

Weeds in sunflower production in Croatia and their control

Korovi u proizvodnji suncokreta u Hrvatskoj i njihovo suzbijanje

Anto MIJIĆ¹ (✉), Tomislav DUVNJAK¹, Ivica LIOVIĆ¹, Aleksandra SUDARIĆ¹, Klara BARIĆ², Daniel JUG³, Antonela MARKULJ KULUNDŽIĆ¹

¹ Agricultural Institute Osijek, Južno predgrađe 17, 31103 Osijek, Croatia

² University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Croatia

³ University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Croatia

✉ Corresponding author: anto.mijic@poljin.hr

Received: May 12, 2022; accepted: September 27, 2022

ABSTRACT

Sunflower is the most important oil crop in the Republic of Croatia. In the last two decades, it has been grown on average on 33,506 ha with a average grain yield of 2.66 t/ha. Weeds represent one of the most important causes of biotic stress, and their action is reflected in the competition for nutrients, water, light and space. The weed flora in sunflower crops in Croatia is extremely diverse, and we will most often meet: *Polygonum persicaria* L., *Polygonum lapathifolium* L., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Chenopodium polyspermum* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Solanum nigrum* L. emend Miller, *Abutilon theophrasti* Medik, *Datura stramonium* L., *Xanthium strumarium* L., *Convolvulus arvensis* L., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Echinochloa crus-galli* (L.) Pb., *Setaria glauca* (L.) Pb., *Setaria viridis* (L.) Pb., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Panicum* spp. and *Sorghum halepense* (L.) Pers. For many years, weed control was based on the intensive use of chemical preparations, which were most often used after sowing and before emergence, in double or triple combinations. In addition to a number of advantages of using chemicals in sunflower production, the problem of broadleaf weeds was not satisfactorily solved until the advent of Clearfield, Clearfield plus and Express sun technology, i.e. hybrids tolerant to herbicides from the group of imidazolinone (imazamox) and sulfonyl-urea (tribenuron-methyl) at the beginning of this century. Integrated plant protection, including integrated weed management, with its holistic approach and greater application of direct and indirect non-chemical measures, is only environmental quality solution for controlling weeds in sunflowers.

Keywords: sunflower, weeds, chemical control, Clearfield, Express sun technology, integrated weed management

SAŽETAK

Suncokret je u Republici Hrvatskoj najvažnija uljarica. U posljednja dva desetljeća prosječno se uzgajao na 33.506 ha s prinosom zrna od 2,66 t/ha. Korovi predstavljaju jedan od najvažnijih uzročnika biotičkog stresa, a njihovo djelovanje ogleda se kroz kompeticiju za hranjiva, vodu, svjetlost i prostor. Korovna flora u usjevima suncokreta u Hrvatskoj iznimno je raznolika, a najčešće susrećemo: *Polygonum persicaria* L., *Polygonum lapathifolium* L., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Chenopodium polyspermum* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Solanum nigrum* L. emend. Miller, *Abutilon theophrasti* Med., *Datura stramonium* L., *Xanthium strumarium* L., *Convolvulus arvensis* L., *Cirsium arvense* L. Scop., *Echinochloa crus-galli* L. Pb., *Setaria glauca* L. Pb., *Setaria viridis* L. Pb., *Digitaria sanguinalis* L. Scop., *Panicum* spp. i *Sorghum halepense* L. Pers. Dugi niz godina borba protiv korova u suncokretu bazirala se na intenzivnoj primjeni kemijskih sredstava, koji su se najčešće koristili nakon sjetve i prije nicanja, u dvostrukim ili trostrukim kombinacijama pripravaka. I pored niza prednosti upotrebe herbicida u proizvodnji suncokreta, problem širokolisnih korova, zbog ograničenog izbora herbicida, nije na zadovoljavajući

način riješen. Pojavom kultivara Clearfield, Clearfield plus i Express sun tehnologije, odnosno kultivara tolerantnih na herbicide iz kemijske skupine imidazolinona (imazamoksa) i sulfonilurea (tribenuron-metila) herbicida, početkom ovog stoljeća znatno je olakšano suzbijanje širokolisnih korovnih vrsta u suncokretu. Osim spomenutih mogućnosti, a u skladu s novim trendovima, integrirana zaštita bilja od korova holističkim pristupom, odnosno primjenom izravnih i neizravnih nekemijskih mjera pruža ekološki prihvatljivo rješenje u borbi s korovima u suncokretu.

Ključne riječi: suncokret, korovi, kemijske mjere, Clearfield, Express sun tehnologija, integrirano suzbijanje korova

DETAILED ABSTRACT

Sunflower (*Helianthus annuus* L.) is, after palm and soybean, the third oilseed globally, with a harvested area of 27.9 million ha (2020 year), of which in EU countries, about 16%. In Croatia, sunflower is the most important oilseed crop, which in the last two decades has been grown on an average of 33,506 ha with a grain yield of 2.66 t/ha. The grain yield and oil yield, as the most important agronomic traits of sunflower, in addition to cultivars, are determined by the influence of abiotic and biotic factors of which a significant share are weeds. In sunflower production dominate annual broadleaf weeds: *Polygonum persicaria* L., *Polygonum lapathifolium* L., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Chenopodium polyspermum* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Solanum nigrum* L. emend. Miller, *Abutilon theophrasti* Med., *Datura stramonium* L. and *Xanthium strumarium* L., and somewhat less perennial broadleaf weeds: *Convolvulus arvensis* L. and *Cirsium arvense* (L.) Scop. Of the annual grass weeds, the most common are: *Echinochloa crus-galli* (L.) Pb., *Setaria glauca* (L.) Pb., *Setaria viridis* (L.) Pb., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. and *Panicum* spp and perennial *Sorghum halepense* (L.) Pers.. The intensive application of chemical measures to protect sunflowers from weeds began in the seventies of the last century and was intensively expanded in the following period. In terms of application time, herbicides were most often used after sowing and before germination, in double or triple combinations of preparations. Despite all efforts, the problem of broadleaf weeds in sunflower production failed until the appearance of herbicide-tolerant cultivars from the chemical group of imidazolinone (imazamox) and sulfonilurea (tribenuron-methyl) at the beginning of this century. Although this method of weed control has shown several advantages: good effect on weeds, flexibility in application time, low doses and low toxicity to mammals, there are certain disadvantages, which are reflected in the possibility of changing weed populations, the appearance of resistant weeds and increased risk of transmitting herbicide tolerance trait to weeds that are related to tolerant crops. Today's most complete and ecologically acceptable solution is to grow sunflower on the principles of sustainable agricultural production, i.e. integrated plant production, which includes integrated plant protection and integrated weed protection. Here the emphasis is on good knowledge of biological and ecological traits of weeds but also cultivated plants, and the goal is to reduce the use of herbicides by applying other direct and indirect non-chemical measures such as prevention of new weed species to a certain area and in case of their occurrence as much as possible to prevent their germination, multiplication, the introduction of seeds into the seed bank in the soil and expansion into new areas, crop rotation, the introduction of secondary crops, application of new technological solutions and new machines. Biological measures such as living mulch, steam sterilization, foil use, or incineration have limited effects and are applicable in a limited area. Chemical measures are only a complement to non-chemical measures. Rationalization of the use of chemical agents is reflected through the application of herbicides only at a certain degree of weeding, proper selection, a reduced dosage of herbicides and the use of excipients.

UVOD

Prema važnosti, suncokret (*Helianthus annuus* L.) je nakon palme i soje treća uljarica u svijetu. U 2020. godini požnjevena površina je bila 27,9 milijuna hektara, s prosječnim prinosom zrna od 1,8 t/ha (FAOSTAT, 2022.). Najveći dio proizvodnje, oko 60%, smješten je u crnomorskom bazenu (Ukrajina, Rusija, Rumunjska, Bugarska, Turska i Moldavija) (Kaya i sur., 2018). U istoj godini, u zemljama Europske Unije (EU) požnjeveno je 4,45 milijuna ha, a najviše u Rumunjskoj (1,19 milijun ha), Bugarskoj (821.000 ha), Francuskoj (778.400 ha), Španjolskoj (650.050 ha) i Mađarskoj (612.570 ha). U Hrvatskoj se u posljednja dva desetljeća (2001. – 2020.) suncokret uzgajao u prosjeku na 33.506 ha s prosječnim prinosom zrna od 2,66 t/ha. Nažalost, proizvodnju su karakterizirala velika variranja u pogledu sjetvenih površina (20.615 – 49.769 ha), ali i u pogledu prinosa zrna (1,57 – 3,20 t/ha) (FAOSTAT, 2022). Ipak, u Hrvatskoj postoji blagi trend povećanja površina i prosječnog prinosa, a neki proizvođači postižu prinose zrna veće od 4 pa i 5 t/ha (Mijić i sur., 2021).

Za uspješnu proizvodnju bilo koje ratarske kulture, pa tako i suncokreta, od iznimne je važnosti da djelovanje okolišnih čimbenika bude što bliže optimalnom, što se nažalost rijetko događa. U pravilu, postoji otklon od optimalnih vrijednosti, a upravo od veličine tog otklona, između ostalog, ovisi uspjeh proizvodnje. Ukoliko se radi o ekstremnijem otklonu govorimo o stresu (Mijić i sur., 2020). U osnovi se stres dijeli na abiotički (na koji ne možemo utjecati) koji može biti izazvan temperaturom, vlagom, insolacijom, različitim toksičnim tvarima i biotički koji podrazumijeva prisustvo drugih organizama. Biotički stres izazvan uzročnicima bolesti, štetnicima, parazitskim biljkama (volovodom) i korovima je glavni limitirajući čimbenik prinosa suncokreta (Kaya i sur., 2004; Neshev i sur., 2017). Suzbijanje korova jedan je od važnijih tehnoloških zahvata u proizvodnji suncokreta, kojim se optimizira količina i kvaliteta zrna (Smatana i sur., 2014; Tadavi i sur., 2017), odnosno značajno utječe na parametre rasta i kvalitete, komponente prinosa i prinos zrna suncokreta (Hansraj, 2015). Prema Blamey

i sur. (1997) suzbijanje korova u suncokretu pridonosi smanjenju zakorovljenosti u usjevima uzgajanim nakon suncokreta.

S poljoprivrednog gledišta „korovi su kultivirane biljke protiv čovjekove volje“. Ovu definiciju u pretprošlom stoljeću izrekao je poznati švicarski botaničar A. P. de Candolla. Po toj definiciji korovom možemo smatrati svaku biljnu vrstu koja raste na neželjenom mjestu (Barić i Ostojić, 2015).

Cilj ovog rada je, koristeći relevantnu literaturu, napraviti pregled osnovnih značajki korovne flore u usjevima suncokreta u Hrvatskoj te pregled mjera zaštite usjeva suncokreta od korova.

KOROVI U SUNCOKRETU

Kao i kod drugih ratarskih kultura, neželjeni utjecaj korova u usjevima suncokreta u prvom redu se ogleda kroz činjenicu da su svojom nadzemnom i podzemnom biomasom kompetitori suncokretu za hranjiva, vodu, svjetlost i prostor (Šćepanović i Barić, 2008). Ako se pravovremeno ne suzbiju, mogu uzrokovati značajne zastoje u rastu i razvoju suncokreta što rezultira gubitkom prinosa zrna i do 1 t/ha, ali smanjuju i kvalitetu zrna suncokreta (Bilandžić i sur., 2003). Iako je suncokret poznat kao vrlo dobar kompetitor (Pospišil, 2013), ipak mu u ranijim fazama rasta korovi mogu značajno štetiti, jer između ostalog značajno utječu na dostupnost vlage u tlu (Cvejić i sur., 2016). Prva četiri tjedna nakon nicanja, zbog sporog vegetativnog porasta suncokreta (Baličević i Ravlić, 2014), smatraju se kritičnim razdobljem zakorovljenosti (KRZ), zbog čega je suzbijanje korova u najranijim fazama rasta neophodno (Galzina i Ostojić, 2008). Isto tako, važno je naglasiti da zbog povećane količine oborina tijekom svibnja, lipnja i srpnja nerijetko i u kasnijim fazama vegetacije dolazi do zakorovljenosti, posebice termofilnim korovima. S obzirom na potentnost korova, naglašenu biološku i ekološku prilagodljivost, do sličnih problema dolazi i u uvjetima intenzivne suše jer u uvjetima ograničenih izvora za život, zbog navedenih sposobnosti korov prvo opskrbi sebe.

Korovi su, prilagođavajući se agrobiocenozi kroz dugi niz godina, razvili brojne značajke koje im omogućavaju opstanak kao što su: poliploidija, neotenija, stvaranje mnoštva sjemena, otpornost prema nepovoljnim abiotičkim čimbenicima, otpornost prema bolestima i štetnicima, posjedovanje posebnih organa i tvari koji im omogućuju održavanje, otpornost sjemena prema vanjskim štetnim utjecajima, sposobnost klijanja sjemena u mliječnoj zriobi, stvaranje sjemena razne dužine klijavosti (Todorović i sur., 2003), tj. sposobnost zadržavanja klijavosti dugi niz godina.

U nekim slučajevima prisutnost korova onemogućava kvalitetno izvođenje agrotehničkih mjera, posebno obrade tla, a pored toga, korovi utječu na vrijeme žetve te uskladištenje zrna. Isto tako, važno je istaknuti kako korovi u suncokretu mogu biti alternativni domaćini uzročnicima bolesti, odnosno služiti kao izvor inokuluma i potencijalne zaraze (Vrandečić i sur., 2003; 2007). Prema Vratarić (2004) suncokret se ubraja u jare okopavine pa je stoga i korovna flora u suncokretu slična onoj u drugim jarim okopavinama. Tako je u suncokretu, praćenjem stanja usjeva kroz dugi niz godina u širokoj proizvodnji, utvrđeno kako su najzastupljenije termofilne vrste od jednogodišnjih širokolisnih korova: pjegasti dvornik (*Polygonum persicaria* L.), kiseličasti dvornik (*Polygonum lapathifolium* L.), pelinolisni limundžik (*Ambrosia artemisiifolia* L.), višesjemena loboda (*Chenopodium polyspermum* L.), oštrodlaki šćir (*Amaranthus retroflexus* L.), crna pomoćnica (*Solanum nigrum* L. emend. Miller), europski mračnjak (*Abutilon theophrasti* Medik), bijeli kužnjak (*Datura stramonium* L.) i obična dikica (*Xanthium strumarium* L.). Od višegodišnjih širokolisnih korova najčešće su zastupljeni poljski slak (*Convolvulus arvensis* L.) i poljski osjak (*Cirsium arvense* (L.) Scop.). Od jednogodišnjih travnih, uskolisnih korova najzastupljeniji su obični koštan (*Echinochloa crus-galli* (L.) Pb.), crvenkasti muhar (*Setaria glauca* (L.) Pb.), zeleni muhar (*Setaria viridis* (L.) Pb.), ljubičasta svračica (*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.) i proso (*Panicum* spp.). Od višegodišnjih travnih korova najviše je prisutan divlji sirak (*Sorghum halepense* (L.) Pers.). Obzirom kako je proizvodnja suncokreta u Hrvatskoj uglavnom smještena u istočnom dijelu, treba

spomenuti istraživanja Topolovec i sur. (1998.) koji kao najčešće korove u ovom dijelu navode: obični koštan (*Echinochloa crus-galli* (L.) Pb.), crvenkasti muhar (*Setaria glauca* (L.) Pb.) i divlji sirak (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) od uskolisnih te oštrodlaki šćir (*Amaranthus retroflexus* L.), bijelu lobodu (*Chenopodium album* L.), veliki dvornik (*Polygonum persicaria* L.) i europski mračnjak (*Abutilon theophrasti* Medik) od širokolisnih korova.

SUZBIJANJE KEMIJSKIM MJERAMA

Intenzivna primjena kemijskih mjera u zaštiti suncokreta počela je sedamdesetih godina prošlog stoljeća. U narednim desetljećima došlo je do znatnog povećanja upotrebe herbicida u proizvodnji suncokreta. Kao i kod drugih kultura, herbicide u suncokretu možemo podijeliti prema: kemijskoj pripadnosti, mehanizmu djelovanja i načinu, odnosno vremenu primjene. Kada je riječ o vremenu primjene, herbicidi u suncokretu se dijele na one koji se koriste: prije sjetve (*pre-sowing*), nakon sjetve, a prije nicanja (*pre-emergence*) i nakon nicanja (*post-emergence*).

Praksa suzbijanja korova u suncokretu prije sjetve, iako je imala prednosti, nije bila osobito zastupljena. Dozvolu za primjenu imao je mali broj pripravaka koji su povučeni iz primjene zbog usklađivanja propisa Hrvatske s propisima EU. Najčešće su primjenjivani pripravci na osnovi djelatne tvari trifluralin (najpoznatiji je Treflan). S obzirom na njegovu fotolabilnost i hlapljivost, treba se inkorporirati u tlo na dubinu od 5 do 10 cm. U tlo je najčešće unesen tanjuračama i sjetvospremačima. Kad bi u uvjetima niskih temperatura i viška vlage u tlo bio unesen pliće djelovao bi fitotoksično. Fitotoksičnost bi se manifestirala na klici, klicinom korjenčiću, a ponekad i na cijeloj tek iznikloj mladoj biljčici što je bio jedan od nedostataka njegove primjene. Djelovanje ovog herbicida bilo je bolje na uskolisne korove. Pripravci na osnovi aktivne tvari fluorkloridon su uobičajeno korišteni nakon sjetve, a prije nicanja (*pre-emergence*), ali su se mogli i inkorporirati plitko u tlo (do 3 cm). Prednost inkorporacije se odnosila na bolje djelovanje u slučaju sušnog perioda nakon primjene, ali i smanjenja fitotoksičnog učinka na biljkama u vidu izbjeljivanja listova usjeva („*bleaching*“) te

zaostajanja u rastu mladih biljčica suncokreta u takvim uvjetima. Ovi herbicidi su se pokazali jako učinkoviti i dugi niz godina su bili u primjenjivani u proizvodnji suncokreta. Primarno djelovanje odnosilo se na širokolisne korove, posebno na *Ambrosia artemisiifolia* L. Iznimno se prije sjetve može primijeniti i neki translokacijski totalni herbicid na bazi d.t. glifosat. Naime, u nekim vegetacijskim sezonama vrijeme između predsjetvene obrade tla i sjetve može se iz različitih razloga produžiti i u takvim uvjetima može doći do ponika velikog broja korova (tzv. slijepa sjetva) koje ovaj herbicid učinkovito suzbija. Druga alternativa ovakvoj primjeni d.t. glifosata je ponovljena predsjetvena obrada. Čak što više, može biti i poželjna kao mjera borbe. Suncokret je, zbog brzog rasta i visokog habitusa, kultura naglašenih kompetitivnih sposobnosti. U jednom istraživanju Zavoda za herbologiju Agronomskog fakulteta u Zagrebu, na području Čepina utvrđeno je da visoka zakorovljenost europskim mračnjakom nije imala negativan utjecaj na prinos na parceli gdje je priprema tla bila isti dan kad i sjetva suncokreta (Slika 1).

Ipak, korove u suncokretu se najčešće suzbijalo nakon sjetve, a prije nicanja (*pre-emergence*). Stoga je za primjenu u tom roku registriran i najveći broj herbicidnih pripravaka. Najčešće su to kombinirani pripravci (dvojne ili čak trojne kombinacije), koji spektrom obuhvaćaju jednogodišnje uskolisne i širokolisne korove (Bilandžić i sur., 1993). Herbicidi koji se primjenjuju u ovom roku ne suzbijaju višegodišnje korove. Kod ovog roka primjene, biljka usvaja herbicid sjemenom, korijenom i nicajućom stabljikom iz tekuće faze tla, zbog čega su za njegov učinak važne oborine (u interakciji su količina i raspored oborina). U slučaju izostanka oborina, nekoliko dana nakon primjene herbicida, smanjuje se učinak herbicida jer neće biti s adsorpcijskog kompleksa tla premješten u tekuću fazu tla odakle ga korovna biljka može usvojiti. Djelovanje može biti znatno smanjeno ili u potpunosti izostati. Važno je dozu herbicida prilagoditi tlu preporukama proizvođača (na lakšim tlima, s manje humusa i gline niža doza, a na težim, organskim viša doza). Korištena je široka lepeza djelatnih tvari (d.t.) pa tako Sanseović (2004) navodi:



Figure 1. (left, May 5th 2013 and right, July 20th 2013) Comparison of the development of sunflower and European velvetleaf (Source: Department of Herbology, Faculty of Agriculture, University of Zagreb)

Slika 1. (lijevo, 9. svibnja 2013. i desno, 20. srpnja 2013.). Usporedni prikaz razvoja suncokreta i europskog mračnjak (Izvor: Zavod za herbologiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu)

alaktor dimetenamid, metolaklor, propizoklor, flufenacet (jednogodišnji uskolisni i neki širokolisni korovi), zatim fluorkloridon, oksifluorfen, bifenoks, pendimetalin, prometrin, linuron, oksadiargil (jednogodišnji širokolisni korovi). Neki od navedenih (alaktor, propizoklor, bifenoks, prometrin, linuron, oksadiargil) nisu više na tržištu EU.

Primjenom herbicida nakon nicanja (*post-emergence*), s velikom sigurnošću bilo je moguće suzbiti samo jednogodišnje i višegodišnje uskolisne travne korove. Za tu namjenu, prema Sanseoviću (2004), registrirani su herbicidi (d.t.) fenoksaprop-etil, fluazifop-p-butil, haloksifop-esteri, kvizalofop-p-etil, propakizafop i cikloksidim. Obzirom da su ovi herbicidi visoko selektivni prema suncokretu, ne postoji opasnost oštećenja usjeva. U slučaju da su sa suncokretom izniknuli širokolisni korovi, kao jedino rješenje koristio se herbicid na bazi d.t. bifenoks. Mogućnosti suzbijanja korova u suncokretu nakon nicanja bile su vrlo ograničene te se veća pažnja posvećivala odabiru herbicida koji se primjenjuju u *pre-emergence* roku. Kod primjene nakon nicanja biljka usvaja herbicid preko lista i stabljike. Kao i kod *pre-sowing* i *pre-emergence* tretiranja i za usvajanje i premještanje do mjesta djelovanja *post-emergence* herbicida, značajna je uloga vanjskih čimbenika, od kojih su vlaga zraka i temperatura od presudne važnosti (Ostojić, 2008).

Prednosti *post-emergence* tretiranja svodi se na mogućnost determinacije vrste korova te ga se može ciljano tretirati, odnosno možemo pravilno odabrati herbicid u skladu s njegovim spektrom djelovanja i sastavom korovne flore na njivi. Kod ovakvog načina primjene pored pravilno odabrane doze, presudnu ulogu imaju stadij razvoja korova, temperatura zraka (optimalna 10 – 20 °C), relativna vlaga zraka (pri višoj bolje je djelovanje), oborine prije i nakon tretiranja te rosa. Kontaktni herbicidi bolje će djelovati na korove u mlađem razvojnom stadiju, dok translokacijski mogu djelovati na korove i u nešto kasnijim razvojnim stadijima. Suho i toplo vrijeme u razdoblju prije i u vrijeme tretiranja pridonosi stvaranju voštane prevlake na listu, odebljanju kutikule, zatvaranju puči, smanjivanju fotosintetske aktivnosti, usporavanju izmjene sokova između stabljike i korijena. Sve navedeno će rezultirati

bržim sušenjem kapljica škropiva na biljci (listu i stabljici), slabijim prodorom u biljku i usporenom translokacijom herbicida do molekularnog mjesta djelovanja (Ostojić, 2008).

U tablici 1. dat je pregled herbicida koji imaju dopuštenje za primjenu u Hrvatskoj u 2021. godini (Barić i Ostojić, 2021). Razvrstani su prema roku primjene, djelatnoj tvari i skupini korova na koje djeluju.

HIBRIDNI SUNCOKRETA TOLERANTNI NA HERBICIDE

Veliki problem koji u proizvodnji suncokreta predstavljaju širokolisni korovi, a koje kemijske kuće uza sve napore nisu uspjele na zadovoljavajući način riješiti, uspješno su riješili oplemenjivači. U Kansasu (SAD) je 1996. godine primijećeno kako je u polju soje tretirane sedam uzastopnih godina herbicidom imazamoks (iz grupe imidazolinona - IMI) i dalje ostao divlji suncokret, odnosno da herbicid nije djelovao na njega. Taj suncokret je poslužio kao izvor za stvaranje genotipova kulturnog suncokreta tolerantnih na navedenu aktivnu tvar. Već 1998. godine oplemenjivački tim USDA-ARS kreirao je prvu IMI tolerantnu liniju suncokreta. Institut za ratarstvo i povrtlarstvo Novi Sad (Srbija) te nekoliko privatnih sjemenskih kuća iz Argentine u relativno kratkom vremenu su uspjeli ovu tolerantnost prenijeti u svoje elitne inbred linije (Škorić, 2012). Prvi IMI tolerantni hibridi stvoreni su 2003. godine u SAD-u i 2004. u Srbiji i Turskoj (Jocić i sur., 2004).

Kada je riječ o otpornosti na sulfonilureu (SU) (tribenuron-metil) dva su izvora otpornosti. Prvi je SU otporan divlji suncokret iz nekih područja Kansasa (SAD), a iz kojeg je oplemenjivački tim USDA-ARS kreirao prvu liniju suncokreta (SURE) otpornu na ovu djelatnu tvar. Drugi izvor je nastao umjetno provedenom mutagenozom u organizaciji Pioneer/Dupont sjemenske grupacije. Nakon reselekcije, čišćenja i testiranja kao najbolja pokazala se mutacija SU7.

Mehanizam djelovanja herbicida iz skupine imidazolinona (IMI) i sulfonilurea (SU) na sve biljke zasniva se na inhibiciji enzima acetolaktat sintaze (ALS) koja se

Table 1. List of permitted active substances for sunflower use in Croatia 2021 year**Tablica 1.** Popis dozvoljenih djelatnih tvari za suncokret u Hrvatskoj 2021. godine

Application time	Active substance	Controls or suppres
Vrijeme primjene	Djelatna tvar	Suzbija
Pre-emergence / Nakon sjetve, a prije nicanja	pendimethalin, dimethenamid-p/ pendimetalin, dimetenamid-p	annual grasses and some annual broadleaf weeds / jednogodišnje uskolisne i neke jednogodišnje širokolisne korove
	pendimethalin+dimethenamid-p/ pendimetalin+dimetenamid-p	
	S-metolachlor, pethoxamid / S-metolaklor, petoksamid	
Pre-emergence / Nakon sjetve, a prije nicanja	flurochloridone, metobromuron / flurokloridon, metobromuron	annual broadleaf weeds and some narrow-leaved weeds /
	flumioxazin, oxyfluorfen / flumioksazin, oksifluorfen	jednogodišnje širokolisne i neke uskolisne korove
	aclonifen / aklonifen	
Post-emergence / Nakon nicanja	S-metolachlor + terbuthylazine / S-metolaklor + terbutilazin	annual narrow-leaved and annual broadleaf weeds / jednogodišnje uskolisne i jednogodišnje širokolisne korove
	kizalofop, fluazifopf-P, propakizafop, cletodim, cycloxydim / kizalofop, fluazifop-P, propakizafop, kletodim, cikloksidim	annual and perennial narrow-leaved weeds / jednogodišnje i višegodišnje uskolisne korove
	imazamox* / imazamoks*	annual and perennial broadleaf weeds / jednogodišnje i višegodišnje širokolisne korove
Post-emergence / Nakon nicanja	tribenuron, thifensulfuron-methyl + tribenuron**/ tribenuron, tifensulfuron-metil + tribenuron**	
	flumioxazin / flumioksazin	annual broadleaf weeds / jednogodišnje širokolisne korove

* use only in hybrids tolerant to imazamox (IMI hybrids), in the stage of development of 2-8 sunflower leaves, ** use only in hybrids tolerant to tribenuron and thifensulfuron-methyl + tribenuron (SU hybrids), until 2-8 sunflower leaves

*koristiti samo kod hibrida tolerantnih na imazamoks (IMI hibridi), u stadiju razvoja 2-8 listova suncokreta, **koristiti samo kod hibrida tolerantnih na tribenuron i tifensulfuron-metil + tribenuron (SU hibridi), do pojave 2-8 listova

naziva i acetohidroksi kiselinska sintetaza (AHAS) koji je prvi enzim u biosintezi tri esencijalne aminokiseline (valin, leucin i izoleucin). Tako se i otpornost suncokreta na ove herbicide zasniva na spomenutom enzimu.

Osim navedenih, isti enzim inhibiraju i herbicidi iz kemijske skupine triazolopirimidina (florasulam, piroksulam) i skupine triazolona (tienkarbazon). Najčešće se u praksi koriste pripravci iz sulfonilureja skupine i imidazolinona (imazamoks). U širokoj su upotrebi od uvođenja početkom 1980-ih, a danas predstavljaju jedan od glavnih načina borbe protiv korova u mnogim usjevima. Otporne (tolerantne) biljke brzo metaboliziraju herbicid u herbicidno neaktivan oblik, a osjetljivost je posljedica

nedostatka metaboličke detoksikacije (Stoenescu, osobna komunikacija, prema Škorić, 2012).

Danas, gotovo sve sjemenske kuće i instituti imaju hibride suncokreta bazirane na Clearfield, Clearfield plus i Express sun tehnologiji. Navedene tehnologije, osim što omogućavaju uništavanje širokolisnih korova nakon nicanja suncokreta, uspješno rješavaju i problem volovoda (*Orobancha cumana* Wallr.). Volovod je parazitna cvjetnica koja se hrani na korijenu suncokreta i uzrokuje štete. U Hrvatskoj, volovod se javlja sporadično bez značajnih ekonomskih šteta, ali u pojedinim dijelovima svijeta (Rusija, Moldavija, Ukrajina, Turska, Rumunjska, Bugarska, Španjolska itd.) iznimno je prisutan i pravi velike štete.

Iako ove tehnologije karakterizira dobar učinak na korove, fleksibilnost u vremenu primjene, niske doze sredstva i niska toksičnost za sisavce (Tan i sur., 2005) one imaju svoja ograničenja. Oslanjanje na jedan herbicid ili samo na herbicide s istim mehanizam djelovanja kod suncokreta otpornog na herbicide, može dovesti do promjene populacije korova (Tonev i sur., 2020). Isto tako, postoji mogućnost pojave rezistentnih korova, što predstavlja problem suzbijanja u usjevima koji slijede u plodoredu (već je spomenuto da se vrlo široko primjenjuju). Također, povećan je i rizik od prijenosa svojstva tolerancije na herbicid korova koji su srodni tolerantnim kulturama. Sve upućuje na to kako ni strategija suzbijanja korova koja se temelji na jedinstvenom pristupu i upotreba samo hibrida suncokreta otpornih na herbicide i primjena samo herbicida koji inhibiraju acetolaktat sintazu (ALS) nakon pojave, nisu održive strategije (Malidža i sur., 2016). Prema Dubey i sur. (2011), nužno je provoditi integrirano gospodarenje korovima koje uključuje uporabu herbicida zajedno sa drugim mehaničkim, fizikalnim ili biološkim metodama suzbijanja.

INTEGRIRANO SUZBIJANJE KOROVA (ISK)

Uzgoj ratarskih usjeva pa tako i suncokreta po principima održive poljoprivredne proizvodnje, odnosno integrirane biljne proizvodnje (IBP), dobiva sve veću i naglašeniju teoretsku i praktičnu primjenu u svjetskim razmjerima, ali i u Hrvatskoj.

Više razloga je za poticanje takve proizvodnje, a najvažniji su: sve veće onečišćenje okoliša (tlo, voda, zrak) kemijskim tvarima i promjene agroekološkog uzgojnog područja vezane uz klimatske promjene (Jug i sur., 2017). Jednu od najznačajnijih sastavnica IBP čine integrirana zaštita bilja (IZB), odnosno segment integrirano suzbijanje korova (ISK).

U posljednja dva desetljeća suzbijanje korova postalo je ključan problem za europsku poljoprivrednu praksu. Česti tretmani herbicidima u većini usjeva, ostaci herbicida u površinskim i podzemnim vodama i razvoj populacija korova otpornih na najčešće korištene herbicide postali su stvarna prijetnja održivosti trenutnih strategija kemijske kontrole korova (Ramesh, 2015). Do sličnih zaključaka

dolaze Kalaisudarson i sur., (2020) koji ističu da otežano suzbijanje korova proistječe iz kontinuirane primjene herbicida tijekom duljeg razdoblja. Stoga je provedba inovativnih strategija koje su usredotočene na manje unose pesticida i kombiniranje svih dostupnih tehnika kontrole korova potrebne unutar ISK koncepta (Bharati i sur., 2020).

Temeljni prioritet ISK je smanjiti primjenu herbicida primjenom drugih izravnih i neizravnih nekemijskih mjera. Sve je veća zabrinutost zbog negativnog utjecaja herbicida na ljudsko zdravlje i okoliš, kao i zbog pojave korova rezistentnih na herbicide, sve naglašenije migracije i invazivnosti korova, kao i sporog razvoja novih herbicida koji su neki od razloga promptne potrebe za primjenom integriranog upravljanja korovima u proizvodnji suncokreta (Malidža i sur., 2016).

Hrvatska je kao članica EU obvezna poljoprivrednu proizvodnju prilagoditi pravilima IBP, IZB i ISK. U ISK naglasak se stavlja na dobro poznavanje bioloških i ekoloških svojstava korova, ali i kulturne biljke (suncokreta). Poznati američki herbolog Zimdahl (2004) je uspoređujući objavljene znanstvene radove iz područja biologije i ekologije korova i radove iz područja herbicida u znanstvenom časopisu *Weed Science* tijekom 30-godišnjeg razdoblja utvrdio da je gotovo linearno padao broj znanstvenih radova iz područja herbicida, a istovremeno se povećavao broj znanstvenih radova u području biologije i ekologije korova (cit. Barić i sur., 2018). Nesumnjivo je da poznavanje biologije i ekologije korova treba uključiti u sustav suzbijanja. Barić i sur. (2018) analizirajući radove po sekcijama European Weed Research Society (EWRS) Symposia od 2007. (Hamar, Norveška) do 2018. (Ljubljana, Slovenija) ističu fokuse recentnih istraživanja na mogućnost prognoze nicanja korovnih vrsta u usjevu ovisno o temperaturi i vlazi tla, dubini tla na kojoj se nalazi sjeme korova i utjecaju obrade tla na dinamiku populacije, alelopatički potencijal pojedinih korovnih vrsta kao dio biljnih interferencija, fitocenološka istraživanja sastava korovne flore i sl. Mjere koje se mogu koristiti dijele se na nekemijske, biološke, fizikalne i kemijske.

Nekemijske mjere borbe protiv korova

U nekemijske mjere borbe protiv korova u prvom redu pripadaju preventivne mjere („bolje spriječiti nego liječiti“) koje se prvenstveno temelje na boljem poznavanju interakcije kulturne biljke i korova, sprječavanju introdukcije novih korovnih vrsta na određeno područje, a u slučaju njihove pojave, u najvećoj mogućoj mjeri sprječavanju njihovog nicanja, umnažanja, unosa sjemena u banku sjemena u tlu i širenja na nove prostore. Plodored predstavlja sustav biljne proizvodnje definiran pravilnom izmjenom usjeva na obradivim proizvodnim površinama uz poštivanje agrotehničkih, organizacijsko-ekonomskih i fitosanitetskih mjera. Pravilan plodored je nezamjenjiva agrotehnička mjera u neizravnoj kontroli korova kojom se oni ne suzbijaju već se postupno smanjuje njihov potencijal, odnosno smanjuje se razmnožavanje i širenje. Njime se ograničava i areal rasprostranjenosti, ali i sprječava pojava fitotoksičnosti (Gadžo i sur., 2011).

U IBP, a time i ISK u plodored se pored uobičajenih izmjena kultura uvode i tzv. sporedni usjevi. Najčešće se kategoriziraju kao naknadni usjevi, međuusjevi, podusjevi, nadusjevi, zelena gnojidba, pokrovni usjevi i dr. Naknadni usjevi se siju nakon glavnog usjeva, obično nakon strnina pa se zovu i postrni usjevi. Važno je da su oni, s botaničkog gledišta, udaljeni od pretkulture (glavna kultura) i kulture čija će sjetva slijediti nakon naknadnog usjeva (glavna kultura), čime se pored ostalog onemogućavaju ili umanjuju povoljni uvjeti za preživljavanje štetnih organizama (korova, štetnika i bolesti) na biljkama u uzgoju i biljnim ostacima, odnosno ne smiju biti „zeleni most“ u životnom ciklusu uzročnika bolesti i štetnika (Barić i sur., 2014).

ISK iznimno je važna mjera kontrole korova, ali jednako tako ne treba zanemariti niti ekonomski aspekt, budući da nerijetko sjetva naknadnih usjeva rezultira povoljnim financijskim rezultatom. Na navedeno ukazuju istraživanja Liovića i sur. (2010) u kojima je suncokret sijan u redovnoj i postrnoj sjetvi (poslije kamilice i ozimog ječma), a financijska opravdanost postignuta je u sjetvi suncokreta nakon kamilice. Međuusjev se obično sije u jesen, a u proljeće se koristi njegova zelena vegetativna masa, nakon čega se na istoj površini uzgaja neka jara

kultura. Uzgojem združenih usjeva, podusjeva i nadusjeva ostaje manje vegetacijskog prostora za korove i na taj način smanjenje njihove infektivnosti, odnosno brojnosti po jedinici površine (Jug i sur., 2017; Dominschek i sur., 2019). Isto tako i broj biljaka po jedinici površine samog usjeva se može smatrati mjerom ISK. Gušći sklop stvara nepovoljnije agroekološke uvjete za razvoj korova dovodeći ih u nepovoljniji položaj u odnosu na usjev (Marin i Weiner, 2014; Dominschek i sur., 2019).

U novije vrijeme sve više se spominju pokrovne kulture (*cover crops*) kao mogućnost nekemijske borbe protiv korova. Nadzemna masa prethodno spomenutih usjeva, izuzev zelene gnojidbe, uglavnom se odnosi s polja. Pokrovne kulture po svojoj definiciji su usjevi koji se ne žanju i imaju multifunkcionalne mogućnosti u „redizajiranju“ poljoprivredne proizvodnje. Barić i sur. (2020) navode prednosti pokrovnih usjeva koji usporavaju (amortiziraju) brzinu i snagu oborina prije nego dospiju na čestice tla te gustom korijenovom mrežom, osim što fizički drži tlo na mjestu (sprječavaju eroziju) povećavaju poroznost tla. Na sličan način pokrovne kulture čuvaju vlagu, odnosno sprječavaju naglo otjecanje oborina. S gledišta smanjenja potencijala korova, prema Teasdaleu (1993) pokrovne biljke gustim sklopom dobro kompetiraju za ograničene izvore, sprječavaju korove u završavanju životnog ciklusa čime smanjuju banku sjemena korova u tlu, nadzemna masa sprječava prolazak svjetlosti (nužne za poticanje klijanja korova) ili fizički sprječava nicanje. Čak i kad sjeme korova proklije, klijanci su oslabljeni zbog sloja malča pokrovnih biljaka.

Važno je istaknuti da pokrovne biljke potiskuju korove i tijekom i nakon vegetacije jer osim kompeticijskog i fizičkog zaustavljanja korova u razvoju, pokrovne kulture zaustavljaju korove i alelopatskim djelovanjem (Creamer i sur., 1996; Singh i sur., 2003, cit. prema Barić i sur., 2020). Neke biljke korištene kao pokrovne kulture razgradnim produktima (alelokemikalijama) inhibiraju klijanje drugih biljaka u svojoj blizini. Tako Ait Kaci Ahmed i sur. (2022) ističu da pokrovni usjevi, posebno stočna rotkva ili grahorica, djeluju pozitivno na rast i razvoj suncokreta.

Nekemijske, alternativne mjere, za razliku od herbicida, nemaju „burn down“ učinak, odnosno učinci se ne postižu preko noći jer su alternativne mjere suzbijanja korova proces koji se razvija postupno te se ne postižu učinci u samo jednoj sezoni (Barić i sur., 2014).

Iz prethodno navedenog može se zaključiti da je u ISB nepoželjno tlo držati golo, čak ni između dvije glavne kulture prvenstveno zbog smanjenja ispiranja hranjiva, sprečavanja erozije te nesmetanog rasta sezonskih korova. Usjevi uzgajani s ovim ciljem imaju zaštitnu ulogu i najčešće se nazivaju pokrovnim ili malč biljkama. Pokrovne biljke smanjuju kolebanja temperature i vlage tla i ne propuštaju svjetlo i dobra su zaštita za predatore koji se hrane sjemenom korova (Barić i Ostojić, 2015). Poželjno svojstvo pri odabiru pokrovnog usjeva je brzina i kvaliteta prekrivanja tla, čime se ranije ostvaruje njihov puni učinak. Pokrovni usjevi najčešće se uništavaju (mehanički ili kemijski) u proljeće pred sjetvu glavnog usjeva (npr. suncokreta).

Obzirom na široki spektar tehnoloških rješenja kao i dostupnost različitih strojeva i oruđa, u današnje je vrijeme moguće odabrati i primijeniti sustav obrade tla koji će u potpunosti biti u skladu s aktualnim agroekološkim uvjetima uzgojnog područja. Stoga je podjela obrade tla na osnovnu i dopunsku te konvencionalnu i reduciranu obradu samo uvjetna i nerijetko se isprepliću (Jug i sur., 2015). Pored osnovne uloge obrade tla u biljnoj proizvodnji, ona determinira i regulira vertikalni i horizontalni raspored sjemena korova i banku sjemena korova u tlu te biologiju i ekologiju korova, na što sustav obrade tla ima znatan utjecaj. Tako će primjerice klasično oranje plugom doprinositi podjednakoj distribuciji korova cijelim oraničnim slojem, dok obrada čizel oruđima i *no-till* ostavlja korov na površini ili blizu same površine, tako postaju izloženiji predatorima, nepovoljnim vremenskim uvjetima što doprinosi boljoj kontroli banke sjemena korova u tlu. Kada je riječ o predstjetvenoj pripremi valja napomenuti kako je ona uglavnom važna za horizontalni raspored korova. Obzirom da se suncokret u našim agroekološkim uvjetima obično sije sredinom travnja, dio korova se može već tada uništiti. U kontekstu ISK svakako je važno poznavanje kompeticijskih odnosa kulturne

biljke i korova. Rana kompetitivna sposobnost kulturne biljke podrazumijeva brže nicanje, brži rast korijena, lista i bržu pokrovnost tla lisnom masom (Slika 1). Isto tako, kompetitivnost određuju i vrsta, kultivar, sklop, način sjetve, rok sjetve, gnojidba, lokacija i vremenske prilike.

Jedna od mjera je sjetva hibrida bolje tolerancije i otpornosti. Stoga oplemenjivači suncokreta imaju za cilj stvarati nove linije i hibride bolje tolerancije na okolinu, uključujući i veću tolerantnost/otpornost na korove (Kaya, 2015; Varga i Markulj Kulundžić, 2021).

U izravne nekemijske mjere kontrole korova ubraja se i plitka obrada strništa (tzv. „prašenje strništa“) kojim se pored ostalih pogodnosti (primjerice prekid kapilarnog uspona vode, inkorporacija žetvenih ostataka) ostvaruje i poticanje sjemena korova na rast čime se doprinosi smanjenju banke sjemena korova u tlu (Jug i sur., 2015). Na ovaj način se mogu djelomično suzbiti i višegodišnji korovi. Ovaj se agrotehnički zahvat može kombinirati sa sjetvom naknadnog usjeva ili sa zelenom gnojidbom. Međurednom kultivacijom prekida se kapilarni uspon vode, obavlja se prihrana, eliminiraju se korovi između redova, a zagrtanjem u ranijim razvojnim fazama i korovi unutar redova. Ovom se agrotehničkom mjerom značajno smanjuje upotreba herbicida ili se ponekad u potpunosti izostavlja. Praksa primjene tzv. slijepe sjetve je prvenstveno prilagođena usjevima dugog vremena nicanja i usjevima koji se siju kasnije u proljeće, a ograničenja u primjeni su teška i vlažna tla te suvišak oborina.

Biološke i fizikalne mjere

Biološke mjere borbe protiv korova podrazumijevaju upotrebu prirodnih neprijatelja, a učinci ovih mjera su još uvijek sa značajnim ograničenjima, osobito u sustavima ratarenja. Određene učinke na pojedine korovne vrste postižu u stabilnim ekosustavima. Kao jednu od najznačajnijih bioloških mjera valja navesti već spomenuti živi malč, a od fizikalnih mjera uglavnom se spominju sterilizacija vodenom parom, upotreba crne ili prozirne folije te spaljivanje korova plamenom. Ove mjere se u proizvodnji suncokreta mogu primijeniti na malom prostoru.

Kemijske mjere

U IBP pa tako i IZB, kemijske mjere su samo nadopuna nekemijskih mjera. Svrha je racionalizirati upotrebu kemijskih sredstava (herbicida), ali uz uvjet da se ne umanjuje kvaliteta konačnog proizvoda. Takva primjena bazira se na primjeni herbicida samo pri određenom stupnju zakorovljenosti („samo kad treba“), pravilnom odabiru herbicida („samo s čim treba“) i primjeni smanjenih doza herbicida („samo koliko treba“) (Barić i sur., 2014). U tom kontekstu važno je poznavati kritično razdoblje zakorovljenosti te koristiti određenu dozu herbicida rukovodeći se time da se korov suzbija u ranijoj fazi (manji korov - manja doza) i prema potrebi, ovisno o kompetitivnim sposobnostima usjeva, u višekratnoj primjeni smanjenih doza. Nadalje, važno je pravilno odabrati herbicid u skladu sa spektrom djelovanja herbicida. Kod odabira herbicida treba dati prednost herbicidima kraće perzistentnosti.

Pored primjene herbicida, u kemijske mjere se ubraja i primjena pomoćnih sredstava (adjuvanata) koji pojačavaju učinak djelatne tvari herbicida i/ili poboljšavaju svojstva primjene (primjerice kvalitetu prijanjanja). Na tržištu ih ima veliki broj i obično su multifunkcionalni. To su različiti ovlaživači, okvašivači, aktivatori, disperzanti itd., a svrha im je racionalizacija kemijskih mjera borbe (Ostojić i Barić, 2008). U proizvodnji suncokreta u Hrvatskoj najčešće se koriste okvašivači na bazi: etoksilat masnog alkohola i polidimethylsiloksana; metilirane uljane repice i fosfatnog okvašivača; kopolimera trisiloksana, etoksiliranih alkohola; glikola i derivata kazeina i silikonskih superokvašivača.

Cilj je IZB, u okviru koje je i ISK, holističkim pristupom minimalizirati ekonomske, zdravstvene i ekološke rizike. ISK ne može se provoditi izolirano, na jednoj parceli, u jednoj vegetacijskoj sezoni ili na jednoj kulturi (Barić i sur., 2014). Ona traži puno više znanja i iskustva u odnosu na primjenu samo kemijskih mjera. Kemijske mjere su brze, učinkovite, jednostavne, traže manje rada, često su i jeftinije, ali imaju samo jedan cilj, suzbijati korov.

Međutim, ne treba zaboraviti niti njihove negativne strane kao što je mogućnost intenzivnih oštećenja usjeva nastalih neadekvatnom i nestručnom primjenom (Varga i

Markulj Kulundžić, 2021). Pored toga, nerijetko se javlja mogućnost pojave povećanih rezidua herbicida u tlu, što limitira izbor kultura u plodoredu.

Zbog spomenutih prednosti, u praksi su zaboravljene nekemijske mjere koje su multifunkcionalne. Nažalost, treba naglasiti kako je zbog ekonomskih razloga u zaštiti ratarskih usjeva od korova još uvijek dominantna primjena kemijskih sredstava.

ZAKLJUČAK

U Hrvatskoj je suncokret najvažnija uljarica koja se u posljednja dva desetljeća prosječno uzgajala na 33.506 ha s prinosom zrna od 2,66 t/ha. Prinos zrna i prinos ulja, kao najvažnija agronomska svojstva, pored hibrida, određeni su utjecajem abiotičkih i biotičkih čimbenika od kojih značajan udio imaju korovi. U proizvodnji suncokreta dominiraju jednogodišnji širokolisni korovi, a nešto manje višegodišnji širokolisni te jednogodišnji i višegodišnji travni korovi. Primjena kemijskih mjera zaštite od korova započela je sedamdesetih godina prošlog stoljeća i proširila se u narednom razdoblju. Herbicidi su se najčešće koristili nakon sjetve i prije nicanja, u dvostrukim ili trostrukim kombinacijama pripravaka. Problem širokolisnih korova riješen je tek pojavom hibrida tolerantnih na herbicide iz kemijske skupine imidazolinona (imazamoks) i sulfoniluree (tribenuron-metil) početkom ovog stoljeća. Današnje najcjelovitije i ekološki najprihvatljivije rješenje je uzgoj suncokreta na principima integrirane biljne proizvodnje koja uključuje integriranu zaštitu bilja i integrirano suzbijanje korova. Cilj je smanjiti upotrebu herbicida primjenom drugih izravnih i neizravnih nekemijskih mjera poput sprječavanja pojave novih korovnih vrsta, sprječavanja klijanja, razmnožavanja, unošenja sjemena u banku sjemena u tlu i širenja postojećih korova, plodored, uvođenja dopunskih usjeva, primjene novih tehnoloških rješenja i novih strojeva. Što se tiče bioloških mjera one imaju ograničene učinke na malom prostoru. Treba naglasiti da su kemijske mjere samo dopuna nekemijskim mjerama, a podrazumijevaju primjenu herbicida samo kod velike zakorovljenosti uz pravilan odabir i smanjene doze herbicida.

LITERATURA

- Ait Kaci Ahmed, N., Galaup, B., Desplanques, J., Dechamp-Guillaume, G., Seassau, C. (2022) Ecosystem Services Provided by Cover Crops and Biofumigation in Sunflower Cultivation. *Agronomy*, 12, 120. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12010120>
- Bharati, V., Kiran Kumar, S., Prasad, S.S., Singh, U.K., Hans Hansraj, Dwivedi, D.K. (2020) Effect of integrated weed management in sunflower (*Helianthus annuus* L.) in Bihar. *Journal of Pharmakognosy and Phytochemistry*, 356-359.
- Baličević, R., Ravlič, M. (2014) Herbicidi u zaštiti bilja (priručnik). Osijek: Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku.
- Barić, K., Ostojić, Z. (2015) Naši napasni korovi - što su korovi? *Gospodarski list*, 174 (4), 41-50.
- Barić, K., Ostojić, Z. (2021) Herbicidi. Pregled sredstava za zaštitu bilja u Hrvatskoj za 2021. godinu. *Glasilo biljne zaštite*, 21 (1-2), 231-302.
- Barić, K., Svečnjak, Z., Lakić, J., Pintar, A., Torić T. (2020) Doprinos pokrovnih kultura u suzbijanju korova. U: Mioč, B. i Širić, I., ur. Zbornik radova 55. hrvatskog i 15. međunarodnog simpozija agronoma. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb, Hrvatska, str. 255-259.
- Barić, K., Šoštarčić, V., Šćepanović, M., Pintar, A., Ostojić, Z. (2018) Recentna znanstvena proučavanja korova i načina suzbijanja. *Glasilo biljne zaštite*, 18 (6), 523-530.
- Barić, K., Ostojić, Z., Šćepanović, M. (2014) Integrirana zaštita bilja od korova. *Glasilo zaštite bilja*, 14 (5), 416-434.
- Bilandžić, M., Krizmanić, M., Jukić, V., Vratarić, M. (1993) Djelotvornost nekih kombinacija herbicida na korove u usjevu suncokreta na području Osijeka. *Znanost i praksa u poljoprivredi i prehrambenoj tehnologiji*, 23 (12), 48-64.
- Bilandžić, M., Krizmanić, M., Mijić, A., Liović, I. (2003) Suzbijanje korova u suncokretu: Osijek, 2000.-2002. *Sjemenarstvo*, 20 (1-2), 15-27.
- Blamey, F.P.C., Zollinger, R.K., Schneiter, A.A. (1997) Sunflower production and culture. In: Shneiter, A.A., ed. *Sunflower technology and production*, Soil Science Society of America, pp. 595-670.
- Cvejić, S., Jocić, S., Malidža, G., Radeka, I., Jocković, M., Miklič, V., Stojanović, D. (2016) Novi hibridi suncokreta tolerantni na tribenuron-metil. *Selekcija i sjemenarstvo*, XXII (2), 61-68. [Online] Dostupno na: <http://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0354-5881/2016/0354-58811602061C.pdf1602061C.pdf> [Pristupljeno 14. svibnja 2021.].
- Dominschek, R., Deiss, L., Lang, C.R., Moraes, A., Pelissari, A. (2019) High sunflower densities as a weed control strategy in an integrated crop-livestock system. *Planta Daninha*, 37 (1-12), e019177063. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582019370100072>
- Dubey, R., Dubey, D.P., Singh, D., Bhatt, C. (2011) Effective weed management strategies in soybean. *Indian Farmers Digest*, 44 (9), 16-19.
- FAOSTAT, [Online] Dostupno na: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. [Pristupljeno 2. svibnja 2022.]
- Gadžo, D., Đikić, M., Mijić, A. (2011) *Industrijsko bilje*. Biljevac, S., ed. Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu, Bosna i Hercegovina, str. 12-32.
- Galzina, N., Ostojić, Z. (2008) Suzbijanje korova u suncokretu. *Glasilo biljne zaštite*, 8 (5), 363-367.
- Hansraj, H. (2015) Integrated weed management in sunflower (*Helianthus annuus* L.). [Master thesis, Rajendra Agricultural University, Bihar, Pusa]. [Online] Dostupno na: <http://krishikosh.egranth.ac.in/handle/1/5810036650> [Pristupljeno 19. lipnja 2021.]
- Jocić, S., Malidža, G., Škorić, D. (2004) Suncokret tolerantan na herbicide iz grupe imidazolinona. *Journal of Scientific Agricultural Research*, 65 (1), 81-89. [Online] Dostupno na: <https://www.researchgate.net/publication/311825708> [Pristupljeno 23. svibnja 2021.]
- Jug, D., Birkás, M., Kisić, I. (2015) Obrada tla u agroekološkim okvirima. Sveučilišni udžbenik. Osijek, Hrvatska: Hrvatsko društvo za proučavanje obrade tala (HDPOT).
- Jug, D., Jug, I., Vukadinović, V., Đurđević, B., Stipešević, B., Brozović, B. (2017) Konzervacijska obrada tla kao mjera ublažavanja klimatskih promjena. Sveučilišni priručnik. Osijek, Hrvatska: Hrvatsko društvo za proučavanje obrade tala (HDPOT).
- Kalaisudarson, S., Srinivasaperumal, A.P., Senthivalavan, P, Balakrishnan, T., Arathi, P.V. (2020) Integrated weed management practices on weed control in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Plant Archives*, 20 (1), 1550-1552.
- Kaya, Y., Demirci, M., Evcı, G. (2004) Sunflower (*Helianthus annuus* L.) breeding in Turkey for broomrape (*Orobanche cernua* Loeffl.) and herbicide resistance. *Helia*, 27 (4), 199-210. DOI: <https://doi.org/10.2298/HEL0440199K>
- Kaya, Y. (2015) Herbicide resistance breeding in sunflower, current situation and future directions. *Journal of ASM. Life Sciences*. 2 (326): 101-106. [Online] Dostupno na: <https://www.academia.edu/20302041> [Pristupljeno 8. lipnja 2021.]
- Kaya, Y., Sahin, S., Beser, N. (2018) Determining of yield performances of some IMI resistant sunflower hybrids in Trakya Region, Turkey. In: Ozaşlan, M., ed. *The Eurasia Proceedings of Science, Technology, Engineering & Mathematics (EPSTEM) (Volume 3)*. Antalya, Turkey: ISRES Publishing, pp. 126-132.
- Liović, I., Martinović, J., Bilandžić, M., Krizmanić, M., Mijić, A., Šimić, B. (2010) Desikacija u redovnoj i postrojnoj sjetvi suncokreta. *Poljoprivreda*, 16 (1), 13-19. [Online] Dostupno na: <https://www.researchgate.net/publication/281836221> [Pristupljeno 14. rujna 2021.]
- Malidža, G., Vrbnicanin, S., Božić, D., Jocić, S. (2016) Integrated weed management in sunflower: challenges and opportunities. In: Kaya, Y., Hasancebi, S., eds. *Proceeding of 19 International Sunflower Conference*, Edirne, Turkey, 26 May - 3 June, 2016, Trakya University and International Sunflower Association, pp. 90-99.
- Marin, C., Weiner, J. (2014) Effects of density and sowing pattern on weed suppression and grain yield in three varieties of maize under high weed pressure. *Weed Research*, 54 (5), 467-474. DOI: <https://doi.org/10.1111/wre.12101>
- Mijić, A., Duvnjak, T., Dedić, B., Liović, I., Sudarić, A., Markulj Kulundžić, A., Zdunić, Z. (2020) Mikoze kao uzročnici biotskog stresa u proizvodnji suncokreta. *Glasnik zaštite bilja*, 43 (6), 60-67. DOI: <https://doi.org/10.31727/gzb.43.6.7>
- Mijić, A., Liović, I., Sudarić, A., Duvnjak, T., Jug, D., Kranjac, D., Jovović, Z., Markulj Kulundžić, A. (2021) Status and perspectives of sunflower production in Croatia. *Agriculture and Forestry*, 67 (1), 35-45. DOI: <https://doi.org/10.17707/AgricForest.67.1.03>
- Neshev, N., Yanev, M., Mitkov, A., Tityanov, M., Tonev, T. (2017) Current Technological Solutions for Weed Management at Sunflower. In: *Proceedings of the "International Scientific Conference of Young Scientists and Specialists, dedicated to the 100th anniversary of I. S. Shatilov"*, pp. 43-44.
- Ostojić, Z. (2008) Čimbenici koji utječu na učinak herbicida. *Gospodarski list*, 166 (23-24), 63-64.
- Ostojić, Z., Barić, K. (2008) Adjuvanti sredstvima za zaštitu bilja. *Glasilo biljne zaštite*, br. 1 - dodatak, 18-19.

- Pospišil, M. (2013) Suncokret. U: Ratarstvo II. dio – industrijsko bilje, Čakovec, Hrvatska: Zrinski d.d., str. 10–45.
- Ramesh, K. (2015) Weed Problems, Ecology, and Management Options in Conservation Agriculture: Issue and Perspectives, Chapter Four. *Advance Ecology*, 131, 251-303.
- Sanseović, T. (2004) Zaštita suncokreta od korova prije priprema tla za sjetvu. *Glasnik zaštite bilja*, 5, 32-41.
- Smatana, J., Macak, M., Ernst, D. (2014) Weed control in sunflower (*Helianthus annuus* L.) on the interface of agro-climatic conditions of maize and sugar beet growing region. *Acta fitotechnica and zootechnica*, 17 (4), 115-121.
DOI: <https://doi.org/10.15414/afz.2014.17.04.115-121>
- Šćepanović, M., Barić, K. (2008) Korovna flora suncokreta. *Glasilo biljne zaštite*, 9 (5), 360-362.
- Škorić, D. (2012) Sunflower breeding. In: Kovačević, Z., ed. *Sunflower genetics and breeding* (pp. 165-354). Novi Sad, Serbia: Serbian Academy of Sciences and Arts.
DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-1-893997-94-3.50007-6>
- Tadavi, A.G., Chorey, A.B., Gaikwad, G.S., Sawadhkar, S.M. (2017) Integrated weed management in sunflower. *International Journal of current microbiology and applied sciences*, 6 (9), 1080-1088.
DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.609.129>
- Tan, S., Evans, R.R., Dahmer, M.L., Singh, B.K., Shaner, D.L. (2005) Imidazolinone tolerant crops: history, current status and future. *Pesticide Management Science*, 61, 246-257.
DOI: <https://doi.org/10.1614/WT-08-114.1>
- Teasdale, J.R. (1993) Interaction of light, soil moisture, and temperature with weed suppression by hairy vetch residue. *Weed Science*, 41, 46-51.
- Tonev, T., Kalinova, S., Yanev, M., Mitkov, A., Neshev, N. (2020) Weed association dynamics in the sunflower fields. *Agronomy*, 63 (1), 586-593. [Online] Dostupno na: http://agronomyjournal.usamv.ro/pdf/2020/issue_1/Art82.pdf [Pristupljeno 9. rujna 2021.]
- Todorović, J., Lazić, B., Komljenović, I. (2003) *Ratarsko-povrtnarski priručnik*. Laktaši, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina: Grafomark Laktaši.
- Topolovec, D., Barić, K., Ostojić, Z. (1998) Zaštita suncokreta od korova. *Glasnik zaštite bilja*, 5, 273-276.
- Varga, I., Markulj Kulundžić, A. (2021) Primjena herbicida u suncokretu i njihov utjecaj na okoliš. U: Rozman, V., Antunović, Z., ur. *Zbornik radova 56. hrvatskog i 16. međunarodnog simpozija agronoma*. Osijek: VIN Grafika, str. 449-454.
- Vrandečić, K., Čosić, J., Jurković, D., Duvnjak, T. (2003) Weeds as an inoculum source of *Sclerotinia sclerotiorum*. In: Maček, J., ed. *Proceeding of 6th Slovenian Conference on Plant Protection*, Zreče, Slovenia, March 4-6, 2003. pp. 101-106.
- Vrandečić, K., Duvnjak, T., Jurković, D., Mijić, A. (2007) Reaction of sunflower stems to inoculation with *Sclerotinia sclerotiorum* isolated from sunflower and *Abutilon theophrasti*. *Cereal Research Communications*, 35 (2), 1317-1320.
DOI: <https://doi.org/10.1556/CRC.35.2007.2.288>
- Vratarić, M. (2004) Korovi u suncokretu i njihovo suzbijanje. U: Vratarić, M., ur. *Suncokret (Helianthus annuus L.)*. Osijek: Poljoprivredni institut Osijek, str. 259-280.
- Zimdahl, R.L. (2004) Introduction: An Historical Perspective. In: *Weed-crop competition: a review – 2nd ed.* (pp. 1-5). Iowa, USA: Blackwell Publishing Professional.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/9780470290224>