



ALTERNATIVNE METODE UPOTREBI GLIFOSATA U SUZBIJANJU KOROVA



Zahvale:

Izvešće je prevedeno i prilagođeno prema izvornom Izvešću organizacije Pesticide Action Network Europe (PAN Europe), od strane članova udruge Zemljane staze (Natalija Svrtan mag. ing. agr., Tara Glaser mag. ing. agr.).

Izvorno izvještje izrađeno je uz financijsku potporu skupine Greens/EFA u Europskom parlamentu, a napisalo ga je osoblje Pesticide Action Network (PAN) Europe uz pomoć i doprinos prof. Isabel Branco, iz NVO Quercus i Sveučilišta Trás-o-Montes e Alto Douro (UTAD) gdje predaje znanost o tlu, i dr. Charlesa Merfielda, voditelja BHU Future Farming Centre. Prilagođeno izvještje "Alternativne metode upotrebi glifosata u suzbijanju korova" na hrvatskom jeziku izrađeno je uz financijsku potporu organizacije [Global Greengrants Fund](#).

Earth Trek prepoznaje njihov vrijedan doprinos pripremi ovog izvještja.

Acknowledgements:

The report was translated and adapted from the original Pesticide Action Network Europe (PAN Europe) [report](#), by members of the Earth Trek Association (Natalija Svrtan mag. ing. agr., Tara Glaser mag. ing. agr.).

The original report was commissioned using the financial support of The Greens/EFA group in the European Parliament and was written by Pesticide Action Network (PAN) Europe staff with the assistance and contribution of Prof. Isabel Branco, who works at the NGO Quercus and teaches soil sciences at the University of Trás-o-Montes e Alto Douro (UTAD) and Dr. Charles Merfield, head of the BHU Future Farming Centre.

The adapted report "Alternative methods to the use of glyphosate in the weed management" on Croatian language is prepared with the financial support of the [Global Greengrants Fund](#).

Earth Trek recognises their valuable contribution in the preparation of this report.

Ožujak, 2023.

Kontakt:

Zemljane staze
Tijardovićeva 44
10000 Zagreb

e-mail: info@zemljanestaze.org

Tel.: +385 91 519 2593

<https://zemljanestaze.org/>

SADRŽAJ

UVOD.....	1
GLIFOSAT.....	3
Način korištenja.....	5
UTJECAJ NA ZDRAVLJE I OKOLIŠ.....	7
Utjecaj na zdravlje.....	7
Utjecaj na funkcije ekosustava i tlo.....	9
Sažetak toksičnosti glifosata	11
Postupak registracije aktivnih tvari i sredstva za zaštitu bilja.....	15
Zeleni plan EU-a i strategija „Od polja do stola“.....	19
Uspješna Europska građanska inicijativa: „Spasimo pčele i poljoprivrednike“.....	19
Europska građanska inicijativa za zabranu glifosata i zaštitu ljudi i okoliša od toksičnih pesticida.....	20
Zemlje Europske unije koje rade na zabrani glifosata na nacionalnoj razini.....	21
ALTERNATIVE UPOTREBI GLIFOSATA.....	23
Suzbijanje korova bez pesticida.....	23
Ekonomika prestanka uporabe glifosata.....	34
ZAKLJUČAK.....	37
Literatura.....	39

UVOD

Iako je uporaba sintetičkih pesticida u poljoprivredi pomogla u povećanju proizvodnje hrane, to se dogodilo uz velike troškove za okoliš, prirodne resurse i ljudsko zdravlje. Izvješće posebnog izvjestitelja o pravu na hranu Ujedinjenih naroda (UN) iz 2017. naglašava negativan utjecaj upotrebe pesticida na ljudska prava, zdravlje ljudi (radnika, njihovih obitelji, prolaznika, stanovnika i potrošača) i okoliš. Izvješće također otkriva da intenzivna poljoprivreda temeljena na upotrebi pesticida nije pridonijela smanjenju gladi u svijetu.¹

Herbicidi se koriste u poljoprivredi i hortikulturi za suzbijanje korova koji se natječu s uzgajanim kultiviranim biljem za hranjive tvari, vodu i sunčevu svjetlost što rezultira smanjenjem prinosa i kvalitetom usjeva, što zauzvrat smanjuje profitabilnost. Sljedeća najraširenija upotreba je za sustave bez oranja i reduciranog obrađivanja tla gdje se herbicidi, uglavnom glifosat, koriste za uništavanje sve vegetacije. Koriste se prije uspostavljanja usjeva, prije žetve za brže sazrijevanje i sušenje žitarica ali i nakon žetve. Nepoljoprivredna upotreba uključuje upravljanje invazivnim biljnim vrstama, pomoć pri upravljanju javnim površinama ili kontrolu neželjenog bilja u privatnim vrtovima.

Poljoprivrednici i uzgajivači postali su ovisni o pesticidima i herbicidima dok su mnoge nekemijske metode izgubljene iz kolektivnog sjećanja. Rašireno je mišljenje da su herbicidi sigurni za ljudsko zdravlje i da imaju mali utjecaj na okoliš. Herbicidi mogu imati širok raspon neciljanih učinaka uključujući negativne učinke na neciljne organizme kao što su mikroorganizmi u tlu, beskralješnjake i kralješnjake kao i ekosustav u cjelini. Ne samo da upotreba herbicida i pesticida ima mnogo negativnih učinaka, već oni postaju neučinkoviti zbog razvijene rezistentnosti, tj. korovi razvijaju mehanizme koji ih čine otpornima na herbicide koji se redovito koriste. U prosincu 2022. postojalo je 515 jedinstvenih slučajeva rezistencije tj. populacije korovnih vrsta otpornih na jedan herbicid što je veliki porast u odnosu na manje od 10 slučajeva 1970. godine.²

Hrvatska je jedna od rijetkih zemalja koja nema nikakva ograničenja u pogledu korištenja glifosata tako da su odobrene upotrebe prije sadnje, poslije sadnje, međuredno te kao isušivanje prije žetve, za tretiranje strništa, u vinogradima, voćnjacima, maslinicima i u šumarstvu, za tretiranje prometnica, željezničkih pruga i u vodenim ekosustavima. Udio površina pod višegodišnjim usjevima tretiranih glifosatom u 2017. godini procijenjen je na 80% za vinograde i maslinike te 70% za voćnjake, a prosječna doza je 2,5 kg aktivne tvari po hektaru.³

Nekoliko novih politika Europske unije zahtijeva hitno smanjenje upotrebe pesticida u Europi. Glifosat je daleko najkorišteniji aktivni sastojak herbicida u Europi. U Europskom zelenom planu objavljenom u lipnju 2022. „*Europska komisija usvojila je prijedlog za obnovu oštećenih ekosustava i obnovu europske prirode od poljoprivrednog zemljišta i mora do šuma i urbanih sredina, do 2050. Kao dio toga, Komisija predlaže smanjenje korištenja i rizika od sintetskih pesticida, kao i smanjenje korištenja opasnijih pesticida, za 50% do 2030. godine.*”⁴ Međutim, uz trenutnu stopu upotrebe

¹ United Nations, 2017. Report of the Special Rapporteur on the right to food. http://ap.ohchr.org/documents/dpage_e.aspx?si=A/HRC/34/48

² Heap, I. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. <http://www.weedscience.org/>

³ Antier, C., Andersson, R., Auskalnienė, O., Barić, K., Baret, P., Besenhofer, G., Calha, I., Carrola Dos Santos, S., De Cauwer, B., Chachalis, D., Dorner, Z., Follak, S., Forristal, D., Gaskov, S., Gonzalez Andujar, J. L., Hull, R., Jalli, H., Kierzek, R., & al. (2020). A survey on the uses of glyphosate in European countries. INRAE. <https://doi.org/10.15454/A30K-D531>

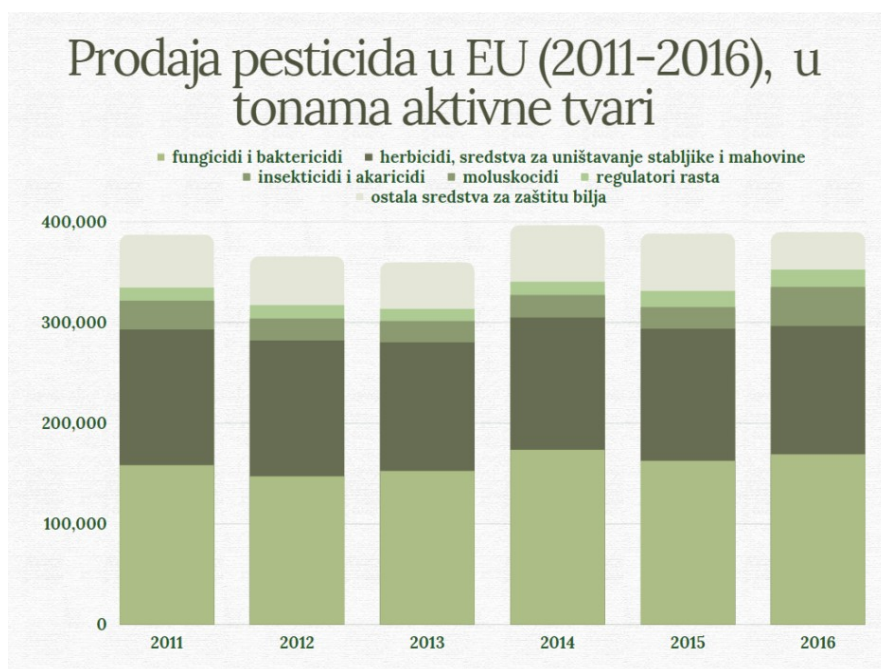
⁴ <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/news/green-deal-halving-pesticide-use-2030>

herbicida, ciljevi EU-a za smanjenje pesticida ne mogu se ispuniti. Zato su nam potrebne alternative sadašnjoj upotrebi herbicida, a posebno najkorištenijem, glifosatu.

Ovo izvješće opisuje nekemijske alternative herbicidima koje su već dostupne i koriste ih poljoprivrednici koji se bave ekološkim uzgojem i oni koji prakticiraju Integriranu zaštitu bilja. Koristeći herbicide na bazi glifosata kao referencu, trenutna analiza predstavlja široku paletu pristupa suzbijanju korova koji postižu vrlo učinkovitu kontrolu korova bez upotrebe herbicida. Integriranjem fizikalnih, mehaničkih, bioloških i ekoloških poljoprivrednih praksi sa širokim znanjem stečenim o biološkim i ekološkim karakteristikama usjeva i korova, poljoprivrednici mogu uspješno upravljati korovima bez herbicida, istovremeno održavajući prinose, izbjegavajući stvaranje rezistentnosti korova, štiteći zdravlje tla i bioraznolikost te smanjujući eroziju. Ovo izvješće također pokriva teme kao što su upotreba glifosata u EU i globalno, opća prodaja pesticida u EU i utjecaj glifosata na tlo i okoliš, kao i na ljudsko zdravlje.

GLIFOSAT

Glifosat (N-fosfonometil glicin) je aktivni sastojak koja se nalazi u sredstvima za zaštitu bilja odnosno herbicidima. To je najčešće korišten herbicid, kako u Svijetu tako i na razini

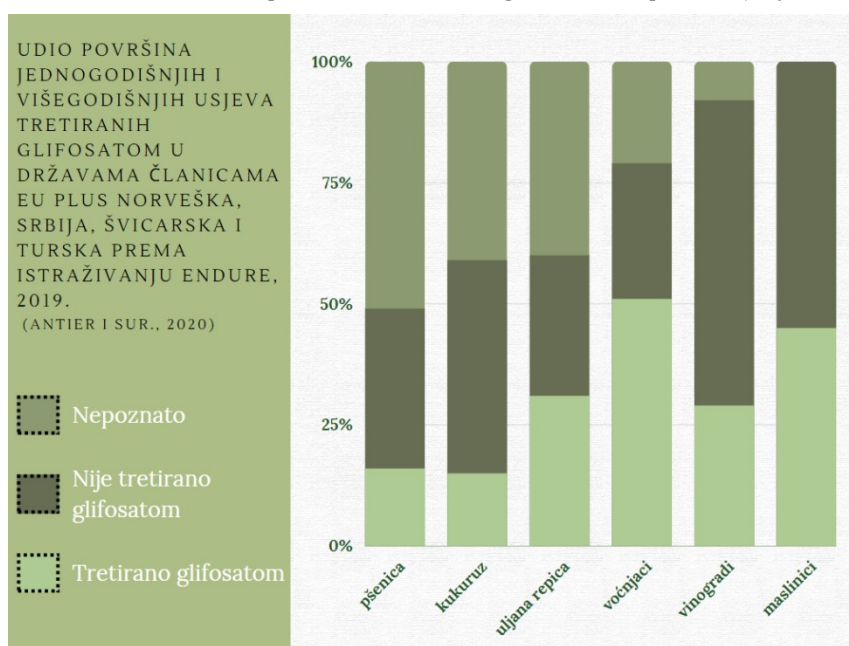


Europske unije. Koristi se za suzbijanje jednogodišnjih i višegodišnjih uskolisnih i širokolisnih korova, višegodišnjih zeljastih te drvenastih korova s dubokim korijenom u vinogradima, voćnjacima, šumskim nasadima, na strništima i nepoljoprivrednim površinama.

Prvi je puta registriran 1974. od strane velike američke tvrtke pod nazivom Monsanto, a originalna formulacije prodavala se pod nazivom Roundup™. Vrlo brzo je postao popularan među

poljoprivrednicima jer je širokog spektra i djeluje sistemski.⁵ Monsanto je patent istekao 1991. godine izvan SAD-a i 2000. godine u SAD-u te ga trenutno proizvode razne kemijske industrije i nalazi se u prodaji u mnoštvu oblika i pripravaka. Trenutno se nalazi u preko 300 različitih herbicida koji se prodaju u Europskoj uniji i proizvodi ga više od 40 tvrtki.⁶ Herbicid glifosat u Hrvatskoj je prvi put registriran 1978., četiri godine nakon što je kao komercijalni proizvod Round-up uveden u SAD-u. Danas je u Hrvatskoj na osnovi glifosata za primjenu u različitim kulturama i za različite namjene registriran 21 pripravak. Osim u poljoprivredi, primjenjuje se i za druge namjene. Prema analizi podataka Fitosanitarnog informacijskog sustava, glifosat je najprodavaniji pesticid u Hrvatskoj. U razdoblju 2012.-2017. u Hrvatskoj je prodano između 217-300 t glifosata, što čini 12-15 % svih pesticida ili 27 - 37 % svih herbicida.⁷ I u svijetu je glifosat najprodavaniji pesticid.

Prema globalnoj organizaciji *Transparency Market Research* Europa zauzima oko 16,6% globalnog tržišta glifosata u 2012.⁸ Prema podacima statističkog ureda Europske unije (Eurostat) o prodaji



pesticida iskazanoj u količini aktivne tvari, herbicidi su druga najprodavanija kategorija pesticida i 2014. su zauzimali 33,1% od ukupne prodaje pesticida.

Djelovanje glifosata je jedinstveno po tome što je to jedina molekula koja je izrazito efektivna u inhibiciji enzima 5-enolpiruvil-šikimat-3-fosfat sintaze (EPSPS) šikiminskog puta, koji je neophodan za sintezu aminokiselina i ostalih esencijalnih nutrijenata za razvoj biljke. Šikiminski put može se pronaći osim u biljkama i kod mikroorganizama, uključujući bakterije i gljive. Glifosat je patentiran 2010. od strane Monsanto kao antimikrobni pripravak⁹ protiv određenih patogenih mikroorganizama. Upotreba glifosata se raširila razvojem Monsantoove genetski modificirane soje, kukuruza i pamuka koji su otporni na njegovu primjenu.

⁵ Denžić Lugomer, M., Pavliček, D. and Bilandžić, N., 2019. Glifosat-od primjene do životinja i ljudi. Veterinarska stanica, 50(3), pp.211-221.

⁶ Pesticide Action Network Europe, 2018. Alternativne metode u borbi protiv korova - Slučaj glifosata

⁷ Ostojić, Z., Brzoja, D. and Barić, K., 2018. Status, namjena i potrošnja glifosata u Hrvatskoj i svijetu. Glasilo biljne zaštite, 18(6), pp.531-541.

⁸ <https://www.transparencymarketresearch.com/glyphosate-market.html>

⁹ Patent number US 7771736 B2. glyphosate formulations and their use for the inhibition of 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase

Način korištenja

Glifosat je neselektivan, sistemski herbicid širokog spektra, sredstvo za sušenje usjeva i u manjoj mjeri regulator rasta biljaka. Budući da nisu selektivni, herbicidi na bazi glifosata (formulacije koje sadrže glifosat kao aktivni sastojak zajedno s drugim kemikalijama), učinkovito ubijaju ili potiskuju sve vrste biljaka kod primjene na lišće.

Zabilježeno je da je glifosat učinkovit protiv više od 100 jednogodišnjih širokolisnih korova i vrsta trava te više od 60 višegodišnjih vrsta korova.¹⁰ U konvencionalnoj poljoprivredi pesticidi na bazi glifosata primjenjuju se prije sjetve usjeva ili poslije sjetve prije nicanja kako bi se uništio postojeći korov i olakšalo uspostavljanje usjeva.

Tabela 1. Uporabe glifosata registrirane u EU (EFSA glyphosate peer-review, 2015)

Usjev/biljna vrsta	Faza rasta	Vrsta korova	Količina sredstva l/ha (min-max)	Doza aktivne tvari kg/ha (min-max)
Svi*	Prije sadnje usjeva	Iznikli jednogodišnji, višegodišnji i dvogodišnji korovi	1-6	0.36-2.16
Svi*	Nakon sadnje, prije nicanja	Iznikli jednogodišnji, višegodišnji i dvogodišnji korovi	1-3	0.36-1.08
Žitarice (prije žetve) pšenica, raž, tritikale, ječam, zob (1)	Zrelost usjeva < 30 % vlažnosti zrna	Iznikli jednogodišnji, višegodišnji i dvogodišnji korovi	2-6	0.72-2.16
Uljarice (prije žetve) uljana repica, gorušica, sjeme lana (2)	Zrelost usjeva < 30 % vlažnosti zrna	Iznikli jednogodišnji, višegodišnji i dvogodišnji korovi	2-6	0.72-2.16
Voćnjaci, vinogradi, maslinici uključujući citrusne i orašaste plodove	Nakon nicanja korova	Iznikli jednogodišnji, višegodišnji i dvogodišnji korovi	2-8	0.72-2.88

* Usjevi uključujući, ali ne ograničavajući se na: korijensko i gomoljasto povrće, lukovičasto povrće, stabljikasto povrće, (povrće s plodovima, kupusnjače, lisnato povrće i svježe začinsko bilje, mahunarke), sjemenke uljarica, krumpir, žitarice i šećerna i stočna repa; prije sadnje voćaka, ukrasnog bilja, drveća, rasadnika itd

1 Minimalni interval prije žetve (usjevi se ne mogu ubrati prije) = 7 dana

2 Minimalni interval prije žetve (usjevi se ne mogu ubrati prije) = 14 dana

Također se koriste i u poljoprivredi bez oranja odnosno kultivacije tla (tzv. No-till) kao alternativa obradi tla. U usjevima otpornim na glifosat (od kojih je većina stvorena genetskim inženjeringom/genetskom modifikacijom) herbicid se koristi nakon nicanja usjeva kako bi se uništio korov, a usjev ostaje netaknut. Herbicidi na bazi glifosata također se koriste za uništavanje korova u višegodišnjim nasadima poput voćnjaka i vinograda te na javnim površinama i površinama uz prometnice. Još jedna upotreba herbicida na bazi glifosata je kao sredstvo za sušenje žitarica. Primjenjuje se neposredno prije žetve kako bi se ubrzao proces sazrijevanja i smanjila količina

¹⁰ Dill, G.M., Sammons, R.D., Feng, P.C., Kohn, F., Kretzmer, K., Mehrsheikh, A., Bleeke, M., Honnegger, J.L., Farmer, D., Wright, D. and Haupfear, E.A., 2010. Glyphosate: discovery, development, applications, and properties. *Glyphosate resistance in crops and weeds: history, development, and management*, pp.1-33.

vlage u sjemenu. Nakon žetve, glifosat se koristi za uništavanje ostataka usjeva i svih prisutnih korova. Upotreba glifosata kao sredstva za sušenje postala je uobičajena praksa, osobito u regijama gdje je razina vlage veća. Budući da ovaj način upotrebe ostavlja najveće rezidue pesticida, neke države članice uvele su stroga pravila o ovoj uporabi.

Sve registrirane upotrebe glifosata u Europskoj uniji mogu se naći u Izvješću o procjeni rizika od glifosata Europske agencije za sigurnost hrane.¹¹ U Europskoj uniji maksimalna količina glifosata koja se može primijeniti je 4,32 kg/ha u periodu od 12 mjeseci, što odgovara približno 12 litara herbicidnog proizvoda. Na globalnoj razini oko 50% glifosatnih proizvoda koji se koriste u poljoprivredi upotrebljavaju se na genetski modificiranim usjevima uključujući: kukuruz, soju, pamuk, uljarice i šećernu repu. Cijela poanta ovih usjeva je korištenje herbicida na bazi glifosata za kontrolu korova. Europska unija međutim ima stroge propise koji se odnose na uzgoj genetski modificiranih usjeva i 19 zemalja Europske unije isključilo je ili je u procesu isključivanja njihove primjene na svojoj površini.¹² Države članice koje uzgajaju genetski modificirane usjeve su Češka, Španjolska, Slovačka, Rumunjska i Portugal. Treba naglasiti da je ukupna površina posvećena tim usjevima u Europi približno 130 000 hektara, što je nešto malo manje od 0,1% ukupnog poljoprivrednog zemljišta.¹³



Praksa u korištenju glifosata vrlo se razlikuje među državama članicama Europske unije. Prema Glavnoj upravi za zdravlje i sigurnost hrane neke države članice imaju pravila o tome kada se glifosat može koristiti, a neke imaju pravila o tome kolike se može koristiti za različite svrhe. Izvješće danske Agencije za zaštitu okoliša o upotrebi glifosata objašnjava: Države članice EU razlikuju se u određenoj mjeri u pogledu odobrenja specifičnih primjena glifosata. U Danskoj se proizvodi s glifosatom mogu koristiti za suzbijanje korova prije žetve i sušenje do 10 dana prije žetve. U Austriji je upotreba glifosata za sušenje žitarica zabranjena još 2013., kao i u Švedskoj, dok je upotreba protiv korova još uvijek dozvoljena. U Njemačkoj nema ograničenja ali se upotreba glifosata prije žetve ne navodi kao dobra poljoprivredna praksa.

PESTICIDE ACTION NETWORK EUROPE, 2018. ALTERNATIVNE METODE U
BORBI PROTIV KOROVA - SLUČAJ GLIFOSATA

¹¹ European Food Safety Authority (EFSA), 2015. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance glyphosate. *EFSA Journal*, 13(11), p.4302.

¹²https://food.ec.europa.eu/plants/genetically-modified-organisms/gmo-authorisation/gmo-authorisations-cultivation/restrictions-geographical-scope-gmo-applicationsauthorisations-eu-countries-demands-and-outcomes_en

¹³ Pesticide Action Network Europe, 2018. Alternativne metode u borbi protiv korova - Slučaj glifosata

UTJECAJ NA ZDRAVLJE I OKOLIŠ

Utjecaj na zdravlje

Znanstvena literatura sadrži mnogo istraživanja koja pokazuju kako je izlaganje glifosatu i pesticidima na bazi glifosata povezano sa širokim rasponom štetnih učinaka na zdravlje ljudi, laboratorijskih životinja, domaćih i divljih životinja. Što se tiče poljoprivrednika, važno je napomenuti da su kliničke studije pokazale da su radnici koji su prethodno koristili glifosat češće oboljevali od Non-Hodgkinovog limfoma, rijetkog oblika raka.^{14,15,16} Međunarodna agencija za istraživanje raka Svjetske zdravstvene organizacije kategorizirala je glifosat kao potencijalno kancerogen kod ljudi (IARC klasifikacija 2A; IARC, 2016).¹⁷

Druga istraživanja navela su niz štetnih učinaka na laboratorijskim životinjama nakon izlaganja samom glifosatu i proizvodima na bazi glifosata kao što su: kancerogenost, genotoksičnost, negativan utjecaj na reproduktivni razvoj i endokrine poremećaje. Monografija o glifosatu (*The Glyphosate monograph*)¹⁸ predstavlja velik broj istraživanja koji su prijavili štetne učinke na ljude, laboratorijske životinje, ekosustave i okoliš. Unatoč ovim dokazima, Europska agencija za sigurnost hrane (EFSA) i Europska agencija za kemikalije (ECHA) zaključile su, na temelju metodologije koju koriste za procjenu sigurnosti, da glifosat ne predstavlja nikakav rizik za ljudsko zdravlje. Ovdje treba napomenuti da na razini Europske unije EU agencije provode procjenu

toksičnosti pesticida na razini pojedinačne aktivne tvari, a ne cijelog proizvoda. Pesticide kao konačne proizvode koji sadrže aktivnu tvar i mnoge druge kemikalije ocjenjuju države članice korištenjem manje rigoroznih procjena. Ova razlika između zaključaka Europskih vlasti i IARC izazvala je reakcije znanstvene zajednice diljem svijeta, a skupina znanstvenika objavila je Izjavu o zabrinutosti¹⁹.

Nadalje, otkrivanje glifosata u hrani²⁰, kao i u urinu²¹ ljudi izazvalo je zabrinutost opće populacije o tome koliko su izloženi glifosatu te o potencijalnim učincima na zdravlje.

¹⁴ Roos, JD, Zahm SH, Cantor KP, Weisenburger DD, Holmes FF, Burmeister LF, and Blair A. 2003. "Integrative Assessment of Multiple Pesticides as Risk Factors for Non-Hodgkin's Lymphoma among Men." *Occupational and Environmental Medicine* 60 (9): E11.

¹⁵ Eriksson M, Hardell L, Carlberg M, and Åkerman M, 2008. "Pesticide Exposure as Risk Factor for Non-Hodgkin Lymphoma Including Histopathological Subgroup Analysis." *International Journal of Cancer* 123 (7): 1657-63

¹⁶ McDuffie HH, Pahwa P, McLaughlin JR, Spinelli JJ, and Fincham S. 2001. "Non-Hodgkin's Lymphoma and Specific Pesticides Exposures in Men: Cross-Canada Study of Pesticides and Health." *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prevention* 10 (November): 1155.

¹⁷ <https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications>

¹⁸ Pesticide Action Network UK, 2016. *The Glyphosate Monograph*

¹⁹ Myers, J.P., Antoniou, M.N., Blumberg, B., Carroll, L., Colborn, T., Everett, L.G., Hansen, M., Landrigan, P.J., Lanphear, B.P., Mesnage, R. and Vandenberg, L.N., 2016. Concerns over use of glyphosate-based herbicides and risks associated with exposures: a consensus statement. *Environmental Health*, 15(1), pp.1-13.

²⁰ Rämö, S., Ruuttunen, P. and Uusi-Kämpä, J., 2016. Glyphosate residues in pre-harvest glyphosate treated cereal grains. In *11th European Pesticide Residue Workshop, Limassol, Cyprus, 24th-27th May, 2016: Programme & book of abstracts*. European Pesticide Residue Workshop.

²¹ Conrad, A., Schröter-Kermani, C., Hoppe, H.W., Rüter, M., Pieper, S. and Kolossa-Gehring, M., 2017. Glyphosate in German adults—Time trend (2001 to 2015) of human exposure to a widely used herbicide. *International journal of hygiene and environmental health*, 220(1), pp.8-16.

Zabrinutost zbog uporabe herbicida na bazi glifosata i rizika povezanih s izloženošću: konsenzusna izjava objavljena u časopisu Environmental Health 2016.:

1. „Pesticidi na bazi glifosata su najčešće korišteni herbicidi diljem svijeta i njihova upotreba kontinuirano raste;
2. Diljem svijeta pesticidi na bazi glifosata kontaminiraju vodu za piće, padaline i zrak, posebno u poljoprivrednim regijama;
3. Vrijeme raspada glifosata u vodi i tlu mnogo je duže nego što je prethodno utvrđeno;
4. Glifosat i njegovi metaboliti su naširoko prisutni u globalnom opskrbnom lancu soje;
5. Izloženost ljudi pesticidima na bazi glifosata raste;
6. Glifosat je sada i službeno klasificiran kao potencijalno kancerogen za ljude;
7. Procjene tolerantnih dnevnih količina unosa glifosata u SAD-u i Europskoj uniji su bazirani na zastarjelim istraživanjima. Nudimo niz preporuka povezanih s potrebom za novim ulaganjima u epidemiološke studije, biomonitoring i toksikološka istraživanja koji se oslanjaju na načelima endokrinologije kako bi se utvrdilo imaju li pesticida na bazi glifosata negativna učinke na endokrini sustav.“

(Pesticide Action Network Europe, 2018.
Alternativne metode u borbi protiv korova - Slučaj glifosata)

Utjecaj na funkcije ekosustava i tlo

Herbicidi se primjenjuju na poljima, na otvorenom i stoga neizbježno kontaminiraju okoliš (atmosferu, tlo, površinske i podzemne vode) potencijalno izlažući organizme koji tamo žive što dovodi cijele ekosustave u opasnost.²² Glifosat djeluje na sve biljne vrste; niti jedan drugi herbicid nema toliko široki spektar. Dakle, glifosat i herbicidi na bazi glifosata imaju izravne i neizravne učinke na ekosustav i okoliš. Izravni učinci uključuju štetan utjecaj na širok raspon vrsta uključujući ptice, ribe, žabe, puževe, insekte i mikroorganizme u tlu.²³ Neizravni učinci uključuju eliminaciju svih korovnih vrsta, divljih vrsta i cvijeća koji imaju posredne pozitivne učinke na agroekosustave. Bioraznolikosti poljoprivrednog zemljišta i funkcije ekosustava, kao što su kontrola štetnika od strane njihovih prirodnih grabežljivaca, oprašivanje pomoću insekata i funkcionalna struktura mikroorganizama u tlu sve su više ugrožene zbog potpunog uklanjanja, ne samo korova, nego i svih divljih vrsta s poljoprivrednih površina i okolnog zemljišta. Ovaj utjecaj na ekosustav ima izravne ekonomske troškove. Glifosat blokira prirodne obrambene mehanizme biljaka da reagiraju na infekcije.²⁴ Pokazalo se da glifosat mijenja mikrobne zajednice u tlu, npr. smanjenje arbuskularnih mikoriznih gljiva koje olakšavaju unos hranjivih tvari i vode u korijen biljaka.²⁵ Također je toksičan za korisne bakterije u tlu poput onih iz roda *Bacillus* koje imaju ključnu ulogu u suzbijanju patogenih gljivica, kao i dostupnosti minerala.²⁶



KONTAMINACIJA TLA GLIFOSATOM

Istraživanja pokazuju da se glifosat i produkti koji nastaju njegovom degradacijom (aminometilfosfonska kiselina- AMPA) brzo metaboliziraju do 50% pomoću mikroorganizama u tlu. Potrebno im je između 9 i 32 dana). Unatoč tome te spojeve moguće je pronaći u tragovima čak do 21 mjesec nakon aplikacije.

Istraživanje iz 2017. pokazalo je da se glifosat i aminometilfosfonska kiselina mogu pronaći u 45% tala u Europi (300 uzoraka iz 10 europskih zemalja).

U tlima s puno fosfata glifosat se može lagano transportirati vodom. Fosfati iz gnojiva smanjuju sposobnost apsorpcije glifosata za čestice tla, povećavaju količinu slobodnih molekula glifosata koji zatim mogu biti apsorbirani od strane biljaka, metabolizirani mikroorganizmima ili kontaminirati podzemne vode.

SIMONSEN L, FOMSGAARD IS, SVENSMARK B, AND SPLIID NH. 2008. "FATE AND AVAILABILITY OF GLYPHOSATE AND AMPA IN AGRICULTURAL SOIL." JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCE AND HEALTH - PART B PESTICIDES, FOOD CONTAMINANTS, AND AGRICULTURAL WASTES 43 (5): 365-75

SILVA, V., MONTANARELLA, L., JONES, A., FERNÁNDEZ-UGALDE, O., MOL, H.G., RITSEMA, C.J. AND GEISSEN, V., 2018. DISTRIBUTION OF GLYPHOSATE AND AMINOMETHYLPHOSPHONIC ACID (AMPA) IN AGRICULTURAL TOPSOILS OF THE EUROPEAN UNION. SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT, 621, PP.1352-1359.

MUNIRA S, FARENHORST A, FLATEN D, AND GRANT C. 2016. "PHOSPHATE FERTILIZER IMPACTS ON GLYPHOSATE SORPTION BY SOIL." CHEMOSPHERE 153 (JUNE): 471-77.

²² Carvalho, F.P., 2017. Pesticides, environment, and food safety. Food and energy security, 6(2), pp.48-60.

²³ Watts, M, Clausen P, Lyssimachou A, Schutte G, Guadagnini R, and Marquex E. 2016. "Glyphosate Monograph; PAN International." Pesticide Action Network International.

²⁴ Johal, G.S. and Huber, D.M., 2009. Glyphosate effects on diseases of plants. *European Journal of agronomy*, 31(3), pp.144-152.

²⁵ Zaller JG, Heigl F, Ruess L, and Grabmaier A. 2017. "Glyphosate Herbicide Affects Belowground Interactions between Earthworms and Symbiotic Mycorrhizal Fungi in a Model Ecosystem." *Scientific Reports* 4: 5634

²⁶ Yu XM, Yu T, Yin GH, Dong QL, An M, Wang HR, and Ai CX. 2015. "Glyphosate Biodegradation and Potential Soil Bioremediation by *Bacillus subtilis* Strain Bs-15." *Genetics and Molecular Research* 14 (4): 14717-30.

Funkcije ekosustava i glifosat



Gliste- nazivaju se i inženjerima ekosustava, one razgrađuju i redistribuiraju organski materijal u tlu, pozitivno utječu na vodozračne režime u tlu i posljedično unapređuju plodnost tla. Pesticidi na bazi glifosata utječu na razmnožavanje glisti i uzrokuju drastičan pad njihove brojnosti (Gaupp-Berghausen i sur, 2015.)

Mikrobne zajednice u tlu- one čine temelj ekosustava, zaslužne su za razgradnju biljnih ostataka i lišća, mineralizaciju organske tvari, stvaranje gornjeg sloja tla a posebno humusa, ciklus ugljika i hranjivih tvari.(Delgado-Baquerizo, i sur. ,2016). Određene gljive i bakterija olakšavaju unos hranjivih tvari u korijen biljke.



Oprašivači- medonosne pčele, divlje solitarne pčele, leptiri i drugi kukci igraju ključnu ulogu u oprašivanju biljaka, uključujući poljoprivredne kulture. Kao herbicid širokog spektra, glifosat smanjuje broj cvjetnica koje su izvor hrane za oprašivače ali također može utjecati na medonosne pčele nakon dugotrajne izloženosti.

Otpornost biljaka- biljke imaju vlastiti obrambeni sustav te kao odgovor na infekcije sintetiziraju i ispuštaju specifične tvari (npr. Antimikrobni fitoaleksini). Glifosat djeluje na način na koji se proizvode mnogi od tih obrambenih sredstava biljaka čineći usjeve osjetljivima na patogene i bolesti (Johal i Huber , 2009).



Slika 1 Prevedeno i prilagođeno prema PAN Europe, 2023. Alternativne metode u borbi protiv korova - Slučaj glifosata

Sažetak toksičnosti Glifosata ²⁷

Kancerogen- IARC (Međunarodna agencija za istraživanje raka Svjetske zdravstvene organizacije) klasificirala je glifosat kao „vjerojatno kancerogen za ljude“ sljedeći temeljne analize provedene od strane 17 nezavisnih i vodećih svjetskih eksperata iz 11 zemalja koristeći samo javno dostupna istraživanja. ²⁸ Taj zaključak je baziran na limitiranim dokazima o kancerogenosti kod ljudi i dovoljno dokaza iz istraživanja na životinjama. IARC je uzeo u obzir dokaze iz istraživanja raka kod ljudi iz 3 različite zemlje gdje je ukupno 2592 ljudi (radnika) razvilo non-Hodgkinov limfom nakon što su bili izloženi herbicidima na bazi glifosata. Zaključak o istraživanjima na životinjama izveden je iz dva eksperimenta gdje su miševi razvili maligne tumore nakon izlaganja glifosatu, od toga je jedan otkrio rijedak oblik raka (na bubrezima). Nadalje, stručnjaci su uzeli u obzir jake dokaze o genotoksičnosti (oštećenje DNK) i oksidativnom stresu (oštećenje tkiva i stanica) kod ljudi i životinja nakon izlaganja pesticidima na bazi glifosata i njegovim metabolitima. Njemačka zdravstvena uprava, koja djeluje kao država članica izvjestiteljica za Europsku komisiju te ima pristup neobjavljenim istraživanjima, otkrila je ne dvije već pet eksperimentalnih studija koje su provedene na miševima. Oni miševi čija hrana je sadržavala glifosat razvili su maligne tumore, ali su odlučili odbaciti rezultate kao beznačajne. Tada su odbacili podatke o genotoksičnosti i toksičnosti stanica kao nerelevantne jer navodno nije bilo dokaza o kancerogenosti kod životinja. Nadalje, svi rezultati o genotoksičnosti, toksičnosti stanica ili bilo kojoj drugoj toksičnosti zbog izloženosti proizvodima na bazi glifosata smatrani su nerelevantnim jer se prema pravilima Europske unije procjena rizika radi samo na aktivom sastojku, unatoč činjenici da su ljudi izloženi potpunim proizvodima. EFSA je u svojoj recenziji poduprijela rad Njemačke zdravstvene uprave. Analiza potencijala kancerogenosti glifosata koju su provele europske vlasti dobila je mnoge kritike zdravstvene zajednice. ^{29,30,31,32}

Endokrini poremećaj - Sam glifosat i proizvodi na bazi glifosata mijenjaju metabolizam hormona kod sisavaca i navodno smanjuju konverziju androgena u estrogen. ^{33,34,35,36} U eksperimentalnim

²⁷ Pesticide Action Network Europe, 2018. Alternativne metode u borbi protiv korova - Slučaj glifosata

²⁸ Guyton KZ, Loomis D, Grosse Y, et al., 2015. Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. *The Lancet Oncology*, 16: 490 – 491.

²⁹ Portier, C. J., Armstrong, B. K., Baguley, B. C., Baur, X., Belyaev, I., Belle, R., ... Zhou, S. F. (2016). Differences in the carcinogenic evaluation of glyphosate between the International Agency for Research on Cancer (IARC) and the European Food Safety Authority (EFSA). *Journal of Epidemiology and Community Health*. DOI: 10.1136/jech-2015-207005

³⁰ Greiser E, 2016. Expert statement on epidemiological studies which examine the possible correlation between exposure to glyphosate-based herbicides and non-Hodgkin's lymphoma and human fertility disorders in relation to evaluations undertaken by the German Federal Institute for Risk Assessment (BfR) and the European Food Safety Authority (EFSA). University of Bremen https://www.global2000.at/sites/global/files/Human%20evidence_EberhardGreiser.pdf

³¹ Myers JP, Antoniou MN, Blumberg B et al., 2015. Concerns over use of glyphosate-based herbicides and risks associated with exposures: a consensus statement. *Environmental Health* 15:19

³² Clausing P. Regulatory agencies (BfR, EFSA) used biased arguments to deny the carcinogenicity of glyphosate: Memorandum by Dr Peter Clausing, PAN Germany, as a witness to the Monsanto Tribunal. The Hague, Netherlands, 15-16 October 2016. http://www.pan-germany.org/download/Memo_Monsanto-Tribunal_Peter_Clausing_10_2016.pdf

³³ Walsh LP, McCormick C, Martin C, Stocco DM. 2000. Roundup inhibits steroidogenesis by disrupting steroidogenic acute regulatory (StAR) protein expression. *Environ Health Perspect* 108:769-76.

³⁴ Thongprakaisang S, Thiantanawat A, Rangkadilok N, Suriyo T, Satayavivad J. 2013. Glyphosate induces human breast cancer cells growth via estrogen receptors. *Food Chem Toxicol* 59:129-36.

³⁵ Richard S, Moslemi S, Sipahutar H, Benachour N, Seralini GE, 2005. Differential effects of glyphosate and Roundup on human placental cells and aromatase. *Environ Health Perspect* 113(6):716-20.

³⁶ Defarge N, Takacs E, Lozano VL, Mesnage R, Spiroux de Vendomois J, Seralini G-E, Szekacs A. 2016. Co-formulants in glyphosate-based herbicides disrupt aromatase activity in human cells below toxic levels. *Int J Environ Res Pub Health* 13(3):264.

studijama proizvodi na bazi glifosata kod miševa mijenjaju metabolizam reproduktivnih hormona i smanjuju plodnost.^{37,38,39}

Toksičnost glifosata na reprodukciju i razvoj - u Izvješću o procjeni rizika već se spominje nekoliko incidenata utjecaja glifosata na razvojni ciklus kod sisavaca. Ova istraživanja odbačena su iz nepoznatih razloga. Međutim, neovisno objavljene znanstvene studije pokazuju da su mladunci izloženi proizvodima na bazi glifosata imali abnormalne reproduktivne organe, utjecao je na normalne razine hormona i ponašanje pri parenju.^{40,41}

Utjecaj glifosata na neurološki sustav - glifosat i proizvodi na bazi glifosata utječu na rast i razvoj živčanih stanica. Prijavljeno je da glifosat remeti funkciju neuroloških signala, mitohondrija neuronskih stanica i uzrokuje smrt istih, što posljedično utječe na nastanak Parkinsonove bolesti.^{42,43,44} Izloženost proizvodima na bazi glifosata povezana je s ADD/ADHD-om, Parkinsonovom bolešću i autizmom.^{45,46,47}

Toksičnost za biljke i utjecaj na bioraznolikost - glifosat je herbicid širokog spektra, ubija sve biljke pa čak i velika stabla. Ni jedan drugi herbicid nije tako neselektivan. Značajna smanjenja biljne biomase, cvijeća i divljih vrsta primijećena su na zelenim površinama u blizini polja tretiranih proizvodima na bazi glifosata.⁴⁸ Ovo smanjenje biljnih vrsta posljedično utječe na smanjenje vrsta koje se njima hrane, uključujući prirodne predatore kukaca, vodozemce, oprašivače i ptice, što rezultira značajnim ekološkim utjecajem i gubitkom bioraznolikosti.^{49,50,51}

Ekotoksičnost - Ekotoksičnost glifosata za vodene i kopnene organizma već je priznata u Izvješću o procjeni rizika i reviziji EFSA-e te je potvrđena toksičnost glifosata s dugotrajnim učincima. Korištenje modela za predviđanje i procjenu okolišne izloženosti, uzimajući u obzir da

³⁷ Romano RM, Romano MA, Bernardi MM, Furtado PV, Oliveira CA. 2010. Prepubertal exposure to commercial formulation of the herbicide glyphosate alters testosterone levels and testicular morphology. *Arch Toxicol* 84:309-17.

³⁸ Romano MA, Romano RM, Santos LD, Wisniewski P, Campos DA, de Souza PB, Viau P, Bernardi MM, Nunes MT, de Oliveira CA, 2012. Glyphosate impairs male offspring reproductive development by disrupting gonadotropin expression. *Arch Toxicol* 86(4):663-73.

³⁹ Varayoud J, Durando M, Ramos JG, Milesi MM, Ingaramo PI, Munoz-de-Toro M, Luque EH. 2016. Effects of a glyphosate-based herbicide on the uterus of adult ovariectomized rats. *Environ Toxicol* [Epub Jul 27th].

⁴⁰ Dallegrave E, Mantese FD, Oliveira RT, Andrade AJM, Dalsenter PR, Langeloh A. 2007. Pre- and postnatal toxicity of the commercial glyphosate formulation in Wistar rats. *Arch Toxicol* 81:665-73.

⁴¹ Guerrero Schimpf M, Milesi MM, Ingaramo PI, Luque EH, Varayoud J. 2016. Neonatal exposure to a glyphosate based herbicide alters the development of the rat uterus. *Toxicology pii: S0300-483X(16)30093-2*.

⁴² Hernandez-Plata I, Giordano M, Diaz-Munoz M, Rodriguez VM, 2012. The herbicide glyphosate causes behavioral changes and alterations in dopaminergic markers in male Sprague-Dawley rat. *Neurotoxicology* 46:79-91.

⁴³ Astiz M, de Alaniz, MJ, Marra CA. 2009b. The impact of simultaneous intoxication with agrochemicals on the antioxidant defense system in rat. *Pestic Biochem Physiol* 94:93-99.

⁴⁴ Negga R, Stuart JA, Machen ML, Salva J, Lizek AJ, Ricardson SJ, Osborne AS, Mirallas O, McVey KA, Fitsanakis VA. 2012. Exposure to glyphosate- and/or Mn/Zn-ethylene-bis-dithiocarbamate-containing pesticides leads to degeneration of γ -aminobutyric acid and dopamine neurons in *Caenorhabditis elegans*. *Neurotox Res* 21:281-90.

⁴⁵ Garry VF, Harkins ME, Erickson LL, Long-Simpson LK, Holland SE, Burroughs BL. 2002. Birth defects, season of conception, and sex of children born to pesticide applicators living in the Red River Valley of Minnesota, USA. *Environ Health Perspect* 110(s3):441-9.

⁴⁶ Wan N, Lin G. 2016. Parkinson's disease and pesticides exposure: new findings from a comprehensive study in Nebraska, USA. *J Rural Health*. 32(3):303-13.

⁴⁷ Nevison CD. 2014. A comparison of temporal trends in United States autism prevalence to trends in suspected environmental factors. *Environ Health*. 5;13-73.

⁴⁸ Heard MS, Hawes C, Champion, GT, Clark SJ, Firbank LG, Haughton AJ, Parish AM, Perry JN, Rothery P, Roy DB, Scott RJ, Skellern MP, Squire GR, Hill MO. 2003b. Weeds in fields with contrasting conventional and genetically modified herbicide-tolerant crops. I Effects on abundance and diversity & II Effects on individual species. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* i358(1439):1833-46.

⁴⁹ Haughton AJ, Bell JR, Boatman ND, Wilcox A. 2001. The effect of the herbicide glyphosate on non-target spiders: Part II. Indirect effects on *Lepthyphantes tenuis* in field margins. *Pest Manag Sci* 57:1037-42.

⁵⁰ Hawes C, Squire GR, Hallett PD, Watson CA, Young M. 2010. Arable plant communities as indicators of farming practice. *Agric Ecosys Environ* 138(1-2):17-26.

⁵¹ Thies C, Haenke S, Scherber C, Bengtsson J, Bommarco R, Clement LW, Ceryngier P, Dennis C, Emmerson M, Gagic V, Hawro V, Liira J, Weisser WW, Wingvist C, Tscharntke T. 2011. The relationship between agricultural intensification and biological control: experimental tests across Europe. *Ecol Appl* 21(6):2187-96.

poljoprivrednici primjenjuju mjere ublažavanja klimatskih promjena i prilagodbe klimatskim promjenama, europske vlasti su zaključile da je rizik za neciljane organizme nizak. No studije su potvrdile da ti modeli često potcjenjuju stvarnu izloženost okoliša, što ukazuje na činjenicu da su neciljani organizmi izloženi mnogo većem riziku.⁵² Unatoč tome glifosat uzrokuje širok raspon štetnih učinaka kod neciljanih organizama. Na temelju znanstvene literature, glifosat, njegove formulacije, kao i formulacijski agensi, mogu izazvati širok raspon ekotoksikoloških učinaka (npr. smrtonosne/subletalne učinke, morfološke i biokemijske promjene) na kopnene i vodene organizme koji su im izloženi.^{53,54,55} Toksični učinci glifosata na medonosne pčele, uključujući učinke na ponašanje i razvoj, kao i, metaboličke procese, reproduktivni sustav i imunološku obranu također su naznačeni u nekoliko studija.^{56,57}

Ekotoksičan utjecaj na vodene organizme - Glifosat i herbicidi na bazi glifosata toksični su za mikroorganizme i mijenjaju zajednice planktona i algi⁵⁸. Štetni utjecaji nakon izlaganja prijavljeni su kod insekata⁵⁹, rakova⁶⁰, mekušaca, vodozemaca⁶¹ i riba⁶², a učinci uključuju reproduktivne i razvojne abnormalnosti, oštećenje DNK, imunološke učinke, oksidativni stres, smanjenje sposobnosti nošenja sa stresom, izmijenjenu ishranu i ponašanje pri parenju koje može ugroziti njihov opstanak. Proizvodi s kombinacijom glifosata i drugih sastojaka obično su toksičniji za ribe nego čisti glifosat.⁶³

Antibakterijska svojstva i posljedice - antimikrobna aktivnost glifosata poznata je otkad je prvi put odobren 1970-tih⁶⁴. Također je toksičan za određene bakterije u tlu (Rod Bacillus i Pseudomonas) koje imaju ključnu ulogu u suzbijanju specifičnih patogenih gljivica, kao i pretvaranja minerala u tlu u oblike dostupne biljkama. Tako glifosat mijenja mikrobnu zajednicu tla i ima izravan utjecaj na zdravlje biljaka. Glifosat se veže za minerale u tlu (mangan, željezo, bakar i cink) i blokira njihovu dostupnost biljkama. Zapravo glifosat je okarakteriziran kao „*tvar koja značajno povećava ozbiljnost raznih biljnih bolesti, slabi sposobnost biljaka za obranu od patogena i bolesti te imobilizira nutrijente u tlu i ostavlja ih nedostupnima za biljke*“. Zbog ovih učinaka i otpornosti korova poljoprivrednici su obvezni koristiti fungicide i dodatne herbicide na svojim usjevima⁶⁵. Zabilježeno je da zbog svojih antibakterijskih svojstava glifosat utječe na

⁵² Stehle S, Schulz R, 2015. Pesticide authorization in the EU-environment unprotected? Environ Sci Pollut Res 22: 19632.

⁵³ Sesin, V., Davy, C.M., Stevens, K.J., Hamp, R., and Freeland, J.R. (2021) Glyphosate toxicity to native nontarget macrophytes following three different routes of incidental exposure, *Integr. Environ. Assess. Manag.* **17**:597–613.

⁵⁴ Lanzarin, G., Venâncio, C., Félix, L.M., and Monteiro, S. (2021) Inflammatory, oxidative stress, and apoptosis effects in zebrafish larvae after rapid exposure to a commercial glyphosate formulation, *Biomedicines* **9**:1784.

⁵⁵ Zaller, J.G., Weber, M., Maderthaner, M., Gruber, E., Takács, E., Mörtl, M., Klátyik, Sz., Györi, J., Römbke, J., Leisch, F., Spangl, B., and Székács, A. (2021) Effects of glyphosate-based herbicides and their active ingredients on earthworms, water infiltration and glyphosate leaching are influenced by soil properties, *Environ. Sci. Eur.* **33**:51.

⁵⁶ Graffigna, S., Marrero, H.J., and Torretta, J.P. (2021) Glyphosate commercial formulation negatively affects the reproductive success of solitary wild bees in a Pampean agroecosystem, *Apidologie* **52**:272–281.

⁵⁷ Tan, S., Li, G., Liu, Z., Wang, H., Guo, X., and Xu B. (2022) Effects of glyphosate exposure on honeybees, *Environ. Toxicol. Pharmacol.* **90**:103792.

⁵⁸ Perez GL, Torremorell A, Mugni H, Rodriguez P, Solange Vera M, do Nascimento M, Allende L, Bustingorry J, Escaray R, Ferraro M, Izaguirre I, Pizarro H, Bonetto C, Morris DP, Zagarese H. 2007. Effects of the herbicide Roundup on freshwater microbial communities: a mesocosm study. *Ecol Appl* **17**(8):2310-22.

⁵⁹ Cuhra M. 2015. Glyphosate nontoxicity: the genesis of a scientific fact. *J Biol Phy Chem* **15**:89-96.

⁶⁰ Avigliano L, Alvarez N, Loughlin CM, Rodriquez EM. 2014. Effects of glyphosate on egg incubation, larvae hatching, and ovarian rematuration in the estuarine crab, *Neohelice granulata*. *Environ Toxicol Chem* **33**(8):1879-84.

⁶¹ Paganelli A, Gnazzo V, Acosta H, López SL, Carrasco AE. 2010. Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signalling. *Chem Res Toxicol* **23**(10):1586-95.

⁶² Moreno NC, Sofia SH, Martinez CB. 2014. Genotoxic effects of the herbicide Roundup Transorb and its active ingredient glyphosate on the fish *Prochilodus lineatus*. *Environ Toxicol Pharmacol* **37**(1):448-54.

⁶³ A review of effects of glyphosate and glyphosate-based herbicides on aquatic and terrestrial organisms is given in *Glyphosate Monograph 2016*, PAN International <http://pan-international.org/wp-content/uploads/Glyphosate-monograph.pdf>

⁶⁴ Franz, J.E. (1974) Nphosphonomethylglycine Phytotoxicant Compositions. US Patent 3,799,758, Mar. 26, 1974, USPTO, Washington, DC.

⁶⁵ Reviewed in Sirinathsinghi E., 2012. USDA Scientist Reveals All: Glyphosate Hazards to Crops, Soils, Animals, and Consumers. Prof Don Huber. ISIS Report http://www.i-sis.org.uk/USDA_scientist_reveals_all.php

crijevnu mikrofloru životinja, ubijajući korisne bakterije i ostavljajući patogene iza sebe⁶⁶. To je povezano sa štetnim utjecajima na domaće životinje koje se hrane žitaricama tretiranim glifosatom. Neke studije sugeriraju da ovo posebno svojstvo glifosata koje utječe na crijevne mikroorganizme može imati ozbiljne implikacije na ljude.⁶⁷

⁶⁶ Kruger M, Shehata AA, Schrod l W, Rodloff A, 2013. Glyphosate suppresses the antagonistic effect of *Enterococcus* spp. on *Clostridium botulinum*. *Anaerobe* 20:74–78.

⁶⁷ Samsel A, Seneff S. Glyphosate, pathways to modern diseases II: Celiac sprue and gluten intolerance. *Interdiscip. Toxicol.* 2013;6(4):159-184. doi:10.2478/intox-2013-0026.

Postupak registracije aktivnih tvari i sredstva za zaštitu bilja

Zakonski okvir Europske unije o stavljanju novih pesticida na tržište i obnovi dozvola temelji se na Uredbi (EZ) br. 1107/2009 o stavljanju na tržište sredstava za zaštitu bilja (SZB). Tom uredbom uspostavljeni su viši zahtjevi i standardi za ocjenu aktivnih tvari koje se koriste u sredstvima za zaštitu bilja i time se osigurava zaštita okoliša te zdravlje ljudi i životinja. Uredbom se aktivne tvari i dalje odobravaju na razini Europske unije, a sredstva za zaštitu bilja (pripravci koji uključuju više sastojaka) na razini država članica.

Sukladno Uredbi, odobrenje postojeće aktivne tvari ili produljenje odobrenja sastoji se od sljedećih postupaka⁶⁸:

1. Tvrtka (vlasnik aktivne tvari) prikuplja dokumentaciju o aktivnoj tvari.
2. Tvrtka podnosi zahtjev za odobrenje aktivne tvari državi članici. Zahtjev sadrži popratne znanstvene informacije i studije. Država članica analizira dostavljenu dokumentaciju i priprema „Nacrt izvješća o procjeni“, on se daje na uvid javnosti i tijekom 60 dana prikuplja primjedbe.
3. EFSA potom provjerava procjenu aktivne tvari države članice. Uz konzultacije s drugim državama članicama, EFSA provodi stručni pregled izvješća o ocjeni i svoje zaključke šalje Europskoj komisiji. To može uključivati opcije za mjere upravljanja rizikom.
4. Na temelju pregleda EFSA-e, Europska komisija i Države članice odlučuju hoće li odobriti aktivnu tvar.
5. Tvrtka podnosi zahtjev za stavljanje pesticida koji sadrži odobrenu aktivnu tvar na tržištu
6. Država članica koja prima zahtjev procjenjuje ga. Ova procjena uključuje prijedlog maksimalne razine rezidua (MRL). Prema zakonu EU-a, države članice odgovorne su za odobravanje pesticida. Prijave procjenjuje i odobrava nacionalno tijelo kojem su podnesene.
7. Ako je predloženi MRL pokriven postojećim zakonodavstvom, zahtjev se zatim šalje Europskoj komisiji a u slučaju da nije;
8. EFSA procjenjuje predloženi MRL i prosljeđuje svoje mišljenje Europskoj komisiji
9. Europska komisija odlučuje hoće li prihvatiti predloženi MRL. Ako ga prihvati, država članica tada može odobriti pesticid. Što se tiče autorizacije pesticida, EU je podijeljena u tri zone: sjever, jug i centar. Zemlje sa sličnim uvjetima poljoprivrede, zdravlja bilja i okoliša grupirane su zajedno. Kada je pesticid odobren za uporabu u jednoj državi članici, njegova je uporaba također dopuštena u drugim državama članicama iste zone (međusobno priznavanje).
10. Tvrtka donosi pesticid na tržište. Države članice provjeravaju koriste li se pesticidi u skladu s uvjetima koje postavljaju donositelji odluka u EU-u, npr. da se pesticid koristi samo na određenim usjevima i poljoprivrednici ne primjenjuju previše kemikalije

⁶⁸<https://multimedia.efsa.europa.eu/pesticides-authorisation/index.htm#activesubstances>

11. Također sudjeluju u programu praćenja ostataka pesticida u hrani koji se provodi diljem EU-a. Sve države članice EU-a, te Norveška i Island, provode dva godišnja programa praćenja kako bi osigurali da su ostaci pesticida na hrani unutar zakonskih granica EU-a.
12. EFSA izrađuje godišnje izvješće EU o ostacima pesticida u hrani. To može uključivati prijedloge za reviziju MRL-ova.
13. Europska komisija i Države članice razmatraju MRL prijedloge za odobrenje.

Ukupan vremenski period od podnošenja zahtjeva do odobrenja procedura traje oko 3,5 godine. Međutim, u nastavku teksta, odnosno u prikazanoj kronologiji postupaka ponovnog odobrenja glifosata vidljiva su znatna odstupanja od propisane procedure. Stoga iznosimo kronologiju re-registracija glifosata koja je tekla na sljedeći način⁶⁹:

- U svibnju 2012. Komisija je odabrala Njemačku kojoj je predala zahtjev i dokumentaciju za ponovnu ocjenu produljenja odobrenja.
- U prosincu 2013. Njemačka je dostavila Europskoj agenciji za sigurnost hrane „Nacrt izvješća o procjeni“ i istovremeno svim zemljama članicama za konzultacije i primjedbe.
- U siječnju 2014. EFSA je počela recenziju. U ožujku su završene konzultacije s javnošću a u srpnju s državama članicama.
- U kolovozu 2014. od Njemačke su zatražene dodatne informacije.
- u veljači i ožujku 2015. EFSA organizira konzultacije eksperata o toksikologiji (na sisavce) i ekotoksikologiji glifosata.
- U ožujku 2015. Svjetska organizacija za istraživanje raka (IARC) objavljuje Monografiju o toksikologiji 5 organofosfornih insekticida i o glifosatu, kojom ga se klasificira (skupina A2) kao tvar koja „vjerojatno uzrokuje rak kod ljudi“.
- Od ožujka do rujna Njemačka proučava i priprema ocjenu Monografije i dostavlja je EFSA-i i zemljama članicama na razmatranje.
- U rujnu 2015. EFSA organizira ponovne konzultacije stručnjaka iz područja kancerogenosti i toksičnosti sisavaca i u studenom iste godine zaključuje „da nije vjerojatno da glifosat predstavlja opasnost za ljude zbog karcinogenih učinaka te da dokazi ne podupiru klasifikaciju u pogledu njegove potencijalne karcinogenosti u skladu s Uredbom (EZ) br. 1272/2008. Sukladno tomu, Europska komisija predložila je u studenom produljenje odobrenja uporabe glifosata do 2031.“
- Prethodno je u listopadu 2015. Za vrijeme konzultacije glifosatu privremeno produljeno dopuštenje za uporabu do lipnja 2016. Do kada zemlje članice trebaju donijeti konačnu odluku.
- U ožujku 2016. Zbog neslaganja predstavnika članica u Stalnom odboru za bilje, životinje, hranu i hranu za životinje (SCoPAFF) Komisija odgađa donošenje odluke. Upućuje zemlje članice na usuglašavanje stavova sve dok se kvalificiranom većinom ne postigne jedinstvena odluka.
- 23. ožujka 2016. „Odbor za okoliš, javno zdravlje i sigurnost hrane“ Europskog parlamenta, poziva se na mišljenje i nalaz IARC Monografije i ulaže prigovor (Rezoluciju) na prijedlog Europske komisije da se glifosatu produlji rok uporabe na 15 godina, odnosno do 2031.

⁶⁹ Ostojčić, Z., Brzoja, D. and Barić, K., 2018. Status, namjena i potrošnja glifosata u Hrvatskoj i svijetu. Glasilo biljne zaštite, 18(6), pp.531-541.

- U travnju 2016. Parlament usvaja Rezoluciju Odbora kojom poziva Komisiju da produlji odobrenje glifosatu na 7 godina uz određenja ograničenja.
- U svibnju 2016. Komisija djelomično uvažava prijedlog Parlamenta, ali novom Provedbenom uredbom predlaže produljenje na 10 godina. Međutim države članice ne uspijevaju postići kvalificiranu većinu.
- Zbog toga Komisija privremeno produljuje odobrenje do 31. 12. 2017. odnosno sve dok Europska agencija za kemikalije (ECHA) ne provede procjenu potencijalne kancerogenosti glifosata.
- U ožujsku 2017. ECHA-in Odbor za procjenu rizika konsenzusom zaključuje da nema dokaza koji povezuju glifosat s kancerogenošću ljudi i da on ne ometa reproduktivnost. Isti zaključak donijele su i: EFSA (uz podršku 27 nadležnih tijela država članica EU), relevantne nacionalne institucije izvan EU (Kanada, Japan, Australija, Novi Zeland), zajednička organizacija za hranu i poljoprivredu UN-a, Svjetska zdravstvena organizacija o reziduama pesticida (JMPR)
- Od svibnja do listopada 2017. Komisija obavlja razgovore s članicama o mogućoj obnovi odobrenja glifosata i priprema se za glasovanje. Međutim početkom listopada Komisiji je predan zahtjev Europske građanske inicijative (1 070 865 građana EU) da zabrani glifosat.
- 24.10.2017. Parlament je neobvezujućom rezolucijom pozvao Komisiju da ne produlji odobrenje glifosatu i predložio postupno ukidanje.
- 25.10.2017. SCOPAFF glasovanjem o produljenju na predloženih 10 godina ponovno nije postigao kvalifikacijsku većinu. Isto se ponavlja i 9.11.2017. kad su trebali izglasati produljenje na 5 godina.
- 26.11.2017. Građanska inicijativa (temeljem prikupljenih milijun glasova) svoj zahtjev u pogledu glifosata predstavlja Parlamentu.
- 27.11.2017. Žalbeni odbor (instanca predstavnika članica koja donosi odluku kad SCOPAFF ne uspije donijeti odluku) kvalifikacijskom većinom (18 članova za, 9 protiv i jednim suzdržanim) produljuje odobrenje glifosata na 5 godina. Hrvatski predstavnik glasovao je protiv prijedloga Komisije zajedno sa predstavnicima Belgije, Grčke, Francuske, Italije, Cipra, Luksemburga, Malte i Austrije.
- U veljači 2018. Europski parlament je osnovao odbor koji će preispitivati buduće dozvole za korištenje pesticida i provjeru ispravnosti procedure produljenja odobrenja.

Glifosat je trenutno odobren u Europskoj uniji do 15.12.2023. stoga se može koristiti kao aktivna tvar u sredstvima za zaštitu bilja do tog datuma pod uvjetom da je svako sredstvo za zaštitu bilja odobreno od strane nacionalnih tijela nakon procjene njegove sigurnosti.

Dana 10.5.2019. Komisija je imenovala 4 države članice (Francusku, Mađarsku, Nizozemsku i Švedsku) koje zajedno djeluju kao Grupa za procjenu glifosata.⁷⁰

- 12.12.2019. *Glyphosate Renewal Group* (skupina tvrtki koje traže obnovu odobrenja za glifosat u Europskoj uniji) poslala je zahtjev za obnovu odobrenja nakon 2022. godine Grupi za procjenu glifosata, drugim državama članicama, Europskoj agenciji za sigurnost hrane i Europskoj komisiji. Tom je prijavom službeno pokrenut postupak obnove u EU kako je predviđeno Uredbom (EZ) br. 1107/2009.
- 8.5.2020. *Glyphosate Renewal Group* predala je dodatne dokumente koji uključuju znanstvena istraživanja i literaturne podatke.
- 15.5.2021. Grupa za procjenu glifosata je EFSA-i Europskoj agenciji za kemikalije dostavila svoje procjene i odluku nacrtu Izvješća o procjeni obnove i Izvješća koji sadrži prijedlog za usklađeno razvrstavanje odnosno označavanje
- 23.9.2021. pokrenute su javne konzultacije o izvješćima
- Tijekom javnog savjetovanja, brojne su nevladine organizacije poslale otvoreno pismo povjereniku Kyriakidesu ističući svoju zabrinutost u vezi s postupkom procjene obnove, a posebno u vezi s vjerodostojnošću istraživanja koje je podnositelj zahtjeva dostavio u dosjeu za obnovu te u vezi s korištenjem znanstvene recenzirane otvorene literature u procjeni rizika.
- EFSA je zatražila dodatne informacije o od *Glyphosate Renewal Group* u skladu s Uredbom koja uređuje postupak obnove (Uredba (EU) br. 844/2012). S obzirom na količinu novih informacija primljenih putem javnog savjetovanja i potrebom za evaluacijom dodatnih informacija, Grupa za procjenu glifosata naznačila je da je potrebno više vremena za pružanje ažuriranih nacrtu izvješća o procjeni obnove koji se očekuje u srpnju 2023.
- Dana 30. svibnja 2022., ECHA-in Odbor za procjenu rizika (RAC) složio se da treba zadržati trenutačno usklađenu klasifikaciju glifosata (kao uzročnika ozbiljnih oštećenja oka i otrovnog za vodeni svijet). Na temelju opsežnog pregleda dostupnih znanstvenih dokaza, RAC je zaključio, kao i 2017., da klasifikacija glifosata kao kancerogena nije opravdana.
- U lipnju 2022. Savez za zdravlje i okoliš (HEAL) objavio je izvješće u kojem se tvrdi da “studije o raku koje su pružile tvrtke za proizvodnju pesticida za procjenu karcinogenosti glifosata pokazuju jasan potencijal da tvar uzrokuje rak”.

⁷⁰https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/approval-active-substances/renewal-approval/glyphosate_en

Zeleni plan EU-a i strategija „Od polja do stola“

Europska unija najavila je svoj Europski zeleni plan 2020. kao odgovor na klimatske promjene, degradaciju okoliša i gubitak bioraznolikosti u Europi i globalno. Kao dio Europskog zelenog plana koji je Europska komisija usvojila 2022. godine, predloženi su ciljevi za obnovu oštećenih ekosustava i obnovu prirode Europe, od poljoprivrednog zemljišta i mora, do šuma i urbanog okoliša.

Ključni dio prijedloga je smanjenje upotrebe i rizik od sintetičkih pesticida, posebno smanjenje upotrebe opasnijih pesticida, za 50% do 2030. Strategije EU-a za bioraznolikost i od polja do stola ranije su odredile dva cilja smanjenja pesticida u 2020.:

- Cilj 1 – 50% smanjenje uporabe i rizika od sintetičkih pesticida – Ovaj cilj će se mjeriti na temelju količina aktivnih tvari sadržanih u pesticidima koji se stavljaju na tržište (prodaju) i stoga se koriste u svakoj državi članici, i štetnih svojstva tih aktivnih tvari;
- Cilj 2 – 50% smanjenje uporabe opasnijih pesticida (kandidata za zamjenu) - mjeri se na temelju podataka o količinama opasnijih aktivnih tvari tzv. „kandidata za zamjenu“ sadržanih u pesticidima koji se stavljaju na tržište (prodaju) u svakoj državi članici.

Ovi ciljevi Europskog zelenog plana djelovali su kao vodeće načelo tijekom cijelog mandata sadašnje Europske komisije: kako se približavamo kraju mandata koji je započeo 2020., naponi su sada usmjereni na donošenje zakona koji bi pratili te ciljeve. Njihovo prevođenje u zakon EU, umetanjem ciljeva u predloženu reviziju postojeće Direktive o održivoj uporabi pesticida koja bi postala uredba, naišlo je na protivljenje skupina koje su zainteresirane za održavanje statusa quo.

Uspješna Europska građanska inicijativa: „Spasimo pčele i poljoprivrednike“

Europski građani podržali su još ambicioznije ciljeve postupnog ukidanja pesticida u 2022. Europska građanska inicijativa „Spasimo pčele i poljoprivrednike“, koju je podržalo više od 1.1 milijuna građana, pozvala je Komisiju da odmah poduzme mjere za obnovu bioraznolikosti i zaštitu zdravlja građana brzim smanjenjem uporabe sintetičkih pesticida, do konačne zamjene ne štetnim alternativama.

Formalni zahtjevi Europske građanske inicijative „Spasimo pčele i poljoprivrednike“ bili su:

- Postupno ukidanje uporabe sintetičkih pesticida - do 2030. uporaba sintetičkih pesticida postupno će se smanjiti za 80% u poljoprivredi EU-a, a do 2035. poljoprivreda u cijeloj EU bit će bez sintetičkih pesticida.
- Mjere za obnovu bioraznolikosti - staništa će se obnoviti, a poljoprivredne površine će postati vektor obnove bioraznolikosti.
- Potpora poljoprivrednicima- poljoprivrednike je potrebno podržati u potrebnoj tranziciji prema agroekologiji. Prednost će se dati malim, raznolikim i održivim poljoprivrednim gospodarstvima, proširiti će se ekološka poljoprivreda i podržati će se istraživanja poljoprivrede bez upotrebe pesticida i GMO-a.

Europska građanska inicijativa za zabranu glifosata i zaštitu ljudi i okoliša od toksičnih pesticida

Svijest građana o glifosatu ilustrirana je brzinom kojom je *#StopGlyphosate* europska građanska inicijativa (EGI) ispunila uvjete da se službeno smatra uspješnom: dosegla je prag od milijun potpisa u samo šest mjeseci od pokretanja. EGI za zabranu glifosata, reformu procesa odobravanja pesticida u EU i postavljanje obveznih ciljeva za smanjenje upotrebe pesticida⁷¹ u EU službeno je predan Europskoj komisiji 3. srpnja 2017., s ukupno 1.320.517 potpisa prikupljenih iz cijele EU. Dana 12. prosinca 2017. Europska komisija odgovorila je na EGI; što se tiče prvog cilja, 'zabrane herbicida na bazi glifosata', Komisija je zaključila da nema niti znanstvene niti zakonske osnove koja bi opravdala zabranu glifosata, te neće izraditi zakonski prijedlog u tom smislu. Što se tiče drugog cilja, kako bi se "osiguralo da se znanstvena procjena pesticida za regulatorno odobrenje EU-a temelji samo na objavljenim studijama, koje naručuju nadležna javna tijela umjesto industrije pesticida", Komisija se obvezala iznijeti zakonski prijedlog svibnja 2018., za jačanje transparentnosti procjene rizika EU-a u prehrambenom lancu. Što se tiče trećeg cilja, „postaviti obvezne ciljeve smanjenja upotrebe pesticida na razini EU-a, s ciljem postizanja budućnosti bez pesticida”, Komisija je zaključila da se namjerava usredotočiti na provedbu Direktive o održivoj uporabi te će ponovno - ocijeniti situaciju, prvo u izvješću Vijeću i Parlamentu o provedbi Direktive koje će biti izrađeno 2019.⁷²

Umjesto konkretnih radnji i prijedloga za zabranu glifosata Komisija je predložila povećanje transparentnosti podataka. Nevladine organizacije izjavile su da je to "pogrešan odgovor na zahtjev EGI -ja da se odobrenja za pesticide u EU-u temelje samo na potpuno objavljenim studijama. Postojeći zakon EU već predviđa objavu studija, što je potvrdio i Europski sud pravde. EFSA je uskratila podatke suprotno ovoj presudi"⁷³. Primjedba EGI -ja da studije financira industrija, ali da ih naručuju regulatori umjesto industrije, također je odbijena.

⁷¹https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_17_5191

⁷²https://europa.eu/citizens-initiative/initiatives/details/2017/000002/ban-glyphosate-and-protect-people-and-environment-toxic-pesticides_en

⁷³ <https://www.greenpeace.org/eu-unit/issues/nature-food/759/commission-rejects-demands-of-stopglyphosate-citizens-initiative/>

Zemlje Europske unije koje rade na zabrani glifosata na nacionalnoj razini

Austrija je prva država članica koja je odlučila zabraniti glifosat. U lipnju 2019. Godine Austrija je objavila da planira zabraniti glifosat unutar godine dana. Mjera za zabranu glifosata donesena je u srpnju 2019. dok je zabrana glifosata trebala stupiti na snagu 1.1.2020. Međutim, austrijska vlada objavila je 9. prosinca 2019. da se zabrana ne može provesti u zemlji bez izlaganja pravnim sankcijama, budući da nije unaprijed obavijestila Komisiju.⁷⁴ Nakon dva neuspješna pokušaja u posljednje dvije godine da se potpuno zabrani glifosat, austrijski parlament jednoglasno je izglasao djelomičnu zabranu glifosata. Ova izmjena austrijskog zakona o pesticidima zabranjuje upotrebu glifosata na takozvanim "osjetljivim" područjima i za privatnu upotrebu. Profesionalna uporaba glifosata, uključujući većinu primjena u poljoprivredi, ostaje dopuštena.⁷⁵

Glavni grad Belgije zabranio je upotrebu glifosata na svojem geografskom području u sklopu njihove politika nulte upotrebe pesticida.⁷⁶

Češki ministar poljoprivrede Miroslav Toman rekao je da će zemlja ograničiti upotrebu glifosata počevši od 2019. Točnije, Češka je zabranila glifosat kao sredstvo za sušenje usjeva za ljudsku prehranu.

Danska uprava za radnu okolinu proglasila je glifosat kancerogenim i preporučila promjenu na manje toksične kemikalije. Aalborg, jedan od najvećih gradova u Danskoj, izdao je zabranu za privatnu upotrebu glifosata u rujnu 2017. U srpnju 2018. Danska je vlada implementirala nova pravila zabrane upotrebe glifosata na svim usjevima prije berbe/žetve kako bi se izbjegle rezidue pesticida u hrani.⁷⁷

U Francuskoj je više desetaka općina odlučilo zabraniti upotrebu glifosata na svojim površinama. Također predsjednik Macron je u prosincu 2020. Najavio da će da će vlada ponuditi financijsku pomoć poljoprivrednicima koji pristanu prestati koristiti glifosat. Francuski predsjednik rekao je u intervjuu medijima da, iako još uvijek podržava zabranu glifosata, shvaća da neće moći inicirati zabranu do 2021. U prosincu 2019. francuska agencija ANCES odlučila je da će se 36 proizvoda na bazi glifosata povući s tržišta i više neće biti dopušteni za upotrebu do kraja 2020. godine⁷⁸.

Njemačka vlada donijela je zakon u veljači 2021. za zabranu glifosata do 2024. Njemački poljoprivrednici morat će smanjiti upotrebu glifosata dok zabrana ne stupi na snagu 2024. Određene maloprodajne trgovine u Njemačkoj već su povukle herbicide na bazi glifosata poput Roundup-a s polica.⁷⁹

⁷⁴ https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/E-9-2019-004356_EN.html

⁷⁵ <https://www.fas.usda.gov/data/austria-austrian-parliament-adopts-partial-ban-glyphosate>

⁷⁶ <https://curia.europa.eu/jcms/upload/docs/application/pdf/2020-12/cp200150en.pdf>

⁷⁷ https://food.ec.europa.eu/system/files/2019-03/pesticides_sup_nap_dan_rev_en.pdf

⁷⁸ <https://www.reuters.com/article/us-france-glyphosate-idUSKBN26U0ZI>

⁷⁹ <https://www.reuters.com/article/us-germany-farming-lawmaking-idUSKBN2AA1GF>

Talijanska vlada je 2016. godine zabranila upotrebu glifosata kao tretmana prije berbe/žetve i postavila ograničenja na upotrebu glifosata na javnim površinama.⁸⁰

Luxembourg je postao prva država koje je zabranila sve proizvode koji sadrže glifosat. Zabrana je bila predviđena u 3 faze: u veljači 2020. povučeno je odobrenje za stavljanje na tržište, zalihe su se koristile do kraja lipnja iste godine a 31.12.2020 stupila bi na snagu potpuna zabrana. 22. travnja iste godine korporacija Bayer tužila je Vladu Luksemburga tvrdeći da se zabrana glifosata protivi zakonima Europske unije. Dana 15. srpnja 2022. Upravni sud poništava vladinu odluku o povlačenju odobrenja za stavljanje na tržište proizvoda koji sadrže glifosat i izjavljuje da "Luksemburg nije zakonit jednostrano uspostaviti opću zabranu". Ministar poljoprivrede najavio je da se namjerava žaliti na ovu presudu. Do okončanja ovog postupka Vlada ostavlja zabranu na snazi.⁸¹

Malta je u srpnju 2019. zabranila upotrebu glifosata na javnim površinama. Prskanje nije dopušteno između ostalog na cestama ili u blizini škola.⁸²

Nizozemska je 2015. godine zabranila svaku nekomercijalnu upotrebu glifosata.⁸³

⁸⁰<https://www.pan-europe.info/press-releases/2016/08/italy-places-important-restrictions-use-glyphosate>

⁸¹ https://justicepesticides.org/en/juridic_case/bayer-contre-gouvernement-du-luxembourg/

⁸² <https://timesofmalta.com/articles/view/weed-killer-glyphosate-to-be-banned-in-public-areas.720157>

⁸³ <https://inhabitat.com/the-netherlands-says-no-to-monsanto-bans-roundup-herbicide/>

ALTERNATIVE UPOTREBI GLIFOSATA

Suzbijanje korova bez pesticida

Direktiva Europske unije (Direktiva 2009/128/EZ)⁸⁴ obvezuje države članice da potiču razvoj i uvođenje integrirane zaštite bilja. Također države su obvezne odlučiti koje će od ovih instrumenata i alata od poljoprivrednika tražiti da primjenjuju kao obavezna (tzv. Opća načela integrirane zaštite bilja), a koja će od poljoprivrednika tražiti da primjenjuju na dobrovoljnoj

DIREKTIVA EUROPSE UNIJE (DIREKTIVA 2009/128/EZ) JASNO NAVODI
ODRŽIVU UPOTREBU PESTICIDA:



Države članice će poduzeti sve potrebne mjere za promicanje suzbijanja štetnika s malim unosom pesticida, dajući gdje god je to moguće prednost nekemijskim metodama, tako da profesionalni korisnici pesticida prijeđu na metode i proizvode s najmanjim rizikom za ljudsko zdravlje i okoliš među onima koji su dostupni.

osnovi (načela specifična za usjeve).

Srž održivog upravljanja korovom je integracija širokog spektra različitih metoda za upravljanje korovom, od kojih je svaka prilagođena vrsti korova i vrsti usjeva i obično se primjenjuje u kombinaciji, u određeno vrijeme tijekom životnog ciklusa usjeva. Ovaj pristup je osnova integrirane zaštite bilja, gdje se tehnike kao što su rotacije, mehaničko uklanjanje korova, biološka kontrola i aktivno praćenje koriste za postizanje optimalnog upravljanja korovom i zdravih, kvalitetnih usjeva s dobrim prinosima. Sustav svih dostupnih tehnika može se promatrati kao piramida, gdje svaki sloj daje popis metoda koje se mogu primijeniti za suzbijanje korova, a gdje se kemijska kontrola koristi samo kao posljednje sredstvo samo ako su sve druge metode bile neuspješne. Ovo se često naziva i pristupom "mnogo malih čekića"⁸⁵. To pomaže u stvaranju sustava veće bioraznolikosti u kojem je omogućeno funkcioniranje korisnih procesa ekosustava. Iako su sintetski herbicidi dio Integrirane zaštite bilja (pristupa/piramide) i upravljanja korovom, njihova uporaba nije obuhvaćena ovim izvješćem jer je fokus na neherbicidnom upravljanju korovom.

⁸⁴ IBMA, IOBC, PAN Europe 2019., Integrated pest management- Working with nature

⁸⁵ Liebman, M., and Gallandt, E.R. (1997) Many little hammers: ecological management of crop-weed interactions. In: Jackson, L.E. (Ed.): Ecology in agriculture, Academic Press, San Diego, USA, 291–343.

Prakse upravljanja korovom mogu se podijeliti u četiri dijela:

- preventivne agronomske prakse
- monitoring – promatranje i identifikacija korova, procjena potencijalne vrijednosti ili štetnosti;
- fizička kontrola;
- biološka kontrola.



Slika 2 Piramida integriranog upravljanja korovom: izgradnja od dna prema vrhu ,PAN Europe

Od vitalne je važnosti integrirati što više metoda u nekemijsko suzbijanje korova jer je jedna metoda rijetko dovoljna za suzbijanje svih korova u svakom trenutku u svim usjevima. Doista, čak i kod borbe protiv korova temeljene na herbicidima, potreban je niz različitih vrsta herbicidnih pripravaka kako bi se postiglo zadovoljavajuće upravljanje korovom na površini.

Temelj piramide upravljanja korovom su preventivne mjere, tipično na razini sustava ili tehnike cijele farme kao što su rotacije, posebno one koje uključuju i uzgoj usjeva i stoke. Dobre higijenske prakse, na primjer, osiguravaju da oprema za žetvu ne širi sjeme korova s jednog polja ili farme na drugo. Slijedi praćenje - obilazak polja kako bi se utvrdilo koji je korov prisutan. Znanje i iskustvo potrebno za donošenje odluka jesu li potrebne i koje radnje za suzbijanje korova. Ove odluke mogu biti potkrijepljene alatima kao što su modeliranje i predviđanje te dobrim vođenjem evidencije. Na temelju pouzdanih informacija, proizvođač može odlučiti koje su fizičke i biološke intervencije za suzbijanje korova potrebne, a tek kada su te mogućnosti iscrpljene, treba razmotriti kemijsku kontrolu, posebno sa sintetičkim herbicidima.

Projekt IWMPRAISE (*Integrated Weed Management: Practical Implementation and Solutions for Europe*) sastoji se od 37 partnera iz osam različitih europskih zemalja i uključuje 11 vodećih sveučilišta i istraživačkih instituta u području upravljanja korovom, 14 tvrtki i industrijskih partnera, 12 savjetodavnih službi i udruženja krajnjih korisnika⁸⁶.

Razvili su sustav pod nazivom “Integrirana zaštita bilja” - IPM (*Integrated Weed Management IWM*) okvir koji se sastoji od pet stupova:

- raznoliki sustavi uzgoja usjeva;
- izbor i uspostavljanje kultivara;
- upravljanje poljima i tlom;
- izravna kontrola;
- praćenje i procjena

⁸⁶ Riemens, M., Sønderskov, M., Moonen, A.-C., Storkey, J., and Kudsk, P. (2022) An integrated weed management framework: A pan-European perspective. *Eur. J. Agron.* 133:126443.



Slika 3 Okvir za planiranje i dizajn holističkih strategija IWM-a koje zahtijevaju kombinacije pojedinačnih alata upravljanja odabranih na odgovarajući način iz svakog od pet stupova IWM-a.

IWM okvir također je dizajniran da bude dio sustava "Integrirane zaštite bilja", tako da upravljanje korovom nije izolirano od ostalih komponenti poljoprivrednog sustava, kao što su upravljanje hranjivim tvarima, štetočinama i bolestima, tako da su svi aspekti upravljanja usjevima biti potpuno integriran, tj. biti dio agroekološkog pristupa.

Riemens, M., Sønderskov, M., Moonen, A.-C., Storkey, J., and Kudsk, P. (2022) An integrated weed management framework: A pan-European perspective. *Eur. J. Agron.* 133:126443.

Plodored

Jedan od najstarijih i najučinkovitijih načina kontrole korova. Neposredno prije početka ere herbicida, Clyde E. Leighty je u Godišnjaku poljoprivrede iz 1938. napisao: „Plodored... najučinkovitije je sredstvo koje je dosad osmišljeno za očuvanje zemlje čistom od korova. Niti jedna druga metoda kontrole korova, mehanička, kemijska ili biološka, nije tako ekonomična niti tako laka za prakticiranje kao dobro organiziran slijed obrade tla i usjeva.” Međutim, prednosti rotacije mnogo su šire od upravljanja korovom.⁸⁷ Još su vrjednije za upravljanje štetnicima i bolestima, posebice štetnicima i bolestima koje se prenose tlom. One su također vitalne za održavanje kvalitete tla.

Pomoćni usjevi (pokrovni usjevi)

Pomoćni usjevi, koji se također nazivaju nenovčanim usjevima i pokrovnim usjevima, uzgajaju se za druge koristi osim izravne novčane dobiti. Pomoćni usjevi koji uključuju vrste koje vežu dušik nazivaju se zelena gnojidba. Mnogo je razloga za uzgoj pomoćnih usjeva. Jedan od glavnih razloga je povećanje zdravlja tla i organske tvari, što povećava zadržavanje i dostupnost hranjivih tvari za sljedeće usjeve. Suzbijanje korova još je jedan ključni razlog za uzgoj pomoćnih usjeva.



Slika 4. Taktike suzbijanja korova različitim fazama životnog ciklusa (Riemens i sur., 2022)

⁸⁷ Snapp, S.S., Swinton, S.M., Labarta, R., Mutch, D., Black, J.R., Leep, R., Nyiraneza, J., and O'Neil, K. (2005) Evaluating cover crops for benefits, costs and performance within cropping system niches, *Agron. J.* 97(1):322–332.

Međusjeveri i podusjeveri

Uzgoj između usjevera, također poznat kao polikultura, mješoviti usjev ili kokultivacija, metoda je koja uključuje uzgoj dviju ili više biljaka istovremeno na istom polju tako da svojstva svake biljke olakšavaju rast one druge. Prednosti međusjevera uključuju opskrbu mahunarki dušikom neleguminoza u smjesi, suzbijanje klijanja i rasta korova, suzbijanje insekata i biljnih bolesti te sveukupno povećanje produktivnosti. Suzbijanje klijanja korova obično je posljedica zasjenjivanja tla lišćem usjevera, ali može biti i kroz alelopatiju, gdje usjev ispušta alelokemikalije koje izravno inhibiraju klijanje sjemena. Potiskivanje rasta korova može biti posljedica nadzemne konkurencije za svjetlo i podzemne konkurencije za vodu i hranjive tvari, kao i alelopatije i složenijih interakcija, poput onih koje uključuju mikorizne gljive.⁸⁸

“False and stale seedbeds” tehnike

Praksa upravljanja korovom u kojoj se sjemenkama korova neposredno ispod površine tla dopušta da prokljaju, a zatim se uništavaju prije sadnje usjevera za prodaju, uz minimalne intervencije u tlo.

“False and stale seedbeds” tehnike dvije su povezane tehnike temeljene na tri principa⁸⁹. Prvo, oko 90% banke sjemena korova miruje u bilo kojem trenutku ali 10% sjemenki koje nisu u mirovanju na vrhu profila tla brzo će prokljati pod pravim uvjetima. Drugo, obrada tla/kultivacija je najučinkovitiji način za poticanje klijanja sjemena korova kroz širok raspon čimbenika uključujući povećanje količine kisika i nitrata, povećanje temperature i dnevne temperaturne varijacije, kao i eliminiranje lišća koje zasjenjuje tlo. Treće, i najvažnije, većina sjemenki korova usjevera može izniknuti samo iz gornjih pet centimetara tla, obično gornja dva centimetra. Ako je sjeme dublje, njegove rezerve energije i hranjivih tvari potroše se prije nego što dospiju na površinu tla.

Uređaji za plijevljenje u usjevu

Zahvaljujući ekološkoj poljoprivredi koja je 1960-ih zabranila upotrebu sintetičkih herbicida (i drugih pesticida), sada postoji širok raspon strojeva i alata za uklanjanje korova. Dostupni su svim poljoprivrednicima i uzgajivačima za upravljanje korovom. Kao što herbicidi imaju različite “mehanizme djelovanja”, tako je i sa strojevima za plijevljenje. Razumijevanje različitih načina djelovanja različitih vrsta i što oni mogu, a što ne mogu, omogućuje poljoprivrednicima i uzgajivačima da identificiraju one strojeve koji najbolje odgovaraju njihovim potrebama. Osim toga, poput herbicida, jedan stroj ne može učiniti sve, stoga je ključan integrirani pristup u obliku niza različitih mjera.

⁸⁸ Hirst, K.K. (2017) Mixed cropping. Updated: 16th November 2019, <https://www.thoughtco.com/mixed-cropping-history-171201>.

⁸⁹ Merfield, C.N. (2015) False and stale seedbeds: The most effective non-chemical weed management tools for cropping and pasture establishment. The BHU Future Farming Centre - The FFC Bulletin, 2015-V4, Lincoln, New Zealand, <http://www.bhu.org.nz/future-farming-centre/information/bulletin/2015-v4/false-and-stale-seedbeds-the-most-effective-non-chemical-weed-management-tools-for-cropping-and-pasture-establishment>.

Elektrotermički uređaji za plijevljenje – izravna zamjena za glifosat

Elektrotermički uređaji za uklanjanje korova tehnologija su "povratka u budućnost" koja je izumljena kasnih 1800-ih⁹⁰. Međutim, tek u posljednjem desetljeću razvijeni su komercijalni strojevi, dijelom zbog sve većih problema s herbicidima. Elektrotermički uređaji za uklanjanje korova rade primjenom visokonaponske struje na lišće biljaka, koja zatim odmah putuje niz stabljiku, u korijenje i van u tlo. Struja zagrijava vodu unutar biljke do točke vrenja pretvarajući je u paru, što uzrokuje pucanje stanica, trenutno ubijajući biljku. To znači da elektrotermalno uklanjanje korova ima sistemski način djelovanja, poput glifosata, koji se također nanosi na lišće i prenosi niz stabljiku u korijenje. Elektrotermalno uklanjanje korova također ima širi spektar od glifosata, jer će elektrotermalno uklanjanje korova ubiti sve biljke, dok glifosat ubija samo vaskularne biljke. Mnoge biljne vrste također su prirodno otporne na glifosat (tj. glifosat ih nikada nije učinkovito ubio) i sada postoji gotovo 60 biljnih vrsta s razvijenom otpornošću na glifosat.⁹¹ Elektrotermalno uklanjanje korova uništiti će sve te biljke koje su tolerantne i otporne na glifosat. Ograničenje elektrotermalnog uklanjanja korova je to što električna energija ne dopire do svih korijenskih sustava, tako da, ako biljke mogu ponovno izrasti iz neoštećenog korijenja ili drugih podzemnih dijelova, biljke bi mogle preživjeti. Tada će biti potrebno ponoviti tretmane. Općenito, samo nekoliko višegodišnjih biljaka može ponovno izrasti iz podzemnih organa; vrlo malo jednogodišnjih biljaka može preživjeti bilo usjev ili korov. To znači da u mnogim poljoprivrednim sustavima elektrotermički uređaji za uklanjanje korova mogu biti izravna zamjena za glifosat, ali i mnoge druge herbicide. Uz sve veći raspon primjena i sve veću količinu iskustva iz stvarnog svijeta, elektrotermalno uklanjanje korova pokazalo se revolucionarnom tehnologijom i izravnom zamjenom za glifosat i mnoge druge herbicide.

Ovaj potencijal potiče sve veći raspon istraživanja elektrotermalnog uklanjanja korova, uključujući dramatična smanjenja energije potrebne za uništavanje korova. Nedavna istraživanja pokazala su da je moguće uništiti biljke sa samo nekoliko džula energije, što znači da bi **elektrotermalno uklanjanje korova koristilo daleko manje energije od herbicida** ako se može koristiti na većim površinama.⁹²

⁹⁰ Diprose, M.F. and Benson, F.A. (1984) Electrical methods of killing plants, *J. Agric. Eng. Res.* **30**:197–209.

⁹¹ Heap, I. (2022) The International Herbicide-Resistant Weed Database. Retrieved: 12th January 2023, www.weedscience.org.

⁹² Bloomer, D.J., Harrington, K.C., Ghanizadeh, H., and James, T.K. (2022) Micro electric shocks control broadleaved and grass weeds. *Agronomy* **12**(9):2039.

Termičko uklanjanje korova

Termičko uklanjanje korova odnosi se na tehnologije upravljanja korovima koje koriste toplinu ili hladnoću za suzbijanje korova. Isprobani su gotovo svi zamislivi načini termalnog uklanjanja korova, uključujući mikrovalove, tekući dušik, pahulje ugljičnog dioksida, fokusiranu sunčevu svjetlost, itd., ali jedini koji su se pokazali praktičnim, sigurnim i ekonomičnim su plamen, para i elektrotermalni. Uobičajena zabluda kod plijevljenja plamenom je da se biljke moraju spaliti. Pravi cilj je da voda unutar biljnih stanica pređe u paru koja uzrokuje potpuno uništenje biljnih tkiva.

Jedan od ključnih problema u vezi s korištenjem plamena i pare je velika količina fosilnih goriva koja se koriste, uglavnom ukapljeni naftni plin i propan, što je u doba klimatskih promjena nedopustivo.⁹³ Prvo, zbog visoke cijene i nižeg radnog učinka, uporaba plamena i pare ograničena je na usjeve visoke vrijednosti, kao što su povrće i trajnice, tako da se ne koristi široko, dapače, to je visoko specijalizirana tehnika, koja se općenito koristi samo kada nema drugih opcija. A zamjenom ukapljenog naftnog plina bioplinom (metanom) iz anaerobnih digestora koji rade na ostacima usjeva proizvedenim na farmi i životinjskom gnojivu u potpunosti bi se izbjeglo korištenje fosilnih goriva. Uobičajeni problem kod plijevljenja plamenom i parom je štetno djelovanje na biologiju tla. Zbog ogromne toplinske mase tla, strojevi mogu samo povišati temperaturu gornjih nekoliko milimetara tla za nekoliko desetaka stupnjeva na minutu ili dvije. Sunčevo zračenje za vrućeg dana zagrijava tlo na mnogo višu temperaturu, na mnogo veću dubinu i mnogo dulje, pa je mnogo štetnije za biologiju tla. Ostale poljoprivredne aktivnosti, kao što je kultivacija/obrada tla, uzrokuju mnogo veću štetu biologiji tla nego što bi plamen i parno plijevljenje ikada mogli.

⁹³ Bond, W., Turner, R.J., and Grundy, A.C. (2003) A review of non-chemical weed management. Coventry: Henry Doubleday Research Association and Research International, https://www.agricology.co.uk/sites/default/files/updated_review.pdf.



Slika 5 Elektrotermički uređaji za plijevljenje Izvor: PAN Europe,2023



Slika 6 Drljača s opružnim zupcima Izvor: PAN Europe,2023

Pokrivanje ili malčiranje tla

Pokrivanje ili malčiranje tla biološkim ili sintetičkim materijalima specijalizirana je tehnika ograničena na nekoliko povrtnih kultura te u parkovima i vrtovima. Biološki materijali za malčiranje uključuju iverje drveta/kore, kompost, otpad od lišća i druge materijale s visokim udjelom ugljika. Većina komercijalnih pokrivača izrađena je od plastike, uglavnom polietilena, ali postoji sve veći broj dostupnih papira i drugih biorazgradivih proizvoda. Malč djeluje tako da stvaraj fizičku prepreku za korov i obično sprečavaju prodor svjetlosti pa ubija korov sprječavajući njihovu fotosintezu. Plastični pokrivači moraju se zbrinuti nakon što se prestanu koristiti, ali budući da su onečišćeni tlom i biljnim materijalom, mnogi ih objekti za recikliranje plastike neće prihvatiti.⁹⁴ Osim toga, zbog sve većeg broja dokaza o šteti koju uzrokuje mikroplastika, potrebno je ponovno razmotriti upotrebu plastike za pokrivače⁹⁵⁹⁶⁹⁷. Ključni problem s biološkim malčem jest da se razgrađuje pa ga je potrebno stalno nadopunjavati, a zbog velikih potrebnih količina mogu prekomjerno povisiti razine hranjivih tvari u tlu, uzrokujući daljnje probleme kao što je onečišćenje vodotoka hranjivim tvarima.⁹⁸

Suzbijanje korova od strane stoke

Ispaša je tradicionalna i vrlo vrijedna metoda za biološko suzbijanje korova. Dok se korištenje životinja za suzbijanje korova još uvijek široko prakticira u manje intenzivnim i tradicionalnim poljoprivrednim sustavima, njegova se vrijednost izgubila u intenzivnim i specijaliziranim poljoprivrednim sustavima većih razmjera. Međutim, sa smanjenjem herbicida, korištenje stoke u ovim sustavima ponovno dobiva na važnosti. Regenerativna poljoprivreda smatra se izvrsnim održivim modelom uzgoja hrane i sirovina. Štoviše, sustavi mješovitog ratarsko-stočarskog uzgoja (naspram regionalne specijalizacije) imaju i druge prednosti osim kontrole korova, kao što su diverzifikacija prihoda i ruralnih gospodarstava, gnojidba iz životinjskog izmeta, zatvaranje ciklusa hranjivih tvari. Može se koristiti bilo koja domaća stoka, npr. goveda, koze, ovce, konji, perad, itd.⁹⁹ Najvažnija upotreba stoke za suzbijanje korova je dio mješovite rotacije pašnjaka i usjeva.

⁹⁴ Ngouajio, M., Auras, R., Fernandez, R.T., Rubino, M., Counts, J.W., and Kijchavengkul, T. (2008) Field performance of aliphatic-aromatic copolyester biodegradable mulch films in a fresh market tomato production system, *HortTechnology* 18(4):605–610.

⁹⁵ Zhu, F., Zhu, C., Wang, C., and Gu, C. (2019) Occurrence and ecological impacts of microplastics in soil systems: A review, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 102(6):741–749.

⁹⁶ Qi, R., Jones, D.L., Li, Z., Liu, Q., and Yan, C. (2020) Behavior of microplastics and plastic film residues in the soil environment: A critical review, *Sci. Total Environ.* 703:134722.

⁹⁷ Xu, B., Liu, F., Cryder, Z., Huang, D., Lu, Z., He, Y., Wang, H., Lu, Z., Brookes, P.C., Tang, C., Gan, J., and Xu, J. (2020) Microplastics in the soil environment: Occurrence, risks, interactions and fate – A review, *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 50(21):2175–2222.

⁹⁸ Miles, C., Klingler, E., Nelson, L., Smith, T., and Cross, C. (2013) Alternatives to plastic mulch in vegetable production systems, *HortScience: a publication of the American Society for Horticultural Science* 42:899–900.

⁹⁹ Popay, I. and Field, R. (1996) Grazing animals as weed control agents, *Weed Technol.* 10(1):217–231.



Slika 7 Ovce na ispaši u vinogradima sa zaštitnom mrežom Izvor: PAN Europe, 2023.

Certificirani ekološki herbicidi

Certificirani ekološki herbicidi izrađeni su od sastojaka ekstrahiranih izravno iz biljaka, životinja ili mikrobnom sintezom, npr. octa, za razliku od sintetske proizvodnje. Isproban je niz materijala za ekološke herbicide uključujući biljna ulja kao što su bor, čempres, cedar, manuka, eukaliptus, crvena djetelina, klinčić, limunska trava, cimet, metvica, ružmarin i kadulja. Alelopatska brašna od sjemenki kukuruza i gorušice (mljevene žitarice/sjemenke), masne kiseline dobivene iz biljnih ulja uključujući ulja bora, kokosa i uljane repice, kao i koncentrirane organske kiseline uključujući octenu kiselinu, amonijev nonanoat (pelargonsku kiselinu) i limunsku kiselinu također se koriste. Budući da su dobiveni iz bioloških izvora, biorazgradivi su i ne ostavljaju ostatke. Međutim, oni su opći biocidi pa ne ubijaju samo korov, a mogu utjecati i na ne ciljane vrste, uključujući biologiju tla. Stoga bi se ekološki herbicidi trebali koristiti kao posljednje, a ne prvo sredstvo. Unatoč tome, postoji potreba za dodatnim istraživanjem kako bi se ubrzao razvoj i implementacija učinkovitih ekoloških herbicida koji su sigurni za okoliš i koji pomažu proizvođačima zadovoljiti sve veću potražnju potrošača za ekološkim proizvodima.

Ekonomika prestanka uporabe glifosata

Industrija pesticida i mnoge poljoprivredne organizacije diljem EU-a tvrde da će odustajanje od glifosata i drugih herbicida imati katastrofalne posljedice za poljoprivredni sektor EU jer nemaju alternative. Prethodna poglavlja pokazuju da postoje mnoge vrlo učinkovite alternative herbicidima uključujući glifosat. U ovom odjeljku razmatramo ekonomske troškove poljoprivrednog modela koji se temelji na upotrebi glifosatnih herbicida zamijenjenih nekemijskim sredstvima. Osim dokaza koje je iznijela industrija pesticida, čija je kvaliteta i nepristranost dovedena u pitanje¹⁰⁰, dvije nedavne studije pružaju uvid u troškove napuštanja glifosata:

- studija koju su proveli Böcker et al., (2017.)¹⁰¹ o „Modeliranju učinka zabrane glifosata na upravljanje korovom u proizvodnji kukuruza” razvija bioekonomski model koji se bavi zamjenom glifosata koji se koristi u primjenama prije sjetve mehaničkim sredstvima, dok zamjenu upotrebe glifosata nakon sjetve drugim herbicidima. Izvješće zaključuje: “Smatramo da zabrana glifosata ima samo male učinke na prihod. Naši rezultati pokazuju da se selektivni herbicidi ne koriste na višim razinama, već je glifosat zamijenjen mehaničkim postupcima koji dovode do veće potražnje za radnom snagom. Lagano smanjenje prinosa zbog manje intenzivnih predstjetvenih strategija pokazalo se isplativijim od održavanja trenutne razine prinosa”;
- studija Antichi et al., (2022.)¹⁰² zaključuje: “Ova studija, po prvi put, pokazuje da ciljani vremenski raspored dlakave grahorice u suncokretu bez obrade može rezultirati jednakim agronomskim i ekonomskim rezultatima kao dodatak glifosata”. Niti jedna od studija ne opisuje bilo kakav katastrofalan učinak na poljoprivredu EU-a, ali naglašavaju da će to uključivati prijelaz na agronomске i fizičke metode što može povećati opterećenje radne snage na poljima. Studija Instituta Julius Kühn¹⁰³ zanimljiva je jer procjenjuje da su dodatni proizvodni troškovi po hektaru za njemačke poljoprivrednike zbog prestanka primjene glifosata (i drugih herbicida):
 - jedno mehaničko tretiranje korova košta: 45,70 €/ha; i jedna mjera obrade tla: 24,11 €/ha,
 - strništa i predstjetveni tretmani: 0 do 37 €/ha, dok
 - skupo sušenje žetve kako bi se zamijenila praksa sušenja herbicidom glifosatom (u kombinaciji sa zamjenskim tretmanom strništa i/ili predstjetvenim tretmanom) u prosjeku će dovesti do dodatnih troškova od oko 50 do 100 €/ha.

¹⁰⁰ PAN Europe je upoznat s izvješćem Europske udruge za zaštitu bilja „Pesticidi: sa ili bez” kao i izvješćem Oxford Economicsa [<https://croplifeeurope.eu/wp-content/uploads/2021/09/Oxford-Economics-Project-Presentation-final-results.pdf>], ali napominje da se nalazi u tim izvješćima temelje na dva kontroverzna izvješća koja su objavili industrijski lobiji prije deset godina: Andersonovo izvješće (2015., <https://www.nfuonline.com/archive?treeid=37178>) i Humboldtovo izvješće (2013). PAN Europe je već pokazao da je Humboldtovo izvješće napravljeno na netočnim pretpostavkama: <http://www.pan-europe.info/sites/pan-europe.info/files/public/resources/briefings/pan-europe-opinion-on-humboldt-izvješće-2013.pdf>

¹⁰¹ Böcker, T., Britz, W., and Finger, R. (2017) Modelling the effects of a glyphosate ban on weed management in maize production,

http://ageconsearch.umn.edu/record/261982/files/Boecker_109.pdf

¹⁰² Antichi, D., Carlesi, S., Mazzoncini, M., and Bàrberi, P. (2022) Targeted timing of hairy vetch cover crop termination with roller crimper can eliminate glyphosate requirements in no-till sunflower, *Agron. Sustain. Dev.* 42:87.

¹⁰³ Kehlenbeck, H., Saltzmann, J., Schwarz, J., Zwirger, P. and Nordmeyer, H., 2016. Economic assessment of alternatives for glyphosate application in arable farming. *Julius-Kühn-Archiv*, (452), p.279.

Dr. Lorenzo Furlan (Veneto Agricoltura, Italija) navodi da se većina herbicida može zamijeniti nekemijskim metodama i da su dostupni različiti strojevi za zamjenu većine herbicida. Ovo nije "pusta želja": mnoga desetljeća ekološkog uzgoja koji ne koristi herbicide pokazuju da je potpuno moguće uzgajati bez glifosata i drugih herbicida¹⁰⁴. Prema Jesperu Lundu Larsenu¹⁰⁵, službeniku za zdravlje i okoliš u danskom radničkom sindikatu 3F, neke dobre alternativne metode i tehnike znače da su troškovi rada potrebni za prijelaz na dva sustava navedena u gornjim modelima relativno mali. U ekonomskim izračunima koje rade proizvođači, postoje troškovi zakonskih zahtjeva za radnike koji koriste pesticide, kao što su pristup tuševima i korištenje zaštitne opreme (čišćenje, zamjena, obuka itd.), koji moraju biti uključeni u ukupne troškove. Međutim, u takvim izračunima troškova, eksterni troškovi herbicida, kao što su zdravstveni učinci pesticida na radnike i prolaznike, kao i onečišćenje vodnih resursa koje rezultira štetama za okoliš, često su izostavljeni iz analiza troškova i koristi.

Dostupna rješenja:

- Sve veći interes za poljoprivredu s malim utjecajem, posebice ekološku, rezultirao je dostupnošću širokog raspona opreme za plijevljenje. Na primjer, mnogi proizvođači voćnjaka i grožđa koriste male alate za uklanjanje korova ispod loze/drвета, koji se često proizvode lokalno.
- Zadruga kao vlasnici strojeva što omogućuje većem broju poljoprivrednika da koristi iste kao dobar način raspodjele troškova. Također, korištenje izvođača za specifične zadatke gdje se strojevi ne koriste tako često. Fleksibilno upravljanje je ključ, a ti poljoprivrednici ne moraju snositi sve troškove kupnje novih strojeva.

javne subvencije za opremu za nekemijsko plijevljenje stavljene na raspolaganje i trebale bi ih iskoristiti nacionalne i regionalne uprave kao i promovirati poljoprivrednicima od strane savjetodavne službe.

CAP (Zajednička poljoprivredna politika) EU-a već ima odredbe u drugom stupu koje prate poljoprivrednike pri prijelazu na sustave niskih inputa. Osim toga, prelazak na nekemijsko upravljanje korovom zahtijevat će od poljoprivrednika ponovno učenje nekih vještina svojih prethodnika iz ere prije herbicida. To uključuje upravljanje farmom kao cjelovitim sustavom, korištenjem mnogih malih čekića i piramidalnih pristupa suzbijanju korova. Svaka ekonomska procjena također mora uzeti u obzir druge prednosti prijelaza: budući da je sustav niskog unosa temeljen na alternativama sintetskim pesticidima s vremenom gradi funkcionalnu bioraznolikost, povećava otpornost farme ne samo na druge štetočine, već i na klimatske fluktuacije i omogućuje smanjenje izdataka za skupe herbicide i druge inpute.¹⁰⁶

Troškovi nedjelovanja su golemi, tako da oni "uvelike nadmašuju troškove povezane s tranzicijom" kako je nedavno spomenula Europska komisija u svom radnom dokumentu o pokretačima sigurnosti hrane¹⁰⁷. Oni ilustriraju da pridržavanje modela koji nastavlja degradirati tlo (koji EU košta 50 milijardi eura godišnje), nastavlja urušavati usluge ekosustava (vrijedne stotine milijardi eura, a usluge ekosustava čine 21% ukupne vrijednosti prinosa), koje poljoprivrednike čini ranjivima na sve ekstremnije i promjenjive klimatske varijacije moraju se uzeti u obzir. Zbog prirode alternativnih praksi za suzbijanje korova i štetočina koje se temelje na agroekologiji ili su kompatibilne s njom, njihovo usvajanje također će pomoći u značajnom smanjenju ozbiljnosti klimatskih utjecaja na poljoprivredni sustav, dakle i troškova klimatskih poremećaja uključujući gubitak prinosa, tako da postoji ukupna ekonomska korist na razini farme u tranziciji.

¹⁰⁴ <https://www.venetoagricoltura.org/wp-content/uploads/2019/06/Conservation-Agriculture-150-ppi.pdf>

¹⁰⁵ Interna komunikacija s PAN Europe 2017.

¹⁰⁶ <http://www.pan-europe.info/sites/pan-europe.info/files/public/resources/briefings/innovation-and-resource-efficiency-1.pdf>

¹⁰⁷ European Commission: Drivers of food security, 04.01.2023 SWD(2023) 4 final, pgs 10-11, 31, 38-40, 68

Drugo važno razmatranje je oprašivanje, koje se smanjuje u mnogim sustavima s negativnim utjecajem na prinose; oprašivači pridonose više od 14 milijardi eura godišnje tržišnoj vrijednosti usjeva u EU-u. Usvajanje alternativnih praksi koje ne utječu negativno na oprašivače, a posebno omogućavaju izvore hrane za njih, optimiziralo bi oprašivanje usjeva kukcima, pomoglo u osiguravanju prinosa i tako pridonijelo kompenzaciji troškova prijelaza. **Na kraju, kada se uzmu u obzir stvarni troškovi pesticida za društvo koji su nedavno procijenjeni u nekoliko izvješća¹⁰⁸, usvajanje alternativnih praksi može se smatrati dobitkom za sve.**

¹⁰⁸ https://www.foodwatch.org/fileadmin/-INT/pesticides/2022-06-30_Pesticides_Report_foodwatch.pdf
<https://lebasic.com/en/pesticides-a-model-thats-costing-us-dearly/>

ZAKLJUČAK

Ovo izvješće pokazuje da, kombiniranjem i integracijom širokog spektra nekemijskih metoda upravljanja korovom (npr. preventivnih i mehaničkih) s poznavanjem bioloških i ekoloških karakteristika korova i usjeva, današnji poljoprivrednici i uzgajivači mogu uspješno upravljati korovom bez uporabe herbicida, uz održavanje dobrih prinosa, sprječavanje razvoja otpornosti na herbicide, zaštitu bioraznolikosti tla, smanjenje erozije i smanjenje emisija stakleničkih plinova.

Nekemijsko upravljanje korovom ima svoje izazove pri prijelazu na agroekologiju, ali ekološki poljoprivrednici i uzgajivači jasno su pokazali da se oni mogu prevladati. U usporedbi s herbicidima kod kojih od 1980-ih nisu otkriveni novi načini djelovanja, nekemijski alati i tehnike za suzbijanje korova nastavljaju se širiti, nudeći proizvođačima sve više i više mogućnosti.

Nadalje, rezultati znanstvenih istraživanja moraju se učinkovito prezentirati poljoprivrednicima putem partnerstava, savjetodavnih usluga na farmama i međusobnog učenja. Na mnogo načina, farmeri i uzgajivači predvode promjenu i prelaze na održivije, nekemijske sustave upravljanja korovom, unatoč nedostatku potpore ili čak suočeni s ismijavanjem nekih vlada i znanstvenika, pri čemu je organska poljoprivreda najjasniji primjer istoga. Stoga je krajnje vrijeme da donositelji odluka i čelnici na razini EU-a i država članica osiguraju financijsku potporu potrebnu poljoprivrednicima i uzgajivačima za prijelaz na sustave održive poljoprivrede, uključujući prelazak na nekemijsko upravljanje korovom i prestanak uporabe herbicida i pesticida. Sredstva ZPP-a posebno bi trebala biti usmjerena na potporu poljoprivrednicima u ovoj tranziciji, kako u smislu podrške znanju tako i pokrivanjem njihovih financijskih rizika kada se poduzimaju mjere za smanjenje pesticida.

Za uspješan prijelaz na održive načine zaštite bilja, potreban je koordinirani pristup na više razina, gdje su poljoprivrednici, distributeri, kreatori politike, građani i potrošači jednako informirani o negativnom učinku uporabe herbicida i dostupnih alternativa, te je usvajanjem dugoročne vizije potrebno raditi u sinergiji sa svim dionicima ovog procesa, na postupnom ukidanju korištenje ovih štetnih kemikalija u poljoprivredi.

Ne krećemo od nule: već postoje znanje i alati za zamjenu herbicida. Određeni broj poljoprivrednika već ih primjenjuje, dok ZPP već predviđa potporu za eko-programe, agro-okolišne mjere, bespovratna sredstva i osiguranje za pokrivanje dodatnih troškova alternativnih pristupa i investicijske potpore za potrebne mehaničke alate. Istraživanje za razvoj kombiniranih pristupa integriranoj zaštiti bilja, za razvoj specifičnijih strojeva za suzbijanje korova i za prikupljanje dokaza o uspjehu, kontinuirano se događa unutar programa istraživanja i inovacija EU-a. Učinkovito nekemijsko upravljanje korovom nemoguće je jedino u slučaju ako ne razumijete korove/biljke i njihovu interakciju s okolinom.

Zaključno, moguć je prijelaz na sustave manjeg utjecaja i manje oslanjanje na herbicide na bazi glifosata: ne samo zamjenom glifosata mehaničkim sredstvima ili drugim manje štetnim herbicidima, već i ponovnim otkrivanjem ciklusa i tehnika ekološkog uzgoja te radom s prirodom. Ključ je slijediti vodeća načela pristupa „Piramide integrirane zaštite bilja“ (ilustrirano na slici 2) i na taj način primijeniti sve aspekte integrirane zaštite bilja kako je spomenuto u poglavlju. Međutim, ako želimo vidjeti da obećanje Europskog zelenog plana o smanjenju upotrebe pesticida od 50% postaje stvarnost, kako bi se spriječili najgori učinci na bioraznolikost i kolaps ekosustava,

novi ZPP treba koristiti pametno. Financiranje i naponi moraju se preusmjeriti u skladu s prijedlogom Uredbe o održivoj uporabi pesticida, kako bi se omogućilo puno veće prihvaćanje integrirane zaštite bilja i potaknulo korištenje nekemijskih alternativa.

Literatura

- Antichi, D., Carlesi, S., Mazzoncini, M., and Bàrberi, P. (2022) Targeted timing of hairy vetch cover crop termination with roller crimper can eliminate glyphosate requirements in no-till sunflower, *Agron. Sustain. Dev.* 42:87.
- Antier, C., Andersson, R., Auskalmienė, O., Barić, K., Baret, P., Besenhofer, G., Calha, I., Carrola Dos Santos, S., De Cauwer, B., Chachalis, D., Dorner, Z., Follak, S., Forristal, D., Gaskov, S., Gonzalez Andujar, J. L., Hull, R., Jalli, H., Kierzek, R., & al. (2020) A survey on the uses of glyphosate in European countries. INRAE. <https://doi.org/10.15454/A30K-D531>
- Astiz M, de Alaniz, MJ, Marra CA. 2009b. The impact of simultaneous intoxication with agrochemicals on the antioxidant defense system in rat. *Pestic Biochem Physiol* 94:93-99.
- Avigliano L, Alvarez N, Loughlin CM, Rodriquez EM. 2014. Effects of glyphosate on egg incubation, larvae hatching, and ovarian rematuration in the estuarine crab, *Neohelice granulata*. *Environ Toxicol Chem* 33(8):1879-84.
- Bloomer, D.J., Harrington, K.C., Ghanizadeh, H., and James, T.K. (2022) Micro electric shocks control broadleaved and grass weeds. *Agronomy* 12(9):2039.
- Böcker, T., Britz, W., and Finger, R. (2017) Modelling the effects of a glyphosate ban on weed management in maize production, http://ageconsearch.umn.edu/record/261982/files/Boecker_109.pdf
- Bond, W., Turner, R.J., and Grundy, A.C. (2003) A review of non-chemical weed management. Coventry: Henry Doubleday Research Association and Horticulture Research International, https://www.agricology.co.uk/sites/default/files/updated_review.pdf.
- Carvalho, F.P., 2017. Pesticides, environment, and food safety. *Food and energy security*, 6(2), pp.48-60.
- Clausing P. Regulatory agencies (BfR, EFSA) used biased arguments to deny the carcinogenicity of glyphosate: Memorandum by Dr Peter Clausing, PAN Germany, as a witness to the Monsanto Tribunal. The Hague, Netherlands, 15-16 October 2016. http://www.pan-germany.org/download/Memo_Monsanto-Tribunal_Peter_Clausing_10_2016.pdf
- Conrad, A., Schröter-Kermani, C., Hoppe, H.W., Rütther, M., Pieper, S. and Kolossa-Gehring, M., 2017. Glyphosate in German adults–Time trend (2001 to 2015) of human exposure to a widely used herbicide. *International journal of hygiene and environmental health*, 220(1), pp.8-16.
- Court of Justice of the European Union (2020) Press release- The Brussels Capital Region’s action for annulment of the Commission’s Implementing Regulation renewing the approval of the active substance ‘glyphosate’ is inadmissible- <https://curia.europa.eu/jcms/upload/docs/application/pdf/2020-12/cp200150en.pdf>
- Cuhra M. 2015. Glyphosate nontoxicity: the genesis of a scientific fact. *J Biol Phy Chem* 15:89-96.
- Dallegre E, Mantese FD, Oliveira RT, Andrade AJM, Dalsenter PR, Langeloh A. 2007. Pre- and postnatal toxicity of the commercial glyphosate formulation in Wistar rats. *Arch Toxicol* 81:665-73.
- Defarge N, Takacs E, Lozano VL, Mesnage R, Spiroux de Vendomois J, Seralini G-E, Szekacs A. 2016. Co-formulants in glyphosate-based herbicides disrupt aromatase activity in human cells below toxic levels. *Int J Environ Res Pub Health* 13(3):264.
- Delgado-Baquerizo, M., Maestre FT, Reich PB, Jeffries TC, Gaitan JJ, Encinar D, Berdugo M, Campbell CD, and Singh, BK. 2016. “Microbial Diversity Drives Multifunctionality in Terrestrial Ecosystems.” *Nature Communications* 7 (January). Nature Publishing Group: 10541.
- Denžić Lugomer, M., Pavliček, D. and Bilandžić, N., 2019. Glifosat-od primjene do životinja i ljudi. *Veterinarska stanica*, 50(3), pp.211-221.
- Dill, G.M., Sammons, R.D., Feng, P.C., Kohn, F., Kretzmer, K., Mehrsheikh, A., Bleeke, M., Honegger, J.L., Farmer, D., Wright, D. and Haupfear, E.A., 2010. Glyphosate: discovery, development, applications, and properties. *Glyphosate resistance in crops and weeds: history, development, and management*, pp.1-33.
- Diprose, M.F. and Benson, F.A. (1984) Electrical methods of killing plants, *J. Agric. Eng. Res.* 30:197–209.
- EFSA How Europe ensures pesticides are safe <https://multimedia.efsa.europa.eu/pesticides-authorisation/index.htm#activesubstances>
- Eriksson M, Hardell L, Carlberg M, and Åkerman M, 2008. “Pesticide Exposure as Risk Factor for Non-Hodgkin Lymphoma Including Histopathological Subgroup Analysis.” *International Journal of Cancer* 123 (7): 1657–63
- European Citizens' Initiative-Ban glyphosate and protect people and the environment from toxic pesticides https://europa.eu/citizens-initiative/initiatives/details/2017/000002/ban-glyphosate-and-protect-people-and-environment-toxic-pesticides_en
- European commission (2017) Press release -Glyphosate: Commission responds to European Citizens' Initiative and announces more transparency in scientific assessments https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_17_5191
- European Commission (2022) Green Deal: Halving pesticide use by 2030 <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/news/green-deal-halving-pesticide-use-2030>
- European Commission -Renewal of approval Glyphosate- https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/approval-active-substances/renewal-approval/glyphosate_en
- European Commission, Restrictions of geographical scope of GMO applications/authorisations: EU countries demands and outcomes - <https://food.ec.europa.eu/plants/genetically-modified-organisms/gmo-authorisation/gmo->

- authorisations-cultivation/restrictions-geographical-scope-gmo-applicationsauthorisations-eu-countries-demands-and-outcomes_en
- European Commission: Drivers of food security, 04.01.2023 SWD(2023) 4 final, pgs 10-11, 31, 38-40, 68
 - European Food Safety Authority (EFSA), 2015. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance glyphosate. EFSA Journal 13(11), p.4302.
 - European Parliament (2019) Postponement of the glyphosate ban in Austria
https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/E-9-2019-004356_EN.html
 - Foodwatch (2022) Locked-in pesticides https://www.foodwatch.org/fileadmin/-INT/pesticides/2022-06-30_Pesticides_Report_foodwatch.pdf <https://lebasic.com/en/pesticides-a-model-thats-costing-us-dearly/>
 - Franz, J.E. (1974) Nphosphonomethylglycine Phytotoxicant Compositions. US Patent 3,799,758, Mar. 26, 1974, USPTO, Washington, DC.
 - Fungi in a Model Ecosystem.” Scientific Reports 4: 5634
 - Garry VF, Harkins ME, Erickson LL, Long-Simpson LK, Holland SE, Burroughs BL. 2002. Birth defects, season of conception, and sex of children born to pesticide applicators living in the Red River Valley of Minnesota, USA. Environ Health Perspect 110(s3):441-9.
 - Gaupp-Berghausen M, Hofer M, Rewald B, and Zaller JG. 2015. “Glyphosate-Based Herbicides Reduce the
 - Graffigna, S., Marrero, H.J., and Torretta, J.P. (2021) Glyphosate commercial formulation negatively affects the reproductive success of solitary wild bees in a Pampean agroecosystem, Apidologie 52:272–281.
 - Greenpeace European Unit (2017) Commission rejects demands of #StopGlyphosate citizens’ initiative
<https://www.greenpeace.org/eu-unit/issues/nature-food/759/commission-rejects-demands-of-stopglyphosate-citizens-initiative/>
 - Greiser E, 2016. Expert statement on epidemiological studies which examine the possible correlation between exposure to glyphosate-based herbicides and non-Hodgkin’s lymphoma and human fertility disorders in relation to evaluations undertaken by the German Federal Institute for Risk Assessment (BfR) and the European Food Safety Authority (EFSA). University of Bremen https://www.global2000.at/sites/global/files/Human%20evidence_EberhardGreiser.pdf
 - Guerrero Schimpf M, Milesi MM, Ingaramo PI, Luque EH, Varayoud J. 2016. Neonatal exposure to a glyphosate based herbicide alters the development of the rat uterus. Toxicology pii: S0300-483X(16)30093-2.
 - Guyton KZ, Loomis D, Grosse Y, et al., 2015. Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. The Lancet Oncology , 16: 490 – 491.
 - Haughton AJ, Bell JR, Boatman ND, Wilcox A. 2001. The effect of the herbicide glyphosate on non-target spiders: Part II. Indirect effects on Lepthyphantes tenuis in field margins. Pest Manag Sci 57:1037-42.
 - Hawes C, Squire GR, Hallett PD, Watson CA, Young M. 2010. Arable plant communities as indicators of farming practice. Agric Ecosys Environ 138(1-2):17-26.
 - Heap, I. (2022) The International Herbicide-Resistant Weed Database., <http://www.weedscience.org/>
 - Heard MS, Hawes C, Champion, GT, Clark SJ, Firbank LG, Haughton AJ, Parish AM, Perry JN, Rothery P, Roy DB, Scott RJ, Skellern MP, Squire Gr,
 - Hernandez-Plata I, Giordano M, Diaz-Munoz M, Rodriguez VM, 2012. The herbicide glyphosate causes behavioral changes and alterations in dopaminergic markers in male Sprague-Dawley rat. Neurotoxicology 46:79-91.
 - Hill MO. 2003b. Weeds in fields with contrasting conventional and genetically modified herbicide-tolerant crops. I Effects on abundance and diversity & II Effects on individual species. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci i358(1439):1833-46.
 - Hirst, K.K. (2017) Mixed cropping. Updated: 16th November 2019, <https://www.thoughtco.com/mixed-cropping-history-171201>.
 - IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans <https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications>
 - IBMA, IOBC, PAN Europe 2019., Integrated pest management- Working with nature
 - Inhabitat (2014) The Netherlands Says “No” to Monsanto, Bans RoundUp Herbicide- <https://inhabitat.com/the-netherlands-says-no-to-monsanto-bans-roundup-herbicide/>
 - IPBES (2016). The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. S.G. Potts, V. L. Imperatriz-Fonseca, and H. T. Ngo (eds). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 552 pages. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3402856>
 - Johal, G.S. and Huber, D.M., 2009. Glyphosate effects on diseases of plants. European Journal of agronomy, 31(3), pp.144-152.
 - Justicepesticides -Bayer v. Government of Luxembourg https://justicepesticides.org/en/juridic_case/bayer-contre-gouvernement-du-luxembourg/
 - Kehlenbeck, H., Saltzmann, J., Schwarz, J., Zwerger, P. and Nordmeyer, H., 2016. Economic assessment of alternatives for glyphosate application in arable farming. Julius-Kühn-Archiv, (452), p.279.
 - Kruger M, Shehata AA, Schrodli W, Rodloff A, 2013. Glyphosate suppresses the antagonistic effect of Enterococcus spp. on Clostridium botulinum. Anaerobe 20:74–78.
 - Lanzarin, G., Venâncio, C., Félix, L.M., and Monteiro, S. (2021) Inflammatory, oxidative stress, and apoptosis effects in zebrafish larvae after rapid exposure to a commercial glyphosate formulation, Biomedicines 9:1784.
 - Liebman, M., and Gallandt, E.R. (1997) Many little hammers: ecological management of crop-weed interactions. In: Jackson, L.E. (Ed.): Ecology in agriculture, Academic Press, San Diego, USA, 291–343.

- McDuffie HH, Pahwa P, McLaughlin JR, Spinelli JJ, and Fincham S. 2001. "Non-Hodgkin's Lymphoma and Specific Pesticides Exposures in Men: Cross-Canada Study of Pesticides and Health." *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prevention* 10 (November): 1155.
- Merfield, C.N. (2015) False and stale seedbeds: The most effective non-chemical weed management tools for cropping and pasture establishment. The BHU Future Farming Centre - The FFC Bulletin, 2015-V4, Lincoln, New Zealand, <http://www.bhu.org.nz/future-farming-centre/information/bulletin/2015-v4/false-and-stale-seedbeds-the-most-effective-non-chemical-weed-management-tools-for-cropping-and-pasture-establishment>.
- Miles, C., Klingler, E., Nelson, L., Smith, T., and Cross, C. (2013) Alternatives to plastic mulch in vegetable production systems, *HortScience: a publication of the American Society for Horticultural Science* 42:899-900.
- Ministry of Environment and Food of Denmark (2017) Danish National Actionplan on Pesticides (2017 – 2021) https://food.ec.europa.eu/system/files/2019-03/pesticides_sup_nap_dan-rev_en.pdf
- Moreno NC, Sofia SH, Martinez CB. 2014. Genotoxic effects of the herbicide Roundup Transorb and its active ingredient glyphosate on the fish *Prochilodus lineatus*. *Environ Toxicol Pharmacol* 37(1):448-54.
- Myers, J.P., Antoniou, M.N., Blumberg, B., Carroll, L., Colborn, T., Everett, L.G., Hansen, M., Landrigan, P.J., Lanphear, B.P., Mesnage, R. and Vandenberg, L.N., 2016. Concerns over use of glyphosate-based herbicides and risks associated with exposures: a consensus statement. *Environmental Health*, 15(1), pp.1-13.
- Nature Publishing Group, Activity and Reproduction of Earthworms and Lead to Increased Soil Nutrient Concentrations." *Scientific Reports* 5 (1).
- Negga R, Stuart JA, Machen ML, Salva J, Lizek AJ, Ricahrdson SJ, Osborne AS, Mirallas O, McVey KA, Fitsanakis VA. 2012. Exposure to glyphosate- and/or Mn/Zn-ethylene-bis-dithiocarbamatecontaining pesticides leads to degeneration of γ -aminobutyric acid and dopamine neurons in *Caenorhabditis elegans*. *Neurotox Res* 21:281-90.
- Nevison CD. 2014. A comparison of temporal trends in United States autism prevalence to trends in suspected environmental factors. *Environ Health*. 5;13-73.
- Ngouajio, M., Auras, R., Fernandez, R.T., Rubino, M., Counts, J.W., and Kijchavengkul, T. (2008) Field performance of aliphatic-aromatic copolyester biodegradable mulch films in a fresh market tomato production system, *HortTechnology* 18(4):605-610.
- Ostojić, Z., Brzoja, D. and Barić, K., 2018. Status, namjena i potrošnja glifosata u Hrvatskoj i svijetu. *Glasilo biljne zaštite*, 18(6), pp.531-541.
- Paganelli A, Gnazzo V, Acosta H, Lo'pez SL, Carrasco AE. 2010. Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signalling. *Chem Res Toxicol* 23(10):1586-95.
- PAN Europe (2012) Innovation and resource efficiency –the way forward is reducing chemical input dependency <http://www.pan-europe.info/sites/pan-europe.info/files/public/resources/briefings/innovation-and-resource-efficiency-1.pdf>
- PAN Europe (2017) Italy Places Important Restrictions on the Use of Glyphosate - <https://www.pan-europe.info/press-releases/2016/08/italy-places-important-restrictions-use-glyphosate>
- PAN International, A review of effects of glyphosate and glyphosate-based herbicides on aquatic and terrestrial organisms is given in *Glyphosate Monograph 2016*, <http://pan-international.org/wp-content/uploads/Glyphosate-monograph.pdf>
- Perez GL, Torremorell A, Mugni H, Rodriguez P, Solange Vera M, do Nascimento M, Allende L, Bustingorry J, Escaray R, Ferraro M, Izaguirre I, Pizarro H, Bonetto C, Morris DP, Zagarese H. 2007. Effects of the herbicide Roundup on freshwater microbial communities: a mesocosm study. *Ecol Appl* 17(8):2310-22.
- Pesticide Action Network Europe, 2018. Alternativne metode u borbi protiv korova - Slučaj glifosata
- Pesticide Action Network UK, 2016. The Glyphosate Monograph
- Popay, I. and Field, R. (1996) Grazing animals as weed control agents, *Weed Technol.* 10(1):217-231.
- Portier, C. J., Armstrong, B. K., Baguley, B. C., Baur, X., Belyaev, I., Belle, R., Zhou, S. F. (2016). Differences in the carcinogenic evaluation of glyphosate between the International Agency for Research on Cancer (IARC) and the European Food Safety Authority (EFSA). *Journal of Epidemiology and Community Health*. DOI: 10.1136/jech-2015-207005
- Qi, R., Jones, D.L., Li, Z., Liu, Q., and Yan, C. (2020) Behavior of microplastics and plastic film residues in the soil environment: A critical review, *Sci. Total Environ.* 703:134722.
- Rämö, S., Ruuttunen, P. and Uusi-Kämpä, J., 2016. Glyphosate residues in pre-harvest glyphosate treated cereal grains. In 11th European Pesticide Residue Workshop, Limassol, Cyprus, 24th-27th May, 2016: Programme & book of abstracts. *European Pesticide Residue Workshop*.
- Reuters (2020) France clamps down on use of weedkiller glyphosate in farming <https://www.reuters.com/article/us-france-glyphosate-idUSKBN26U0ZI>
- Reuters (2021) German cabinet approves legislation to ban glyphosate from 2024 <https://www.reuters.com/article/us-germany-farming-lawmaking-idUSKBN2AA1GF>
- Reviewed in Sirinathsinghi E., 2012. USDA Scientist Reveals All: Glyphosate Hazards to Crops, Soils, Animals, and Consumers. Prof Don Huber. *ISIS Report* http://www.i-sis.org.uk/USDA_scientist_reveals_all.php
- Richard S, Moslemi S, Sipahutar H, Benachour N, Seralini GE, 2005. Differential effects of glyphosate and Roundup on human placental cells and aromatase. *Environ Health Perspect* 113(6):716-20.
- Riemens, M., Sønderskov, M., Moonen, A.-C., Storkey, J., and Kudsk, P. (2022) An integrated weed management framework: A pan-European perspective. *Eur. J. Agron.* 133:126443.

- Romano MA, Romano RM, Santos LD, Wisniewski P, Campos DA, de Souza PB, Viau P, Bernardi MM, Nunes MT, de Oliveira CA, 2012. Glyphosate impairs male offspring reproductive development by disrupting gonadotropin expression. *Arch Toxicol* 86(4):663-73.
- Romano RM, Romano MA, Bernardi MM, Furtado PV, Oliveira CA. 2010. Prepubertal exposure to commercial formulation of the herbicide glyphosate alters testosterone levels and testicular morphology. *Arch Toxicol* 84:309-17.
- Roos, JD, Zahm SH, Cantor KP, Weisenburger DD, Holmes FF, Burmeister LF, and Blair A. 2003. "Integrative Assessment of Multiple Pesticides as Risk Factors for Non-Hodgkin's Lymphoma among Men." *Occupational and Environmental Medicine* 60 (9): E11.
- Samsel A, Seneff S. Glyphosate, pathways to modern diseases II: Celiac sprue and gluten intolerance. *Interdiscip. Toxicol.* 2013;6(4):159-184. doi:10.2478/intox-2013-0026.
- Sesin, V., Davy, C.M., Stevens, K.J., Hamp, R., and Freeland, J.R. (2021) Glyphosate toxicity to native nontarget macrophytes following three different routes of incidental exposure, *Integr. Environ. Assess. Manag.* 17:597–613.
- Snapp, S.S., Swinton, S.M., Labarta, R., Mutch, D., Black, J.R., Leep, R., Nyiraneza, J., and O'Neil, K. (2005) Evaluating cover crops for benefits, costs and performance within cropping system niches, *Agron. J.* 97(1):322–332.
- Stehle S, Schulz R, 2015. Pesticide authorization in the EU-environment unprotected? *Environ Sci Pollut Res* 22: 19632.
- Tan, S., Li, G., Liu, Z., Wang, H., Guo, X., and Xu B. (2022) Effects of glyphosate exposure on honeybees, *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 90:103792.
- Thies C, Haenke S, Scherber C, Bengtsson J, Bommarco R, Clement LW, Ceryngier P, Dennis C, Emmerson M, Gagic V, Hawro V, Liira J, Weisser WW, Wingvist C, Tscharnke T. 2011. The relationship between agricultural intensification and biological control: experimental tests across Europe. *Ecol Appl* 21(6):2187-96.
- Thongprakaisang S, Thiantanawat A, Rangkadilok N, Suriyo T, Satayavivad J. 2013. Glyphosate induces human breast cancer cells growth via estrogen receptors. *Food Chem Toxicol* 59:129-36.
- Times of Malta- Weed killer glyphosate to be banned in public areas <https://timesofmalta.com/articles/view/weed-killer-glyphosate-to-be-banned-in-public-areas.720157>
- Transparency market research- Glyphosate Market -<https://www.transparencymarketresearch.com/glyphosate-market.html>
- United Nations, 2017. Report of the Special Rapporteur on the right to food. http://ap.ohchr.org/documents/dpage_e.aspx?si=A/HRC/34/48
- USDA (2021) Austria: Parliament Adopts Partial Ban on Glyphosate <https://www.fas.usda.gov/data/austria-austrian-parliament-adopts-partial-ban-glyphosate>
- Varayoud J, Durando M, Ramos JG, Milesi MM, Ingaramo PI, Munoz-de-Toro M, Luque EH. 2016. Effects of a glyphosate-based herbicide on the uterus of adult ovariectomized rats. *Environ Toxicol* [Epub Jul 27th].
- Veneto Agricoltura() Conservation agriculture- 8 years of experiences in Veneto region <https://www.venetoagricoltura.org/wp-content/uploads/2019/06/Conservation-Agriculture-150-ppi.pdf>
- Walsh LP, McCormick C, Martin C, Stocco DM. 2000. Roundup inhibits steroidogenesis by disrupting steroidogenic acute regulatory (StAR) protein expression. *Environ Health Perspect* 108:769-76.
- Wan N, Lin G. 2016. Parkinson's disease and pesticides exposure: new findings from a comprehensive study in Nebraska, USA. *J Rural Health.* 32(3):303-13.
- Watts, M, Clausing P, Lyssimachou A, Schutte G, Guadagnini R, and Marquex E. 2016. "Glyphosate Monograph; PAN International." Pesticide Action Network International.
- Xu, B., Liu, F., Cryder, Z., Huang, D., Lu, Z., He, Y., Wang, H., Lu, Z., Brookes, P.C., Tang, C., Gan, J., and Xu, J. (2020) Microplastics in the soil environment: Occurrence, risks, interactions and fate – A review, *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 50(21):2175–2222.
- Yu XM, Yu T, Yin GH, Dong QL, An M, Wang HR, and Ai CX. 2015. "Glyphosate Biodegradation and Potential Soil Bioremediation by *Bacillus subtilis* Strain Bs-15." *Genetics and Molecular Research* 14 (4): 14717–30.
- Zaller JG, Heigl F, Ruess L, and Grabmaier A. 2017. "Glyphosate Herbicide Affects Belowground Interactions between Earthworms and Symbiotic Mycorrhizal
- Zaller, J.G., Weber, M., Maderthaner, M., Gruber, E., Takács, E., Mörtl, M., Klátyik, Sz., Győri, J., Römbke, J., Leisch, F., Spangl, B., and Székács, A. (2021) Effects of glyphosate-based herbicides and their active ingredients on earthworms, water infiltration and glyphosate leaching are influenced by soil properties, *Environ. Sci. Eur.* 33:51.
- Zhu, F., Zhu, C., Wang, C., and Gu, C. (2019) Occurrence and ecological impacts of microplastics in soil systems: A review, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 102(6):741–749.