatiranje plevelov znotraj vrst z uporabo vzvojnega plevelnika je selektivno zaradi prej omenjene razlike v ukoreninjenosti posevka in plevelov. Orodje je sestavljeno iz parov ukrivljenih (običajno v obliki črke L) vzmetenih rogljev, ki so nameščeni tako, da lahko z ukrivljeni deli rogljev dosežemo v prostor v vrsti posevka, običajno se par rogljev stika ali celo prekriva. Zaradi lastnosti rogljev, da se ukrivijo oz. odmaknejo le ob zadostnem upor - oviri, s prehodom majhne plevela odstranimo, medtem ko večje rastline posevka nudijo zadostno oviro, da jih orodje ne izkorenini.

Orodje – stopnjo upora, razmik med roglji, običajno nastavimo sami delovni površini glede na rastno fazo posevka, talne razmere idr. Običajno se takšno obliko plevelnika kombinira z vrsto okopalnika, vse pogosteje tudi z elektronskimi sistemi za vodenje orodja. S takšno kombinacijo lahko v enem prehodu natančno, selektivno opravimo ukrep mehanskega zatiranja plevelov v medvrstnem in vrstnem prostoru posevka, posebej se takšne kombinacije uporablja v ekološkem kmetijstvu in vrtnarstvu.

Prstasti plevelnik

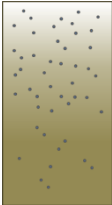
Za medvrstno obdelavo se uporablja tudi izvedba plevelnika z diski, na katerih so nameščeni gumijasti prsti. Le ti so nameščeni v parih horizontalno proti vrsti posevka in se vrtijo drug proti drugemu. Razdaljo med parom diskov lahko spreminjamo glede na rastno fazo posevka.

S prstastim plevelnikom zatiramo mlade, zelo majhne plevela v dobro pripravljenih tleh, običajno se uporabljajo v vrtnarstvu. Prsti plevelnika se plitvo zarivajo v tla ter izpulijo majhne plevela, s tem pa povzročijo njihovo odmrtnje. Če je posevek že dobro ukoreninjen, je uporaba takšne vrste plevelnika zelo selektivna.

Elektronsko vodeni, inteligentni plevelniki

V zadnjem času se veliko pozornosti pri mehanskem zatiranju plevelov namenja uporabi elektronskih sistemov, s katerimi lahko natančno vodimo uporabljeno orodje med vrstami, posevka, pa tudi v vrstnem prostoru. Ob natančnem vodenju in prepoznavanju razlik med posevkom in pleveli je možno zelo učinkovito zatiranje plevelov z namenskimi priključki. Na trgu so že dostopni tudi avtonomni robotski plevelniki, ki so samostojni stroji z lasnim pogonom, sposobni avtonomnega dela na polju. Večinoma imajo vgrajene senzorje in programe za ločevanje plevela in posevka, zatiranje plevela pa izvedejo mehansko z različnimi orodji, kemično s preciznimi šobami, ki so sposobne aplikacije izredno majhnih količin pripravka na ciljno rastlino ali pa z laserskim žarkom, ki uniči meristemski vršiček ciljne rastline. Delovanje takih robotov, v primeru kemičnega zatiranja omogoča zmanjšanje porabe herbicidov za do 99 %.

Preglednica 5: Možnost obdelave tal po vzniku z različnimi priključki za mehansko obdelavo tal

	Faza razvoja plevelov			Stanje tal			Faza razvoja poljščine		
	Klični listi	2 - 4 listi	> 4 listi	rahla	zaskorjena	veliko skeleta	< 2 lista	2 - 6 listov	> 6 listov
									
kotalna košarasta brana	++	+	O	++	-	-	++	++	-
krtačni plevelnik	++	+	O	++	-	O	++	++	-
zvezdasta kotalna brana	++	++	+	++	+	+	++	++	++
okopalnik	++	++	++	++	+	O	++	++	++

*(++ zelo dobro delovanje, + dobro delovanje, O pogojno uporabno, - Ni uporabno)

Preglednica 6: Delovna hitrost in stroški dela z različnimi priključki za mehansko zatiranje plevla

	Delovna hitrost	Stroški	
		Fiksni stroški	Variabilni stroški (tudi delovna sila)
Kotalna košarasta brana	Visoka	Majhni	Majhni
Prstasti plevelnik	Srednje visoka	Srednji	Majhni
Krtačni plevelnik	Nizka	Zelo veliki	Visoki
Zvezdasta kotalna brana	Srednja	Majhni	Srednji
Okopalnik	Visoka	Srednji	Majhni

Fizikalno uravnavanje plevela

Termično zatiranje

Med najbolj obetavnimi metodami, ki predstavljajo alternativo herbicidom so termične metode zatiranja plevela. Emisije, ki so posledica tovrstnih metod, ne predstavljajo nobenega okoljskega tveganja, če se jih pravilno izvaja. Pogoste termične metode, ki so jih raziskovali so ožiganje s plamenom, vroča voda ter parni in infrardeči grelec. Slaba lastnost teh metod so visoki stroški goriva, različni učinki na različne vrste plevela, nevarnost požara in ne nazadnje tudi poškodbe tkiv gojenih rastlin. Pri termičnem zatiranju plevela se plevel toliko segreva, da bi popolnoma propadel ali, da bi se vsaj zmanjšala njegova konkurenčna sposobnost. Toploto se na rastlino prenese s konvekcijo, sevanjem, kondenzacijo ali s prevodnostjo (Vanhala in sod., 2004). Načelo toplotne obdelave je tretiranje plevela s toplotnimi pulzi, krajšimi od 1 sekunde in s temperaturami okoli ali nad 100 °C. Termično tretiranje pri plevelu povzroči uničenje rastlinskega celičnega materiala, koagulacijo rastlinskih beljakovin, koagulacija beljakovin pa onemogoči dihanje in normalno delovanje rastline (Hewitt in sod., 1998).

Ožiganje

Pri postopku ožiganja plevela podvržemo vročemu plamenu – ognju. Z ožiganjem denaturiramo beljakovine v tkivih mladih rastlin ter povzročimo njihovo odmrtnost. Sam postopek ni odvisen od tipa in vlage tal, saj sam mehanizem sloni le na desikaciji in uničevanju nadzemnih delov rastlin, običajno v 2 – 3 dneh.

Sam učinek ožiganja je odvisen od več dejavnikov, med katerimi sta najpomembnejša temperatura in trajanje ožiganja. Širokolistne plevela zaradi razlike v zgradbi meristemov zatiramo lažje kot travne plevela. Trave imajo namreč rastni vršiček blizu tal, kjer je bolj zaščiten pred motnjami, kot je ožiganje. Čas ožiganja je pomemben dejavnik, saj je ukrep učinkovit le pri zelo majhnih plevelih, do faze 2 listov. Če so na površini listov prisotne vodne kapljice, je učinek ožiganja manjši.

Pri ožiganju v že dobro vzpostavljenem posevku moramo paziti, da le tega ne poškodujemo. Za ta namen so ožigalniki opremljeni s ščitniki, ki ogenj usmerjajo le na ciljno površino. Ožiganje se v poljščinah najpogosteje uporablja v medvrstnem prostoru posevkov, sejanih na široke medvrstne razdalje, čeprav so v razvoju tudi izvedbe za ožiganje plevelov v stnjenih posevkih. Tudi prostor v vrsti poljščine je možno ožigati s temu namenjenimi ožigalniki, ki imajo šobe nameščene v parih pod kotom 45° v vrsto posevka. Takšne ožigalnice lahko kombiniramo z okopalniki za medvrstno zatiranje tal, ki prostora v vrsti ne dosežejo.

Ožiganje s plamenom je najbolj razširjena termična metoda zatiranja plevelov v kmetijstvu (Ascard, 1995). Zatiranje plevelov z ožiganjem temelji na segrevanju rastlinskega tkiva. Velikost in število šob na meter ožigalne dolžine, gorivo (npr. propan), temperatura plamena in razmerje plin:zrak so pomembni parametri (Vanhala in sod., 2004). Pri uporabi preveč odprtega plamena

pride do precejšnjega znižanja temperature plamena, pa tudi do poškodb gojenih rastlin. Ožiganje plevelov je pogosta metoda predvsem v ekološkem kmetijstvu, kjer je prepovedana uporaba herbicidov (Sivesind in sod., 2009). Proces ožiganja je bolj učinkovit pri zatiranju širokolistnih kot pa travnih plevelov (Cisneros in Zandstra, 2008). Ožiganje je učinkovito predvsem pri zatiranju majhnih enoletnih plevelov, medtem ko mora biti za večje in že razvite plevela višja temperatura plamena (Bolat in sod., 2017). Proces ožiganja je dobra alternativa za herbicide predvsem na betonskih urbanih površinah, uporabi pa se ga lahko tudi, ko so tla preveč namočena za mehansko zatiranje plevelov (Domingues in sod., 2008). Postopek se lahko uporabi v na vročino odpornih posevkih koruze, soje in sirka, prav tako nima velikega vpliva na talne mikroorganizme (Bolat in sod., 2017).

Požiganje tal je tradicionalno kmetijska praksa na omejenih območjih Etiopijskega višavja (Pülschln in Koch, 1990). S požiganjem se lahko "reciklira" hrnila, ki so vezana v staro rastlinsko tkivo, z njim se nadzira številne lesnate rastline in zelnate plevela, izboljša hranilno vrednost slabe krme in poveča rast rastlin. Da bi zmanjšali negativen vpliv dima in zaščitili zdravje javnosti, mora požiganje potekati v ustreznih atmosferskih pogojih (Howenstine in sod., 2012). Požiganje strnišč je verjetno najstarejša oblika zatiranja plevelnih semen, vendar je o učinkovitosti te prakse kot sredstva za uničevanje plevelnih semen malo informacij (Walsh in Newman, 2007).

Uporaba pare

Na tržišču se v zadnjih letih pojavljajo naprave za zatiranje plevelov s paro. Pri določenih tipih se paro nanaša skupaj s snovjo za penjenje, ki podaljša in izboljša delovanje pare. Tak način zatiranja plevelov je še v razvoju, oprema pa je trenutno še predraga in tudi sam postopek zatiranja je počasen, da bi bila lahko uporabna v poljedelstvu. Tudi učinkovitost delovanja na koreninske plevela je, tako kot pri ožiganju, vprašljiva. Trenutno je zatiranje s paro v preizkušanju zatiranja plevelov predvsem v mestih in cestni infrastrukturi, kažejo pa se določeni potenciali za uporabo v sadjarstvu, vinogradništvu in vrtnarstvu.

Solarizacija

Solarizacija tal je preventivna metoda, ki izkorišča sončno sevanje za uničevanje plevelnih semen in posledično vpliva na manjši pojav plevela, uporablja pa se jo tudi za preprečevanje razvoja rastlinskih bolezni in škodljivcev. Če je dovolj visoka temperatura tal, potem lahko hitro pride do uničenja tako plevela kot tudi rastlinskih bolezni in škodljivcev. Solarizacijo bi lahko opredelili kot nekakšno dezinfekcijsko metodo, ki izkorišča sončno energijo, ki je na voljo v toplejšem delu leta. Da je učinek solarizacije čim večji, mora biti površina tal gladka, z dovolj veliko vsebnostjo vode, da se toplota lahko prenaša po profilu ter da postanejo reprodukcijske strukture bolezni, škodljivcev in plevela občutljive na toplotne poškodbe (Elmore, 1990). Če tla niso dovolj namočena se jih pred procesom solarizacije namaka in na površino položi plastični mulčni film, da se še dodatno poveča ogrevanje tal in prepreči izhlapevanje vode iz tal. Uspeh solarizacije tal

kot metoda zatiranja plevela ni odvisen od dejanske vrednosti najvišje temperature tal, ampak od vsakodnevnega trajanja temperature nad določenim pragom (45 °C) (Horowitz in sod., 1983). Iz tega sledi, da se lahko solarizacija uporablja samo v toplem podnebju ali v rastlinjakih v zmernem in sredozemskem podnebju. Da je solarizacija čim bolj učinkovita za zatiranje plevela se tal ne sme naknadno obdelovati, ker se drugače plevelna semena, ki so globoko v tleh premesti na površje tal in lahko začnejo kaliti (Elmore, 1990).

Marengo in Lustosa (2000) sta na SV Brazilije preizkušala vpliv solarizacije za zatiranje plevela v posevku korenja, v poskus pa sta vključila tudi prozorno polietilensko prekrivko. Ugotovila sta, da je bila temperatura tal 5 cm pod površjem v solariziranih tleh za 10 °C višja kot v kontrolnih (brez solarizacije). Proces solarizacije je vpliv na 50 % zmanjšanje biomase plevelov. Od 20 najdenih plevelnih vrst jih 40 % ni bilo prizadetih s procesom solarizacije. Kalitev semen plevela *Commelina benghalensis* je bila celo pospešena s solarizacijo. Pridelek korenja, ki je bil priemerne za prodajo je bil v solariziranih tleh večji kot pri kontroli. Zaključila sta z ugotovitvijo, da je solarizacija povečala pridelek korenja, uspešno pa je zatrla rast več kot polovice najdenih plevelov.

Poplavljanje

Poplavljanje je metoda zatiranja plevela, ki zahteva, da se območje, ki se ga obdeluje, poplavi z vodo 15 do 30 cm visoko, za obdobje 3 do 8 tednov. V poplavljenih tleh se zmanjša razpoložljivost kisika, kar vodi v propad korenin in posledično propad plevela (Crafts, 1975). Metoda se je izkazala kot zelo učinkovita pri zatiranju večletnih plevelov, uporabi pa se lahko tudi za zmanjševanje populacij enoletnih plevelov, vendar se površino poplavi za krajši čas (Rao, 2000).

Biotočno zatiranje

Pod pojmom biotično varstvo rastlin razumemo način obvladovanja škodljivih organizmov v kmetijstvu in gozdarstvu, ki uporablja žive naravne sovražnike, antagoniste in kompetitorje ali njihove produkte, pa tudi druge organizme, ki imajo sposobnost, da se sami razmnožujejo (Uradni list RS, 36/10). Tudi pri biotičnem zatiranju plevela gre za namerno uporabo naravnih sovražnikov, z namenom, da populacijo plevela zmanjšamo na tako nizko raven, da njegova prisotnost več ne povzroča gospodarske škode. Pleveli morajo biti prisotni, sicer v manjšem številu, tudi zaradi naravnih sovražnikov, da imajo ti zagotovljen življenjski prostor. Ena od možnosti zatiranja plevela v intenzivnem kmetijstvu je kemično zatiranje, vendar to privede do dodatnih stroškov, vpliva pa tudi na ekosistem (Berner in Bruckart, 2005). Pleveli se lahko na biotični način zatira s patogenimi glivami, bakterijami, virusi in ne nazadnje tudi z žuželkami.

Patogene glive

Patogene glive se za zatiranje plevla najpogosteje uporablja v Ameriki, spadajo pa v več rodov (*Colletotrichum*, *Phoma*, *Sclerotinia*, *Alternaria*, *Trichoderma* in *Puccinia*).

Preglednica 7: Seznam patogenih gliv in plevelnih vrst, ki jih zatirajo

Vrsta glive	Plevel, ki ga zatira	Vir
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> f. sp. <i>malvae</i>	navadni slezenovec (<i>Malva pusilla</i>)	Gan in sod., 2013
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> f. sp. <i>aeschynomene</i>	navadna grašica (<i>Aeschynomene virginica</i>)	Gan in sod., 2013
<i>Colletotrichum truncatum</i>	<i>Sesbania exaltata</i>	Gan in sod., 2013
<i>Colletotrichum orbiculare</i>	<i>Xanthium spinosum</i>	Gan in sod., 2013
<i>Phoma herbarum</i>	navadni regrat (<i>Taraxacum officinale</i>)	Stewart-Wade in Boland, 2005
<i>Phoma chenopodicola</i>	bela metlika (<i>Chenopodium album</i>)	Cimmino in sod., 2013
<i>Sclerotinia minor</i>	navadni regrat (<i>Taraxacum officinale</i>), bela detelja (<i>Trifolium repens</i>), širokolistni trpotec (<i>Plantago major</i>)	Abu-Dieyh in Watson, 2007
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	njivski osat (<i>Cirsium arvense</i>)	Skipp in sod., 2013
<i>Alternaria cassiae</i>	<i>Cassia obtusifolia</i>	Ogle in Brown, 2005
<i>Alternaria crassa</i>	pasje zelišče (<i>Solanum nigrum</i>)	Ogle in Brown, 2005
<i>Alternaria alternata</i>	<i>Parthenium hysterophorus</i>	Sanodiya in sod., 2010 Kaur in sod., 2004
<i>Trichoderma virens</i>	zeleni muhvič (<i>Setaria viridis</i>), srhkodlakavi ščir (<i>Amaranthus retroflexus</i>)	Verma in sod., 2007
<i>Trichoderma viride</i>	spreminjevalka (<i>Lantana camara</i>), Rottboelia cochinchinensis, Mikania micrantha	Verma in sod., 2007
<i>Puccinia thlaspeos</i>	silina (<i>Isatis tinctoria</i>)	Thomson in Kropp, 2004
<i>Puccinia spegazzinii</i>	Mikania micrantha	Day in sod., 2013

Bakterije

Uporaba patogenih bakterij šele nedavno pridobiva na pomenu kot potenicalni način nekemičnega zatiranja. Pri iskanju potenicalnega herbicidnega delovanja so v stadiju preučevanja številne vrste bakterij. Biotično zatiranje plevelov z bakterijami naj bi bilo bolj učinkovito kot zatiranje z glivami, saj hitreje rastejo in se dokaj enostavno razmnožujejo.

Preglednica 8: Seznam bakterij in plevelnih vrst, ki jih zatirajo

Vrsta bakterije	Plevel, ki ga zatira	Vir
<i>Pseudomonas fluorescens</i> (sev D7)	travni pleveli	Gealy in sod., 1996
<i>Pseudomonas fluorescens</i> (sev BRG100)	zeleni muhvič (<i>Setaria viridis</i>)	Caldwell in sod., 2012
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tagetis</i>	njivski osat (<i>Cirsium arvense</i>), pelinolistna ambrozija (<i>Ambrosia artemisiifolia</i>), baržunasti oslez (<i>Abutilon theophrasti</i>)	Johnson in sod., 1996
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>poae</i>	<i>Poa attenuata</i> , enoletna latovka (<i>Poa annua</i>)	Imaizumi in sod., 1997
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vitians</i>	enoletna latovka (<i>Poa annua</i>), kanadska hudoletnica (<i>Conyza canadensis</i>)	Scala in sod., 1996

Virusi

V nekaterih primerih se lahko za biotično zatiranje plevela uporabi tudi viruse. Njihova uporaba je pogostejša pri uravnavanju populacij invazivnih rastlin v večjih ekosistemih in ne v antropogenih. Virusi so opredeljeni kot neprimerni za preplavno biotično varstvo zaradi njihove genetske variabilnosti in velikega nabora možnih gostiteljev, vendar kljub temu lahko posredno prispevajo k zmanjševanju plevelne populacije (Kazinczi in sod., 2006).

Preglednica 9: Seznam virusov in plevelnih vrst, ki jih zatirajo

Virus	Plevel, ki ga zatira	Vir
Tobacco mild green mosaic virus (TMGM virus)	sodonski razhudnik (<i>Solanum viarum</i>)	Diaz in sod., 2014
<i>Araujia</i> mozaični virus	<i>Araujia hortorum</i>	Elliott in sod., 2009
Tobacco rattle virus – TRV (virus šelestenja tobaka)	žlezava nedotika (<i>Impatiens grandulifera</i>)	Kollmann in sod., 2007
Óbuda Pepper Virus – ObPV (obudski virus paprike) Pepino Mosaic Virus – PepMV (virus mozaika pepina)	pasje zelišče (<i>Solanum nigrum</i>)	Kazinczi in sod., 2006

Žuželke

Žuželke kot biotične agense se lahko uvede tudi tako, da se uporabi žuželke, ki se že naravno pojavljajo v velikem številu na polju in ohranjajo tako imenovani biotični nadzor. Tu je cilj ohraniti ali povečati populacijo biotičnih agensov z ustreznim ravnanjem, da se poveča zatiranje plevelov (Honěk in sod., 2003).

Preglednica 10: Seznam žuželk in plevelnih vrst, ki jih zatirajo

Žuželka	Plevel, ki ga zatira	Vir
hrošč bolhač <i>Longitarsus flavicornis</i>	šentjakobov grint (<i>Senecio jacobaea</i>)	Suckling, 2013
<i>Uroplata girardi</i>	lantana (<i>Lantana camara</i>)	Day in McAndrew, 2003
<i>Gastrophysa viridula</i>	topolistna kislica (<i>Rumex obtusifolius</i>)	Martinková in Honěk, 2004
<i>Schizocerella pilicornis</i>	navadni tolščak (<i>Portulaca oleracea</i>)	Gorske in Hopen, 1976

Bioherbicidi

Bioherbicidi so produkti, ki izvirajo iz živega organizma ali njihovega metabolita in se uporabljajo za nadzor plevela, brez, da bi imeli kakršenkoli negativen učinek na okolje (Radhakrishnan in sod., 2018). Hoagland in sod. (2007) so pregledali več vrst bakterij in gliv, da bi ugotovili njihovo specifično in nespecifično bioherbicidno delovanje proti dovzetni plevelni populaciji. Prvi komercialni bioherbicid je bil prvič predstavljen in dostopen na trgu leta 1980, začeli pa so ga uporabljati ameriški kmetje (Cordeau in sod., 2016). Hoagland (2009) je dokazal, da nekatere rastline, predvsem paradižnik, proizvajajo alelokemikalije, kot sta tomatin in tomatidin, ki preprečujejo rast plevela in patogenih gliv. Čeprav delovanje bioherbicidov ni popolnoma znano, pa je Hoagland (2009) razkril, da strupeni presnovki iz mikrobov ali rastlinskih produktov negativno vplivajo na populacijo plevelov, tako, da vplivajo na delitev

celic, sintezo pigmenta, zaužitev hranil, na regulatorje, ki spodbujajo rast rastlin, antioksidante ter na sproščanje s stresom povezanih hormonov. V ekološkem kmetijstvu se uporablja bioherbicide zato, da se prepreči odpornost plevelov na herbicide in poveča pridelek gojenih rastlin (Cai in Gu, 2016).

Alelopatija

Alelopatija je vpliv ene rastline na drugo s sproščanjem kemičnih snovi (alelokemikalij) v okolje (Bhowmik in Inderjit, 2003). Alelopatske spojine, ki so pogosto definirane kot 'rastlinski herbicidi', lahko zavirajo rast sosednjih rastlin iste ali druge vrste. Opaženo je bilo, da imajo številne vrste poljščin in plevelov alelopatske lastnosti – kar okoli 240 vrst plevela deluje alelopatsko na druge rastline iste vrste (avtotoksičnost) ali na rastline druge vrste (Kelton in sod., 2012).

Uporabo alelopatije za povečanje pridelka gojenih rastlin, kljub njihovemu tekmovanju s pleveli so Kelton in sod. (2012) raziskali s treh vidikov:

- 1) kot alelopatski posevek čez zimo, ki zatira plevel pred njegovim odstranjevanjem spomladi;
- 2) kot 'živa' zastirka med rastno dobo gojenih rastlin, ki zatira plevel in
- 3) kot izolirana spojina iz rastline z alelopatskim učinkom, ki se uporablja kot herbicid.

Preglednica 11: Seznam rastlin z alelopatskimi učinki

Rastlina	Dejavnik	Rezultat	Vir
rž	vpliv na kalitev	do 77 % manjša gostota plevela	Adhikari in sod., 2018
oljna ogrščica	vpliv na biomaso plevela	73-85 % manjša gostota in 50-96 % manjša biomasa plevela	Boydston in Hang, 1996
koruza	vpliv na rast korenin pri ščiru <i>Amaranthus leucocarpus</i>	40-85 % manjša rast korenin	Guenzi in sod., 1967
sončnica	vodni ekstrati vplivajo na kalitev in rast pri ščiru <i>Amaranthus viridis</i> , <i>Parthenium hysterophorus</i>	35-56 % manjša kalitev in 22-57 % manjša rast mladih rastlin	Narwal, 2000
	vpliv na kalivost, rast in vsebnost klorofila pri navadnem tolščaku (<i>Portulaca oleracea</i>)	83-95 % zmanjšanje kalitve, 79-94 % manjša rast in vsebnost klorofila	
lucerna	vpliv izvlečka iz posušenih listov na kalitev	44 % pri beli metliki (<i>Chenopodium album</i>) in 25 % pri baržunastem oslezu (<i>A. theophrasti</i>)	Chung in Miller, 1995

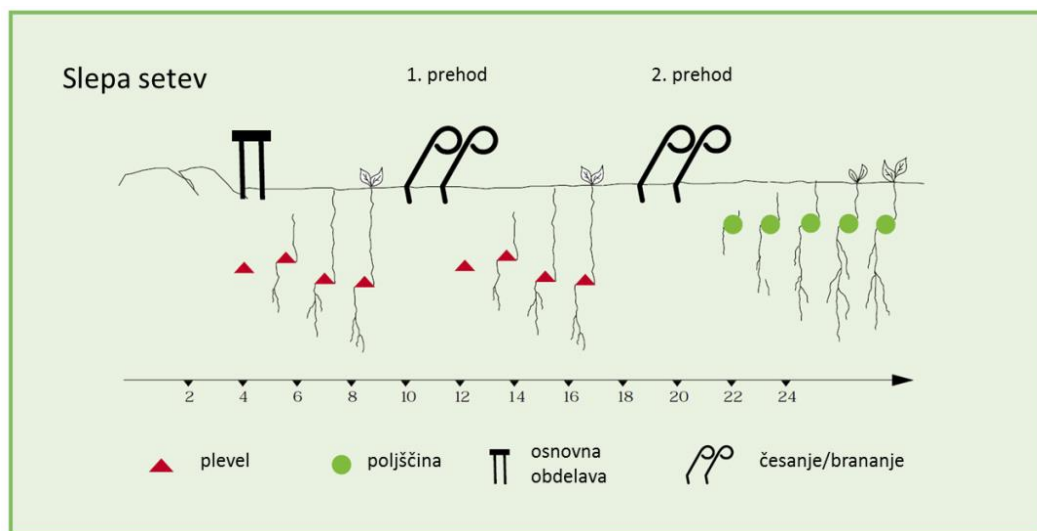
Dosedanje raziskave alelopatije so bile usmerjene predvsem v mehanizme njenega delovanja, da bi lahko s pomočjo alelokemikalij zatirali plevel. Koristi, ki jih ponuja alelopatija kot možna oblika zatiranja plevela, bi lahko pomagale pri razvoju bolj trajnostnih kmetijskih sistemov (Kelton in sod., 2012). Sedanja prizadevanja so osredotočena predvsem v razvoj naravnih herbicidov in pokrovnih posevkov, čeprav je to že v uporabi, saj želijo popolnoma izkoristiti

potencial alelopatije. Naravno pridobljene spojine ali sintetično proizvedene snovi, ki so podobne naravnim so dobro sprejete, predvsem za zatiranje škodljivih žuželk. Več rastlinskih spojin, med njimi piretrin, neem in nikotin, so pomembne v pripravkih za zatiranje žuželk (Isman, 2006).

PRIMERI NEKEMIČNEGA URAVNAVANJA PLEVELA V POSAMEZNIH POLJŠČINAH

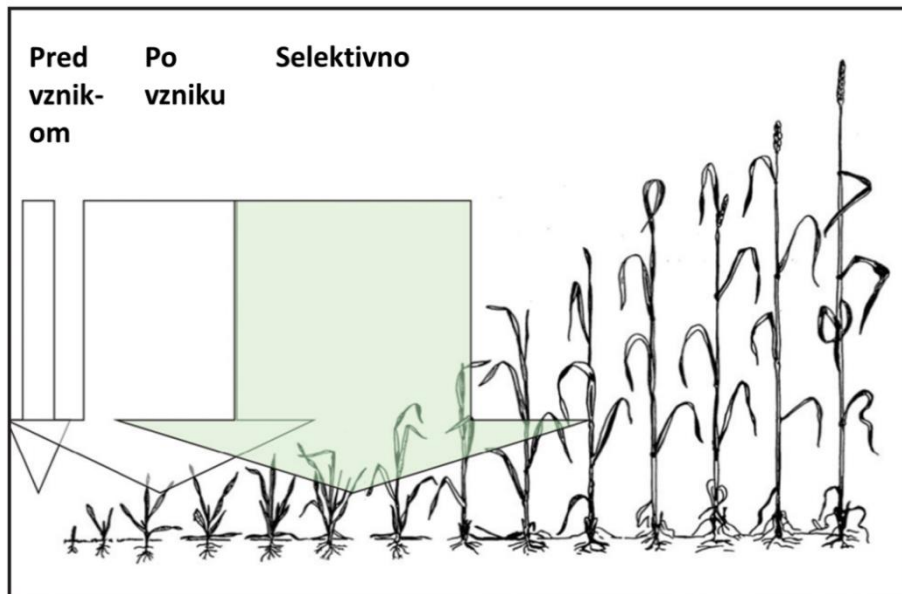
Žita

Prvi, najpogostejše posreden ukrep zatiranja plevelov je lahko osnovna obdelava tal, če je ta seveda prisotna. Z obračanjem zemlje zakopljemo kaleče rastline plevelov, oranje je ugodno tudi za zatiranje trajnih plevelov, ki jih zakopljemo globlje v tla. Tla obdelamo jeseni ali spomladi, odvisno ali sejemo ozimno ali jaro žito. Pred setvijo površino obdelamo s predsetvenikom, ob zadostnem času pa je mogoče izvesti tudi t.i. slepo setev. Po pripravi zemljišča za setev počakamo nekaj dni ter plevela, ki so vznikli, zatremo s česalom ali različnimi tipi bran. Če je mogoče, lahko ta postopek ponovimo tik pred ali po setvi. S tem ukrepom zmanjšamo pritisk plevelov na začetni razvoj žit in tako povečamo tekmovalno njihovo sposobnost.



Slika 14: Princip slepe setve

Za zatiranje plevelov po vzniku žit je najpogostejši mehanski ukrep česanje povprek. Česalo lahko uporabimo v času pred setvijo in po njej. Ob uporabi po vzniku morajo biti rastline žita že dobro razvite, saj le tako ob puljenju plevela preprečimo poškodbe na poljščini in posledičen izpad pridelka. Posevek žit lahko ob ugodnih razmerah in zmerni populaciji plevelov (do 150 rastlin/m²) češemo večkrat, tudi do petkrat, prvič pred vznikom in nato po vzniku plevelov. Za boljšo učinkovitost česala je priporočljivo površino pred setvijo pripraviti malce prej, da s tem spodbudimo začetek kalitve plevelov, kasneje pa opravimo slepo prečesavanje še pred setvijo ali pred vznikom žit.



Slika 15: Primer uporabe česala v žitih

Pri uporabi tik pred vznikom češemo zelo plitvo (do globine 2 cm), takrat so tarčne plevelne rastline še v fazi kličnih listov. Po vzniku žit uporabimo česalo, ko so žita v fazi 3 do 4 pravih listov ter kasneje v fazi začetka kolenčenja (BBCH faza 30 – 31). Tretje česanje je selektivno, saj so takrat tarčni pleveli slabše ukoreninjeni, poleg le vrste (npr. *Veronica* sp., *Stellaria media*,...). Ob pravočasnem česanju je lahko učinkovitost ukrepa kar visoka, tudi do 80 %.

V današnjem času se razvijajo in so že na voljo tudi okopalniki za poljščine, sejane na majhne medvrstne razdalje. Le ti so za zmanjšanje poškodb žita največkrat vodeni s pomočjo elektronskih sistemov. Obenem je priporočljivo, da medvrstno razdaljo, na katero sejemo žito, povečamo (18 – 20 cm), saj s tem omogočimo lažji prehod z manj možnosti za poškodbo poljščine.

Fizikalno zatiranje plevelov v žitih, to sta predvsem uporaba ognja in pare, se uporablja predvsem pred setvijo oz. pred vznikom žit. Medvrstno zatiranje plevelov s pomočjo visoke temperature po vzniku žit je še vedno v razvoju, saj je preprečitev poškodb tkiv poljščine ob tako majhnih medvrstnih razdaljah zelo težko doseči.

Pri ohranitveni obdelavi tal v žitih vznikle plevelne rastline zatiramo že pred setvijo, pri plitvi predsetveni obdelavi, kjer mlade vznikle plevelne rastline običajno izpulimo ali zasujemo z zemljo. Podobno kot pri konvencionalni obdelavi tal je tudi pri ohranitveni obdelavi najpogostejša metoda mehanskega zatiranja plevelov po vzniku žit uporaba česala. Običajno se ta uporablja malce kasneje v razvoju žit (pri ozimnih žitih spomladi), saj je ob setvi na površini še veliko rastlinskih ostankov. Ti do neke mere zmanjšujejo vznik plevelov, obenem pa tudi zmanjšujejo oz. onemogočajo prehod s česalom. Kasneje se rastlinski ostanki razkrojijo do mere, ko je omogočen učinkovit prehod s česalom.



Slika 16: Okopalnik za obdelavo medvrstnega prostora v žitih (Einbock)

Koruza

Tako kot v drugih poljščinah je tudi pri pridelavi koruze prvi mehanski ukrep zatiranja plevelov osnovna obdelava tal. Pri oranju tako uspešno zatremo tudi večje že vznikle plevela, posebej učinkovito je pri zmanjševanju prisotnosti trajnih plevelov, ki so zakopani globlje v tla, s čimer se onemogoči njihov vznik.

Tudi tu lahko pred setvijo uporabimo metodo slepe setve, pri kateri na zemljišču, pripravljenem s predsetveno obdelavo, večkrat izvedemo česanje ali brananje.

Česalo je uporabno tudi po setvi koruze, ko se pričakuje velik vznik plevelov. V praksi se česalo uporabi nekaj dni po setvi (odvisno od temperature in vlage tal) za t.i. slepo prečesavanje. Tudi kasneje, po vzniku, se še lahko prečesava površino. Najboljši učinek dosežemo, če so pleveli še nevznikli, v fazi do kličnih listov (do BBCH faze 10), saj so takrat najbolj dovzetni za poškodbe. Zatiramo lahko tudi večje plevela, čeprav se večje učinkovitosti česala ne pričakuje po času, ko so pleveli v fazi kličnih listov.

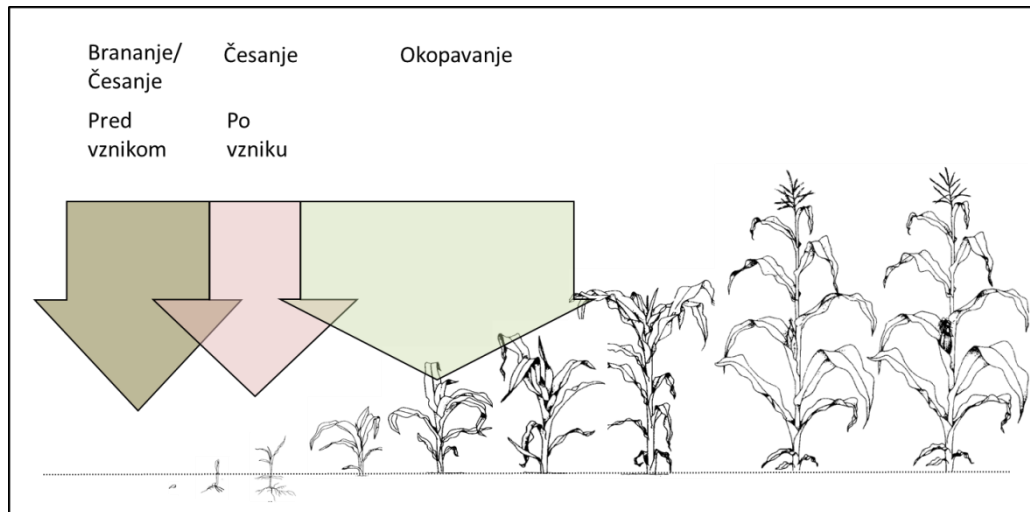
Čas od vznika koruze do treh pravih listov velja za čas, ko so rastline najbolj občutljive na mehanske poškodbe. Vendar pa je tudi v tem času ob velikem številu plevelov možno česanje površine. Prilagoditi pa moramo hitrost in agresivnost česanja, saj tako zmanjšamo možnost poškodb. Česanje je takrat najboljše opraviti v popoldanskem času v suhem vremenu, ko zmanjšan turgor koruze omogoča večjo upogljivost listov. Nekatere izvedbe česal imajo odstranljive roglje, s čimer se izognemo nepotrebnim poškodbam v vrstnem prostoru.



Slika 17: Uporaba česala po vzniku koruze (Einbock)

V posevku koruze so pogosto uporabljena orodja okopalniki. Poleg drugih funkcij, ki jih imajo, lahko z njimi izvajamo tudi ukrep zatiranja plevelov v medvrstnem prostoru. S plitvo obdelavo tal plevela izpulimo in jih zasujemo z zemljo. Najboljša učinkovitost je tudi tu dosežena v času, ko so pleveli še majhni. Če je na površini veliko trajnih plevelov, lahko le-te ob prehodu še razmnožimo. Okopavanje je najbolje izvesti z uporabo ščitnikov, ki omejijo delovanje na medvrstni prostor.

Prednost okopalnikov pred česalom je predvsem ta, da lahko plevela zatiramo še v kasnejših fazah razvoja koruze, saj so zaradi nastavitve nogač oz. diskov bolj usmerjeni samo v obdelavo medvrstnega prostora. Za dobro učinkovitost morajo biti razdalje med vrstami enakomerne, pogosto se za ta namen uporablja elektronsko vodene sisteme za natančno sejanje in kasnejše prehode s traktorjem.



Slika 18: Primer mehanskega obvladovanja plevelov v koruzi

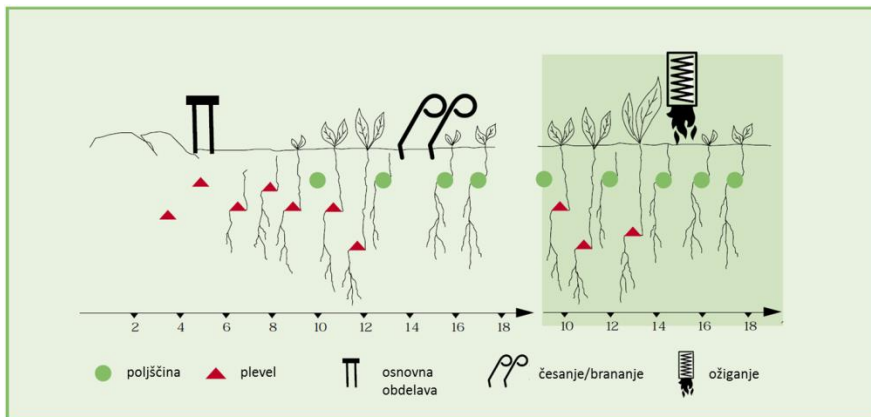
Za mehansko zatiranje plevelov v vrstah koruze se uporabljajo različne izvedbe plevelnikov – npr. prstasti, vzvojni, zvezdasti plevelnik. Uporaba je mogoča, ko so rastline koruze že dovolj velike, da jih prehod s takšnim orodjem ne poškoduje. Obenem morajo biti pleveli dovolj majhni, da jih plevelnik izpuli in/ali zasuje.



Slika 19: Kombinacija okopalnika in prstastega plevelnika za okopavanje koruze (Einbock)

Ena od neposrednih metod zatiranja plevelov je tudi uporaba fizikalnega zatiranja plevelov. Ta sloni na zatiranju plevelov s pomočjo visoke temperature, ki jo lahko dosežemo z uporabo ognja, segrete vode ipd. Ta povzroči spremembe v rastlinskih tkivih, zaradi katerega ta propadejo. V posevkih koruze se uporablja predvsem ožiganje. Prve prehode z ožigalnikom lahko opravimo že pred setvijo koruze ali pred njenim vznikom. Najboljši učinek ožiganja dosežemo v času, ko so pleveli še zelo majhni, saj so takrat bolj občutljivi na vsakršne motnje. Ukrep fizikalnega zatiranja plevelov lahko izvedemo tudi po vzniku koruze. Zaradi večje nevarnosti za poškodbe poljščine na orodje lahko namestimo ščitnike, ki delovanje omejijo na prostor med vrstami.

Ukrep ožiganja je časovno in finančno zahteven ukrep, zato je le redko v uporabi. Ponekod so razviti tudi ožigalniki za zatiranje plevela v vrsti koruze (t.i. pod list), ki se kombinirajo z okopalniki. Pri takšnem ožiganju po vzniku posevka se poškodujejo listi koruze, ne pa sam rastni vršiček koruze, ki je zaščiteno pri tleh. Tako ne prihaja do večjih izgub pridelka.



Slika 20: Uporaba česanja ali ožiganja pred vznikom poljščine



Slika 21: Uporaba ožiganja »pod list« v posevku koruze (Michigan State University Extension Service)

Pri ohranitveni obdelavi tal v kruzah temelji na čim manjših motnjah v tleh. Če je setev koruze izvedena kmalu po spravi prejšnjega posevka, običajno na površini veliko rastlinskih ostankov. Ti zavirajo vznik plevelov ter zmanjšajo potrebo po takojšnjih ukrepih zatiranja plevelov. Še posebej to velja v sistemih z uporabo zastirk. Ob delnem razkroju organskih ostankov lahko opravimo nekaj prehodov s česalom, v medvrstnem prostoru pa tla plitvo obdelamo s sistemom prirejenimi okopalniki (daljše nogače), ki plevela izpulijo, zakopljejo ali kako drugače zmanjšujejo njihovo prisotnost.

Oljna ogrščica

Prvi ukrep direktnega mehanskega zatiranja plevelov je lahko osnovna obdelava. Čeprav obvladovanje plevelov pri oranju ali rahljanju običajno ni glavni cilj, pa je zaradi obračanja zemlje ugoden ukrep tudi za zmanjševanje zapleveljenosti. Oranje je učinkovito tudi za zatiranje trajnih plevelov, ki jih zakopljemo globoko v tla in tako onemogočimo njihovo rast.

Tako kot pri drugih poljščinah tudi pri oljni ogrščici lahko pred setvijo izvedemo t.i. slepo setev. Površino, kjer nameravamo sejati ogrščico, pripravimo malce prej in jo po prvem vzniku plevelov plitvo prečesemo ali obdelamo s kotalno zvezdasto brano. Ta ukrep lahko izvedemo še enkrat, tik pred setvijo.

Oljno ogrščico običajno sejemo na podoben razmik kot žita, v zadnjem času pa se preizkuša in izvaja tudi sejanje na širše medvrstne razdalje (50 cm), kar omogoča tudi drugačne pristope pri mehanskem zatiranju plevelov.

Mehansko zatiranje plevelov nadaljujemo lahko tudi kasneje, po setvi in po vzniku oljne ogrščice. Orodja za mehansko zatiranje plevelov imajo glede na čas uporabe različno selektivnost. Česalo je uporabno predvsem pred setvijo in vznikom ter v obdobju, ko rastline oljne ogrščice dosežejo fazo 3 listov. Ob tem moramo vedeti, da je učinkovitost česala najboljša, ko so pleveli še majhni, od faze pred vznikom do kličnih listov. Česalo je takoj po vzniku lahko preveč agresivno orodje, s katerim poškodujemo preveč posevka, da bi bila uporaba smiselna. Včasih lahko s česalom povzročimo premike semen ogrščice in s tem zakasnimo njihov vznik.

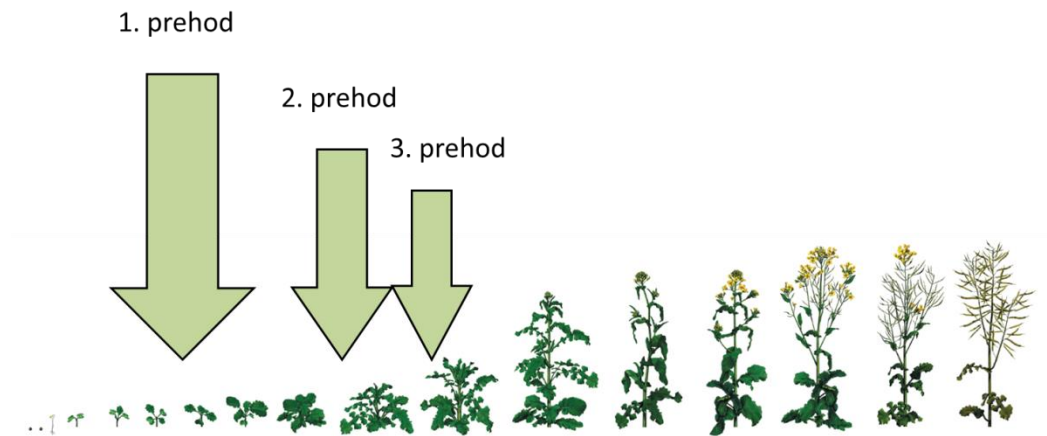
Za plitvo obdelavo pred in po vzniku (do 4 listov) ogrščice lahko uporabimo tudi kotalno zvezdasto brano. Le ta je zaradi načina delovanja bolj selektivna, poškodbe na posevku pa so majhne (manj kot 10 %). Zaradi najboljšega delovanja v času, ko so pleveli še majhni (BBCH faza 9), je ukrep obdelave s kotalno zvezdasto brano včasih težko uskladiti z ugodnimi vremenskimi in posledično talnimi razmerami.

Preglednica 12: Selektivnost različnih orodij za mehansko obdelavo tal v oljni ogrščici

	Pred vznikom	Klični listi	2 lista	3 listi	4 listi	5 listov
Česalo	+++	---	---	+++	+++	+++
Kotalna zvezdasta brana	+++	+++	+++	+++	-	--
Okopalnik	---	---	--	+++	+++	+++

Ob sejanju ogrščice v širše medvrstne razdalje je po vzniku možna tudi obdelava z medvrstnim okopalnikom. S tem orodjem zatiramo plevela v času od 3 listov ogrščice. V času rasti lahko opravimo do 3 prehode, dva v jeseni in enega po potrebi v spomladanskem času. Če je na površini veliko število plevelov z veliko tekmovalno sposobnostjo, se lahko ob okopavanju

prostor v vrsti tretira s herbicidnim sredstvom. Tako zmanjšamo površino tretiranega območja in posledično samo porabo kemičnih sredstev.



Slika 22: Primer mehanskega zatiranja plevelov z medvrstno obdelavo v oljni ogrščici

Krompir

Preventivni ukrepi (kolobar, tekmovalna sposobnost, preprečitev vnosa plevelov,...) so prvi, s katerimi zmanjšujemo pritisk plevelov na rast krompirja.

Kolobar ima poleg ostalih ugodnih lastnosti tudi vlogo pri zmanjševanju okuženosti tal z boleznimi in ogorčicami. Ob uporabi kemičnih pripravkov je pomembno tudi dejstvo, da je v nekaterih drugih skupinah poljščin (žita, koruza) registriranih več sredstev, ki jih uporabimo pred sajenjem krompirja in tako zmanjšamo potencialni vznik plevelov v krompirju. Plevela, kot so osat ali pasje zelišče, je v krompirju zelo težko zatreti, zato je zmanjševanje populacije v predhodnih posevkih še toliko pomembnejše. Predposevki, kot so lucerna, detelja, lahko, če so gosti, dobro senčijo površino tal in s tem preprečijo vznik veliko vrst enoletnih plevelov, ob redni košnji pa preprečujemo tudi semenenje plevelov, ki so se razvili znotraj posevka.

Prvih 4 do 6 tednov po saditvi krompirja je najpomembnejših iz vidika zatiranja plevelov. Kasneje rastline krompirja bolje tekmujejo za prostor na polju. Sorte, ki se hitreje in bolje razrastejo, preprečujejo vznik in razvoj plevelov bolj in prej kot tiste s počasnejšim razvojem. Tudi razporeditev sadilnega materiala (gostota sajenja) in njegova kvaliteta lahko pomembno vpliva na prekritost površine in zastiranje plevelov.

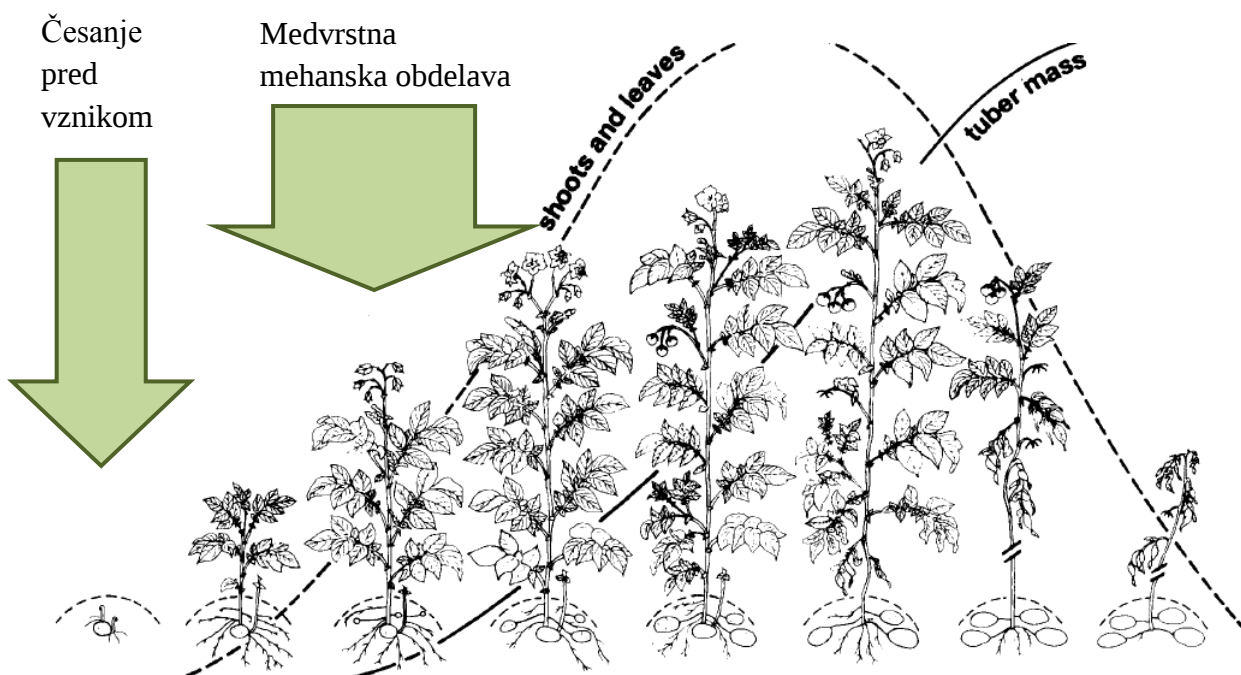
Eden izmed preventivnih ukrepov zatiranja plevelov je tudi solarizacija tal, ki pa v poštev pride v glavnem ob manjših površinah krompirjevih nasadov. Pri tem ukrepu površino pred saditvijo krompirja prekrijemo s prozorno folijo. Povišanje temperature zaradi ujetega sončnega sevanja povzroči odmrtnje vzklilih plevelov.

Prav tako se pred sajenjem lahko poslužimo ti. Slepe setve. Pri tem ukrepu se tla pred sejanjem obdelata ter pusti, da na površini vzklijejo pleveli. Le-te se po 10 do 20 dni uniči s pomočjo brane ali česala, s katerim plitvo obdelamo tla. Paziti moramo, da obdelava ni pregloboka, saj v

nasprotnem primeru proti površini tal prenesemo seme enoletnih plevelov ter povečamo njihovo možnost kaljenja.

Mehansko zatiranje plevelov v krompirju vključuje ukrepe pred in po sajenju. Tako kot pri drugih poljščinah je tudi pri gojenju krompirja prvi mehanski ukrep zatiranja plevelov osnovna obdelava tal, s katero zagotovimo krompirju ugodne rastne razmere, povečamo pa tudi tekmovalno sposobnost v začetnih fazah rasti.

Po saditvi krompirja so možnosti za mehansko zatiranje plevela omejene na čas do zastrtja medvrstnega prostora. Predvsem v ekološkem kmetijstvu se pred vznikom krompirja tla obdelata z brano ali česalom, s tem se uniči vznikle pleveli in zmanjša zaskorjenost tal. Kasneje se nasad še medvrstno okoplje in osuje, tako se poškoduje ali uniči vznikle krompirju konkurenčne pleveli. Na voljo so tudi kotalne brane za grebene, s katerimi lahko učinkovito zatiramo enoletne pleveli na grebenih še nekaj časa po saditvi (Anna, 2002). Ta orodja so sicer težavna zaradi zahtevne nastavitve in potrebe po izkušnjah z njihovo uporabo.



Slika 23: Primer mehanskega zatiranja plevelov z medvrstno obdelavo v krompirju

Pri gojenju krompirja se lahko poslužujemo tudi uporabe zastirk v vrstah in/ali med njimi. To so predvsem zastirke iz posušene slame žit ali sena. Zmanjšanje površine, izpostavljene soncu, lahko učinkovito zmanjša vznik predvsem širokolistnega semenskega plevela (Genger, Rouse, & Charkowski, 2013), še posebej v kasnejših obdobjih, ko mehanska obdelava ni več mogoča.

Ukrep ožiganja plevelov je možen tudi v posevku krompirja. Ožiganje celotne površine lahko opravimo pred vznikom krompirja, medtem ko lahko po vzniku ožigamo medvrstni prostor z

nameščenimi ščitniki za omejitev prostora ožiganja. Prednost ožiganja je, da ga lahko opravimo tudi v mokrih tleh, saj gre za direktno metodo zatiranja plevelov. Slabost metode pa je v ceni, zato je pogostejša v posevkih z višjo dodano vrednostjo.

Soja

Za sojo je značilna počasna rast v prvem obdobju po saditvi. Zaradi tega je to tudi kritično obdobje, v katerem moramo poskrbeti za čim manjšo zapleveljenost površine.

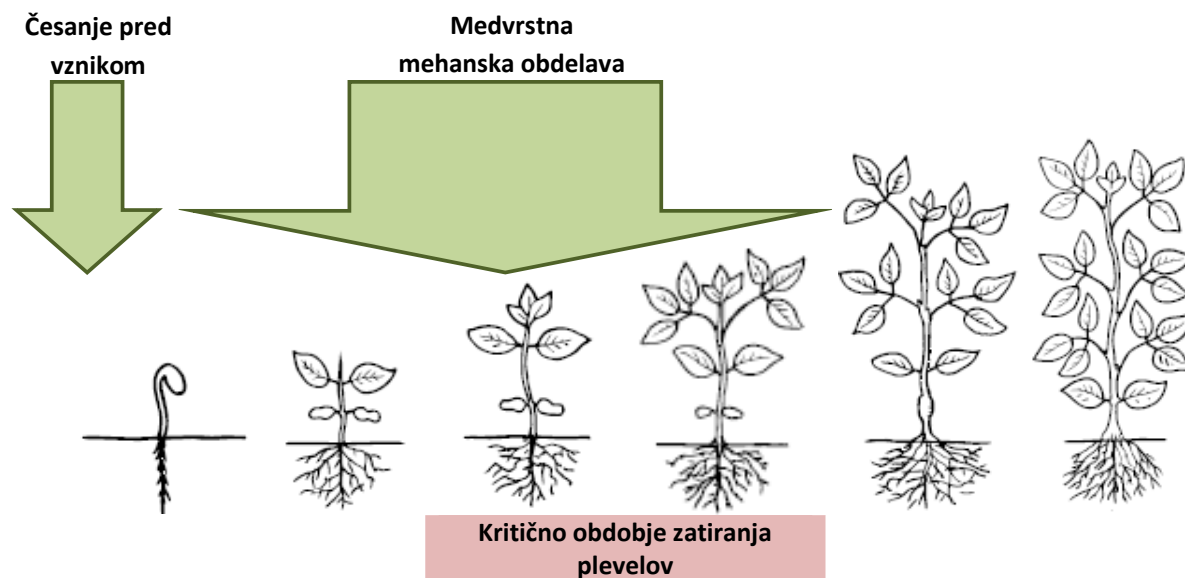
Preventivni ukrepi so prvi, s katerimi lahko povečamo konkurenčno sposobnost soje v začetnih fazah razvoja rastlin. Pomembni so tudi zaradi težavnega zatiranja plevelov s kemičnimi sredstvi, katerih izbira je omejena, okno uporabe pa zelo ozko.

S premišljenim kolobarjem poljščin lahko pritisk plevelov, ki je lahko pri gojenju soje velik, izdatno zmanjšamo, saj se ob različnih posevkih pojavljajo tudi različne vrste plevelov, ki jih lahko ob povečani izbiri ukrepov ustrezno zatremo. Tako zmanjšamo tudi talno zalogo semen in s tem zmanjšamo število vzniklih plevelov v posevku soje. Tudi uporaba pokrovnih posevkov med gojenjem glavnih poljščin je lahko ukrep, s katerim zmanjšamo rast, razvoj in semenenje plevelov v obdobju, ko bi sicer neovirano rasli. To je tudi ukrep, s katerim se lahko izognemo uporabi neselektivnih herbicidov na strnišču.

Tekmovalno sposobnost rastlin soje povečamo tudi z izbiro sort, časom setve in načinu setve. Nekatere sorte se hitreje razraščajo in tako hitreje pokrijejo medvrstni prostor, s tem pa zmanjšajo kalitev in razvoj plevelov. Zgodnejša setev lahko poveča tekmovalno sposobnost soje proti plevelom, vendar pa je zaradi relativne občutljivosti soje na nizke temperature takšen ukrep nezanesljiv.

S čistim, dobro kalivim semenom prav tako izboljšamo možnosti za kvaliteten in velik pridelek soje, prav tako pa ne smemo pozabiti na ustrezno gnojenje posevka.

Tudi širina medvrstne razdalje lahko pomembno vpliva na dolžino obdobja, kjer je zatiranje plevelov nujno. Seveda pa na odločitve o širini medvrstnega prostora odločajo tudi drugi dejavniki, kot so način okopavanja, lastnosti izbranih sort in odločitvi o uporabi herbicidov. Ob uporabi mehanskega zatiranju je priporočljivo povečanje medvrstnega prostora za 10 odstotkov.



Slika 24: Primer mehanskega zatiranja plevelov z medvrstno obdelavo v soji

Za uspešno mehansko zatiranje plevelov je potrebna vzpostavitev ustreznih rastnih pogojev, zmanjšanje zapleveljenosti in zmanjšanje njihove tekmovalne sposobnosti, ter sprejetje plevelov, ki nimajo negativnih vplivov na posevek.

Uporaba slepe setve pred sajenjem soje je eden od preventivnih ukrepov mehanskega zatiranja plevelov. Površino predsetveno pripravimo do ustrezne drobno grudičaste strukture približno 10 do 20 dni pred sajenjem in s tem spodbudimo kalitev plevela. Po 7-10 dneh vznikne plevele mehansko uničimo s plitvo obdelavo tal (2-5 cm), pri čemer uporabimo brano ali česalo.

Uporaba brane/česala v času po sajenju soje je ukrep, s katerim zatremo plevele, ko so v najzgodnejših rastnih fazah. Zato se ga poslužujemo predvsem v času pred vznikom posevka soje. Da ne bi prišlo do poškodbe rastlin soje, mora biti globina obdelave le do 2- 3 cm.

Takoj po vzniku so rastline soje zelo občutljive in zato uporaba česal ni priporočljiva. Kasneje, ko rastline dosežejo BBCH fazo 11, pa je posevek že dovolj ukoreninjen in robusten, da se občutljivost na mehanske poškodbe zmanjša. Zaradi možnih poškodb pridelka je ob uporabi česal priporočljivo povečati gostoto setve soje. Ker lahko prehode z uporabo česal opravimo pri relativno velikih hitrostih, je ukrep lahko učinkovit tudi z ekonomskega vidika.

Za obvladovanje plevelov po vzniku je možna tudi uporaba medvrstnega okopavanja. Le tega opravimo v času, ko so vrste rastlin posevka dobro vidne ($BBCH > 10$), ob dobrem sistemu upravljanja orodja. Ker je okopavanje ukrep, s katerim poškodujemo ali uničimo plevele le v medvrstnem prostoru, še vedno obstaja možnost rasti plevelov v vrstah, ob veliki tekmovalni sposobnosti plevelov v začetnih fazah rasti pa je lahko posledica tudi izguba pridelka.

Za obdelavo v vrsti je na voljo nekaj možnih orodij in strojev (prstasti plevelniki,...). Z njimi lahko izpulimo in uničimo plevle tudi bližje rastlinam soje. Ob uporabi elektronskih sistemov za krmiljenje orodij lahko na takšen način učinkovito mehansko zatiramo plevle v medvrstnem prostoru. Takšna orodja najbolje delujejo v rahlih tleh, medtem ko je učinkovitost v zbitih tleh zelo zmanjšanja, ob tem pa lahko ob premikih večjih grud zemlje poškodujemo tudi sam posevek.

VIRI

- Abouziena H. F., El-Metwally I. M., El-Desoki E. R. 2008. Effect of plant spacing and weed control treatments on maize yield and associated weeds in sandy soils. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 4, 1: 9-17
- Abu-Dieyeh M. H., Watson A. K. 2007. Efficacy of *Sclerotinia minor* for dandelion control: effect of dandelion accession, age and grass competition. *Weed Research*, 47: 63-72
- Adhikari L., Mohseni-Moghadam M., Missaoui A. 2018. Allelopathic effects of cereal rye on weed suppression and forage yield in alfalfa. *American Journal of Plant Sciences*, 9: 685-700
- Ahmadvand G., Mondani F., Golzardi F. 2009. Effect of crop plant density on critical period of weed competition in potato. *Scientia Horticulturae*, 121, 3: 249-254
- Al Khatib K. 1997. Weed suppression with Brassica green manure crops in green pea. *Weed Science*, 45: 439-445
- Andrew I. K. S., Storkey J., Sparkes D. L. 2015. A review of the potential for competitive cereal cultivars as a tool in integrated weed management. *Weed Research* 55, 3: 239-248
- Arino J., Aubert C., Bonin L., Fontaine L., Gall J., Glachant C., Johan G., Leclech N., Le Moine R., Lieven J., Ménétrier P., Pottier M., Rolland C., Zaganiacz V. 2012. Mechanical weed control: General recommendations. V: Mechanical weed control in arable crops. Optimizing and promoting mechanical weed control. CASDAR Project 2009/2011. ITAB (Institut Technique de L'Agriculture Biologique): 7-14
- Arino J., Aubert C., Bonin L., Fontaine L., Gall J., Glanchart C., Johan G., Leclech N., Le Moine R., Lieven J., Ménétrier P., Pottier M., Rolland C., Zaganiacz V. 2012. Mechanical weed control: General recommendations – Sowing. V: Mechanical weed control in arable crops. Alamome D., Garnier J. F., Moulin V., Prieur L., Rodriguez A., Vacher C. (ur.). Institute Technique de l'Agriculture Biologique: 13-14
- Ascard J. 1995. Effects of flame weeding on weed species at different developmental stages. *Weed Research*, 35, 5: 397-411
- Ball D. A., Miller S. D. 1990. Weed seed population response to tillage and herbicide use in three irrigated cropping sequences, *Weed Science*, 38: 511-517
- Bananuka J. A., Rubaihayo P. R., Zake J. Y. K. 2000. Effect of organic mulches on growth, yield components, and yield of East African highland bananas. *Acta Horticulturae*, 540: 293-300
- Barberi P., Cozzani A., Macchia M., Bonari E. 1998. Sample size and composition of the weed seed bank under different management systems for continuous maize cropping. *Weed Research*, 38: 319-334
- Bell C., Lehman D. 2005. Control: Physical methods. V: Best Management Practices for Vegetation Management. Mackey E. (ur.). Los Angeles County Weed Management Area. Los Angeles, California: 10-20

- Benjamin C., Hashem A. 2017. Does soil pH affect weed management? Weed smart: 1 str. <https://weedsmart.org.au/does-soil-ph-affect-weed-management/> (11.6.2020)
- Benoit D. L., Derksen D. A., Panneton B. 1992. Innovative approach to seed bank studies. Weed Science, 40: 660-669
- Berner D. K., Bruckart W. L. 2005. A decision tree for evaluation of exotic plant pathogens for classical biological control of introduced invasive weeds. Biological Control, 34: 222-232
- Bernik R. 2005. Tehnika v kmetijstvu: obdelava tal, setev, gnojenje. Predavanja za študente agronomije in zootehnike. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 139 str.
- Bhagat R. M., Bhuiyan S. I., Moody K. 1996. Water, tillage and weed interactions in lowland rice: a review. Agricultural Water Management, 31, 3: 165-184
- Bhowmik P. C., Inderjit J. 2003. Challenges and opportunities in implementing allelopathy for natural weed management. Crop Protection, 22: 661-671
- Blackshaw R. E., Larney F. O., Lindwall C. W., Kozub G. C. 1994. Crop rotation and tillage effects on weed populations on the semi-arid Canadian prairies. Weed Technology, 8: 231-237
- Blackshaw R. E., O'Donovan J. T., Harker K. N., Li X. 2002. Beyond herbicides: New approaches to managing weeds. ICESA: 305-312
- Bolat A., Sevilmis U., Bayat A. 2017. Flaming and burning as thermal weed control methods: A review. Eurasian Journal of Agricultural Research, 1, 1: 52-63
- Borowy A. 2004. Effect of no-tillage and rye mulch on occurrence of weeds and aphids and on yields of cabbage, carrot and red beet . Acta Horticulturae, 638: 147-150
- Boydston R., Hang A. 1996. Rapeseed (Brassica napus) green manure crop suppresses weeds in potatoes (Solanum tuberosum). Weed Technology, 10: 669-675
- Buhler D. D., Hartzler R. G., Forcella F. 1997. Implications of weed seedbank dynamics to weed management. Symposium: Importance of weed biology to weed management Weed Science Society of America, Norfolk, Virginia, 1996. Weed Science, 45: 329-336
- Bullied W. J., Marginet A. M., Van Acker R. C. 2003. Conventional- and conservation-tillage systems influence emergence periodicity of annual weed species in canola. Weed Science, 51: 886-897
- Bulut S., Çoruh İ., Zengin H., Öztürk A. 2010. The effect of different sowing time and seedinf rates on weeds in wheat. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 26, 4: 362-368
- Cai X., Gu M. 2016. Bioherbicides in organic horticulture. Horticulturae, 2, 3: 10 str. <https://doi.org/10.3390/horticulturae2020003>
- Caldwell C. J., Hynes R. K., Boyetchko S. M., Korber D. R. 2012. Colonization and bioherbicidal activity on green foxtail by Pseudomonas fluorescens BRG100 in a pesta formulation. Canadian Journal of Microbiology, 58: 1-9
- Choi B., Kim C. G., Seong K. Y., Song D. Y., Jeon W. T., Cho H. S., Jeong K. H., Kang U. G. 2011. Change of weed community in no-till corn with legume cover crops as living mulch. Korean Society of Weed Science, 31, 1: 34-40
- Chung I. M., Miller D. A. 1995. Natural herbicide potential and alfalfa residues on selected weed spp. Agronomy Journal, 87: 920-925

- Cimmino A., Andolfi A., Zonno M. C., Avolio F., Santini A., Tuzi A., Berestetskyi A., Vurro M., Evidente A. 2013. Chenopodolin: a phytotoxic unarranged ent-pimaradiene diterpene produced by *Phoma chenopodicola*, a fungal pathogen for *Chenopodium album* biocontrol. *Journal of Natural Products*, 76: 1291-1297
- Cisneros J. J., Zandstra B. H. 2008. Flame weeding effects on several weed species. *Weed Technology*, 22, 2: 290-295
- Clements D. R., Benoit D. L., Murphy S. D., Swanton C. J. 1996. Tillage effects on weed seed return and seed bank composition. *Weed Science*, 44: 314-322
- Conklin A.E., Erich M.S., Liebman M., Lambert D., Gallandt E. R., Halteman W. A. 2002. Effects of red clover (*Trifolium pratense*) green manure and compost soil amendments on wild mustard (*Brassica kaber*) growth and incidence of disease. *Plant and Soil*, 238: 245-256
- Coolong T. 2013. Using Irrigation to Manage Weeds: A Focus on Drip Irrigation. V: *Weed and Pest Control: Conventional and New Challenges*. Solonsek S., Larramendy M. (ur.). InTech Rijeka, Hrvaška: 161-179
- Cordeau S., Triolet M., Wayman S., Steinberg C., Guillemin J. P. 2016. Bioherbicides: Dead in the water? A review of the existing products for integrated weed management. *Crop Protection*, 87: 44-49
- Crafts A. S. 1975. *Modern Weed Control*. Berkeley, California: University of California Press.: 110-117
- Critchley C. N. R., Fowbert J. A., Sherwood A. J., Pywell R. F. 2006. Vegetation development of sown grass margins in arable fields under a countrywide agri-environment scheme. *Biological Conservation* 132: 1-11
- Day M. D., Kawi A. P., Ellison C. A. 2013. Assessing the potential of the rust fungus *Puccinia spegazzinii* as a classical biological control agent for the invasive weed *Mikania micrantha* in Papua New Guinea. *Biological Control*, 67: 253-261
- Day M. D., McAndrew T. D. 2003. The biology and host range of *Falconia intermedia* (Distant) (Hemiptera: Miridae), a potential biological control agent for *Lantana camara* L. (Verbenaceae) in Australia. *Biocontrol Science and Technology*, 13: 13-22
- Derksen D. A., Lafond G. P., Thomas A. G., Loeppky H. A., Swanton C. J. 1993. Impact of agronomic practices on weed communities: tillage systems, *Weed Science*, 41: 409-417
- Di Tomaso J. M. 1995. Approaches for improving crop competitiveness through the manipulation of fertilization strategies. *Weed Science*, 43: 491-497
- Diaz R., Manrique V., Hibbard K., Fox A., Roda A., Gandolfo D., McKay F., Medal J., Hight S., Overholt W. A. 2014. Successful biological control of tropical soda apple (Solanaceae) in Florida: a review of key program components. *Florida Entomologist*, 97: 179-190
- Dielman A., Hamill A. S., Fox G. C., Swanton C. J. 1996. Decision rules for postemergence control of pigweed (*Amaranthus* spp.) in soybean (*Glycine max*). *Weed Science*, 44: 126-132
- Domingues A. C., Ulloa S. M., Datta A., Knezevic S. Z. 2008. Weed response to broadcast flaming. *RURALS: Review of Undergraduate Research in Agricultural and Life Sciences*, 3, 1: 13 str. https://www.researchgate.net/publication/254702026_Weed_Response_to_Broadcast_Flaming (21.2.2020)
- Dowler C. C. 1995. Advantages of herbigation. *International Water and Irrigation Review*, 15, 3: 26-29
- Dube E., Chidzuza C., Muchaonyerwa P., Fanadzo M., Mthoko T. S. 2012. Winter cover crops and fertiliser effects on the weed seed bank in a low-input maize-based conservation agriculture system. *South African Journal of Plant and Soil*, 29, 3&4: 195-197

- Efthimiadou A., Froud-Williams R. J., Eleftherohorinos I., Karkanis A., Bilalise D. J. 2012. Effects of organic and inorganic amendments on weed management in sweet maize. *International Journal of Plant Production*, 6, 3: 291-307
- Elliott M. S., Massey B., Cui X., Hiebert E., Charudattan R., Waipara N., Hayes L. 2009. Supplemental host range of *Araujia mosaic virus*, a potential biological control agent of moth plant in New Zealand. *Australasian Plant Pathology*, 38: 603-607
- Elmore C. L. 1990. Effect of soil solarization on weeds. V: *Soil solarization. Proceedings of the First International Conference on Soil Solarization, 19-25 February 1990, Amman, Jordan*. DeVay J. E., Stapleton J. J., Elmore C. L. (ur.). FAO, Plant Protection and Production Paper No. 109: 1 str. <http://www.fao.org/3/T0455E0c.htm#5.%20Effect%20of%20soil%20solarization%20on%20weeds> (20.2.2020)
- Flessner M. 2019. Weed prevention. V: *A practical guide for integrated weed management in Mid-Atlantic grain crops*. Brown E. (ur.). Northeastern IPM Center, USDA: 34-37
- Forcella F., Eradt-Oskoui K., Wagner S.W. 1993. Application of weed seedbank ecology to low-input crop management. *Ecological Applications*, 3: 74-83
- Forcella F., Lindstrom, M. J. 1988. Weed seed populations in ridge and conventional tillage. *Weed Science*, 36: 500-504
- Gan P., Ikeda K., Irieda H., Narusaka M., O'Connell R. J., Narusaka Y., Takano Y., Kubo Y., Shirasu K. 2013. Comparative genomic and transcriptomic analyses reveal the hemibiotrophic stage shift of *Colletotrichum* fungi. *New Phytologist*, 197: 1236-1249
- Gealy D. R., Gurusiddaiah S., Ogg A. G., Kennedy A. C. 1996. Metabolites from *Pseudomonas fluorescens* strain D7 inhibit downy brome (*Bromus tectorum*) seedling growth. *Weed Technology*, 10: 282-287
- Gill H. K., McSorley R., Branham M. 2011. Effect of organic mulches on soil surface insects and other arthropods. *Florida Entomologist*, 94, 2: 226-232
- Gorske S. F., Hopen H. J. 1976. Purslane sawfly (*Schizocerella pilicornis*) as a biological control agent of common purslane (*Portulaca oleracea* L.). *HortScience*, 11, 3: 326-332
- Govindappa M., Pallavi Seenappa C. 2014. Importance of mulching as a soil and water conservative practice in fruit and vegetable production-review. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 3, 4: 1014-1017
- Graglia E., Melander B., Jensen R. K. 2006. Mechanical and cultural strategies to control *Cirsium arvense* in organic arable cropping systems. *Weed Research*, 46: 304-312
- Greer L., Dole J. M. 2003. Aluminum foil, aluminum-painted, plastic, and degradable mulches increase insect-vectored viral diseases of vegetables. *HortTechnology*, 3: 276-284
- Gruber S., Acharya D., Claupein W. 2008. Wood chips used for weed control in Organic Farming. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 21: 395-400
- Guenzi W. D., McCalla T. M., Norstadt F. 1967. Presence and persistence of phytotoxic substances in wheat, oat, corn and sorghum residues. *Agronomy Journal*, 59: 163-165
- Hackett M., Lawrence A. 2014. Multifunctional role of field margins in arable farming. Report for European Crop Protection Association, Cambridge Environmental Assessments: 52 str
- Halley P., Rutgers R., Coombs S., Kettels J., Gralton J., Christie G., Jenkins M., Beh H., Griffin K., Jayasekara R., Lonergan G. 2001. Developing biodegradable mulch films from starch-based polymers. : 362-367

- Hemphill D. D. 1993. Agricultural plastics as solid waste: what are the options for disposal? *HortTechnology*, 3: 70-73
- Hewitt M., Bullen K., George D. 1998. Comparison of three weed control methods: chemical, flame and hot water. V: *Proceedings of the 9th Australian Agronomy Conference "Agronomy-Growing a Greener Future"*. Australian Society of Agronomy, Charles Sturt University, Wagga Wagga: 607-608
- Hoagland R. E. 2009. Toxicity of tomatine and tomatidine on weeds, crops and phytopathogenic fungi. *Allelopathy Journal*, 23: 425-436
- Hoagland R. E., Boyette C. D., Weaver M. A., Abbas H. K. 2007. Bioherbicides: Research and risks. *Toxin Reviews*, 26: 313-342
- Honěk A., Martinková Z., Jarošík V. 2003. Ground beetles (Carabidae) as seed predators. *European Journal of Entomology*, 100: 531-544
- Horowitz M., Regev Y., Herzlinger G. 1983. Solarization for weed control. *Weed Science*, 31: 170-179
- Hossain M. M., Begum M., Rahman M. M., Akanda M. M. 2016. Weed management in direct-seeded rice system – a review. *Progressive Agriculture*, 227: 1-8
- Howell T. A. 2001. Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. *Agronomy Journal*, 93, 2: 281-289
- Howenstine J., Beckwith T., McKinley A., Schaumann K., Warmbier K., Notch T., Cisneros E. 2012. Final environmental assessment prescribed burning for weed management on FE Warren Air Force Base, Wyoming. Booz-Allen And Hamilton Inc Mclean Va.
- Iljaš D. 2017. Strojno zatiranje plevelov brez uporabe herbicidov na njivah. Ljubljana, KGZ Ljubljana: 2 str. <https://lj.kgzs.si/Portals/1/2017%20-%20novice/6%20%202017%20TN%20%20Cesanje%20njiv.pdf> (12.3.2020)
- Imaizumi S., Nishino T., Miyabe K., Fujimori T., Yamada M. 1997. Biological control of annual bluegrass (*Poa annua* L.) with a Japanese isolate of *Xanthomonas campestris* pv. *poae* (JT-P482). *Biological Control*, 8: 7-14
- Imam S. H., Cinelli P., Gordon S. H., Chiellini E. 2005. Characterization of biodegradable composite films prepared from blends of poly (vinyl alcohol), cornstarch and lignocellulosic fiber. *Journal of Polymers and Environment*, 13, 1: 47-55
- Immirzi B., Malinconico M., Romano G., Russo R., Santagata G. 2003. Biodegradable films of natural polysaccharides blends. *Journal of Materials Science Letters* 22, 20: 1389-1392
- Inderjit C., Asakawa C. 2001. Nature of interference potential of hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) to radish (*Raphanus sativus* L.): does allelopathy play any role? *Crop Protection*, 20: 261-265
- Isman M. B. 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellants in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51: 45-66
- Jiang M., Liu T., Huang N., Shen X., Shen M., Dai Q. 2018. Effect of long-term fertilisation on the weed community of a winter wheat field. *Scientific Reports*, 8, 1: 7 str. DOI: 10.1038/s41598-018-22389-4
- Jodaugienė D., Pupalienė R., Urbonienė M., Pranckietis V., Pranckietienė I. 2006. The impact of different types of organic mulches on weed emergence. *Agronomy Research*, 4: 197-201
- Johnson D. R., Wyse D. L., Jones K. J. 1996. Controlling weeds with phytopathogenic bacteria. *Weed Technology*, 10: 621-624

- Johnson G. A., Hoverstad T. R., Greenwald R. E. 1998. Integrated weed management using narrow corn row spacing, herbicides and cultivation. *Agronomy Journal*, 90: 40-46
- Kapanen A., Schettini E., Vox G., Itavaara M. 2008. Performance and environmental impact of biodegradable films in agriculture: a field study on protected cultivation. *Journal of Polymers and the Environment*, 16, 2: 109-122
- Karn S. 2017. Benefits of using lawn on your lawn. Nutri-lawn: ecology friendly lawn care. 1 str. <https://blog.nutrilawn.com/benefits-of-using-calcitic-lime-on-your-lawn> (11.6.2020)
- Kasirajan S., Ngouajio M. 2012. Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: A review. *Agronomy for Sustainable Development*.
- Kaur M., Aggarwal N. K., Kumar V., Dhiman R. 2014. Effects and management of *Parthenium hysterophorus*: A weed of global significance. *International Scholarly Research Notices*, 2014: 1-12
- Kazinczi G., Lukacs D., Takacs A., Horvath J., Gaborjanyi R., Nadasy M. 2006. Biological decline of *Solanum nigrum* due to virus infections. *Journal of Plant Diseases and Protection*: 325-330
- Kells J. J., Blevins R. L., Rieck C. E., Muir W. M. 1980. Effect of pH, nitrogen, and tillage on weed control and corn (*Zea mays*) yield. *Weed Science*, 28, 6: 719-722
- Kelton J., Price A. J., Mosjidis J. 2012. Allelopathic weed suppression through the use of cover crops. V: *Weed Control*. Price A. (ur.). Shanghai, China InTech: 115-130
- Kollmann J., Banuelos M. J., Nielsen S. L. (2007). Effects of virus infection on growth of the invasive alien *Impatiens glandulifera*. *Preslia*, 79: 33-44
- Kołota E., Katarzyna A. 2013. Mulches in vegetable crops: Production, perspectives and limitations. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 12, 6: 127-142
- Koocheki A., Nassiri M., Alimoradi L., Ghorbani R. 2009. Effect of cropping systems and crop rotations on weeds. *Agronomy for Sustainable Development*, 29: 401-408
- Lamm F. R., Camp C. R. 2007. Subsurface drip irrigation. V: *Microirrigation for Crop Production*. Lamm F. R., Ayars J. E., Nakayama F. S. (ur.). Amsterdam, Elsevier: 473-551
- Liebman M. 2017. Cultural techniques to manage weeds. V: *Integrated weed management for sustainable agriculture*. Zimdahl R. L. (ur.). Cambridge, Burleigh Dodds: 203-225
- Liebman M., Dyck E. 1993. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecological Applications*, 3: 92-122
- Liebman M., Gallandt E. R. 1997. Many little hammers: Ecological management of crop-weed interactions. V: *Agricultural Ecology*. Jackson L. E. (ur.). San Diego, Ca: Academic Press: 291-343
- Liebman M., Staver C. P. 2001. Crop diversification for weed management. V: *Ecological management of agricultural weeds*. Liebman M., Mohler C. L., Staver C. P. (ur.). Cambridge University Press, Cambridge: 322-374
- Lutman P. J. W. 2002. Estimation of seed production by *Stellaria media*, *Sinapis arvensis* and *Tripleurospermum inodorum* in arable crops. *Weed Research*, 42: 359-369
- Malinconico M., Immirzi B., Massenti S., La Mantia F. P., Mormile P., Petti L. 2002. Blends of polyvinylalcohol and functionalized polycaprolactone. A study of the melt extrusion and post-cure of films suitable for protected cultivation. *Journal of Materials Science*, 37: 4973-4978

- Marenco R. A., Lustosa D. C. 2000. Soil solarization for weed control in carrot. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35, 10: 2025-2032
- Marshall E. J. P., Arnold G. M. 1995. Factors affecting field weed and field margin flora on a farm in Essex, UK. *Landscape and Urban Planning*, 31: 205-216
- Marshall E. J. P. 1990. Interference between sown grasses and the growth of rhizome of *Elymus repens* (couch grass). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 33: 11-22
- Marshall E. J. P., Moonen A. C. 2002. Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 89: 5-21
- Martinková Z., Honěk A. 2004. *Gastrophysa viridula* (Coleoptera: Chrysomelidae) and biocontrol of *Rumex* – a review. *Plant, Soil and Environment*, 50, 1: 1-9
- Medina Y., Gosselin A., Desjardins Y., Harnois R., Gauthier L., Khanizadeh S. 2009. Effect of plastic mulches on microclimate conditions, growth, and yields of strawberry plants grown under high tunnels in the Northern Canadian climate. *Acta Horticulturae*, 842: 139-142
- Narwal S. S. 2000. Allelopathy in weed management. V: *Allelopathy update – Basic and applied aspects*. Vol. 2. ZDA, Science Publishers, Inc.: 203-254
- Norsworthy J. K., Brandenberger L., Burgos N. R., Riley M. 2005. Weed suppression in *Vigna unguiculata* with a spring-seeded Brassicaceae green manure. *Crop Protection*, 24: 441-447
- Ogle H., Brown J. 2005. Biocontrol of weeds using plant pathogens: 330-340
- Ohno T. K., Doolan K., Zibilske L. M., Liebman M., Gallandt E. R., Berube C. 2000. Phytotoxic effects of red clover amended soils on wild mustard seeding growth. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 78: 187-192
- Ossom E. M., Rhyjerd R. L. 2007. Effects of Lime on weed species diversity and yield of sweetpotato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] in Swaziland. *International Journal of Agriculture & Biology*, 9, 5: 755-758
- Ozores-Hampton M. 1998. Compost as an alternative weed control method. *HortScience*, 33, 6: 938-940
- Pallutt B. 2002. Maßnahmen zur Unkraut Bekämpfung. V: *Unkraut-Ökologie und Bekämpfung*. Zwerger P., Ammon H. U. (ur.). Eugen Ulmer, Regensburg: 105-135
- PAN-Pesticide Action Network Europe. 2017. Preventive and “cultural control” agronomic practices. V: *Alternative methods in weed management to the use of glyphosate and other herbicides*. Belgium: 19-25
- Püschln L., Koch W. 1990. The significance of soil burning (“Guie”) in Ethiopia with special regard to its effects on the agrestal weed flora. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 164, 4: 254-261
- Radhakrishnan R. 2018. Need of bioherbicide for weed control. V: *Biological approaches for controlling weeds*: 2 str. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.77958>
- Radhakrishnan R., Alqarawi A. A., Abd-Allah E. F. 2018. Bioherbicides: Current knowledge on weed control mechanism. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 158: 131-138
- Rao V. S. 2000. *Principles of Weed Science*. Enfield, New Hampshire: Science Publishers, Inc.: 39-48
- Rubione C., VanGessel M. 2020. Equipment maintenance. Get rid of weeds through integrated weed management: 1 str.

- Rueda-Ayala V., Rasmussen J., Gerhards R. 2010. Mechanical weed control. V: Precision Crop Protection - the Challenge and Use of Heterogeneity. Oerke E. C., Gerhards R., Menz G., Sikora R. A. (ur.). Bonn, Germany: 279-294
- Salehian H., Modaresi H., Habibian L., Valiolaphor R. 2014. Cover crop (*Trifolium alexandrinum*) effects on weed seed bank. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 3, 2: 147-151
- Sanodiya B. S., Thakur G., Baghel R. K., Pandey A. K. 2010. Isolation and characterization of tentazonic acid produced by *Alternaria alternata*, a potential bioherbicidal agent for control of *Lantana camara*. *Journal of Plant Protection Research*, 50: 133-139
- Sarauski E., Vaitauskiene K., Romanekas K., Sakalauskas A. 2015. Research in strip tillage machine row cleaner technology process. *Engineering for Rural Development*: 51-56
- Sarrantonio M., Gallandt E. 2003. The role of cover crops in North American cropping systems. *Journal of Crop production*, 8, 1-2: 53-74
- Scala F., Evidente A., Coppola L., Capasso R., Lorito M., Zoina A. 1996. Identification and phytotoxicity of 3-methylthiopropionic and trans-3-methylthiopropenoic acids produced in culture by *Xanthomonas campestris* pv. *viti*. *Journal of Phytopathology*, 144: 325-329
- Schonbeck M. 2020. Organic mulching materials for weed management. eOrganic, Oregon State University: 1 str. <https://eorganic.org/node/4871> (11.6.2020)
- Shrestha A., Mitchell J. P., Lanini W. T. 2007. Subsurface drip irrigation as a weed management tool for conventional and conservation tillage tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) production in semi-arid agroecosystems. *Journal of Sustainable Agriculture*, 31, 2: 91-112
- Schumacher M., Hahn A. K., Gerhards R. 2018. The influence of farming on weed flora in the Gäu region of Southwestern Germany with an emphasis on rare arable weed species. *Julius-Kühn-Archiv*, 458: 30-34
- Shiyam J. O., Obiefuna J. C., Ofoh M. C., Oko B. F. D. 2011. Effect of sawdust mulch and fertilizer on weed flora composition and growth in plantain/cocoyam intercrop in the Nigerian rainforest zone. *World Journal of Agricultural Sciences*, 7, 5: 629-632
- Sivesind E. C., Leblanc M. L., Cloutier D. C., Seguin P., Stewart K. A. 2009. Weed response to flame weeding at different developmental stages. *Weed technology*, 23, 3: 438-443
- Skipp R. A., Bourdot G. W., Hurrell G. A., Chen L. Y., Wilson D. J., Saville D. J. 2013. *Verticillium dahliae* and other pathogenic fungi in *Cirsium arvense* from New Zealand pastures: occurrence, pathogenicity and biological control potential. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 56: 1-21
- Smith H., Firbank L. G., Macdonald D. W. 1999. Uncropped edges of arable fields managed for biodiversity do not increase weed occurrence in adjacent crops. *Biological Conservation*, 89: 107-111
- Sorkin L. 2006. New biodegradable mulch is cheaper than plastic when removal and disposal costs are also considered. *Growing for Market*: 8-10
- Stewart-Wade S. M., Boland G. J. 2005. Oil emulsions increase efficacy of *Phoma herbarum* to control dandelion but are phytotoxic. *Biocontrol Science and Technology*, 15: 671-681
- Subrahmaniyan K., Zhou W. 2008. Soil temperature associated with degradable, non-degradable plastic and organic mulches and their effect on biomass production, enzyme activities and seed yield of winter rapeseed (*Brassica napus* L.). *Journal of Sustainable Agriculture*, 32, 4: 611-627
- Suckling D. M. 2013. Benefits from biological control of weeds in New Zealand range from negligible to massive: a retrospective analysis. *Biological Control*, 66: 27-32

- Sung J. K., Junh J. A., Lee B. M., Lee S. M., Lee Y. H., Choi D. H., Kim T. W., Song B. H. 2010. Effect of Incorporation of hairy vetch and rye grown as cover crops on weed suppression related with phenolics and nitrogen contents of soil. *Plant Production Science*, 13, 1: 80-84
- Swanton C. J., Shrestha A., Knezevic S. Z., Roy R. C., Ball-Coelho B. R. 2000. Influence of tillage type on vertical seedbank distribution in a sandy soil. *Canadian Journal of Plant Science*, 80: 455-457
- Tamburini G., De Simone S., Sigura M., Boscutti F., Marini L., Kleijn D. 2016. Conservation tillage mitigates the negative effect of landscape simplification on biological control. *Journal of Applied Ecology*, 53: 233-241
- Tang L., Cheng C., Wan K., Li R., Wang D., li R., Wang D., Tao Y., Pan J., Xie J., Chen F. 2014. Impact of fertilizing pattern on the biodiversity of a weed community and wheat growth. *PLoS ONE*, 9, 1: 11 str. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0084370> (6.4.2020)
- Teasdale J. R. 1995. Influence of narrow row/high population corn (*Zea mays*) on weed control and light transmittance. *Weed Technology*, 9: 113-118
- Teasdale J. R. 1998. Influence of corn (*Zea mays*) population and row spacing on corn and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) yield. *Weed Science*, 46: 447-453
- Tharp B. E., Kells J. J. 2001. Effect of glufosinateresistant corn (*Zea mays*) population and row spacing on light interception, corn yield and common lambsquarters (*Chenopodium album*) growth. *Weed Technology*, 15: 413-418
- Van Biljon J., Tingmin Y. 2018. Machinery and implements for conventional farming systems. *Grain SA*: 1 str. <https://www.grainsa.co.za/machinery-and-implements-for-conventional-farming-systems> (8.4.2020)
- Vanhala P., Kurstjens D., Ascard J., Bertram A., Cloutier D. C., Mead A., Raffaelli M., Rasmussen J. 2004. Guidelines for physical weed control research: flame weeding, weed harrowing and intra-row cultivation. V: *Proceedings 6th EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control*, 8-10 March 2004, Lillehammer, Norway: 194-225
- Verma M., Brar S. K., Tyagi R. D., Surampalli R. Y., Valero J. R. 2007. Antagonistic fungi, *Trichoderma* spp.: Panoply of biological control. *Biochemical Engineering Journal*, 37, 1: 1-20
- Walsh M., Newman P. 2007. Burning narrow windrows for weed seed destruction. *Field Crops Research*, 104, 1: 24-30
- Weber J. F., Kunz C., Peteinatos G. G., Zikeli S., Gerhards R. 2017. Weed control using conventional tillage, reduced tillage, no-tillage, and cover crops in organic soybean. *Agriculture*, 7, 43: 13 str. doi:10.3390/agriculture7050043
- Weisberger D. A., Nichols V., Liebman M. 2019. Does diversifying crop rotations suppress weeds? A metaanalysis. *PLoS ONE*, doi:10.1371/journal.pone.0219847
- Westwood J. H., Charudattan R., Duke S. O., Fennimore S. A., Marrone P., Slaughter D. C., Swanton C., Zollinger R. 2018. Weed Management in 2050: Perspectives on the future of weed science. *Weed Science*, 66, 3: 275-385
- Widdicombe W. D., Thelen K. D. 2002. Row width and plant density effects on corn grain production in the northern Corn Belt. *Agronomy Journal*, 94: 1020-1023
- Zakon o zdravstvenem varstvu rastlin. 2010. Uradni list RS, št. 62/2007 - uradno prečiščeno besedilo in 36/2010. Fitosanitarna uprava Republike Slovenije: 62 str. http://www.furs.si/law/slo/zvr/zakon/ZakonZVR_2010_precisceno_kazalo.pdf (21.2.2020)

Zhang Y., Han J. H., Kim G. N. 2008. Biodegradable mulch film made of starch-coated paper and its effectiveness on temperature and moisture content of soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 39: 1026-1040

Zinati G. 2017. Compost effects on weed suppression. *BioCycle*, 58, 6: 26

PREGLED NEKEMIČNIH UKREPOV ZATIRANJA PLEVELA V VINOGRADNŠTVU

OCENA STANJA V SLOVENIJI GLEDE IZVAJANJA RAZLIČNIH TEHNIK ZATIRANJA PLEVELOV V VINOGRADIH

Poenostavljeno statistično gledano imamo v Sloveniji 16.500 hektarjev vinogradov in 30.000 pridelovalcev grozdja. Povprečni vinogradnik obdeluje manj kot 1 ha vinograda. Imamo množico majhnih vinogradnikov, ki grozdje pridelujejo ljubiteljsko. Praktično je verjetno vsaj 70 % vinogradnikov, ki imajo manj kot 1 ha površine. 60 % vinogradov je na strminah. Od vseh vinogradov je približno 75 % nasadov v vertikalnih sistemih in približno 25 % v terasnih sistemih.

Pri vertikalni zasaditvi jih je skoraj polovica zasajenih v razredu zemljišč nad 15–30 % nagiba, 21 % v razredu nad 30–45 % nagiba, 5 % pa v velikostnem razredu nad 45 % nagiba. 959 vinogradov (229 hektarjev), zasajenih v terasah, je na zemljišču z naklonom nad 45–60 %, 101 vinograd (9 hektarjev) pa celo na zemljišču, kjer je naklon pred terasiranjem znašal več kot 60 %.

Pomembni dejavniki tehnike izvedbe zatiranja plevelne populacije v vinogradu (Poje, 2020):

- Način pridelave (konvencionalna, integrirana ali ekološka pridelava)
- Velikost obratov (vikend vinogradi, majhne kmetije, velike kmetije in podjetja)
- Vertikale ali terasni sistemi
- Naklon strmine, stopnja erozijske ogroženosti
- Razpoložljiva mehanizacija in pedološke lastnosti tal, ki odločajo o možnosti delovanja različnih orodij za mehansko zatiranje.

Običajne tehnike regulacije plevelne populacije v vinogradih so:

- a) Uporaba herbicidov v različno širokem pasu pod trtami večkrat v sezoni in v medvrstnem prostoru košnja ali mulčenje

A1 Uporaba herbicidov 1 x letno

A2 Uporaba herbicidov 2 x letno ali še več

- b) Uporaba alternativnih herbicidov v različno širokem pasu pod trtami večkrat v sezoni in v medvrstnem prostoru košnja ali mulčenje

B1 Uporaba alternativnih pripravkov na podlagi olj in organskih kislin

c) Uporaba različnih orodij za mehansko strojno ali ročno zatiranje

C1 Košnja, mulčenje in uporaba pletvenikov

C2 Obdelava tal s prekopalniki, spodrezovalniki, frezami, branami in podobno

d) Uporaba prekrivk (agro-tkanine) in razni posipni mulči (sekanci, lubje, seno)

e) Uporaba ognja, vroče vode in pare, toplotnega sevanja, elektrike in podobnih fizikalnih metod

f) Kombinacija različnih metod z različno intenzivnostjo izvedbe

g) Večkrat letno intenzivna obdelava tal po celotni površini – vinograd brez rastlinskega pokrova.

Po naši oceni in glede na podatke iz preglednice 13 je v Sloveniji s pripravkom glifosat 1 x letno tretiranih 40 % površin vinogradov in 20 % površin vinogradov je s pripravkom glifosat tretiranih 2 x letno. Približno na 30 % površin vinogradov glifosatnih pripravkov ne uporabljajo, na približno 30 % površine vinogradov herbicidov sploh ne uporabljajo in se izvajajo samo mehanske metode zatiranja. V ekoloških vinogradih ne uporabljamo eko biotičnih herbicidov temveč le osnovne mehanske metode (košnja, mulčenje, kultiviranje). Uporabe ognja za zatiranje plevelov pri nas ne praticiramo, pri uporabi vroče pare in pene se izvajajo prve demonstracije.

Preglednica 13: Zelo poenostavljena ocena deleža (%) površin od vseh vinogradov, kjer se plevele zatira na nek specifičen način v konvencionalni in integrirani pridelavi gledano na celotne površine pri različnih skupinah vinogradnikov (velikostnih kategorijah posestev)

Velikost površine:	A1	A2	A1,2 + C1	A1,2 + C2	B1	C1 + C2	D, e
Majhni ljubiteljski vinogradniki	10	10	35	10	4,5	30	0,5
Manjše vinogradniške kmetije	5	20	30	20	5	20	
Večje vinogradniške kmetije	10	25	30	20		15	
Večja vinogradniška podjetja		40	30	25		5	

Pri mehanskem zatiranju ocenjujemo, da je najbolj pogosta tehnika zatiranja plevelov pod trtami uporaba odmičnih mulčerjev, nato uporaba orodij za obdelavo tal (predvsem spodrezovalniki, prekopalniki in vrtavkarji) ter nato uporaba pletvenikov (nitkarji). Tradicija uporabe spodrezovalnikov je na primorskem, uporaba prekopalnikov in vrtavkarjev pa v vinogradih na

majhnih strminah ali pa na terasah. V majhnih vinogradih je veliko uporabe nahrbtnne kosilnice na nitko za košnjo pod trtami. V velikih podjetjih hitro narašča uporaba mulčerjev na nitko, ki so priključeni samostojno ali pa bočno na zadenjsko pripet mulčer, ki deluje v medvrstnem prostoru.

OCENA STANJA GLEDE REGISTRIRANIH PRIPRAVKOV IN TEHNOLOGIJE ZATIRANJA PLEVELOV V VINOGRADIH V NEKATERIH SOSEDNJIH DRŽAVAH

Znotraj sosednjih držav imajo na lokalnem nivoju zelo različne situacije. Pristopi so zelo odvisni od naravnih danosti, od politike subvencij in tržnih strategij. To velja tudi za razmere po svetu in razmere na različnih kontinentih so zelo neprimerljive. V svetu in tudi pri naših sosedih v ravninskih predelih ciljajo na visoke pridelke (nad 15 t grozdja na ha) in na konkurenčnost z nizko ceno povprečno kakovostnega vina. Tam je uporaba herbicidov zelo intenzivna, ker je ekonomsko najbolj učinkovita. Drugod, na strmih terenih ali pri tistih vključenih v ekološko pridelavo delajo veliko na ozelenitvah in na mehanskem zatiranju plevelov. Imajo povprečne pridelke, vrhunsko kakovost, ki omogoča doseganje visokih cen in s tem lahko pokrivajo povečane stroške zatiranja plevelov. Strojna tehnika je pri vseh državah podobna, o prevladujočem tipu strojev (mulčerji, kultivatorji, pletveniki, spodrezovalniki ...) odločajo nagibi strmin, pedološke podlage, sadilne razdalje, cena delovne sile in drugi dejavniki.

Primerjave glede porabe herbicida glifosat med različnimi državami je zelo težko narediti, ker so različni koncepti zbiranja podatkov in tudi zelo različni koncepti pridelave. Do poglobljenih podatkov preko spletnih virov do sedaj nismo uspeli priti. Glede na izkušnje iz nekaterih obiskov v sosednjih državah ocenjujemo da zelo verjetno v sosednji Italiji in na Madžarskem porabijo nekaj večjo količino snovi glifosat in herbicidov na sploh na hektar površine vinograda, kot pri nas, na Hrvaškem približno toliko kot pri nas in v sosednji Avstriji in Nemčiji v zadnjem obdobju manj kot pri nas. V Avstriji so naredili študijo ekonomskih posledic prenehanja uporabe snovi glifosat (Matousek 2019; Steinkellner 2019) in ugotovili da bo sicer prišlo do povečanja stroškov za zatiranje plevelov, a da so pri ceni vrhunskega vina in v kupni moči še rezerve, da se da pridelovati grozdje ob nekoliko povečanih stroških. Izpostavljajo ekosistemske koristi prenehanja uporabe snovi glifosat in da še bolj premišljena ozelenitev lahko poveča adaptacijo trte na klimatske spremembe in da se v sistemu brez uporabe snovi glifosat lahko celo poveča kakovost vina (glej na primer razpravo raziskovalke Dreisiebner na spletu <https://obstwein-technik.eu/Core?activeNavigationsID=879&fachbetaeageID=453>). Podobno razmišljanje lahko najdemo v raziskavah glede posledic prenehanja rabe herbicida glifosat v Nemčiji (Kehlenbeck et al, 2015). V nekaterih študijah dokazujejo, da uporaba snovi glifosat škoduje organizmom v tleh in je zato sodelovanje mikro organizmov in trte slabo. Zaradi slabega sodelovanja med mikrobi in trto daje trta manj kakovostne pridelke. V Avstriji in v Nemčiji poraba snovi glifosat pada zadnja 3 leta (glej na <https://www.ages.at/service/service-presse/pressemeldungen/verbraucherinnen-information-zu-glyphosat/anwendung/> in na https://www.lfl.bayern.de/ips/unkraut/192703/index.php#group_10_7-1).

Na številnih območjih severne Italije imajo izjemno rast plevelne vegetacije in herbicide uporabijo tudi trikrat letno, celo se najdejo vinogradniki, ki na isti površini uporabijo glifosat trikrat letno. V južnejših delih Italije nastopijo poletne suše in poleti se rast vegetacije precej ustavi, je pa tam večja konkurenca za vodo. Uporabljajo več mehanskih metod, kot na severu, ker so v sušnem mehanske metode bolj učinkovite.

Preglednica 14: Poenostavljen pregled dostopnosti herbicidov za zatiranje plevelov v vinogradih v Sloveniji in v okoliških državah (da – imajo registrirane pripravke glede na podatke iz nekaterih državnih baz na v začetku jeseni 2020).

Aktivna snov:	SI	IT	AT	HU	HR	DE
2,4-D						da
Bromuron						
Cikloksidim		da	da		da	
Diflufenikan		da				
Diklobenil				da		da
Dimethenamid					da	
GLIFOSAT	da	da	da	da	da	da
Haloksifop-r-metil				da		
Izoksaben		da				
Flazasulfuron	da	da	da	da	da	da
Fluazifop-p-butil	da			da	da	
Flumioksazin		da		da	da	da
Fluroksipir						da
Karfentrazon		da	da			da
Kletodim		da				
Kvizalofop-p-etil		da		da	da	
Linuron				da		
Metolaklor					da	
MCPA			da	da		
Monolinuron				da		
Napropamid			da	da	da	da
Oksifluorfen		da			da	
Oksadiazon				da		
Orizalin		da				
Pelargonska kislina	da	da	da		da	da
Pendimetalin		da		da	da	
Penoksulam		da				

Piraflufen-etil	da	da	da	da		da
Propakvizafop		da		da		
Propizamid			da		da	da
Terbutilazin				da		
Triklorpir						da
Snovi izven območja sosednjih držav; tudi velika vinogradniška območja v Mediteranu, v ZDA, v južni Ameriki, Avstraliji, južni Afriki in drugod: EPTC, sulfentrazon, trifluralin, rimsulfuron, mezosulfuron, meztion, saflufenacil, setoksidim, 2,4-D, dikvat, parakvat, halosulfuron, glufosinat, norflurazon, indaziflam, terbutilazin, florasulam, oksadiazon, simazin, terbacil, diuron,						

Nekateri uporabljeni spletni viri glede registriranih pripravkov za zatiranje plevelov v vinogradih v sosednjih državah:

Slovenija (SI): <http://spletni2.furs.gov.si/FFS/REGSR/index.htm>

Avstrija (AT): https://psmregister.baes.gv.at/psmregister/faces/main?_afLoop=1128701131770203&_afWindowMode=0&_af.ctrl-state=urye6ftdk_4

Hrvaška (HR): <http://fis.mps.hr/trazilicaszb/>

Nemčija (DE): <https://apps2.bvl.bund.de/psm/jsp/ListeMain.jsp?page=1&ts=1604347837815>

Italija (IT):

<https://fitogest.imagelinenetwork.com/it/tutte-le-sostanze-attive/>

<https://www.fitosanitario.re.it/fito1/indicazioni-di-difesa/difesa-vite/banca-dati-dei-prodotti-commerciali-la-viticultura/>

https://www.fitosanitario.re.it/files/4815/8642/2473/P.F._DISERBANTI_4_MARZO_2020.pdf

Madžarska (HU): <https://novenyvedoszer.nebih.gov.hu/Engedelykereso/kereso>

https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Novenyvedelem/ch42s03.html

Nabor razpoložljivih herbicidov za zatiranje plevelov v vinogradih je pri naših sosedih nekaj širši, kot pri nas, v svetu pa še bistveno širši, kot v osrednji Evropi. To kaže, da imajo drugod več alternativnih možnosti za pripravo škropljivih programov za zatiranje plevelov brez uporabe herbicida glifosat. S stališča možnosti zatiranja vseh vrst plevelov je nabor herbicidov v tujini dovolj širok, da ob ukinitvi snovi glifosat nebi smelo biti težav pri zatiranju plevelov v vinogradih. Seveda bo po naši oceni prenehanje uporabe snovi glifosat povzročilo povečanje frekvence uporabe nekaterih drugih aktivnih snovi, ki so nekoliko manj učinkovite in imajo ožji

spekter delovanja ter bo potrebno izpad ene uporabe snovi glifosat nadomestiti z nanosom dveh ali celo treh aktivnih snovi, da bo v celoti pokrit spekter vseh plevelov. To je še posebej očitno v mladih vinogradih.

Ponekod v manjših lokalnih skupnostih v sosednjih državah so se iz komercialnih razlogov odločili, da so nehali uporabljati snov glifosat. To so naredili v Avstriji in tudi ponekod v severni Italiji. V Avstriji so se na državnem nivoju odločili za državno prepoved uporabe snovi glifosat a so trčili ob birokratske milne EU in postopki odobritve takšne prepovedi s strani EU uradništva so dolgotrajni. Popolna prepoved Avstrijcem še ni uspela. V Slovenski primorski regiji se je večje število vinogradnikov iz komercialnih razlogov odločilo, da so že nekaj let nazaj prenehali uporabljati snov glifosat. To so naredili lastniki trajno ozelenjenih vinogradov, kjer že tradicionalno uporabljajo spodrezovalnike in odmične mulčerje. Vsekakor je veliko število uspešnih ekoloških vinogradnikov dokaz, da se plevela v vinogradih da obvladovati brez uporabe herbicidov nasploh, kaj šele samo brez herbicida glifosat. V ekološki pridelavi poudarjajo, da mehansko zatiranje sicer prinaša povečevanje stroškov, vendar lahko pride do kompenzacije teh stroškov na račun izboljšanih bioloških lastnosti tal zaradi česa je vinograd bolj adaptiran na klimatske spremembe in bolj rodovitnen. V zadnjih letih se je pojavilo kar precej študij, ki kažejo da dolgoletna raba snovi glifosat in drugih herbicidov zmanjšuje rodovitnost tal zaradi zaviralnih učinkov na mikrobo in na delovanje korenin trte (Zaller et al., 2018; Pertile 2020).

V vseh sosednjih državah vedo, še bolj pa širše po svetu vedo, da je herbicid glifosat zaradi cenenosti in zelo širokega spektra delovanja ekonomsko izjemno učinkovit, vendar se že pojavljajo številne kritike glede učinkovitosti. Precej je že težav s tolerantnostjo plevelov na to aktivno snov (npr. regačice, vrbovci, suholetnice, ljuljke, slaki, pijavčnice, pelini, suholetnice, hudoletnice, ...) (Ferrero et al. 2018; Vidotto 2018). To je podobno kot pri nas, kjer v praksi že vidimo številne primere neuspešnega zatiranja plevelov (npr. slak in vrbovec). Zaradi klimatskih sprememb je v vinogradih vedno več težav z erozijskimi procesi in vedno maj je sprejemljivo imeti pas pod trtami vse leto neporaščen. Z ekološkega vidika postaja vse bolj sprejemljivo, da je pas pod trtami saj delno poraščen in to dobimo, če uporabimo nekaj manj učinkovite herbicide od snovi glifosat (npr. flazasulfuron, flumioksazin, ...) in če uporabo herbicidov kombiniramo z uporabo mehanskih metod. Tam kjer so težave z erozijskimi procesi se intenzivno zmanjšuje poraba talnih herbicidov in se uporablja več listnih herbicidov s kratkotrajnejšimi učinki. Če bo »zeleno green deal« razmišljanje v EU še naprej napredovalo in bodo vinogradniki dobili ustrezno subvencijsko podporo, potem obstaja možnost, da bo prenehanje uporabe snovi glifosat pripeljalo v splošno zmanjšanje uporabe herbicidov in se bodo razvili drugi sistemi nege negovane ledine, kjer se bo izvajalo občasno mehansko zatiranje plevelov, vendar nikoli tako intenzivno, da bi imeli pod trtami povsem gola tla. Pomemben dejavnik je obvladovanje cikla vode na način, da se ob dežju prepreči površinski odtok vode in da se s spremembo količine in vrste organske snovi v tleh poveča kapaciteta tal za zadrževanje vode. To je ključni moment, saj je v zadnjem času učinek tekme za vodo med pleveli in trto v poletnem obdobju bolj pomemben, kot pa tekma za osnovna hranila. Povečanje zadrževalne sposobnosti

tal za vodo lahko omogoči zmanjšanje potrebe po intenzivnem zatiranju plevelov (rastlinstva ob trtah).

Ekonomska primerjava stroškov mehanskega zatiranja plevelov v vinogradih v različnih državah je zelo težka. Razpon cene istega priključka za mehansko zatiranje je vsaj $\pm 40\%$, razpon vrednosti delovane ure upravljalcev strojev pa je več kot $\pm 200\%$ (od 3,5 do 25 €/h). Tudi pri priključkih istega ponudnika so v različnih državah razlike v cenah do 20 %. V različnih državah imajo različno razvejano industrijo proizvajalcev, ki ponujajo različno kakovostno opremo. Tako imamo v srednji Evropi več kot 100 mednarodno priznanih ponudnikov opreme. Študij o primerjavah kakovosti delovanja različnih orodij skoraj ni na voljo. Isti tip priključka na primer lahko stane 5000 evrov ali pa 20000 evrov in zelo težko je oceniti, ali je tolikšna razlika v ceni res upravičena zaradi razlike v učinkovitosti dela, ergonomije, kakovosti vgrajenih materialov in drugih eksploatacijskih lastnosti. Storilnost strojne tehnike je zelo odvisna od kakovosti traktorjev, nagibov zemljišč, kakovosti negovanja ledine, kakovosti montiranih pnevmatik in podobno. Tako se storilnost in poraba energije za neko operacijo tudi lahko razlikuje za 25 %, včasih tudi za 50 %. V modernih vinogradih na lažjih in srednje težkih terenih se večinoma dela dvostransko, na težkih terenih se dela enostransko. Za dvostransko delo na težkih terenih je potrebno imeti goseničarje. Posebna kategorija so vinogradi na ekstremno strmih terenih, kjer se dela s posebno mehanizacijo, ki je pripeta na različne vrste vodil in vlek.

Če upoštevamo, da je bolj ali manj trajna ozelenitev vsesplošna usmeritev v EU in je cilj da pod trtami nikoli nimamo gole zemlje, potem so investicije v strojno tehniko neizbežne. Kot vedno so pomembna razmerja cen strojne tehnike, grozdja, vina in delovne sile. Tisti, ki so uspešni pri trženju in so sposobni dosegati višje cene vina lahko več investirajo v sodobno tehniko. Pomembno je tudi, ali ima vinogradnik velike površine ali majhne in kakšna je njegova pogajalska moč pri nakupu strojev in v kolikšni meri je nakup strojev – orodij subvencioniran. Velikost površin odloča o obsegu ur rabe nekega priključka letno in v kalkulaciji amortizacije je letna amortizacija v strošku ene ure manjša. Težave pri ocenjevanju ekonomičnosti mehanskih metod zatiranja je, da je večina študij kratkotrajnih. Ko več let plevela zatiramo samo mehansko se populacija plevelov adaptira in enako število prehodov orodij letno da iz leta v leto manjšo učinkovitost (Tourte et al, 2008; Walg 2016). Iz tega stališča bi bilo dobrodošlo, da bi med leti mehanska orodja menjavali. S tem bi spreminjalo selekcijski pritisk na plevela in bi bil dolgoročni uspeh zatiranja boljši. Seveda pa takšen pristop povečuje potrebne investicije v strojno opremo.

Preglednica 15: Prikaz velikih razponov stroškov nabave različne opreme

Aktivna snov:	SI	IT	AT	HU	HR	DE
Traktor 60 kW	45000 -75000 €	40000 - 80000 €	45000 -95000 €	35000 -70000 €	40000 -75000 €	50000 -100000 €
Delovna ura strojnika	6 do 12 €	7–15 €	12-20 €	5-12 €	4 do 8 €	14–24 €
Odmični rotacijski mulčer	2500- 6000 €	2800- 6000 €	3000- 7000 €	2500- 6000 €	2500- 6000 €	3500- 9000 €
Spodrezovalnik	2000- 5000 €	3000- 6000 €	3000- 7000 €	3000- 6000 €	2000- 5000 €	3000- 10000 €
Mulčer nitkar (pletvenik)	4600- 10000 €	5000- 14000 €	5000- 16000 €	5000- 16000 €	5000- 15000 €	5000- 18000 €
Kultivatorji (brane) vrtavkaste	2500 – 7000 €	3500 – 11000 €	3500 – 1200 €	2500 – 7000 €	3000 – 8000 €	7000 – 20000 €
Kultivatorji - plugi diskasti	2000- 3500 €	3000 – 7000 €	3000 – 12000 €	3000 – 7000 €	3000 – 10000 €	4500 – 15000 €
Prekopalniki lopatičasti (freze)	2000- 4500 €	2000- 6500 €	3000 – 7000 €	2000- 6500 €	3000 – 7000 €	5000 – 10000 €
Prekopalnik rotacijski zvezdasti	2500 – 6000 €	2500 – 8000 €	2500 – 9000 €	2500 – 8000 €	2500 – 8000 €	4500- 12000 €
Ožigalniki plevelov	/	5000 – 15000 €	5000 – 15000 €	4000 – 9000 €	/	6000 – 13000 €
Naprave na vročo paro	/	6000 – 20000 €	7000 – 25000 €	/	/	8000 – 25000 €
Elektro naprave	/	10000- 25000 €	10000- 25000 €	/	/	10000- 25000 €
Naprave na vodni curek	/	25000- 45000 €	25000- 45000 €	/	/	25000- 45000 €

Na splošno znano je da imamo zelo veliko variabilnosti stroškov zatiranja plevelov po različnih alternativnih metodah. Kot primerjalni standard lahko vzamemo eno aplikacijo herbicida glifosat z uporabo škropilnega orodja za dvostransko škropljenje pod trtami, ki v osrednji Evropi znaša nekje med 30 in 50 €/ha. Če škropimo hkrati z mulčenjem je lahko strošek še nekaj nižji. S tem primerjamo vse alternativne metode.

V Kaliforniji so v letih 2010 in 2011 izvajali raziskave v ekološkem vinogradu in primerjali ekonomsko učinkovitost uporabe kultivatorja, uporabe odgrinjalnega pluga, vroče pare in biotičnega herbicida GreenMatch (d-limonen eterično olje) (Shrestha et al., 2012). Kot ekonomsko najbolj učinkovita tehnika je bila ocenjena uporaba pluga, nato kultivatorja in nato je sledila uporaba pare in daleč najdražja je bila uporaba bioherbicida (glej Shrestha et al., 2012).

Primer sodobne študije iz Italije je študija raziskovalca Manzoneja in sodelavcev (2020). Primerjali so učinkovitost zatiranja plevelov z uporabo herbicida glifosat proti učinkovitosti doseženi z uporabo rotacijske freze ali odmičnega mulčerja na nitko z vodoravno osjo vrtenja.

Strošek za en prehod rotacijske freze je znašal 68 €/ha, strošek odmičnega mulčerja na nitko pa 86 €/ha. Strošek uporabe herbicida je znašal 80 €/ha. Kot najbolj učinkovito orodje se je pokazal mulčer na nitko. Mehansko zatiranje je imelo primerljiv učinek uporabi herbicida približno 4 tedne, potem je učinkovitost značilno padla. Avtorji so zaključili, da je uporaba mulčerja na nitko zelo uporabna alternativa uporabi herbicida glifosat. Lahko ima visoko storilnost in zmerno porabo energije. V neki podobni študiji iz Italije, predstavljeni s strani raziskovalca Allegri (2019), so za nekoliko podobna orodja ekonomski izračuni pokazali nekaj višje stroške. En prehod diskastega kultivatorja je v njegovi študiji stal 130 €/ha in en prehod rotacijske freze 240 €/ha. Vidi se velika razlika v oceni stroškov med študijama.

PREGLED NEKEMIČNIH STRATEGIJ IN UKREPOV URAVNAVANJA PLEVELA V VINOGRADIH

Vinogradi so si med seboj zelo različni in pri prehodu iz nekih ustaljenih kemičnih tehnik zatiranja plevelov na alternativne je potrebno poznati čim več dobrih in slabih plati neke tehnike. Upoštevati moramo tako tehnične, organizacijske kot naravne vidike. Med tehnične vidike na primer štejemo zmožnosti traktorja, kapacitete priključkov, kapacitete hidravličnega sistema traktorja, dimenzije priključkov, mejne strmine za posamezne tipe strojev, sadilne razdalje in podobno. Med organizacijske sodi presoja razmerja med storilnostjo priključkov in velikostjo kmetije, da se ugotovi v kolikšnem času je določena dela možno izvesti ob upoštevanju časovne rezerve glede na vremenske nepravilnosti ali pomanjkanje delovne sile.

Uporaba bio herbicidov na podlagi organskih kislin in eteričnih olj

Ekotoksikološko so bio herbicidi vsaj delno manj obremenilni za okolje kot klasični herbicidi, niso pa povsem brez škodljivih učinkov. Tudi organske kisline in olja puščajo negativne posledice na neciljnih organizmih. Ekonomsko gledano je težava pri tej skupini pripravkov da so dragi in da je letno potrebno opraviti veliko aplikacij, kar prinaša visoke stroške, še posebej če dodamo tudi povečane stroške strojne tehnike za nanos in veliko živega dela – sedenja na traktorju. Ve se, da številnih vrst plevelov z alternativnimi in biotični pripravki (na podlagi mikro-organizmov) ni možno učinkovito zatreti. Dodatno moramo upoštevati, da evropska federacija ekoloških pridelovalcev (IFOAM) nasprotuje uporabi organskih kislin in olj, kar pomeni, da ta skupina pripravkov ni primerna za uporabo v ekološki pridelavi. IFOAM nasprotuje tudi uporabi herbicidov na podlagi za plevela patogenih gliv in bakterij. Tako iz ekonomskega in okolijskega vidika tudi v Sloveniji ni za pričakovati velikega obsega uporabe alternativnih herbicidov iz te skupine. To velja tudi širše za srednjo Evropo. Tudi nekaj domačih poskusov je pokazalo, da pri nizki frekvenci uporabe (3 x letno) preprosto niso dovolj učinkoviti. Strošek zatiranja plevelov z alternativnimi herbicidi lahko hitro preseže 500-700 €/ha/letno. Alternativni herbicidi bi bili zelo dobro dopolnilo mehanski obdelavi v eko vinogradih če bi jih uporabili samo v pasu 10 cm natančno v liniji trt. Tako se orodjem za mehansko zatiranje ne bi bilo potrebno preveč približati trtam. Imeli bi manj poškodb trt in lahko bi povečali delovno hitrost orodij za mehansko zatiranje. S tem bi ustvarili prihranek na strojnih urah.

Uporaba prekopalnikov, kultivatorjev, frez, rotirajočih motik in podobnih orodij

Mehansko zatiranje plevelov pod trtami z orodji, ki intenzivno mešajo tla pod trtami pomeni veliko porabo energije in časa. Storilnost tovrstnih orodij je nizka, ker se dela pri nizkih delovnih hitrostih. Možnosti za poškodbe korenin in spodnjih delov debla trte je veliko in poškodbe slabijo trto in omogočajo infekcije od škodljivih organizmov. Cena tovrstnih enostransko delujočih priključkov je med 4000 in 9000 evrov, cena dvostransko delujočih lahko preseže 15000-20000 €/ha, posebej pri opremljenosti z dobro senzorsko tehniko. Po obdelavi se lahko pojavi obsežna erozija in obsežno zračenje tal pospešuje mikrobno zgorevanje organske snovi. Ko tla premešamo vedno znova aktiviramo plevelna semena in v razmerah z veliko vlage imamo velik naknadni vznik. To velja za velik del slovenskih vinogradov. Dobra plat teh priključkov je da omogočajo zadevalo pod trto posipanih organskih gnojil. Običajno se stroški enega prehoda teh orodij gibljejo med 80 in 160 €/ha. Letno so potrebni 3 do 4 prehodi s takšnim orodjem. Med temi orodji je v porastu uporaba rotirajočih motik (nem. Rollhacke; angl. rotary starr hoe). Tovrstna orodja je možno dobro voditi pri veliki hitrosti dela (tudi pri 8 km/h), kar omogoča povečanje storilnosti in tako se zmanjšajo stroški. Možno jih je uporabljati hkrati z mulčerjem. Podpora za kontrolo delovanja s tipali in senzorji je tehnično enostavno izvedljiva za zmerne stroške. Takšni priključki se na trgu dajo dobiti za maj kot 5000 evrov. Zadnje omenjeno orodje moramo uporabiti dovolj zgodaj dokler so pleveli še majhni in se niso dobro ukoreninili. Ko so že dobro ukoreninjeni jih orodje nekoliko prestavi, a jih ne poškoduje dovolj, da bi povsem propadli. Višje delovane hitrosti je možno dosegati tudi s spodrezovalniki (angl. undercutter; nem. Flachshar), ki so dokaj cenena orodja od 1500 do 5000 evrov. Strošek posameznega prehoda je lahko pod 50-60 €/ha. Ob pravilni uporabi so lahko zelo učinkovito orodje za dobro kontrolo nad razvojem populacije rastlin pod trtami. Sicer se pojavi nekaj poškodb na plitvih koreninah trte, a je to lahko fiziološko pozitivno da prisilimo trto da razvije koreninski sistem v večjih globinah. Delo s spodrezovalniki zelo dobro obvladajo primorski vinogradniki. Oba omenjena orodja sta primerna za povečano uvajanje v slovenske vinograde, tudi v sistemu, ko prenehamo uporabljati herbicid glifosat. Kombiniramo občasno uporabo od glifosata manj učinkovitih herbicidov in dveh prehodov za mehansko zatiranje. V številnih vinogradih na lažjih terenih bi tak sistem bil povsem izvedljiv.

Uporaba odmičnih mulčerjev

Odmični mulčerji omogočajo mulčenje rastlinstva pod trtami. To je dobro uveljavljena tehnika z visoko storilnostjo. Možno je delo do 7 km/ha. Možne so poškodbe debla trate. Če mulčimo mlado rušo lahko reguliramo sproščanje dušika. Pod trtami nimamo golih tal in ta sistem je dobro varstvo pred erozijo. Preproste domače rotacijske mulčerje je možno dobiti od 3000 evrov naprej, pri vrhunskih dvostranskih lahko cena naraste do 10000 evrov. Strošek enega prehoda z odmičnim mulčerjem se giblje od 30 do 60 €. Letno so potrebni vsaj 3 prehodi. Dobre so kombinacije, kjer je več rotacijskih teles, ki jih lahko izklapljam. Tako na primer lahko osnovno telo na sredini med vrstami izklopimo in tam pustimo razvoj rastlinstva, levo in desno pod trtami pa mulčimo. To je po sodobnem konceptu ozelenitev za povečanje biotične pestrosti rastlinstva

in favne. Opisano je slovenske razmere povsem uporaba tehnika. Za zelo težke trene se mulčerje priprne na traktorje goseničarje, ki omogočajo natančno vodenje po zelo težkih terenih.

Uporaba mulčerjev na nitko – pletvenikov

Pri mulčerjih na nitko se je v zadnjih letih zgodil velik tehnični razvoj v pogledu kontrole delovanja, v pogledu vzdržljivosti vgrajenih materialov in glede storilnosti. Možno jih je uporabljati tudi na zelo težkih terenih za vožnjo. Prevladujejo mulčerji z horizontalno delavno osjo z dobrim tipalom, ki regulira gibanje v vrstnem prostoru in odmikanje od debela trte. V dobrih voznih razmerah je možno delo tudi pri 6 km/ha, kar omogoča pri dvostranskih orodjih velike storilnosti. Ta orodja so primerna za težke terene in se dobro vklapljajo na večfunkcionalne goseničarje, kjer lahko na strmini hkrati izvajajo mulčenje, škropljenje in mulčenje pod trtami pri hitrosti okrog 3 km/h. Seveda imajo tovrstna orodja tudi nekaj slabih plati. Plevelov, ki so malo večji ne morejo zatreti temeljito, še posebej ne trav. Lahko povzročajo poškodbe na trti. Če želimo delati pri večjih delovnih hitrostih je priporočljivo da na vodoravni vrteči se osi nimamo vseh elementov iz iste umetne mase. Na zadnjem delu osi lahko imamo gumijaste elemente, ki pri udarjanju po deblu trte ne puščajo poškodb. Lahko pa imamo orodje z različnimi glavami, ki imajo vgrajene različno dolge niti ali trakove različne trdnosti. Zaradi obsežne obrabe vrtečih se delov iz umetnih mas v okolje sproščamo veliko mikro plastike, ki je potem trajno onesnaževalo tal. Cene priključkov so zelo različne od 5000 do 20000 evrov. Storilnosti se gibljejo od 0,6 ha na uro do 1,5 ha/h. Strošek enega prehoda je med 75 do 120 €/ha. Mulčerjev krtačnikov z vertikalnimi krtačami je v uporabi zelo malo. Ta strojna tehnika se veliko uporablja na nekmetijskih površinah, kje je zelo učinkovita. Pri delu v vinogradih pa prihaja do velikega mašenja krtač in zmanjšanja učinkovitosti zatiranja plevelov. Velike hitrosti dela so možne le na ravninah pri zelo majhnih plevelih. Uporaba pletvenikov je v Sloveniji v porastu in vinogradniki že imajo dovolj izkušenj za povečano uporabo teh orodij. Uporaba teh orodij zmanjšuje erozijska tveganja saj plevelov pod trtami nikoli ne zatremo povsem do konca.

Uporaba vroče vode, pare, kombinacije vroče pare in pene

Uporaba vroče vode in pare je že dobro uveljavljena tehnika za zatiranje plevelov v urbanem okolju na transportnih in drugih površinah. V vinogradih si šele utira pot. Tehnično dovršena orodja stanejo več kot 10000 evrov. Storilnost je okrog 1 ha na uro in strošek enega prehoda znaša med 90 in 200 €/ha. Možno je delo pri hitrosti do 5 km/h. Najbolj je učinkovita uporaba vodne pare in pene, ker je pri takšnih orodjih največji obseg prenosa toplote na plevela. Poraba vode je med 0,3 do 0,4 litra vode na m² tretirane površine. Letno so potrebni trije prehodi. Del plevelov vedno preživi in ostanki tretiranih plevelov nudijo protierozijsko zaščito tal. Sproščanje CO₂ na ha je približno podobno kot pri uporabi ognja. Primer takšnega orodja je na spletni strani <http://www.tecnovict.com/diseratrice-termica-ecologica-a-schiuma-calda/>. Ne pričakujemo da bi v slovenskih razmerah prišlo do velikega razmaka uporabe te tehnike. Zelo verjetno bo do uvajanja prišlo na nekaterih ekoloških obratih, ki imajo vinograde na nezahtevnih terenih in so zelo uspešni pri trženju eko vina.

Uporaba vodnega curka pod visokim tlakom

To je nova tehnika razvita pri zelo redkih proizvajalcih (npr. podjetje Caffini iz Italije). Sicer so prototipe ki delujejo z uporabo vodnega curka poznali še veliko let nazaj. Naprave imajo rotacijski disk s šobami, ki sproščajo curek vode pri tlaku 1000 barov in disk se vrti s približno 600 obrati na minuto. Curek je tako močan, da odreže in zmelje plevela. Curek prodre tudi nekaj cm v tla, tako da delno prizadene tudi koreninski sistem plevelov. Po prehodu orodja dobimo mulč, ki je mešanica močno zmletih plevelov in zemlje. Poraba vode je nekje med 0,5 do 0,7 l/m² tretirane ploskve ali 0,3 l na dolžinski meter pasu pod trtami (1800 do 2100 l/ha vinograda odvisno od medvrstne razdalje sajenja). Pri zelo ozkih medvrstnih razdaljah je na hektar potrebno preko 2500 l vode. Traktor mora z seboj vleči sod z vodo, ki je enak kot pri škropilnicah. Pri delu na velikih strminah je vleka soda z vodo težava. Hitrost dela je nekje okrog 3 km/ha in storilnost pri dvostransko delujočem orodju s prednjo priključitvijo okoli 0,9 ha/h. Tovrstna orodja so zelo draga, cena je med 20000 in 40000 evrov, tako da en prehod s takšnim orodjem lahko stane več kot 160 €/ha. To je pri trenutnih cenah strojev in storilnosti zelo draga metoda. Letno so potrebni vsaj 2-3 prehodi. Če lahko plevela zatremo smo z dvema prehodoma potem postane metoda bolj ekonomsko konkurenčna. Za več informacij glej na spletno stran (<https://www.trattorisupermarket.it/acomaeagricoltura/2017/01/02/caffini-grass-killer-diserbo-senza-diserbanti>). Za večino slovenskih vinogradov je uporaba vodnega curka manj uporabna in predraga tehnika zatiranja plevelov sicer uporabna za ekološke vinograde na ravninah z zmerno populacijo plevelov.

Uporaba ognja

Uporaba ognja je že zelo stara metoda, ki pa se v EU vinogradih nikoli ni uporabljala v večjem obsegu. Vzrok je v nizki storilnosti in v potrebnem velikem številu prehodov letno (4-5). Gorilnike težko namontiramo na druga orodja na primer na mulčerje. Zelo dobra orodja za ožiganje niso poceni. Cena enostranskega priključka je nekje med 8000 in 12000 evrov. Storilnost enostranskega priključka pri delovni hitrosti 4,5 km/h je okoli 1 ura na ha in strošek enega prehoda znaša med 90 in 130 evrov/ha (poraba plina propan je približno 30 kg za en prehod na ha, cena plina je nekje okrog 1,6 €/kg). Ekološko negativna lastnost postopka je, da ima precej velik obseg sproščanja CO₂, da se lahko pojavijo požari in da tudi prihaja do obsežnih poškodb pri organizmih, ki se nahajajo v rastju v času prehoda plamena. Možni so tudi manjši ožigi na trtah, ki imajo nizko deblo pri delu v poletnem času. Dobra plat je, da rastlinstvo ne propade popolnoma in da pri uporabi te tehnike ni velike nevarnosti za pojav erozije. Propadlo rastlinstvo še vedno oblikuje varovalni pokrov pred erozijo. Tako si na primer detelje po prehodu ognja hitro opomorejo. Z uporabo ognja lahko odstranimo tudi jalove poganjke s spodnjega dela debla. V poletnem obdobju obstaja možnost pojava požarov. Z delom moramo pričeti zgodaj zjutraj da imamo čim manjšo gmoto posušenih plevelov. Pri vsakem naslednjem ožiganju se gmota posušenih ostankov plevelov povečuje in s tem se povečuje možnost nekontroliranega gorenja posušenih ostankov pod trtami. To poveča poškodbe trte in nevarnost pojava požarov. Uporabo ognja je smiselno kombinirati z mehanskimi metodami na način, da se z mehanskimi

orodji ne približamo preveč trti in s tem lahko mehanska orodja delujejo pri večji hitrosti, potem pa tisti ozek pas tik ob trti požgemo z ognjem. Poraba plina je minimalna, ker obdelujemo zelo ozek pas. Možno bi bilo tudi hkratno delo ožiganje in mehansko zatiranje. Mehansko orodje je lahko vpeto spredaj in ožigalnik priklapljen zadaj.

V Italiji intenzivno raziskujejo tudi ožigalnike plevelov kjer kot pogonsko gorivo uporabljajo lesene pelete ali celo pelete pridobljene iz rožja vinske trte. Primer analize učinkovitosti takšne opreme je raziskava objavljena s strani raziskovalcev Pergher in sodelavci (2019). Trije prehodi z napravo Biodiserbo (CS Thermos Italija), ki proizvaja ogenj z gorenjem pelet so omogočili dobro zatiranje plevelov. Učinkovitost zatiranja je bila preko 70 % in je bila višja, kot pri uporabi odmičnega mulčerja, spodrezovalnika, prstastega pletvenika in diskastega kultivatorja. Naprava pri hitrosti 4 km/h nudi storilnost približno 0,6 ha/h in za ožiganje porabi približno 50 kg lesnih sekancev.

Uporaba elektrike

Prototipi naprav za zatiranje plevelov z uporabo električnega toka so znani že vsaj 20 let. Na spletu se najde nekaj precej dovršenih naprav, ki so dobile razne konstruktorske nagrade. Eno od vodilnih podjetij je podjetje Zasso (npr. naprava ElectroHerb Zasso ali Power XPS; glej na <https://zasso.com/home/how/product-platform/xpower/>). Ocenjujemo, da bi takšne naprave prilagojene za vinograde stale med 9000 in 18000 evrov. Storilnost je morda do 1,3 ha/h. Strošek enega prehoda je okrog 100 €/ha. Letno bi bili potrebni vsaj 3 prehodi. Plevelov s to tehniko ne zatremo do konca. Potrebno je kombiniranje z neko drugo mehansko metodo. Po nekaterih ocenah je negativna plat te tehnike da pri prehodu električnega toka skozi tla prizadenemo v tleh živeče organizme, med drugim tudi deževnike. Uporabnost te tehnike je trenutno zelo težko presoditi, ker je premalo ekonomskih evalvacij na voljo. Pojavljajo se tudi vprašanja glede električnih poškodb na plitvih koreninah trt. Na spletu je dosegljiv film s prikazom delovanja orodja v sadovnjaku (<https://www.youtube.com/watch?v=gknvVIX3cn0>). Vsekakor je tehnika storilnostno in stroškovno obetavna in v prihodnosti lahko pričakujemo povečano uvajanje v prakso.

ZAKLJUČKI GLEDE STANJA V VINOGRADNIŠTVU V POVEZAVI Z RABO HERBICIDA GLIFOSAT V SLOVENIJI IN V NAŠIH BLIŽNJIH SOSEDNIH DRŽAVAH

- 1) Želje nekmetijske javnosti po prenehanju uporabe herbicida glifosat so v večini EU držav podobne. Na kmetijski sektor se izvaja velik pritisk katerega rezultat se vidi v tem, da se v zadnjih letih kumulativna poraba snovi glifosat v EU v več državah zmanjšuje.
- 2) Obseg prenehanja uporabe je odvisen od državnih podpor in od stopnje organiziranosti vinogradnikov in vinarjev pri trženju vina. Obstajajo velike razlike med pokrajinami

znotraj posameznih držav. Nobena država še ni povsem pripravljena na morebitno splošno prepoved rabe snovi glifosat v vinogradih.

- 3) Kjer so pri trženju vina zelo dobro organizirani in lahko dosegaajo solidne cene vina lahko prenesejo povečanje stroškov za zatiranje plevelov zaradi prenehanja uporabe herbicida glifosat in herbicidov na sploh. Povišanje stroškov je vsaj v obsegu med 70 do 300 €/ha pri kmetijah z več kot 5 ha površine.
- 4) Pomembno vlogo ima tudi subvencijska politika, ki nudi podpore za nakup novih visoko storilnih strojev in za vzdrževanje različnih oblik ozelenitev, ki imajo pozitivne učinke na trto, da povečajo njeno adaptibilnost na klimatske spremembe in povečajo rodovitnost tal. Ocenjuje se da bi vinogradniki za popoln prehod v alternativne koncepte zatiranja plevelov potrebovali vsaj 500 do 600 €/ha podpor vsaj za nekaj let.
- 5) Ponudba alternativnih klasičnih herbicidov je v večini okoliških držav boljša, kot pri nas in vinogradniki v njih lahko sestavijo dovolj učinkovite škropile programe in lahko lažje prenehajo z uporabo herbicida glifosat. Uporaba alternativnih eko pripravkov (npr. organske kisline in miko-herbicidi) je povsod minimalna, ker so zelo dragi in tudi nimajo podpore s strani združenj ekoloških pridelovalcev.
- 6) Pri nas bi ob prenehanju uporabe snovi glifosat morali dodatno registrirani vsaj še nekatere dodatne aktivne snovi, ki jih imajo v sosednjih državah (npr. flumioksazin, napropamid, propizamid, MCPA – nazaj, nekateri specifični graminicidi).
- 7) V Slovenji smo nekoliko zaostali pri razvoju sistemov ozelenitev in smo v povprečju pri majhnih kmetijah v težavah pri nabavi novih strojev (slab ekonomski fitnes). Potrebna bo večja učinkovitost pri nudenju strojnih uslug (tako orodja za mehansko zatiranje plevelov kot sejalnice za doseljevanje rastlin za ozelenitev v negovano ledino in delno tudi pod trtami) ali pa izboljšanje pri izvajanju kolektivnih naložb. Pri kolektivnih naložbah večjega števila kmetij je možno ekonomsko vzdržno kupovanje sodobne strojne tehnike, ki je posamezen vinogradnik s premajhnimi površinami ne more kupiti.
- 8) Ocenjuje se, da je v vseh državah v vinogradih možno opustiti uporabo herbicida glifosat. V prvi fazi bo prišlo do povečane rabe nekaterih drugih herbicidov v kombinaciji s povečanjem intenzitete izvedbe mehanskega zatiranja plevelov. V drugi fazi pa se pričakuje popolna opustitev rabe klasičnih herbicidov in vzdrževanje naprednih oblik ozelenitev.
- 9) Obseg povečanja stroškov zatiranja plevelov v vinogradih zaradi prenehanja uporabe herbicida glifosat bo pri najbolj organiziranih in strojno opremljenih znašal nekje na nivoju 1,6-2,5 x več, pri manj usposobljenih in slabo organiziranih pa nekje do 4 x več.
- 10) Če bo pridelovalcem uspelo razviti sisteme nege ledine, ki bodo povečali ekološko učinkovitost vinogradov (zajem vode in sončne energije in povečanje aktivnosti življenja v tleh), potem se prenehanje uporabe snovi glifosat nebo obravnavalo kot ekonomsko negativno, saj se bo zaradi povečanja ekosistemske učinkovitosti vinogradov povečala tudi ekonomska učinkovitost pridelave.

- 11) Novi načini managementa plevelov so lahko tudi ekonomska priložnost za strojno industrijo, za semenarsko industrijo in za generiranje novih delovnih mest v teh industrijah, le vinogradniki potrebujejo ustrezno pomoč, da so sposobni nakupa nove strojne tehnike. Novi koncepti lahko povečajo število potrebnih delovnih mest v pridelavi grozdja, ker bo potrebno več strojnega dela na ha letno (morda iz 60 h na 85 h).
- 12) Z uporabo novih priključkov za mehansko zatiranje so potrebne tudi adaptacije traktorjev, boljše pnevmatike, bolj zmogljiva hidravlika, uporaba traktorjev goseničarjev. In tudi s tega vidika je potrebno zagotoviti podpore pri investicijah.

VIRI

- Allegri A. 2019. Gestione del diserbo e possibili alternative all uso del glifosate nel vigneto. Bilancio difesa vite, Bologna 2019, 1-31.
- Anonimno 2020 Information zum Wirkstoff Glyphosat. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 1-31.
- Anonimus. (2017). Weed Control and Vineyard Floor Management. (https://cdn.ymaws.com/www.mngrapes.org/resource/resmgr/Growing_Grapes_in_MN_Best_Practices/Chapters/Ch_10_Weed_Control_in_Establ.pdf)
- Dittmar P.J., Williamson J.G. 2018. Weed Management in Grape. Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS). 1-6. (<https://edis.ifas.ufl.edu/wg018>)
- Fahey D., Englefield A. 2019. Alternative weed control measures for vineyards. DPI Development Office Viticulture. 54-58. (https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0006/1158315/Alternative-weed-control-measures-for-vineyards.pdf)
- Ferrero A., Fogliatto S., Vidotto F. 2018. Possibili alternative al glifosate nelle culture erbacee. ATTI XXI Convegno S.I.R.F.I., 175-208.
- Hanson B. 2019. Discussing preemergence herbicide programs for vineyard systems. 2.7.2019. Sonoma Grape Day Santa Rosa, California.
- Hembree K. 2002. Cost-Effective Vineyard Weed Management. UCCE, Fresno County. 1-4.
- Irrslinger R., Wetzell D. (2017) Kosten der herbizidfreien Unterstockpflege. <https://obstwein-technik.eu/Core?aktiveNavigationsID=879&fachbetraegeID=279>. Accessed 12/02/2019.
- Kehlenbeck H., Saltzmann J., Schwarz J., Zwerger P., Nordmeyer H., Roßberg D., Karpinski I., Strassemer J., Golla B., Freier B. 2015. Folgenabschätzung für die Landwirtschaft zum teilweisen oder vollständigen Verzicht auf die Anwendung von glyphosathaltigen Herbiziden in Deutschland. Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Julius-Kühn-Archiv, 451:1-150.
- Madge D. 2007. Organic Farming: Vineyard Weed Management. State of Victoria, Department of Primary Industries. 1-10.
- Manzone M., Demeneghi M., Marucco P., Grella M., Balsari P. 2020. Technical solutions for under-row weed control in vineyards: Efficacy, costs and environmental aspects analysis. Department of Agricultural, Forest, and Food Science, University of Turin, Grugliasco (TO), Italy 991:36-42.

- Matousek T. 2019. Potenzielle Auswirkungen eines österreichweiten Glyphosat-Verbotes auf das Verhalten von betroffenen Land- und Forstwirtschaftlichen. Institut für Nachhaltige Wirtschaftsentwicklung (INWE) Department für Wirtschafts und Sozialwissenschaften Universität für Bodenkultur Wien. Masterarbeit. 1-101.
- Morisod T. 2018. Bodenpflege im Weinbau. Agridea. März 2018. 1-8.
- Nari L., Bonta M., Vittone G. 2016. Diserbo meccanica della frutticole. Macrfruit Rimini, 1-58.
- Pergher G., Gubiani R., Mainardis M. 2019. Field testing of a biomass-fueled flamer for in-row weed control in the vineyards. Agriculture MDPI, 9(10), 210; <https://doi.org/10.3390/agriculture9100210>.
- Pertile M., LopesAntunes J.E., FernandoAraujo F., Mendes L.W., Van den Brink P.J., FerreiraAraujo A.S. 2020. Responses of soil microbial biomass and enzyme activity to herbicides imazethapyr and fumioxazin. Scientific Reports. 10:7694.
- Poje T. 2020. Nekemijske metode za unutar-rednu obradu tla u vinogradima ili voćnjaku. Glasnik zaštite bilja, 64/4, 40-50.
- Shrestha A., Kurtural S.K., Fidelibus M.W., Dervishian G., Konduru S. 2013. Efficacy and Cost of Cultivators, Steam, or an Organic Herbicide for Weed Control in Organic Vineyards in the San Joaquin Valley of California. Horttehnology 23(1), 99-108.
- Steinkellner S., et all 2019. Nationale machbarkeitsstudie zum glyphosatausstieg, Endbericht zum forschungsprojekt nummer 101347. Universität für Bodenkultur Wien, 1-257. (<https://www.bmlrt.gv.at/land/land-bbf/Forschung/machbarkeitsstudie.html>).
- Tourte L., Smith R., Bettiga L., Bensen T., Smith J., Salm D. 2008. Post-emergence herbicides are cost effective for vineyard floor management on the Central Coast. California Agriculture. 62(1). 19-23.
- Vidotto F. 2018. Il caso glifosate e altri arcani agricoli - Perché una soluzione viene scambiata per un problema? 1-46 (<http://www.confagricoltura.org/piacenza/wp-content/uploads/sites/3/2018/04/180413-ACCLS-VidottoRelazione.pdf>).
- Walg O. 2016. Möglichkeiten und Grenzen der mechanischen Unterstockbodenpflege. 60. Kreuznacher Wintertagung. [http://dlr.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/6b91111451410a5bc1256f49003ce962/db4d519436a8a638c1257f8b002aef6c/\\$FILE/60_04_Weinbau_Walg.pdf](http://dlr.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/6b91111451410a5bc1256f49003ce962/db4d519436a8a638c1257f8b002aef6c/$FILE/60_04_Weinbau_Walg.pdf).
- Zaller J.G., Cantelmo C., Santos G.D., Muther S., Gruber E., Pallua P., Mandl K., Friedrich B., Hofstetter I., Schmuckenschlager B., Faber F. 2018. Herbicides in vineyards reduce grapevine root mycorrhization and alter soil microorganisms and the nutrient composition in grapevine roots, leaves, xylem sap and grape juice. Environmental Science and Pollution Research. 25:23215–23226.

PREGLED NEKEMIČNIH UKREPOV ZATIRANJA PLEVELA V SADJARSTVU

OCENA STANJA V SLOVENIJI GLEDE IZVAJANJA RAZLIČNIH TEHNIK ZATIRANJA PLEVELA V SADOVNJAKIH

Sadjarstvo ima na območju Slovenije razmeroma dolgoletno tradicijo in velik potencial za nadaljnji razvoj, tako zaradi ugodnih pedo-klimatskih razmer kot tudi zaradi pomena sadja v zdravi prehrani. Slovenski sektor sadja ima realne možnosti za tehnološki napredek in velik razvojni in tržni potencial, kar med drugim izvira iz naravnih danosti, tradicije, uveljavljenosti okolju prijaznih načinov pridelave in možnosti za nadaljnji razvoj na tem področju.

Sadjarstvo v Sloveniji zajema okrog 2% površin. V letu 2019 je skupna površina nasadov obsegala 10.765 hektarjev, povečujejo se površine ekstenzivnih nasadov (6.500 ha), intenzivnih nasadov imamo okrog 4.200 ha. V Sloveniji je prevladujoča sadna vrsta jablana.

Glede na strateške in razvojne cilje v sadjarstvu za sadno vrsto jablane, tehnološko narašča pokritje nasadov s mrežami proti toči, med tem ko težave z okoljskim pritiskom in varnostjo kažejo, da je bistvenega pomena poglobljeno preučevanje in razvoj nekemičnih tehnologij za zatiranje plevela, saj še v večini trajnih nasadov velja tradicionalni pristop zatiranja plevela z uporabo herbicidov.

Glifosat N-(fosfonometil) glicin je učinkovit neselektivni herbicid proti večletnim plevelom. Glifosat se uporablja tudi v sadjarstvu, za zatiranje plevela. Vendar lahko ostanki herbicida povzročajo težave, saj se kopičijo v delih rastlin in predstavljajo potencialno nevarnost za okolje in zdravje ljudi. Študije so dokazale, da prekomerna uporaba glifosata povzroča okoljske in zdravstvene težave pri ljudeh. Posledice se kažejo na poškodbah celičnih membran, na delovanju mitohondrijev, vplivajo na rastlinske in živalske celice. Dokazano je tudi, da se aktivna snov herbicida preko korenin prenaša tudi v nadzemne dele rastline (poskus na drevesu čajevca) (Qiao in sod., 2020).

Raziskava v Španiji predstavlja, da je od leta 1970 do danes uporaba herbicidov najpogostejša metoda obdelave tal v sadovnjakih. Trenutno 92 % sadovnjakov za obdelavo tal uporablja herbicide. Le v 5 % sadovnjakov herbicidov niso uporabljali. V nekaterih sadovnjakih že prakticirajo uporabo pokrивnih posevkov, vendar v zelo malem obsegu – le 3 % sredozemske regije in so registrirani v nadzoru ekološkega kmetovanja Evropske unije. Načini brez obdelave tal ali z uporabo prekrivnih posevkov so se pojavili komaj v devetdesetih letih prejšnjega stoletja. Z drugačnimi in naravi prijaznejšim pristopom obdelave tal, sprožimo spremembe v tleh, predvsem v biološki obogatitvi talnega ekosistema (Qiao in sod., 2020).

Metoda uporabe herbicida zahteva košnjo v medvrstnem prostoru med drevesi, medtem pa je vrstni prostor pod drevesi škropljen s herbicidi. Herbicidni pas pod drevesi zmanjšuje

konkurenco plevelov v območju drevesnih korenin. Zmanjšanje konkurence je odvisno od širine pasu. Negativni učinki golega herbicidnega pasu se kažejo predvsem izpostavljenosti eroziji tal, spiranju hranil in hitrejšemu izhlapevanju vode iz tal. Takšna tal so bolj izpostavljena direktni sončni svetlobi in drugim vremenskim vplivom, ki puščajo posledice tudi na prisotnost mikroorganizmov v tleh in deležu organske snovi.

Herbicide, ki se uporabljajo v takem načinu delimo v dve kategoriji:

- 1) Tiste, ki jih uporabimo pred vznikom
- 2) Tiste ki uporabljamo po vzniku in jih nanašajo na listno površino

Obe kategoriji lahko razdelimo še na rezidualne in ne rezidualne herbicide. Rezidualni herbicidi, se uporabljajo predvsem za kontroliranje vzklitja semena in so v tleh bolj obstojni in imajo daljši učinek delovanja. Nerezidualni herbicidi zatirajo samo tiste plevela, ki so bili v času škropljenja že prisotni, seveda pod pogojem, da so občutljivi na to vrsto herbicida. Nekateri so učinkoviti le na širokolistnih plevelih, drugi so lahko popolnoma neselektivni (Perennia, 2013).

Pri uporabi glifosata pa lahko nastanejo tudi poškodbe na drevesih. Poškodbe so lahko sistemske, ki nastanejo z absorpcijo preko zelenega lubja, listja ali ran, ki so nastala ob rezi. Poškodbe so videti kot deformirana rast listov – iglasta rast, odmiranje poganjkov ali celo propad mladih dreves. Poškodovana drevesa lahko zaostajajo v rasti. Ob uporabi glifosata po sredini julija, lahko nastane nevarnost tudi za podzemne mikroorganizme in živali v območju korenin, saj se aktivna snov prenaša v koreninski sistem rastlin. Raziskave kažejo, da uporaba glifosata vpliva tudi na povečanje drugih boleznih plodov, razpok lubja in tudi raka (Perennia, 2013).

V Sloveniji v sklopu integrirane pridelave izvajamo zatiranje plevelov ob rednem spremljanju razvoja plevelne vegetacije. Zaradi možnosti pojava odpornosti na herbicid je priporočljiva uporaba čim širšega spektra načinov delovanja herbicidnih snovi. Težava v pridelavi jablan nastopi zaradi zelo omejenega nabora aktivnih snovi. Najpogosteje se uporabljajo sistemskih ali delno sistemskih neselektivni pripravki na osnovi glifosata, ki lahko vsebujejo pomožne snovi. Uporabljajo pa se tudi pripravki na osnovi glufosinata. Glifosat je na trajnih plevelih najbolje uporabiti jeseni, ko je transport aktivne snovi v koreninski sistem največji. Za zatiranje enoletnih plevelov lahko uporabimo pripravek na osnovi propizamida, ki ga moramo uporabiti v času mirovanja rastlin (IVR).

Uporaba različnih kemikalij, kot so herbicidi in pesticidi v sadovnjakih omejujejo biotsko raznovrstnost sadovnjaka in ogrožajo zdravje ljudi in tal. Izkazalo se je, da nekateri herbicidi škodujejo zdravju in trajnosti ekosistemov (Shorette 2012; Meng, 2016). Uporabi herbicidov pripisujejo tudi zakisanje tal (Kibblewhite 2008), nerodovitnost tal in onesnaženje drugih naravnih virov, zlasti podzemne vode (Meng 2016). Nekateri študije so poročale, da lahko kemični herbicidi znatno zmanjšajo število mikrobnih združb in populacijo deževnikov (Gaupp-Berghausen, 2015), medtem ko lahko trajni učinki zatiranja plevela vodijo k zmanjšanju

razpoložljivosti hranil in biotske raznovrstnosti tal (Gangatharan, Neri, 2013). Biotska raznovrstnost tal ima pomembno vlogo pri učinkovitem delovanju korenin, (Endeshaw in sod. 2015a, b; Polverigiani in sod. 2018a, b). Tako lahko vztrajna uporaba herbicidov in obdelava tal povzroči oslABLjeno kakovost tal in tudi manjšo biotsko raznovrstnost rastlin (Yu in sod., 2015; Robinson, Sutherland 2002; Meng in sod., 2016). Vse bolj se pojavlja rezistenca na herbicide. Pomembna alternativa uporabi herbicida v sadovnjakih je uporaba mehanskih metod zatiranja plevela pod drevesi. Posebej to velja za nego vrstnega prostora, saj je zatravljen medvrstni prostor, posebej v sadovnjakih, že kar precej časa standard. Če želimo opustiti uporabo herbicidov v vrstnem prostoru, moramo na mehanski način uspešno uravnavati rastje (trave, plevela, zeli), da ne predstavlja prevelike konkurence drevesom (Merwin 2003). Poleg tega ima lahko upravljanje strojev za mehansko obdelavo tal v sadovnjaku pomembno vlogo, saj posredno zmanjšuje populacijo škodljivcev (npr. voluharja).

V intenzivni pridelavi površine medvrstnega prostora negujemo mehanizirano. Običajno se tla v nasadu vzdržujejo s prekrivnimi travami, ki jih pogosto mulčimo, s tem zagotavljamo fizično zaščito tal, zmanjšujemo erozijo tal, učvrstimo kolesnice, povečamo življenjski prostor za koristne žuželke, posredno tudi zaviramo rast plevela. Ohranjanje rodovitnosti tal v nasadu zagotavljamo z mehanskimi ukrepi (vodno zračna bilanca v tleh), ohranjamo mineralno in organsko količino humusa, biološko aktivnost tal. Načini in pogostost obdelav je večini odvisna od količine padavin, temperature, založenosti tal in drugih pogojev. Odstranjevanje konkurenčnih rastlin v pasu pod drevesi izvajamo od meseca marca pa do poznega poletja. V tem času je namen odstranitve plevela samo zaradi obvladovanja plevela. V drugi polovici leta (september, oktober) moramo obdelavo pasov pod drevesi prilagoditi nasadu glede na potrebe dušika. Zavedanje, da manj pogosta mulčenja ohranjajo raznovrstnost travnega pokrova, cvetoče trave in zelišča ki so vir prehrane za koristno favno. Zato število mulčenj ali obdelav prilagodimo naravni danosti nasad. Predpostavka, da konkurenčna podrast pod drevesi odvzema vodo in v njej raztopljenih hranila, kar lahko vpliva na kakovost in količino pridelka. V dosednji praksi smo rast plevelov preprečevali z uporabo herbicidov. Zaradi negativnega učinka na okolje pri uporabi herbicidov, pa se danes poslužujemo različnih praks za preprečevanje rasti plevelov ali pa jih celo ohranimo, vendar želimo, da so nižje rasti.

Izbira pravilne metode zatiranja plevela je ključnega pomena, saj lahko to pomembno vpliva na uspešnost dreves in kakovost plodov (Van Huyssteen, Weber 1980; Guerra Steenwerth 2012), pa tudi na biotsko raznovrstnost sadovnjaka. Izbira ustrezne nadomestne strategije za trajnostno zatiranje plevela je v veliki meri odvisna od vrste in starosti rastlin, vrste plevela, ki je prisoten v sadovnjaku, stroškov in razpoložljivosti delovne sile in materiala, vrste tal in njene rodovitnosti ter ideologije kmetov (Hammermeister 2016).

POMEN OBDELAVE TAL

Z obdelovanjem tla prezračimo, prerahljamo in skušamo zemlji vrniti rodovitnost, s tem pa rastline dobijo čim več hranil in vode, zemlja pa postane bolj zračna kar ugodno vpliva na rast.

Skrb za ohranjanje kakovosti tal in hkrati nadzor nad erozijo sta odvisna od različne obdelave tal ali zaščite s prekrivnim posevkom. Zraven dobre kakovosti tal pa je potrebno skrbeti za ustrezno zmanjševanje konkurence med rastlinami v vrstnem prostoru pod krošnjami dreves.

Pri pregledu znanih metod oskrbe tal pod drevesih v sadjarskem sektorju namesto herbicida prevladujejo mehanske oblike obdelav in v veliki meri se preskuša tako imenovani »sendvič sistem«, metodo, ki so jo razvili v Švici ter vključuje pokrivne rastline. Značilnost oskrbe tal je zatiranje plevela ob drevesu v ozkem pasu približno 30-40 cm širokega pasu pod drevesi. Trenutno je še vedno najpogostejše uporabljena metoda uporaba herbicidov v pasu pod drevesi, ki jo pravilo izvajamo 2-3 krat letno, nekatera gospodarstva uporabljajo kombinacijo herbicida in mulčenja ali pa kombinacije nitkanja, okopavanja in podobno. Kot novost se preskuša uporaba ognja, vroče vode in pare in podobnih fizikalnih metod.

Pri mehanskem zatiranju plevelov ocenjujemo, da je najbolj pogosta tehnika zatiranja plevelov uporaba odmičnih mulčerjev, nato uporaba orodij za obdelavo tal (predvsem spodrezovalniki, prekopalniki, okopalniki) ter uporaba nitkarjev. Sorazmerno nova metoda je tako imenovani "sendvič sistem", razvit na Raziskovalnem inštitutu za ekološko kmetijstvo v Fricku (Švica).

Okopavanje je bolj koristno za zatiranje enoletnih in dvoletnih plitko ukoreninjenih plevelov, zlasti na območjih, kjer polje in / ali podnebje niso naklonjeni mehaniziranim sistemom ali kjer primanjkuje tehničnega znanja (Grundy, 2001).

Različne metode obdelave vrstnega prostora pod krošnjami dreves imajo med seboj različne prednosti in slabosti. Vsekakor se zraven ugodnega vpliva na pridelek in kvaliteto plodov, daje tudi velik poudarek skrbi za okolje. Ohranjanje kakovosti tal je ključnega pomena za dober razvoj, rast in pridelek. Na ohranjanje kakovosti tal, pa lahko vplivamo z različnimi metodami. Obdelava tal ima številne prednosti; kot navajajo avtorji Hammermeisterju (2016) pri številčno omejeni obdelavi tal (manj delovno intenzivno) je sposobnost razgradnje organske mase boljša. Poleg teh koristi ima lahko pretirana uporaba obdelave tal tudi občutne škodljive učinke na parametre kakovosti tal, vključno z biološko raznovrstnostjo, strukturo tal in zmožnostjo zadrževanja vode (Merwin in sod. 1994).

Z neustreznimi metodami, lahko povzročimo škodo v naravnem okolju. Posledice se kažejo kot degradacije strukture tal in izčrpavanja organske snovi v tleh. Cilj dobre kmetijske prakse je povečati trajnostno rabo zemljišč. Dobra fizikalna kakovost tal temelji predvsem na dobri strukturi tal in dobri sposobnosti zadrževanja in transporta vode, zraka in hranil. Možnost zadrževanja vode v tleh je ključen dejavnik pri določanju fizikalne kakovosti tal. Predstavlja nam

indikatorje, predvsem o kapaciteti dostopne vode in rastlinam in relativni kapaciteti dostopne vode (Di Prima in sod., 2018).

Obdelava tal zmanjšuje oskrbo mikrobov z ogljikovimi in nitrogenimi hranili (Sanchez in sod. 2001; Hoagland in sod. 2008). Granatstein in Sánchez (2009) sta poročala tudi o škodljivih vplivih obdelave tal na zmogljivost izmenjave kationov v tleh in razpoložljive fosforja, s čimer se je organska snov v tleh zmanjšala za 13%. Večkratna obdelava tal ob drevesih je bila povezana tudi z zmanjšanjem rasti dreves, nižjimi pridelki in manjšimi velikostmi plodov (Neilsen in sod. 2003; Granatstein, Sánchez 2009; Granatstein in sod., 2010). Pretirana obdelava tal uniči korenine v bližini površine tal, ki so odgovorne za absorpcijo vlage in hranil (Hammermeister 2016), s čimer se posledično zmanjša številčnost korenin.

Uporaba prekrivnih posevkov

V sadovnjakih in vinogradih se vse več pozornosti namenja iskanju alternativnih možnosti obdelave tal. Namesto uporabe herbicidov, se v praksi uporabljajo rastline za zeleni pokrov, ki izboljšujejo lastnosti tal. Njihova uporaba je zaradi okolijske trajnosti in visoke delovne učinkovitosti pri pridelovalcih dobro sprejeta. Posevki vplivajo na zaščito pred erozijo, predvsem na strmih površinah, kjer je možnost odnašanja vode večja. Prispevajo k boljši strukturi tal, saj povečujejo organsko snov v tleh. Izboljšajo sposobnost zadrževanja vode v tleh, hkrati pa vplivajo tudi na večjo biotsko pestrost v tleh. Nad površino, na gojenih rastlinah najdejo svoj življenjski prostor tudi koristne žuželke. Poiskati je potrebno rastline oz ustvariti nizko podrast takšnih rastlinskih vrst, ki do jablane niso tekmovalne (nizka rast). Sejane rastline morajo tla pod drevesi popolnoma pokriti, vendar ne smejo bit izrazito konkurenčne glede odvzema hranil in vode (Donik in sod., 2015). Regulacijo konkurenčnosti lahko dosežemo tako, da ustvarimo mešanico rastlin, ki so optimalno prilagojene na rastišče in dodamo rastline za katere rastišče ni optimalno. Pri drugi skupini tako omejimo konkurenčnost. Tako so za obstoječi sadovnjak manj konkurenčne rastline, ki potrebujejo veliko svetlobe in toplote (mediteranske rastline) in rastline žitnih združb.

Prekrivni posevki zagotavljajo fizično zaščito tal predvsem pa zmanjšujejo moč padavinske vode, ki povzroča erozijo tal. Vlogo zaščite opravi predvsem koreninski sistem prekrivnih rastlin, z "držanjem" tal. Študije so pokazale tudi pozitivne učinke o izboljšani infiltraciji in zadrževanju vode pod posevki, ki ustvarjajo zelen pokrov. Zelen pokrov hkrati pozitivno vpliva tudi na vsebnost organske snovi v tleh, izboljša se struktura tal, povečana pa je tudi mikrobiološka aktivnost. Visoka raven mikrobiološke aktivnosti je bistvenega pomena pri vzdrževanju kakovosti tal (Ramos in sod., 2009).

Rastline takšnih združb morajo imeti lastnosti zelene pokrivnosti v vseh obdobjih rastne dobe, nekonkurenčnost do jablane, življenjski prostor za koristne organizme, erozijsko zaščito. Regulacijo dosežemo z mešanico rastlinskih vrst, ki so optimalno prilagojene na rastišče. Mešanica je bila sestavljena iz naslednjih vrst: poletni zajčji mak (*Adonis aestivalis*), lasasta

šopulja (*Agrostis capillaris*), travniški lisičji rep (*Alopecurus pratensis*), goli oves (*Avena strigosa*), navadna ogrščica (*Brassica juncea*), ječmenasta stoklasa (*Bromus hordeaceus*), jalova stoklasa (*Bromus sterilis*), setvena krizantema (*Chrysanthemum segetum*), žabji koprc (*Descurania sophia*), nissolijev grahor (*Lathyrus nissolia*), toga ljujka (*Lolium rigidum*), muškatni slezlenovec (*Malva moschata*), vonjava kamilica (*Matricaria discoidea*), dvomljivi mak (*Papaver dubium*), drobnosemenska čužka (*Phalaris minor*) in nenavadna čužka (*Phalaris paradoxa*).

"SENDVIČ" sistem

Novejša in perspektivnejša metoda omejevanja konkurence plevela, ki hrkati izboljšuje kakovost tal je ključnega pomena za doseganje visokih pridelkov dobre kakovosti. To je švicarska metoda, ki se uporablja v ekoloških nasadih in tam, kjer se iščejo alternativne možnosti zatiranja plevelov s herbicidi. Medvrstni prostor se v tem primeru normalno obdeluje, vrstni prostor pod krošnjami dreves pa zavzemajo rastline, ki ustvarjajo cvetoč pokrov. Cvetoče rastline privabljajo in naselijo koristne žuželke. Analize so pokazale veliko pozitivnih prednosti, ki jih daje uporabljen sistem. Konkurenca s pleveli se zmanjša, poveča se dihanje tal, izboljša se vsebnost kalcija v listih in plodovih ter uravnava zmerno vsebnost dušika v listih in zmanjša bujnost dreves. Iz študije v Washingtonu so sklepali tudi, da konkurenca med rastlinami v vrstnem prostoru in gojenimi drevesi ni bila prisotna zaradi visokega pridelka in dobre kvalitete plodov (Pest Prophet 2020).

V prvotni različici trak, širok 40-50 cm ob drevesih, z redno mehansko obdelavo ne pušča plevela. Med drevesi je 30-40 cm širok vegetacijski pas, po možnosti nizko rastoča zelišča. V raziskavah je potrebno preučiti kakšne kombinacije rastlin so takšne, da lahko popolnoma prekrijejo tla pod drevesi, vendar niso izrazito konkurenčne glede odvzema hranil in vode. Rastline takšnih združb morajo imeti takšne lastnosti, da zagotavljajo zelen pokrov v vseh obdobjih rastne dobe in, da ena na drugo učinkujejo tako, da nobena ne more postati konkurenčna do jablane. Regulacijo konkurenčnosti lahko dosežemo tako, da ustvarimo mešanico rastlin, ki so optimalno prilagojene na rastišče in dodamo rastline za katere rastišče ni optimalno.

Tveganje lahko predstavlja globoka obdelava tal v vrstnem prostoru, s čem bi lahko poškodovali koreninski sistem dreves. Zato so za obdelavo vrstnega prostora priporočeni novejši, plitkejši stroji, ki ne poškodujejo koreninskega sistema.

Prednost takšnega sistema pa so tudi koristi pri zatiranju škodljivcev. Številne cvetoče rastline povečajo biotsko pestrost in privabijo koristne žuželke, ki lahko zmanjšujejo populacijo škodljivcev. Študija v Washingtonu je dokazala, da *Galium odoratum* v takšnem sistemu odvrča voluharje in ima pozitivne učinke na poroznost tal, vsebnost humusa in uravnavanje pH reakcije tal.

V raziskavi na Poljskem so se ukvarjali s posevki v vrstnem prostoru sadnega drevja. Konkurenca za vodo in hranila lahko ogrozi količino in kakovost pridelka. Zato je pomembno zagotoviti ustrezno ravnovesje med ohranjanjem tal, zatiranjem plevela in nadzorom konkurence

pokrivnega posevka. Izgube pridelka so lahko precejšnje, tudi 26 %. Do izgub prihaja predvsem zaradi konkurence za vodo in hranila (Želazny, Licznar-Malanczuk 2018).

Upoštevati je potrebno tudi vrsto podlage, ki pogojuje bujnost dreves. Prav tako je konkurenca odvisna tudi od tipa tal. Lažja tla zadržijo manj hranil in manj dostopne vode, kar pa lahko povečuje možnost konkurence med prekrivnimi posevki in drevesi.

Mehansko zatiranje plevela

V preteklosti je to bila najpogostejša metoda zatiranja plevela v sadovnjakih.

Mehansko zatiranje plevelov z različno mehanizacijo (nitkarji, prekopalniki, diskasti rahljalniki) omogoča zatiranje širokega spektra plevelov. Takšen način je cenovno ugoden, z njim pa vplivamo na vsebnost organske snovi v tleh in na hitrost mineralizacije hranil.

Mehansko zatiranje plevelov je velikokrat povezano z ekološko pridelavo sadja. Je alternativna metoda uporabe herbicidov, vendar je pogosto stroškovno dražja in ima možne negativne učinke na kakovost tal. Standardi narekujejo potrebo po ohranjanju in izboljšanju kakovosti tal. Na voljo so različne naprave različnih proizvajalcev za zatiranje plevela. Okopavanje je bolj koristno za zatiranje enoletnih in dvoletnih plitko ukoreninjenih plevelov, zlasti na območjih, kjer polje in / ali podnebje niso naklonjeni mehaniziranim sistemom ali kjer primanjkuje tehničnega znanja (Bond, Grundy 2001). Nekatere študije priporočajo uporabo v vrtnarstvu na območjih z rahlo prstjo in v zgodnjih fazah rasti plevela (Pannacci, Covarelli 2005; Panacci et al. 2008; Pannacci, Tei 2014), ker se v težjih glinasto ilovnatih tleh slabo obnesejo, učinkovitost te tehnike pa se zmanjšuje s starostjo rastlin plevela, zlasti pri travah (Pannacci et al. 2017).

Pri mehanski obdelavi je pridelovalcem pomemben tudi čas, ki ga bodo porabili za opravljeno delo. Zraven učinkovitosti je pomembna hitra obdelava s čim nižjimi stroški. Strošek nakupa stroja se naj ne bi bistveno razlikoval med seboj, cene se gibljejo okrog 5000 \$. Pomembno je, da je stroj enostaven za uporabo z manj potrebnega vzdrževanja in nizkimi stroški popravila. Stroj je nameščen na sprednjem delu traktorja, kar pomeni, da se lahko sočasno izvaja tudi košnja ali škropljenje na zadnjem delu traktorja, kar pa prispeva k ekonomičnosti. Za obdelavo 40 hektarjev sadovnjaka bi potrebovali 8-10 delovnih ur (Granatstein in sod., 2006).

Kljub temu, da lahko z mehansko obdelavo poškodujemo drevesa, poskusi kažejo, da obdelava z obema kultivatorjema ni imela negativnega vpliva na rast dreves, vsebnost hranil v listih je bila nespremenjena, prav tako ni bilo vpliva na pridelek, velikost in kakovost plodov.

Slabost takšnega zatiranja plevelov je to, da lahko pride do erozije tal, saj so po obdelavi tla gola. Prav tako prihaja do hitrejši razgradnje organske snovi v tleh, kot pri ostalih načinih. Delo lahko omejuje ali pa tudi povsem prepreči slabo vreme – mokra tla.

Mulčenje

Mulčenje je ena najboljših alternativ herbicidom, saj z zatiranjem plevela v zgodnji fazi rasti zmanjšuje težave s plevelom v sadovnjaku. Glavni namen mulčenja je ohraniti vlago v tleh ter zavirati rast plevela. Dodatna prednost mulčenja vključuje obvladovanje temperaturnih nihanj, izboljšane fizikalne, kemijske in biološke značilnosti tal ter povečanje biotske raznovrstnosti sadovnjaka (Polverigiani idr. 2013a, b).

Uporaba zastirke

Zastirke so lahko ena najboljših trajnostnih praks za zatiranje drevesnih vrst plevela. To so rastoče rastline in lahko zmanjšajo izpiranje hranil (zlasti nitratov), skupaj z absorpcijo ogljika in dušika (Želazny, Licznar-Małańczuk 2018).

Zatiranje plevelov pa je možno tudi z uporabo zastirke, ki je lahko iz naravnega ali umetnega materiala. Kot naraven ekološki material se lahko uporabijo lesni sekanci v vrstnem prostoru pod drevesi, saj dobro zatirajo rast plevelov. Hkrati vplivajo tudi na dvigovanje organske snovi v tleh, saj se postopoma razgrajujejo. Enkratna uporaba zastirke z lesnimi sekanci lahko zagotovi zatiranje plevela od 1 do 3 let, hkrati pa prihrani pri namakalni vodi za več kot 20% (Granatstein, Sánchez 2009). Leseni sekanci so draga metoda v primerjavi z drugimi alternativami, saj je treba za učinkovito zatiranje plevela lesene sekance vzdrževati vsaj na globini 10 cm, njihovi nakupni stroški pa so lahko nenavadno visoki. Nanašanje zastirke običajno poteka s traktorskim trosilcem. Učinkovitost zastirke z lesnimi sekanci za zatiranje večletnih plevelov (*Agropyron repens*) traja le eno leto, saj se je konkurenca plevela po nekaj letih povečala. Nekatere študije so poročale o izboljšani rasti dreves z zastirko iz sekancev v primerjavi z obdelavo tal ali posevki, vendar niso ugotovili bistvenih razlik v količini pridelku sadja (Teravest in sod. 2010). Zastiranje z lesnimi sekanci je v študiji izkazalo za učinkovito saj je vpliv na kakovost plodov – maso in obarvanost bil pozitiven (Granatstein, 2006).

Kot naravna zastirka se v praksi uporablja še slama. Študija na Danskem je dokazala, da je slamnata zastirka povečala količino prvorazrednega pridelka v primerjavi z uporabo herbicida. Pod slamo so odlični pogoji za različne koristne mikroorganizme. Izmed vseh zastirk, pod slamo najdemo največ deževnikov, ki imajo ugodne vplive na kakovost tal. Težava pri slami lahko nastane z vezavo vode, ki je bila preko namakalnega sistema namenjena drevesom (Andersen in sod., 2013).

Kot zastirka iz umetnega materiala se lahko uporabi črna polipropilenska folija, ki je v študiji na Danskem prav tako dosegla višjo količino prvorazrednega pridelka v primerjavi z uporabo herbicida. Prisotnost deževnikov je pod črno folijo manjša, tla se hitreje ogrejejo in razmere za mikroorganizme niso ugodne. Polipropilenska folija ugodno vpliva na zmanjševanje izhlapevanja vode iz tal, v primerjavi z golo površino kjer se uporablja herbicid. Slabost folije je, da s takšnim načinom ne dvigujemo deleža organske snovi v tleh (Andersen in sod., 2013).

Zeleni pokrovi iz rastlinja prispevajo k eksudatom korenin in labilnim ostankom, in tako izboljšajo kroženje in zadrževanje hranil (Rovira in sod. 1990; Wardle in sod. 2001). Pomanjkljivost te prakse je konkurenca sadnih dreves za vodo in hranila ter zmanjšana rast in pridelek rastlin (Granatstein, Sánchez 2009; Tahir idr. 2015). Poleg tega je treba rastlinske zastirke uporabljati le pri starejših drevesih, saj je konkurenca za vodo in hranila v zgodnjih fazah rasti dreves veliko večja. Rastlinske zastirke so lahko ena najboljših trajnostnih praks za zatiranje plevela pod drevesi. Te rastline lahko zmanjšajo izpiranje hranil (zlasti nitratov), skupaj z absorpcijo ogljika in dušika (Želazny, Licznar-Małańczuk 2018).

Za rastlinsko zastirko se v praksi uporabljajo rastline kot so bela detelja (*Trifolium repens*), ki uspešno tla oskrbi z dušikom. Študija je pokazala, da lahko pride do izgub pridelka jabolk od 11% do 24%, odvisno od uporabljene rastlinske zastirke (Hogue in sod. 2010). Konkurenca med sadnim drevjem in rastočim rastlinjem je glavni problem uporabe živih zastirk (Granatstein, Sánchez 2009), saj je gostota korenin sadnega drevja na enoto površine tal manjša v primerjavi z rastlinjem pod drevesi (Merwin 2003). Na primer, travnata vegetacija ima lahko 100-krat večjo gostoto korenin kot jablane (Neilsen 2003).

Termično zatiranje plevela

V nasadih jablane je plevela možno zatirati tudi z uporabo ognja(propan) ali vodne pare. Izpostavljanje visokim temperaturam, nad 60 °C povzroči poškodbe rastlinskih celičnih struktur in s tem propad celotne rastline. Vendar morajo biti pleveli v začetnih stadijih razvoja, najbolje do faze 3 pravih listov oz. preden dosežejo 5 cm višine. Za učinkovito zatiranje je potrebno postopek ponavljati večkrat v sezoni. Učinkovitost je slabša pri zatiranju travnih plevelov, in plazečih plevelih.

Velika pomanjkljivost te metode je tudi požarna nevarnost, ki lahko povzroči poškodbe na drevesih visoka temperatura pa poškoduje tudi cevi za namakanje.

Ta metoda stroškovno predstavlja nižje stroške kot uporaba herbicida ali zastirke ter podobne stroške kot sistem obdelave tal (Granatstein in sod. 2014).

Visokotlačni vodno-peskalni sistemi predstavljajo sodobno revolucijo v tehnologiji za alternativno obvladovanje plevela. Ta voda pod visokim pritiskom lahko razbije listje plevelnih rastlin in ga zakoplje v tla do nekaj centimetrov globoko, s čimer uniči tudi koreninski sistem plevelnih rastlin. Sestavljena je iz zelo visokotlačne črpalke (največji tlak, 1150 barov), ki jo upravljamo s pomočjo hidravličnih naprav, zalogovnika za vodo in vrtljive glave, ki je nameščena bočno glede na smer naprej (Vir: Caffini, Italija) . Vrtljiva glava na bočni roki je opremljena s šobami, ki jih poganja zelo visokotlačna črpalka, ki deluje enako kot zaviti sistemi za brizganje. Hitrost vrtenja šobe je 600 vrt / min, kar je kombinirano s hitrostjo naprej 2,5 km / h. Ta sistem zahteva približno 2000 L vode na hektar za 2,5 m široke vrste trte. Plevel lahko eno leto zatiramo le z dvema aplikacijama (po navedbah proizvajalca).

Čeprav to predstavlja okoljsko izvedljiv pristop, ostajajo pomisleki glede socialne in ekonomske vzdržnosti zaradi visokih stroškov (več kot 30.000 EUR). Zato je večja delovna učinkovitost ključnega pomena za zagotovitev bolj razumnega ravnovesja glede na te visoke nakupne stroške.

Robotski sistemi zatiranje plevela

Natančno zatiranje plevela predstavlja še en sodoben in učinkovit pristop k zatiranju plevela v sadovnjaku, kjer lahko plevel v drevesnih vrstah zatiramo brez slabega vpliva na okolje. Natančne metode zatiranja plevela, kot so „robotski sistemi“, so tu morda najboljši sodobni tehnološki poseg (Bajwa in sod. 2015). Za natančne sisteme za zatiranje plevela so zdaj na voljo štiri vrste robotskih sistemov: Robovator, Robocrop, IC-kultivator, Remoweed (Peruzzi in sod. 2017).

PODROBNEJŠI OPIS STROJEV ZA MEHANSKO ZATIRANJE PLEVELA PREIZKUŠENIH V DS 3

Vrstni spodrezovalnik

Je orodje za nego vrstnega prostora oziroma drugo orodje v vrstnem redu, ki ga uporabljamo pri obdelavi vrstnega prostora. Najprej spomladi vrstni prostor obdelamo z vrstnim vrtavkastim prekopalnikom, med letom pa za nego in uravnavanje plevelom uporabljamo spodrezovalnik. Ta je nameščen na nosilno ogrodje, ki je nameščeno na zadnje traktorsko hidravlično dvigalo. Delovni sklop je nameščen na teleskopsko premičnem nosilniku, ki ga voznik hidravlično približa ali oddaljuje od vrste. Stroj uporablja hidravlični sistem traktorja, voznik pa ventile hidravličnih valjev krmili s pomočjo žičnih pletenic, ki so speljane v kabino. Pri delu nogača s sporezovalnim lemežem sega v vrstni prostor, ko pa naleti na drevo, trto, steber ali kol, pa se hidravlično umakne proti traktorju. Premik sproži tipalo, ko za zadene ob oviro, ko pa se ponovno vrne v izhodiščni položaj, pa se v vrstni prostor vrne tudi spodrezovalni lemež. Nekaj rastlinja ob drevesih ostane ne spodrezanega. Ta stroj je pri nas primeren za Primorsko, kjer vrstni prostor praviloma obdelujejo.



Slika 25: Orizzonti-spodrezovalnik.

Vrstni spodrezovalnik, ki spodreže rastlinje tudi med drevesi. Premik v in izven vrste uravnava tipalo, ki krmili hidravlični ventil.

Vrstna krožna kosilnica – zastirka

Je namenjena za košnjo rastlinja v vrsti. Pogosto se namesti na mulčer kot dodana oprema in medvrstni prostor in prostor v vrsti zmulčimo sočasno. Na voljo pa je tudi v izvedbi na samostojnem nosilnem ogrodju, kot je bilo to v našem primeru. Kosilni noži so gnani hidravlično, v vrsto pa jo potiska vzmet. Ko krožni pokrov s gumiranim robom naleti na drevo, trto, steber ali kol, se kosilnica mehansko odmakne proti traktorju in »obvozi« oviro, nato pa jo vzmet spet potisne v vrsto. Tudi po delu s tem strojem nekaj bili ob drevesih ostane nepokošenih. Stroj ima lasten hidravlični sistem. Hidravlična črpalka je nameščena neposredno na priključno gred traktorja, na stroju pa sta zalogovnik in hladilnik olja ter krmilne in delovne naprave. Mogoč bi bil tudi pogon s hidravličnim sistemom traktorja. Za trajno delovanje bi moral biti ta dovolj zmogljiv, s pretokom olja okoli 100 l/min. Za sam pogon hidromotorja kosilnice zadošča sicer manjši pretok olja, a je potrebno zagotoviti tudi hlajenje, oz. preprečiti pregrevanje olja traktorja.



Slika 26: Orizzonti-vrstna krožna kosilnica.

Vrstna krožna kosilnica na samostojnem nosilnem ogrodju in z lastnim hidravličnim sistemom. Višino košnje voznik uravnava hidravlično, s spremembo položaja dveh opornih koles, prav tako pa tudi vzdolžni nagib kosilnice.



Slika 27: Orizzonti-kosilnica-glava.

Krožna vrstna kosilnica je gnana hidravlično, v vrsto jo potiska vzmet (na sliki levo zgoraj), ki omogoča tudi odmik kosilnice od drevesa, trte, stebra ali kola. Pod noži je krožna drsa po kateri kosilnica drsi pri delu.

Vrstni kosilnici z nitkami

Na univerzalno nosilno ogrodje je mogoče namestiti dve različni kosilnici z nitkami, ali krtačna čistilnika, kot jih tudi imenujejo. Prva izvedba delovnega orodja, ki jo nudijo pod imenom Ecology ima nitke dolžine cca 20 cm in se pri delu pomika v vrsto, oz. med drevesa, trte in z udarjanjem nitk odreže in zdrobi rastlinsko maso. Ko se nitke obrabijo, v rotor vijačno pritrdimo nove. Odmikanje iz vrste krmili tipalo, ko zadene ob oviro. Rotor z nitkami je gnana s hidromotorjem, z lastnim hidravličnim sistemom, kot smo ga opisali že pri krožni kosilnici. Je pa ta hidravlični sistem krmiljen z električnimi krmilnimi ročicami v kabini traktorja. Ob deblu rastline ostane nekaj rastlin nepokošenih.



Slika 28: Orizzonti-vrstna kosilnica z nitkami.

Druga izvedba kosilnice z nitko in imenom Speed green, ma daljše niti, dolge cca pol metra. V samo vrsto oz. med debla ali trte sama kosilnica ne sega, pač pa jo voznik pelje tik ob vrsti. V vrsto segajo le dolge niti in udarjajo ob rastlinsko maso in jo odrežejo in zdrobijo. Niti so močne in zaradi precejšnje dolžine razvijejo precejšnje centrifugalne sile, ki učinkovito odstranijo nadzemne dele trave in drugih zeljnatih rastlin, tudi tiste ob deblih oz. trtah, vendar se povsem ni mogoče izogniti poškodbam na skorji sadnih rastlin ali trte, zato lahko to orodje v mlajših nasadi uporabljamo le z veliko mero previdnosti.



Slika 29: Orizzonti-vrstna kosilnica z nitkami-tipalo.

Vrstna kosilnica z nitko se pri delu pomakne med debela oz. trte. Hidravlični premik kosilnice z nitko iz vrste, oz. med trajne rastline krmili tipalo, ko zadene ob deblo, trto, steber ali kol.



Slika 30: Orizzonti-vrstna kosilnica z nitkami-dolge nitke.

Kosilnica z dolgimi nitkami sama ne sega v vrsto, oz. med trajne rastline, pač pa jo voznik vodi tik ob vrsti. V vrsto segajo dolge niti in zdrobijo nadzemne dele zeljnatih rastlin. Če kosilnica naleti na oviro, npr. zadene ob deblo, se mehansko umakne v stran, nazaj pa jo potegne vzmet. Rotor ima v notranjosti nameščene svitke nitk, ki jih je ob obrabi mogoče nekajkrat podaljšati.

ZAKLJUČKI

Iz literature je znano, da je glede na rastišče in vremenske razmere, potrebno v tekočem letu večkrat letno negovati vrstni in medvrstni prostor v nasadu, če želimo v zadostni meri zmanjšati konkurenčnost tamkajšnjega rastja do sadnih dreves. V Evropi se interes do trajnostnih praks za upravljanje s tlemi vse bolj uveljavlja. To pa pomeni, velika poraba delovnega časa, ki pa mora uravnotežiti ekonomičnost alternativnega postopka od opustitve uporabe herbicidov. V številnih študijah se je izkazalo, da so za zatiranje plevla v trajnostnih kmetijskih sistemih integrirani sistemi košnje in integrirani sistemi obdelave bolj trajnostna alternativa herbicidu pri tem pa nimajo vpliva na rast dreves, količino in kakovost pridelka ali fotosintetsko delovanje dreves.

Kmetje so dobro sprejeli tudi sisteme sejanja nizke podrasti, saj večji odstotek pokritosti tal precej izboljša količino biomase v primerjavi s herbicidom. To so ključni cilji pri doseganju biotske raznovrstnosti sadovnjakov, izboljšanju kakovosti tal in sčasoma k dolgoročni trajnosti. Stroški integriranih mehanskih sistemov (okopavanje, spodrezalnik,...) so bili višji od stroškov uporabe herbicidov. Ključni problem obdelave tal je pomanjkanje okoljske trajnosti.

Prehod na integrirane obdelave lahko spodbudi subvencioniran okoljski trajnostni ukrep, kajti še vedno ostaja uporaba herbicidov (dvakrat letno) na pram integriranim mehanskim strategijam s ponavljajočimi se omejitvami cenejša tehnologija, vendar je uporaba integriranih sistemov košnje in integriranih sistemih obdelave tal bolj trajnostna alternativa herbicidu.

VIRI

- Andersen L, Kühn BF, Bertelsen M, Bruus M, Larsen SE, Strandberg M. 2013. Alternatives to herbicides in an apple orchard, effects on yield earthworms and plant diversity. *Agriculture, ecosystems and environment*, 172, 2013: 1-5.
- Anwendung von Laserlicht zur Vernichtung unerwünschter Wildkräuter in Baumobstanlagen ohne Schaden für Baum und Wurzel. Schlußbericht des Fraunhofer Institutes für Werkstoffund Strahlentechnik zum FuE-Vorhaben im Auftrage des SMUL, 1999.
- Bond W., Grundy A.C. (2001): Non-chemical weed management in organic farming systems. *Weed Research*, 41: 383-405.
- Citation: Mia M.J., Massetani F., Murri G., Neri D. (2020): Sustainable alternatives to chemicals for weed control in the orchard – a Review. *Hort. Sci. (Prague)*, 47: 1–12. 017). str., 28-30.
- Di Prima S, Rodrigo-Comino J, Novara A, Iovino M, Pirastru M, Keesstra S, Cerda A. 2018. Soil physical quality of citrus orchards under tillage, herbicide and organic managements. *Pedosphere*, 28 (3), 2018: 463-477.
- Dolenšek, M. Donik Purgaj, B., 2017. Mehanska nega vrstnega prostora v nasadih : Prvi vtis Orizzonti. *Kmetovalec* : glasilo c. kr. Kmetijske družbe vojvodstva kranjske. ISSN 1318-4245., let 85. št. 5 (maj 2017), str., 28-30.
- Donik Purgaj B., Beber M., Lešnik M., Tojnko S. 2015. Sejana nizka podrast – sistem pridelave jabolk brez uporabe herbicidov. Zbornik predavanj in referatov 12. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Ptuj, 3.-4. marec 2015.

- Endeshaw S.T., Lodolini E.M., Neri D. (2015a): Effects of olive shoot residues on shoot and root growth of potted olive plantlets. *Scientia Horticulturae*, 182: 31–40.
- Endeshaw S.T., Lodolini E.M., Neri D. (2015a): Effects of olive shoot residues on shoot and root growth of potted olive plantlets. *Scientia Horticulturae*, 182: 31–40.
- Gaupp-Berghausen M., Hofer M., Rewald B., Zaller J.G. (2015): Glyphosate-based herbicides reduce the activity and reproduction of earthworms and lead to increased soil nutrient concentrations. *Scientific Reports*, 5, 12886.
- Granatstein D., Kirby E., Brockington M., Hogue G., Mullinix K. 2006. Effectiveness of weed control strategies of organic orchards in central Washington.
- Granatstein D. 2016. Orchard floor management. WSU – Center for sustaining agriculture and natural resources Wenatchee, WA, 2016. (elektronski vir).
- Granatstein D., Andrews P., Groff A. (2014): Productivity, economics, and fruit and soil quality of weed management systems in commercial organic orchards in Washington State, USA. *Organic Agriculture*, 4: 197–207.
- Granatstein D., Sanchez E. (2009): Research knowledge and needs for orchard floor management in organic fruit system. *International Journal of Fruit Science*, 9: 257–281.
- Grossbard E., Davies H.A. (1976): Specific microbial re-sponses to herbicides. *Weed Research*, 16: 163–170.
- Guerra B., Steenwerth K. (2012): Influence of floor management technique on grapevine growth, disease pressure, and juice and wine composition: a review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 63: 149–164.
- Hammermeister A.M. (2016): Organic weed management in perennial fruits. *Scientia Horticulturae*, 208: 28–42.
- Hoagland L., Carpenter-Boggs L., Granatstein D., Mazzola M., Smith J., Peryea F., Reganold J.P. (2008): Orchard floor management effects on nitrogen fertility and soil biological activity in a newly established organic apple orchard. *Biology and Fertility of Soils*, 45: 11–18.
- Hogue E.J., Cline J.A., Neilsen G., Neilsen D. (2010): Growth and yield responses to mulches and cover crops under low potassium conditions in drip-irrigated apple orchards on coarse soils. *HortScience*, 45: 1866–1871.
- Kibblewhite M.G., Ritz K., Swift M.J. (2008): Soil health in agricultural systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363: 685–701.
- Kleisinger, Prof. Dr. S.: Information zum Einsatz von Heißschaum zur Unkraut- und Wildwuchsregulierung (unveröffentl. Informationsmaterial für Lehrzwecke). Universität Hohenheim, 2002.
- Koch, W., Kunisch, M.: Möglichkeiten des Einsatzes von Mikrowellen im Pflanzenschutz. Forschungsprojekt Nr. FOHA 144510830001 (ZADI), Universität Hohenheim 1977-1991.
- Kurfess, W.; Gutberlett, B.; Kleisinger, S.: Heißwasser auf Unkrautpflanzen. *Landtechnik*, Band 54, Heft 3, 1999, S. 148 – 149.
- Matthäus, D., Freund, M.: Neue Verfahren zur Unkrautbekämpfung. *Monatsschrift* 5/01, S. 358 – 360.
- Meng J., Li L., Liu H., Li Y., Li C., Wu G., Yu X., Guo L., Cheng D., Muminov M.A., Liang X., Jiang G. (2016): Biodiversity management of organic orchard enhances both ecological and economic profitability. *PeerJ*, doi: 10.7717/peerj.2137.

- Merwin I.A., Stiles W.C. (1994): Orchard groundcover management impacts on apple tree growth and yield, and nutrient availability and uptake. *Journal of the America Society for Horticultural Science*, 119: 209–215.
- Merwin I.A., Stiles W.C. (1994): Orchard groundcover management impacts on apple tree growth and yield, and nutrient availability and uptake. *Journal of the America Society for Horticultural Science*, 119: 209–215.
- Merwin I.W. (2003): Orchard floor management systems. In: Ferree D.C., Warrington I.J. (eds), *Apples: botany, production and uses*. CABI publ. Cambridge: 303–318.
- Merwin I.W. (2003): Orchard floor management systems. In: Ferree D.C., Warrington I.J. (eds), *Apples: botany, production and uses*. CABI publ. Cambridge: 303–318.
- Müller, S., Gollnest, D.: Beikrautregulierung im Ökologischen Kernobstanbau durch biotop- aufwertende Einsaaten (*Tagetes patula* L., *Calendula officinalis* L.). BHGL, Tagungsband 24/2005, S.96
- Neilsen G.H., Hogue E.J. (2000): Comparison of white clover and mixed sodgrass as orchard floor vegetation. *Canadian Journal of Plant Science*, 80: 617–622.
- Neilsen G.H., Hogue E.J., Forge T., Neilsen D. (2003): Mulches and biosolids affect vigor, yield and leaf nutrition of fertigated high density apple. *HortScience*, 38: 41–45.
- Neilsen G.H., Neilsen D. (2003): Nutritional requirements of apple. In: Ferree D.C., Warrington I.J. (eds): *Apples: botany, production, and uses*. CABI Publ. Cambridge: 267–302.
- Neri D. (2013): Organic soil management to prevent soil sickness during integrated fruit production. *Integrated production of fruit crops*, 91: 87–99.
- Pannacci E., Tei F. (2014): Effects of mechanical and chemical methods on weed control, weed seed rain and crop yield in maize, sunflower and soyabean. *Crop Protection*, 64: 51–59.
- Perennia. Atlantic committee on tree fruits. 2013. Guide to weed management in orchards. Publication ACC 1211. (elektronski vir).
- Peruzzi A., Martelloni L., Frascioni C., Fontanelli M., Pirchio M., Raffaelli M. (2017): Machines for non-chemical intra-row weed control: a review. *Journal of Agricultural Engineering*, 48: 57–70.
- Pest Prophet. "Sandwich" system for orchard floor management. (elektronski vir)-
- Polverigiani S., Franzina M., Neri D. (2018b): Effect of manure and digestate amendments on apple seedlings in the presence of homospecific residues. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 1228: 445–450.
- Polverigiani S., Perilli A., Rainer A., Massetani F., Neri D., Kelderer M. (2013b). Effect of four different soil management techniques on apple root development. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 1001: 361–367.
- Qiao C, Wang G, Pang R, Tian F, Han L, Guo L, Luo J, Li J, Pang T, Xie H, Fang J. 2020. Environmental behavior and influencing factors of glyphosate in peach orchard ecosystem. *Ecotoxicology and environmental safety*, 206, 2020: 111209.
- Ramos ME, Benitez E, Garcia PA, Robles AB. 2009. Cover crops under different managements vs. frequent tillage in almond orchards in semiarid conditions: Effects on soil quality. *Applied soil ecology*, 44, 2010: 6-14.
- Rank, H., Görne, W.: Herbizidfreie Unkrautbekämpfung im Apfelanbau. Infodienst der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft 12/2001, S. 99-107.

- Robinson R.A., Sutherland W.J. (2002): Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain. *Journal of Applied Ecology*, 39: 157–176.
- Rovira A.D., Elliot L.F., Cook R.J. (1990): The impact of cropping systems on rhizosphere organisms affecting plant health. J.M. Lynch (ed.). *The rhizosphere*. Wiley, Chichester: 389–436.
- Sanchez J.E., Willson T.C., Kizilkaya K., Parker E., Harwood R.R. (2001): Enhancing the mineralized nitrogen pool through substrate diversity in long term cropping and systems. *Journal of Soil Science Society of America*, 65: 1442–1447.
- Schmid, A., Weibel, F., Allemann, P., Santini, D.: Sandwich-System – die Sache wird konkret. Vortrag zur FiBL-Obstbautagung. Januar, 2000.
- Schmid, A., Weibel, F.: Das Sandwichsystem – ein Verfahren zur herbizidfreien Baum- streifenbewirtschaftung. *Obstbau* 4/2000, S. 214 – 217
- Stefanelli, D., Zoppolo, R.J., Perry, R.L., Weibel, F. 2009. Organic Orchard Floor Management Systems for Apple Effect on Rootstock Performance in the Midwestern United States. *HortScience*, 44:263–267.
- Tahir I.I., Svensson S.E., Hansson D. (2015): Floor management system in an organic apple orchard affect fruit quality and storage life. *HortScience*, 50: 434–441.
- Yu C., Hu X.M., Deng W., Li Y., Xiong C., Ye C.H., Han G.M., Li X. (2015): Changes in soil microbial community structure and functional diversity in the rhizosphere surrounding mulberry subject to long-term fertilization. *Applied Soil Ecology*, 86: 30–40
- Želazny W., Licznar-Malanczuk M. (2018): Soil quality and tree status in a 12-year-old apple orchard under three mulch-based floor management systems. *Soil and Tillage Research*, 180: 250–258

ELEKTRONSKI VIRI:

- http://tfrec.cahnrs.wsu.edu/organicag/wp-content/uploads/sites/9/2017/04/Granatstein_OFMr2.pdf (15. 11. 2020).
- <https://blog.pestprophet.com/sandwich-system-for-orchard-floor-management/> (15. 11. 2020)
- <https://www.ivr.si/rastlina/jablana/> (15. 11. 2020).
- <https://www.perennia.ca/wp-content/uploads/2018/04/guide-to-weed-management.pdf> (15. 11. 2020)
- Integrirano varstvo rastlin, Jablana. (elektronski vir).
- <http://www.dvrs.bf.uni-lj.si/spvr/2015/04/Donik.pdf>

Preučitev posledic potencialne posledice prepovedi uporabe glifosata na uravnavanje plevelne populacije v Sloveniji

UVOD

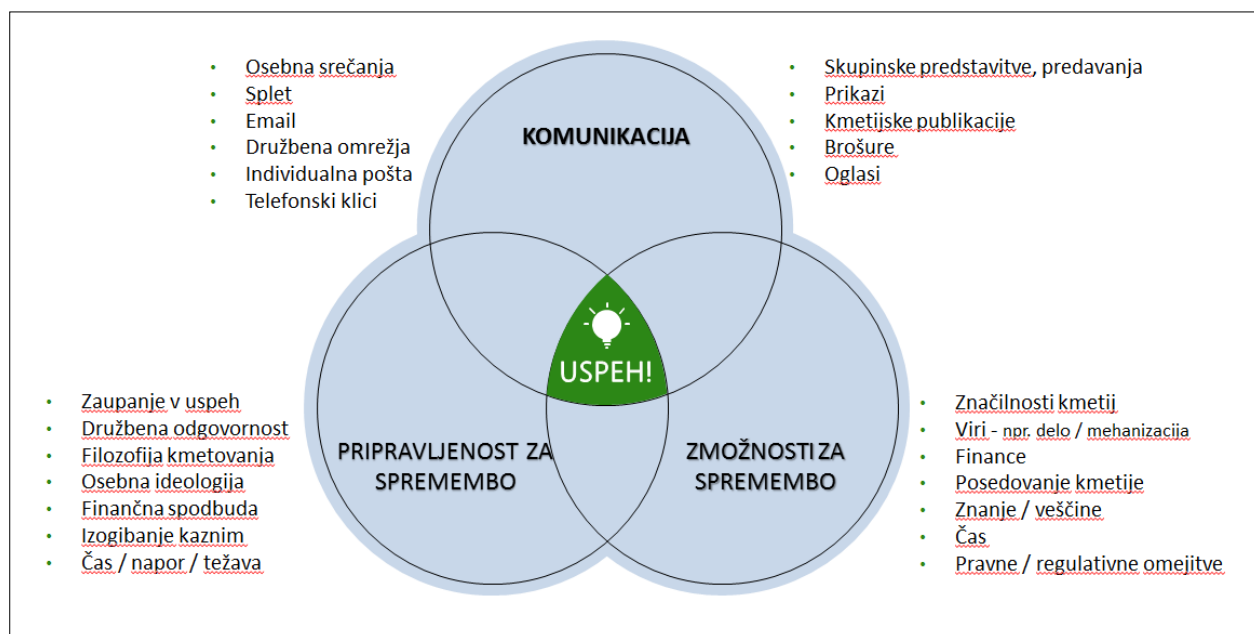
Preučevanje nekemični ukrepov uravnavanja plevelne vegetacije predstavlja v vseh kmetijsko razvitih državah že vrsto let eno izmed področij, ki mu posvečajo največ pozornosti. Zaradi strožjega zakonodaje in ocenjevanja vpliva na zdravje ljudi in netačrčnih organizmov se namreč razpoložljivost že obstoječih fitofarmacevtskih sredstev zmanjšuje, hkrati pa že nekaj časa resno primanjkuje novih aktivnih snovi, ki prihajajo na trg (Chapman, 2014). Največ prahu trenutno dviga zgodba o glifosatu, ki je eden od najbolj razširjenih herbicidov tako v Evropi kakor tudi drugod po svetu. Zaradi širokega spektra uporabe in zelo dobrega sistemičnega delovanja je posebej učinkovit pri zatiranju trajnih plevelov (Baylis, 2000). Kljub temu, da je Evropska agencija za varnost hrane (EFSA) za glifosat v procesu obnovitve registracije podala pozitivno mnenje (EFSA, 2015), je še istega leta raziskava Mednarodne agencije za raziskave raka (IARC) pod okriljem Svetovne zdravstvene organizacije (WHO) glifosat razvrstila kot "najverjetneje kancerogenega za človeka". Tako so po burnih razpravah v medijih in znanstvenih krogih članice EU konec leta 2017 glifosatu podelila začasno podajšanje dovoljenja za uporabo za nadaljnjih 5 let, vendar je kljub temu zaradi močne javne pobude njegova uporaba v prihodnosti pod velikim vprašajem.

Koncept Integriranega varstva pred pleveli (IVP; angl. IWM) je bil osnovan že pred 50 leti s ciljem spodbujanja večje uporabe nekemičnih metod zatiranja plevela ter bolj racionalno in ciljno uporabo herbicidov, med njimi tudi glifosata. Čeprav obstajajo različne definicije IVP je vsem skupni cilj zmanjšanje odvisnosti od rabe sintetičnih pesticidov in njihovo nadomeščanje z nekemičnimi alternativami.

Kljub velikemu številu raziskav s tega področja, je izvajanje IVP strategij v praksi precej omejeno (Shaner in sod., 2017; Neve in sod., 2018). Sicer obstajajo raziskave, ki potrjujejo, da so se v posameznih primerih nekatere metode IVP precej uveljavile. Tako je npr. študija v Združenem kraljestvu pokazala, da se je v obdobju 2000 do 2016 na njihovih kmetijskih gospodarskih precej povečal delež izvajanja nekaterih ukrepov za zatiranje trdovratnega lisičjega repa *Alopecurus myosuroides* Huds. Delež pridelovalcev, ki je izvajal plitko obdelavo po žetvi se je povečal iz 29 % na 78 %, kasnejšo setev iz 15 % to 69 %, delež kmetijskih gospodarstev, ki je zamenjal setev ozimnih žit z jarimi pa iz 32 % to 81 % (Monsanto UK; v Moss, 2018). Kljub nekaterim vzpodbudnim rezultatom obstaja zelo malo dokazov, da je izvajanje IVP dejansko doprineslo k manjši uporabi herbicidov (Ehler, 2006; Nave in sod., 2013). Podatki o skupnih količinah uporabljenih herbicidov, ki so izraženi v kg aktivnih snovi nakazujejo, da v večini evropskih držav skupne količine uporabljenih herbicidov padajo (Eurostat, 2021), vendar podatki o frekvenci uporabe in skupni površini temu nasprotujejo. V Združenem kraljestvu so se namreč površine, kjer se uporabljajo herbicidi (površina x število uporab herbicidov) med leti 1990 in

2015 povečale iz 14,4 milijonov ha na 25 milijonov ha (1,8 kratno povečanje). Nasprotujoče podatke o skupni prodaji ter dejanski rabi herbicidov pripisujejo dejstvu, da se aktivne snovi v novejših pripravkih uporabljajo v precej manjših masnih količinah (g namesto kg aktivne snovi na hektar), ki so se pri herbicidih v zadnjih 25 letih znižale za kar 33 % (Moss, 2018).

Kljub nizki stopnji izvajanja IVP v praksi je stopnja ozaveščenosti o uporabi alternativnih nekemijskih ukrepov zatiranja plevla precej visoka, vendar obstaja velik razkorak med samim "posedovanjem" znanja in njegove uporabe v praksi. V zadnjem času je bilo opravljenih precej raziskav, ki se posvečajo dejavnikom oblikovanja vedenja kmetovalcev v zvezi z okoljskimi praksami in bi lahko povečale razumevanje ovir pri prevzemu praks IVP. Rezultati teh študij nakazujejo, da obstajajo kompleksne povezave med objavljenimi strokovnimi nasveti in pa njihovim izvajanjem ne glede na to, če se nanaša na vrsto okoljskih prakse ali pa ukrep IVP-ja (Blackstock in sod., 2007; Dwyer in sod., 2007).



Slika 31: Glavni dejavniki, ki oblikujejo zvezo med strokovnim nasvetom in posledičnim vedenjem kmetovalcev (prirejeno po Dwyer in sod., 2007)

Implementacija IVP ukrepov se še vedno večinoma spodbuja na način preproste komunikacije, kjer se pričakuje, da bodo kmetovalci sledili strokovnim nasvetom. Pokazalo se je, da takšen pristop od zgoraj navzdol o potencialu nekemijskih alternativ ni in ne bo uspešen. Pri tem je pomembno vedeti, da bo strokovni nasvet upoštevan le, če so kmetovalci tako pripravljeni, kakor tudi sposobni spremembe obstoječega vedenja. Možnost spremembe vedenja je v veliki meri odvisna od posameznikovih značilnosti (prepričanja) in obsežnih socioloških vplivov, medtem ko je sposobnost spremembe odvisna od značilnosti kmetijskega gospodarstva (dejstva), ki jo narekujejo izvedljivost in ekonomska vzdržnost. Uspešno izvajanje IVP se bo zgodilo le, če bodo izpolnjeni trije najpomembnejši dejavniki (slika 31).

Kot je bilo že opisano v uvodu gre pri odločitvah o izbiri ukrepov za preplet ekonomskih in socioloških dejavnikov tako na ravni države in trga, kakor tudi na ravni posameznika. Glede na to, da smo pri nas šele v zadnjem desetletju pričeli z bolj intenzivnim delom na implementaciji IVP, je bilo v tem obdobju pridobljenega kar nekaj znanja in izkušenj kako izvajati strategije z manjšo odvisnostjo od uporabe herbicidov. Vendar kljub temu, podobno kot v drugih državah, tudi pri nas širša uporaba nekemičnih metod in posledično uvajanje IVP-ja na kmetijska gospodarstva še vedno predstavlja velik izziv.

V okviru preučitve posledic potencialne prepovedi uporabe glifosata smo na podlagi podatkov o skupni porabi glifosata v Sloveniji, pridobljenih s pomočjo anket ocenili porabo glifosata znotraj posameznega pridelovalnega sistema. Podatke o realni porabi glifosata smo pridobili pri kmetijskih pridelovalcih, kakor tudi večjih kmetijskih posestvih in na ta način poskušali bolj realno oceniti potencialne vrzeli, ki bi nastale z morebitno prepovedjo uporabe glifosata in jih z enostavno primerjavo statističnih podatkov o prodaji ne bi zajeli. Končni rezultat delovnega sklopa 2 je tudi izdelan sociološki odziv kmetovalcev na morebitno prepoved glifosata medtem ko je sam nabor alternativnih kemičnih, kakor tudi nekemičnih rešitev, ki bi lahko nadomestile morebitno prepoved uporabe glifosata ali drugih herbicidov predstavljen v DS1.

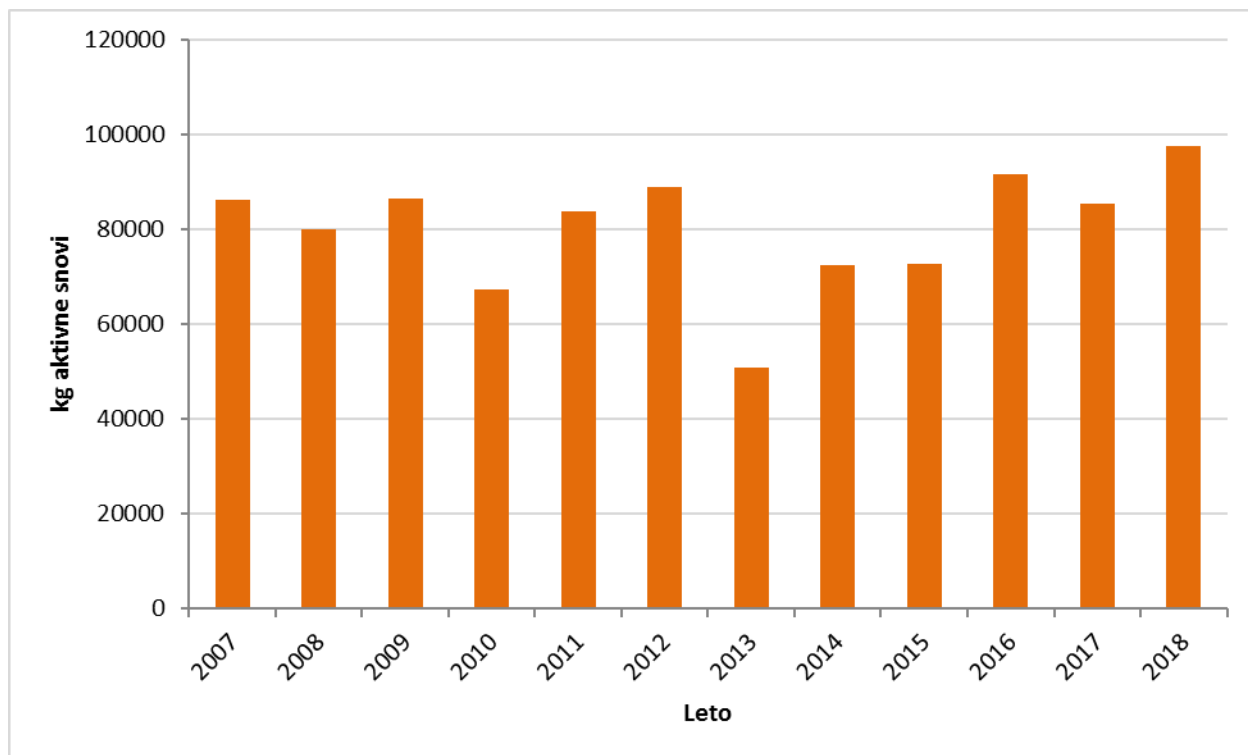
MATERIALI IN METODE DELA

Pri analizi so bili zajeti podatki Statističnega urada Republike Slovenije (SURS) iz različnih podatkovnih baz. Uporabljene so bile podatkovne baze prodaje in rabe fitofarmacevtskih sredstev, pridelki in površine rastlinske pridelave in splošni pregled kmetijskih gospodarstev. Podatki o prodaji herbicidov, ki vsebujejo aktivno snov glifosat, so bili črpani tudi iz evidenc, ki jih je posredovala Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (UVHVVR). Podatke o prodanih količinah in volumnu pakiranj iz veleprodaje herbicidov, ki vsebujejo glifosat v Sloveniji smo pridobili od treh največjih veletrgovcev s fitofarmacevtskimi sredstvi. Podatki so bili podani v količinah pripravkov in so bili prevedeni v količino aktivne snovi glifosat.

Izvedli smo tudi terensko anketiranje (izobraževanja FFS in pa testiranja škropilnic), ki pa je bilo zaradi Covid-19 ukrepov prekinjeno. Zaradi tega smo naknadno izdelali spletno anketo v poljedelsko vrtnarski in verziji za trajne nasade. Zbirali smo podatke o strukturi pridelave in pa same rabe glifosata. Skupaj je bilo zbranih 140 anket, rezultate naključno izbranih anket smo preverili z osebno komunikacijo. Izvedli smo tudi dodatno kontrolo vseh podatkov, ki so segale izven povprečja. Podatke pridobljene iz ankete smo opisali z deskriptivno in analizo in predstavili rezultate znotraj posameznega pridelovalnega sistema.

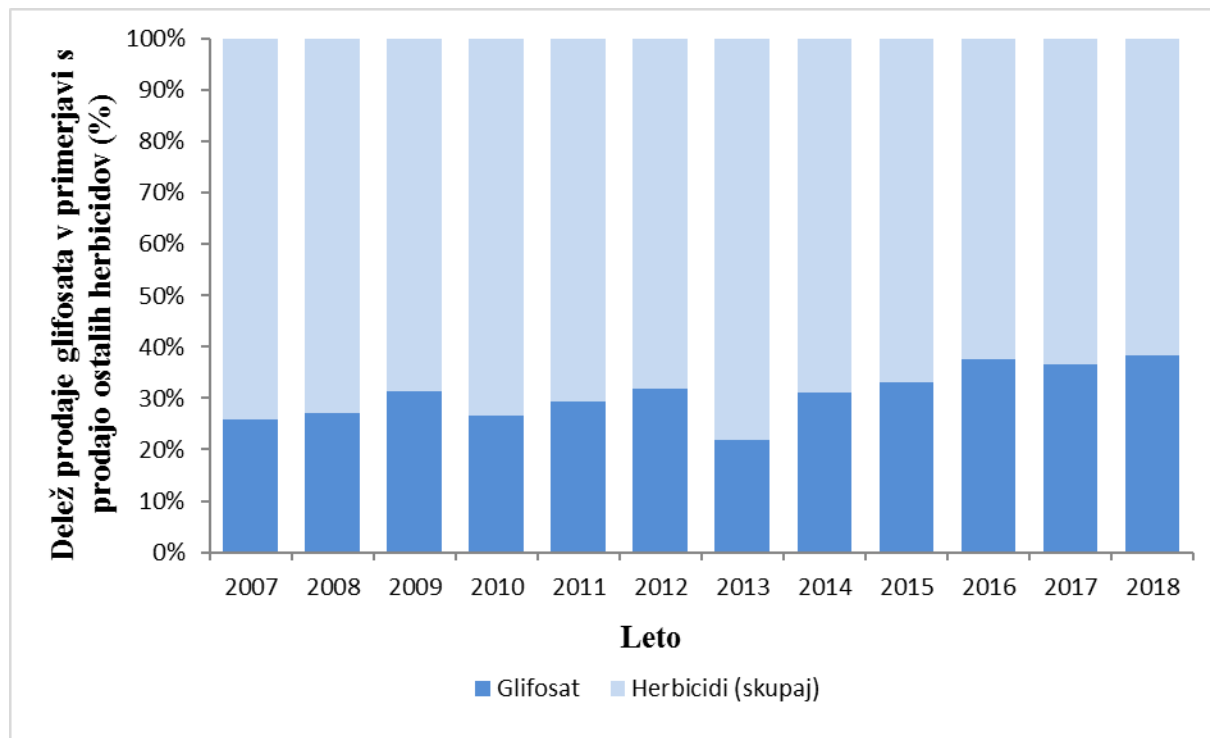
REZULTATI IN RAZPRAVA

Med leti 2007 in 2018 je povprečna prodaja glifosata znašala 80 tisoč kg aktivne snovi, z manjšimi nihanji. Velik padec prodaje v 2013 je posledica izredno sušne sezone in zato manjše zapleveljenosti ter potrebe po uravnavanju plevelne vegetacije.



Slika 32: Prodaja glifosata (v kg a. s.) v Sloveniji od 2007 do 2018

Delež, ki ga zajema prodaja glifosata v primerjavi z ostalimi aktivnimi snovmi s herbicidnim delovanjem, v povprečju znaša 30 %, zadnja leta pa nekoliko narašča in se približuje 40 %.



Slika 33: Delež glifosata v prodaji herbicidov v Sloveniji od 2007 do 2018

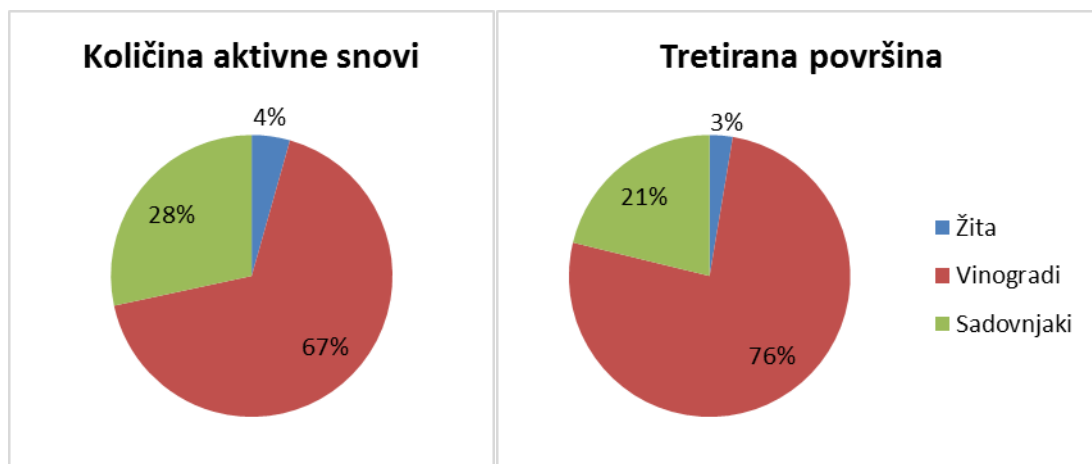
Po podatkih, ki so jih posredovali trije glavni veletrgovci s fitofarmaceutskimi sredstvi v Sloveniji, se v zadnjih letih v povprečju prodaja najmanj 100 tisoč kg glifosata. Podatki odstopajo od podatkov Statistične uprave, saj ta pri preračunu prodaje pripravkov z glifosatom upošteva še uteževalne faktorje in je zato izračun prodanih količin nižji.

Bolj zanimivi podatki posredovani s strani veletrgovcev so vrste pripravkov z glifosatom in velikosti pakiranj v katerih so bili prodana. Pripravek Boom efekt, ki je med nekmetijskimi uporabniki najbolj poznan neselektivni herbicid, znaša 93 tisoč kg oz. 45 tisoč kg aktivne snovi glifosat, kar predstavlja po podatkih veletrgovcev kar 70% celotne prodaje herbicidov. Če temu pripravku prištejemo še prodajo pripravka Touchdown, skupna prodaja predstavlja 88 % celotne prodaje herbicidov v letih 2017 in 2018. Delež prodaje pakiranj volumna 1L oz. manjših, teh dveh pripravkov znaša 60% oz. 54 % celotne prodaje herbicidov, ki vsebujejo glifosat v 2017 oz. 51 % celotne prodaje v 2018 (. Predvideva se, da velik del prodaje manjših pakiranj volumna 1L in manj ni namenjen kmetijski uporabi ampak gre za nekmetijsko uporabo posameznikov za namene vzdrževanja dovozov, dvorišč in vrtov.

Po podatkih SURS-a je bilo v kmetijstvu leta 2017 porabljenih 8531 kg glifosata. S to količino je bilo tretiranih 6916 ha kmetijskih površin.

Skoraj celotno porabo (99%) glifosata v kmetijstvu lahko glede na podatke SURS-a pripišemo trem kmetijskim panogam in sicer pridelavi žit, vinogradništvu in sadjarstvu. Vinogradništvo predstavlja dve tretjini (67 %) porabe aktivne snovi glifosat, sadjarstvo 28 %, v pridelavi žit pa

se porabi 4 % glifosata v kmetijstvu. Med površinami tretiranimi z glifosatom največji delež zavzema vinogradništvo (76 %), dobro petino (21 %) površin sadjarstvo, 3 % pa pokriva pridelava žit.



Slika 34: Delež uradno evidentirane porabe glifosata v žitih, vinogradih in sadovnjakih

Del celotne količine glifosata se porabi tudi za nekmetsko rabo. Slovenske železnice za vzdrževanje železniške infrastrukture letno porabijo približno 11460 L pripravkov Clinic in Kyleo (lupa portal, 2019), ki vsebujejo glifosat, kar pri upoštevanju najvišjih koncentracij glifosata v pripravkih, znaša največ 5500 kg aktivne snovi. Za vzdrževanje avtocestne infrastrukture v Sloveniji skrbi podjetje DARS, ki za zatiranje plevelov (predvsem invazivne ambrozije), letno porabi od 300 do 1000 kg aktivne snovi glifosat v različnih pripravkih. V letu 2017 je poraba znašala 378 kg aktivne snovi (Srebot J., osebna komunikacija, september 2019). Po podatkih, ki jih je 8 največjih občin posredovalo novinarki Dela, so te v 2017 za vzdrževanje občinskih površin, skupaj porabile približno 200 kg aktivne snovi glifosat (Delo, 2018).

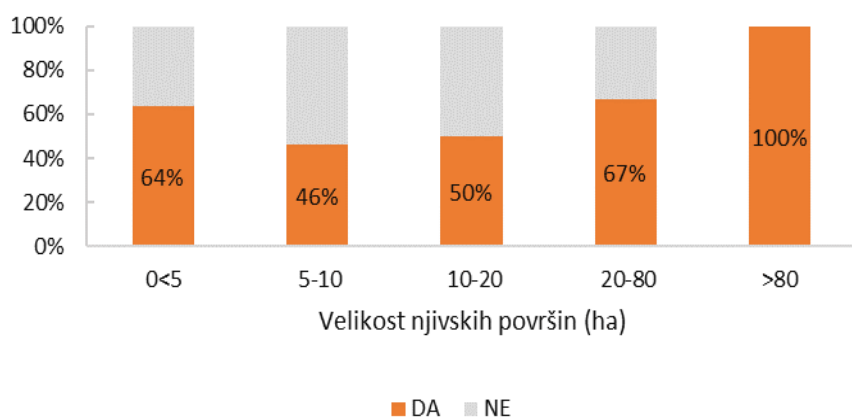
Preglednica 16: Uradne količine evidentirane porabe glifosata v letu 2017, v Sloveniji

Evidentirana poraba pri posameznih deležnikih	Količina (kg a.s.)
Kmetijstvo	8.531
Slovenske Železnice	5500
DARS	378
Občine	200
Evidentirana poraba skupaj	14.609

Med količino prodanega in porabljenega glifosata v letu 2017 prihaja do velikih razlik. Evidentirana kmetijska poraba predstavlja le 10 % prodanih količin. Združeno s podatki večjih porabnikov za katere smo uspeli pridobiti informacije o porabi je delež evidentirane porabe še vedno zelo nizek in znaša zgolj 17 %.

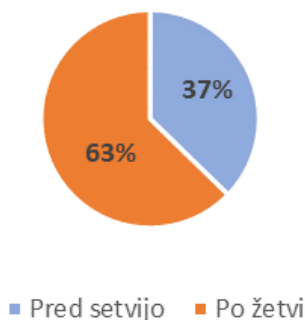
Porabo glifosata na kmetijskih površinah v Sloveniji smo ocenili tudi s pomočjo ankete, ki smo jo poslali večjim kmetijskim posestvom kakor tudi manjšim kmetijskim pridelovalcem. V ta namen smo izdelali spletni verziji dveh anket, eno za poljedelsko-vrtnarsko proizvodnjo in drugo za trajne nasade. Skupaj smo analizirali podatke iz 150 KG-ev usmerjenih v poljedelsko vrtnarsko ter sadjarsko vinogradniško proizvodnjo.

Vzorec, ki smo ga zajeli v anketi o uporabi glifosata v poljedelstvu (n=60) skupno zajema kmetijska gospodarstva s skupnimi površinami njiv v velikosti 6352 ha, kar predstavlja 3,6 % celotnih slovenskih njivskih površin. Rezultate smo razvrstili v skupine glede na velikost poljedelskih površin v 5 razredov in sicer manjše od 5 ha, 5 – 10 ha, 10 – 20 ha, 20 – 80 ha in več kot 80 ha. V povprečju pripravke z glifosatom uporablja 53 % pridelovalcev, ki obdelujejo površine do velikosti 20 ha in 74 % pridelovalcev s površinami nad 20 ha s tem, da poljedelci, katerih površine presegajo 35 ha, vsi v določeni meri uporabljajo tovrstne pripravke.



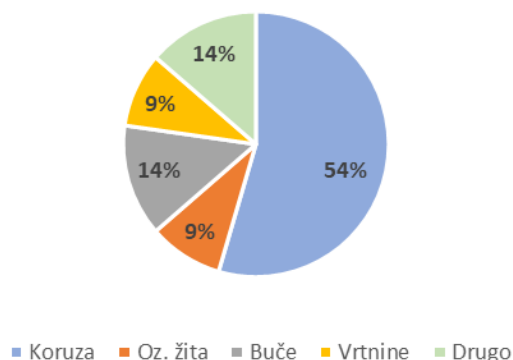
Slika 35: Odstotek anketirancev, ki uporabljajo glifosat v poljedelstvu po velikostnih razredih

Glifosat se v poljedelstvu največkrat uporabi po žetvi. Tovrstna uporaba, glede na odgovore anketirancev predstavlja 63 % primerov uporabe glifosata na njivskih površinah, vendar je precejšnje presenečenje, da več kot 1/3 uporabnikov uporablja glifosat tudi pred setvijo.



Slika 36: Delež glede na način uporabe glifosata v poljedelstvu

V predsetveni pripravi se največkrat glifosat uporablja pri pripravi tal za setev koruze (54 %), manj pa se ga porabi pri pripravi tal za posevek buč, ozimnih žit, vrtnin in drugih kultur kot so stročnice in krompir (slika 37)



Slika 37: Delež posameznih poljščin pri predsetveni uporabi glifosata

V okviru izvedene ankete o porabi glifosata na kmetijskih gospodarstvih smo poskušali ugotoviti kako bi se obnašali kmetovalci v Sloveniji, če bo prišlo do prepovedi uporabe glifosata. V ta namen je bilo anketirancem zastavljeno vprašanje kakšne posledice bi po njihovem mnenju povzročila prepoved uporabe glifosata na kmetijskih gospodarstvih. Anketiranci so lahko svoje odgovore podali tako, da so ocenili pomembnost vpliva (zelo, srednje in manj pomembno) posamezne posledice, lahko pa so podali tudi nasprotno mnenje, da prepoved ne bi imela bistvenega vpliva na njihovo pridelavo (preglednica 17).

Preglednica 17: Ocena pomembnosti vpliva morebitne prepovedi uporabe glifosata v poljedelstvu in vrtnarstvu

Ocena pomembnosti	Povečala uporabo drugih herbicidov	Zmanjšala pridelek	Povišala stroške	Povečala zapleveljenost
Zelo	58 %	25 %	53 %	58 %
Srednje	28 %	39 %	28 %	22 %
Manj	6 %	25 %	11 %	14 %
Ni odg.	8 %	11 %	8 %	6 %

*odgovori se nanašajo samo na tista kmetijska gospodarstva, ki uporabljajo glifosat

Velika večina (več kot 80 %) vprašanih poljedelskih in vrtnarskih kmetijskih pridelovalcev, je bilo mnenja, da bi imela prepoved uporabe glifosata zelo do srednje velik vpliv na njihovo kmetijsko proizvodnjo. Pri tem jih je preko 50 % menilo, da bo takšen ukrep povečal uporabo drugih herbicidov, povišal stroške in povečal zapleveljenost. Da bodo učinki na zapleveljenost in ekonomski učinek manjši, jih je menilo manj kot 10 %. Zanimiv je tudi visok delež kmetovalcev, ki meni, da bo prepoved samo povečala uporabo drugih herbicidov. Iz tega lahko

sklepamo, da bo precejšen delež dosedanjih uporabnikov glifosata ob morebitni prepovedi ostal pri dosedanji praksi, ki temelji na uporabi herbicidov. V primerjavi z ocenjenim vplivom na stanje zapleveljenosti, ekonomskem učinku in uporabi alternativnih herbicidov, je delež tistih, ki menijo, da se jim bo zaradi tega zmanjšal pridelek, nekoliko nižji. Kljub temu jih preko 60 % meni, da jim bo neuporaba glifosata zmanjšala pridelek. Pri oceni vpliva prepovedi uporabe glifosata na velikost pridelka je bil delež tistih, ki menijo, da bo le-ta bo imel manjši vpliv 25 %. Ta delež je precej nižji v primerjavi z oceno velikosti vpliva na zapleveljenost in stroške. Iz rezultatov anket za poljedelsko in vrtnarsko proizvodnjo lahko povzamemo, da pridelovalci morebitno prepoved ocenjujejo kot ukrep, ki bo imel za njihovo proizvodnjo negativne posledice, v smislu povečanja zapleveljenosti in višjih stroškov.

Iz odgovorov lahko povzamemo, da bi se ob morebitni prepovedi uporabe glifosata le manjša skupina poljedelsko vrtnarskih kmetij relativno hitro prilagodila in uporabila alternativne rešitve zatiranja plevela, saj je bil delež tistih, ki menijo, da jim prepoved glifosata ne bi zmanjšala pridelka, povišala stroškov in zapleveljenosti, precej majhen.

Porabo glifosata v poljedelstvu in vrtnarstvu iz rezultatov naših anket ni bilo mogoče izračunati na način primerljiv s sadjarsko in vinogradniško proizvodnjo. Anketni vzorec je bil zaradi različnih poljščin in načinov uporabe (strnišče in pred setvijo) relativno majhen, podatki pa preveč razpršeni. V primerjavi naših izračunov z javno dostopnimi podatki in drugimi ocenami porabe glifosata in drugih herbicidov v preteklih letih je potrebno upoštevati tudi morebitne zakonodajne in druge omejitve rabe herbicidov v okviru ukrepov skupne kmetijske politike. Po naši presoji, ki je bila opravljena v letu 2021, uporabljamo glifosat na vsaj približno 8 % površin predvsem žitnih strnišč (približno 4000 ha) z relativno visokim odmerkom, ki je potreben za zatiranje trajnih plevelov (1800 g a.s./ha). Zaradi vse večjega obsega površin s konzervirajočo obdelavo tal in ozkim izborom sredstev za zatiranje plevela v zelenjadarski proizvodnji se povečuje raba glifosata pri zatiranju plevela pred setvijo. Po naši oceni se na ta način tretira vsaj 2000 ha njivskih in zelenjadarskih površin, vendar v primerjavi s strnišči s precej manjšim odmerkom aktivne snovi (800 g a.s./ha).

*Poraba na strniščih = površina (ha) * povpr. odmerek (g a.s./ha)*

*Poraba na strniščih = 4000 * 1800 = 7200 kg/a.s*

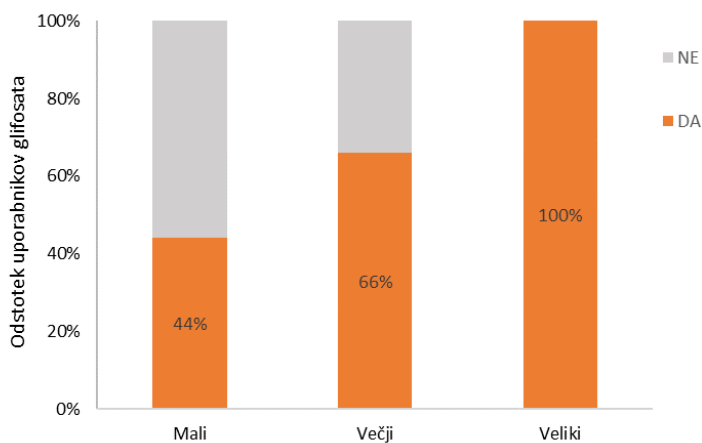
*Poraba pred setvijo = površina (ha) * povpr. odmerek (g a.s./ha)*

*Poraba pred setvijo = 2000 * 800 = 1600 kg/a.s*

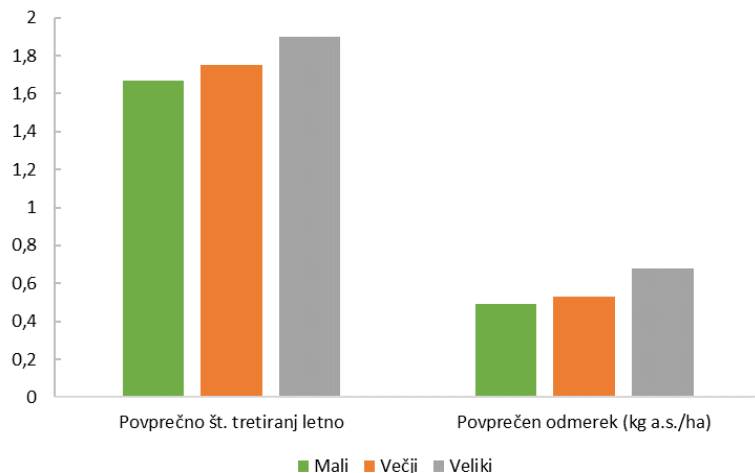
Poraba v poljedelstvu in vrtnarstvu skupaj = 7200 + 1600 = **8800 kg/a.s**

Skupaj po naši oceni v poljedelstvu in vrtnarski proizvodnji porabimo vsaj 8,8 t glifosata, kar je 100 % več od podatkov SURS-a za leto 2014 (4,4 t/ha).

Zajet vzorec (n=30) anketiranih skupno znaša 292 ha sadovnjakov, kar predstavlja 7,2 % površine sadovnjakov v Sloveniji. Anketirane pridelovalce sadja smo glede na površino sadovnjakov razdelili na 3 skupine. V skupino majhnih pridelovalcev smo uvrstili tiste, ki obdelujejo sadovnjake manjše od 1 ha, v skupino večjih pridelovalcev tiste s površino 1 - 5 ha in v skupino velikih pridelovalcev tiste, ki obdelujejo sadovnjake večje od 5 ha. Iz prejetih odgovorov je razvidno, da odstotek uporabnikov glifosata, pogostost uporabe in tudi povprečni odmerek narašča z velikostjo nasada. V skupini malih pridelovalcev tako glifosat uporablja 44% anketirancev, v povprečju 1,67-krat letno z odmerki 0,37 kg a.s. glifosat na hektar bruto površine sadovnjaka. V skupini velikih pridelovalcev pa pripravke z glifosatom uporabljajo prav vsi pridelovalci in sicer 1,9-krat letno pri odmerkih 0,51 kg a.s./ha.



Slika 38: Odstotek anketirancev, ki uporabljajo glifosat v sadjarstvu po velikostnih razredih



Slika 39: Povprečno število tretiranj na leto in povprečni odmerki na bruto površino sadovnjaka po velikostnih razredih

Podatke o porabi glifosata v sadovnjakih med anketiranci smo utežno po velikostnih razredih preračunali na celotno površino sadovnjakov v Sloveniji. Čeprav obstajajo razlike v tehnologiji upravljanja z vege

Preglednica 18: Površina sadovnjakov v posameznem velikostnem razredu v Sloveniji

Velikostni razred (po STAT.si)	Površina (ha)
Mali	710
Večji	1302,3
Veliki	2048,7
Skupaj	4.061,00

Preračun (ocena) porabe glifosata v sadjarstvu glede na povprečni odmerek in povprečno število tretiranj za posamezni velikostni razred sadovnjaka (preglednica 18; slika 39).

*Poraba = površina (ha) * % uporabnikov glifosata * povpr. odmerek (L/ha)* povpr. št. tretiranj * % a.s (g/L).*

Poraba mali = $710 * 44\% * 1,03 * 1,67 * 0,360 = 193 \text{ kg/a.s}$

Poraba večji = $1302,3 * 66\% * 1,11 * 1,75 * 0,360 = 601 \text{ kg/a.s}$

Poraba veliki = $2048,7 * 100\% * 1,41 * 1,9 * 0,360 = 1976 \text{ kg/a.s}$

Poraba v sadovnjakih skupaj = $258 + 801 + 2634 = 2770 \text{ kg/a.s}$

Skupna ocena porabe glede na naš izračun znaša 2770 kg a.s., kar je 20 % več kot navaja SURS za leto 2014 (2231 kg a.s.).

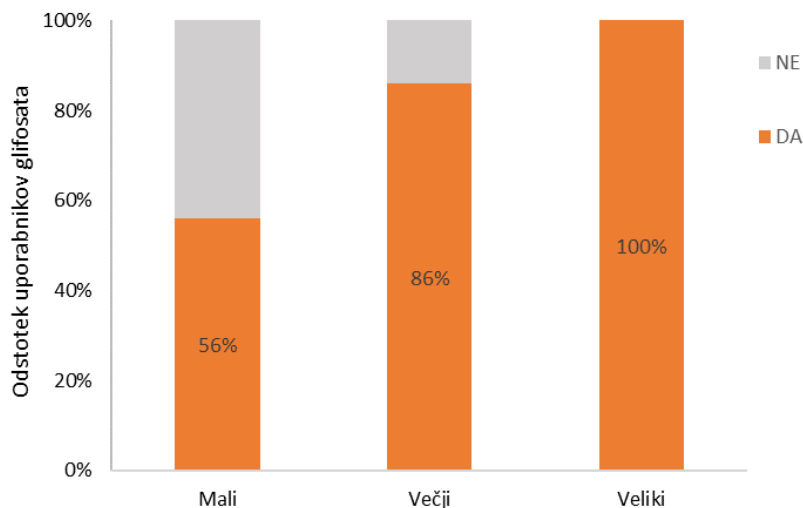
Preglednica 19: Ocena pomembnosti vpliva morebitne prepovedi uporabe glifosata v sadjarstvu

Ocena pomembnosti	Povečala uporaba drugih herbicidov	Zmanjšala pridelek	Povišala stroške	Povečala zapleveljenost
Zelo	50 %	32 %	59 %	73 %
Srednje	27 %	36 %	23 %	18 %
Manj	18 %	23 %	9 %	5 %
Ni odg.	5 %	9 %	9 %	5 %

*odgovori se nanašajo samo na tista kmetijska gospodarstva, ki uporabljajo glifosat

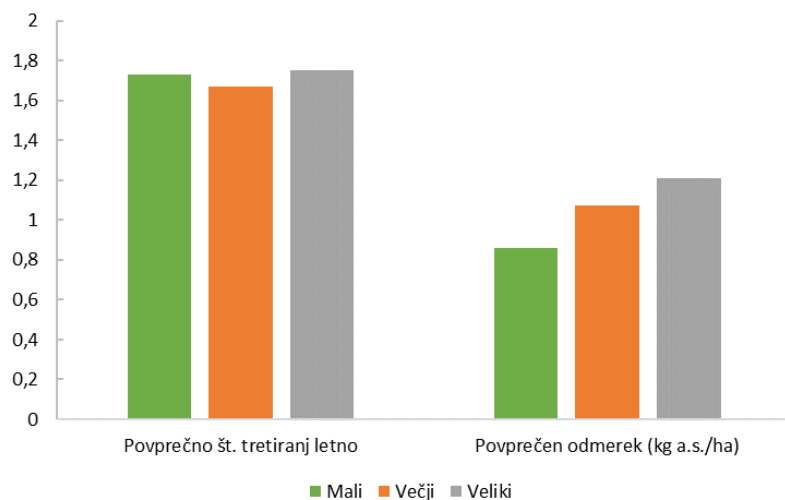
Tudi pridelovalci sadja so v svojih odgovorih podali podobna stališča kot poljedelske in vrtnarske kmetije. Več kot 80 % kmetijskih gospodarstev, ki prideluje sadje je mnenja, da bi imela prepoved uporabe glifosata zelo do srednje velik vpliv na njihovo proizvodnjo. Več kot polovica vprašanih meni, da bo takšen ukrep povečal uporabo drugih herbicidov, povečal stroške in povečal zapleveljenost. Da bodo učinki na zapleveljenost in ekonomski učinek manjši, jih je

menilo manj kot 10 %. Učinek na zmanjšanje pridelka je izražen v manjši meri, kljub temu jih več kot 60 % ocenjuje, da je vpliv na zmanjšanje pridelka zelo in srednje pomemben. Iz odgovorov lahko povzamemo, da bi se ob morebitni prepovedi uporabe glifosata le manjša skupina sadjarjev relativno hitro prilagodila in uporabila alternativne rešitve, saj po njihovem mnenju uporaba glifosata nima bistvenega vpliva na pridelek in zapleveljenost.



Slika 40: Odstotek anketirancev, ki uporabljajo glifosat v vinogradništvu po velikostnih razredih

Zajet vzorec anketiranih ($n=60$) skupno znaša 170 ha vinogradov, kar predstavlja 1,1 % vinogradniških površin v Sloveniji. Anketirane vinogradnike smo glede na površino vinogradov razdelili na 3 skupine. V skupino majhnih pridelovalcev smo uvrstili tiste, ki obdelujejo vinograde manjše od 1 ha, v skupino večjih pridelovalcev tiste s površino 1 - 5 ha in v skupino velikih pridelovalcev tiste, ki obdelujejo vinograde večje od 5 ha. Iz prejetih odgovorov je razvidno, da odstotek uporabnikov glifosata in tudi povprečni odmerek narašča z velikostjo nasada. V skupini malih pridelovalcev glifosat uporablja 56% anketirancev, v skupini večjih 86 % vprašanih in v skupini velikih tako kot v sadjarstvu 100% pridelovalcev. Pogostost uporabe je po skupinah podobna s približno 1,7 tretiranj letno. Odmerki pripravkov z glifosatom na hektar bruto površine nasada so najnižji pri malih vinogradnikih (0,64 kg a.s./ha) in najvišji pri velikih pridelovalcih (0,91 kg a.s./ha).



Slika 41: Povprečno število tretiranj na leto in povprečni odmerki na bruto površino vinograda po velikostnih razredih

Preglednica 20: Površina vinogradov v posameznem velikostnem razredu v Sloveniji

Velikostni razred (po STAT.si)	Podravski in Posavski vinorodni okoliš (površina v ha)	Primorski vinorodni okoliš (površina v ha)
Mali	5663,6	3429,1
Večji	2729,0	2029,3
Veliki	900,4	932,8
Skupna površina (v ha)	9293,1	6391,3
Skupna površina v Sloveniji(v ha)	15684,4	

*Poraba = površina (ha) * % uporabnikov glifosata * povpr. odmerek (L/ha)* povpr. št. tretiranj * % a.s (g/L).*

Podravski in Posavski vinorodni okoliš

Poraba mali = $5663,6 * 56\% * 1,79 * 1,73 * 0,36 = 3536 \text{ kg/a.s}$

Poraba večji = $2729,0 * 86\% * 2,23 * 1,67 * 0,36 = 3146 \text{ kg/a.s}$

Poraba veliki = $900,4 * 100\% * 2,52 * 1,75 * 0,36 = 1429 \text{ kg/a.s}$

Primorski vinorodni okoliš

Poraba mali = $3429,15 * 10\% * 1,79 * 1,73 * 0,36 = 382 \text{ kg/a.s}$

Poraba večji = $2029,3 * 30\% * 2,23 * 1,67 * 0,36 = 816 \text{ kg/a.s}$

Poraba veliki = $932,8 * 50\% * 2,52 * 1,75 * 0,36 = 740 \text{ kg/a.s}$

Poraba v vinogradih skupaj = $3536 + 3146 + 1429 + 382 + 816 + 740 = \mathbf{10050 \text{ kg/}}$

Podatke porabe glifosata med anketiranci smo utežno po velikostnih razredih preračunali na celotno površino vinogradov v Sloveniji. Glede na opravljene razgovore s kmetijskimi svetovalci iz področja varstva rastlin in pridelovalci iz različnih pridelovalnih regij smatramo, da je zaradi naravnih danosti in uveljavljene prakse uravnavanja vegetacije poraba glifosata v Primorskem vinogradniškem rajonu precej manjša. Za Primorski vinogradniški rajon (Slovenska Istra, Brda, Vipavska dolina in Kras), ki obsega 41% vseh vinogradniških površin v Sloveniji je značilen predvsem nižji delež zatravljenih površin v vinogradih (67%) in uveljavljena obdelava tal tako na celotni površini tal, kakor tudi v medvrstnem prostoru. Pri izračunu smo upoštevali manjši delež uporabnikov glifosata, medtem ko se povprečni odmerek in število tretiranj med uporabniki v različnih regijah po našem mnenju bistveno ne razlikujeta.

Upoštevajoč manjšo porabo glifosata na 41 % površin v Primorskem vinogradniškem rajonu predvidevamo, da znaša skupna poraba glifosata v slovenskem vinogradništvu 10050 kg. a.s. kar je 70% večja količina, ki jo navaja SURS za leto 2014 (5861 kg a.s.).

Preglednica 21: Ocena pomembnosti vpliva morebitne prepovedi uporabe glifosata v vinogradništvu

Ocena pomembnosti	Povečala uporaba drugih herbicidov	Zmanjšala pridelek	Povišala stroške	Povečala zapleveljenost
Zelo	28 %	26 %	53 %	40 %
Srednje	33 %	19 %	16 %	33 %
Manj	26 %	28 %	12 %	7 %
Ni odg.	14 %	28 %	19 %	21 %

*odgovori se nanašajo samo na tista kmetijska gospodarstva, ki uporabljajo glifosat

Kmetijska gospodarstva, ki so usmerjena v pridelavo grozdja, so svoj vpliv ocenila podobno kot poljedelsko-vrtnarske in sadjarske kmetije. Več kot 70 % kmetijskih gospodarstev, ki prideluje grozdje je mnenja, da bi imela prepoved uporabe glifosata zelo do srednje velik vpliv na njihovo proizvodnjo. Delež tistih, ki menijo, da bo takšen ukrep povečal uporabo drugih herbicidov, je v primerjavi z ostalimi tipi proizvodnje nižji, vendar se še vedno preko 50 % vinogradnikov nagiba k uporabi drugih herbicidov. Tudi delež tistih, ki menijo, da jim prepoved ne bo bistveno spremenila zapleveljenost in ekonomski položaj je zelo nizek in znaša približno 10 %. Rezultati nakazujejo, da se v primerjavi s sadjarskimi in poljedelsko-vrtnarskimi kmetijami, vinogradniki relativno manj bojijo morebitne izgube pridelka in bi bili prej pripravljeni za uvajanje alternativnih metod zatiranja plevela. Deloma gre tak rezultat pripisati tudi pridelovalni strukturi, saj je povprečna velikost vinograda v vzorcu znašala 1,2 ha medtem ko je bila povprečna sadjarska kmetija velika 4,5 ha.

Podatki o porabi glifosata v vseh treh pridelovalnih sistemih nakazujejo, da tako delež uporabnikov kakor tudi povprečna količina uporabljenega glifosata z velikostjo posestva narašča. V poljedelski in vrtnarski proizvodnji sicer v naših anketah nismo uspeli zajeti dovolj

zelenjadarsko usmerjenih kmetij, vendar lahko z veliko gotovostjo predvidevamo, da je glede na pomanjkanje ustreznega nabora herbicidov v določenih zelenjadarskih kulturah zelo uveljavljena uporaba glifosata po pravilu in pred sajenjem oziroma setvijo naslednje kulture.

V primeru sprejetja popolne prepovedi uporabe glifosata v kmetijstvu, bi glede na rezultate anket to imelo precejšnji vpliv pri vseh treh proizvodnih tipih (poljedelstvo-vrtnarstvo, sadjarstvo in vinogradništvo). V anketah se je velika večina vprašanih opredelila, da bi prepoved glifosata zmanjšala pridelke in povečala zapleveljenost ter stroške, najbolj izrazito je bilo to opazno pri sadjarjih in poljedelcih, nekoliko manj pa pri vinogradnikih.

Stanje uporabe nekemičnih metod v poljedelstvu in vrtnarstvu ter posledice prepovedi uporabe glifosata

Uporaba glifosata na strnišču se je v zadnjem obdobju zaradi ukrepa ozelenitve strnišč opazno zmanjšala, vendar je še vedno prevladujoča praksa kemičnega zatiranja plevla izven obdobja gojenja glavnih kultur v poljedelski proizvodnji, delno pa tudi v vrtnarski proizvodnji. Izmed kemičnih sredstev za zatiranje plevla na strnišču je v Sloveniji poleg glifosata registriрана le še aktivna snov dikamba z delovanjem samo na širokolistne plevelle. Brez dodatne registracije alternativnega neselektivnega herbicida (npr. glufosinat amonij) ali ustreznega graminicida (npr. cikloksidim) bi ob prepovedi glifosata kemično zatirane plevela na strnišču postalo nesmotrno, saj bi bil spekter delovanja na plevelne vrste preozek. Glede na precejšen delež uporabe glifosata v poljedelstvu in vrtnarstvu na strnišču in pred setvijo je pričakovati, da se bo povečala intenzivnost tako osnovne kakor tudi predsetvene obdelave. Še posebej to velja za vrtnarstvo, kjer je nabor herbicidov že zdaj zelo omejen. Tudi v poljedelstvu, kjer je zelo v porastu širjenje tehnologije pridelave z izvajanjem manj intenzivne obdelave tal (konzervirajoča), bo potrebno za učinkovito uravnavanje predvsem trajnih plevelnih vrst prilagoditi osnovno obdelavo tal pred setvijo, za zatiranje enoletnih plevelnih vrst pa bolj učinkovito izvajati ukrepe zatiranja plevla v fazi gojenja posevkov. Ker je pri nas na površinah z ustreznim kolobarjem in konvencionalno obdelavo tal tudi frekvenca uporabe glifosata relativno ugodna, v takih pridelovalnih sistemih trenutno ni velikega tveganja za pojav plevelnih vrst, odpornih na glifosat. Prepoved uporabe glifosata bo na kratek rok najverjetneje povzročila večji pritisk na uporabo drugih herbicidov, še posebej iz skupine sulfonil- sečninskih herbicidov in s tem tudi tveganje za razvoj plevelov odpornih na herbicide iz skupine ALS inhibitorjev. Največji vpliv na kratek rok pa bo vsekakor povečana zapleveljenost, še posebej v poljedelstvu in vrtnarstvu, saj noben alternativni herbicid ne more ponuditi tako širokega območja delovanja, še posebej na trajne plevelle kot so navadna pirnica, njivski osat, njivski in oplotni slak, divji sirek, topolistna kislica kakor tudi druge trdovratne enoletne ali invazivne plevelne vrste, ki se pojavljajo v obdobju med gojenimi poljščinami ali na strnišču. Tudi v sadjarstvu in vinogradništvu pričakujemo, da bo kratkoročno prišlo do povečane rabe nekaterih drugih herbicidov v kombinaciji s povečanjem intenzitete izvedbe mehanskega zatiranja plevelov. Ker je ponudba alternativnih klasičnih herbicidov v večini okoliških držav boljša, kot pri nas lahko sadjarji in vinogradniki v njih sestavijo dovolj učinkovite škropile programe in lažje prenehajo z uporabo herbicida glifosat. Pri nas bi ob

prenehanju uporabe snovi glifosat morali dodatno registrirani vsaj še nekatere dodatne aktivne snovi, ki jih imajo v sosednjih državah (npr. flumioksazin, napropamid, propizamid, MCPA – nazaj, nekateri specifični graminicidi).

Rezultati naših anket so pokazali, da je pri vseh tipih proizvodnje velika večina vprašanih mnenja, da bi se ob prepovedi uporabe glifosata povečala uporaba drugih herbicidov na njihov kmetiji. Tako bi kljub neuporabi glifosata, večina ukrepov zatiranja plevla na njihovih kmetijah še vedno večinoma temeljila na uporabi herbicidov. Tudi sami strahovi kmetovalcev po izgubi pridelka in višjih stroških nakazujejo pomen razvoja in uvajanja ekonomsko učinkovitih alternativnih metod zatiranja plevla. To najverjetneje pomeni, da sama prepoved uporabe glifosata ne bo bistveno vplivala na povečano uporabo alternativnih nekemičnih metod zatiranja plevla, ampak se bodo v tej fazi pridelovalci držali preverjene tehnologije uravnavanja plevelne vegetacije, ki v celoti ali večinoma temelji na rabi herbicidov. V trenutni situaciji bi bilo zato najbolj smiselno, da bi se poleg vseh preventivnih ukrepov spodbujale strategije in metode, kjer se uporaba herbicidov in mehanskih metod dopolnjujeta ne glede na pridelovalni sistem. Pri trenutnem stanju na slovenskih kmetijah se bo brez dodatnega finančnega nadomestila večina alternativnih metod zatiranja plevla brez uporabe herbicidov težko uveljavila v večjem obsegu, saj je ekonomska analiza pokazala, da so le-te v večini manj učinkovite, ekonomsko manj vzdržne in zahtevajo bolj izkušene uporabnike.

ZAKLJUČKI

Rezultati analize prodaje in rabe glifosata iz uradnih evidenc in izvedenih anket ter rezultati pregleda literature so pokazali, da imamo v Slovenji uradno evidentirane (SURS) le 18 % celotne prodane količine glifosata. Od tega je 10 % rabe zabeleženo v kmetijstvu in 8 % rabe na železniški, cestni in drugi infrastrukturi (SŽ, DARS in ostala infrastruktura). Povprečna količina prodanega glifosata na leto v Sloveniji v obdobju med leti 2016 in 2020 znaša približno 90 t aktivne snovi in se v zadnjih letih nekoliko povečuje. Glede na uradne statistične podatke smo na podlagi naših anket v vinogradništvu ocenili 10,0 t porabe glifosata, kar je 70 % več od uradnih podatkov. V sadjarstvu se po naših ocenah porabi 2,8 t glifosata, kar je 20 % več od uradnih podatkov. V poljedelstvu in vrtnarstvu je po naši presoji poraba glifosata vsaj 8,8 t na leto, kar je 100 % več od uradnih podatkov SURS-a za leto 2014. Rezultati naših anket so pokazali, da so kmetje mnenja, da bi prepoved uporabe glifosata zmanjšala pridelke, povišala stroške, ter povečala zapleveljenost in uporabo drugih herbicidov. Odziv kmetovalcev nakazuje, da bi bilo potrebno nameniti več pozornosti spodbujanju strategij in metod z manjšo rabo herbicidov, ki se dopolnjujejo z mehanskimi metodami, ne glede na pridelovalni sistem. Iz anketnih rezultatov, izsledkov poljskih poskusov in stanja na slovenskih kmetijah lahko sklepamo, da se kratkoročno brez dodatnega finančnega nadomestila večina alternativnih metod zatiranja plevla brez uporabe herbicidov ne bo uveljavila v večjem obsegu, saj je ekonomska analiza pokazala, da so le-te v večini ekonomsko manj vzdržne in zahtevajo bolj izkušene uporabnike.

VIRI

- Baylis, A.D., 2000. Why glyphosate is a global herbicide: strengths, weaknesses and prospects. *Pest. Manag. Sci.* 56, 299–308.
- Blackstock K, Brown K, Burton R, Dilley R, Slee B, Dwyer J et al., 2007. Good practice guide: influencing environmental behaviour using advice. Principles for use in designing and implementing advisory measures/schemes/initiatives to stimulate positive environmental behaviour by farmers and land managers. Final Report 2007. [ogled 31.3. 2021]. Dostopno na: <https://www.programme3.ac.uk/water/P345GoodPracticeGuide.pdf>
- Chapman P. 2014. Is the regulatory regime for the registration of plant protection products in the EU potentially compromising food security? *Food Energy Secur.* 3:1–6.
- Dwyer J, Mills J, Ingram J, Taylor J, Burton R, Blackstock K et al., 2007. Understanding and influencing positive behaviour change in farmers and land managers. Final Report. [ogled 31.3. 2021]. Dostopno na: <http://sciencesearch.defra.gov.uk/Default.aspx?Menu=Menu&Module=More&Location=None&Completed=0&ProjectID=14518>
- Ehler LE, Integrated pest management (IPM): definition, historical development and implementation, and the other IPM, 2006. *Pest Manag Sci* 62:787–789.
- EFSA, European Food Safety Authority, 2015. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance glyphosate. *EFSA J* 13:4302–4302
- Nave S, Jacquet F, and Jeuffroy M-H, 2013. Why wheat farmers could reduce chemical inputs: evidence from social, economic and agronomic analysis. *Agron Sustainable Dev* 33:795–807.
- Neve P, Barney JN, Buckley Y, Cousens RD, Graham S, Jordan N R et al., 2018. Reviewing research priorities in weed ecology, evolution and management: a horizon scan. *Weed Res* 58:250-258
- Shaner DL and Beckie HJ, The future for weed control and technology. 2014. *Pest Manag Sci* 70:1329–1339.

Možnosti nekemičnega zatiranja plevla v poljedelstvu in vrtnarstvu in preizkus izbranih alternativnih metod

UVOD

Na površinah Infrastrukturnega Centra Jable, Kmetijski Inštitut Slovenije smo v letih 2019 in 2020 izvedli več poskusov z uporabo mehanskih metod zatiranja plevelov v žitu in koruzi. Preizkusili smo več različnih postopkov mehanskega uravnavanja plevelne vegetacije, ki so primerni za uporabo v lokalnih pedo-klimatskih razmerah in njihovo učinkovitost ter vpliv na pridelek primerjali s standardno prakso uporabe herbicidov. V enakem obdobju smo na površinah Biotehniške fakultete opravili serijo preizkusov zatiranja plevelov v različnih posevkih z uporabo ožiganja.

POSKUSI Z ŽITI

V pridelovalni sezoni 2018/2019 smo izvedli poskus v ozimnem ječmenu, kjer smo standardno uporabo priporočenih odmerkov herbicidov jeseni ali spomladi, primerjali z uporabo zmanjšanih odmerkov v kombinaciji z mehanskimi ukrepi zatiranja plevelov. Za mehansko zatiranje smo uporabili česalo, prav tako smo preizkusili strategijo slepe setve, pri kateri se tla pred setvijo obdelata in počaka na prvi vznik plevla (1-2 tedna). Tik pred setvijo poljščine se tla ponovno plitvo obdelata in s tem zatire vznikne pleveli.

Preglednica 22: Pregled strategij preizkušenih v ozimnem ječmenu v sezoni 2018/2019

Strategija	Standard 1	Standard 2	Strategija 3	Strategija 4
Oznaka	S1	S2	S3	S4
Slepa setev	NE	NE	NE	DA
Čas setve	optimalen	optimalen	optimalen	12 dni kasneje
Odmerek herbicida	priporočen*	priporočen**	zmanjšan* (60 %)	zmanjšan* (60 %)
Čas aplikacije	spomladi	jeseni	spomladi	spomladi
Mehansko zatiranje	NE	NE	česanje spomladi	česanje spomladi

* jodosulfuron-metil natrij 100 g/L – Hussar: 0,1 L/ha

** prosulfokarb 800 g/L - Boxer: 5 L/ha

V preskušanje so bile vključene naslednje strategije: standardna spomladanska uporaba herbicida (S1), standardna jesenska uporaba herbicida (S2), mehansko zatiranje plevela v kombinaciji z zmanjšanim odmerkom herbicida (S3) in strategija predsetvene priprave tal s slepo setvijo ter enakimi postopki kot S3 (S4) (Preglednica 22). Gnojenje in varstvo pred škodljivci in boleznimi je bilo izvedeno v skladu z dobro kmetijsko prakso.

Ječmen smo v letu 2018 sejali na orano in predsetveno pripravljeno površino koruznega strnišča v dveh terminih. Setev strategij S1, S2 in S3 smo izvedli v optimalnem terminu 5. 10. 2018 in setev s strategijo slepe setve (S4) 12 dni kasneje takoj po plitvi obdelavi s predsetvenikom. Vlažna in topla tla so ugodno vplivala na vznik plevela, tako smo s predsetvenikom, v strategiji slepe setve, uspešno zatrli večino jesenske plevelne populacije. Učinek tega ukrepa je bil dobro viden še spomladi pred uporabo herbicidov. Gostota in pokrovnost plevelne vegetacije v jeseni je bila v tej strategiji 3-4 krat manjša v primerjavi z ostalimi strategijami (Slika 42).



Slika 42: Razlika v zapleveljenosti pri 12 dni kasnejši slepi setvi (levo) in setvi v optimalnem roku (desno) v jeseni

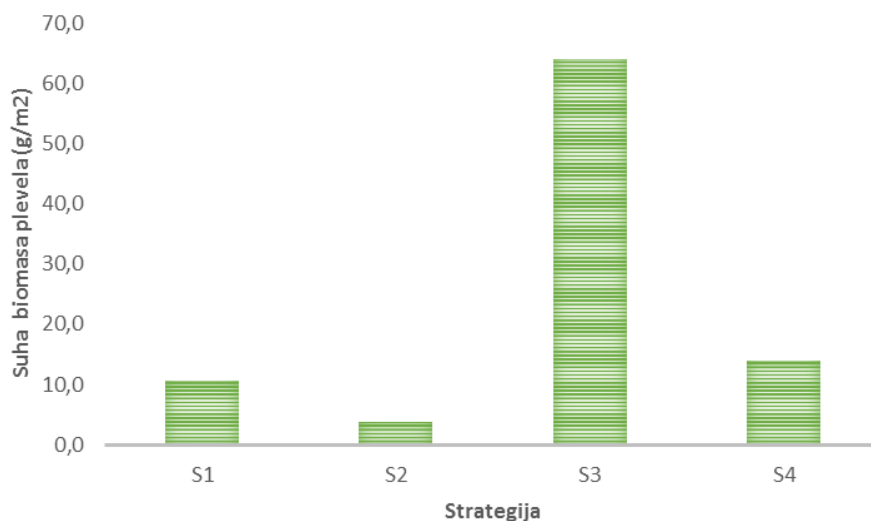
V standardni strategiji S1 smo herbicid uporabili spomladi (29. 3. 2019), medtem ko je bil v standardni strategiji S2 uporabljen že jeseni (24. 10. 2018; BBCH 12). Pri obeh omenjenih strategijah smo uporabili priporočene odmerke herbicida.

Spomladansko česanje v strategijah S3 in S4 je bilo izvedeno relativno zgodaj (konec februarja), in kljub temu, da je zaradi sušne pomladi vzkalil le manjši del plevelne populacije, je bil učinek česanja dober, in smo kasneje v strategijah S3 in S4 uporabili zmanjšane odmerke herbicida.



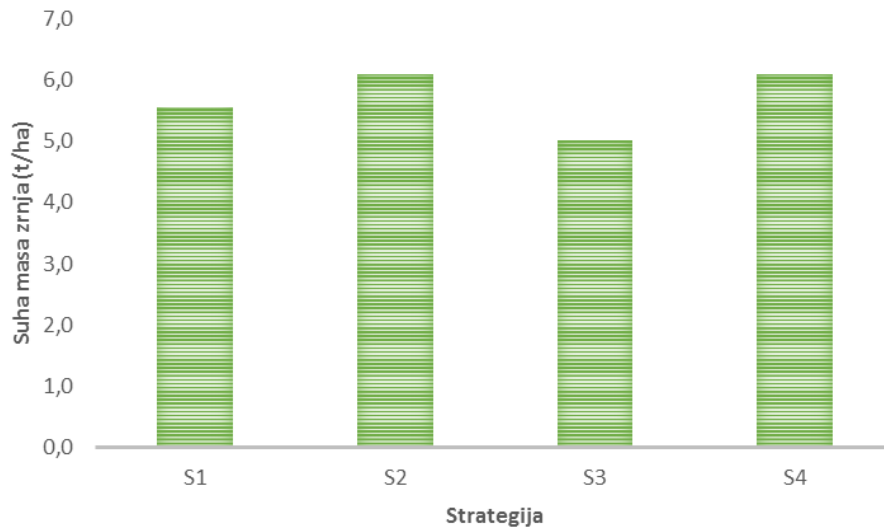
Slika 43: Razlika med optimalnim in kasnejšim rokom setve v jeseni (levo) in spomladi (desno)

Zamik roka setve pri strategiji slepe setve (S4) ni bistveno vplival na razvoj ozimnega ječmena, saj je bilo tudi po kasnejšem roku setve še vedno nadpovprečno toplo. Čeprav je bila še v jeseni vidna precejšnja razlika v doseženi razvojni fazi ječmena, se je le-ta do pomladi bistveno zmanjšala (Slika 43).



Slika 44: Suha biomasa plevela v ozimnem ječmenu v fenofazi mlečne zrelosti

Kot najbolj učinkovita strategija uravnavanja plevela se je izkazala uporaba herbicida jeseni (S2), kjer smo ob vzorčenju v fenofazi mlečne zrelosti ječmena, povprečno izmerili le 3,9 g/m2 suhe biomase plevela. Zelo učinkoviti sta bili tudi standardna strategija S1 (10,7 g/m2) in strategija S4, s slepo setvijo in zmanjšanim odmerkom herbicida (14 g/m2). Največjo zapleveljenost smo izmerili pri strategiji s spomladanskim česanjem, ki mu je sledila uporaba zmanjšanega odmerka herbicida (S3), kjer smo izmerili značilno večjo suho biomaso plevelov (64 g/m2) v primerjavi z ostalimi strategijami (Slika 44).



Slika 45: Masa suhega zrnja ozimnega ječmena v različnih strategijah (29. 6. 2019)

Rezultati so pokazali, da sta bila zapleveljenost v obdobju prezimitve in pridelek zrnja ozimnega ječmena med seboj tesno povezana. Pridelek suhega zrnja je bil največji v strategijah S2 (6,1 t/ha) s standardno aplikacijo herbicida jeseni in strategiji S4 s slepo setvijo in zmanjšanim odmerkom herbicida (6,1 t/ha). V strategiji s standardno aplikacijo herbicida spomladi smo dosegli pridelek 5,6 t/ha, najmanjši pridelek (5,0 t/ha) pa smo dosegli v strategiji s spomladanskim česanjem in zmanjšanim odmerkom herbicida spomladi (Slika 45).

POSKUSI S KORUZO

SEZONA 2019

V sezoni 2019 smo na Kmetijskem inštitutu Slovenije izvedli poskus s koruzo za zrnje v katerem smo primerjali učinkovitost mehanskih postopkov uravnavanja plevelne vegetacije in kombinacije mehanskih postopkov in zmanjšanih odmerkov herbicidov na zapleveljenost in pridelke zrnja koruze v primerjavi s standardnim, izključno kemijskim, pristopom.

V preizkušanje smo vključili standardno strategijo (S1) z uporabo priporočenega odmerka herbicida, strategijo z uporabo zmanjšane odmerka herbicida v kombinaciji z mehanskim postopkom (S2), uporabo polnega odmerka herbicida, apliciranega samo v rastnem pasu koruze (30 cm) v kombinaciji z mehanskimi postopki (S3) in strategijo z uporabo izključno mehanskih postopkov uravnavanja plevelne vegetacije (S4).

Preglednica 23: Pregled strategij preizkušenih v koruzi v sezoni 2019

Strategija	Standard 1	Strategija 2	Strategija 3	Strategija 4
Oznaka	S1	S2	S3	S4
Odmerek herbicida	priporočen *	zmanjšan (60 %)*	priporočen**	BREZ
Čas aplikacije	zgodaj po vzniku	zgodaj po vzniku	zgodaj po vzniku	/
Mehansko zatiranje	BREZ	/	/	medvrstni okopalnik BBCH 16
		prstasti okopalnik BBCH 18	prstasti okopalnik BBCH 18	prstasti okopalnik BBCH 18

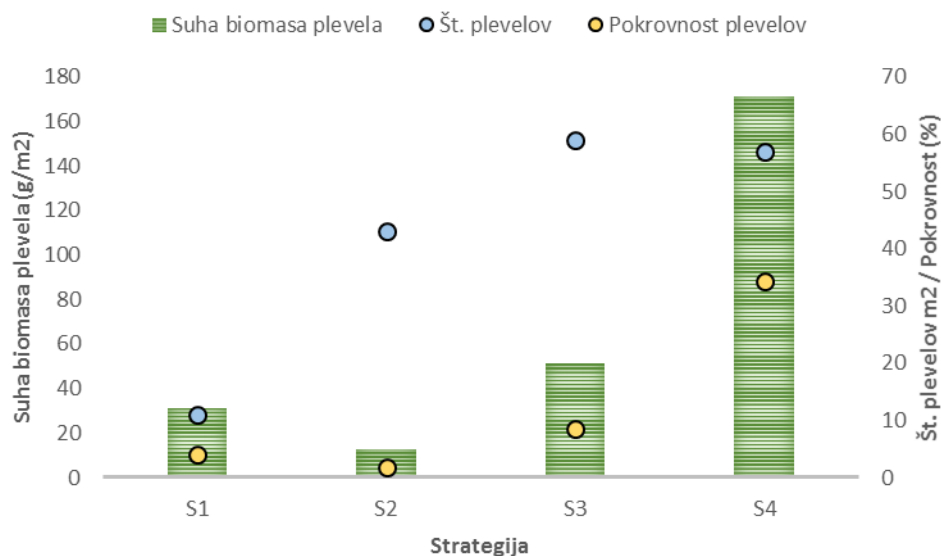
* S-metolaklor 375 g/L + terbutilazin 125 g/L +mezotrion 37,5 g/L - Lumax: 3,75 L/ha

* priporočen odmerek je bil uporabljen v 30 cm pasu, na celotni površini pa 40 % odmerka

Setev poskusa je potekala konec aprila 2019 v toplih in suhih razmerah, kmalu po setvi pa je nastopilo daljše hladno in mokro obdobje. Zaradi močnih nalivov, so se tla precej zaskorjila. Uporaba herbicidov je bila izvedena v skladu s protokolom v razvojnem stadiju posevka 2-3 razgrnjenih listov. Pogoji za delovanje herbicidov so bili ugodni, tla so bila v pravi meri preskrbljena z vlago in večina plevelov je kalila spomladi in v začetku poletja. Pri strategiji S4 je bila v začetnih razvojnih fazah koruze načrtovana obdelava s prstastim okopalnikom, vendar smo se zaradi močne zaskorjenosti odločili za uporabo medvrstnega okopalnika pri fenofazi koruze 4 razgrnjenih listov. Naslednje okopavanje je bilo kasneje izvedeno s prstastim okopalnikom v strategijah S2, S3 in S4.

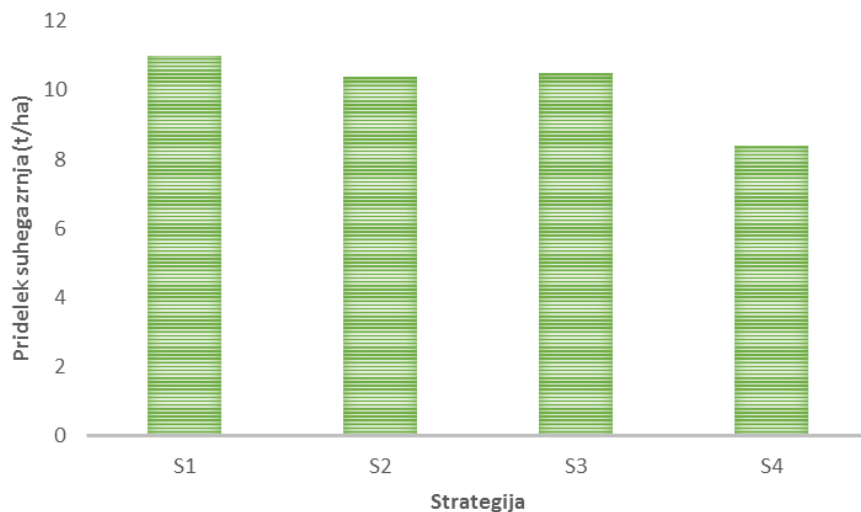
Oceno zapleveljenosti smo izvedli konec avgusta. Iz pridobljenih podatkov je razvidna povezava med plevelno pokrovnostjo in suho biomaso plevelov, vendar ti podatki niso v neposredni povezavi z njihovo številčnostjo. Do razlik prihaja zaradi različnih postopkov in posledično različnih razvojnih ciklov plevelnih vrst. Tako smo pri standardni strategiji z uporabo polnega odmerka herbicida dosegli najmanjše število plevelov (11 m^2) s pokrovnostjo 4 %, ki pa so bili bolj razviti kot pri strategiji S2 z zmanjšanim odmerkom in dopolnilno obdelavo s prstastim okopalnikom, kjer je bilo število plevelov precej večje ($43/\text{m}^2$), vendar so bili ti v začetni razvojni fazi in je bila njihova pokrovnost (2 %) ter biomasa ($12,7 \text{ g/m}^2$) zelo majhna. Ta strategija uravnavanja plevelne vegetacije (S2) se je izkazala za najbolj učinkovito. Strategija škropljenja v vrsti z okopavanjem, kjer je plevelna biomasa znašala 52 g/m^2 in pokrovnost 9 % se je izkazala za manj učinkovito. Najvišja suha plevelna biomasa (171 g/m^2) in pokrovnost (34 %) je bila izmerjena pri obravnavanju z izključno mehansko strategijo uravnavanja plevelne vegetacije

(S4). Zaradi zbitih in zaskorjenih tal je bilo prvo mehansko zatiranje plevelov, namesto s prstastim okopalnikom, izvedeno z medvrstnim okopalnikom. V času, ko so okoljski pogoji in razvoj koruze postali primerni za uporabo prstastega okopalnika, je večina plevelov v vrsti že prerasla razvojno fazo za učinkovit nadzor.



Slika 46: Parametri zapleveljenosti koruze pri različnih strategijah v sezoni 2019

Na splošno je bila sezona 2019, zaradi mokrih pogojev, precej zahtevna. Poleg tega je proti koncu junija padala toča, ki je na rastlinah povzročila nekaj škode in najverjetneje imela negativen vpliv na pridelek koruze. Najvišji pridelek (11,0 t/ha) je bil dosežen z standardno metodo uporabe herbicida (S1). Nekoliko nižji pridelki so bili doseženi pri strategijah z zmanjšanimi odmerki (10,4 t/ha) in škropljenjem v vrsti (10,5 t/ha), v kombinaciji z mehanskimi postopki. Kot posledica močnejše zapleveljenosti pri mehanski strategiji (S4), je bil pridelek najnižji (8,4 t/ha)



Slika 47: Pridelek suhega zrnja koruze pri različnih strategijah v sezoni 2019

SEZONA 2020

V sezoni 2020 smo v koruzi izvedli 2 poskusa. Prvi poskus je bil zasnovan kot primerjava dveh različnih metod mehanskega uravnavanja plevelne vegetacije v koruzi z uporabo česala ali prstastega okopalnika. Pri drugem poskusu je bila zasnova enaka kakor v prejšnji sezoni s tem, da je bilo dodano še obravnavanje pri katerem plevla nismo zatirali.

Prvi poskus

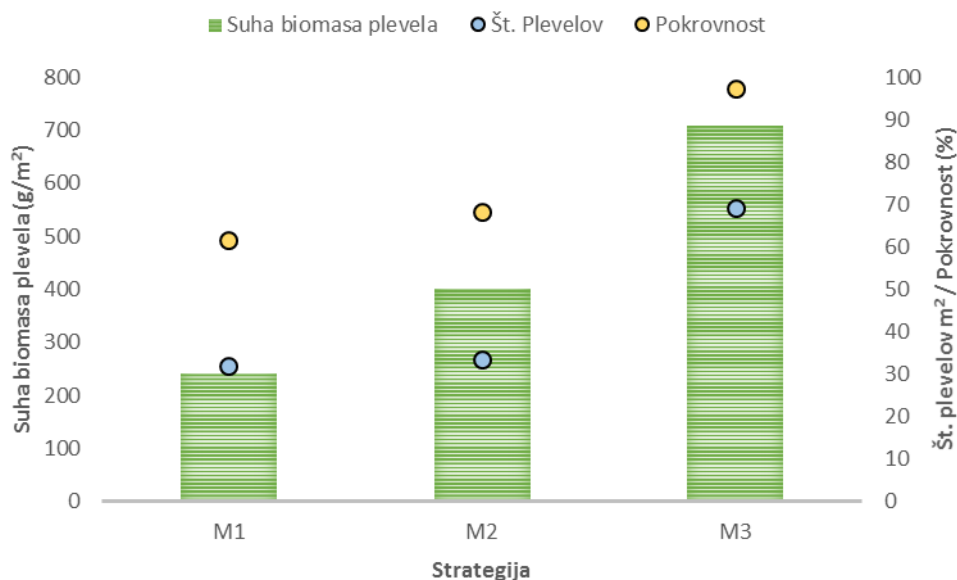
V poskusu, ki je bil posejan 9.5.2020, na globoko podrahlano in predsetveno obdelano površino, smo preizkusili učinkovitost dveh različnih priključkov za mehansko zatiranje plevla. V poskusu smo tako osnovali 3 obravnavanja, prvo je bilo dvakrat tretirano s česalom (M1), drugo dvakrat s prstastim okopalnikom (M2) in tretje obravnavanje (M3) v katerem plevelov nismo zatirali.

S česalom smo v posevku zatirali plevela v dveh terminih (18. 5. in 26. 5.). V drugem obravnavanju smo prav tako dvakrat zatirali plevela s prstastim okopalnikom (27. 5. in 1. 7.). Kot kontrola nam je služilo obravnavanje v katerem plevelov nismo zatirali.

Preglednica 24: Pregled strategij preizkušenih v poskusu z izključno mehanskimi pristopi v sezoni 2020

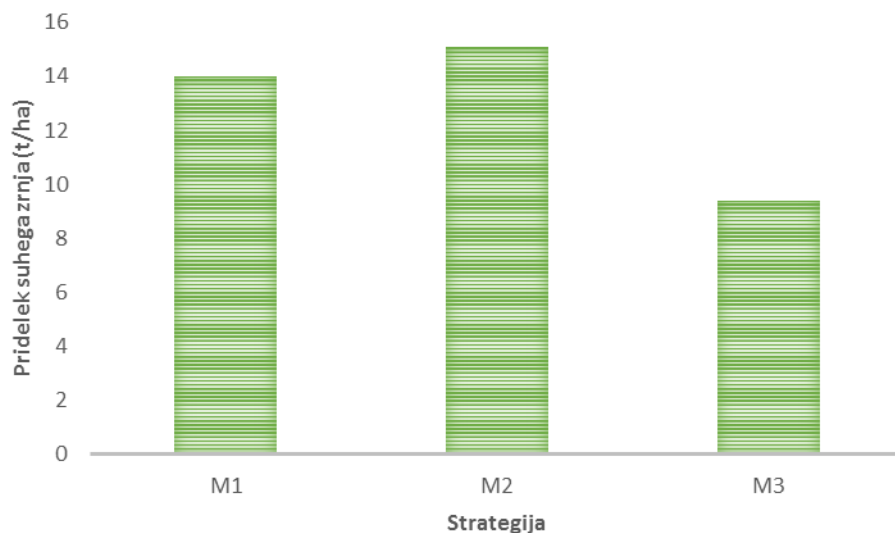
Strategija	Strategija 1	Strategija 2	Strategija 3
Oznaka	M1	M2	M3
Mehansko zatiranje	2x - česanje	2x - prstasti okopalnik	BREZ

Oceno zapleveljenosti smo izvedli proti koncu avgusta. Popisali smo število plevelov, njihovo pokrovnost, ter odvzeli vzorce za sušenje in tehtanje suhe plevelne biomase. Kot najbolj učinkovita mehanska metoda zatiranja plevela se je izkazalo dvakratno česanje posevka. V tem obravnavanju smo povprečno našli 32 plevelnih rastlin na kvadratni meter s pokrovnostjo 62 %. Njihova suha biomasa je znašala 241 g/m². Okopavanjem s prstastim okopalnikom je dalo podobne rezultate števila plevelov (33/m²) in pokrovnost (68 %), vendar so bili pleveli bolj razviti in smo izmerili povprečno biomaso 400 g/m². V obravnavanju, kjer plevelov nismo zatirali, pa je njihovo število na kvadratni meter znašalo 69 rastlin s pokrovnostjo 97 % in suho biomaso 710 g/m².



Slika 48: Parametri zapleveljenosti koruze pri različnih strategijah mehanskih postopkov v sezoni 2020

Zapleveljenost je močno zmanjšala pridelek v strategiji M3 kjer plevela nismo zatirali. Ta je znašal 9,4 t/ha. Najboljši pridelek smo dosegli pri strategiji M2 z okopavanjem s prstastim okopalnikom (15,1 t/ha) in kljub manjši zapleveljenosti, manjšega pri strategiji M1 (14 t/ha). To bi lahko bila posledica pozitivnega učinka rahljanja tal z okopalnikom, ki je pri uporabi česala manjši in je tudi bil izveden pri zgodnejših razvojnih fazah koruze.



Slika 49: Pridelek suhega zrnja koruze pri različnih mehanskih strategijah v sezoni 2020

Drugi poskus

V preizkušanje smo vključili podobne strategije kot v pretekli sezoni in sicer standardno strategijo (S1) z uporabo priporočenega odmerka herbicida, strategijo z uporabo zmanjšane odmerka herbicida v kombinaciji z mehanskim postopkom (S2), uporabo polnega odmerka herbicida, apliciranega samo v rastnem pasu koruze (30 cm) v kombinaciji z mehanskimi postopki (S3) in strategijo z uporabo izključno mehanskih postopkov uravnavanja plevelne vegetacije (S4). V sezoni 2020 smo dodatno vključili še obravnavanje v katerem nismo izvajali ukrepov za uravnavanje plevelne vegetacije.

Setev je bila izvedena 27. 5. 2020 na predhodno orana in predsetveno obdelana tla. Tla so bila obdelana s predsetvenikom 12. 5. 2020 in nato v obravnavanjih S3 in S4 obdelana še s česalom dan pred setvijo. Herbicid je bil pri obravnavanjih S1, S2 (zmanjšan odmerek) in S3 (samo v vrsti – 30 cm pas) uporabljen kmalu po vzniku. V strategiji S4 je bilo nato pri BBCH 13 izvedeno zatiranje plevela s prstastim okopalnikom. Prav tako je bil prehod s prstastim okopalnikom izveden pri fenofazi šestih razgrnjenih listov v strategijah S2, S3 in ponovno S4.

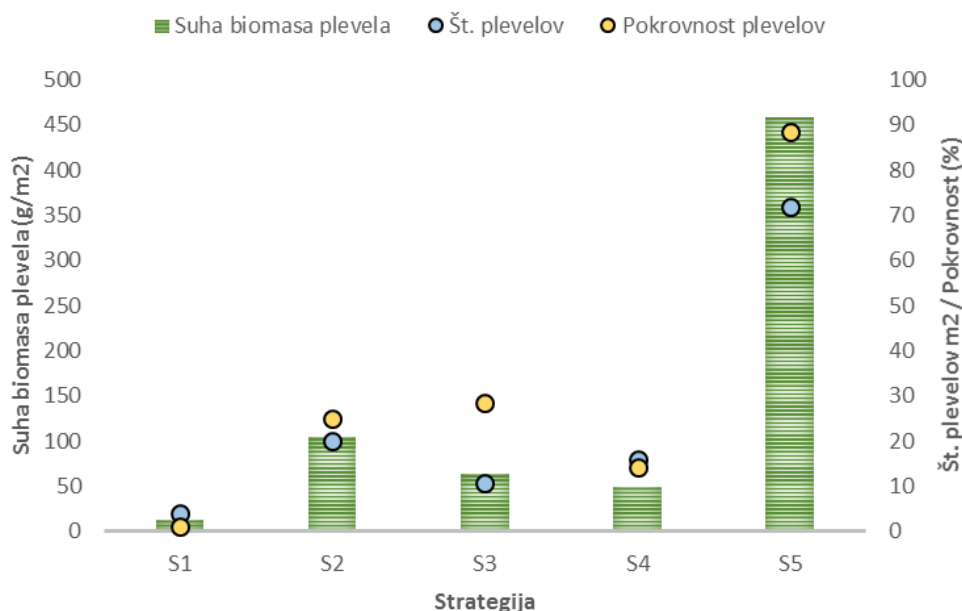
Preglednica 25: Pregled strategij preizkušenih v koruzi v sezoni 2019

Strategija	Standard 1	Strategija 2	Strategija 3	Strategija 4	Strategija 5
Oznaka	S1	S2	S3	S4	S5
Odmerek herbicida	priporočen *	zmanjšan (60 %)*	priporočen**	BREZ	BREZ
Čas aplikacije	zgodaj po vzniku	zgodaj po vzniku	zgodaj po vzniku	/	/
Mehansko zatiranje	BREZ	/	česalo (pred vznikom)	česalo (pred vznikom) prstasti okopalnik BBCH 13	BREZ
		prstasti okopalnik BBCH 16	prstasti okopalnik BBCH 16	prstasti okopalnik BBCH 16	

* S-metolaklor 375 g/L + terbutilazin 125 g/L +mezotrion 37,5 g/L - Lumax: 3,75 L/ha

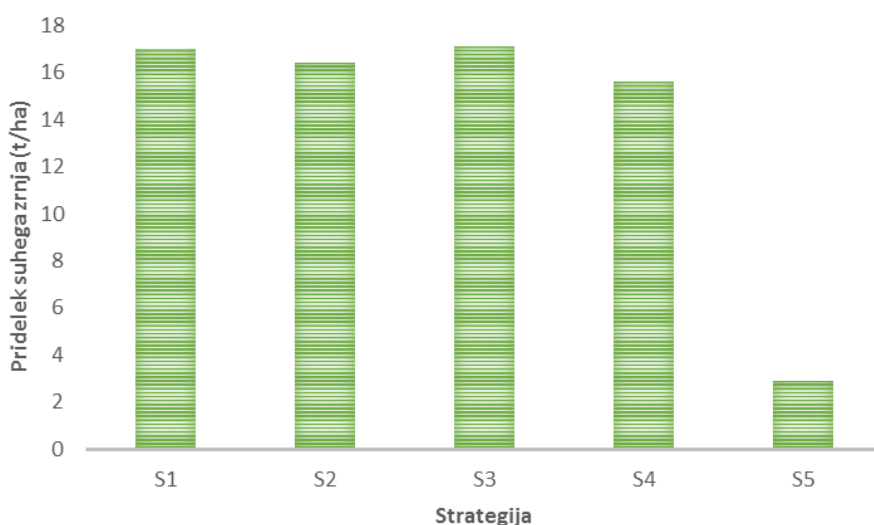
* priporočen odmerek je bil uporabljen v 30 cm pasu (na celotni površini 40 % odmerka)

Ocena zapleveljenosti je bila izvedena konec avgusta. Najboljšo učinkovitost smo dosegli s standardno uporabo herbicida po vzniku (S1), kjer smo v povprečju našli 4 plevelne rastline/m², s pokrovnostjo 1 %. Njihova suha biomasa je znašala 13 g/m². Dobro učinkovitost smo dosegli tudi pri strategiji z izključno mehanskim, intenzivnim pristopom (S4) kjer je bilo povprečno število plevelov na kvadratni meter 14 in njihova pokrovnost 14 %. Suha biomasa plevela je pri tem obravnavanju znašala 49 g/m². Malo slabšo, vendar vseeno zadovoljivo učinkovitost smo dosegli z uporabo herbicida v vrsti in dopolnilno mehansko obdelavo (S3) in uporabo zmanjšane odmerka herbicida in dopolnilne obdelave s prstastim okopalnikom (S2). Največje število plevelov na kvadratni meter (72) s pokrovnostjo 88 % smo zabeležili pri kontroli, kjer plevelov nismo zatirali (S5). Suha plevelna biomasa je pri tem obravnavanju znašala 459 g/m².



Slika 50: Parametri zapleveljenosti koruze pri različnih strategijah v sezoni 2020

Močna zapleveljenost lahko zelo zmanjša pridelek zrnja koruze, kar smo potrdili v strategiji S5, kjer je povprečni pridelek znašal zgolj 2,9 t/ha. Kot najboljši po pridelku sta se izkazali standardna strategija S1 in strategija škropljenja v vrsti z dopolnilno obdelavo, pri katerih je pridelek suhega zrnja znašal 17 t/ha. S 16,4 t/ha se je malo slabše izkazala strategija uporabe zmanjšane odmerka (S2). Pri izključno mehanski strategiji (S4) smo kljub majhni zapleveljenosti dosegli pridelek 15,6 t/ha. Nižji pridelek kot v primerljivo zapleveljenih obravnavanjih je lahko posledica intenzivne obdelave, ki je na gojenih rastlinah povzročila nekaj poškodb.



Slika 51: Pridelek suhega zrnja koruze pri različnih strategijah v sezoni 2020

POSKUSI V VRTNARSTVU

PREDSETVENA PRIPRAVA

V sezoni 2020 smo na Kmetijskem inštitutu zasnovali poskus v katerem smo primerjali različne načine predsetvene priprave tal z uporabo različnih odmerkov herbicida z aktivno snovjo glifosat (Boom efekt) ter z intenzivnimi mehanskimi pristopi uravnavanja plevelne vegetacije.

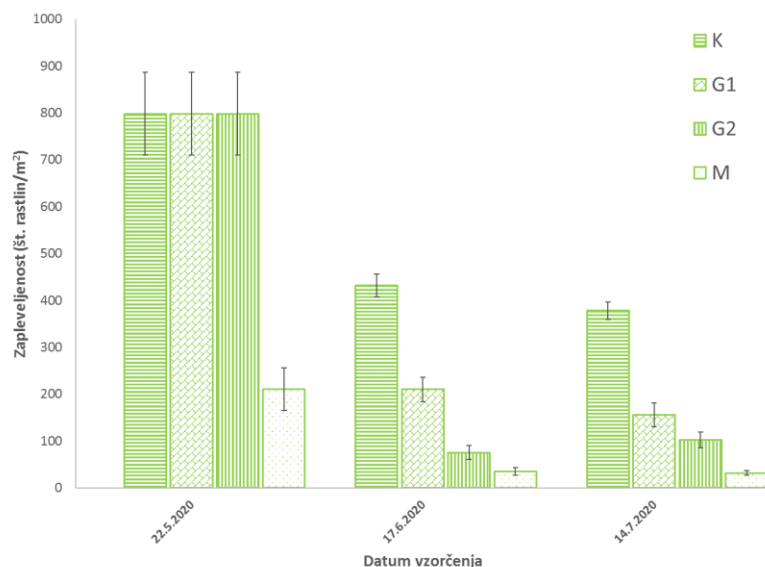
Preglednica 26: Pregled strategij predsetvene priprave, preizkušenih v sezoni 2020

Strategija	Strategija 1	Strategija 2	Strategija 3	Strategija 4
Oznaka	K	G1	G2	M
Odmerek herbicida	BREZ	priporočen*	Zmanjšan (50 %)*	BREZ
Čas aplikacije	/	predsetveno	predsetveno	/
Mehansko zatiranje	BREZ	BREZ	BREZ	predsetvenik česalo (slepa setev)

* glifosat 360 g/L (N-fosfonometil glicin) – Boom efekt 3L/ha

V začetku rastne sezone smo tla globoko podrahljali in obdelali z vrtavkasto brano. Dva tedna po predsetveni pripravi, smo izvedli ukrepe za zatiranje plevla. V preizkušanje smo vključili 4 obravnavanja. Kot kontrola (K) nam je služilo obravnavanje v katerem plevelov nismo zatirali. V 2 obravnavanji smo vključili priporočen odmerek herbicida (G1; 3L/ha) in polovični odmerek herbicida (G2; 1,5 L/ha). V četrto obravnavanje (M) smo vključili predsetveno pripravo z metodo slepe setve (Preglednica 26). Pet dni po obdelavi z vrtavkasto brano smo to obravnavanje dodatno obdelali s predsetvenikom. Vznikle plevelne smo nato 14 dni kasneje zatrli s prehodom s česalom. V istem terminu smo izvedli tudi škropljenje s herbicidom (26. 5. 2020).

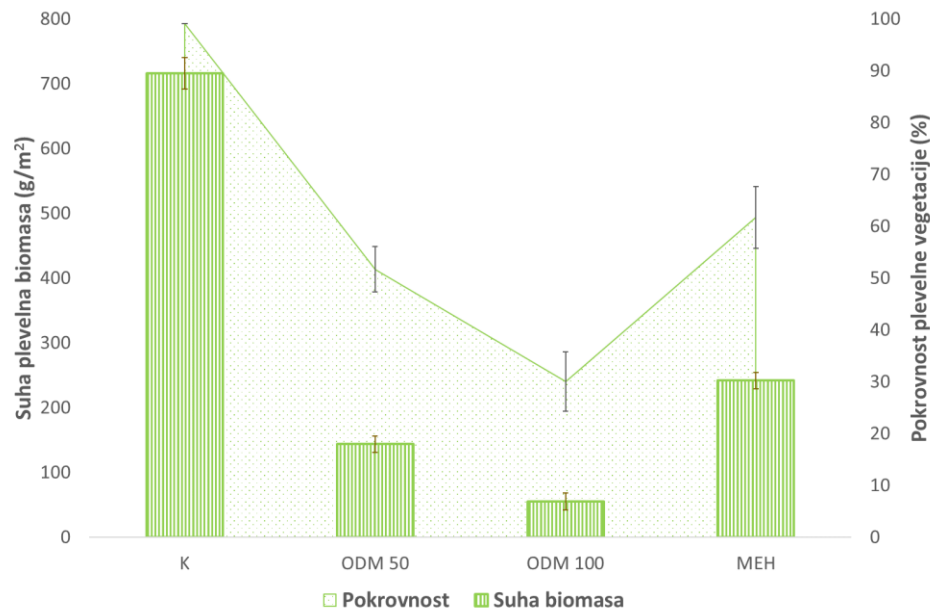
Začetno stanje zapleveljenosti smo ovrednotili pred uporabo glifosata, pri čemer je bil v postopku M pred tem že izveden mehanski ukrep-uporaba predsetvenika (slika 52). Kasnejša vizualna ocenjevanja učinkovitosti posameznih postopkov smo izvedli 3 in 7 tednov po uporabi mehanskih orodij in glifosata. Ocenjevali smo številčnost in pokrovnost plevelnih rastlin na površini 0,25 m². Pri zaključnem vrednotenju dne 14.7. 2020 pa smo iz enako velikih naključnih vzorčnih mest odvzeli tudi plevelno biomaso. Vzorce plevelne biomase smo 48h sušili na 60°C in stehali suho plevelno biomaso. Vse pridobljene podatke v poskusu smo preračunali na enoto 1 m².



Slika 52: Stanje zapleveljenosti pri uporabi mehanskih in kemičnih postopkih slepe setve v različnih terminih vzorčenja

Prvo oceno učinkovitosti smo izvedli 17. 6. 2020. Največje število plevelov smo prešteli na parcelah (K) kjer plevelov nismo zatirali ($432/\text{m}^2$). Njihova pokrovnost je znašala 98 %. S polovičnim odmerkom herbicida (1,5 L/ha) smo dosegli število 210 plevelov/ m^2 , s pokrovnostjo 3,3 %. Najboljše rezultate smo dosegli s polnim odmerkom (3 L/ha). Povprečno smo pri tej strategiji našli 75 plevelnih rastlin na kvadratni meter s pokrovnostjo 1,2 %. Malo slabši, vendar primerljiv rezultat pa smo dosegli tudi s postopkom intenzivne mehanske obdelave (M), kjer je povprečno število plevelov znašalo $93/\text{m}^2$ in njihova pokrovnost 2,7 %.

Tudi 7 tednov po uporabi postopkov uravnavanja plevelov so bili rezultati številčnosti plevelne vegetacije podobni. Pokrovnost in suha biomasa plevela sta bili pri mehanskem postopku slepe setve statistično značilno večji v primerjavi z uporabo obeh odmerkov. Pokrovnost in suha plevelna biomasa sta pri višjem odmerku glifosata znašala 30 % in $55 \text{ g}/\text{m}^2$, medtem ko se je uporaba mehanskih postopkov odrazila v bistveno višji pokritosti tal s pleveli (62 %) in štirikrat višji suhi biomasi plevela ($241 \text{ g}/\text{m}^2$). Za primerjavo so bila tla na kontrolni površini popolnoma prekrita s pleveli (99 %), izmerjeno pa je bilo $716 \text{ g}/\text{m}^2$ suhe plevelne biomase (Slika 53).



Slika 53: Suha plevelna biomasa in pokrovnost plevelne vegetacije 7 tednov po uporabi različnih postopkov slepe setve 14.7. 2022

Rezultati zadnjega vzorčenja nakazujejo, da je bila konkurenčna sposobnost plevela pri uporabi višjega odmerka glifosata omejena skoraj za obdobje 2 mesecev. Z uporabo mehanskih postopkov slepe setve smo sicer močno zmanjšali številčnost plevelov, vendar njihove konkurenčne sposobnosti v začetni fazi razvoja posevka nismo v celoti omejili. Ugotovili smo, da je že uporaba nizkega odmerka glifosata bistveno bolj učinkovita od mehanskih postopkov slepe setve in lahko na ta način uspešno zatremo večino plevelov, ki povzročajo izgube v začetnih fazah razvoja posevka.

POSKUS Z ZELJEM

V sezoni 2019 smo na kmetijskem inštitutu izvedli poskus primerjave različnih strategij integriranega pristopa uravnavanja plevelne vegetacije v zelju. Odločili smo se, da izvedemo poskus s klasično obdelavo tal in obravnavanji, ki so vključevala nezapleveljene parcele, postopek z neškropljeno kontrolo ter različne kombinacije zmanjšane rabe herbicida (herbicide samo v vrsti, herbicide samo pred vznikom) in okopavanja. Opisana obravnavanja smo primerjali s kontrolnimi parcelami, kjer plevela nismo odstranjevali in pa s parcelami, kjer smo pleveli mehansko ter ročno odstranjevali celotno rastno sezono (postopek brez plevela).

Preglednica 27: Opis preizkušenih strategij integriranega pristopa uravnavanja plevelne vegetacije v zelju v rastni sezoni 2019

Strategija	Standard 1	Standard 2	Strategija 3	Strategija 4	Strategija 5	Strategija 6
Oznaka	S1	S2	S3	S4	S5	K
Opis	herbicid pred vznikom	herbicid pred + herbicid po vzniku	herbicid pred vznikom + okopavanje	herbicid pred vznikom v vrsti + okopavanje	nezaplevelje no	kontrola - zapleveljeno
Odmerek herbicida	priporočen ¹	priporočen ¹⁺²⁺³	priporočen ¹	priporočen ^{1*}	BREZ	BREZ
Fenofaza ob aplikaciji	EC 15	EC 15 + EC 19	EC 15	EC 15	/	/
Mehansko zatiranje	NE	NE	prstasti okopalnik	prstasti okopalnik	prstasti okopalnik + 2 x ročno okopavanje	NE

¹ Fuego (metazaklor 500 g/L) - 1,5 L/ha, 4 dni po presajanju (28. 6. 2019)

^{*} Priporočen odmerek je bil uporabljen v 30 cm pasu (na celotni površini 40 % odmerka)

² Lentagran 45 WP (piridat 450 g/kg) - 2 kg/ha (25. 7. 2019)

³ Agil 100 EC (propakvizafop 100 g/L) – 1 L/ha (25. 7. 2019)

V poskusu smo posadili zgodnjo sorto zelja Sweety F1 konec junija 2019, na medvrstno razdaljo 70 x 50 cm. Pridelek zelja smo vrednotili dne 17. 9. 2019. V poskusu je bila uporabljena dobra kmetijska praksa pri obdelavi tal in gnojenju.. Poleg samega zatiranja plevela smo zaradi preseženih pragov škodljivosti za zatiranje škodljivcev v začetnih razvojnih fazah zelja morali štirikrat uporabiti tudi insekticid za zatiranje bolhača, medtem ko težav z drugimi škodljivci in boleznimi nismo imeli.

Med vegetacijo smo v dveh terminih izvedli vizualno ocenjevanje učinkovitosti preizkušenih strategij na zapleveljenost. Nadzemno plevelno biomaso na izbrani površini smo ob drugem ocenjevanju na površini 0,25m² v celoti porezali in jo 72 ur sušili v sušilni komori pri 60 °C. Po končanem sušenju smo suho biomaso plevela stehali. Ob zaključku poskusa smo izvedli še vzorčenje količine pridelka, tako da smo pobrali zeljne glave iz notranjih dveh vrst in jih stehali ter dobljene vrednosti ustrezno preračunali na površino 1 ha.

Sadike zelja smo na prosto presadili precej pozno, saj je bil maj v letu 2019 precej moker in razmere niso dopuščale bolj zgodnje vzpostavitve poskusa. Takoj po presajanju sadik smo zaradi napovedi vročinskega vala vzpostavili kapljično namakanje, ki se je izkazalo za nujno potrebno v prvem tednu vegetacije, dodatno pa smo po potrebi kratkotrajno namakali tudi kasneje v

zgodnejših razvojnih fazah zelja. Strojno okopavanje s prstastim okopalnikom smo izvedli 14 dni po presajanju sadik na prosto. Pogoji v času izvedbe okopavanja so bili zelo dobri, saj so bila tla primerno vlažna, da so se pleveli uspešno izkoreninili.



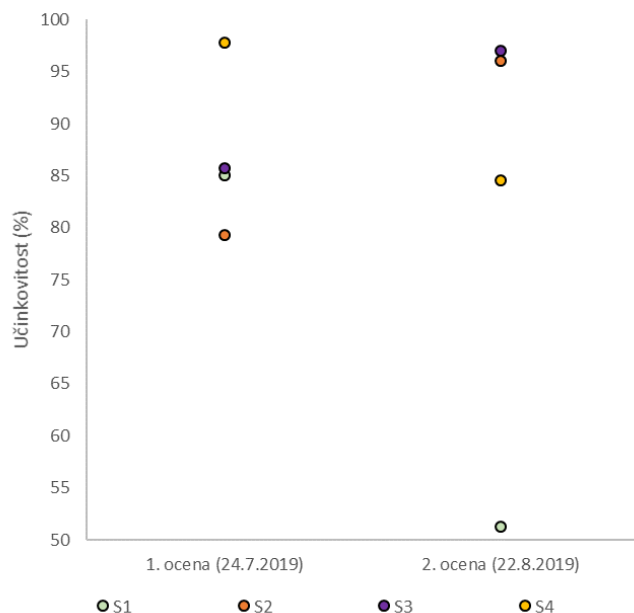
Slika 54: Prstasti okopalnik, ki smo ga uporabili v letu 2019 omogoča natančno in učinkovito delo

Po izvedbi okopavanja je bilo vreme toplo in suho, kar je učinek dobro izvedenega ukrepa še povečalo, saj so se izkoreninjeni pleveli posušili in propadli. Tla so bila tla pred presajanjem sadik optimalno predsetveno pripravljena, vendar se je površina zaradi močnih padavin, ki so se pojavile večkrat po presajanju sadik, zmerno zaskorjila. Z ukrepom okopavanja smo zatrli večino prisotne plevelne populacijo, hkrati pa s pretrganjem zgornje plasti tal poskrbeli za primerno zračnost zgornjega sloja tal.



Slika 55: Okopana površina (levo) v primerjavi s površino na kateri nismo izvedli mehanskih ukrepov (desno)

Vizualna ocena učinkovitosti 4 tedne po uporabi herbicida pred vznikom in 19 dni po strojnem okopavanju je pokazala najboljšo učinkovitost (98 %) pri obravnavanjih kjer smo uporabo herbicida pred vznikom v vrstah, dopolnili z okopavanjem (S4) (Slika 56). Na parcelicah, kjer smo po uporabi herbicida pred vznikom še dodatno okopavali (S3), smo dosegli 86 % učinkovitost in v obravnavanjih samo s herbicidom pred vznikom (S1) 85 % učinkovitost. Ocenjevanje je bilo izvedeno pred uporabo herbicida po vzniku.



Slika 56: Povprečna učinkovitost v dveh terminih pri različnih strategijah integriranega pristopa uravnavanja plevelne vegetacije

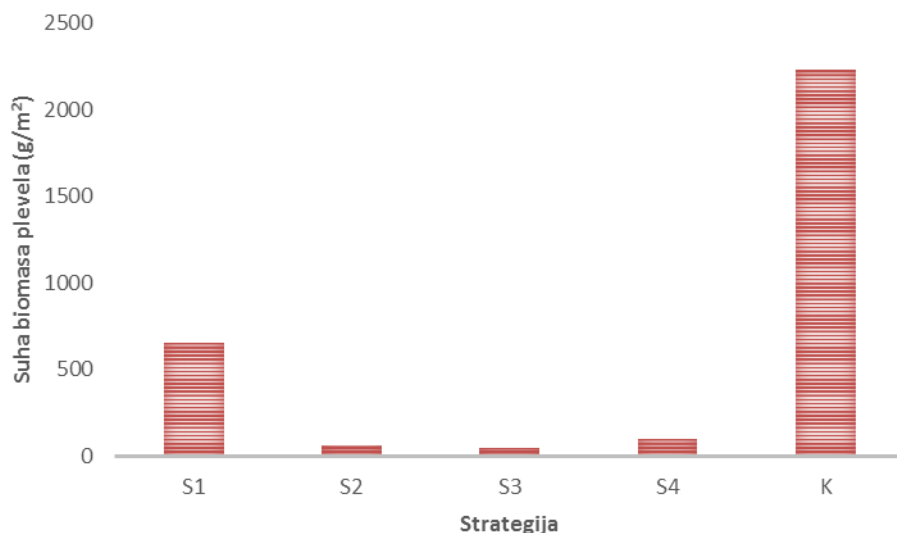
Z vizualno oceno učinkovitosti 8 tednov po uporabi herbicidov pred vznikom oz. 4 tedne po škropljenju po vzniku smo ugotovili slabšo učinkovitost (51 %) talnih herbicidov (S1). Najboljšo učinkovitost (97 %) smo zabeležili pri obravnavanjih z uporabo herbicida pred vznikom (S3), ki ji je sledilo okopavanje in (96 %) pri uporabi herbicida pred in po vzniku (S2). Učinkovitost pri obravnavanjih kjer je bil herbicid pred vznikom uporabljen samo v vrstah in mu je sledilo okopavanje (S4) je bila nižja (85 %) kot pri najboljših obravnavanjih, vendar boljša kot pri uporabi samo herbicida pred vznikom.



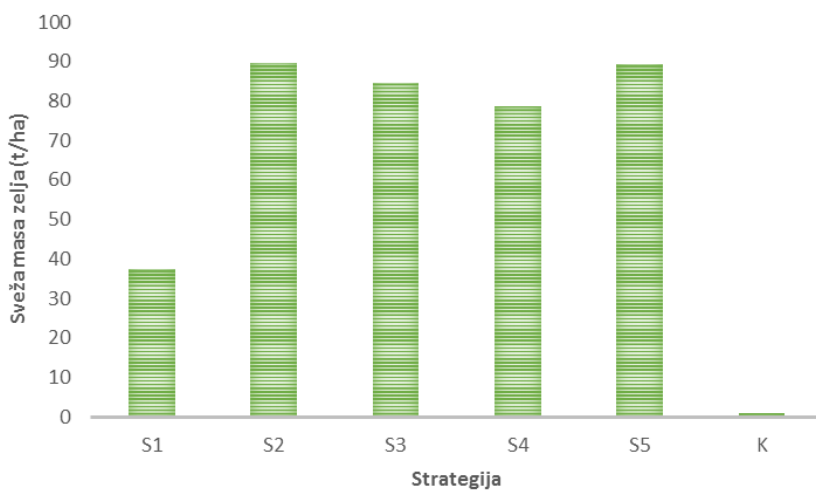
Slika 57: Odličen učinek strojnega okopavanja, 14 dni po okopavanju (levo) in 31 dni po okopavanju (desno)

V letu 2019 je bil pritisk plevela izredno velik. Na kontrolnih parcelah (K) smo v povprečju izmerili 2230 g/m² suhe biomase plevela. V obravnavanjih kjer je bil uporabljen zgolj herbicid pred vznikom (S1) smo izmerili 652 g/m² suhe biomase, rezultati pri drugih se med seboj ne

razlikujejo veliko (Slika 58). Kot najboljša se je izkazala strategija S3 uporaba herbicida pred vznikom, ki ji sledi okopavanje (42 g/m²), sledi ji uporaba herbicida pred vznikom in po vzniku (S2) (59 g/m²) in herbicid v vrsti z okopavanjem (S4) (99 g/m²).



Slika 58: Suha biomasa plevelov pri različnih strategijah v zelju 2019



Slika 59: Pridelek svežega zelja pri različnih strategijah

Največje povprečne pridelke smo dosegli v obravnavanjih (S2) z uporabo herbicida pred in po vzniku (89,6 t/ha) in so primerljivi s pridelki na parcelicah, ki so bile ves čas brez plevela (S5; 89,2 t/ha). Nekoliko nižji pridelki so bili na parcelicah kjer smo uporabili herbicid pred vznikom v kombinaciji z okopavanjem (S3; 84,5 t/ha), na parcelicah kjer je bil herbicid pred

vznikom uporabljen samo v vrstah z kasnejšim okopavanjem (S4) pa je povprečni pridelek znašal 78,8 t/ha. Pridelek kjer je bil uporabljen samo herbicid pred vznikom (S1), je bili več kot 50 % manjši v primerjavi z najboljšimi strategijami. Zaradi velikega pritiska plevela in močne zapleveljenosti kontrolnih parcelic (K) so rastline zelja na njih sicer začele tvoriti glave, vendar so kasneje vse, v gosti zarasti, skoraj popolnoma propadle.



Slika 60: Močna zapleveljenost kontrolnih parcel in skoraj popolnoma propadel pridelek

V letu 2019 pa je bil največji tržni pridelek (89,6 t/ha) izmerjen v obravnavanju (S2) z dvema aplikacijama herbicida (pred vznikom - metazaklor in po vzniku – piridat + propakvizafop) in je bil podoben pridelku na nezapleveljeni površini (S5; 89,2 t/ha) ter pridelku v obravnavanju s herbicidom pred vznikom, ki mu je sledilo okopavanje (S3; 84,5 t/ha).

Glede na rezultate učinkovitosti in izmerjene suhe plevelne mase lahko povzamemo, da tudi nekoliko slabše dosežene učinkovitosti pri strategijah uporabe herbicida pred vznikom in okopavanja niso bistveno vplivale na količino pridelka svežega zelja. Podobno so ugotovili tudi Umeda in sod. (1999), ki so pri strategijah z uporabo herbicida pred vznikom, dopolnjenih z mehanskim in ročnim pletjem zmanjšali večino plevelnega pritiska v zelju. Šele večji padec učinkovitosti pri strategiji S1 (51 %) in precejšnja izmerjena suha plevelna biomasa (652 g/m²) je vplivala tudi na nižji pridelek v primerjavi z najboljšimi preučevanimi strategijami. Ta je bil manjši za kar 52 t/ha.

Na kontrolnih parcelicah (K), kjer je bil pritisk plevela izrazito velik pa je pridelek skoraj popolnoma propadel. Podobno so poročali tudi Roberts in sod. (1976), ki so ugotovili, da naravne populacije plevelov v številu 50 do 540 rastlin na m² lahko zmanjšajo tržni pridelek zelja za 47-100 % v primerjavi s pridelki na površinah brez plevela

Rezultati iz nakazujejo, da mora biti stopnja uravnavanja plevelne populacije v letih z močnim pritiskom plevela višja, saj lahko v nasprotnem pridelek popolnoma propade. Tako je ob večjem pritisku plevela, kljub dobrim rezultatom učinkovitosti po uporabi herbicida pred vznikom mesec dni po presajanju, razvoj plevela v naslednjih tednih močno napredoval in na parcelicah kjer ni bilo dodatnih ukrepov za zatiranje plevela, zmanjšal pridelek za skoraj 60 %.

Uporaba herbicida pred vznikom samo v vrstah, ki ji sledi okopavanje se je prav tako izkazala za primerno strategijo zmanjšane rabe herbicidov. Ob 60 % manjši porabi herbicida so se pridelki znižali le za 9 % v primerjavi z uporabo herbicida pred vznikom po celotni površini (100 %) v kombinaciji z okopavanjem.

POSKUSI Z OŽIGANJEM

Veliko pridelovalcev v trajnostnih oblikah kmetovanja pričakuje večji delež ročnega dela. Ker zakoni večinoma zgolj omejujejo uporabo kemičnih sredstev in ne promovirajo alternativ, smo preizkusili učinkovitost oziroma ekonomičnost ožiganja plevela. Z večkratnim ožiganjem bi praviloma lahko zatrli vse plevela, medtem ko z okopavanjem lahko plevela, ki se razmnožujejo s koreninami, še bolj razširimo po obdelovani površini. Pomembne prednosti ožiganja plevela so, da ne poškodujejo strukture zemlje in organizmov v zemlji, poleg tega pa je primerno za ekološko kmetovanje (Korres in sod., 2018).

LETO 2019

Prvi poskus

Prvi poskus smo izvedli na korenju, sorti Newhall, proizvajalca Beio z Nizozemske. V poskus so bila vključena sledeča obravnavanja.

1. Ožiganje z nošenim strojem za ožiganje.
2. Okopavanje z dvovrstnim okopalnikom.
3. Škropljenje s herbicidom Stomp Aqua.
4. Kontrola.

Poskusna parcela je bila jeseni preorana z obračalnim plugom. Spomladi pred setvijo smo opravili osnovno gnojenje z mineralnim gnojilom NPK 7-20-30 v odmerku 500 kg/ha. Nato smo parcelo obdelali z vrtavkasto brano do globine 20 cm v dveh prehodih. Naslednji dan (29. 3. 2019) smo oblikovali grebene z dvovrstnim osipalnikom. Grebeni so bili trapezne oblike z višino 25 cm in širino vrha 25 cm. Nato smo na sredino grebena ročno posadili korenje v razdalji 3 cm med semeni. Medvrstna razdalja je znašala 75 cm. Dolžina parcele pri posameznem obravnavanju je znašala 10 m.

Pri obravnavanju 1 smo korenje ožigali z nošenim ožigalnikom Ecobrena v treh terminih. V vsakem terminu sta bila dva prehoda z nošenim ožigalnikom po poskusni parceli.

1. 7. 6. 2019
2. 3. 7. 2019
3. 23. 7. 2019

Obravnavanje 2 je vključevalo okopavanje z dvovrstnim okopalnikom Tehnos s togimi nogačami. Okopavanje smo izvedli 2. 7. 2019. Kasneje okopavanja nismo več izvajali. Pri obravnavanju 3 smo parcelo poskropili s herbicidom Stomp Aqua (aktivna snov: pendimetalin) v odmerku 2,9 l/ha takoj po setvi. Predhodno smo grebene omočili z vodo, da je bilo doseženo boljše delovanje herbicida, ki potrebuje talno vlago. Škropljenje smo izvedli z ročno škropilnico Solo 425 in tlakom škropljenja 3,0 bar. Uporabili smo dolgo izvedbo šobe z zmanjšanim zanašanjem ID 120-04. Obravnavanje 4 je pomenilo kontrolno parcelo, na kateri nismo izvajali varstva pred pleveli. Pri vseh obravnavanjih smo predhodno popisali plevela po metodi Braun-Blanquet (Diersche, 1994). Določili smo skupno pokrovnost pri posameznem obravnavanju in še pokritost s posameznimi plevelnimi vrstami. Nato smo popisali plevela še po ožiganju, tako da smo ovrednotili učinek ožiganja.

Drugi poskus

Pri drugem poskusu smo ugotavljali učinkovitost ožiganja na parceli, ki je bila predhodno obdelana z vrtavkasto brano (slika 61) in na kateri so se že pojavili pleveli. Dolžina parcele je znašala 40 m in širina 1,5 m. Parcelo smo ožigali v dveh prehodih traktorja in nošenega stroja za ožiganje. Ravno tako smo popisali plevela pred ožiganjem in po ožiganju.



Slika 61: Parcela, predhodno obdelana z vrtavkasto brano

Tretji poskus

V tretjem poskusu smo izvajali ožiganje na gredici, oblikovani s strojem za oblikovanje gredic (slika 62) Mas Super AF 140, z delovno širino 1,5 m. Pri prvem terminu ožiganja na gredici ni

bilo prisotnih plevelov. Plevela smo popisali pred ožiganjem in po ožiganju. V drugem in tretjem poskusu smo ožiganje s strojem izvedli v istih terminih kot v prvem poskusu, in sicer 7. 6. 2019, 3. 7. 2019 in 23. 7. 2019.

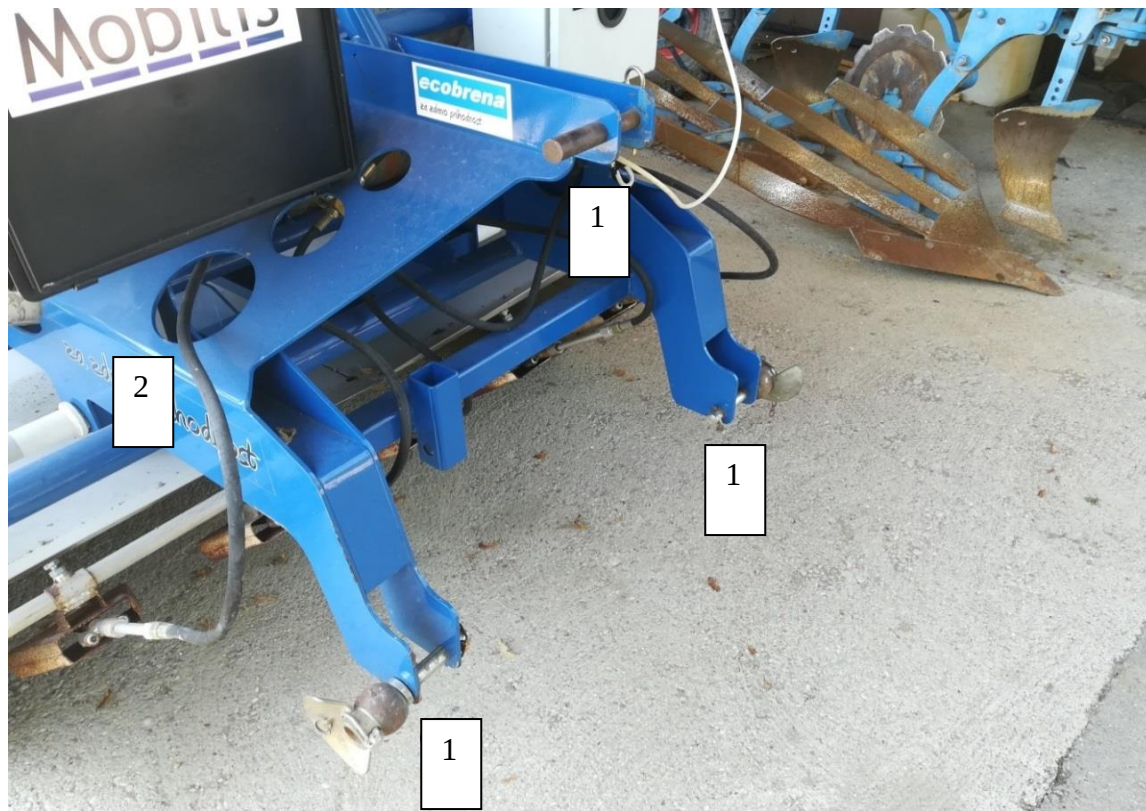


Slika 62: Oblikovana gredica iz tretjega poskusa

Opis stroja za ožiganje

Pri poskusu smo uporabljali stroj za ožiganje Ecobrena proizvajalca Mobilis. Ecobrena je nošen stroj z delovno širino 1,5 m, namenjen ožiganju po celotni delovni širini stroja. Z nekaj dodelavami ali uporabo zaščitne pločevine se lahko stroj uporabi tudi za medvrstno ožiganje plevelov. Sestavni deli stroja za ožiganje Ecobrena so:

- tritočkovni priklop,
- osnovno ogrodje,
- jeklenke, napolnjene s propanom,
- ventil za regulacijo pretoka plina,
- upravljalnik za vklop plamena,
- šobe za plamen,
- zaščitna pločevina,
- napajalni kabel (se priključi na 12V vtičnico v traktorju).



Slika 63: Tritočkovni priklop (1 - Tritočkovni priklop, 2 - Osnovno ogrodje)



Slika 64: Šobe za plamen (6)

Na cevi, na kateri so pritrjene šobe, lahko nastavimo kot šob, oddaljenost od tal in razdaljo med šobami (slika 64).



Slika 65: Stroj za ožiganje Ecobrena (2 – osnovno ogrodje, 3 – jeklenke s propanom, 7 – zaščitna pločevina; foto: Vučajnk F., 2019)

Pred pričetkom dela odpremo jeklenke, preklapimo glavno stikalo (slika 66) (s tem začne iz šob izhajati količina plina, potrebna za ohranjanje plamena) in z gorilnikom vžgemo plin, ki izhaja iz šob. Ob pričetku dela stroj spustimo na delovno višino, preklapimo stikalo preklop plamena (slika 66) in pričnemo z vožnjo. Intenzivnost ožiganja uravnavamo s hitrostjo vožnje in ventilom za regulacijo pretoka plina.



Slika 66: Omarica z ventilom za regulacijo pretoka plina (levo; 4 - Ventil za regulacijo pretoka plina, 8 - Napajalni kabel), upravljalnik za vklop plamena (desno)

MERITVE

Poraba plina in hitrost pri ožiganju

Hitrost pri ožiganju smo izračunali tako, da smo merili čas pri ožiganju na 40 m dolgi parceli. Poskusno parcelo smo prevozili v štirih prehodih traktorja in ožigalnika. Tako je skupna dolžina znašala 160 m in širina 1,5 m, kar pomeni 240 m². Pred ožiganjem smo na elektronski tehtnici stehali maso traktorja in stroja za ožiganje. Za tehtanje smo uporabili tehtnico proizvajalca Schrran engineering model Avery Weigh-tronix 640XL (slika 67). Nato smo izvedli ožiganje in ponovno stehali traktor in stroj za ožiganje. Iz razlike mas pred in po ožiganju smo izračunali maso porabljenega plina pri ožiganju. Pri poskusu smo predvideli, da je poraba goriva primerljiva z ostalimi metodami zatiranja plevelov.



Slika 67: Tehtnica, uporabljena za tehtanje traktorja (levo), merilna plošča tehtnice Avery Weigh-tronix (desno)

Popis plevelov in učinkovitost

Za popis plevelov smo uporabili kovinski okvir z dimenzijami 1 m x 1 m (slika 68). Pomagali smo si s Priročnikom za računanje krmne vrednosti travne ruše, navodilo za pripravo študentskega herbarija in seznam pomembnejših travniških, plevelnih, kmetijskih in lesnatih rastlin (Sinkovič in sod., 2009). Popise smo izvedli po metodi Braun-Blanquet in z njej pripadajočimi razponi pokrovnosti (Preglednica 28) (Diersche, 1994). Plevela na posameznih poskusnih parcelah smo popisali pred ožiganjem in takoj po ožiganju. Na podlagi popisov plevelov smo izračunali učinkovitost ožiganja.

Preglednica 28: Braun-Blanquetova skala in razpon pokrivenosti plevelov (Diersche, 1994)

Pokrovnost, številčnost (Braun-Blanquet)	Razpon pokrivenosti	Srednja vrednost
5	75–100 %	87,5 %
4	50–75 %	62,5 %
3	25–50 %	37,5 %
2	5–25 %	15,0 %
1	1–5 %	2,5 %
+	< 1 %	0,1 %



Slika 68: Popis plevelov po metodi Braun-Blanquet

Pridelek

Dva dni po zadnjem terminu ožiganja, 26. 7. 2019, smo pobrali pridelek s posameznih poskusnih parcel na površini 1 m². To je pomenilo pri medvrstni razdalji 75 cm razdaljo v vrsti 1,33 m. Korenje smo izkopali ročno z lopato in vilami. Skupno maso listov in podzemnih delov smo stehali na tehtnici DE 60K5NL proizvajalca Kern (slika 69). Na podlagi teh podatkov smo izračunali pridelek na hektar pri posameznih obravnavanjih.



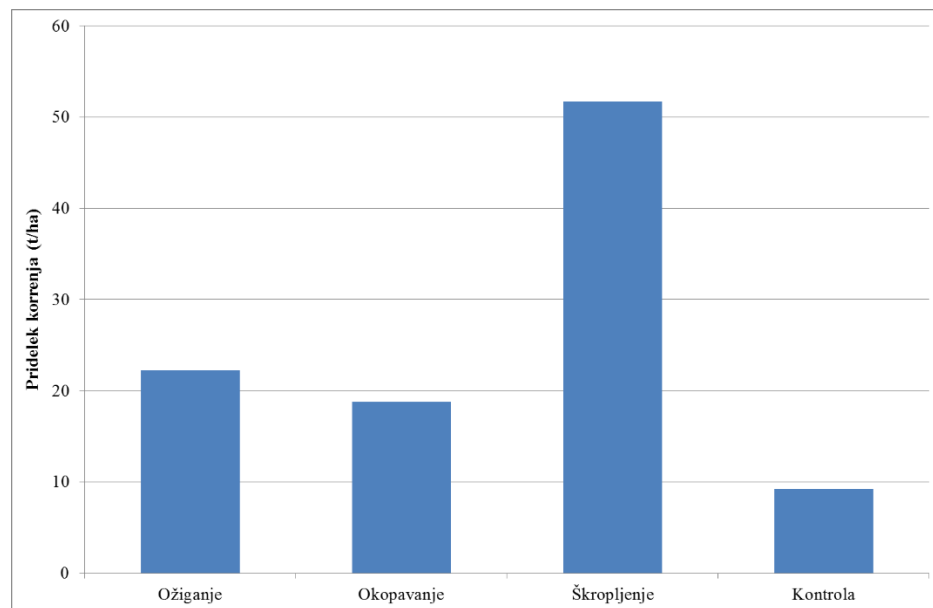
Slika 69: Tehtnica, uporabljena za tehtanje pridelka

Rezultati

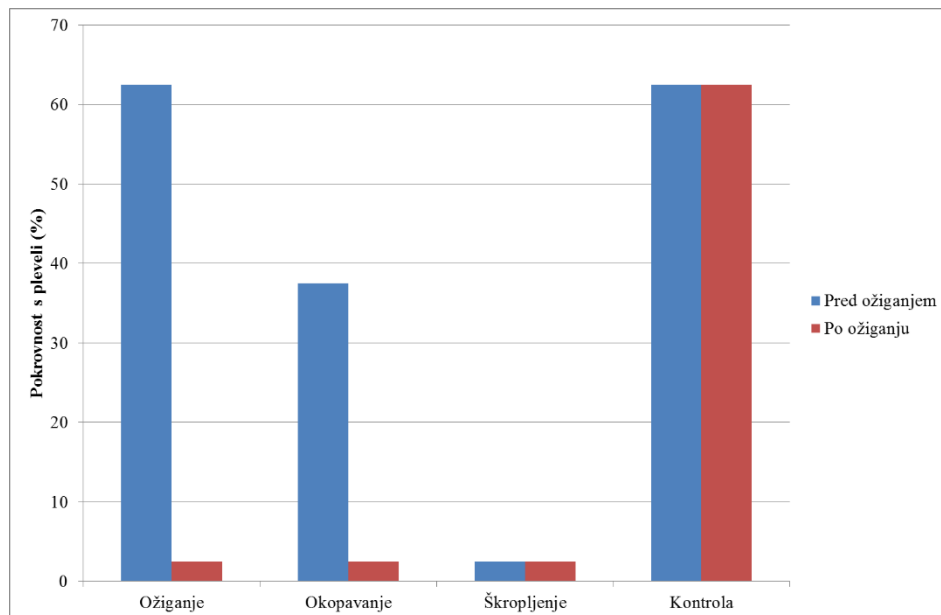
Rezultati prvega poskusa

Pridelek korenja

Ob pobiranju pridelka korenja in tehtanju le-tega smo ugotovili, da je bil največji pridelek korenja na škropljeni parceli (51,70 t/ha), ki ji sledi ožigana parcela (22,25 t/ha), nato pa okopavana parcela (18,75 t/ha). Najnižji pridelek je bil na kontrolni parceli, in sicer je znašal 9,20 t/ha (slika 70).

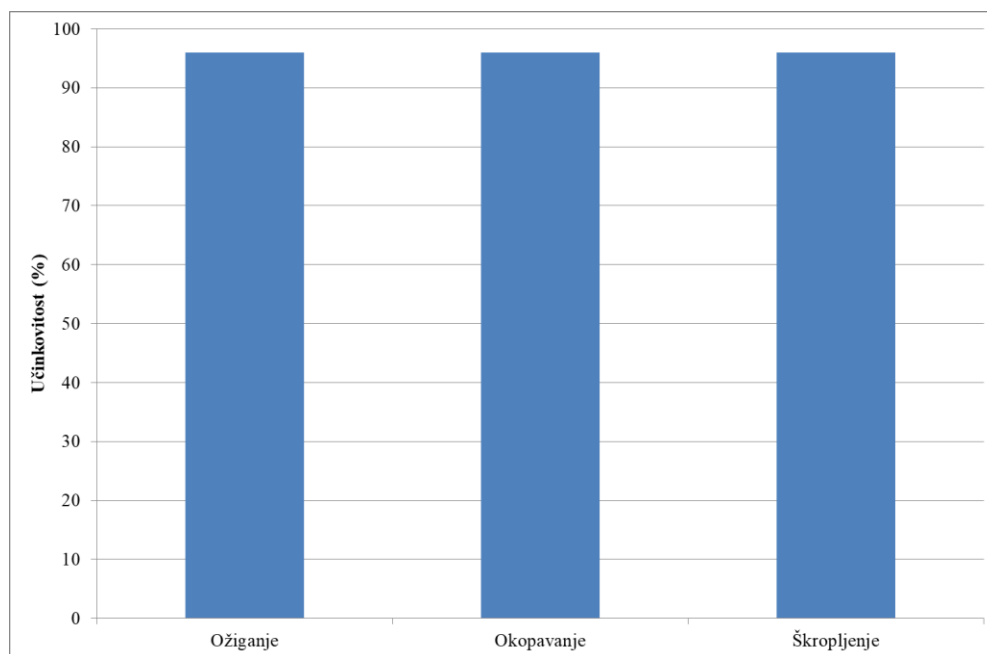


Slika 70: Pridelek korenja v tonah na hektar ob posameznih obravnavanjih



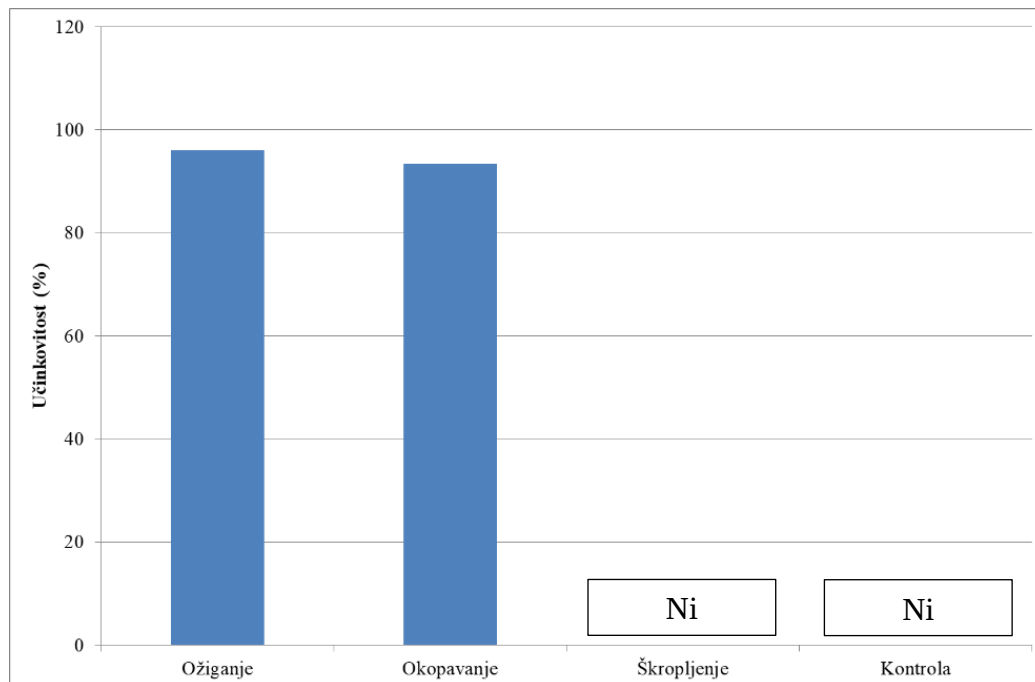
Slika 71: Pokrovnost s pleveli pred in po prvem ožiganju

Pred prvim ožiganjem in okopavanjem sta bili parceli ožiganje in kontrola z 62,5 % najbolj pokrite s plevelom. Parcela, na kateri smo izvedli okopavanje, je bila manj pokrita (s 37,5 %), najmanj pa škropljena parcela z 2,5 % pokrovnostjo. Po prvem ožiganju in okopavanju je bila kontrola najbolj zapleveljena (62,5 %), medtem ko so ožiganje, okopavanje in škropljenje imele manjšo pokrovnost s pleveli (2,5 %) (slika 71).



Slika 72: Učinkovitost obravnavanj glede na kontrolo

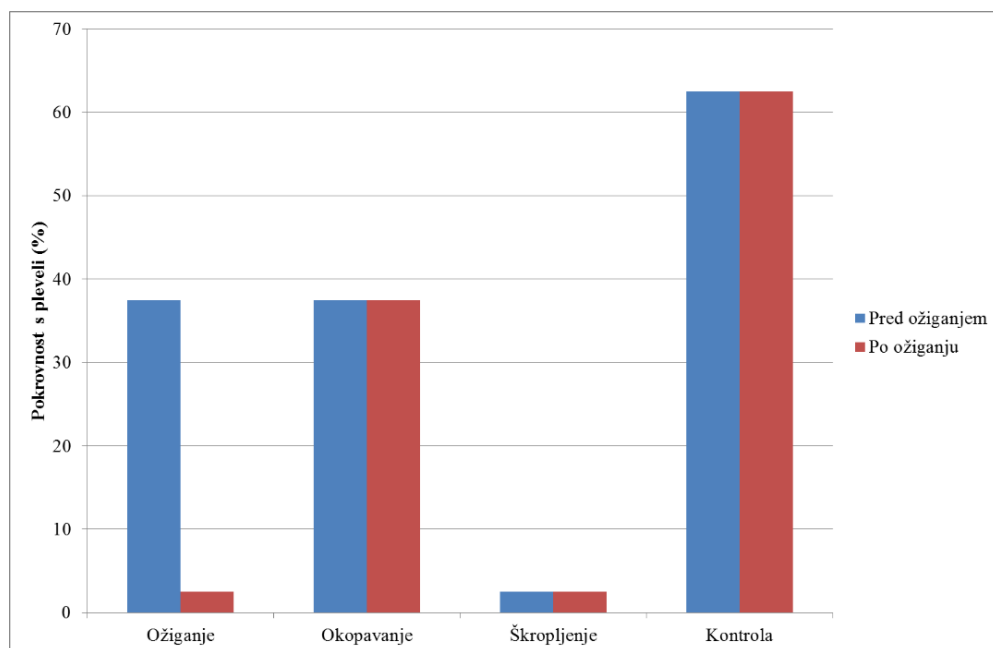
Glede na kontrolo so bila vsa tri obravnavanja s 96 % enako učinkovita z vidika pokrovnosti s pleveli (slika 72).



Slika 73: Učinkovitost obravnave glede na prejšnje stanje

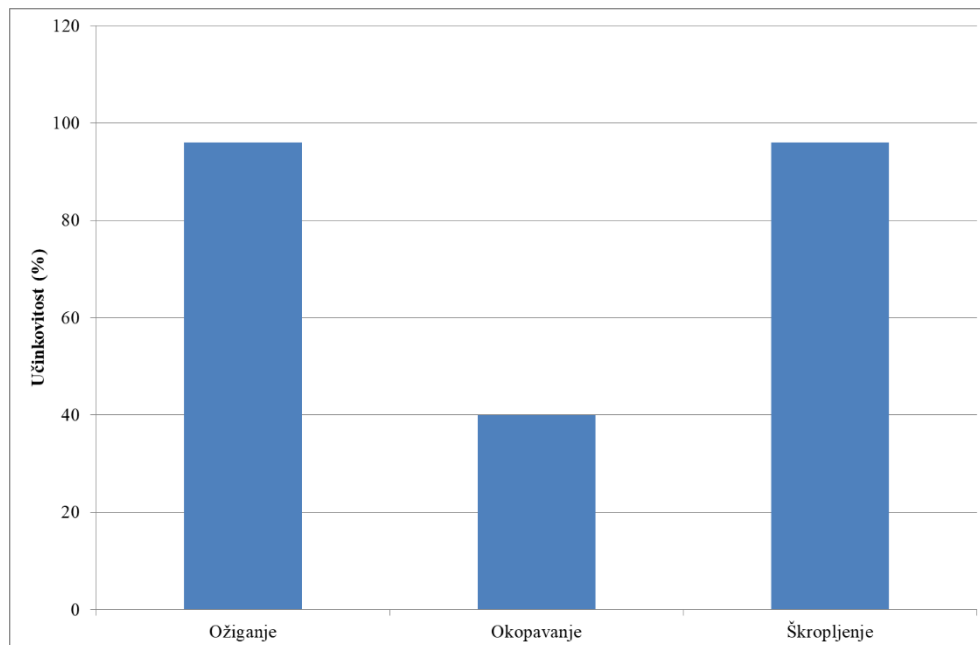
Glede na pokrovnost s pleveli pred ožiganjem je bila dosežena 96 % učinkovitost po ožiganju. Za 94 % smo zmanjšali pokrovnost s pleveli na parceli, kjer smo izvedli okopavanje (slika 73).

Pokrovnost s pleveli v korenju pri drugem ožiganju



Slika 74: Pokrovnost s pleveli pred in po drugem ožiganju

Pred drugim ožiganjem je imela kontrola najvišjo pokrovnost s pleveli (62,5 %). Istočasno sta tako ožiganje kot tudi okopavanje imela drugo najvišjo pokrovnost (37,5 %), škropljenje pa najnižjo (2,5 %). Po ožiganju se je pokrovnost s pleveli na ožigani parcela spustila na 2,5 % (slika 74).



Slika 75: Učinkovitost obravnavanj glede na kontrolo – 2. ožiganje

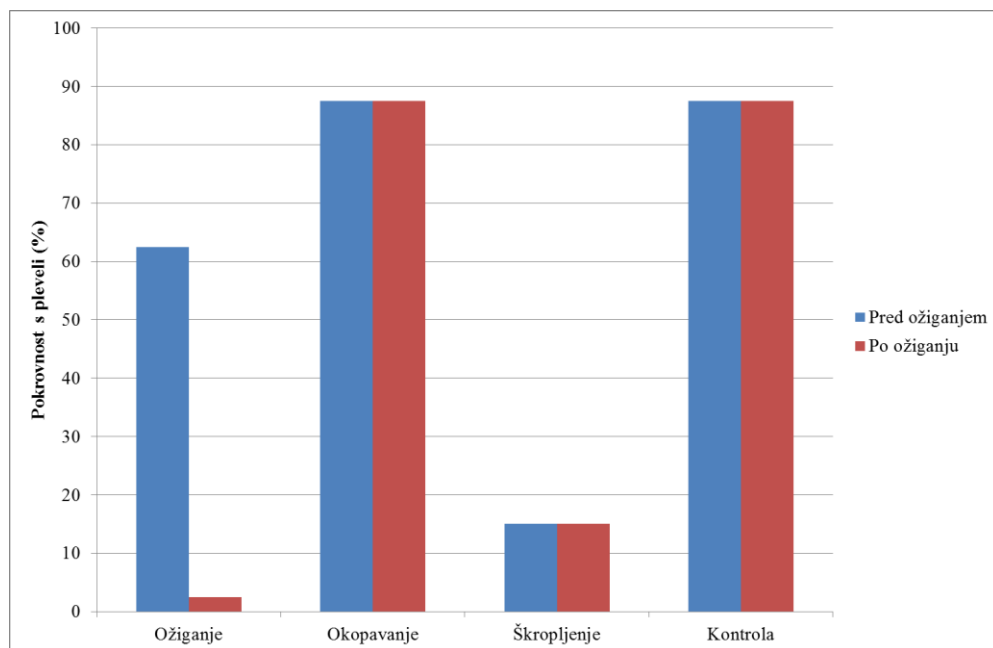
V primerjavi s kontrolno parcelo sta bili parceli ožiganje in škropljenje najbolj učinkoviti s 96 %. Sledilo je okopavanje s 40 % učinkovitostjo (slika 75).

Preglednica 29: Učinkovitost drugega ožiganja glede na stanje pred ožiganjem

Obravnavanje	Učinkovitost (%)
Ožiganje	93,3

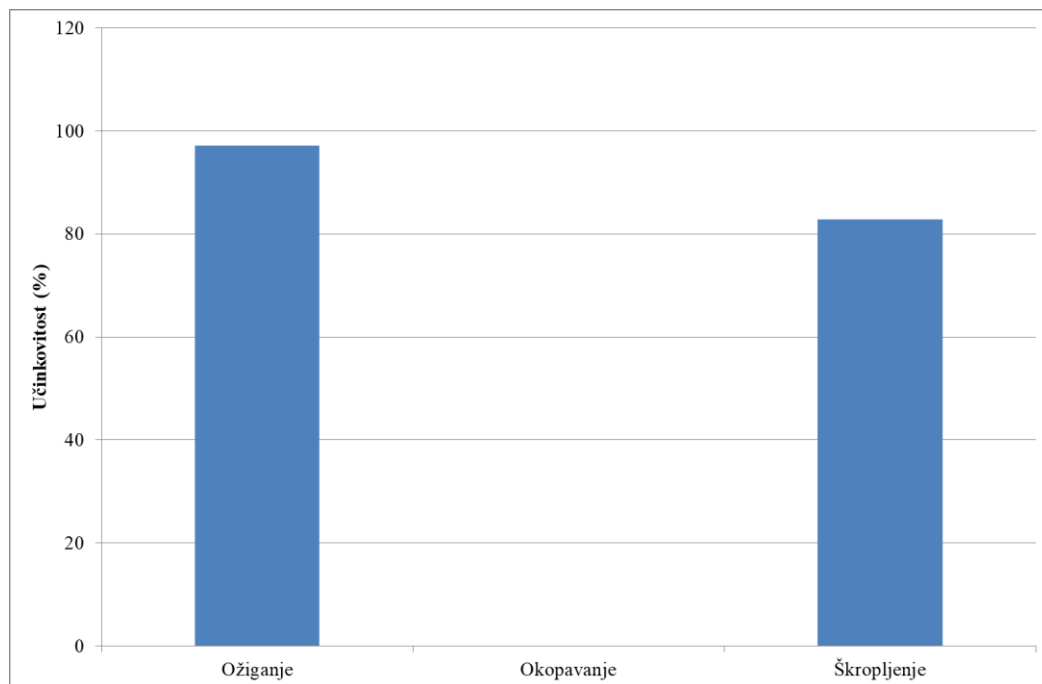
Glede na stanje pred ožiganjem je bilo ožiganje 93,3 % uspešno (Preglednica 29).

Pokrovnost s pleveli v korenju pri tretjem ožiganju



Slika 76: Pokrovnost s pleveli pred in po tretjem ožiganju

Pred tretjim ožiganjem sta imeli parceli okopavanje in kontrola najvišjo pokrovnost s pleveli (87,5 %). Sledilo je ožiganje z 62,5 % in najmanjšo pokrovnost je imela škropljena parcela s 15 %. Po ožiganju se je na ožigani parceli pokrovnost zopet zmanjšala na 2,5 % (slika 76).



Slika 77: Učinkovitost obravnavanj glede na kontrolo

Pri tretjem ožiganju je bila učinkovitost ožiganja 97,1 %, ki mu je sledilo škropljenje (82,8 %), medtem ko pri okopavanju ni bilo učinka (slika 77).

Preglednica 30: Učinkovitost tretjega ožiganja glede na stanje pred ožiganjem

Obravnavanje	Učinkovitost (%)
Ožiganje	96

Po tretjem ožiganju je bila učinkovitost v primerjavi s stanjem pred ožiganjem 96 % (Preglednica 30).

Rezultati drugega poskusa

Pokrovnost s pleveli na obdelani parceli pri prvem ožiganju

Preglednica 31: Pokrovnost s pleveli na obdelani parceli pred in po prvem ožiganju ter učinkovitost ožiganja

Obravnavanje	Pokrovnost pred (%)	Pokrovnost po (%)	Učinkovitost (%)
Obdelana parcela z vrtavkasto brano	37,5 ± 0,0	0,1 ± 0,0	99,7 ± 0,0

Pred ožiganjem je bila pokrovnost na obdelani parceli z vrtavkasto brano 37,5 %. Po ožiganju se je pokrovnost s pleveli zmanjšala na samo 0,1 %. Z ožiganjem smo dosegli kar 99,7 % učinkovitost glede na pokrovnost s pleveli pred ožiganjem (Preglednica 31).

Pokrovnost s pleveli na obdelani parceli pri drugem ožiganju

Preglednica 32: Pokrovnost s pleveli na obdelani parceli pred in po drugem ožiganju ter učinkovitost ožiganja

Obravnavanje	Pokrovnost pred (%)	Pokrovnost po (%)	Učinkovitost (%)
Obdelana parcela z vrtavkasto brano	45,8 ± 8,3	0,1 ± 0,0	99,8 ± 0,0

Pred drugim ožiganjem je bila v primerjavi s prvim ožiganjem pokrovnost s pleveli večja (45,8 %). Po ožiganju se je pokrovnost spet zmanjšala na 0,1 %. Ob drugem ožiganju smo dosegli enako učinkovitost kot pri prvem (99,8 %) (Preglednica 32).

Pokrovnost s pleveli na obdelani parceli pri tretjem ožiganju

Preglednica 33: Pokrovnost s pleveli na obdelani parceli pred in po tretjem ožiganju ter učinkovitost ožiganja

Obravnavanje	Pokrovnost pred (%)	Pokrovnost po (%)	Učinkovitost (%)
Obdelana parcela z vrtavkasto brano	87,5 ± 0,0	0,1 ± 0,0	99,9 ± 0,0

S 87,5 % pokrovnostjo je bila pred tretjim ožiganjem obdelana parcela najbolj zapleveljena. Po ožiganju se je pokrovnost zopet zmanjšala na 0,1 %. Zaradi te razlike je bilo tretje ožiganje najbolj učinkovito z 99,9 % (Preglednica 33).

REZULTATI TRETJEGA POSKUSA

Pokrovnost s pleveli na gredici pri prvem ožiganju

Preglednica 34: Pokrovnost s pleveli na gredici pred in po prvem ožiganju ter učinkovitost ožiganja

Obravnavanje	Pokrovnost pred (%)	Pokrovnost po (%)	Učinkovitost (%)
Gredica	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,0 ± 0,0

Ker je bila gredica pripravljena nekaj dni pred ožiganjem, na njej ni bilo vidnih plevelov. Zaradi tega ni bilo učinka po ožiganju (Preglednica 34).

Pokrovnost s pleveli na gredici pri drugem ožiganju

Preglednica 35: Pokrovnost s pleveli na gredici pred in po drugem ožiganju ter učinkovitost ožiganja

Obravnavanje	Pokrovnost pred (%)	Pokrovnost po (%)	Učinkovitost (%)
Gredica	15,0 ± 0,0	0,1 ± 0,0	99,3 ± 0,0

Pred drugim ožiganjem je pokrovnost s pleveli narasla na 15,0 %. Z ožiganjem se je pokrovnost spustila na 0,1 %. Ožiganje je zato 99,3 % učinkovito (Preglednica 35).

Pokrovnost s pleveli na gredici pri tretjem ožiganju

Preglednica 36: Pokrovnost s pleveli na gredici pred in po tretjem ožiganju ter učinkovitost ožiganja

Obravnavanje	Pokrovnost pred (%)	Pokrovnost po (%)	Učinkovitost (%)
Gredica	62,5 ± 0,0	0,1 ± 0,0	99,8 ± 0,0

Pokrovnost s pleveli na gredici je bila pred tretjim ožiganjem najvišja z 62,5%. Z 99,8 % učinkovitostjo se je po ožiganju pokrovnost zmanjšala na 0,1 % (Preglednica 36).

PORABA PLINA IN HITROST PRI OŽIGANJU

Preglednica 37: Poraba plina in hitrost pri ožiganju

Hitrost ožiganja (km/h)	Poraba plina (kg/ha)
0,8	500

Hitrost pri ožiganju je znašala 0,8 km/h. Povprečna poraba plina pri tej hitrosti znaša 500 kg/ha (Preglednica 37).

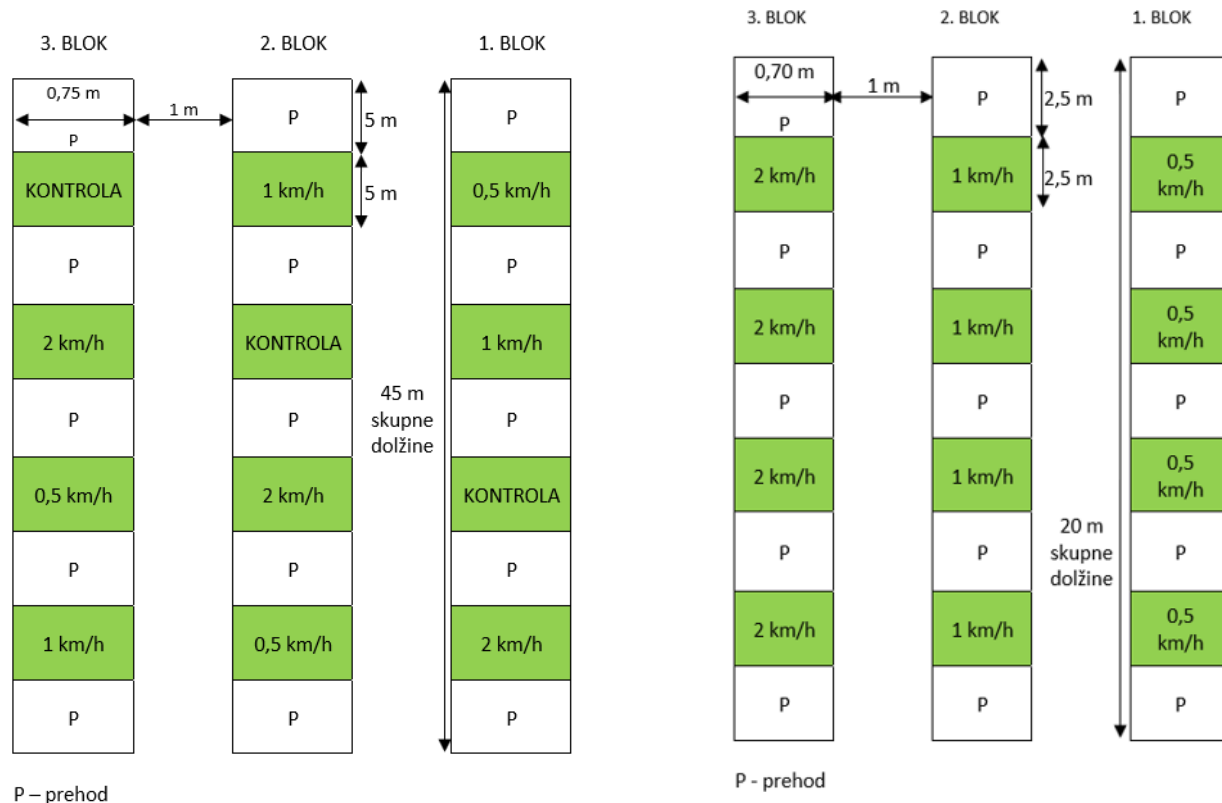
LETO 2020

ZASNOVA POSKUSA

Poskuse smo izvedli na poskusnem polju Biotehniške fakultete na Jamnikarjevi 101 v Ljubljani. Razpredelnici (slika 78) prikazujeta razporeditev parcel z merami in s hitrostmi delovnega stroja ob ožiganje plevela.

Poskuse ožiganja smo izvedli na čebuli Stuttgart Rieser (proizvajalec Seklos, Nizozemska) ter korenju sorte Newhall (proizvajalec Beio, Nizozemska). Najprej smo parcele obdelali z vrtavkasto brano, nato pa smo jih ožgali z nošenim ožigalnikom. Po ožiganju smo na parcelah posadili čebulo in korenje. Ožigali smo v treh časovnih terminih:

- 07. 05. 2020
- 02. 06. 2020
- 29. 06. 2020



Slika 78: Razdelitev parcel čebule (levo) in parcel korenja (desno)

OPIS STROJA ZA OŽIGANJE

Pri poskusu smo uporabljali stroj za ožiganje Ecobrena podjetja Mobilis. Eden od strojev je nošen delovni stroj, ki ima širino ožiganja 1,5 metra in je namenjen ožiganju po celotni delovni širini stroja. Drugi stroj pa je ožigalnik za medvrstno ožiganje s delovno širino ene ožigalne komore 0,75 metra. Pri tem stroju sta obe komori variabilni. Sestavni deli stroja so osnovno ogrodje, tritočkovni priklop, s propanom napolnjene jeklenke, zaščitna pločevina, gorilne šobe, upravljalnik za vklop plamena z napajalnim kablom (12 V) ter ventil za regulacijo pretoka plamena. Na slikah v nadaljevanju so predstavljeni sestavni deli stroja za ožiganje.

Preglednica 38: Legenda

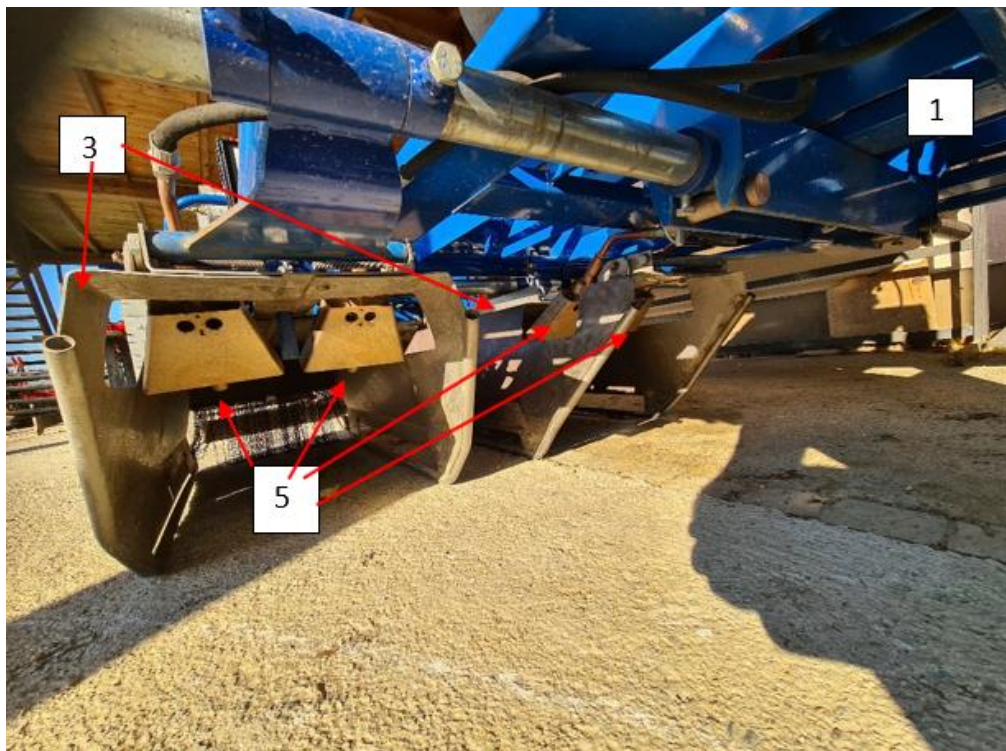
Oznaka	Sestavni deli stroja
1	Osnovno ogrodje
2	Tritočkovni priklop
3	Kovinska zaščita za medvrstno ožiganje
4	Kovinska zaščita za ožiganje
5	Šobe
6	Ventil za pretok plamena
7	Jeklenke
8	Stikalo za vklop plina



Slika 79: Stroj za medvrstno ožiganje



Slika 80: Stroj za medvrstno ožiganje



Slika 81: Šobe in variabilna kovinska zaščita medvrstnega ožigalnika

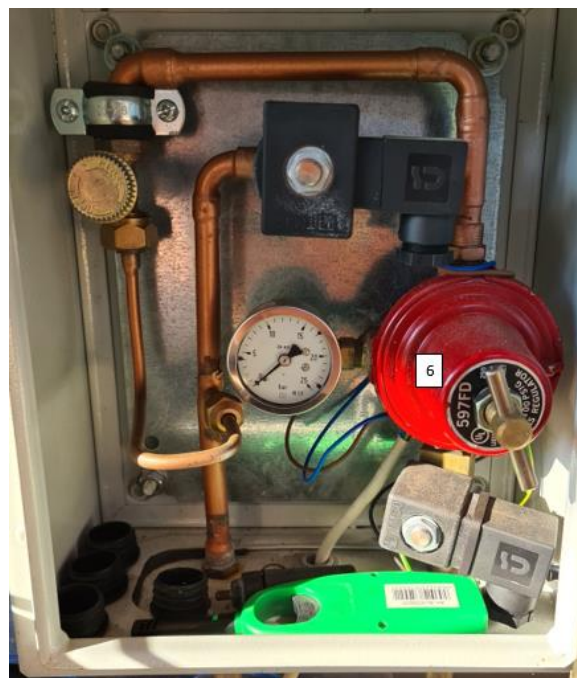


Slika 82: Šobe in kovinska zaščita ožigalnika

Pri gorilnih šobah imamo možnost nastaviti kot ožiganja, oddaljenost šob od tal, reguliramo lahko tudi razdaljo med šobami (slika 82).



Slika 83: Ventil za pretok plina



Slika 84: Stikalo za vklop plamena (levo) in ventil za pretok plina (desno)



Slika 85: Ožiganje sadilne površine pred sejanjem

POTEK DELA

Pred pričetkom ožiganja odpremo ventile na jeklenkah in glavni ventil. Pri gorilnih šobah uravnavamo pretok plina, da plamen med delom ne bo ugasnil. S pomočjo drugega gorilnika vžgemo plin, ko želimo pričeti z ožiganjem, nastavimo stroj na delovno višino ter na stikalu preklapimo plamen. Učinek ožiganja je pogojen s hitrostjo vožnje in pretokom plina.

PORABA PLINA IN HITROST OŽIGANJA

$$\text{Pravilo hitrost (V)} = \frac{s}{t} = \frac{x}{\frac{1}{3600} * 1000} = \frac{3600}{1000} = 3,6 \text{ km/h}$$

$$\text{Obdelana površina} = 75 \text{ m}^2$$

Poraba plina pri hitrosti 0,5 kilometra na uro

Masa pred ožiganjem = 93,680 kg plina

Masa po ožiganju = 91,885 kg plina

Skupna poraba plina = 1,795 kg

Delovna širina = 1,5 metra

Čas (t) = 5 minut 18 sekund = 318 sekund

Dolžina (s) = 50 metrov

$$\begin{aligned} \text{Površinska storilnost (A)} &= \text{hitrost (V)} * \text{delovna širina} = 0,1389 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 1,5 \text{ m} = 0,4784 \text{ m}^2/\text{s} \\ &= 0,4784 \text{ m}^2/\text{s} * 3,6 = 1,722 \text{ ha/h} \end{aligned}$$

$$\text{Teoretična hitrost (V)} = \frac{0,5 \text{ km/h}}{3,6} = 0,1389 \text{ m/s hitrost na prikazovalniku v traktorju}$$

$$\text{Dejanska hitrost (V}_{\text{dej}}\text{): } V = \frac{s}{t} = \frac{50 \text{ metrov}}{318 \text{ sekund}} = 0,1572 \text{ m/s} * 3,6 = 0,566 \text{ km/h}$$

$$\begin{aligned} \text{Poraba plina na m}^2 &= \frac{\text{količina porabljenega plina (kg)}}{\text{površina (m}^2\text{)}} = \\ &= \frac{1,795 \text{ kg}}{75 \text{ m}^2} = 0,0239 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Poraba plina na ha} = 0,0239 \text{ kg/m}^2 * 10,000 \text{ m}^2 = 239 \text{ kg}$$

Poraba plina pri hitrosti 1 kilometer na uro

Masa pred ožiganjem = 91,885 kg

Masa po ožiganju = 90,89 kg

Skupna poraba plina = 0,995 kg

Delovna širina = 1,5 metra

Čas (t) = 3 minute 4 sekunde = 184 sekund

Dolžina (s) = 50 m

Površinska storilnost (A) = hitrost (V) * delovna širina = 0,271 m/s * 1,5 m = 0,406 m²/s
= 0,406 m²/s * 3,6 = 1,4616 ha/h

Teoretična hitrost (V) = $\frac{1 \text{ km/h}}{3,6}$ = 0,278 m/s hitrosti na prikazovalniku v traktorju

Dejanska hitrost (V_{dej}): $V = \frac{s}{t} = \frac{50 \text{ metrov}}{184 \text{ sekunde}} = 0,2717 \text{ m/s} * 3,6 = 0,978 \text{ km/h}$

Poraba plina na m² = $\frac{\text{količina porabljenega plina (kg)}}{\text{površina (m}^2\text{)}} = \frac{0,995 \text{ kg}}{75 \text{ m}^2} = 0,0133 \text{ kg/m}^2$

Poraba plina na ha = 0,0133 kg/m² * 10,000 m² = 133 kg/ha

Poraba plina pri hitrosti 2 kilometra na uro

Masa pred ožiganjem = 90,890 kg

Masa po ožiganju = 90,335 kg

Skupna poraba plina = 0,535 kg

Delovna širina = 1,5 metra

Čas (t) = 1 minuta 32 sekund = 92 sekund

Dolžina (s) = 50 metrov

Površinska storilnost (A) = hitrost (V) * delovna širina = 0,556 m/s * 1,5 m = 0,834 m²/s
= 0,834 m²/h * 3,6 = 3,00 ha/h

Teoretična hitrost (V) = $\frac{2 \text{ km/h}}{3,6}$ = 0,556 m/s

Dejanska hitrost (V_{dej}): $V = \frac{s}{t} = \frac{50 \text{ metrov}}{92 \text{ sekund}} = 0,544 \text{ m/s} * 3,6 = 1,96 \text{ km/h}$

Poraba plina na $m^2 = \frac{\text{količina porabljenega plina (kg)}}{\text{površina (m}^2\text{)}} = \frac{0,535 \text{ kg}}{75 \text{ m}^2} = 0,0071 \text{ kg/m}^2$

Poraba plina na ha = $0,0071 \text{ kg/m}^2 * 10,000 \text{ m}^2 = 71 \text{ kg/ha}$

UGOTOVITVE

Iz rezultatov lahko razberemo da je največja poraba plina pri hitrosti 0,5 km/h, kar znese 239 kg plina na hektar, vendar je pri tej hitrosti in porabi plina učinkovitost največja. Srednjo porabo plina dosežemo pri 1 km/h in sicer 133 kg plina na hektar. Učinki ožiganja pri tej hitrosti so še vidni. Pri hitrosti 2 km/h je poraba plina najmanjša in znaša 71 kg plina na hektar, vendar učinka ožiganja ni mogoče zaznati. Na kontrolni parceli je bila zaraščenost največja, saj se ožiganja ni izvajalo.

Preglednica 39: Količina pridelka na parcelah čebule

HITROST (km/h)	1. BLOK (kg)	2. BLOK (kg)	3. BLOK (kg)	MASA skupaj (kg)	MASA povprečno (kg)
2	6,33	5,40	4,70	16,43	5,48
1	4,58	4,83	5,32	14,73	4,91
0,5	5,05	5,12	5,00	15,17	5,06
Kontrola	6,15	4,61	4,99	15,75	5,25

Kot lahko razberemo iz razpredelnice, smo pri čebuli dosegli največji pridelek – povprečje – na parceli s hitrostjo ožiganja 2 km/h. Razlog je, da je bilo na tej parceli v 1 bloku čebule največ, po velikosti pa je bila največja od vseh parcel čebule. Najmanjši pridelek je bil na parcelah, kjer smo ožigali s hitrostjo 1 km/h in sicer 4,91 kilograma. Na rezultat vpliva lahko tudi zemlja, vendar to ne moremo trditi, saj zemlje pred poskusom nismo analizirali.

Preglednica 40: Količina pridelka na parceli korenja

BLOK	1	2	3
HITROST (km/h)	0,5	1	2
Parcela 1 (kg)	10,73	12,55	15,67
Parcela 2 (kg)	12,20	17,23	15,29
Parcela 3 (kg)	13,59	14,57	12,58
Parcela 4 (kg)	16,72	15,76	9,30
Količina skupaj (kg)	52,84	60,11	52,24
Povprečna količina na parcelo (kg)	13,21	15,03	13,06

Iz preglednice lahko razberemo, da je pridelek korenja, z izjemo parcele 4 (blok 3), zelo dober. Najboljši rezultat smo dosegli na parceli, kjer smo ožigali s hitrostjo 1 km/h in sicer s skupno količino 60,11 kilograma (povprečno 15,03 kilograma/parcelo), pridelano korenje pa je bilo po velikosti tudi največje. Na parcelah, kjer smo ožigali s hitrostjo 2 km/h, je rezultat slabši – pridelali smo 52,24 kilograma korenja (povprečno 13,06 kilograma/parcelo). Najmanjšo zaraščenost s plevli smo imeli na parcelah, kjer smo ožigali s hitrostjo 0,5 km/h, največjo pa na parcelah, kjer smo ožigali s hitrostjo 2 km/h.



Slika 86: Učinki ožiganja pri hitrosti 0,5 km/h pri čebuli (levo: 29. 06. 2020; desno: 09. 07. 2020)



Slika 87: Učinki ožiganja pri hitrosti 1 km/h pri čebuli (levo: 29. 06. 2020; desno: 09. 07. 2020)



Slika 88: Učinki ožiganja pri hitrosti 2 km/h pri čebuli (levo: 29. 06. 2020; desno: 09. 07. 2020)



Slika 89: Kontrolna parcela pri čebuli (levo: 29. 06. 2020; desno: 09. 07. 2020)



Slika 90: Učinki ožiganja pri hitrosti 0,5 km/h pri korenju (levo: 29. 06. 2020; desno: 24. 08. 2020)



Slika 91: Učinki ožiganja pri hitrosti 1 km/h pri korenju (levo: 29. 06. 2020; desno: 24. 08. 2020)



Slika 92: Učinki ožiganja pri hitrosti 2 km/h pri korenju (levo: 29. 06. 2020; desno: 24. 08. 2020)

POPIS PLEVELOV

Plevele smo popisali 07. 05. 2020 na parcelah, kjer je bila čebula, po ožiganju. Rezultati so sledeči:

1 BLOK:

- **A:** 2 km/h – ni vidnega učinka ožiganja
 - Gozdna potočarka (*Rorippa sylvestris*)
 - Navadni plešec (*Capsella bursa-pastoris*)
 - Njivska preslica (*Equisetum arvense*)
 - Njivska škrbinka (*Sonchus arvensis*)
 - Navadna kostreba (*Echinochloa crus-galli*)
- **B:** kontrola – ni bilo ožiganja
 - Navadni plešec (*Capsella bursa-pastoris*)
 - Njivska redkev (*Raphanus raphanistrum*)
 - Njivska škrbinka (*Sonchus arvensis*)
- **C:** 1 km/h – vidni učinki ožiganja
 - Prava kamilica (*Matricaria chamomilla*)
 - Navadni plešec (*Capsella bursa-pastoris*),
 - Njivska redkev (*Raphanus raphanistrum*),
 - Navadna kostreba (*Echinochloa crus-galli*)
- **D:** 0,5 km/h – ožgan ves plevel
 - Navadna kostreba (*Echinochloa crus-galli*)
 - Prava kamilica (*Matricaria chamomilla*)
 - Navadni plešec (*Capsella bursa-pastoris*),
 - Navadni regrat (*Taraxacum officinale*)

2 BLOK:

- **A:** 0,5 km/h – ožgan ves plevel
 - Njivska preslica (*Equisetum arvense*),
 - Navadni regrat (*Taraxacum officinale*),
 - Navadni plešec (*Capsella bursa-pastoris*),
 - Gozdna potočarka (*Rorippa sylvestris*),
 - Njivska redkev (*Raphanus raphanistrum*),
 - Njivski slak (*Convolvulus arvensis*)
 - Zeleni muhvič (*Setaria viridis*)
- **B:** 2 km/h – malo vidnega učinka
 - Prava kamilica (*Matricaria chamomilla*),
 - Gozdna potočarka (*Rorippa sylvestris*),
 - Njivska škrbinka (*Sonchus arvensis*)

- **C:** kontrola – ni bilo ožiganja
 - Prava kamilica (*Matricaria chamomilla*)
 - Mrtva kopriva (*Lamium maculatum*),
 - Njivska škrbinka (*Sonchuh arvensis*),
 - Gozdna potočarka (*Rorippa sylvestris*),
 - Navadna loboda (*Atriplex patula*)
- **D:** 1 km/h – ožgano vse z izjemo malih plevelov
 - Prava kamilica (*Matricaria chamomilla*)
 - Njivska škrbinka (*Sonchuh arvensis*),
 - Perzijski jetičnik (*Veronica persica*),
 - Gozdna potočarka (*Rorippa sylvestris*)

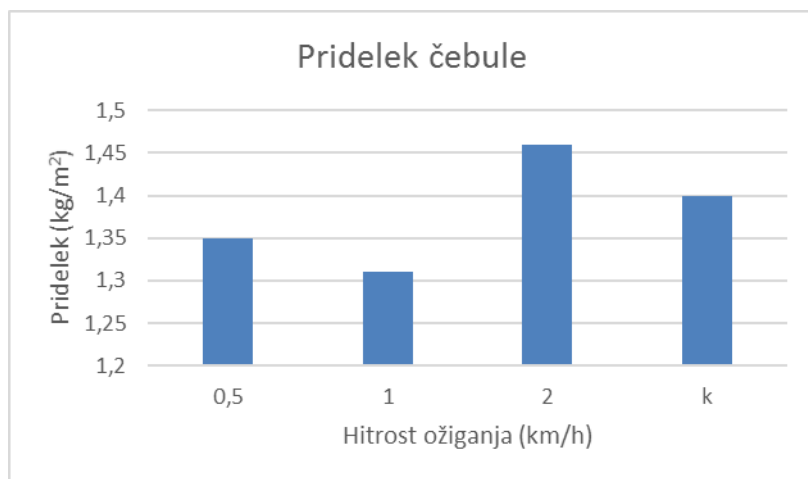
3 BLOK:

- **A:** 1 km/h – učinki ožiganja so vidni
 - Širokolistni trpotec (*Plantago major*),
 - Mrtva kopriva (*Lamium maculatum*),
 - Njivska škrbinka (*Sonchuh arvensis*)
- **B** 0,5 km/h – ožgan ves plevel
 - Navadna kostreba (*Echinochloa crus-galli*),
 - Zeleni muhvič (*Setaria viridis*),
 - Širokolistni pleveli
- **C:** 2 km/h – ni vidnega učinka ožiganja
 - Njivska redkev (*Raphanus raphanistrum*),
 - Njivska škrbinka (*Sonchuh arvensis*),
 - Ptičja dresen (*Polygonum aviculare*),
 - Mrtva kopriva (*Lamium maculatum*),
 - Zeleni muhvič (*Setaria viridis*),
 - Prava kamilica (*Matricaria chamomilla*)
- **D:** kontrola – ni bilo ožiganja
 - Njivska škrbinka (*Sonchuh arvensis*),
 - Navadna loboda (*Atriplex patula*),
 - Mrtva kopriva (*Lamium maculatum*),
 - Navadna kostreba (*Echinochloa crus-galli*)

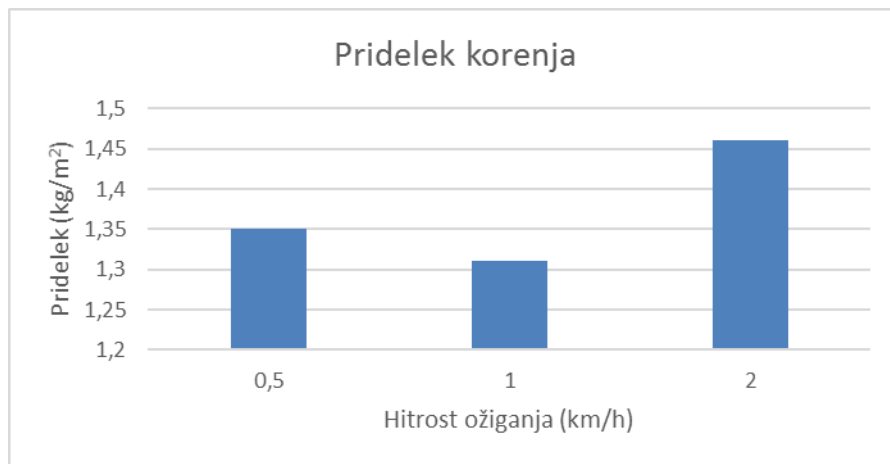
V poskusu smo pričakovali opazne razlike v količini pridelkov med parcelami, katere smo ožigali s različno hitrostjo. Teoretično naj bi bilo največ pridelka na parcelah s hitrostjo ožiganja 0,5 km/h in največjo porabo plina, najmanj pridelka pa na parceli katero smo ožigali s hitrostjo 2 km/h ter najmanjšo poraba plina. Pri prvem ožiganju (07. 05. 2020) so bili pleveli še majhni, vendar pokrivnost že dokaj velika, zato so se učinki ožiganja plevela lepo videli. Pri zadnjem

ožiganju (29. 06. 2020) je bila pokrivnost s pleveli velika, zato so se učinki ožiganja plevela videli slabše.

V primerjavi s pričakovanimi rezultati, glede velikosti pridelka na hitrost ožiganja plevela, so bili rezultati sledeči – pri čebuli je bil največji pridelek na parceli s hitrostjo ožiganja 2 km/h s povprečno maso 5,48 kg/parcelo. Pri korenju pa smo največji pridelek dosegli pri hitrosti ožiganja 1 km/h s povprečno maso pridelka 15,03 kg/parcelo.



Slika 93: Količina pridelka čebule glede na hitrost ožiganja plevela



Slika 94: Količina pridelka korenja glede na hitrost ožiganja plevela

Pri porabi plina pa smo glede na pričakovane rezultate največ plina porabili pri ožiganju pri hitrosti 0,5 km/h, 239 kg/ha, pri hitrosti ožiganja plevela 2 km/h pa smo porabili 71 kg plina na ha. Najbolj učinkovita hitrost ožiganja plevela je 0,5 in 1 km/h, vendar je z vidika porabe plina bolj ugodna hitrost ožiganja 1 km/h.

DISKUSIJA IN ZAKLJUČKI

V poskusu nismo pričakovali tako velike razlike v pridelku na škropljeni parceli in pridelku na parceli, kjer smo izvedli ožiganje. Pridelek je bil na parceli z ožiganjem kar za 57 % nižji kot na škropljeni parceli. Škropljenje s talnim herbicidom smo izvedli takoj po setvi korenja 29. 3. 2019, tako da je bila parcela čista, brez plevelov dolgo časa, medtem ko smo prvo ožiganje izvedli precej kasneje, 7. 6. 2019, ko so bili pleveli že precej razviti, prav tako tudi korenje. Zaradi tega je prišlo do takšne razlike v pridelku. Po našem mnenju bi morali prvo ožiganje opraviti takoj po vzniku plevelov in korenja. Tako se pleveli ne bi razvili in bi imeli bistveno manjši vpliv na pridelek. Kljub temu je bil pri ožiganju za 19 % višji pridelek korenja in nadzemnih delov kot pri okopavanju z dvovrstnim okopalnikom. Tu je treba povedati, da smo ožiganje izvedli trikrat, medtem ko okopavanje samo enkrat. Mogoče bi z večkratnim okopavanjem dosegli višji pridelek.

Pred prvim ožiganjem (7. 6. 2019) je bila že dokaj visoka pokrovnost s pleveli (62,5 %) na parceli, kjer smo izvedli ožiganje, in na kontrolni parceli. To kaže, da smo prvo ožiganje opravili prepozno. Morali bi ga izvesti, ko bi bila pokrovnost s pleveli okoli 15 %. Na parceli, ki je bila kasneje okopana, je bila pokrovnost manjša, in sicer 37,5 %, medtem ko na škropljeni parceli le 2,5 %. To kaže, da je imela škropljena parcela daleč najnižjo zapleveljenost med vsemi obravnavanji. Zaradi tega se je posevek korenja lahko nemoteno razvijal in imel boljše pogoje za rast in razvoj, kar se je nazadnje pokazalo na najvišjem pridelku. Učinkovitost ožiganja v primerjavi s kontrolno parcelo, kjer plevelov nismo zatirali, je bila zelo visoka (96 %) in popolnoma enaka učinkovitosti škropljenja in okopavanja. To kaže na potencial, ki ga ima ožiganje za prihodnost. Ko smo primerjali učinkovitost okopavanja in ožiganja glede na stanje pred okopavanjem in ožiganjem v prvem terminu, smo zopet dosegli nad 90 % učinkovitost pri obeh postopkih. Na škropljeni parceli in kontroli ni bilo razlik v stanju po in pred, kar je razumljivo, saj smo škropljenje izvedli pred 2 mesecema, medtem ko je bila kontrolna parcela nedotaknjena.

Pri drugem ožiganju (3. 7. 2019) nismo opravili tudi drugega okopavanja, tako da ne moremo neposredno primerjati obeh načinov zatiranja plevelov. Pred drugim ožiganjem je pokrovnost s plevelnimi vrstami na ožigani in okopani parceli zopet precej narasla, in sicer na 37,5 %. Ti rezultati nakazujejo, da so zrasli novi pleveli in se je pokrovnost s pleveli povečala. Zaradi tega je treba ožiganje in okopavanje izvajati večkrat v sezoni. Na škropljeni parceli je bila zapleveljenost zelo nizka in enaka kot pri prvem ožiganju (2,5 %), saj so talni herbicidi delovali zelo dobro. Zanimivo je, da se tudi na kontrolni parceli zapleveljenost ni povečala in je ostala enaka kot pri prejšnjem popisu plevelov. Pričakovali smo, da se bo pokrovnost s pleveli na kontroli še povečala. Po koncu drugega ožiganja se je pokrovnost s pleveli zopet zelo zmanjšala na samo 2,5 %, medtem ko je pri drugih postopkih ostala na enaki ravni kot prej, saj teh postopkov nismo več izvajali. Zaradi tega je bila učinkovitost ožiganja v primerjavi s kontrolo 96 % in enaka učinkovitosti škropljenja, kjer je bila zapleveljenost enaka ves čas. Ravno tako smo z ožiganjem zmanjšali pokrovnost s pleveli za 93 %, kar kaže na visoko učinkovitost ožiganja.

Tretjič smo ožiganje korenja izvedli 23. 7. 2019. Na vseh obravnavanih parcelah se je zapleveljenost povečala. Na kontroli in na parceli z okopavanjem je dosegla skoraj 90 %, na parceli z ožiganjem pa 62,5 %, medtem ko je bila na škropljeni parceli najnižja (12,5 %). Tu se zopet lepo vidi učinek delovanja talnih herbicidov tekom rastne dobe. Zopet smo s tretjim ožiganjem dosegli zelo visoko učinkovitost glede na kontrolno parcelo. Ta učinkovitost (nad 96 %) je bila celo višja kot učinkovitost škropljenja (83 %).

Pri ožiganju obdelane parcele z vrtavkasto brano v istih terminih kot ožiganje korenja smo dosegli zelo visoko učinkovitost pri vsakem terminu ožiganja. Prvo ožiganje smo pričeli, ko je bila zapleveljenost že dokaj visoka (37,5 %). Učinek ožiganja je deloval okoli 14 dni, nakar so pognali zopet novi pleveli. Tako je pokrovnost s pleveli pred zadnjim ožiganjem znašala že 87,5 %. Tukaj vidimo, da je potrebno ožiganje ponavljati večkrat. S prvim ožiganjem smo pričeli prepozno.

Poleg obdelane parcele z vrtavkasto brano smo ožiganje izvedli tudi na gredici, oblikovani z gredičarjem Mas Super AF 140, v istih terminih kot pri ostalih dveh poskusih. Pred prvim ožiganjem pleveli še niso vidni, tako da učinkovitosti nismo mogli izračunati. Pred drugim ožiganjem je pokrovnost s pleveli narasla na 15 %. Z ožiganjem smo pokrovnost zmanjšali na minimum in dosegli 99 % učinkovitost. Pred tretjim ožiganjem je zapleveljenost na gredici narasla na 62,5 %, česar nismo pričakovali, vendar smo z ožiganjem dosegli skoraj 100 % učinkovitost. Rezultati kažejo, da učinek ožiganja traja okoli 14 dni, nato zrastejo novi pleveli. Ožiganje ne deluje na semena plevelov v tleh, ampak samo na zrasle plevelce, zato bi bilo priporočilo, da ožiganje začnemo prvič, ko so pleveli vidni, in nato nadaljujemo v dvotedenskih ali tritedenskih presledkih vse dotlej, dokler ne gre rastlina skozi najbolj občutljivo fazo.

Pri ožiganju je bila delovna hitrost zelo nizka in poraba plina zelo visoka. Tukaj bi lahko ožiganje izvedli z višjo hitrostjo (od 3 do 6 km/h), porabo plina pa znižali za 3 do 6 krat, kar imamo namen preizkusiti v prihodnosti. Tako bi povečali tudi površinsko storilnost. Možna bi bila tudi kombinacija ena- do dvakratnega okopavanja in večkratnega ožiganja, kot navajajo Chehade in sod. (2018). Učinek ožiganja in končni vpliv na pridelek je odvisen tudi od vrtnine, ki jo pridelujemo (npr. korenje ali zgodnje zelje itd.). Vsekakor je ta poskus izhodišče za nadaljnje delo, v katerem bomo preizkušali uporabo ožigalnika na različnih vrtninah, z različnimi hitrostmi, z različnimi nastavitvami ožigalnika in tudi v kombinaciji z drugimi stroji za zatiranje plevelov.

ZAKLJUČKI 2019

- Na podlagi rezultatov smo prišli do sledečih sklepov:
- V poskusu na obdelanih tleh in na gredici se je izkazalo, da je ožiganje sicer učinkovita metoda zatiranja plevelov v posevku korenja, kot tudi na gredici vendar je ta učinek zelo kratkotrajen in ima izrazit negativen vpliv na pridelek
- Pri ožiganju smo dosegli za 57 % nižji pridelek korenja z nadzemnimi deli kot pri škropljenju.
- V primerjavi z okopavanjem je bil pridelek korenja in nadzemnih delov pri ožiganju večji za 19 %.
- Pri ožiganju se je kot slabost pokazala nizka delovna hitrost in velika poraba plina na hektar.
- Pri korenju smo z ožiganjem dosegli višjo učinkovitost kot z okopavanjem.
- Gledano v celoti se je glede zatiranja plevelov in količine pridelka za najbolj učinkovito izkazala standardna uporaba talnega herbicida.

ZAKLJUČKI 2020

Na podlagi rezultatov smo prišli do sledečih zaključkov:

- Tudi v letu 2020 smo v posevkih korenja in čebule ugotovili, dober učinek takoj po izvedbi ožiganja, vendar so se pleveli relativno hitro obnovili in povzročili visok izapd pridelka korenja in čebule
- Kot slabost ožiganja plevela se je izkazala tudi visoka poraba plina in nizke delovne hitrosti stroja.
- Rezultati so bili v primerjavi s pričakovanimi rezultati drugačni – največji pridelek je bil pri čebuli na kontrolni parceli, pri korenju pa na parceli s hitrostjo ožiganja 1 km/h.
- Z nižjo delovno hitrostjo se nam poraba plina in učinkovitost ožiganja plevela povečata.

VIRI IN LITERATURA

- Bernik R., Vučajnk F., Zver A. 2009. Zatiranje plevla z ožiganjem. V: Zbornik predavanj in referatov 9. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Nova Gorica, 4. – 5. Marec 2009. Maček J. (ur.). Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 309-315
- Blumenthal D. M., Jordan N. R., Svenson E.L. 2005. Effects of prairie restoration on weed invasions. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 107: 221–230
- Briese D. T. 1996. Biological Control of weeds and fire managment in protected natural areas: are they compatible strategies? *Biological Conservation*, 77, 2–3: 135–141
- Chehade L. A., Fontanelli M., Martelloni L., Frasconi C., Raffaelli M., Peruzzi A. 2018. Effects of Flame Weeding on Organic Garlic Production. *Horttechnology*, 4: 502–508
- Diersche H. 1994. *Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden*. Stuttgart, Eugen Ulmer GmbH & Co.: 683 str.
- Favarato L. F., Souza J. L., Guarconi R. C., Bahiense D. V. 2016. Flamethrower Application Time in Weed Control. *Planta Daninha*, 34: 327–332
- Hoffmann M. 1989. *Abflammtchnik*. (KTBL-Schrift 331). Münster-Hiltrup, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft: 104 str.
- Korres N. E., Burgos N. R., Duke S. O. 2018. *Weed Control: Sustainability, Hazards, and Risks in Cropping Systems Worldwide*. Boca Raton, CRC Press: 663 str.
- Lee N., Thierfelder C. 2017. Weed control under conservation agriculture in dryland smallholder farming systems of southern Africa. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37, 48: doi: 10.1007/s13593-017-0453-7: 25 str.
- Sinkovič T., Batič F., Šircelj H. 2009. Priročnik za računanje krmne vrednosti travne ruše, navodilo za pripravo študentskega herbarija in seznam pomembnejših travniških, plevelnih, kmetijskih in lesnatih rastlin: za študente agronomije, zootehnike in veterine. 3. Izd. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 144 str.
- Walsh M., Newman P. 2007. Burning narrow windrows for weed seed destruction. *Field Crops Research*, 104: 24–30

Možnosti nekemičnega zatiranja plevela v sadjarstvu in preizkus izbranih alternativnih metod

UVOD

Sadjarstvo ima na območju Slovenije razmeroma dolgoletno tradicijo in velik potencial za nadaljnji razvoj, tako zaradi ugodnih pedo-klimatskih razmer kot tudi zaradi pomena sadja v zdravi prehrani. Slovenski sektor sadja ima realne možnosti za tehnološki napredek in velik razvojni in tržni potencial, kar med drugim izvira iz naravnih danosti, tradicije, uveljavljenosti okolju prijaznih načinov pridelave in možnosti za nadaljnji razvoj na tem področju.

Visoka raven uporabe pesticidov je povzročila večjo zaskrbljenost glede vpliva na okolje in zdravje ljudi. Dolgoročna uporaba pesticidov pogosto povzroči manjšo učinkovitost zaradi odpornosti, ki s z leti pojavlja. V skladu z evropskim zelenim dogovorom in natančneje s strategijo s kmetij na vilice EU načrtuje zmanjšati uporabo pesticidov za 50% do leta 2030. To je očitno zelo ambiciozen cilj, ki ga bo izredno težko doseči. Vzporedno in v skladu z Direktivo 2009/128 / ES o trajnostni rabi pesticidov (SUD) so države članice EU oblikovale nacionalne akcijske načrte, katerih cilj je zmanjšanje odvisnosti od pesticidi. V naslednjih letih bo zato zmanjšanje uporabe pesticidov glavna prednostna naloga kmetijske politike po vsej Evropi, kmetje pa bodo morali v tej fazi poiskati ustrezne rešitve.

Pravilno ravnanje s pleveli in vzdrževanje ustrezne biotske raznovrstnosti sadovnjaka sta ključnega pomena za trajnostno upravljanje tal v sadovnjakih. Ključno je izvajati alternativni pristop k zatiranju plevela (enojni ali integrirani), namesto da bi uporabljali samo kemikalije. Integracija sodobne opreme s plitkim sistemom obdelave tal lahko zagotovi učinkovito zatiranje plevela v drevesnih vrstah, vključno z optimizirano zmogljivostjo dreves in biotsko raznovrstnostjo tal. Živa zastirka zavira plevel in povečuje biotsko raznovrstnost sadovnjakov, ključnega pomena pa je izbira manj konkurenčnih in manj privlačnih vrst. Plastične prevleke nudijo dolgoročno zatiranje plevela, vendar so potrebne dodatne spremembe hranil, da se ohrani uravnotežena rodnost tal. Glavni namen tega pregleda je obravnava različnih alternativnih strategij zatiranja plevela in njihove učinkovitosti za upravljanje plevela v sadovnjakih v smislu trajnosti, kakovostnega pridelka sadja in zadovoljive biotske raznovrstnosti sadovnjaka.

V dosedANJI praksi smo rast plevelov preprečevali z uporabo herbicidov. Zaradi negativnega učinka na okolje pri uporabi herbicidov, pa se danes poslužujemo različnih praks za preprečevanje rasti plevelov ali pa tiste z nižjo rastjo celo ohranimo.

MATERIALI IN METODE

Poskus je bil zasnovan v poskusnih nasadih sadjarskega centra Maribor (46° 6' N, 15° 68' E), na sorti Antares® Dalinbel, šibki podlagi M9, vzgojeni kot vitki vretenast grm, z razdaljo sajenja 3,2 x 0,9 m na slabo alkalnih tleh z pH = 7,02 vrednostjo, srednje preskrbljena tla z fosforjem, pretirano preskrbljena z kalijem, dobro preskrbljena z magnezijem, ter vsebnostjo humusa 3,02 %. Tla v nasadu so glinasto ilovnata in negovan kot ledina. Nasad je pokrit z črno protitočno mrežo in ima urejen namakalno oroševalni sistem. Povprečna letna temperatura na lokaciji znaša 10,8° C, letna količina padavin 849 l. V obravnavanjih smo preučevali vpliv različnih mehanskih obdelav tal v pasu pod drevesi z sejano nizko podrastjo ter uporabo glifosata na rodnost in kakovost jablan. Obravnavanja v poskusu smo zasnovali kot prvo; kontrola (herbicid), nizka podrast (nizke trava), nitkanje (kosilnice z nitko Speed green), okopalnik (Orizzinti), mulčenje z odmikom (Perfect).

Vsako obravnavanje je zajemalo 64 dreves, od tega smo na kakovost in količino pridelka vrednotili 10 izenačenih dreves. Med rastno dobo smo opravili analizo vrstne sestave podrasti in plevela z vizualnim bonitiranjem.

Mehansko zatiranje plevelov z različno mehanizacijo (nitkarji, prekopalniki, diskasti prekopalniki) omogoča zatiranje širokega spektra plevelov. Takšen način je cenovno ugoden, z njim pa vplivamo na vsebnost organske snovi v tleh in na hitrost mineralizacije hranil. Je alternativna metoda uporabe herbicidov, vendar je pogosto stroškovno dražja (nakup stroja in delovni čas) in ima možne negativne učinke na kakovost tal. Standardi narekujejo potrebo po ohranjanju in izboljšanju kakovosti tal. Na voljo so različne naprave različnih proizvajalcev za zatiranje plevela.

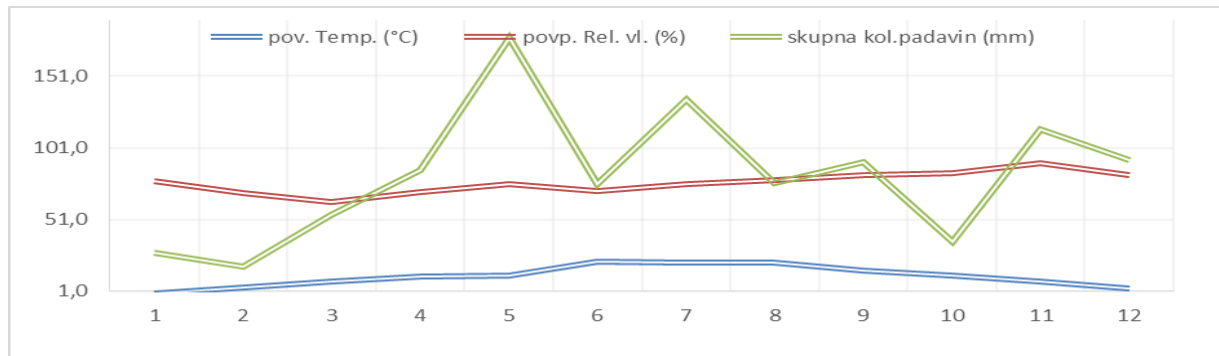
Mehanske obdelave tal smo izvajali s stroji Orizzonti, ki je v osnovi sestavljen iz rezervoarja hidravličnega olja, oljne črpalke, elektromagnetnih ventilov. S traktorsko priključno gredjo poganjamo oljno črpalko, ki olje črpa iz rezervoarja do elektromagnetnih ventilov, te s pomočjo »joystick-ka« upravlja iz traktorja, prilagajamo stroj in vklapljam in izklapljam pogona.

Preglednica 41: Pregled izvedbe mehanskih obdelav v nasadu jablan, 2020

herbicidanje	nitkanje	okopavanje	mulčenje z odmikom
22.04.2020	10.06.2020	10.06.2020	29.04.2020
5.08.2020	7.07.2020	7.07.2020	19.05.2020
	28.08.2020	28.08.2020	22.06.2020
			13.07.2020
			28.08.2020

VREMENSKE RAZMERE V LETU 2020

Leto 2020 so zaznamovali mila zima brez padavin s pojavom suše v kmetijstvu, povprečno topla in suha pomlad, mokro poletje. Na območju Gačnika je v letu 2020 povprečna letna temperatura bila 10,8° C, letna količina padavin pa 849 L.



Slika 95: povprečna vrednost temperature, relativne zračne vlage ter skupna količina padavin.

VRSTNA KOSILNICA Z NITKAM

Pri nitkanju na osnovno pogonski stroj namestimo priključek Speed Green. Ta ima na osi nameščenih 9 kolotov plastičnih niti. Obdelujemo tako, da se os vrtil vzporedno z vrsto niti pa udarjajo pravokotno na smer dreves. Hitrost vrtenja reguliramo z vrtenjem traktorske priključne gredi. Povprečna hitrost traktorja pri obdelavi je 1,5 km/h. Dolžina niti mora biti do 70 cm. Večkrat preverimo dolžino le teh in jih po potrebi ročno podaljšamo. Dodatno smo na priključek namestili plastično zaščito, tako so poškodbe na drevesih po obdelavi zelo majhne ali jih skoraj ni.

Kosilnica z nitko Speed green, ima daljše niti, dolge cca pol metra, ki udarjajo ob rastlinsko maso in jo odrežejo in zdrobijo. Niti so močne in zaradi dolžine razvijejo centrifugalne sile, ki učinkovito odstranijo nadzemne dele trave in drugih zeljnatih rastlin, tudi tiste ob deblih jablan.



Slika 96: Orizzonti-vrstna kosilnica z nitkami.



Slika 97: Orizzonti - vrstna kosilnica z nitkami-tipalo.

Hidravlični premik kosilnice z nitko iz vrste, oz. med trajne rastline krmili tipalo, ko zadene ob deblo, trto, steber ali kol.



Slika 98: Orizzonti - vrstna kosilnica z nitkami-dolge nitke.

Kosilnica z dolgimi nitkami sama ne sega v vrsto, oz. med trajne rastline, pač pa jo voznik vodi tik ob vrsti. V vrsto segajo dolge niti in zdrobijo nadzemne dele zeljnatih rastlin. Če kosilnica naleti na oviro, npr. zadene ob deblo, se mehansko umakne v stran, nazaj pa jo potegne vzmet. Rotor ima v notranjosti nameščene svitke nitk, ki jih je ob obrabi mogoče nekajkrat podaljšati.

MULČENJE Z ODMIKOM

Mulčenje izvajamo z rotacijskim mulčerjem znamke Prefekt, ki ima odmikače nameščene na obeh straneh mulčenja. Pogon odmikača je jermenski, odmik pa mehanski. Ko odmikač zadene drevo se s pomočjo oblazinjenega krožnika zapelje ob drevo. S pomočjo vzmeti se le ta nato vrne v prvotno lego. Pri tem je pomembno da hitrost vožnje ni prevelika, saj le tako odmikač lepo potuje ob drevesi in za seboj pusti čim manj nepokošenih plevelov. Mulčimo s hitrostjo do 2,5 km/h in približno 2000 min⁻¹ motorja.



Slika 99: Rotacijski mulčer Prefekt

ROTACIJSKA FREZA ORIZZONTI

Pri okopavanju na stroj Orizzonti namestimo okopalno glavo ter odmikalno palico. Ta palica je nameščena na vzvod, ki upravlja ventil. Kadar z palico zadenemo ob oviro ali drevo, ta ob pomoči vzvoda premakne ventil, ki spremeni smer toka olja v hidravlični poteznici in tako okopalno glavo odmakne. Ko se palica sprosti se glava premakne nazaj v svojo prvotno lego. Pri obdelavi je pomembna primerna hitrost, da lahko okopljemo dovolj natančno in čim bližje dreves. Povprečna hitrost pri tej obdelavi znaša 1,2 km/h.



Slika 100: Rotacijska freza Orizzonti

NIZKA PODRAST

Nizko podrast so sestavljale rastlinske združbe, ki drevesu niso konkurenčne in so bile optimalno prilagojene na rastišče. Tako so za obstoječi sadovnjak manj konkurenčne rastline, ki potrebujejo veliko svetlobe in toplote (mediteranske rastline) in rastline žitnih združb. Cilj ustvarjene združbe rastlin temelji na mešanici ki zagotavlja pokritost tal skozi vso leto, rastline pa nudijo življenjski prostor mnogim koristnim organizmom. Dodatno imamo erozijsko zaščito in preprečimo izpiranje odvečnih hranil prek zime. Mešanica je bila sestavljena iz naslednjih vrst: poletni zajčji mak (*Adonis aestivalis*), lasasta šopulja (*Agrostis capillaris*), travniški lisičji rep (*Alopecurus pratensis*), goli oves (*Avena strigosa*), navadna ogrščica (*Brassica juncea*), ječmenasta stoklasa (*Bromus hordeaceus*), jalova stoklasa (*Bromus sterilis*), setvena krizantema (*Chrysanthemum segetum*), žabji koprc (*Descurania sophia*), nissolijev grahor (*Lathyrus nissolia*), toga ljuljka (*Lolium rigidum*), muškatni slezlenovec (*Malva moschata*), vonjava kamilica (*Matricaria discoidea*), dvomljivi mak (*Papaver dubium*), drobnosemenska čužka (*Phalaris minor*) in nenavadna čužka (*Phalaris paradoxa*).

REZULTATI

Pri mehanskih obdelavah je pomembno, da je stroj enostaven za uporabo z manj potrebnega vzdrževanja in z nizkimi stroški popravila

Kljub temu, da lahko z mehansko obdelavo poškodujemo drevesa, poskusi kažejo, da obdelava ni imela negativnega vpliva na rast dreves, vsebnost hranil v listih je bila nespremenjena, prav tako ni bilo vpliva na pridelek, velikost in kakovost plodov. Slabost takšnega zatiranja plevelov je ta, da lahko pride do erozije tal, saj so po obdelavi tla gola. Prav tako prihaja do hitrejša razgradnje organske snovi v tleh. Delo lahko omejuje ali pa tudi povsem prepreči slabo vreme – mokra tla. Konkurenčnost podrasti pod drevesi bi lahko odvzemala vodo in v njej raztopljena hranila, kar vpliva na kakovost in količino pridelka. Pri mehanskih obdelavah smo spremljali prisotnost plevelne združbe. Pri različnih obdelavah le ta bila različna. Vizualna ocena plevela nakazuje, da je pri obravnavanju kjer smo trikrat letno pas pod drevesi okopali v večini prisotna kanadska hudoletnica (*Conyza canadensis*), navadna grašica (*Vicia sativa*), navadni regrat (*Taraxacum officinale*) in topolistna kislica (*Rumex obtusifolius*). Pri uporabi nitkarja je bila porast nekoliko drugačna pa vendar je vsebovala nekaj trdovratnih širokolistnih plevelov kot so Ščavjelistna dresen (*Polygonum lapathifolium*) srhkodlakavi ščir (*Amaranthus retroflexus*) in topolistna kislica (*Rumex obtusifolius*). Obravnavanju z konstantnim mulčenjem pa se je ohranila plevelna sestava Navadna kostreba (*Echinochloa crus-galli*), zeleni muhvič (*Setaria viridis*) in topolistna kislica (*Rumex obtusifolius*). Precej drugače je pri nizki podrasti, kjer opazimo da sejan združba izbranih rastlin v dveh vegetacijah popolnoma propade in se obdrži le obstoječa podrast. V pasu pod drevesi se tem obravnavanju nahajajo pleveli; navadni bodič (*Xanthium strumarium*), navadni ščir (*Amaranthus retroflexus*), topinambur (*Helianthus tuberosus*).

Preglednica 42: Sestave plevela po različnih obdelavah po različnih obdelavah

Nitkar (speed green)	Okopalnik	Mulčer z odmikom	Nizka podrast
Ščavjelistna dresen (<i>Polygonum lapathifolium</i>)	Kanadska hudoletnica (<i>Conyza canadensis</i>)	Navadna kostreba (<i>Echinochloa crus-galli</i>)	Navadni bodič (<i>Xanthium strumarium</i>)
Srhkodlakavi ščir (<i>Amaranthus retroflexus</i>)	Navadna grašica (<i>Vicia sativa</i>)	Zeleni muhvič (<i>Setaria viridis</i>)	Navadni ščir (<i>Amaranthus retroflexus</i>)
Topolistna kislica (<i>Rumex obtusifolius</i>)	Navadni regrat (<i>Taraxacum officinale</i>)	Topolistna kislica (<i>Rumex obtusifolius</i>)	Topinambur (<i>Helianthus tuberosus</i>)
	Topolistna kislica (<i>Rumex obtusifolius</i>)		

Skupna pokrovnost vseh vrst rastlinstva pod drevesi, izražena v %, se razlikuje med različnimi obravnavanji. Glede na letni čas in pogoje ohranjanja rastlinja so se sejane nizke trave slabo ohranile. Verjetno gre za vpliv zasenčenosti v pasu, kjer smo podrast sejali ali pa izbrana mešanica ni ustrezala talnim pogojem. V našem poskusu smo v podrast posejali nekatere rastline, ki za severovzhodno Slovenijo niso običajne (*Adonis aestivalis*, *Lolium rigidum*, *Bromus*

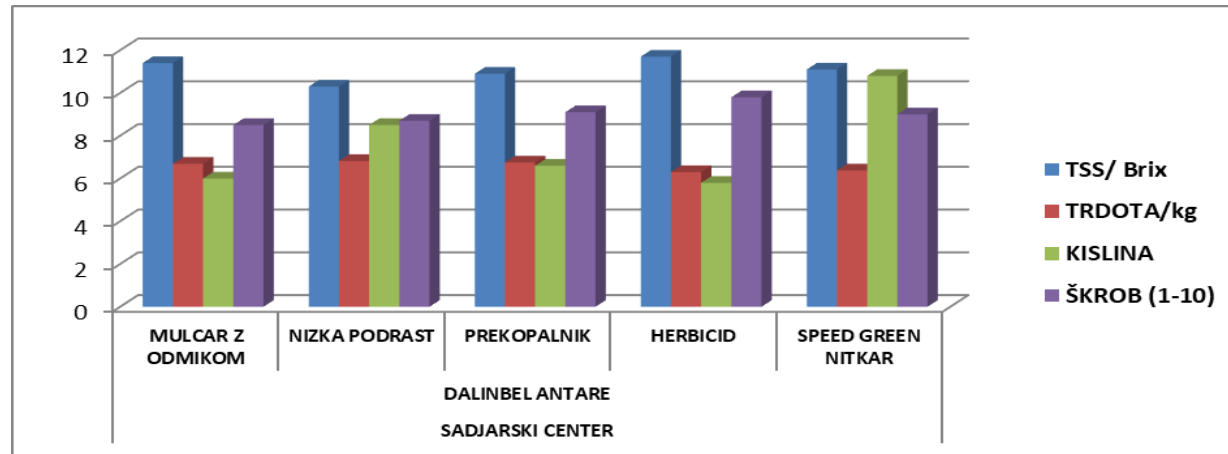
sterillis, *Chrysanthemum segetum*, *Phalaris minor*, *Phalaris paradoxa*, ...). Poskus je pokazal, da se te rastline verjetno dolgoročno ne morejo uspešno ohraniti v sestavi podrasti.

Preglednica 43: Prikaz podatkov o skupni pokrovnosti rastlinstva pod drevesi (delež v %) pri različnih obravnavanjih

Obravnavanje	Skupna pokrovnost (%)	Masa 1m ² suhe snovi posušenih plevelov
Nizka podrast	88,2	160
Herbicidanje	10	30
Nitkanje	91	93
Okopavanje	76	81
Mulčenje z odmikom	96	142

VPLIV OBDELAVE NA KAKOVOST PRIDELKA

Vegetativno rast dreves smo izmerili kot površino prečnega prereza debla (TCSA) na višini debla 20 cm nad cepljenjem mestom na desetih vzorčenih drevesih na vrsto. Pridelek smo vrednotili z obiranje v optimalnem obiralnem oknu in ga klasificirali glede na kakovost prvega kakovostnega razreda (kg/drevo) in drugega razreda (kg/drevo), izvedli smo tudi meritve kakovosti ploda. Meritve smo izvedli z destruktivno metodo, s pomočjo laboratorijskega stroja Pimpreenlle.



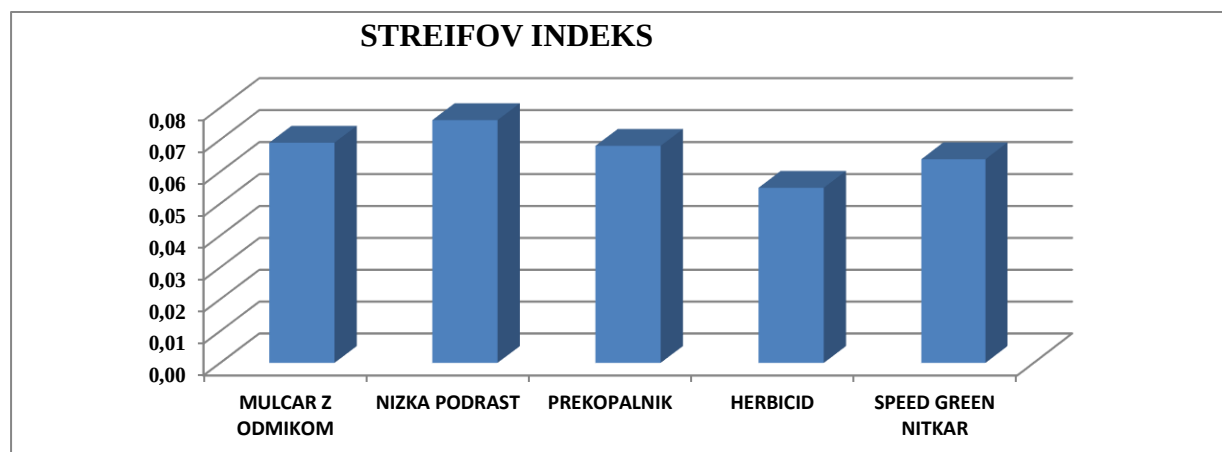
Slika 101: Prikaz zrelostnih parametrov pri različnih parametrih

Pri mehanskih obdelavah tal pod drevesi je bila topna suha snov (Brix°) višja kot pri sejani nizki podrasti, medtem ko je bila najvišja topna suha snov ugotovljena v obravnavanju z uporabo herbicida. Herbicid pospešuje zorenje, ter izboljša vsebnost topne suhe snovi, kar vpliva na boljšo kakovost plodov. Nobena od obravnavanj statistično ne odstopa zato domneva temelji le na preliminarnih podatkih.

Trdota ploda(g) se izkazuje kot pomemben parameter za določitev obiralnega okna in ima pomembno funkcijo tudi pri načrtovanju skladiščenja. Pri vseh obravnavanjih je trdota ploda bila enaka, medtem ko je vsebnost kisline statistično odstopala pri obravnavanju celoletnega nitkanja.

Obstajajo različni indeksi zrelosti, vendar se je pri nas v praksi uveljavil predvsem Streifov indeks zrelosti. To je izračunana vrednost – količnik, kjer je v števcu trdota, v imenovalcu pa produkt topne suhe snovi in škrobne vrednosti [$T. / (T.S.S. \times \check{S}.V.)$].

Torej: Streifov indeks = $\text{Trdota (kg/cm}^2\text{)} / (\text{Topna suha snov (}^\circ\text{Brix)} \times \text{Škrobna vrednost (1- 10)})$.



Slika 102: Izračunan Streifov indeks za posamezne obdelave tal.

Streifov indeks s katerim napovemo kdaj je optimalni rok obiranja je v aplikativni raziskavi pokazal odstopanje vrednosti pri različnih mehanskih obdelava, sejane podrasti in uporabo herbicida. Pri sejeni nizki podrasti je čas optimalnega obiralnega okna nastopil nekoliko kasneje kot npr. pri obravnavanju, kjer smo uporabili herbicid. Kot alternativa glifosatu pa se je v tem primeru izkazalo da statističnih razlik med različnimi mehanskimi pristopi ni bilo. Uporaba herbicida (2 x letno), ima vpliv na zgodnejše zorenje plodov sorte Dalinbel Antares®.

ZAKLJUČKI

Iz literature je znano, da je glede na rastišče in vremenske razmere, potrebno v tekočem letu večkrat letno negovati vrstni in medvrstni prostor v nasadu, če želimo v zadostni meri zmanjšati konkurenčnost tamkajšnjega rastišča do sadnih dreves. V Evropi se interes do trajnostnih praks za upravljanje s tlemi vse bolj uveljavlja. To pa pomeni, velika poraba delovnega časa, ki pa mora uravnotežiti ekonomičnost alternativnega postopka od opustitve uporabe herbicidov. V številnih študijah se je izkazalo, da so za zatiranje plevela v trajnostnih kmetijskih sistemih integrirani sistemi košnje in integrirani sistemi obdelave bolj trajnostna alternativa herbicidu pri tem pa nimajo vpliva na rast dreves, količino in kakovost pridelka ali fotosintetsko delovanje dreves.

Kmetje so dobro sprejeli tudi sisteme sejanja nizke podrasti, saj večji odstotek pokritosti tal precej izboljša količino biomase v primerjavi s herbicidom. To so ključni cilji pri doseganju biotske raznovrstnosti sadovnjakov, izboljšanju kakovosti tal in sčasoma k dolgoročni trajnosti.

Stroški integriranih mehanskih sistemov (okopavanje, spodrezalnik,...) so bili višji od stroškov uporabe herbicidov. Ključni problem obdelave tal je pomanjkanje okolijske trajnosti.

Prehod na integrirane obdelave lahko spodbudi subvencioniran okolijski trajnostni ukrep, kajti še vedno ostaja uporaba herbicidov (dvakrat letno) na pram integriranim mehanskim strategijam s ponavljajočimi se omejitvami, cenejša tehnologija, vendar je uporaba integriranih sistemov košnje in integriranih sistemih obdelave tal bolj trajnostna alternativa herbicidu.

VIRI

- Andersen L, Kühn BF, Bertelsen M, Bruus M, Larsen SE, Strandberg M. 2013. Alternatives to herbicides in an apple orchard, effects on yield earthworms and plant diversity. *Agriculture, ecosystems and environment*, 172, 2013: 1-5.
- Anwendung von Laserlicht zur Vernichtung unerwünschter Wildkräuter in Baumobstanlagen ohne Schaden für Baum und Wurzel. Schlußbericht des Fraunhofer Institutes für Werkstoffund Strahlentechnik zum FuE-Vorhaben im Auftrage des SMUL, 1999.
- Bond W., Grundy A.C. (2001): Non-chemical weed management in organic farming systems. *Weed Research*, 41: 383-405.
- Citation: Mia M.J., Massetani F., Murri G., Neri D. (2020): Sustainable alternatives to chemicals for weed control in the orchard – a Review. *Hort. Sci. (Prague)*, 47: 1-12. 017). str., 28-30.
- Di Prima S, Rodrigo-Comino J, Novara A, Iovino M, Pirastru M, Keesstra S, Cerda A. 2018. Soil physical quality of citrus orchards under tillage, herbicide and organic managements. *Pedosphere*, 28 (3), 2018: 463-477.
- Dolenšek, M. Donik Purgaj, B., 2017. Mehanska nega vrstnega prostora v nasadih : Prvi vtis Orizzonti. *Kmetovalec* : glasilo c. kr. Kmetijske družbe vojvodstva kranjske. ISSN 1318-4245., let 85. št. 5 (maj 2017), str., 28-30.
- Donik Purgaj B., Beber M., Lešnik M., Tojnko S. 2015. Sejana nizka podrast – sistem pridelave jabolk brez uporabe herbicidov. Zbornik predavanj in referatov 12. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Ptuj, 3.-4. marec 2015.
- Endeshaw S.T., Lodolini E.M., Neri D. (2015a): Effects of olive shoot residues on shoot and root growth of potted olive plantlets. *Scientia Horticulturae*, 182: 31-40.
- Endeshaw S.T., Lodolini E.M., Neri D. (2015a): Effects of olive shoot residues on shoot and root growth of potted olive plantlets. *Scientia Horticulturae*, 182: 31-40.
- Gaupp-Berghausen M., Hofer M., Rewald B., Zaller J.G. (2015): Glyphosate-based herbicides reduce the activity and reproduction of earthworms and lead to increased soil nutrient concentrations. *Scientific Reports*, 5, 12886.
- Granatstein D, Kirby E, Brockington M, Hogue G, Mullinix K. 2006. Effectiveness of weed control strategies of organic orchards in central Washington.
- Granatstein D. 2016. Orchard floor management. WSU – Center for sustaining agriculture and natural resources Wenatchee, WA, 2016. (elektronski vir).
- Granatstein D., Andrews P., Groff A. (2014): Productivity, economics, and fruit and soil quality of weed management systems in commercial organic orchards in Washington State, USA. *Organic Agriculture*, 4: 197-207.

- Granatstein D., Sanchez E. (2009): Research knowledge and needs for orchard floor management in organic fruit system. *International Journal of Fruit Science*, 9: 257–281.
- Grossbard E., Davies H.A. (1976): Specific microbial re-sponses to herbicides. *Weed Research*, 16: 163–170.
- Guerra B., Steenwerth K. (2012): Influence of floor management technique on grapevine growth, disease pressure, and juice and wine composition: a review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 63: 149–164.
- Hammermeister A.M. (2016): Organic weed management in perennial fruits. *Scientia Horticulturae*, 208: 28–42.
- Hoagland L., Carpenter-Boggs L., Granatstein D., Mazzola M., Smith J., Peryea F., Reganold J.P. (2008): Orchard floor management effects on nitrogen fertility and soil biological activity in a newly established organic apple orchard. *Biology and Fertility of Soils*, 45: 11–18.
- Hogue E.J., Cline J.A., Neilsen G., Neilsen D. (2010): Growth and yield responses to mulches and cover crops under low potassium conditions in drip-irrigated apple orchards on coarse soils. *HortScience*, 45: 1866–1871.
- Kibblewhite M.G., Ritz K., Swift M.J. (2008): Soil health in agricultural systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363: 685–701.
- Kleisinger, Prof. Dr. S.: Information zum Einsatz von Heißschaum zur Unkraut- und Wildwuchsregulierung (unveröffentl. Informationsmaterial für Lehrzwecke). Universität Hohenheim, 2002.
- Koch, W., Kunisch, M.: Möglichkeiten des Einsatzes von Mikrowellen im Pflanzenschutz. Forschungsprojekt Nr. FOHA 144510830001 (ZADI), Universität Hohenheim 1977–1991.
- Kurfess, W.; Gutberlett, B.; Kleisinger, S.: Heißwasser auf Unkrautpflanzen. *Landtechnik*, Band 54, Heft 3, 1999, S. 148 – 149.
- Matthäus, D., Freund, M.: Neue Verfahren zur Unkrautbekämpfung. *Monatsschrift* 5/01, S. 358 – 360.
- Meng J., Li L., Liu H., Li Y., Li C., Wu G., Yu X., Guo L., Cheng D., Muminov M.A., Liang X., Jiang G. (2016): Biodiversity management of organic orchard enhances both ecological and economic profitability. *PeerJ*, doi: 10.7717/peerj.2137.
- Merwin I.A., Stiles W.C. (1994): Orchard groundcover management impacts on apple tree growth and yield, and nutrient availability and uptake. *Journal of the America Society for Horticultural Science*, 119: 209–215.
- Merwin I.A., Stiles W.C. (1994): Orchard groundcover management impacts on apple tree growth and yield, and nutrient availability and uptake. *Journal of the America Society for Horticultural Science*, 119: 209–215.
- Merwin I.W. (2003): Orchard floor management systems. In: Ferree D.C., Warrington I.J. (eds), *Apples: botany, production and uses*. CABI publ. Cambridge: 303–318.
- Merwin I.W. (2003): Orchard floor management systems. In: Ferree D.C., Warrington I.J. (eds), *Apples: botany, production and uses*. CABI publ. Cambridge: 303–318.
- Müller, S., Gollnest, D.: Beikrautregulierung im Ökologischen Kernobstanbau durch biotop- aufwertende Einsaaten (*Tagetes patula* L., *Calendula officinalis* L.). *BHGL*, Tagungsband 24/2005, S.96
- Neilsen G.H., Hogue E.J. (2000): Comparison of white clover and mixed sodgrass as orchard floor vegetation. *Canadian Journal of Plant Science*, 80: 617–622.
- Neilsen G.H., Hogue E.J., Forge T., Neilsen D. (2003): Mulches and biosolids affect vigor, yield and leaf nutrition of fertigated high density apple. *HortScience*, 38: 41–45.

- Neilsen G.H., Neilsen D. (2003): Nutritional requirements of apple. In: Ferree D.C., Warrington I.J. (eds): Apples: botany, production, and uses. CABI Publ. Cambridge: 267–302.
- Neri D. (2013): Organic soil management to prevent soil sickness during integrated fruit production. *Integrated production of fruit crops*, 91: 87–99.
- Pannacci E., Tei F. (2014): Effects of mechanical and chemical methods on weed control, weed seed rain and crop yield in maize, sunflower and soyabean. *Crop Protection*, 64: 51–59.
- Perennia. Atlantic committee on tree fruits. 2013. Guide to weed management in orchards. Publication ACC 1211. (elektronski vir).
- Peruzzi A., Martelloni L., Frascioni C., Fontanelli M., Pirchio M., Raffaelli M. (2017): Machines for non-chemical intra-row weed control: a review. *Journal of Agricultural Engineering*, 48: 57–70.
- Pest Prophet. "Sandwich" system for orchard floor management. (elektronski vir)-
- Polverigiani S., Franzina M., Neri D. (2018b): Effect of manure and digestate amendments on apple seedlings in the presence of homospecific residues. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 1228: 445–450.
- Polverigiani S., Perilli A., Rainer A., Massetani F., Neri D., Kelderer M. (2013b). Effect of four different soil management techniques on apple root development. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 1001: 361–367.
- Qiao C, Wang G, Pang R, Tian F, Han L, Guo L, Luo J, Li J, Pang T, Xie H, Fang J. 2020. Environmental behavior and influencing factors of glyphosate in peach orchard ecosystem. *Ecotoxicology and environmental safety*, 206, 2020: 111209.
- Ramos ME, Benitez E, Garcia PA, Robles AB. 2009. Cover crops under different managements vs. frequent tillage in almond orchards in semiarid conditions: Effects on soil quality. *Applied soil ecology*, 44, 2010: 6-14.
- Rank, H., Görne, W.: Herbizidfreie Unkrautbekämpfung im Apfelanbau. Infodienst der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft 12/2001, S. 99-107.
- Robinson R.A., Sutherland W.J. (2002): Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain. *Journal of Applied Ecology*, 39: 157–176.
- Rovira A.D., Elliot L.F., Cook R.J. (1990): The impact of cropping systems on rhizosphere organisms affecting plant health. J.M. Lynch (ed.). *The rhizosphere*. Wiley, Chichester: 389–436.
- Sanchez J.E., Willson T.C., Kizilkaya K., Parker E., Harwood R.R. (2001): Enhancing the mineralized nitrogen pool through substrate diversity in long term cropping and systems. *Journal of Soil Science Society of America*, 65: 1442–1447.
- Schmid, A., Weibel, F., Allemann, P., Santini, D.: Sandwich-System – die Sache wird konkret. Vortrag zur FiBL-Obstbautagung. Januar, 2000.
- Schmid, A., Weibel, F.: Das Sandwichsystem – ein Verfahren zur herbizidfreien Baum- streifenbewirtschaftung. *Obstbau* 4/2000, S. 214 – 217
- Stefanelli, D., Zoppolo, R.J., Perry, R.L., Weibel, F. 2009. Organic Orchard Floor Management Systems for Apple Effect on Rootstock Performance in the Midwestern United States. *HortScience*, 44:263–267.
- Tahir I.I., Svensson S.E., Hansson D. (2015): Floor management system in an organic apple orchard affect fruit quality and storage life. *HortScience*, 50: 434–441.

Yu C., Hu X.M., Deng W., Li Y., Xiong C., Ye C.H., Han G.M., Li X. (2015): Changes in soil microbial community structure and functional diversity in the rhizosphere surrounding mulberry subject to long-term fertilization. *Applied Soil Ecology*, 86: 30–40

Želazny W., Licznar-Malanczuk M. (2018): Soil quality and tree status in a 12-year-old apple orchard under three mulch-based floor management systems. *Soil and Tillage Research*, 180: 250–258.

ELEKTRONSKI VIRI:

http://tfrec.cahnrs.wsu.edu/organicag/wp-content/uploads/sites/9/2017/04/Granatstein_OFMr2.pdf (15. 11. 2020).

<http://www.dvrs.bf.uni-lj.si/spvr/2015/04/Donik.pdf>

<https://blog.pestprophet.com/sandwich-system-for-orchard-floor-management/> (15. 11. 2020)

<https://www.ivr.si/rastlina/jablana/> (15. 11. 2020).

<https://www.perennia.ca/wp-content/uploads/2018/04/guide-to-weed-management.pdf> (15. 11. 2020)

Možnosti nekemičnega zatiranja plevela v vinogradništvu in preizkus izbranih alternativnih metod

UVOD

V agronomski praksi smo v pričakovanju prepovedi rabe herbicidov na podlagi snovi glifosat (Antier in sod., 2020). Povsod po EU izvajajo raziskave o alternativnih pripravkih in metodah, ki lahko omogočajo temeljito zatiranje plevelov brez uporabe snovi glifosat (Kehlenbeck in sod., 2015; Steinkellner, 2019). Trenutno kaže, da z alternativnimi metodami ne moremo doseči povsem primerljive ekonomske učinkovitosti zatiranja plevelov kot z uporabo herbicida glifosat (Pergher in sod., 2019). Prepoved uporabe snovi glifosat ima širše družbene posledice in vpliva tudi na vse manjšo družbeno sprejemljivost rabe drugih vrst herbicidov. Iz omenjenega razloga se preskušajo pripravki, ki temeljijo na organskih kislinah (npr. očetna in pelargonska kislina), na podlagi olj (npr. eterična olja agrumov) ali mikroorganizmov (npr. bakterije rodu *Pseudomonas*) (Shrestha in sod., 2013). Namen naše raziskave je bil primerjati učinek zatiranja plevelov v vinogradu z alternativnimi metodami na pridelek trte v primerjavi z učinkom, ki ga dosežemo ob zatiranju z uporabo herbicida na podlagi snovi glifosat. Preučiti smo želeli tudi neposredne stroške izvedbe zatiranja plevelov po različnih metodah.

MATERIALI IN METODE

IZVEDBA RAZISKAVE

Poskus je bil izveden v vinogradu na raziskovalni postaji Meranovo (UKC, FKBV UM), na lokaciji Prinčev vrh, v severovzhodni Sloveniji, v 10 let starem vinogradu sorte Beli pinot (GIS: 46°32'17.01"N, 15 °33'23.45"E (n. v. 475 nm)). Trte so cepljene na podlago Kober 5BB. Tla vinograda so srednje dobro založena s hranili (org. snov 1,7 %, pH (KCl) 6,5; P₂O₅ 13,5 mg/100 g; K₂O 18,8 mg/100 g). Sistem vzdrževanja je običajni integriran sistem z mulčenjem negovane ledine v medvrstnem prostoru in uporaba herbicidov pod trtami v vrsti. Gojitvena oblika je bila enokraki Guyot (en reznik / en šparon z 8-10 očesi). Za izračun pridelka smo uporabili gostoto 4550 trt na ha (sajenje 2,4 m x 0,9 m). Vinograd je bil zelo temeljito varovan proti boleznim in škodljivcem tako da le ti niso imeli vpliva na višino pridelka, oziroma le ti niso povzročali dodatne variabilnosti pri rezultatih. Statistična zasnova poskusa je bil poljski poskus v naključnih blokih s parcelicami v 4 ponovitvah. Posamezna parcelica je obsegala 10 zaporednih 10 trt v vrsti. Za statistično analizo razlik med povprečji obravnavanj smo izvedli ANOVA test in Tukey HSD test ($\alpha < 0,05$). Uporabili smo statistični program Statgraphics for Windows Centurion 15.1 (Statgraphics Technologies Inc., Virginia, ZDA).

POSKUSNA OBRAVNAVANJA, TESTIRANI PRIPRAVKI IN IZVEDBA NEKEMIČNEGA ZATIRANJA PLEVELOV

V poskusu smo imeli 8 različnih obravnavanj. Poleg parcelic, kjer smo plevela zatirali s pripravki, s košnjo ali z uporabo ognja, smo imeli še dve vrsti kontrolnih parcelic. Kontrola A, celotno obdobje zapleveljene parcelice za ugotovitev izgube pridelka od plevelov in kontrola B, parcelice, kjer smo plevela vse leto ročno odstranjevali, da ni bilo nikakršnega učinka na pridelek trte. Kontrola B je služila kot izhodišče za izračun izgube pridelka v vseh drugih obravnavanjih. Uporabljeni pripravki, odmerki in čas izvedbe zatiranja so prikazani v preglednici 1, 2 in 3. Aplikacija pripravkov je bila izvedena z ročno nahrbtno škropilnico Solo 425 pri uporabi šobe Hypro VP 110 – 03 pri porabi vode 300 l/ha. Kapljice so imele premer 200 in 300 μm (podatki iz kataloga proizvajalca šob). Poškropili smo 50 cm širok pas pod trtami. Košnja plevelov je bila izvedena z nahrbtno nošeno kosilnico na nitko Kawasaki KR53. Nitka je bila dolga 20 cm. Zelo temeljito do tal smo pokosili plevela v 0,5 m širokem pasu pod trtami. Zatiranje plevelov z ognjem smo izvedli z uporabo ročnega gorilnika s 15 cm širokim plamenom s temperaturo med 420 do 480 $^{\circ}\text{C}$ (izmerjeno z laserskim merilnikom). Porabo gospodinjskega plina butan/propan smo izračunali tako, da smo jeklenko stekali pred ožiganjem plevelov in ob zaključku dela na znani površini. Potem smo iz razlike v masi jeklenke pred in po uporabi na znani površini izračunali porabo plina. Položaj gorilnika smo počasi premikali sem in tja, da smo sistematično prešli preko celotne površine parcelice.

OCENA STROŠKOV IZVEDBE ZATIRANJA PLEVELOV

Naredili smo preprost izračun stroškov izvedbe različnih metod zatiranja z običajno vinogradniško strojno tehniko. Pri ponudnikih opreme in pripravkov smo se pozanimali glede cen. Upoštevali smo povprečno ceno pripravkov pri različnih ponudnikih za veliko embalažo za profesionalne uporabnike. Iz praktičnih izkušenj in poizvedb pri vinogradnikih smo pridobili podatke o storilnosti strojne tehnike v vinogradih s podobno konfiguracijo terena in medvrstnimi razdaljami, kot jih imamo v poskusnem vinogradu. Dodatno smo podatke glede storilnosti poiskali v nekaterih virih literature (Elmore in sod., 1997; Hembree 2002; Balsari in sod., 2006; Shrestha in sod., 2013; Irrslinger in Wetzel 2017; Fahey in Englefield, 2019; Allegri, 2019; Manzone in sod., 2020). Upoštevali smo povprečno storilnost iz omenjenih virov. Kljub temu, da je bil poskus izveden ročno smo izračune naredili za običajno stojno tehniko – za traktorske priključke. To pomeni, da smo upoštevali, da se nanos herbicida izvrši ob mulčenju s škropilnico pritrjeno na mulčer. Prav tako smo pri stroškovni analizi predvidevali, da se ožiganje plevelov izvede z ožigalnikom, pritrjenim na mulčer, ki ima bočno montirana dva gorilnika. Storilnost priključkov lahko glede na zahtevnost terena variira $\pm 25\%$. Priključitev na mulčer običajno poceni izvedbo zatiranja. V naši raziskavi smo predvideli, da je učinkovitost zatiranja pri ročnem delu primerljiva učinkovitosti pri strojnem delu. Verjetno smo pri ročnem delu bolj natančni in je pri ročnem delu učinkovitost zatiranja nekoliko večja. To tukaj zanemarimo.

ANALIZA PRIDELKA

Za analizo količine pridelka smo izvedli ročno obiranje grozdja z naključno izbranih trt, na vsaki poskusni parcelici. Izvedli smo tudi osnovno analizo mošta. Na vsaki parcelici vseh obravnavanj smo nabrali 150 jagod v različnih delih krošnje trte in iz njih iztisnili sok ter pridobili homogen vzorec za laboratorijsko analizo. Koncentracijo suhe topne snovi (STS) in količino skupnih titracijskih kislin (STK) smo potem določili z uporabo digitalnega refraktometra in standardne titracijske metode pri sobni temperaturi (Košmerl in Kač, 2009).

PODATKI O BOTANIČNI SESTAVI PLEVELNE POPULACIJE

Vinograd na poskusni lokaciji je bil povprečno zapleveljen s pleveli. Zadnjih deset let so za zatiranje plevelov pod trtami enkrat do dvakrat letno uporabili herbicide na podlagi snovi glifosat v registriranih odmerkih. Dominantne plevelne vrste so bile: *Aegopodium podagraria* L., *Convolvulus arvensis* L., *Elymus repens* (L.) Gould, *Epilobium parviflorum* (Schreb.) Schreb., *Erigeron annuus* (L.) Pers., *Festuca pratensis* Huds., *Glechoma hederacea* L., *Lolium perenne* L., *Poa annua* L., *Ranunculus repens* L., *Setaria glauca* (L.) Morrone, *Urtica dioica* L. in *Veronica persica* Poir.

Rastlinske vrste z manjšo abundanco pojava so bile: *Achillea millefolium* L., *Carex hirta* L., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Conyza canadensis* L., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Equisetum arvense* L., *Linaria vulgaris* Mill., *Lysimachia nommularia* L., *Medicago lupulina* L., *Polygonum aviculare* L., *Potentilla reptans* L., *Taraxacum officinale* L., *Trifolium repens* L. in *Vicia cracca* L.

Preglednica 44: Sestava preučevanih pripravkov in cena za liter pripravka

Komercialno ime:	Aktivna snov:	Delež aktivne snovi:	Cena za liter v (€):
Finalsan (Neudorf)	Pelargonska kislina	186,7 g/L	11,0
Beloukha (Belchim)	Pelargonska kislina	68 %	18,0
Kis za vlaganje (Leclerc)	Ocetna kislina	9 %	0,49
Tajfun (Karisa)	Glifosat v obliki amino soli	511 g/L	4,89
Oranol (Samson Kamnik)	Eterično olje agrumov	96 %	10,5
Ocetna kislina (Agronet)	Ocetna kislina	80 %	3,5
LDC Detergent (Golden)	Amidi kokosovega olja	60 %	11,0
Wetcit (Metrob)	Omočilo iz olja agrumov	85 %	28,0
Plin v jeklenki	Butan / propan		1,65 / kg

Preglednica 45: Uporabljeni pripravki in termini izvedbe zatiranja plevelov v letu 2019. Tretirana površina je znašala 20 % celotne površine vinograda. Termini zatiranja plevelov: T1 – 24. 5., T2 – 2. 7. in T3– 6. 8.

Obravnavanje:	Odmerek na 1 ha tretirane površine:	Odmerek na 1 ha površine vinograda:	Datum:
V1 – košnja z nitko	Košnja s kosilnico na nitko	1,4 h/ha	T1, T2, T3
V2 – ožiganje plevelov	Plin butan/propan 40 kg/ha	8 kg/ha	T1, T2, T3
V3 – glifosat	Tajfun 5 l/ha	1 l/ha	T1, T3
V4 – pelargonska kislina	Finalsan 20 l/ha	4 l/ha	T1
	Finalsan 40 l/ha	8 l/ha	T2, T3
V5 – očetna kislina	Kis za vlaganje 100 l/ha	20 l/ha	T1
	Kis za vlaganje 200 l/ha	40 l/ha	T2
	Kis za vlaganje 300 l/ha	60 l/ha	T3
V6 – eterično olje	Oranol 20 l/ha + Wetcit 3 l/ha	4 l/ha + 0,6 l/ha	T1, T3
	Oranol 30 l/ha + Wetcit 3 l/ha	6 l/ha + 0,6 l/ha	T2
V7 – kontrola A	Zapleveljeno – vse leto brez zatiranja plevelov		
V8 – kontrola B	Nezapleveljeno - vse leto ročno odstranjevanje plevelov		

Preglednica 46: Uporabljeni pripravki in termini izvedbe zatiranja plevelov v letu 2020. Tretirana površina je 20 % celotne površine vinograda. Termini zatiranja plevelov: T1 – 5. 5., T2 – 28. 5. in T3– 10. 7.

Obravnavanje:	Odmerek na 1 ha tretirane površine:	Odmerek na 1 ha površine vinograda:	Datum:
V1 – košnja z nitko	Košnja s kosilnico na nitko	1,4 h/ha	T1, T2, T3
V2 – ožiganje plevelov	Plin butan/propan 40 kg/ha	8 kg/ha	T1,
	Plin butan/propan 60 kg/ha	12 kg/ha	T2, T3
V3 – glifosat	Tajfun 5 l/ha	1 l/ha	T1
	Tajfun 6 l/ha	1,2 l/ha	T3
V4 – pelargonska kislina	Beloukha 18 l/ha	3,6 l/ha	T1
	Beloukha 40 l/ha	8 l/ha	T2, T3
V5 – očetna kislina	Kis za vlaganje 80 l/ha	16 l/ha	T1
	Očetna kislina 75 l/ha	15 l/ha	T2, T3
V6 – eterično olje	Oranol 15 l/ha	3 l/ha	T1
	Oranol 30 l/ha + LDC 2 l/ha	6 l/ha + 0,4 l/ha	T2
	Oranol 40 l/ha + LDC 2 l/ha	8 l/ha + 0,4 l/ha	T3
V7 – kontrola A	Nezapleveljeno - vse leto ročno odstranjevanje plevelov		
V8 – kontrola B	Zapleveljeno – vse leto brez zatiranja plevelov		

Preglednica 47: Neposredni stroški izvedbe strojnih operacij za zatiranje plevelov

Orodje - postopek:	Letna raba (h)	Delovna hitrost km/h	Storilnost ha/h	Strošek €/h
Delo traktorista				9,0
Vinogradniški traktor 4x4 55 kW	350	2-8	0,4–3,0	22,0
Sistem za dvostransko aplikacijo herbicidov pritrjen na mulčer	100	4-5	1,5	2,5
Mulčer pletvenik na nitko za dvostransko mehansko zatiranje plevelov pod trtami	130	2,2-3	0,7	9,0
Sistem za dvostransko ožiganje plevelov z dvema gorilnikoma pritrjen na mulčer	150	2-2,5	0,5	11,5

*Predstavljeni stroški so povprečen rezultat primerjav s podatki iz nekaterih objav naštetih v metodah dela in poizvedb pri vinogradnikih in ponudnikih strojne opreme. Amortizacijska doba za traktor je 15 let in za priključke 10 let. Letna raba je prilagojena za kmetijo, ki ima 10 ha vinograda.

VIZUALNO OCENJEVANJE UČINKOVITOSTI RAZLIČNIH METOD ZATIRANJA PLEVELOV

Opravili smo popis botanične sestave plevelov pod trtami. Po nanosu herbicidov ali uporabi fizikalnih metod smo izvedli vizualno oceno stopnje učinkovitosti zatiralnih metod po EPPO metodologiji z ocenami podanimi v odstotkih (0 % ni učinkovitosti, 100 % plevelna rastlina je popolnoma propadla). Pri oceni se upošteva razlika med gmoto rastlin v netretiranem obravnavanju in v tretiranem obravnavanju in tudi pokrovnost, stopnja poškodovanosti organov plevelov, stopnja regeneracije, oblikovanje cvetov in semen. Stopnja učinkovitosti je bila ocenjevanja v različnih časovnih obdobjih po izvedbi zatiralnih metod. Pri ocenjevanju je šlo za oceno neke vrste kumulativne učinkovitosti saj se je zatiranje izvedlo večkrat zaporedoma in pri oceni smo opazovali rastline, ki so bile prizadete večkrat zaporedoma.

REZULTATI

ANALIZA UČINKOVITOSTI ZATIRANJA POSAMEZNIH PLEVELNIH VRST

Rezultati vizualne ocene stopnje učinkovitosti različnih metod za zatiranje posameznih vrst plevelov so vidni v preglednicah 48-51.

Analiza stopnje učinkovitosti metod za zatiranje posameznih vrst v sezoni 2019

Preglednica 48: Stopnja učinkovitosti zatiralnih metod - ocena 2.7.2019

Rastlinska vrsta:	V1 Nitka	V2 Ogenj	V3 Glifosat	V4 Pelargonska	V5 Kis	V6 Olje	V7 Okopavano
Aegeopodium podagraria	62,00 b	37,50 c	43,75 bc	38,75 c	23,75 c	21,25 c	85,25 a
Achilea millefolium	79,75 ab	35,00 cd	63,75 b	58,75 bc	27,50 d	32,50 cd	92,75 d
Carex hirta	66,75 ab	25,50 c	45,00 bc	32,50 bc	26,25 c	11,25 c	91,25 a
Convolvulus arvensis	79,00 a	38,75 b	38,75 b	41,25 b	29,50 b	22,00 b	93,00 a
Conyza canadensis	90,25 a	30,00 b	44,50 b	43,75 b	43,75 b	32,50 b	100,00 a
Elymus repens	89,75 a	30,00 c	59,75 b	34,50 c	20,75 c	20,00 c	93,00 a
Echinochloa crus-galii	66,25 b	33,75 d	94,75 a	30,00 d	33,00 d	50,00 c	100,00 a
Chenopodium album	94,00 ab	66,00 b	96,75 a	86,25 ab	79,50 ab	77,25 ab	100,00 a
Epilobium parviflorum	84,25 ab	67,50 bc	38,75 de	57,50 cd	33,00 e	30,00 e	98,00 a
Elymus repens	89,75 a	30,00 c	59,75 b	34,50 c	20,75c	20,00 c	93,00 a
Festuca ovina	66,75 ab	55,00 bc	80,00 ab	56,25 bc	28,75 c	31,25 c	96,25 a
Galium verum	91,75 a	87,25 a	96,00 a	85,50 a	57,50 b	50,75 b	99,25 a
Holcus lannathus	78,50 ab	65,00 b	89,00 ab	61,00 bc	25,00 d	30,00 cd	99,00 a
Hypericum perforatum	95,75 ab	78,00 bc	95,50 ab	65,00 c	39,50 d	40,00 d	100,0 a
Lapsanna communis	96,75 a	89,25 a	97,25 a	88,25 a	52,50 b	52,3, b	98,75 a
Lisimachia nommularia	91,75 a	66,25 b	55,50 b	76,25 ab	22,50 c	30,00 c	98,25 a

Nadaljevanje preglednice 48:

Rastlinska vrsta:	V1 Nitka	V2 Ogenj	V3 Glifosat	V4 Pelargonska	V5 Kis	V6 Olje	V7 Okopavano
Leontodon hyssopus	89,50 ab	80,00 bc	91,25 ab	70,75 c	39,00 d	43,25 d	99,75 a
Lolium perenne	76,25 ab	42,5 bcd	73,0 abc	36,25 cd	21,25 d	16,25 d	80,75 a
Malva neglecta	96,25 ab	90,00 b	92,2 ab	76,25 c	32,50 d	35,00 d	99,50 a
Medicago lupulina	93,75 a	91,00 a	98,00 a	89,50 a	61,25 b	55,00 b	99,25 a
Mentha arvensis	88,75 a	66,25 b	57,50 bc	53,75 bc	23,75 d	42,50 c	93,00 a
Myosotis sp.	94,25 abc	88,50 bc	98,00 ab	86,50 c	43,75 e	63,75 d	100,00 a
Poa annua	80,00 a	65,50 a	52,50 ab	76,50 a	17,50 b	26,25 b	88,00 a
Poa trivialis	80,00 ab	67,00 ab	56,75 bc	74,00 ab	18,75 d	27,50 cd	95,25 a
Potentilla reptans	78,75 ab	71,00 ab	77,25 ab	66,25 bc	32,50 d	38,75 cd	96,00 a
Rumex acetosella	84,00 ab	72,00 b	84,50 ab	70,75 b	44,50 c	42,00 c	92,25 a
Setaria glauca	74,50 ab	57,50 bc	68,75 ab	73,75 ab	85,00 a	40,00 c	88,00 a
Stelaria media	95,75 a	91,50 a	99,25 a	90,25 a	71,75 b	90,75 a	98,00 a
Stenactis annua	87,25 ab	77,50 bc	66,00 c	85,25 ab	41,50 d	37,50 d	99,00 a
Taraxacum officinale	88,25 a	90,75 a	93,00 a	87,00 a	48,75 b	46,25 b	98,00 a
Trifolium arvense	94,75 a	84,50 ab	77,75 b	73,75 b	42,50 c	45,00 c	99,75 a
Trifolium repens	61,25 b	67,00 b	68,50 b	58,25 b	31,25 c	29,50 c	94,00 a
Urtica dioica	80,75 a	43,75 c	62,50 b	41,25 c	17,00 d	14,00 d	91,25 a
Vicia cracca	90,00 ab	83,00 b	85,50 ab	51,25 c	37,50 cd	32,50 d	98,75 a
Veronica chamaedrys	88,75 ab	75,00 b	89,75 a	75,75 b	35,5 c	23,75 c	100,00 a
Veronica persica	87,75 abc	77,50 bc	91,25 ab	72,75 c	31,25 d	27,50 d	97,50 a

* Povprečja označena z enako črko znotraj posamezne plevelne vrste se ne razlikujejo značilno glede na rezultate Tukey (HSD) testa pri ($P < 0,05$).

Preglednica 49: Stopnja učinkovitosti zatiralnih metod - ocena 6. 9. 2019

Rastlinska vrsta	V1 Nitka	V2 Ogenj	V3 Glifosat	V4 Pelargonska	V5 Kis	V6 Olje	V7 Okopavano
<i>Aegepodium podagraria</i>	85,0 a	75,75 a	31,25 b	25,00 b	22,50 b	25,00 b	90,50 a
<i>Achilea millefolium</i>	86,25ab	72,00 ab	79,00 ab	58,75 bc	25,00 d	36,25cd	97,00 a
<i>Carex hirta</i>	63,75ab	64,00 ab	46,25bc	37,50 bc	21,25 c	20,00 c	82,50 a
<i>Convolvulus arvensis</i>	87,50 a	85,00 ab	36,25 c	47,50 bc	37,50 c	38,75 c	79,25 ab
<i>Conyza canadensis</i>	61,50bc	74,25 ab	52,50 bc	45,00 c	45,00 c	48,75 c	92,25 a
<i>Elymus repens</i>	50,00 c	61,25 bc	93,00 a	20,00 d	11,25 d	11,25 d	76,25 ab
<i>Echinochloa</i>	75,00ab	79,25 a	50,00 b	66,25 ab	12,50 c	62,50ab	82,75 a
<i>Chenopodium album</i>	89,50ab	89,50 ab	95,75 a	76,75 b	45,00 c	76,25 b	92,50 ab
<i>Chenopodium polyspermum</i>	27,50 b	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,0 a	100,00a	100,00 a
<i>Digitaria Sanguinalis</i>	57,50 a	55,00 ab	45,00 abc	35,00 abc	30,00bc	27,50 c	47,50 abc
<i>Epilobium parviflorum</i>	81,50ab	81,25 ab	51,25 c	55,00 bc	43,00 c	58,75bc	93,50 a
<i>Festuca ovina</i>	55,00 c	76,25 b	97,50 a	35,00 d	8,75 e	22,50de	67,50 bc
<i>Galium verum</i>	95,75 a	96,75 a	98,00 a	78,75 b	57,50 c	72,50 b	100,00 a
<i>Holcus lanatus</i>	83,25 b	92,75 ab	89,00 ab	85,00 ab	28,75 c	37,50 c	97,75 a
<i>Hypericum perforatum</i>	90,00ab	97,00 a	93,25 ab	73,75 bc	44,75 d	60,00cd	96,25 a
<i>Lapsana communis</i>	87,75ab	92,25 ab	99,75 a	70,00 cd	58,75 d	80,00bc	94,00 a
<i>Lisimachia</i>	85,00 a	88,75 a	32,50 b	33,75 b	18,75 c	41,25 b	94,25 a
<i>Leontodon hysspidus</i>	82,25ab	82,00 ab	94,25 a	63,75 c	42,50 d	66,25bc	93,00 a
<i>Lolium perenne</i>	56,25 b	73,75 ab	74,50 a	18,75 c	11,25 c	16,25c	81,25 a
<i>Malva neglecta</i>	93,25 a	96,00 a	92,00 a	70,00 bc	55,00 c	79,50ab	97,50 a
<i>Medicago lupulina</i>	94,00 a	99,00 a	100,00 a	78,25 a	51,25 b	76,25ab	92,25 a
<i>Mentha arvensis</i>	73,75 b	93,00 a	87,25 ab	16,25 d	13,75 d	54,50 c	92,00 a
<i>Myosotis sp.</i>	99,00 a	99,75 a	100,00 a	90,00 a	32,00 b	91,50 a	100,00 a

Nadaljevanje preglednice 49:

Rastlinska vrsta	V1 Nitka	V2 Ogenj	V3 Glifosat	V4 Pelargonska	V5 Kis	V6 Olje	V7 Okopavano
Oxalis sp.	57,5 cd	71,25 bc	95,25 a	37,50 d	38,75 d	80,00ab	96,25 a
Poa annua	61,25 b	63,75 b	43,75 bc	12,50 d	5,00 d	22,50cd	89,00 a
Poa trivialis	65,00 b	74,50 ab	66,25 b	26,25 c	5,00 c	27,50 c	92,00 a
Potentilla reptans	86,50ab	88,00 a	82,50 ab	62,50 bc	22,50 d	43,75cd	86,75 ab
Rumex acetosela	89,50 a	66,25 b	90,25 a	36,25 cd	33,75 d	65,00 b	55,00 bc
Setaria glavca	56,25 a	61,25 a	45,00 a	62,50 a	8,75 b	55,50 a	50,00 a
Stelaria media	99,50 a	99,50 a	99,75 a	84,50 b	60,00 c	92,25ab	94,00 ab
Stenactis annua	85,75 a	81,50 a	48,75 b	37,50 bc	31,25 c	35,00bc	93,25 a
Taraxacum officinale	92,00 abc	95,00 ab	96,00 a	80,00 bc	48,75 d	77,50 c	98,50a
Trifolium arvense	96,75 a	93,25 a	83,00 ab	66,25 b	45,00 c	40,00 c	92,00 a
Trifolium repens	85,75 a	86,75 a	66,25 b	36,25 c	26,25 c	33,75 c	91,50a
Urtica dioica	66,25 a	65,00 a	67,50 a	11,25 b	7,50 b	21,25 b	85,00 a
Vicia cracca	86,00 a	77,75 a	53,75 b	10,00 d	26,25 cd	37,50bc	94,25 a
Veronica chamaedrys	96,25 a	95,00 a	96,75 a	65,00 b	36,25 c	77,5 ab	98,75 a
Veronica persica	93,75ab	97,00 a	94,25 ab	66,25 c	30,00 d	81,25bc	100,00 a

* Povprečja označena z enako črko znotraj posamezne plevelne vrste se ne razlikujejo značilno glede na rezultate Tukey (HSD) testa pri ($P < 0,05$).

Komentar učinkovitosti metod zatiranja za leto 2019

Pri ocenjevanju 2.7. so bile razlike med obravnavanji dokaj majhne, a dobro vidne. Herbicid na podlagi snovi glifosat je imel nizko učinkovitost na trajne plevelne vrste kot so regačica, rman, slak, pijavčnica in kopriva. Slabo je deloval tudi na vrbovec in na enoletno latovko. Na večino drugih plevelov je deloval dokaj učinkovito. Pri omenjenih trajnih plevelih je kosilnica na nitko bolj zmanjšala listno gmoto, kot uporaba snovi glifosat. Pri večini plevelov je košnja dala učinkovitost višjo od 60 %, z izjemo krvave srakonje in pirnice. Uporaba ognja je bila le malo manj učinkovita, kot uporaba herbicida glifosat in v povprečju skoraj toliko učinkovita, kot uporaba pelargonske kisline. Pelargonska kislina je bila nizko učinkovita proti trajnim travam,

kostrebi, beli detelji, meti, regačici in šašu. Pri večini ostalih zelišč je bila kratkotrajna začetna učinkovitost dokaj visoka. Verjetno smo z nanosom pričeli nekoliko prepozno. Kis in eterično olja sta bila približno enako slaba in oba sta dosegla približno polovično učinkovitost proti uporabi ognja ali pa proti košnji. Regeneracija plevelov je bila hitra. Le pri redkih plevelih je bila učinkovitost nad 40 %. Očitno smo prepozno uporabili prenizke odmerke. Pri jesenskem ocenjevanju smo ugotovili še nižje učinkovitosti od tistih 2.7. Pri glifosatu se je videlo slabo delovanje pri regačici, slaku, kanadski hudoletnici, pijavčnici. Nekaj je bilo povečanja populacije prosastih trav, grašic in enoletne suholetnice. Z doseženim rezultatom pri uporabi snovi glifosat ne moremo biti zadovoljni. Pokazal se je nek zgodovinski nivo tolerantnosti nekaterih plevelov, ki izvira iz dolgoletne uporabe snovi glifosta v poskusnem vinogradu v preteklih 10 letih. Dokaj dobro stanje je bilo pri uporabi kosilnice na nit, ki v povprečju pri številnih plevelih ni kaj dosti zaostajala za obravnavanjem z uporabo snovi glifosat. Tudi parcelice z uporabo ognja so jeseni sicer bile polne plevelov, vendar zelo oslavljenih. Pri večini zelišč je učinkovitost bila nad 70 %. Učinkovitost za zatiranje zelišč je bila višja od učinkovitosti pri zatiranju trav, kar je bilo pričakovano. Rezultati pri obravnavanjih z uporabo pelargonske kisline so bili jeseni slabši, kot v začetku poletja. Mnoge vrste so imele obsežno regeneracijo. Očitno so bili odmerki, ki smo jih uporabili značilno premajhni za zatiranje plevelov v višjih razvojnih stadijih. Pri uporabi olja in kisa je bila učinkovitost pri 2/3 plevelov pod 40 %, kar je povsem nezadovoljivo. Uporabljeni odmerki in število aplikacij so bili očitno prenizki za obvladovanje tako bujene plevelne populacije, kot je v poskusnem vinogradu. Z aplikacijo bi morali pričeti bolj zgodaj in z nekoliko večjimi odmerki.

Analiza stopnje učinkovitosti metod za zatiranje posameznih vrst v sezoni 2020

Preglednica 50: Stopnja učinkovitosti zatiranih metod - ocena 10.7.2020

Rastlinska vrsta:	V1 Nitka	V2 Ogenj	V3 Glifosat	V4 Pelargonska	V5 Kis	V6 Olje	V7 Okopavano
<i>Aegepodium podagraria</i>	39,5 b	45,2 b	41,25 b	20,0 b	17,5 b	31,25 b	87,25 a
<i>Achilea millefolium</i>	42,0 cd	40,4 cd	70,5 ab	42,5 cd	20,0 d	42,5 cd	92,5 a
<i>Carex hirta</i>	40,5 bc	60,4 ab	61,25 ab	20,0 bc	15,0 c	14,5 c	82,5 a
<i>Convolvulus arvensis</i>	73,25 ab	70,3 ab	47,5 bc	33,75 c	38,75 c	27,5 c	80,0 a
<i>Conyza canadensis</i>	64,5 b	60 bc	59,5 bc	29,5 d	40 bcd	36,25 cd	97,25 a
<i>Elymus repens</i>	35,0 bc	20 c	61,25 ab	18,25 c	8,25 c	13,75 c	91,0 a

Nadaljevanje preglednice 50:

Rastlinska vrsta:	V1 Nitka	V2 Ogenj	V3 Glifosat	V4 Pelargonska	V5 Kis	V6 Olje	V7 Okopavano
Echinochloa cruss-galii	80,4 ab	66,8 b	99,3 a	78,4 ab	60,4 b	55,4 b	99 a
Chenopodium album	80,4 b	80,1 b	97,3 a	70,8 bc	55,7 c	50,3 c	99,2 a
Festuca ovina	26,25 b	45 ab	62,0 a	18,75 b	11,25 b	7,5 b	91,25 a
Galium verum	76,5 ab	83 ab	92,0 a	58,75 bc	37,5 c	44,5 c	99,0 a
Hypericum perforatum	78 b	100 a	85 ab	70 b	60 c	55 c	100 a
Lapsanna communis	77,75 ab	90 a	98,25 a	48,75 bc	42,5 c	63,75 bc	100 a
Lisimachia nommularia	50,0 b	60 b	45,75 bc	35,0 bc	16,25 c	23,75 bc	99,25 a
Leontodon hypsidus	75,5 abc	98 a	91,25 ab	42,0 c	42,0 c	55,0 bc	99,5 a
Lolium perenne	43,75 bc	30,1 c	72,5 ab	31,25 c	12,0 c	16,25 c	97,25 a
Malva neglecta	58,0 bc	50 bc	79,25 ab	52,5 bc	35,0 c	50,0 bc	99,25 a
Medicago lupulina	63,0 abc	95,3 a	97,25 ab	61,25 bc	35,0 c	66,2 abc	98,5 a
Mentha arvensis	42,25 b	40 b	57,5 b	27,5 b	22,5 b	35,0 b	95,5 a
Myosotis sp.	90,3 a	93,7 a	99,2 a	70,8 b	55 c	59,2 c	100 a
Poa annua	42,5 b	33,7 b	43,75 b	35,0 b	12,0 b	16,25 b	92,75 a
Poa trivialis	45,5 bc	40,3 bc	64,75 ab	36,25 bcd	10,75 d	12,5 cd	97,5 a
Potentilla reptans	41,5 bc	48,4 bc	73,25 ab	46,25 bc	28,75 c	37,5 bc	98,5 a
Rumex acetosella	61,75 ab	38,4 bc	50,75 bc	35,5 bc	22,0 c	35,75 bc	97,0 a
Setaria glauca	50,3 bc	60,3 c	78,4 b	45 cd	30,3 d	34,3 d	90,3 a
Stelaria media	84,75 a	77,4 ab	92,25 a	77,0 ab	61,75 b	80,0 ab	93,25 a

Nadaljevanje preglednice 50:

Rastlinska vrsta:	V1 Nitka	V2 Ogenj	V3 Glifosat	V4 Pelargonska	V5 Kis	V6 Olje	V7 Okopavano
<i>Stenactis annua</i>	58,0 b	50,4 b	62,0 b	63,75 b	40,0 b	41,25 b	94,5 a
<i>Taraxacum officinale</i>	66,5 ab	66,4 ab	88,25 a	71,25 ab	24,5 c	45,0 bc	93,0 a
<i>Trifolium arvense</i>	58,25 bc	40,3 c	88,25 ab	31,25 cd	23,75 d	37,5 cd	99,25 a
<i>Trifolium repens</i>	45,75 c	26,7 d	66,5 b	37,5 cd	20,0 d	33,75 cd	98,25 a
<i>Urtica dioica</i>	50,0 b	40,3 b	45,0 b	26,25 bc	12,75 c	35,0 bc	94,5 a
<i>Vicia cracca</i>	68,5 b	65,9 b	56,0 bc	42,5 cd	20,0 d	35,0 cd	99,5 a
<i>Veronica chamaedrys</i>	45,0 bc	49,6 bc	62,5 b	57,0 bc	23,75 c	31,25 bc	99,75 a
<i>Veronica persica</i>	58,75 b	50 b	60,0 b	43,75 b	33,25 b	35,0 b	96,5 a

* Povprečja označena z enako črko znotraj posamezne plevelne vrste se ne razlikujejo značilno glede na rezultate Tukey (HSD) testa pri ($P < 0,05$).

Preglednica 51: Stopnja učinkovitosti zatiranih metod - ocena 1. 9. 2020

Rastlinska vrsta	V1 Nitka	V2 Ogenj	V3 Glifosat	V4 Pelargonska	V5 Kis	V6 Olje	V7 Okopavano
<i>Aegeopodium podagraria</i>	39,5 bc	52,08 b	34,25 bc	37,5 bc	16,75 c	32,25 bc	94,25 a
<i>Achillea millefolium</i>	56,5 ab	54,96 ab	49,25 b	43,75 b	23,0 b	37,25 b	92,5 a
<i>Carex hirta</i>	50,0 b	35,29 bc	46,75 bc	20,0 bc	11,75 c	17,25 bc	93,0 a
<i>Convolvulus arvensis</i>	46,5 ab	57,67 ab	36,75 b	40,0 b	31,75 b	47,2 ab	91,25 a
<i>Conyza canadensis</i>	82,75 ab	55,0 bc	60,0 bc	50,0 c	50,5 c	59,75 bc	97,0 a
<i>Elymus repens</i>	51,0 abc	37,79 abc	58,0 ab	25,5 bc	10,5 c	12,25 c	90,5 a
<i>Echinochloa Cruss-galii</i>	75 b	70 b	99 a	76 b	56 c	60 bc	99 a
<i>Chenopodium album</i>	88 b	84 b	99 a	95 a	77 b	80 b	98 a
<i>Digitaria sanguinalis</i>	90 ab	67 c	89 b	70 c	50 d	53 d	97 a

Nadaljevanje preglednice 51:

Rastlinska vrsta	V1 Nitka	V2 Ogenj	V3 Glifosat	V4 Pelargonska	V5 Kis	V6 Olje	V7 Okopavano
<i>Epilobium parviflorum</i>	67,5 b	67,8 b	24,25 d	47,0 bcd	24,75 d	33,25 cd	96,25 a
<i>Festuca ovina</i>	36,25	79,1 abc	72,5 ab	25,0 c	13,0 c	11,0 c	88,75 a
<i>Galium verum</i>	90,25 a	87,42 ab	64,0 ab	63,75 ab	38,0 b	53,0 ab	97,0 a
<i>Hypericum perforatum</i>	75 b	99 a	84 ab	75 b	50 c	43 c	97 a
<i>Lapsana communis</i>	93,0 a	96,67 a	99,25 a	90,75 a	66,75 b	83,0 ab	98,75 a
<i>Lisimachia</i>	54,5 b	64,88 ab	49,5 b	58,25 b	28,0 b	27,25 b	94,75 a
<i>Leontodon hysspidus</i>	95,0 a	84,79 abc	94,25 ab	63,75 bcd	42,5 d	56,0 cd	96,75 a
<i>Lolium perenne</i>	60,75 abc	43,54 bcd	70,0 ab	30,25 cd	13,0 d	22,25 d	91,0 a
<i>Malva neglecta</i>	85,0 ab	83,04 abc	82,75 abc	65,0 abc	50,5 bc	48,5 c	96,5 a
<i>Medicago lupulina</i>	72,0 ab	84,13 ab	92,5 ab	62,5 ab	55,5 ab	48,5 b	95,75 a
<i>Mentha arvensis</i>	50,5 bc	59,67 b	38,0 bcd	52,0 b	10,5 d	18,5 cd	93,0 a
<i>Myosotis</i> sp.	98 a	89 b	97 a	90 b	66 c	70 c	98 a
<i>Poa annua</i>	52,0 bc	72,58 ab	43,0 bc	61,25 ab	18,0 c	21,0 c	90,25 a
<i>Poa trivialis</i>	61,25 ab	67,42 ab	66,25 ab	51,25 bcd	21,75 cd	18,5 d	91,0 a
<i>Potentilla reptans</i>	67,25 ab	62,92 ab	56,25 ab	55,75 ab	36,75 b	34,75 b	93,25 a
<i>Rumex acetosela</i>	59,5 b	58,04 bc	51,25 bc	38,75 bc	25,0 c	36,75 bc	94,5 a
<i>Setaria glauca</i>	65 c	50 d	89 b	40 e	23 f	27 f	90 a
<i>Stelaria media</i>	86,75 a	83,88 ab	93,25 a	78,25 ab	50,5 b	72,2 ab	99,25 a
<i>Stenactis annua</i>	65,75 ab	71,04 ab	54,25 bc	61,25 bc	30,5 c	47,25 bc	98,25 a
<i>Taraxacum officinale</i>	61,0 ab	69,21 ab	66,5 ab	43,75 b	20,5 b	37,25 b	95,25 a
<i>Trifolium arvense</i>	43,75 b	64,63 ab	49,5 b	36,25 b	18,0 b	36,0 b	92,25 a

Nadaljevanje preglednice 51:

Rastlinska vrsta	V1 Nitka	V2 Ogenj	V3 Glifosat	V4 Pelargonska	V5 Kis	V6 Olje	V7 Okopavano
Trifolium repens	45,75 bc	69,96 ab	51,75 bc	32,0 cd	14,25 d	37,25 cd	94,75 a
Urtica dioica	35,75 b	35,17 b	41,25 b	36,25 b	12,5 b	21,0 b	91,75 a
Vicia cracca	84,25 a	73,21 ab	71,5 ab	40,0 cd	25,5 d	43,5 bcd	96,0 a
Veronica chamaedrys	84,5 ab	76,63 ab	69,25 ab	47,5 bc	20,5 c	28,5 c	98,0 a
Veronica persica	77,0 ab	76,46 abc	70,0 abc	46,25 bcd	18,0 d	34,75 cd	98,75 a

* Povprečja označena z enako črko znotraj posamezne plevelne vrste se ne razlikujejo značilno glede na rezultate Tukey (HSD) testa pri ($P < 0,05$).

Komentar glede učinkovitosti različnih postopkov za sezono 2020

Na splošno je bila uspešnost zatiranja v sezoni 2020 nekaj slabša, kot v 2019, kljub temu, da smo odmerke nekaterih pripravkov nekoliko povečali. Očitno se je že poznalo, da pleveli niso bili temeljito zatrti v prejšnji sezoni. Z zatiranjem smo pričeli malo bolj zgodaj a so stopnje učinkovitosti v začetku poletja bile v povprečju dokaj nizke. Glifosat je ponovno slabo deloval na regačico, pijavčnico, na vrbovec, slak, meto, enoletno latovko in koprivo. V jesenskem obdobju so se učinkovitosti še nekoliko znižale. Skoraj pri polovici plevelov je bila učinkovitost pod 70 %. Vsekakor z uporabo snovi glifosat dvakrat letno v tako močno zapleveljenem vinogradu ne moremo doseči zadovoljive stopnje zatiranja. Pri košnji smo lahko zadovoljni z doseženim učinkom. Razvoj zeli je bil dobro zadržan, nekoliko so regenerirale trave, kar pa je logičen vegetacijski odziv saj trave lažje prenašajo košnjo, kot zeli. Delno regenerirana srakonja, bilnica in pirnica niso bile visoko tekmovalna do trte. Pri obravnavanjih z uporabo ognja smo približno pri polovici zeli, tako pri prvi oceni, kot pri drugi oceni podali ocene med 60 in 70 % kar ni slabo. Če bi ogenj uporabili še četrtič bi dosegli dokaj dober rezultat. V letu 2020 smo nekoliko povečali odmerke pelargonske kisline. To je pri prvem ocenjevanju za malo povečalo učinkovitost, pri drugem pred trgatvijo pa je ponovno bila dokaj nizka učinkovitost pri večini pomembnih plevelov. Pri polovici plevelnih vrst smo dosegli manj kot 60 % učinkovitost, kar je slab rezultat, če upoštevamo velike stroške pri uporabi tega pripravka. Tudi pri kisu in olju smo nekoliko povečali odmerke proti 2019, a to ni prineslo občutnega povečanja učinkovitosti. Pri vsaj polovi zeli je bila jeseni učinkovitost pod 50 %. Še nižja je bila pri travah. Očitno se trav v višjih stadijih s preučevanimi odmerki kisa in olja ne da zatirati.

PRIDELEK GROZDJA

Preglednica 52: Pridelek grozdja v letu 2019 in 2020

Obravnavanje	Pridelek grozdja Kg/ha	Izguba (%) pridelka proti V7	Topna suha snov (TSS) (°Oe , 25 °C)	Skupne titracijske kisline (g/L)
Podatki za leto 2019				
V1 Košnja z nitko 3 x letno	8021 a	3,4 c	93,5 a	7,15 a
V2 Uporaba ognja 3 x letno	7902 a	4,8 c	91,0 a	6,45 a
V3 Glifosat 2 x letno	8150 a	1,8 c	88,5 a	6,45 a
V4 Pelargonska k. 3 x letno	5709 ab	34,2 b	88,8 a	6,48 a
V5 Ocetna kislina 3 x letno	5786 ab	30,3 ab	90,5 a	6,13 a
V6 Olje agrumov 3 x letno	6965 a	16,1 b	89,8 a	6,70 a
V7 BREZ PLEVELOV	8301 a	/	91,3 a	5,90 a
V8 Vse leto zapleveljeno	5214 b	37,2 a	86,8 a	6,78 a
Podatki za leto 2020				
V1 Košnja z nitko 3 x letno	12807 ab	7,5 d	97,0 a	7,03 a
V2 Uporaba ognja 3 x letno	11376 abc	21,1 bcd	93,0 a	6,90 a
V3 Glifosat 2 x letno	12695 ab	9,9 cd	89,0 a	7,05 a
V4 Pelargonska k. 3 x letno	9994 bc	27,0 bc	91,0 a	7,30 a
V5 Ocetna kislina 3 x letno	9314 cd	31,7 b	93,3 a	7,10 a
V6 Olje agrumov 3 x letno	9526 c	29,3 b	92,8 a	7,00 a
V7 BREZ PLEVELOV	13680 a	/	93,8 a	7,30 a
V8 Vse leto zapleveljeno	6278 d	53,5 a	91,3 a	7,60 a

* Povprečja označena z enako črko znotraj posameznega parametra za posamezno leto se med seboj ne razlikujejo glede na rezultate Tukey HSD testa pri ($\alpha < 0,05$).

V poskusu smo imeli dokaj močno zapleveljen vinograd z veliko vrstami plevelov. V prvem letu so v kontrolnem obravnavanju brez zatiranja pleveli povzročili 37,2% izgubo pridelka in v drugem letu poskusa je zapleveljenost v kontrolnih parcelicah povzročila kar 53% izgubo pridelka. To je bila posledica kumulativnega učinka zapleveljenosti skozi dve rastni dobi. Kontrolne zapleveljene parcelice in vse druge parcelice so bile v obeh letih na istem mestu. Pridelek v obravnavanju, kjer ni bilo plevelov je v letu 2019 znašal 8301 kg/ha in v letu 2020 13680 kg/ha. Višina pridelka kaže da smo v poskusu imeli povsem običajen povprečno roden vinograd. Uporaba herbicida na podlagi snovi glifosat (Tajfun) je predstavljala standard proti kateremu primerjamo vsa druga obravnavanja. V obeh sezonah nam tudi pri dveh aplikacijah snovi glifosat letno, plevelov ni uspelo zatreti popolnoma. Zmanjšano učinkovitost (pod 90 %) smo imeli pri ljuljki, vrbovcu, suholetnici, zlatici, pirnici, šašu, regačici in pijavčnici. Posledica tega je bila, da smo tudi pri uporabi snovi glifosat v letu 2019 v primerjavi s kontrolnim obravnavanjem, kjer plevelov ni bilo, izgubili 1,8 % pridelka, v letu 2020 pa 9,9 % pridelka. Glede na višino pridelka sta bili naslednji najbolj učinkoviti obravnavanji uporaba ognja in

košnja z nitko 3-krat letno. Pri košnji s kosilnico na nit je izguba pridelka v letu 2019 znašala 3,4 % in v letu 2020 7,5 %. Glede na rezultat iz leta 2020 ugotavljamo, da bi morali izvesti še četrto košnjo in v obeh letih s košnjo pričeti malo bolj zgodaj. Poletje 2020 je bilo bogato s padavinami in pleveli so se po zatiranju dobro obnovili, ker niso bili izpostavljeni sušnemu stresu. Nekaj slabši rezultat smo dosegli pri uporabi ognja. V letu 2019 je izguba pridelka znašala 4,6 % in v letu 2020 kar 21,1 %. Tudi za uporabo ognja velja, da bi s prvim ožiganjem morali začeti bolj zgodaj in da bi gotovo morali izvesti še eno zatiranje. Učinkovitost zatiranja plevelov z alternativnimi pripravki na podlagi očetne in pelargonske kisline ali pa olja agrumov ni primerljiva z učinkovitostjo, ki jo dosežemo z uporabo snovi glifosat in posledično smo izmerili velike izgube pridelka. Pri uporabi pelargonske kisline je izguba pridelka v 2019 znašala 34,2 % in v letu 2020 malo manj 27 %, kar kaže, da nudi uporaba te snovi za več kot 50 % manjšo učinkovitost, kot uporaba snovi glifosat. Statistično primerljive izgube so nastale pri uporabi očetne kisline (v 2019 30,3 % in v 2020 31,7 %) in eteričnega olja agrumov (v 2019 16,1 % in v 2020 29,3 %). Če bi hoteli doseči učinkovitost primerljivo tisti ob uporabi snovi glifosat bi v obeh letih zelo verjetno morali izvesti 5 aplikacij, kar bi bilo stroškovno zelo neugodno.

Podatki iz preglednice 52 kažejo, da razlike glede vsebnosti topne suhe snovi (TSS) in skupnih titracijskih kislin, ki sta osnova parametra kakovosti mošta, niso statistično značilne. Delno se kaže, da se pri manjši učinkovitosti zatiranja plevelov ne zmanjša TSS, vendar moramo upoštevati interaktiven učinek z višino pridelka. Pri večjem pridelku je količina TSS nižja. Tako se kaže, da je TSS v obeh letih pri uporabi snovi glifosat nižja, kot pri ostalih bolj zapleveljenih obravnavanjih. V literaturi smo našli študijo glede zatiranja plevelov v vinogradu z zelo podobno botanično sestavo plevelov (Karl, 2015). Praktično je bilo v njihovem poskusu 90 % vrst plevelov, ki so bili tudi v našem vinogradu. V njegovem poskusu v obdobju 2011-2013 so pleveli povzročili med 30 in 50 % izgubo pridelka. Primerjali so uporabo herbicida glifosat, mehansko obdelavo pasu pod tratami in setev mešanice rastja iz metuljnic pod trtami. Strošek zatiranja z uporabo herbicida glifosat je znašal 548 \$/ha, mehansko zatiranje je stalo 1036 \$/ha. V zapleveljeni kontroli se je prihodek na ha v primerjavi z obravnavanjem, kjer so pleveli zatirali s herbicidom glifosat zmanjšal med 26 in 40 %, pri mehanskem zatiranju plevelov pa za 18 do 50 %. Izguba pridelka in prihodka je bila podobna, kot v naši raziskavi.

OCENA STROŠKOV ZATIRANJA PLEVELOV

Poskus smo v obeh letih izvedli na podoben način a so bile manjše razlike v odmerkih pripravkov. Za obe leti smo za strojne ure upoštevali enake cene in prav tako za pripravke. Preglednica 53 kaže, da so stroški zatiranja plevelov veliki in da so vse alternativne metode zatiranja bistveno dražje od uporabe herbicida glifosat. Faktor povečanja stroškov je od 3 do 8-krat (glej preglednico 53 desna kolona). Prav tako se vidi, da pleveli lahko povzročijo velike izgube pridelka gledano finančno (tudi občutno več kot 1000 €/h). Kljub temu, da so alternativne metode drage so stroški pri njihovi uporabi še vedno manjši od vrednosti izgubljenega pridelka. Med obema letoma je nekaj manjših razlik. V obeh letih je košnja in uporaba ognja dala boljši

rezultat, kot uporaba alternativnih pripravkov. Hektarski odmerki pri uporabi alternativnih pripravkov so veliki in posledično so tudi stroški veliki, kljub temu da cena za liter pripravka ni visoka. V literaturi lahko najdemo nekaj podatkov o stroških različnih metod zatiranja, a so primerjave zelo težke, ker so cene pripravkov in strojnih uslug zelo variabilne. Ekonomska primerjava stroškov mehanskega zatiranja plevelov v vinogradih v različnih sosednjih državah je zelo težka. Razpon cene istega priključka za mehansko zatiranje je vsaj $\pm 40\%$, razpon vrednosti delovane ure upravljalcev strojev pa je več kot $\pm 200\%$ (od 3,5 do 25 €/h). Tudi pri priključkih istega ponudnika so v različnih sosednjih državah razlike v cenah do 20 %. Praktično zelo uporabno raziskavo sta izvedla raziskovalca Irrslinger in Wetzl (2017). V njej so primerjali stroške zatiranja plevelov pod trtami pri zatiranju z dvakratno uporabo vrtavkastega prekopalnika (strošek 680 €/h), pri dvakratnem ročnem zatiranju z nahrbtno kosilnico na nitko (strošek 2003 €/h), z uporabo dvostranskega spodrezovalnika (440 €/h), mulčerja na nitko trikrat letno (350 €/h), z uporabo kombiniranega dvostranskega priključka sestavljenega iz rotirajoče motike in prstastega plevelnika (310 €/h) ter z odmičnim rotacijskim mulčerjem trikrat letno (120 €/h). Poskus je bil izvajan v vinogradu s klasično gojitveno obliko Guyot in sadilno razdaljo 2 m x 1 m, ki je podoben našemu poskusnemu vinogradu. Priključke je gnil traktor z močjo 50 kW pri katerem je pri rabi vsaj 60 ur/ha letno (600 ur letno) strošek delovne ure pri 15 letni amortizaciji znašal okrog 26 €/h. Strošek dveh uporab herbicida glifosat pri škropljenju s sistemom nameščenim na mulčerju je znašal 72 €/h. Tudi iz njihove raziskave se vidi, da uporaba mehanskih metod zatiranja podraži zatiranje v primerjavi z uporabo herbicida glifosat za 2,5 do 5-krat ali tudi več. Raziskava je zelo izpovedna tudi zaradi tega, ker pokaže dva aspekta ekonomike; da je delo z dvostranskimi priključki lahko cenejše od dela z enostranskimi priključki le pri določeni velikosti kmetije in da se strošek amortizacije in potem od nje odvisna cena strojne ure, manjša z večanjem števila hektarjev, ki jih obdelujemo.

Primer sodobne raziskave iz Italije je študija raziskovalca Manzoneja in sodelavcev (2020). Primerjali so učinkovitost zatiranja plevelov z uporabo herbicida glifosat proti učinkovitosti doseženi z uporabo rotacijske freze ali odmičnega mulčerja na nitko z vodoravno osjo vrtenja. Strošek za en prehod rotacijske freze je znašal 68 €/ha, strošek odmičnega mulčerja na nitko pa 86 €/ha. Po naših izračunih je en prehod z mulčerjem na nitko v našem poskusu znašal 56 €/ha ($=168/3$; glej preglednico 6). Strošek uporabe herbicida je v raziskavi italijanskih raziskovalcev znašal 80 €/ha. Kot najbolj učinkovito orodje se je pokazal mulčer na nitko. Mehansko zatiranje je imelo primerljiv učinek uporabi herbicida približno 4 tedne, potem je učinkovitost značilno padla. Avtorji so zaključili, da je uporaba mulčerja na nitko zelo uporabna alternativa uporabi herbicida glifosat. Lahko ima visoko storilnost in zmerno porabo energije. V podobni študiji iz Italije, predstavljeni s strani raziskovalca Allegri (2019), so za podobna orodja ekonomski izračuni pokazali nekaj višje stroške. En prehod diskastega kultivatorja je v njegovi študiji stal 130 €/ha in en prehod rotacijske freze 240 €/ha. Vidi se velika razlika v oceni stroškov med študijama.

V Kaliforniji so v letih 2010 in 2011 izvajali raziskave v ekološkem vinogradu in primerjali ekonomsko učinkovitost uporabe kultivatorja, uporabe odgrinjalnega pluga, vroče pare in biotičnega herbicida GreenMatch (d-limonen eterično olje) (Shrestha in sod., 2013). Kot ekonomsko najbolj učinkovita tehnika je bila ocenjena uporaba pluga, nato kultivatorja in nato je sledila uporaba pare. Daleč najdražja je bila uporaba bioherbicida. V našem poskusu bi kot bioherbicid lahko označili pripravka na podlagi očetne kisline in eteričnega olja agrumov. Tovrstni pripravki nenadno ožgejo nadzemne organe plevelov potem pa učinkovitost hitro popusti, še posebej pri trajnih plevelih. Učinkoviti so le pri majhnih plevelih v začetku razvoja. Trave so nanje precej tolerantne. Iz omenjenih razlogov je z aplikacijo potrebno pričeti zgodaj in jo pogosto ponavljati. Natančno analizo uporabnosti očetne kisline so naredili Webber in sodelavci (2018). Rezultati njihove raziskave in naše ugotovitve se ujemajo. Poudarili so slabo delovanje na trave, da se dobra učinkovitost doseže šele, če je koncentracija očetne kisline nad 20 %, da je bolje imeti veliko porabo vode kot majhno porabo vode (bolje 935 l/ha kot 187 l/ha) in da se učinkovitost lahko nekoliko poveča z dodajanjem nekaterih olj. V povprečju so pri 20 % koncentraciji pri večini plevelov dosegli učinkovitost blizu 75 %. Mi smo v letu 2019 preučevali 9 % jedilni kis in rezultati kažejo, da tudi pri porabi 300 l/ha škropljenje površine učinkovitost ni visoka (kratkotrajno okrog 40 %). V poletnem času pri višjih temperaturah (nad 20 °C) smo v 2020 pri odmerku 300 l/ha 20 % raztopine imeli kratkotrajno učinkovitost blizu 70 %. Na trti smo povzročili poškodbe od hlapov, ki pa po naši oceni niso imele vpliva na pridelek. Vsekakor naša raziskava potrjuje, da moramo za uporabno učinkovitost uporabiti vsaj 20 % raztopino očetne kisline in s škropljenjem pričeti, ko so pleveli veliki nekaj cm.

Pri uporabi pelargonske kisline nismo dosegli učinkovitosti, kot smo jo pričakovali glede na vire iz literature. V letu 2019 smo uporabili pripravek Finalsan z nizko koncentracijo pelargonske kisline. Dosežena kratkotrajna učinkovitost je bila okrog 50 %. Kljub temu, da smo v letu 2020 povečali odmerek in smo imeli višjo koncentracijo pelargonske kisline (pripravek Beloukha), zatiranje plevelov ni bilo uspešno. Izguba pridelka je znašala 27 % in strošek zatiranja je znašal 440 €/ha. Glede na oba rezultata sklepamo, da zatiranje plevelov s pelargonske kisline gotovo ni ekonomsko zanimivo za naše vinogradnike.

Raziskovalci Crmaric in sod. (2018) so natančno preučevali relacijo med odmerki pelargonske kisline, velikostjo plevelov v času aplikacije in doseženo učinkovitostjo. Tudi oni so izpostavili, da zatiralna učinkovitost kisline izrazito pade ko pleveli presežejo velikost 20 cm. V našem poskusu smo kislino aplicirali ko so številne rastline pri drugem in tretjem treniranju dosegle višino nekaj čez 20 cm. To je bilo zaradi tega, ker smo želeli testirati možnost, da alternativne pripravke uporabimo le trikrat v sezoni in nič več, saj pri bolj pogosti uporabi stroški preveč narastejo. S tališča cenenosti je uporaba očetne kisline pri povečanem odmerku morda bolj realna opcija, kot več kot trikratna uporaba zelo drage pelargonske kisline.

Uporaba eteričnih olj in drugih rastlinskih ter mineralnih olj za zatiranje plevelov ima dolgoletno tradicijo (Campiglia in sod., 2007; Dayan in Duke 2010). Glede na podatke iz literature smo pričakovali višjo učinkovitost zatiranja. Verjetno smo imeli prenizke odmerke. Dodajanje omočila Wetcit in detergenta LDC ni povečalo učinkovitosti. Učinek je bil višji v poletnem času. Trave so na eterična olja precej odporne. Stroški nad 200 €/ha so visoki glede na doseženo stopnjo učinkovitosti in malo verjetno je, da bi naši vinogradniki bili pripravljeni plevela zatirati z uporabo eteričnih olj. Omeniti je potrebno tudi, da imajo v Evropi ekološka združenja velike zadržke do uporabe organskih kislin in različnih olj in njihove uporabe ne podpirajo, ker jih obravnavajo kot ekološko škodljive (osebna komunikacija zaposlenih pri FIBL Švica).

Uporaba ognja je v našem poskus dala dober rezultat glede izgube pridelka gledano primerjalno proti drugim obravnavanjem. Tako v letu 2019, kot v 2020 razlika v višini pridelka proti obravnavanju glifosat ni bila statistično značilna, so pa žal bili izrazito povišani stroški zatiranja plevelov za 5 do 6 krat, v primerjavi z obravnavanjem glifosat. S stališča biološke učinkovitosti zatiranja je metoda uporabna, s finančnega stališča pa manj uporabna. Ena od težav, ki smo jo opazili je bila, da smo pri ožiganju v poletnem času nekoliko prizadeli trto. Pri drugem in tretjem ožiganju je bilo na površju tal pod trtami veliko suhih ostankov od prvega ožiganja in ti so se pri prehodu gorilnika vneli. Tudi ožiganje moramo pričeti zgodaj, da po prvem ožiganju ne ostane veliko ostankov. Naše rezultate lahko primerjamo tudi z rezultati italijanskih raziskovalcev (Martelloni in sod., 2020). V njihovi raziskavi so primerjali zatiranje plevelov z uporabo herbicida glifosat in uporabo ognja, pelargonske kisline in vroče pare s peno. Približno 40 % plevelov je bilo v njihovem poskusu enakih kot v našem. Ocenili so, da ima ogenj enakovredno kratkotrajno učinkovitost, kot uporaba herbicida glifosat in da nudi bistveno boljšo učinkovitost od uporabe pelargonske kisline. Uporaba vroče pare in pene je imela daljšo učinkovitost od uporabe ognja. V Italiji razvijajo nošene naprave v katerih kurijo lesene pelete ali peletirane rozge trt (Pergher in sod. 2019). V njihovi raziskavi so z uporabo ognja na kratki rok dosegli višjo učinkovito zatiranje plevelov, kot pri uporabi spoderzovalnika in odmičnega mulčerja za mulčenje pod trtami. Gledano na daljši rok so ocenili, da 5 ožiganj nudi dolgoročno učinkovitost, ki jo dosežemo pri treh temeljitih mehanskih zatiranjih. S takšnimi alternativnimi pristopi lahko naredimo zatiranje plevelov bolj energetsko učinkovito. Ocenili so, da daje poraba 50 do 65 kg trtnih pelent na ha učinek kot ga dobimo pri porabi plina v odmerku 20 do 24 kg/ha. Negativna plat ožiganja, to je sproščanja CO₂, še vedno ostaja.

Preglednica 53: Vrednost izgube pridelka in primerjava stroškov zatiranja plevelov trikrat letno v sezoni 2019 in 2020. Za en kilogram grozdja smo upoštevali ceno 0,5 €.

Obravnavanje:	Vrednost pridelka (€/ha)	Vrednost izgubljenega pridelka (€/ha) primerjano proti V7	Strošek zatiranja plevelov (€/ha)	Indeks povečanja stroškov zatiranja proti V3 (n-krat)
Podatki za leto 2019				
V1 Košnja z nitko 3 x letno	4010,5 a	140 c	168	3,3
V2 Uporaba ognja 3 x letno	3951 a	199,5 c	281,3	5,6
V3 Glifosat 2 x letno	4075 a	75,5 c	50,2	/
V4 Pelargonska k. 3 x letno	2854,5 ab	1296 a	290,4	5,8
V5 Ocetna kislina 3 x letno	2893 ab	1257,5 a	139,2	2,8
V6 Olje agrumov 3 x letno	3482,5 a	668 b	130,8	2,6
V7 BREZ PLEVELOV	4150,5 a	/	/	/
V8 Vse leto zapleveljeno	2607 b	1543,5 a	/	/
Podatki za leto 2020				
V1 Košnja z nitko 3 x letno	6403,5 ab	436,5 b	168	3,3
V2 Uporaba ognja 3 x letno	5688 abc	1152 ab	318,2	6,1
V3 Glifosat 2 x letno	6347,5 ab	492,5 b	52,2	/
V4 Pelargonska k. 3 x letno	4997 bc	1843 a	440,4	8,4
V5 Ocetna kislina 3 x letno	4657 cd	2183 a	193,2	3,7
V6 Olje agrumov 3 x letno	4763 c	2077 a	260,9	5,0
V7 BREZ PLEVELOV	6840 a	/	/	/
V8 Vse leto zapleveljeno	3139 d	3701 a	/	/

* Povprečja označena z enako črko znotraj posameznega parametra vrednosti pridelka za posamezno leto se med seboj ne razlikujejo glede na rezultate Tukey HSD testa pri ($\alpha < 0,05$).

DISKUSIJA IN ZAKLJUČKI

V realnosti moramo upoštevati, da je integriran sistem zatiranja plevelov v vinogradu takšen, da kombiniramo različne tehnike in pripravke. V primeru prenehanja uporabe herbicida glifosat pričakujemo uravnoteženo povečanje rabe ostalih dovoljenih herbicidov, povečanje uporabe mehanskih metod in tudi delno povečanje porabe alternativnih pripravkov. Z ekosistemskega stališča je v sodobnem vinogradništvu cilj v vinogradu imeti pestro rastlinje negovane ledine ne samo v medvrstnem prostoru ampak tudi delno pod trtami. Vse več je študij, ki izpostavljajo pomen pestrosti rastlinstva za rodnost vinske trte in za celovito delovanje vinograda kot visoko produktivnega ekosistema (Mainardis in sod., 2020). Zanimiv pristop je uporaba alternativnih herbicidov v ozkem pasu 20 cm v liniji trt in uporaba orodij za mehansko zatiranje. Če imamo ozek pas v liniji trt kemično obdelan, potem lahko stroje za mehansko obdelavo uporabljamo pri večji hitrosti. Imamo manj poškodb debel trt in izrazito povečamo storilnost. Povečanje storilnosti lahko kompenzira stroške uporabe alternativnih herbicidov v ozkem pasu. Mehansko zatiranje in aplikacijo alternativnih pripravkov lahko izvajamo hkrati. Takšen koncept ima tudi

protierozijske učinke, saj tla pod trtami nikoli niso gola temveč so vedno delno poraščena s pleveli ali prekrita z ostanki le teh. To je varovanje površinskih voda pred površinskimi odtoki pesticidov iz vinogradov. Dodatno moramo pri herbicidu glifosat upoštevati tudi vse manjšo uporabnost zaradi hitrega naraščanja števila tolerantnih plevelov, ki jih ne zatira uspešno pri običajnih odmerkih (Vidotto, 2018; Heap in Duke, 2018) in vse več objav, da ima glifosat negativen učinek na talne organizme in trto (Mandl in sod., 2018), ki se odrazi tako v količini kot kakovosti pridelka. Tudi ta dva dejavnika prispevata k zmanjšani porabi snovi glifosat v vinogradih že v obdobju pred prepovedjo.

Z uporabo preučevanih alternativnih metod trikrat v rastni sezoni v vinogradu ne dosežemo učinkovitosti zatiranja plevelov, ki jo nudi dvakratna uporaba herbicida na podlagi snovi glifosat. Verjetno bi primerljivo učinkovitost lahko dosegli s petkratno uporabo alternativnih pripravkov ali z štirikratno košnjo oziroma z 4-5-kratnim ožiganjem plevelov. Stroški zatiranja z alternativnimi pripravki so zelo visoki in malo verjetno je, da bi vinogradniki sprejeli med 4 do 8 krat višje stroške, kot jih imajo pri uporabi herbicida glifosat. Kot najbolj realna alternativna opcija se kaže uporaba različnih mulčerjev na nit. Pri mehanskih metodah ima velik vpliv letna raba priključkov, hitrost dela in ustrezna moč traktorja. Če imamo veliko storilnost in letno rabo mulčerja na nit nad 150 ur lahko dosežemo, da je strošek mehanskega zatiranja med 2,5 do 3,5 krat večji od stroška uporabe herbicida glifosat. Pri uspešnem marketingu vina pri pridelkih nad 10 ton grozdja na ha je tolikšno povišanje stroškov možno prenesti. Izgube pridelkov grozdja v poskusu so bile velike (nad 30 %) in to ekonomsko povečuje sprejemljivost povečanja stroškov zatiranja plevelov po alternativnih metodah, če snovi glifosat ne bomo več uporabljali.

VIRI IN LITERATURA

- Allegri, A. (2019). Gestione del diserbo e possibili alternative all'uso del glifosate nel vigneto. *Bilancio difesa vite*, 1–31.
- Antier, C., Kudsk, P., Reboud, X., Ulber, L., Baret, P. V., Messéan, A. (2020). Glyphosate use in the European agricultural sector and a framework for its further monitoring. *Sustainability*, 12(14), 5682. <https://doi.org/10.3390/su12145682>
- Balsari, P., Marucco, P., Vidotto, F., Tesio, F. (2006). Assessment of different techniques for weed control in vineyard. In *Proceedings of Giornate Fitopatologiche*, 529–534.
- Campiglia, E., Mancinelli, R., Cavalieri, A., Caporali, F. (2007). Use of Essential Oils of Cinnamon, Lavender and Peppermint for Weed Control. *Italian Journal of Agronomy*, 2, 171–175.
- Crmaric, I., Keller, M., Krauss, J., Delabays, N. (2018). Efficacy of natural fatty acid based herbicides on mixed weed stands - Wirksamkeit von natürlichen, auf Fettsäuren basierten Herbiziden auf Unkrautbestände. 28. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 27.02. – 01.03.2018 in Braunschweig. Julius-Kuhn-Archiv J. K. 458, 327–332.

- Dayan, F.E., Duke, S.O. (2010). Natural products for weed management in organic farming in the USA. *Outlooks on Pest Management*, 21(4), 156–160.
- Elmore, C.L., Roncoroni, R., Wade, L., Verdegaal, P. (1997). Mulch plus herbicides effectively control vineyard weeds. *Californian Agriculture*, 51(2), 14–8.
- Fahey D., Englefield A. 2019. Alternative weed control measures for vineyards. *Development Officer, Viticulture*, 54–58. https://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0006/1158315/Alternative-weed-control-measures-for-vineyards.pdf
- Heap, I., Duke, S.O. (2018). Overview of glyphosate-resistant weeds worldwide. *Pest Management Science*, 74(5), 1040–1049.
- Hembree, K. (2002). Cost-Effective Vineyard Weed Management. UCCE, Fresno County. 1–4.
- Irrslinger, R., Wetzel, D. (2017). Kosten der herbizidfreien Unterstockpflege. <https://obstwein-technik.eu/Core?aktiveNavigationsID=879&fachbetaeID=279>. Accessed 12/02/2019.
- Karl, A. D. (2015). Impact of under-vine management in a finger lakes cabernet franc vineyard. A thesis, presented to the Faculty of the Graduate School of Cornell University. 112.
- Kehlenbeck, H., Saltzmann, J., Schwarz, J., Zwerger, P., Nordmeyer, H., Roßberg, D., Karpinski, I., Strassemeyer, J., Golla, B., Freier, B. (2015). Folgenabschätzung für die Landwirtschaft zum teilweisen oder vollständigen Verzicht auf die Anwendung von glyphosathaltigen Herbiziden in Deutschland. Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Julius-Kühn-Archiv, 451, 1–150.
- Košmerl, T., Kač, M. (2009). Osnovne kemijske in senzorične analize mošta in vina; Laboratorijske vaje pri predmetu Tehnologije predelave rastlinskih živil – vino. UL, Biotehniška fakulteta. Ljubljana.
- Mainardis, M., Boscutti, F., Rubio Cebolla, M.M., Pergher, G. (2020). Comparison between flaming, mowing and tillage weed control in the vineyard: Effects on plant community, diversity and abundance. *Plos one*, 15(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238396>
- Mandl, K., Cantzelmo, C., Gruber, E., Faber, F., Friedrich, B., Zaller, J.G. (2018). Effects of Glyphosate, Glufosinate and Flazasulfuron Based Herbicides on Soil Microorganisms in a Vineyard. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 101, 562 – 569. <https://doi.org/10.1007/s00128-018-2438-x>
- Manzone, M., Demeneghi, M., Marucco, P., Grella, M., Balsari, P. (2020). Technical solutions for under-row weed control in vineyards: Efficacy, costs and environmental aspects analysis. *Journal of Agricultural Engineering*, 51(1), 36–42. <https://doi.org/10.4081/jae.2020.991>
- Martelloni, L., Frascioni, C., Sportelli, M., Fontanelli, M., Raffaelli, M., Peruzzi, A. (2020). Flaming, Glyphosate, Hot Foam and Nonanoic Acid for Weed Control: A Comparison. *Agronomy*, 10(1), 129. <https://doi.org/10.3390/agronomy10010129>
- Pergher, G., Gubiani, R., Mainardis, M. (2019). Field testing of a biomass-fueled flamer for in-row weed control in the vineyards. *Agriculture*, 9(10), 210. <https://doi.org/10.3390/agriculture9100210>

- Shrestha, A., Kurtural, S.K., Fidelibus, M.W., Dervishian, G., Konduru, S. (2013). Efficacy and Cost of Cultivators, Steam, or an Organic Herbicide for Weed Control in Organic Vineyards in the San Joaquin Valley of California. *HortTechnology*, 23(1), 99–108.
- Steinkellner, S. (2019). Nationale machbarkeitsstudie zum glyphosatausstieg, Endbericht zum forschungsprojekt nummer 101347. Universität für Bodenkultur Wien, 1–257. (<https://www.bmlrt.gv.at/land/land-bbf/Forschung/machbarkeitsstudie.html>).
- Vidotto, F. (2018). Il caso glifosate e altri arcani agricoli - Perché una soluzione viene scambiata per un problema? 1–46 <http://www.confagricoltura.org/piacenza/wp-content/uploads/sites/3/2018/04/180413-ACCLS-VidottoRelazione.pdf>).
- Webber, C.L., Whit,e P.M. Jr., Shrefler, J.W., Spaunhorst, D.J. (2018). Impact of Acetic Acid Concentration, Application Volume, and Adjuvants on Weed Control Efficacy Sugarcane Research Unit, USDA, Agriculture Research Service, Houma, LA, USA. *Journal of Agricultural Science*; 10(8).

Ekonomska učinkovitost izbranih alternativnih metod nekemičnega zatiranja plevla

UVOD

Temeljni cilj šestega delovnega svežnja (Ekonomska učinkovitost izbranih alternativnih metod nekemičnega zatiranja plevla) je bila, na podlagi preizkušanja izbranih alternativnih nekemičnih metod zatiranja plevla pri poljščinah, vrtninah, v sadjarstvu in v vinogradništvu, ocena ekonomičnosti in presoja ekonomske učinkovitosti teh metod v primerjavi s kemijskimi metodami zatiranja plevla s herbicidi.

Ekonomsko analizo proučevanih metod zatiranja plevla pri pridelavi izbranih kmetijskih pridelkov smo izvedli na podlagi modelno ocenjenih kazalnikov, kot orodje za modelne ocene smo uporabili prilagojene modelne kalkulacije Kmetijskega inštituta Slovenije (KIS; Rednak, 1998; Modelne kalkulacije KIS, 2019). Materiali in metode

EKONOMSKI KAZALNIKI

Ekonomsko uspešnost proizvodnje oziroma pridelave opredeljujemo s pomočjo različnih ekonomskih kazalnikov kot so: vrednost proizvodnje, pokritje (bruto dodana vrednost in neto dodana vrednost), paritetni (primerljivi) dohodek, koeficient ekonomičnosti, skupni stroški, spremenljivi stroški (Rednak, 1998; Črnčec, 2008; Zagorc in sod., 2020).

Vrednost proizvodnje (VP) je sestavljena iz vrednosti glavnega pridelka (praviloma so upoštevane cene iz statistike odkupa), iz vrednosti morebitnih stranskih pridelkov (npr. slame pri strnem žitu) in vrednosti subvencij. V kalkulacijah upoštevane subvencije so določene na podlagi za posamezno leto veljavnih zakonskih predpisov o ukrepih kmetijske politike. Investicijske podpore, nadomestila za težje pridelovalne razmere in okoljska plačila niso vključena (Zagorc in sod., 2020). Bruto dodana vrednost (tudi pokritje; BDV) za posamezni tržni pridelek je izračunana kot razlika med VP in stroški kupljenega materiala in najetih storitev, tj. spremenljivimi stroški (VAR). Neto dodana vrednost (NDV) je BDV znižana za stroške amortizacije, tj. stalne stroške. Skupni stroški (SS) so vsi stroški povezani s pridelavo oziroma proizvodnjo. To so neposredni in posredni spremenljivi stroški materiala in storitev, spremenljivi stroški strojnih storitev, stroški amortizacije, stroški kapitala, stroški domačega dela in stroški obveznosti iz dela (Zagorc in sod., 2020). Spremenljivi stroški proizvodnje (VAR) so stroški kupljenega materiala in storitev, obsegajo predvsem stroške semena, gnojil, sredstev za varstvo rastlin, najetega dela, najetih storitev, zavarovanja, spremenljive stroške domačih strojnih storitev (gorivo, mazivo, ipd.). Spremenljivi stroški so močno odvisni od vrste in obsega pridelave (Zagorc in sod., 2020). Koeficient ekonomičnosti (KEK) je razmerje med VP in skupnimi stroški. Ta kazalnik neposredno ponazarja ekonomičnost pridelave (Zagorc in sod., 2020).

MODEL ZA OCENO EKONOMSKIH KAZALNIKOV - MODELNE KALKULACIJE KIS

Ekonomski kazalniki so lahko izračunani na podlagi dejanskih podatkov iz določenega poslovnega procesa ali pa so ocenjeni s pomočjo različnih ekonomskih modelov, ki naj bi čimbolj natančno odražali izvedeni poslovni proces. V naši raziskavi smo zaradi omejene razpoložljivosti podatkov uporabili modelni pristop ocene ekonomskih kazalnikov. Ekonomsko učinkovitost posameznih načinov zatiranja plevela pri pridelavi poljščin, zelenjadnic, sadja in grozdja smo ocenili s pomočjo modelnih kalkulacij Kmetijskega inštituta Slovenije (Modelne kalkulacije KIS, 2019), ki so izdelane na podlagi splošnih metodoloških izhodišč MK (Zagorc in sod., 2020).

Modelne kalkulacije so simulacijski model, z vnaprej vgrajenimi opredeljenimi izhodišči (Rednak, 1998), ki omogočajo ocene stroškov na ravni posamezne kmetijske kulture. To pomeni, da omogočajo izračun ekonomskih kazalnikov na ravni stroškovnega nosilca, tj. izbranega tržnega kmetijskega pridelka. Modelne kalkulacije KIS so najstarejši simulacijski model za ekonomsko proučevanje kmetijske panoge v Sloveniji in pomemben referenčni vir za ugotavljanje uspešnosti gospodarjenja na ravni posameznega kmetijskega proizvoda (Zagorc in sod., 2017 in 2020). Metodološko modelne kalkulacije KIS opredelimo kot matematični statično-deterministični model. To pomeni, da so povezave med elementi modela podane v enačbah, kar omogoča matematično reševanje simuliranja, da so analizirani pojavi omejeni s fiksnimi časovnimi intervali in da so vse povezave v modelu enoznačne. Iz tega sledi, da ponovitev enakovrstne simulacije da vedno enak rezultat (Rednak, 1998).

Za izdelavo modelnih kalkulacij so potrebne številne informacije, ki jih v grobem razdelimo v makroekonomske (opredelitev splošne produktivnosti: velikost gospodarstev, velikost črede, velikost parcele), tehnološke (podatki za pripravo tehnoloških kart oziroma za opredelitev tehnologij pridelave) in informacije za obračun stroškov (predvsem informacije o cenah materiala in storitev ter vrednosti osnovnih sredstev). Vir podatkov so različni (podrobnosti v Zagorc, 2020): uradni statistični, tuji in domači katalogi, tehnološka priporočila, raziskave ter tudi namenska strokovna priporočila, pa tudi neuradni podatki (predvsem glede cen materiala, storitev in kmetijske mehanizacije) (Zagorc in sod., 2017).

Stroške pridelave pri različnih načinih zatiranja plevela smo izračunali s prilagoditvijo obstoječih MK za ječmen, pšenico, koruzo za zrnje, zelje, čebulo, korenček, jabolka in vinsko trto na podlagi tehnoloških izhodišč in predpostavk, ki so bila upoštevana in preizkušena v okviru 3., 4. in 5. delovnega svežnja projekta. V prvem koraku so bili partnerji zaproseni za čim več podatkov po posameznih obravnavanjih, lokacijah in letih poskusov, ki so jih zbrali ali v predhodnih poskusih ali pa v raziskavah v okviru preostalih delovnih svežnjev; V drugem koraku so bili tehnološki parametri vgrajeni v modelne kalkulacije za izbrane kmetijske pridelke in izračunane potrebne podlage za oceno ekonomskih kazalnikov. V zadnjem koraku so bili izračunani izbrani ekonomski kazalniki.

SPLOŠNA EKONOMSKA IN TEHNOLOŠKA IZHODIŠČA TER PREDPOSTAVKE

Ekonomске analize različnih metod zatiranja plevelov so bile izvedene v začetku leta 2021, zato smo pri ocenah ekonomskih kazalnikov upoštevali cenovne podlage iz povprečja leta 2020, ne glede na to v katerem letu so bili posamezni poskusi zatiranja plevela izvedeni (2018, 2019 in 2020). Pri oceni stroškov pridelave in drugih ekonomskih kazalcev smo upoštevali povprečne cene brez DDV. Vir podatkov o cenah so podatkovne baze modelnih kalkulacij KIS (Zagorc in sod., 2019), ki se napajajo iz različnih virov. Te cenovne vire smo glede na uporabo specifičnega materiala, različne uporabljene stroje in priključke v izvedenih poskusih, dopolnili z različnimi cenovnimi viri, ki smo jih pridobili na spletu ali telefonsko pri različnih ponudnikih v Sloveniji, le izjemoma tudi v tujini, če na domačem trgu ni bilo ustreznih virov. Ročno delo je vrednoteno po povprečni plači v Sloveniji po podatkih SURS, vključno s prispevki za socialno varnost in prispevki za pravice iz dela (12,31 EUR/uro), cena najetega dela (npr. pri ročem pobiranju zelja) je vrednotena na podlagi bruto minimalne plače (5,41 EUR/uro). Pri izračunu vrednosti pridelave smo upoštevali tudi plačila za ukrepe kmetijske politike I. stebra iz leta 2020 (osnovno plačilo, plačilo za zeleno komponento in proizvodno vezani plačili za strna žita in zelenjadnice).

Strošek domačih strojnih storitev je v modelnih kalkulacijah KIS izračunan na podoben način kot v Katalogu stroškov kmetijske in gozdarske mehanizacije (Uradni list RS, št. 7/16 in 31/19) in v podobnih tujih katalogih, katerih dolgoletno tradicijo in uporabo imajo npr. v Avstriji in v Švici (ÖKL, 2018; Maschinenkosten 2020, 2020). Najpomembnejši parametri pri izračunu strojnih storitev so nabavna vrednost pogonskega stroja (npr. traktorja) z opredeljeno močjo, ki pogojuje povprečno porabo goriva, nabavna vrednost priključka, amortizacijska doba, povprečna letna raba, faktor vzdrževanja ter poraba goriva in maziva. V vseh izračunih domačih strojnih storitev smo upoštevali 0,86 EUR/l plinskega olja in 1,48 EUR/l maziva. Pri zatiranju plevela v poljedelstvu je bila pri oceni stroškov zatiranja plevelov s herbicidi upoštevana 400 l škropilnica (12 m) z nabavno vrednostjo 3.240 EUR, 12 let amortizacijske dobe in 90 ur letne rabe.

Specifična tehnološka izhodišča ter upoštevani ključni parametri so zaradi boljše preglednosti prikazani poleg preglednic z rezultati v poglavju Rezultati.

REZULTATI

MOŽNOSTI NEKEMIČNEGA ZATIRANJA PLEVELA V POLJEDELSTVU IN VRTNARSTVU IN PREIZKUS IZBRANIH ALTERNATIVNIH METOD

Zatiranje plevelov v ječmenu

Preglednica 54: Delovne faze pri pridelavi ozimnega ječmena v poskusu leta 2019

Delovna faza			Poraba materiala, storitev, ...
1.	Oranje (jeseni)	plug	
2.	Predsetvena obdelava	predsetvenik	
3.	Setev	žitna sejalnica	Seme: 250 kg/ha, sorta Sandra
4.	Gnojenje	trosilec mineralnih gnojil 3 X	Pratiko: 150 kg/ha Pratiko: 200 kg/ha Uniko: 250 kg/ha
5.	Zatiranje plevelov	po obravnavanjih	
6.	Varstvo pred boleznimi	1 X	Prosaro (1 X 0,9 l/ha)
7.	Žetev	kombajn	-

Vir: rezultati tretjega delovnega svežnja

Preglednica 55: Metode zatiranja plevela in ocena pridelka pri pridelavi ozimnega ječmena po posameznih obravnavanjih

Obravnavanja	Rok setve	Sredstvo	Odmerek l/ha	Mehansko zatiranje	Pridelek	
					kg/ha	Herbicide spomladi = 100
Herbicide spomladi	optimalen	Hussar	0,1	ne	5.558	100,0
Herbicide jeseni	optimalen	Boxer	3,0	ne	6.099	109,7
Herbicide spomladi (60 % odmerka) + česanje spomladi	optimalen	Hussar	0,06	česanje	5.019	90,3
Herbicide spomladi (60 % odmerka) + slepa setev + česanje spomladi	zazoznala setev	Hussar	0,06	slepa setev in česanje	6.090	109,6

Vir: rezultati tretjega delovnega svežnja, lastni preračuni

Preglednica 56: Stroški varstva pri pridelavi ozimnega ječmena pri uporabi različnih metod zatiranja plevelov

Leto poskusa: 2019	Sredstva za varstvo	Odstotek v stroških kupljenega blaga in storitev	Strošek herbicidov	Odstotek herbicidov v sredstvih za varstvo	Strošek zatiranja plevelov*	Indeks stroškov zatiranja plevelov
Obravnavanja	EUR/ha	%	EUR/ha	%	EUR/ha	Herbicide spomladi = 1
Herbicide spomladi	92,23	10,8	42,66	46,3	64,2	1,00
Herbicide jeseni	86,60	10,0	37,03	42,8	58,6	0,91
Herbicide spomladi (60 % odmerka) + česanje spomladi	75,17	9,1	25,59	34,0	65,3	1,02
Herbicide spomladi (60 % odmerka) + slepa setev + česanje spomladi	75,17	8,7	25,59	34,0	83,5	1,30

* vključeni materialni stroški (FFS), stroški dela in strojnih storitev

Vir: lastni preračuni

Stroški herbicidov so bili najvišji pri škropljenju s polnim odmerkom spomladi, najnižji pa pri škropljenju s 60-odstotnim odmerkom spomladi. Stroški zatiranja plevla (materialni stroški (FFS), stroški dela in strojnih storitev) so se pri ječmenu gibali med 59 EUR/ha pri zatiranju plevelov s herbicidom jeseni (Boxar) do 83 EUR/ha pri uporabi zmanjšane odmerka herbicida spomladi (Hussar) in mehanskim zatiranjem plevla. Stroški zatiranja plevla pri pridelavi ječmena so bili pri zmanjšanem odmerku herbicida (60 %) v kombinaciji s slepo setvijo in česanjem spomladi za 30 % višji kot pri uporabi herbicida v polnem odmerku spomladi. Stroški škropljenja z zmanjšanim odmerkom herbicida (60 %) v kombinaciji s česanjem spomladi pa so bili na podobni ravni kot pri uporabi herbicida v polnem odmerku spomladi.

Preglednica 57: Ekonomski rezultati pridelave ozimnega ječmena pri različnih metodah zatiranja plevla

Leto poskusa: 2019	Vrednost pridelave skupaj (1)*	Stroški kupljenega blaga in storitev (3)	Bruto dodana vrednost (BDV) (1)–(3)	Indeks BDV	Koeficient ekonomičnosti (KEK)
Obravnavanja	EUR/ha	EUR/ha	EUR/ha	Herbicide spomladi = 1	Indeks
Herbicide spomladi	1.191	853	338	1,00	1,02
Herbicide jeseni	1.271	865	406	1,20	1,08
Herbicide spomladi (60 % odmerka) + česanje spomladi	1.115	825	290	0,86	0,97
Herbicide spomladi (60 % odmerka) + slepa setev + česanje spomladi	1.271	865	407	1,20	1,06

* pri odkupni ceni 0,125 EUR/kg; Vir: lastni preračuni

V poskusu je bil največji pridelek ječmena dosežen v obravnavanju z zatiranjem plevla s herbicidom jeseni (Boxer) in v obravnavanju pri zmanjšanem odmerku herbicida spomladi in dvema mehanskima zatiranjema plevla. Pri pridelavi ječmena je bil pri teh dveh obravnavanjih pridelek za približno 30 % večji, bruto dodana vrednost pa je bila za 20 % višja kot v obravnavanju z zatiranjem plevelov s herbicidom spomladi.

Zatiranje plevelov v koruzi za zrnje

Metode zatiranja plevelov v koruzi so proučeval v letih 2019 in 2020. Izvedena sta bila poskusa s podobnimi zasnovanimi delovnimi fazami, ki pa so bile glede na rastne razmere v posameznih letih nekoliko prilagojene.

Preglednica 58: Delovne faze pri pridelavi koruze za zrnje v poskusu leta 2019

Delovna faza			Poraba materiala, storitev, ...
1.	Oranje	plug	
2.	Predsetvena obdelava	predsetvenik	
3.	Setev	pnevmatska sejalnica	3,4 SE/ha, Fissixx
4.	Gnojenje	trosilec mineralnih gnojil 4 X	NPK 6:18:34: 250 kg/ha + 250 kg/ha Energiko: 80 kg/ha + 200 kg/ha
5.	Zatiranje plevelov	po obravnavanjih	
6.	Žetev	kombajn	-

Vir: rezultati tretjega delovnega svežnja

Preglednica 59: Delovne faze pri pridelavi koruze za zrnje v poskusu leta 2020

Delovna faza			Poraba materiala, storitev, ...
1.	Oranje	plug	
2.	Predsetvena obdelava	predsetvenik 2 X	
3.	Setev	pnevmatska sejalnica	3,4 SE/ha, Ajowan
4.	Gnojenje	trosilec mineralnih gnojil 3 X	NPK 6:12:24: 600 kg/ha Kan: 350 kg/ha + 230 kg/ha
5.	Zatiranje plevelov	po obravnavanjih	
6.	Žetev	kombajn	-

Vir: rezultati tretjega delovnega svežnja

V letih 2019 in 2020 sta bili izvedeni obravnavanja s polnim odmerkom herbicida (Lumax) in škropljenje s 60-odstotnim odmerkom herbicida in okopalnikom. Druga obravnavanja so bila med letoma nekoliko različna. Poleg okopavanja koruze so v letu 2020 izvajali tudi česanje, dodali pa so še obravnavanje brez zatiranja plevelov.

Preglednica 60: Metode zatiranja plevla in ocena pridelka pri pridelavi koruze za zrnje po posameznih obravnavanjih v letu 2019

Leto poskusa: 2019		Odmerek l/ha	Mehansko zatiranje	Pridelek	
Obravnavanja	Sredstvo			kg/ha	Herbicid poln odmerek = 100
Herbicid poln odmerek	Lumax	3,75	Ne	11.000	100,0
Herbicid zmanjšan odmerek (60 %) + okopalnik	Lumax	2,25	Okopalnik 1 X	10.400	94,5
Herbicid zmanjšan odmerek (40 %) + okopalnik	Lumax	1,50	Okopalnik 1 X	10.500	95,5
Okopalnik 2 X	-	-	Okopalnik 2 X	8.400	76,4

Vir: rezultati tretjega delovnega svežnja, lastni preračuni

Preglednica 61: Metode zatiranja plevla in ocena pridelka pri pridelavi koruze za zrnje po posameznih obravnavanjih v letu 2020

Leto poskusa: 2020		Odmerek l/ha	Mehansko zatiranje	Pridelek	
Obravnavanja	Sredstvo			kg/ha	Herbicid poln odmerek = 100
Herbicid poln odmerek	Lumax	3,75	Ne	17.000	100,0
Herbicid zmanjšan odmerek (60 %) + okopalnik	Lumax	2,25	Okopalnik 1 X	16.400	96,5
Herbicid zmanjšan odmerek (40 %) + česanje + okopalnik	Lumax	1,50	Česanje + Okopalnik 1 X	17.100	100,6
Česanje 1 X + okopalnik 2 X	-	-	Česanje + Okopalnik 2 X	15.600	91,8
Brez zatiranja plevla	-	-		2.900	17,1

Vir: rezultati tretjega delovnega svežnja, lastni preračuni

Letina koruze za zrnje je bila v letu 2020 močno nadpovprečna, medtem ko je bila v letu 2019 podpovprečna. Doseženi pridelki v posameznih primerljivih obravnavanjih so bili v letu 2020 več kot polovico večji kot v letu 2019. V letu 2020 je bil pritisk plevelov na posevek koruze zelo velik, kar se kaže tudi v izredno majhnem pridelku koruze (2,9 t/ha) v obravnavanju brez zatiranja plevla.

Preglednica 62: Stroški varstva pri pridelavi koruze za zrnje pri uporabi različnih metod zatiranja plevlov

Leto poskusa: 2019	Sredstva za varstvo	Odstotek v stroških kupljenega blaga in storitev	Strošek herbicidov	Odstotek herbicidov v sredstvih za varstvo	Strošek zatiranja plevlov*	Indeks stroškov zatiranja plevlov
Obravnavanja	EUR/ha	%	EUR/ha	%	EUR/ha	Herbicid poln odmerek = 1
Herbicid poln odmerek	70,88	4,9	70,88	100,0	92,5	1,00
Herbicid zmanjšan odmerek (60 %) + okopalnik	42,53	3,0	42,53	100,0	114,5	1,24
Herbicid zmanjšan odmerek (40 %) + okopalnik	28,35	2,0	28,35	100,0	100,3	1,08
Okopalnik 2 X	0,00	0,0	0,00		122,3	1,32

* vključeni materialni stroški (FFS), stroški dela in strojnih storitev

Vir: lastni preračuni

Strošek škropljenja s herbicidom, zanaša po cenah iz leta 2020, 92 EUR/ha, od tega predstavlja uporabljen herbicid približno 75 %. Stroški zatiranja plevla z zmanjšanimi odmerkoma herbicida in mehanskim zatiranjem se gibajo med 100 in 120 EUR/ha. Mehansko zatiranje plevla z dvakratnim okopavanjem je ocenjeno na 122 EUR/ha, skupaj s česanjem pa na 140 EUR/ha. Strošek dveh okopavanj je približno tretjino višji kot enkratno škropljenje s herbicidom, strošek dveh okopavanj in česanja pa je od škropljenja s herbicidom višji za dobro polovico.

Preglednica 63: Stroški varstva pri pridelavi koruze za zrnje pri uporabi različnih metod zatiranja plevlov

Leto poskusa: 2020	Sredstva za varstvo	Odstotek v stroških kupljenega blaga in storitev	Strošek herbicidov	Odstotek herbicidov v sredstvih za varstvo	Strošek zatiranja plevlov*	Indeks stroškov zatiranja plevlov
Obravnavanja	EUR/ha	%	EUR/ha	%	EUR/ha	Herbicid poln odmerek = 1
Herbicid poln odmerek	70,9	4,1	70,9	100,0	92,5	1,00
Herbicid zmanjšan odmerek (60 %) + okopalnik	42,5	2,5	42,5	100,0	114,5	1,24
Herbicid zmanjšan odmerek (40 %) + česanje + okopalnik	28,4	1,7	28,4	100,0	118,5	1,28
Česanje 1 X + okopalnik 2 X	0,0	0,0	0,0		140,5	1,52
Brez zatiranja plevla	0,0	0,0	0,0		0,0	0,00

* vključeni materialni stroški (FFS), stroški dela in strojnih storitev

Vir: lastni preračuni

Preglednica 64: Ekonomski rezultati pridelave koruze za zrnje pri različnih metodah zatiranja plevla v letu 2019

Leto poskusa: 2019	Vrednost pridelave skupaj (1)*	Stroški kupljenega blaga in storitev (3)	Bruto dodana vrednost (BDV) (1)–(3)	Indeks BDV	Koeficient ekonomičnosti (KEK)
Obravnavanja	EUR/ha	EUR/ha	EUR/ha	Herbicide poln odmerek = 1	Indeks
Herbicide poln odmerek	1.620	1.434	186	1,00	0,92
Herbicide zmanjšan odmerek (60 %) + okopalnik	1.549	1.396	153	0,82	0,88
Herbicide zmanjšan odmerek (40 %) + okopalnik	1.562	1.387	175	0,94	0,89
Okopalnik 2 X	1.308	1.278	30	0,16	0,77

* pri odkupni ceni 0,122 EUR/kg

Vir: lastni preračuni

Preglednica 65: Ekonomski rezultati pridelave koruze za zrnje pri različnih metodah zatiranja plevla v letu 2020

Leto poskusa: 2020	Vrednost pridelave skupaj (1)*	Stroški kupljenega blaga in storitev (3)	Bruto dodana vrednost (BDV) (1)–(3)	Indeks BDV	Koeficient ekonomičnosti (KEK)
Obravnavanja	EUR/ha	EUR/ha	EUR/ha	Herbicide poln odmerek = 1	Indeks
Herbicide poln odmerek	2.356	1.724	632	1,00	1,13
Herbicide zmanjšan odmerek (60 %) + okopalnik	2.285	1.686	599	0,95	1,09
Herbicide zmanjšan odmerek (40 %) + česanje + okopalnik	2.372	1.709	662	1,05	1,11
Česanje 1 X + okopalnik 2 X	2.189	1.621	568	0,90	1,06
Brez zatiranja plevla	627	929	-301		0,53

* pri odkupni ceni 0,122 EUR/kg

Vir: lastni preračuni

Ekonomski rezultati pridelave koruze so bili v letu 2020 zaradi velikih pridelkov zelo dobri in mnogo boljši kot v letu 2019. V letu 2019 je bila najvišja bruto dodana vrednost pri pridelavi koruze za zrnje ocenjena pri zatiranju plevla s polnim odmerkom herbicida, najnižja pa pri okopavanju (–84 %). V letu 2020 je bila pri pridelavi koruze za zrnje najvišja bruto dodana vrednost dosežena pri aplikaciji herbicida v vrsti (40 % odmerek), česanju in dvakratnem okopavanju, pri škropljenju s herbicidom pa je bila za 5 % nižja od najvišje vrednosti. Pri mehanskem zatiranju plevla je bila BDV v primerjavi z zatiranjem plevla s polnim odmerkom herbicida v letu 2020 pri zelo velikem pridelku nižja za 64 EUR/ha in v letu 2019 za 156 EUR/ha.

Primerjava različnih metod zatiranja plevla v poljedelstvu

Z namenom proučitve učinkovitosti zatiranja plevla na njivah s herbicidom glifosat v primerjavi z mehanskim zatiranjem je bil v letu 2020 izveden poskus s štirimi obravnavami. Učinkovitost zatiranja plevelov so ocenjevali z oceno zapleveljenosti v dveh terminih (17. 6. 2020 in 14. 7. 2020) in tehtanjem suhe mase plevelov.

Preglednica 66: Metode zatiranja plevla in ocena zapleveljenosti

Delovna faza			Poraba materiala	Ocena zapleveljenosti pokrovnost (%)	
1.	Oranje	Plug			
2.	Predsetvena obdelava	Vrtavkasta brana			
3.	Zatiranje plevelov:	Brez zatiranja plevelov		98	99
		Herbicid poln odmerek	Boom efekt 3,0 l/ha	1,2	30
		Herbicid polovični odmerek	Boom efekt 1,5 l/ha	3,3	52
		Predsetvenik 2,5 m + česalo 4 m		2,7	-

Vir: rezultati tretjega delovnega svežnja

Pokrovnost plevelov pri pregledu v prvem terminu je bila v obravnavanju brez zatiranja plevla 98 %, najmanjša je bila pri škropljenju s polnim odmerkom Boom efekta, nekoliko večja pri polovičnem odmerku glifosata ter še malenkost večja pri mehanskem zatiranju plevla (predsetvenik in česanje). Učinek zatiranja plevelov je bil v sredini junija pri škropljenju s polnim odmerkom glifosata primerljiv dvakratni predsetveni obdelavi, medtem ko se je zapleveljenost posevka v kasnejšem času pri strategiji z manjšim odmerkom herbicida povečevala hitreje. Do sredine julija se je pokrovnost pri škropljenju s polnim odmerkom herbicida povečala na 30 %, pri polovičnem odmerku pa na dobrih 50 %. Strošek zatiranja plevla je bil pri škropljenju s polnim odmerkom herbicida le za 2 % nižji kot pri uporabi dveh mehanskih delovnih faz. To razmerje med stroški zatiranja velja pri uporabi relativno majhnih priključkov (400 L škropilnica, 2,5 m predsetvenik in 4 m česalo) in upoštevanih letnih rabah (škropilnica: 90 ur/ leto, predsetvenik: 25 ur/leto, česalo: 65 ur/ leto).

Preglednica 67: Stroški zatiranja plevla z glifosatom in mehanskimi ukrepi

Obravnavanja		Strošek herbicidov	Strojna storitev	Strošek zatiranja plevelov*	Indeks stroškov zatiranja plevelov
		EUR/ha	EUR/ha	EUR/ha	Herbicid poln odmerek = 1
Brez zatiranja plevelov		0,00	0,00	0,00	
Herbicid poln odmerek	Boom efekt (3,0 l/ha)	21,27	19,24	40,51	1,00
Herbicid polovični odmerek	Boom efekt (1,5 l/ha)	10,63	19,24	29,87	0,74
Predsetvenik + česalo		0,00	41,31	41,31	1,02

* vključeni materialni stroški (FFS), stroški dela in strojnih storitev

Vir: lastni preračuni

Zatiranje plevelov v zelju

Z namenom ugotavljanja učinkovitosti različnih metod zatiranja plevela v zelenjadarstvu so v zelju v letih 2018 in 2019 izvedli poskus s klasično obdelavo tal in obravnavanji, ki so vključevala standardni postopek z dvakratno uporabo herbicida (pred in po vzniku) ter tri alternativne pristope z uporabo samo herbicida pred vznikom in dve kombinaciji uporabe zmanjšanih odmerkov herbicida (herbicid v setvenih pasovih in herbicid pred vznikom) in okopavanja. Opisana obravnavanja so primerjali s kontrolnimi parcelami (brez zatiranja plevela) ter postopkom večkratnega strojnega in ročnega zatiranja plevela skozi celotno rastno sezono (brez plevela). Prve ocene ekonomskih rezultatov poskusa na podlagi cen iz leta 2018 so bile pripravljene že v letu 2019 (Zagorc in Kožar, 2019) v okviru CRP projekta »Uporaba metod z nizkim tveganjem za varstvo zelenjadnic« (V4-1602). Rezultati meritev pridelka zelja so pokazali, da je bilo v letu 2018 uravnavanje plevelne vegetacije v intenzivni pridelavi zelja z metodami manjše rabe herbicidov uspešno tudi z uporabo samo herbicida pred vznikom in uporabo herbicida v vrsti, ki se ga kombinira z okopavanjem medvrstnega prostora. V letu 2019 pa je bil pridelek v obravnavanjih z uporabo samo herbicida pred vznikom manjši za več kot polovico, pri uporabi herbicida v vrsti, ki se ga kombinira z okopavanjem medvrstnega prostora, pa za 12 %. Primerljivo visoke pridelke zelja lahko dobro opremljeni in usposobljeni pridelovalci v letih, ko pritisk plevelov ni velik, na ugodnih lokacijah za pridelavo, dosežejo tudi brez uporabe herbicidov, vendar je potrebno računati z višjimi stroški uporabe mehanskih postopkov in precej ročnega dela (Zagorc in Kožar, 2019).

Preglednica 68: Delovne faze pri pridelavi zelja v poskusu leta 2018

Delovna faza			Poraba materiala, storitev, ...
1.	Oranje (jeseni)	dvobrazdni plug	
2.	Predsetvena obdelava	vrtavkasta brana predsetvenik	
3.	Gnojenje	osnovno	NPK 15:15:15, kalijev klorid
		dognojevanje	kan
4.	Strojna saditev	sadilec	cca. 28.500 sadik/ha
5.	Zatiranje plevelov	po obravnavanjih	
7.	Varstvo pred škodljivci	uši, kapusovi bolhači 3 X	Karate zeon 5 CS (2 X 0,2 kg/ha) Decis 100 EC (1 X 0,063 kg/ha)
9.	Pobiranje pridelka	ročno/ strojno	palette, gajbice

Vir: rezultati tretjega delovnega svežnja

Preglednica 69: Delovne faze pri pridelavi zelja v poskusu leta 2019

Delovna faza			Poraba materiala, storitev, ...
1.	Oranje (jeseni)	dvobrazdni plug	
2.	Predsetvena obdelava	vrtavkasta brana predsetvenik 2 X	
3.	Gnojenje	osnovno	NPK 6:12:24, NPK 15:15:15, kalijev klorid
		dognojevanje	kan
4.	Strojna saditev	sadilec	cca. 28.500 sadik/ha
5.	Zatiranje plevelov	po obravnavanjih	
7.	Varstvo pred škodljivci	uši, kapusovi bolhači 4 X	Karate zeon 5 CS (0,2 kg/ha in 0,1 kg/ha) Decis 100 EC (1 X 0,063 kg/ha) Fastac (1 X 0,1 kg/ha)
9.	Pobiranje pridelka	ročno/ strojno	palette, gajbice

Vir: rezultati tretjega delovnega svežnja

Preglednica 70: Metode zatiranja plevla in ocena tržnega pridelka pri pridelavi zelja po posameznih obravnavanjih v letu 2018

Leto poskusa: 2018 Obravnavanja	Št. delovnih faz in poraba sredstev	Način izvedbe delovne faze	Tržni pridelek 85,6 t/ha (konvencionalno)
			Konvencionalno = 1
Konvencionalno: Fuego + Lentagran WP	1 X 1,5 l/ha 1 X 2,0 kg/ha	Škropljenje pred in po vzniku	1,00
Brez plevla	2 X 2 X	Strojno okopavanje Ročno okopavanje	1,02
Herbicide pred vznikom: Fuego	1 X 1,5 l/ha	Škropljenje pred vznikom	0,87
Herbicide pred vznikom in okopavanje: Fuego	1 X 1,5 l/ha 2 X	Škropljenje pred vznikom in strojno okopavanje	1,02
Herbicide v vrsti in okopavanje: Fuego	1 X 0,60 l/ha 2 X	Škropljenje pred vznikom in strojno okopavanje	0,94
Brez zatiranja plevla	-	-	0,47

Preglednica 71: Metode zatiranja plevla in ocena tržnega pridelka pri pridelavi zelja po posameznih obravnavanjih v letu 2019

Leto poskusa: 2019 Obravnavanja	Št. delovnih faz in poraba sredstev	Način izvedbe delovne faze	Tržni pridelek 89,6 t/ha (konvencionalno)
			Konvencionalno = 1
Konvencionalno: Fuego + Lentagran WP +Agil 100EC	1 X 1,5 l/ha 1 X 2,0 kg/ha 1 X 1,0 l/ha	Škropljenje pred in po vzniku	1,00
Brez plevla	1 X 2 X	Strojno okopavanje Ročno okopavanje	1,00
Herbicide pred vznikom: Fuego	1 X 1,5 l/ha	Škropljenje pred vznikom	0,42
Herbicide pred vznikom in okopavanje: Fuego	1 X 1,5 l/ha 1 X	Škropljenje pred vznikom in strojno okopavanje	0,94
Herbicide v vrsti in okopavanje: Fuego	1 X 0,60 l/ha 1 X	Škropljenje pred vznikom in strojno okopavanje	0,88
Brez zatiranja plevla	-	-	0,01

Preglednica 72: Stroški varstva pri pridelavi zelja pri uporabi različnih metod zatiranja plevelov (leto poskusa 2018)

Leto poskusa: 2018	Sredstva za varstvo	Odstotek v stroških kupljenega blaga in storitev	Strošek herbicidov	Odstotek herbicidov v sredstvih za varstvo	Strošek zatiranja plevelov*	Indeks stroškov zatiranja plevelov
Obravnavanja	EUR/ha	%	EUR/ha	%	EUR/ha	Konven. = 1
Konvencionalno: Fuego + Lentagran WP	253,87	3	157,42	62,0	215,61	1,00
Brez plevla	814,62	10	0,00	0,0	776,37	3,60
Herbicid pred vznikom: Fuego	107,60	2	44,14	41,0	69,34	0,32
Herbicid pred vznikom in okopavanje: Fuego	451,51	6	44,14	9,8	413,26	1,92
Herbicid v vrsti in okopavanje: Fuego	425,03	6	17,66	4,2	386,77	1,79
Brez zatiranja plevla	38,26	1	0,00	0,0	0,00	0,00

* vključeni materialni stroški (FFS), stroški dela in strojnih storitev

Vir: lastni preračuni

Stroški zatiranja plevelov v zelju so v letu 2018 znašali med 69 EUR/ha pri uporabi herbicida pred vznikom in 776 EUR/ha pri obravnavanju brez plevla, kjer so izvedli dvakrat strojno okopavanje in dvakrat ročno okopavanje. Strošek tj. konvencionalnega zatiranja plevelov v zelju s škropljenjem s herbicidom pred in po vzniku je znašal 216 EUR/ha. Strošek zatiranja plevla pri zmanjšani rabi herbicidov je pri uporabi herbicida pred vznikom nižji za dobrih 70 %, pri uporabi herbicida v vrsti in okopavanja (2 X) pa višji za skoraj 80 %.

Preglednica 73: Stroški varstva pri pridelavi zelja pri uporabi različnih metod zatiranja plevelov (leto poskusa 2019)

Leto poskusa: 2019	Sredstva za varstvo	Odstotek v stroških kupljenega blaga in storitev	Strošek herbicidov	Odstotek herbicidov v sredstvih za varstvo	Strošek zatiranja plevelov*	Indeks stroškov zatiranja plevelov
Obravnavanja	EUR/ha	%	EUR/ha	%	EUR/ha	Konven. = 1
Konvencionalno: Fuego + Lentagran WP + Agil 100EC	306,23	4	196,79	64,3	254,98	1,00
Brez plevla	655,65	8	0,00	0,0	604,41	2,37
Herbicid pred vznikom: Fuego	120,58	2	44,14	36,6	69,34	0,27
Herbicid pred vznikom in okopavanje: Fuego	292,54	4	44,14	15,1	241,30	0,95
Herbicid v vrsti in okopavanje: Fuego	266,06	4	17,66	6,6	214,81	0,84
Brez zatiranja plevla	51,24	1	0,00	0,0	0,00	0,00

* vključeni materialni stroški (FFS), stroški dela in strojnih storitev

Vir: lastni preračuni

Stroški zatiranja plevelov v zelju so v letu 2019 znašali med 69 EUR/ha pri uporabi herbicida pred vznikom in 604 EUR/ha pri obravnavanju brez plevla, kjer so izvedli enkratno strojno okopavanje in dvakratno ročno okopavanje. Strošek tj. konvencionalnega zatiranja plevelov v

zelju s škropljenjem s herbicidom pred in po vzniku je znašal 255 EUR/ha, saj je bilo za uspešno zatiranje plevlov potrebno uporabiti še en dodatni herbicid. Strošek zatiranja plevla pri zmanjšani rabi herbicidov je pri uporabi herbicida pred vznikom nižji za dobrih 70 %, pri uporabi herbicida v vrsti in enega okopavanja pa nižji za skoraj 15 %.

Preglednica 74: Ekonomski rezultati pridelave zelja pri različnih metodah zatiranja plevla (leto poskusa 2018)

Leto poskusa: 2018	Vrednost pridelave skupaj (1)*	Stroški kupljenega blaga in storitev (3)	Bruto dodana vrednost (BDV) (1)–(3)	Indeks BDV	Koeficient ekonomičnosti (KEK)
Obravnavanja	EUR/ha	EUR/ha	EUR/ha	Konven. = 1	Indeks
Konvencionalno: Fuego + Lentagran WP	22.394	7.619	14.774	1,00	1,62
Brez plevla	22.721	8.035	14.686	0,99	1,57
Herbicid pred vznikom: Fuego	19.708	7.098	12.610	0,85	1,54
Herbicid pred vznikom in okopavanje: Fuego	22.798	7.668	15.131	1,02	1,61
Herbicid v vrsti in okopavanje: Fuego	21.069	7.384	13.685	0,93	1,56
Brez zatiranja plevla	11.045	5.746	5.299	0,36	1,11

* pri odkupni ceni 0,25 EUR/kg

Vir: lastni preračuni

Preglednica 75: Ekonomski rezultati pridelave zelja pri različnih metodah zatiranja plevla (leto poskusa 2019)

Leto poskusa: 2019	Vrednost pridelave skupaj (1)*	Stroški kupljenega blaga in storitev (3)	Bruto dodana vrednost (BDV) (1)–(3)	Indeks BDV	Koeficient ekonomičnosti (KEK)
Obravnavanja	EUR/ha	EUR/ha	EUR/ha	Konven. = 1	Indeks
Konvencionalno: Fuego + Lentagran WP + Agil 100EC	23.383	7.833	15.550	1,00	1,65
Brez plevla	23.283	8.089	15.194	0,98	1,60
Herbicid pred vznikom: Fuego	10.358	5.683	4.675	0,30	1,05
Herbicid pred vznikom in okopavanje: Fuego	22.108	7.539	14.569	0,94	1,60
Herbicid v vrsti in okopavanje: Fuego	20.683	7.300	13.383	0,86	1,55
Brez zatiranja plevla	1.133	3.644	-2.511	-	0,18

* pri odkupni ceni 0,25 EUR/kg

Vir: lastni preračuni

Pri pridelavi zelja v obeh sezonah so bili doseženi zelo veliki pridelki, zato je bila tudi ekonomika pridelave (KEK) zelja v obeh letih, razen v obravnavanju brez zatiranja plevla v letu 2020, zelo dobra. V letu 2019 so bili ekonomski rezultati (BDV) pri uporabi samo herbicida pred vznikom boljši kot v letu 2020, v tem obravnavanju je bila BDV v letu 2020 za dobrih 60 % nižja kot v letu 2019. Pri uporabi herbicida v vrsti in okopavanja je bila BDV v primerjavi s konvencionalnim zatiranjem plevla v letu 2019 nižja za 7 % v letu 2020 pa za 14 %.

Možnosti nekemičnega zatiranja plevla v sadjarstvu in preizkus izbranih alternativnih metod

Ekonomsko smo ovrednotili rezultate preizkušanja različnih metod zatiranja plevla v nasadu jablan, ki ga sicer obdelujejo v skladu z ekološkimi smernicami. Poskus je bil izveden v letu 2020 v nasadu z gostoto sajenja 3.400 dreves/ha, pri medvrstni razdalji 3,2 m, pri razdalji v vrsti 0,9 m in pri širini obdelanega pasu pod drevesi 0,5 m. Pomembnejši izvedeni tehnološki ukrepi so navedeni v naslednji preglednici.

Preglednica 76: Pomembnejši tehnološki ukrepi pri pridelavi jablan v poskusu leta 2020

Delovna faza			Poraba materiala, storitev, ...
1.	Mulčenje ostankov vej	Mulčer kladivar	
2.	Mulčenje medvrstnega prostora	Rotacijski mulčer 5 X	
3.	Škropljenje v skladu z ekološkim programom	Pršilnik 12 X	Kumulus DF: 9 X, Micosin: 3 X, Curatio: 2 X, Cutisan: 6 X, Lepinix: 1 X, Neemazal : 1X
4.	Ročno redčenje plodov		
4.	Gnojenje	Osnovno 1 X Foliarno 2 X	Organski hlevski gnoj: 10 m ³ Basfoliar force
5.	Zatiranje plevelov	po obravnavanjih	
6.	Obiranje		-
7.	Strojna rez		

Vir: rezultati četrtega delovnega svežnja

Preglednica 77: Metode zatiranja plevla in ocena pridelka pri pridelavi jabolk po posameznih obravnavanjih v letu 2020

Leto poskusa: 2020 Obravnavanja	Material	Priključki, izvedba	Število delovnih faz	Storilnost na delovno fazo* ur/ ha
Herbicid (kontrola)	Roundup (5 l/ha)	Herbicidna armatura dvostranska	2 X	1,25
Nizka podrast	Seme različnih nizko tekmovalnih zeli ter trav	Okopalnik, ročna setev, valjanje		
Nitkanje		Nitkar speedgreen, enostranski	3 X	3,1
Prekopavanje		Prekopalnik (okopalna glava), enostranski	3 X	2,1
Mulčenje z odmikom		Mulčer z odmikom, dvostranski (Perfect)	5 X	4,6

*na parceli, brez prevoza do parcele in priprave stroja

Vir: rezultati četrtega delovnega svežnja, lastni preračuni

Preglednica 78: Parametri upoštevani pri izračunu strojnih storitev

Stroji in priključki	Nabavna vrednost EUR	Amortizacijska doba let	Letna raba ur/ leto
Sadjarski traktor 55 kW	36.000	12	500
Pršilnik	3.210	12	110
Herbicidna armatura dvostranska samostojno	4.820	12	65
Mulčer z odmikači dvostranski	8.320	10	110
Okopalnik z okopalno glavo in odmikačem enostranski	8.990	10	110
Nitkar speed green enostranski	10.080	10	110

Vir: različni ponudniki v Sloveniji in modelne kalkulacije KIS

Preglednica 79: Stroški varstva pri pridelavi sadja pri uporabi različnih metod zatiranja plevelov

Leto poskusa: 2020	Sredstva za varstvo	Odstotek v stroških kupljenega blaga in storitev	Strošek herbicidov in drugega materiala	Odstotek herbicidov v sredstvih za varstvo	Strošek zatiranja plevelov*	Indeks stroškov zatiranja plevelov
Obravnavanja	EUR/ha	%	EUR/ha	%	EUR/ha	Kontrola = 1
Herbicid (kontrola)	794,25	9,4	76,19	9,6	182,9	1,00
Nizka podrast	718,05	7,9	280,00**	0,0	985,7	5,39
Nitkanje	718,05	8,2	0,00	0,0	721,0	3,94
Prekopavanje	718,05	7,9	0,00	-	1.301,4	7,12
Mulčenje z odmikom	718,05	8,2	0,00	0,0	393,4	2,15

* vključeni materialni stroški (FFS), stroški dela in strojnih storitev

** stroški zasnove nizke podrasti

Vir: lastni preračuni

Stroški zatiranja plevla so v poskusu pri uporabi herbicida ocenjeni na 183 EUR/ha. V primerjavi z uporabo herbicida so stroški alternativnih metod zatiranja plevla pri nizki podrasti 5 krat višji, pri nitkanju skoraj 4 krat višji, pri prekopavanju dobrih 7 krat višji in pri mulčenju z odmikom dobrih 2 krat višji. Strošek zatiranja plevla z mulčenjem z odmikači je nižji zaradi dvostranske uporabe priključka (pri delovni fazi se prevozi za polovico manj poti kot pri enostranskem priključku) in sočasne rabe z mulčenjem medvrstnega prostora.

Pokrovnost s plevelno vegetacijo je pri nizki podrasti, nitkanju in mulčenju z odmikom zanašala 100 %, pri prekopavanju je bila 80-odstotna in pri uporabi herbicidov 10-odstotna. Pri tem je potrebno opozoriti, da je pri oceni stroškov strojnih storitev upoštevana letna raba specialnih priključkov 110 ur/ leto, kar ustreza približno obdelavi 10 ha sadovnjakov. Pri manjši letni rabi specialnih priključkov bi bila cena zatiranja mehanskega zatiranja plevla pomembno višja.

Možnosti nekemičnega zatiranja plevla v vinogradništvu in preizkus izbranih alternativnih metod

V okviru preizkušnja nekemičnih metod zatiranja plevla v vinogradništvu v petem delovnem svežnju so med drugim izvedli tudi tri obsežne poskuse z različnimi metodami zatiranja plevla na treh lokacijah, pri teh vinogradnikih v vinorodnih deželah Podravje in Primorska. Poskuse so v

letu 2020 izvedli na kmetiji Šerbinek (Vin 1) na sorti Sauvignon, v vinogradih Dveripax (Vin 2), prav tako na sorti Sauvignon, in na kmetiji Petrič (Vin 3) na sorti Rumeni muškat.

Preglednica 80: Ključni podatki o vinogradih in izvedenih tehnoloških ukrepih v letu 2020

	Vin 1	Vin 2	Vin 3
Vinograd			
Nagib (%)	8%	14%	2%
Razdalja v vrsti (m)	0,85	0,80	1,70
Razdalja med vrstami (m)	2,3	2,3	2,3
Širina obdelanega pasu pod trtami (m)	0,6	0,6	0,6
Dolžina vrste (m)	90	75	110
Tehnološki ukrepi			
Ročna rez	Da	Da	Da
Vez	Da	Da	Da
Mulčenje rožja	Da	Da	Da
Škropljenje proti boleznim in škodljivcem	13 X	12 X	12 X
Mulčenje medvrstnega prostora	5 X	4 X	6 X
Zatiranje plevelov po obravnavanjih			
Gnojenje	Briketi organski gnoj Amonsulfat Humistim	Briketi organski gnoj	Briketi organski gnoj
Zelena dela	3 X	3 X	5 X
Vrščikanje - strojno	2 X	3 X	3 X
Odstranjevanje grozdja	pri zelenih delih	ne	da
Trgatev	ročna	ročna	ročna

Vir: rezultati petega delovnega svežnja

Preglednica 81: Metode zatiranja plevla pri pridelavi grozdja po posameznih obravnavanjih v letu 2020

Obravnavanje	Material (cena v EUR/ enoto)	Priključki, izvedba	Število delovnih faz in poraba materiala		
			Vin 1	Vin 2	Vin 3
O1 – glifosat	Tajfun (5,24 EUR/l)	Herbicidna armatura dvostranska*	2 X 5 in 6 l/ha	2 X 5 in 6 l/ha	1 X 5 l/ha
O2 - pelargonska kislina	Beloukha (17,12 EUR/l)	Herbicidna armatura dvostranska*	3 X 18, 40 in 40 l/ha	3 X 18, 40 in 40 l/ha	2 X 18 in 40 l/ha
O3 - očetna kislina	Očetni kis (0,46 EUR/l) Očetna kislina (3,15 EUR/l)	Herbicidna armatura dvostranska*	3 X 1 X 80 l/ha 2 X 75 l/ha	3 X 1 X 80 l/ha 2 X 75 l/ha	2 X 1 X 80 l/ha 1 X 75 l/ha
O4 - eterično olje citrusov	Oranol (eterično olje) (9,00 EUR/l) LDC (detergent) (11,68 EUR/l)	Herbicidna armatura dvostranska*	3 X 15, 30, 40 l/ha 2 X 2 l/ha	3 X 15, 30, 40 l/ha 2 X 2 l/ha	2 X 15, 30 l/ha 2 l/ha
O5 - ožiganje plevelov	Propan Butan (1,82 EUR/kg)	Ožigalnik dvostranski	3 X 40 kg/ ha	3 X 40 kg/ ha	2 X 40 kg/ ha
O6 - zvezdasti okopalnik 1	-	Zvezdasti okopalnik enostranski	3 X	3 X	3 X
O7 - spodrezovalnik 1	-	Spodrezovalnik enostranski	3 X	3 X	3 X
O8 - pletvenik 1	-	Pletvenik enostranski	3 X	3 X	3 X
O9 - kontrola A (zapleveljeno)	-	-			
O10 - kontrola B (nezapleveljeno)		Okopalnik dvostranski	7 X	7 X	7 X

* nameščena na mulčerju medvrstnega prostora, faza se izvaja istočasno z mulčenjem

Vir: rezultati petega delovnega svežnja, lastni preračuni

Variantno so bili izvedeni in ekonomsko ovrednoteni tudi poskusi z dvostranskimi priključki (zvezdasti okopalnik, spodrezovalnik in pletvenik) in enostranskim in dvostranskim pletvenikom nameščenim na mulčerju. Ekonomsko so bil ovrednoteni tudi stroški izvajanja samostojnih delovnih faz škropljenja s herbicidom, škropljenja s pelargonsko kislino, škropljenja z očetno kislino in škropljenja z eteričnimi olji.

Na vrednost ure domačih strojnih storitev ima največji vpliv nabavna vrednost in obseg letne rabe pogonskega stroja in priključka. Nakup dražjih priključkov je racionalnejši pri večjem obsegu pridelave in s tem večji letni rabi. V naslednji preglednici so prikazane v oceni stroškov upoštevane nabavne vrednosti, predvidene amortizacijske dobe in letne rabe pogonskega stroja in najpomembnejših priključkov.

Preglednica 82: Parametri upoštevani pri izračunu domačih strojnih storitev

Stroji in priključki	Nabavna vrednost EUR	Amortizacijska doba let	Letna raba ur/ leto
Vinogradniški traktor 55 kW	45.000	12	500
Pršilnik	3.210	12	110
Herbicidna armatura dvostranska samostojno	4.820	12	65
Herbicidna armatura dvostranska nameščena	2.760	12	110
Trosilec mineralnih gnojil	1.420	10	55
Ožigalnik dvostranski	11.000	10	65
Mulčer kladivar	6.750	10	45
Mulčer rotacijski	2.310	10	110
Okopalnik dvostranski	10.300	10	150
Zvezdasti okopalnik enostranski	3.040	10	65
Spodrezovalnik enostranski	4.550	10	65
Pletvenik enostranski	4.070	10	65
Zvezdasti okopalnik dvostranski	4.250	10	65
Spodrezovalnik dvostranski	7.270	10	65
Pletvenik dvostranski	6.320	10	65

Vir: različni ponudniki (Slovenija)

Strošek sredstev za zatiranje plevelov se je na kmetijah Vin 1 in Vin 2 gibal od 14 EUR/ha pri škropljenju z glifosatom do 419 EUR pri uporabi pelargonske kisline. Strošek plina pri ožiganju plevelov je ocenjen na 44 EUR/ha.

Preglednica 83: Stroški različnih metod zatiranja plevla pri pridelavi grozdja – Vin 1

Vin 1	Sredstva za varstvo rastlin	Strošek sredstev za zatiranje plevelov	Domače strojno delo za zatiranje plevla*	Strošek zatiranja plevelov skupaj	Strošek zatiranja plevelov na delovno fazo	
Obravnavanje	EUR/ha	EUR/ha	EUR/ha	EUR/ha	EUR/ha	Indeks O1 = 1
O1 - glifosat	798,79	14,42	29,53	43,95	21,98	1,0
O2 - pelargonska kislina	1.203,70	419,33	44,30	463,63	154,54	7,0
O3 - očetna kislina	784,37	127,33	44,30	171,63	57,21	2,6
O4 - eterično olje citrusov	784,37	202,93	44,30	247,24	82,41	3,7
O5 - ožiganje plevelov	784,37	43,67	303,04	346,71	115,57	5,3
O6 - zvezdasti okopalnik 1	784,37	0,00	157,23	157,23	52,41	2,4
O7 - spodrezovalnik 1	784,37	0,00	236,60	236,60	78,87	3,6
O8 - pletvenik 1	784,37	0,00	222,99	222,99	74,33	3,4
O9 - kontrola A (zapleveljeno)	784,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
O10 - kontrola B (nezapleveljeno)	784,37	0,00	1.173,33	1.173,33	167,62	7,6

* vključeni stroški dela in strojnih storitev

Vir: lastni preračuni

Stroški zatiranja plevla (vključeni stroški materiala, dela in strojnih storitev) na leto so ocenjeni od 44 EUR/ha pri uporabi herbicida do 1.173 EUR/ha pri nezapleveljeni kontroli, kjer smo upoštevali sedem okopavanj z dvostranskim okopalnikom. Škropljenje s pelargonsko kislino in očetno kislino stane na hektar vinograda 464 EUR in 172 EUR, škropljenje z eteričnimi olji pa 247 EUR/ha. Ožiganje plevla znaša 347 EUR/ha, uporaba specialnih strojev za mehansko obdelavo v vrsti (zvezdasti okopalnik, pletvenik in spodrezovalnik) pa stane med 157 EUR/ha in 237 EUR/ha.

Preglednica 84: Ekonomski rezultati pridelave grozdja pri različnih metodah zatiranja plevla – Vin 1

Vin 1	Neto pridelek		Vrednost pridelave skupaj (1)*	Stroški kupljenega blaga in storitev (3)	Bruto dodana vrednost (BDV) (1)–(3)	Indeks BDV	Koeficient ekonomičnosti (KEK)
	Kg/ha	O1 = 1	EUR/ha	EUR/ha	EUR/ha	O1 = 1	Indeks
Obravnavanje							
O1 - glifosat	16.559	1,00	9.327	3.691	5.636	1,00	0,95
O2 - pelargonska kislina	15.575	0,94	8.786	4.035	4.751	0,84	0,87
O3 - očetna kislina	14.151	0,85	8.003	3.640	4.363	0,77	0,83
O4 - eterično olje citrusov	12.667	0,76	7.187	3.612	3.575	0,63	0,76
O5 - ožiganje plevelov	15.648	0,94	8.826	3.736	5.090	0,90	0,88
O6 - zvezdasti okopalnik 1	15.426	0,93	8.704	3.629	5.075	0,90	0,89
O7 - spodrezovalnik 1	16.647	1,01	9.376	3.738	5.638	1,00	0,94
O8 - pletvenik 1	13.626	0,82	7.714	3.517	4.197	0,74	0,80
O9 - kontrola A (zapleveljeno)	9.973	0,60	5.705	3.203	2.502	0,44	0,64
O10 - kontrola B (nezapleveljeno)	17.192	1,04	9.676	4.078	5.597	0,99	0,87

* pri odkupni ceni 0,5 EUR/kg

Vir: lastni preračuni

Metode zatiranja plevelov so vplivale na učinkovitost zatiranja plevla in velikost pridelka grozdja po obravnavanjih. Zelo primerljivi hektarski pridelki grozdja so bili doseženi pri uporabi glifosata, spodrezovalnika in pri nezapleveljeni kontroli. Do 10 % manjši pridelki kot pri uporabi herbicida so bili doseženi pri uporabi pelargonske kisline, pri ožiganju plevla in uporabi zvezdastega okopalnika. Med 10 % in 20 % manjši pridelki so bili doseženi pri uporabi očetne kisline in pletvenika, več kot 20 % manjši pridelek pa je bil zabeležen pri uporabi eteričnega olja citrusov.

Vrednost pridelave grozdja pri odkupni ceni grozdja 0,5 EUR/kg, kolikor zanaša povprečna odkupna cena grozdja v Sloveniji v zadnji letih, tudi pri zelo velikih doseženih pridelkih ne pokrije vseh stroškov pridelave ($KEK < 1$). Pri upoštevanih predpostavkah je ekonomičnost pridelave najboljša v obravnavanju z glifosatom (2 X letno) in pri zatiranju plevla s spodrezovalnikom (3 X letno). Do 10 % nižja BDV je dosežena pri ožiganju plevla (3 X) in uporabi zvezdastega okopalnika (3 X), med 10 % in 20 % nižja BDV je ocenjena pri uporabi pelargonske kisline (3 X), več kot 20 % nižja BDV pa je pri uporabi očetne kisline (–23 %), pletvenika (–26 %) in eteričnih olj (–37 %).

Raziskovalci (Lešnik in sod., 2021) ugotavljajo, da uporaba alternativnih metod zatiranja plevelov v vinogradih trikrat letno ni zadoščala in bi morali plevel s temi metodami zatirati vsaj 5 krat letno, kar pa bi še povečalo stroške zatiranja plevelov in poslabšalo ekonomičnost pridelave grozdja.

Preglednica 85: Stroški različnih metod zatiranja plevla pri pridelavi grozdja – Vin 2

Vin 2	Sredstva za varstvo rastlin	Strošek sredstev za zatiranje plevla	Domače strojno delo za zatiranje plevla*	Strošek zatiranja plevla skupaj	Strošek zatiranja plevelov na fazo	Indeks O1 = 1
Obravnavanje	EUR/ha	EUR/ha	EUR/ha	EUR/ha	EUR/ha	
O1 - glifosat	798,79	14,42	30,40	44,82	22,41	1,0
O2 - pelargonska kislina	1.203,70	419,33	45,60	464,93	154,98	6,9
O3 - očetna kislina	784,37	127,33	45,60	172,93	57,64	2,6
O4 - eterično olje citrusov	784,37	202,93	45,60	248,54	82,85	3,7
O5 - ožiganje plevelov	784,37	43,67	315,22	358,89	119,63	5,3
O6 - zvezdasti okopalnik 1	784,37	0,00	164,60	164,60	54,87	2,4
O7 - spodrezovalnik 1	784,37	0,00	248,71	248,71	82,90	3,7
O8 - pletvenik 1	784,37	0,00	231,31	231,31	77,10	3,4
O9 - kontrola A (zapleveljeno)	784,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
O10 - kontrola B (nezapleveljeno)	784,37	0,00	1.223,67	1.223,67	174,81	7,8

* vključeni stroški dela in strojnih storitev

Vir: lastni preračuni

Stroški zatiranja plevla so bili na kmetiji Vin 2 zelo podobni kot na kmetiji Vin 1, majhne razlike v stroških zatiranja plevla so zaradi pridelovalnih razmer v vinogradih (dolžina vrst in nagib vinogradov), saj so bila obravnavanja na obeh lokacijah enaka.

Preglednica 86: Ekonomski rezultati pridelave grozdja pri različnih metodah zatiranja plevla – Vin 2

Vin 2	Neto pridelek		Vrednost pridelave skupaj (1)*	Stroški kupljenega blaga in storitev (3)	Bruto dodana vrednost (BDV) (1)–(3)	Indeks BDV	Koeficient ekonomičnosti (KEK)
Obravnavanje	Kg/ha	O1 = 1	EUR/ha	EUR/ha	EUR/ha	O1 = 1	Indeks
O1 - glifosat	10.603	1,00	6.052	3.310	2.742	1,00	0,66
O2 - pelargonska kislina	9.583	0,90	5.491	3.651	1.840	0,67	0,58
O3 - očetna kislina	8.874	0,84	5.101	3.299	1.802	0,66	0,56
O4 - eterično olje citrusov	8.844	0,83	5.084	3.372	1.713	0,62	0,56
O5 - ožiganje plevelov	10.431	0,98	5.957	3.411	2.546	0,93	0,63
O6 - zvezdasti okopalnik 1	10.606	1,00	6.053	3.331	2.722	0,99	0,65
O7 - spodrezovalnik 1	10.281	0,97	5.875	3.333	2.541	0,93	0,63
O8 - pletvenik 1	10.168	0,96	5.812	3.314	2.498	0,91	0,62
O9 - kontrola A (zapleveljeno)	7.548	0,71	4.371	3.001	1.370	0,50	0,50
O10 - kontrola B (nezapleveljeno)	11.805	1,11	6.713	3.760	2.953	1,08	0,63

* pri odkupni ceni 0,5 EUR/kg

Vir: lastni preračuni

V vinogradih Dveri Pax (Vin 2) so bili doseženi približno za tretjino manjši pridelki kot na kmetiji Vin 1. Vinogradniki lahko na ta način dosežejo višjo kakovost grozdja in vina ter potencialno višje cene grozdja in vina na trgu in na ta način boljše ekonomske rezultate. Enak pridelek kot pri uporabi glifosata je bil dosežen v obravnavanju pri zatiranju plevela z zvezdastim okopalnikom. Do 5 % manjši pridelek v primerjavi s pridelkom pri uporabi glifosata so imela obravnavanja z ožiganjem plevela, pri uporabi spodrezovalnika in pri zatiranju plevela s pletvenikom. Pridelek manjši za 10 % je bil dosežen v obravnavanju s pelargonsko kislino, med 15 % in 20 % manjši pridelek pa je bil potrzan v obravnavanju s škropljenjem s pelargonsko kislino in pri škropljenju z eteričnimi olji. Vrednost pridelave pri odkupni ceni 0,5 EUR/kg v nobenem od obravnavanj ni pokrila vseh stroškov pridelave ($KEK < 1$), ekonomski rezultati pa so slabši kot v vinogradih kmetije Vin 1. KEK v nobenem od obravnavanj ni presegel 0,7. Pri podobnem pridelku v prvem obravnavanju (glifosat) in v sedmem obravnavanju (zvezdasti okopalnik), je bila BDV v sedmem obravnavanju za odstotek nižja. Do 10 % nižje pokritje kot pri uporabi glifosata je bilo doseženo pri ožiganju plevelov, mehanskem zatiranju plevelov s spodrezovalnikom in s pletvenikom. V obravnavanjih pri škropljenju plevela s pelargonsko kislino, z očetno kislino in z eteričnimi olji pa je bila BDV med 30 % in 40 % nižja kot v obravnavanju pri škropljenju s herbicidom.

Na kmetiji Petrič (Vin 3) so izvajali eno zatiranje plevela oziroma dve zatiranji plevela pri zagotavljanju nezapleveljene kontrole na leto manj. Stroški zatiranja plevelov (vključeni stroški materiala, dela in strojnih storitev) po obravnavanjih so bili zato na kmetiji Vin 3 od 40 % do 50 % nižji kot na kmetijah Vin 1 in Vin 2.

Preglednica 87: Stroški različnih metod zatiranja plevela pri pridelavi grozdja – Vin 3

Vin 3	Sredstva za varstvo rastlin	Strošek sredstev za zatiranje plevelov	Domače strojno delo za zatiranje plevela*	Strošek zatiranja plevelov skupaj	Strošek zatiranja plevelov na delovno fazo	
Obravnavanje	EUR/ha	EUR/ha	EUR/ha	EUR/ha	EUR/ha	Indeks O1 = 1
O1 - glifosat	792,24	7,87	14,32	22,19	22,19	1,0
O2 - pelargonska kislina	1.032,55	248,18	28,65	276,82	138,41	6,2
O3 - očetna kislina	784,37	68,26	28,65	96,91	48,45	2,2
O4 - eterično olje citrusov	784,37	112,93	28,65	141,58	70,79	3,2
O5 - ožiganje plevelov	784,37	29,11	182,01	211,13	105,56	4,8
O6 - zvezdasti okopalnik 1	784,37	0,00	94,30	94,30	47,15	2,1
O7 - spodrezovalnik 1	784,37	0,00	144,73	144,73	72,36	3,3
O8 - pletvenik 1	784,37	0,00	136,06	136,06	68,03	3,1
O9 - kontrola A (zapleveljeno)	784,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
O10 - kontrola B (nezapleveljeno)	784,37	0,00	776,32	776,32	155,26	7,0

* vključeni stroški dela in strojnih storitev

Vir: lastni preračuni

Razmerje med stroški zatiranja plevlov na delovno fazo po obravnavanjih so bili na vseh treh kmetijah približno enaki. Ugotovili smo, da je strošek ene delovne faze v primerjavi s škropljenjem s herbicidom večji pri škropljenju s pelargonsko kislino, predvsem zaradi visokih cen pelargonske kisline, za 6 krat oziroma 7 krat, pri škropljenju z očetno kislino in eteričnimi olji med 2 in 4 krat, pri ožiganju plevlov za približno 5 krat, pri okopavanju z zvezdastim okopalnikom za 2 krat ter pri uporabi pletvenika in spodrezovalnika za približno 3–4 krat.

Preglednica 88: Ekonomski rezultati pridelave grozdja pri različnih metodah zatiranja plevla – Vin 3

	Neto pridelek		Vrednost pridelave skupaj (1)*	Stroški kupljenega blaga in storitev (3)	Bruto dodana vrednost (BDV) (1)–(3)	Indeks BDV	Koeficient ekonomičnosti (KEK)
Vin 3							
Obravnavanje	Kg/ha	O1 = 1	EUR/ha	EUR/ha	EUR/ha	O1 = 1	Indeks
O1 - glifosat	20.733	1,00	11.623	3.952	7.671	1,00	1,13
O2 - pelargonska kislina	18.692	0,90	10.501	4.060	6.440	0,84	1,02
O3 - očetna kislina	16.343	0,79	9.209	3.719	5.490	0,72	0,94
O4 - eterično olje citrusov	18.112	0,87	10.182	3.885	6.297	0,82	1,01
O5 - ožiganje plevlov	19.188	0,93	10.773	3.917	6.857	0,89	1,04
O6 - zvezdasti okopalnik 1	18.410	0,89	10.346	3.805	6.541	0,85	1,03
O7 - spodrezovalnik 1	19.078	0,92	10.713	3.866	6.847	0,89	1,05
O8 - pletvenik 1	16.213	0,78	9.137	3.665	5.472	0,71	0,93
O9 - kontrola A (zapleveljeno)	15.709	0,76	8.860	3.598	5.262	0,69	0,92
O10 - kontrola B (nezapleveljeno)	21.229	1,02	11.896	4.214	7.682	1,00	1,06

* pri odkupni ceni 0,5 EUR/kg

Vir: lastni preračuni

Na kmetiji Petrič (Vin 3) so bili doseženi v povprečju za dobro četrtno večji pridelki kot na kmetiji Vin 1, v obravnavanju, kjer plevla niso zatirali, pa celo skoraj 60 % večji pridelek. Največji pridelek je bil zabeležen pri škropljenju z glifosatom in v nezapleveljenem obravnavanju.

Vrednost pridelave pri odkupni ceni 0,5 EUR/kg je pri nekaterih obravnavanjih pokrila stroške pridelave (KEK > 1), ekonomski rezultati pa so tako zaradi večjih pridelkov kot nižjih stroškov zatiranja plevla boljši kot v vinogradih kmetije Vin 1 in Vin 2. Ocenjeni KEK je manjši kot 1 v obravnavanjih z očetno kislino, pri uporabi pletvenika in pri zapleveljeni kontroli. Pri nekemičnih metodah zatiranja plevlov je BDV pri uporabi spodrezovalnika pri 8 % manjšem pridelku nižja za 11 %, pri ožiganju plevla pa pri 7 % manjšem pridelku prav tako nižja za 11 %.

DISKUSIJA IN ZAKLJUČKI

Kljub temu, da imajo sredstva za varstvo rastlin večinoma relativno majhen odstotek v stroških pridelave kmetijskih pridelkov (Modelne kalkulacije KIS, 2019), so v intenzivni kmetijski pridelavi ne pogrešljiva. V proučevanih poskusih ima strošek herbicidov v stroških kupljenega blaga in storitev približno 5-odstotni delež pri strnem žitu in koruzi za zrnje, 2-odstotni delež pri pridelavi zelja ter manj kot odstotek pri trajnih nasadih.

Pri ozimnem ječmenu je v primerjavi z uporabo herbicida v polnem odmerku spomladi uporaba znižanega odmerka herbicida spomladi v kombinaciji s slepo setvijo in česanjem, kljub višjim stroškom zatiranja plevla (+30 %), pozitivno vplivala na povečanje pridelka (+10 %) in s tem na izboljšanje ekonomičnosti pridelave (BDV: +20 %). Pri pridelavi koruze za zrnje se je pokazal pozitiven učinek okopavanja v kombinaciji z uporabo herbicida. V letih 2019 in 2020 je bila v obravnavanju z zmanjšanim odmerkom herbicida (40 %), s česanjem in dvakratnim okopavanjem BDV večja kot pri zatiranju plevla s polnim odmerkom herbicida. V izvedenem poskusu se učinek zatiranja plevelov pri škropljenju s polnim odmerkom glifosata izkazal kot primerljiv dvakratni predsetveni obdelavi. Strošek zatiranja plevla pa je bil pri škropljenju s polnim odmerkom herbicida le za 2 % nižji kot pri uporabi dveh mehanskih delovnih faz.

V poskusnih z zeljem so bili v letih 2018 in 2019 so bili doseženi zelo veliki pridelki, zato je bil delež stroškov zatiranja plevla v celotni vrednosti pridelave zelo majhen. Kot ekonomsko najbolj zanimiva alternativna metoda zatiranja plevla v pridelavi zelja se je pokazala kombinacija pristopa z manjšo uporabo herbicidov in okopavanjem (samo herbicid pred vznikom in strojno okopavanje), ki se je v letu 2018 izkazala celo bolje od konvencionalnega zatiranja plevla (herbicid pred in po vzniku). Ožiganje plevla pri pridelavi čebule in korenčka je v primerjavi s kemičnim zatiranjem plevla stroškovno neučinkovito, vendar kljub temu predstavlja alternativo kemičnemu zatiranju plevla v ekološki pridelavi, kjer kemični herbicidi niso dovoljeni.

Stroški mehanskega zatiranja plevla v nasadih jablan so med 2 krat in 7 krat višji kot pri uporabi herbicida.

Ekonomičnost pridelave grozdja se je pri nekaterih obravnavanjih z nekemičnimi metodami zatiranja plevla na nekaterih lokacijah (spodrezovalnik: Šerbinek in zvezdasti okopalnik: Dveri Pax) pokazala kot zelo primerljiva z ekonomičnostjo pridelave pri uporabi glifosata. Kot ekonomsko zanimive so se pokazale mehanske metode zatiranja plevla z relativno ugodno nabavno vrednostjo priključkov (spodrezovalnik in zvezdasti okopalnik), pa tudi zatiranje plevla z ožiganjem na eni od lokacij (Šerbinek).

VIRI IN LITERATURA

- Črnec M. 2008. Ekonomika podjetja (Elektronski vir): gradivo za 2. letnik. Ljubljana, Zavod IRC: 101 str. http://www.impletum.zavod-irc.si/docs/Skriti_dokumenti/Ekonomika_podjetja-Crnec.pdf (23. avg. 2019)
- Katalog stroškov kmetijske in gozdarske mehanizacije. 2016. Uradni list RS, št. 7/16 in 31/19.
- Dierauer H. 2000. Abbflammen. Merkblatt. FiBL. 4. Str.
- Lešnik M., Paušič A., Sirk M. 2021. DS5: Možnosti nekemičnega zatiranja plevla v vinogradništvu in preizkus izbranih alternativnih metod. Raziskava v okviru Ciljnega raziskovalnega projekta V4-1801: Preučitev in predlog izbora najprimernejših nekemičnih metod zatiranja plevla kot nadomestilo za uporabo glifosata in drugih herbicidov za slovenske razmere. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 21 str.
- Maschinenkosten 2020. 2020. Agroscope Transfer, 347, 1-52. https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/wirtschaft-technik/betriebswirtschaft/maschinenkosten/_jcr_content/par/columncontrols/items/0/column/externalcontent.external.exturl.pdf/aHR0cHM6Ly9pcmEuYWdyb3Njb3BILmNoLzAvQWpheC9FaW56ZW/xwdWJsaWthdGlvbi9Eb3dubG9hZD9laW56ZWxwdWJsaWthdGlv/bklkPTQ2NTcw.pdf (1. 3. 2021)
- Modelne kalkulacije KIS. 2019. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije. https://www.kis.si/Modelne_kalkulacije_OEK/ (23. avg. 2019) Modelne kalkulacije KIS. 2020. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije. https://www.kis.si/Modelne_kalkulacije_OEK/ (22.10.2020)
- ÖKL-Richtwerte für die Maschinenselbstkosten. 2018. Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung: 52 str.
- Rednak M. 1998. Modelne kalkulacije 1997: splošna izhodišča in metodologija izdelave modelnih kalkulacij za potrebe kmetijske politike. Prikazi in informacije, 189. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 15 str.
- Zagorc B., Rednak M., Moljk B., Brečko J. 2017. Nadgradnja in širitev nabora modelnih kalkulacij. V: Volk T., Brečko J., Erjavec E., Jerič D., Kavčič S., Kožar M., Moljk B., Rednak M., Zagorc B., Žgajnar J. 2017. Razvoj celovitega modela kmetijskih gospodarstev in povezanih podatkovnih zbirk za podporo pri odločanju v slovenskem kmetijstvu (CRP V4-1423): zaključno poročilo: 175-200. http://www.kis.si/f/docs/Predstavitev_OEK/CRP-V4-1423-SKUPNO_COBISS.pdf (23. 4. 2019)
- Zagorc B., Kožar M. 2019. Izroček 21: Poročilo z opisom metode in ključnih rezultatov ekonomskega ovrednotenja varstva z MNT za izbrane zelenjadnice. Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije: 44 str. <https://www.ivr.si/wp-content/uploads/2018/12/IZROCEK-21-Ekonomsko-ovrednotenje-varstva-z-MNT-za-izbrane-zelenjadnice.pdf> (3. 11. 2020)
- Zagorc B., Moljk B., Brečko J. 2020. Metodologija in pojasnila k modelnim kalkulacijam Kmetijskega inštituta Slovenije. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 18 str. https://www.kis.si/f/docs/MODELNE_KALKULACIJE_2/Metodoloska_MK_februar2020.pdf (22.10.2020)

GLAVNI ZAKLJUČKI PROJEKTA IN PRIPOROČILA NAROČNIKU

Strategija slovenskega kmetijstva teži k vzpostavitvi in zagotavljanju konkurenčne kmetijske pridelave ob sočasni skrbi za okolje in zdravje ljudi. V okviru obvladovanja plevelov in v skladu z Direktivo 2009/128/ES se je Slovenija skupaj z drugimi državami EU obvezala, da bo skrbela za racionalno rabo in zmanjševanje tveganj in vplivov rabe FFS na zdravje ljudi in okolje (površinske in podtalne vodne vire, zemljo, zrak, nečiljne organizme). Pri tem je zelo pomembno tudi področje uravnavanja plevelne vegetacije, kot enega izmed ključnih tehnoloških ukrepov pri doseganju stabilnih in dovolj visokih pridelkov, ki zagotavljajo tudi ekonomsko vzdržno in trajnostno kmetijsko proizvodnjo.

Statistike trenutno kažejo, da je pri rabi herbicidov opazen trend zmanjševanja njihove uporabe. Vzrokov za to je več, od uporabe novejših skupin pripravkov z manjšim odmerkom aktivne snovi na hektar (ha) do precejšnjih sprememb v setveni strukturi. Rezultati analize prodaje glifosata so pokazali, da se v zadnjih letih prodaja glifosata nekoliko povečuje in znaša več kot tretjino vseh porabljenih herbicidov. Po uradnih podatkih imamo evidentiranih le 18 % skupnih prodanih količin glifosata, iz analize volumenske prodaje pa lahko sklepamo, da je večina glifosata namenjena nekmetijski uporabi. Rezultati anket s katerimi smo ugotavljali porabo glifosata v kmetijstvu so pokazali, da je le-ta precej višja od uradnih statističnih podatkov, vendar skupna poraba v vinogradništvu, sadjarstvu ter poljedelstvu in vrtnarstvu po naši oceni ne presega tretjine vseh prodanih količin glifosata. Večina kmetijskih pridelovalcev, ki uporabljajo glifosat je mnenja, da bi jim prepoved glifosata povišala stroške pridelave, zmanjšala pridelek in povečala zapleveljenost in bi v primeru prepovedi uporabe glifosata najverjetneje uporabili alternativne kemične rešitve. Pregled literature nekemičnih ukrepov v vseh proizvodnih sistemih pokazal, da je na voljo širok izbor tako neposrednih, kakor tudi preventivnih in v manjši meri fizikalnih metod zatiranja plevela, pri čemer bi bila za naše razmere najbolj primerna uporaba mehanskih metod, ki bi jih po potrebi dopolnjevali z rabo herbicidov. Preizkušanje alternativnih metod v poljedelsko-vrtnarski proizvodnji je pokazala, da smo najboljše rezultate učinkovitosti dosegli z uporabo zmanjšanih odmerkov herbicida in mehanskih ukrepov zatiranja plevela (okopavanje, česanje). Pri tem so bile ugotovljene le manjše izgube pridelka, ki so bile pogojene z neugodnimi vremenskimi razmerami ob izvajanju le-teh ali drugih omejitev pri uporabi mehanskih postopkov zatiranja plevela. Preizkušena nekemična strategija ožiganja v vrtnarstvu se je izkazala kot manj učinkovita, pri čemer je zaradi visoke porabe plina tudi strošek zatiranja plevela precej velik. Tudi druge strategije, ki so temeljile na popolnoma mehanskih postopkih zatiranja plevela v ozimnem ječmenu, koruzi so se izkazale za manj učinkovite ali pa so bile zaradi potrebe po intenzivnem varstvu pred pleveli precej dražje od standardne metode uporabe herbicidov. Alternativne nekemične metode, ki smo jih preverjali v vinogradniški proizvodnji so bile v primerjavi z uporabo glifosata precej manj uspešne, pri čemer so bili stroški zatiranja plevela pri nekaterih postopkih nekajkrat višji od standardne uporabe glifosata. Tudi strošek vzdrževanja sistema nizke podrasti v sadovnjakih je bil občutno višji v primerjavi z glifosatom pri čemer je bil ta alternativni postopek tudi bistveno bolj zapleveljen.

V kolikor želimo, da bomo količino porabljenih herbicidov še nadalje zmanjševali, je potrebno z intenzivnim uvajanjem učinkovitih in okolju bolj prijaznih nekemičnih metod zatiranja plevela. Tako odziv kmetovalcev, kakor tudi rezultati preizkušanja alternativnih metod nakazujejo, da bi bilo potrebno nameniti več pozornosti spodbujanju strategij in metod z manjšo rabo herbicidov, ki se dopolnjujejo z mehanskimi metodami, ne glede na pridelovalni sistem. Pri trenutnem stanju na slovenskih kmetijah se bo brez izrazite dodatnega finančnega nadomestila večina alternativnih metod zatiranja plevela, ki ne vključujejo rabe herbicidov težko uveljavila v večjem obsegu. Ekonomska analiza je namreč pokazala, da so le-te v večini ekonomsko manj vzdržne in zahtevajo bolj izkušene uporabnike.

Za pridobitev zanesljivih ocen tako agronomске kakor tudi ekonomske učinkovitosti alternativnih nekemičnih metod zatiranja plevela v kmetijski pridelavi je ključnega pomena zanesljiva in celovita ocena njihovega vpliva na pridelek. Priporočljivo bi bilo njihovo več letno preizkušanje, kar še posebej velja za trajne poskuse. Na ta način bi bili rezultati bolj zanesljivi, kar bi povečalo uspeh pri prenosu v prakso, saj so pridelovalci večinoma nezaupljivi do rešitev, ki niso dovolj preizkušene v praksi. Specifičnost našega projekta je bila tudi precejšnja tako vsebinska kot finančna razpršenost po delovnih sklopih. Posledično nismo mogli izvesti poljskih poskusov v večjem obsegu, kar bi povečalo zanesljivost agro-ekonomsko oceno alternativnih nekemičnih metod. Velika težava pri izvajanju tega tipa raziskovalnih projektov, ki hkrati vključujejo tehnološke poskuse, je nezmožnost nabave novejše opreme in mehanizacije, saj se je v zadnjem obdobju na tem področju zgodil precejšen razvoj mehanizacije za mehansko zatiranje plevela, ki mu z investicijami na raziskovalnih inštitucijah ne moremo slediti.