

UTICAJ APLIKACIJE PESTICIDA NA PARAMETRE KVALITETE OBRADIVOG ZEMLJIŠTA / INFLUENCE OF PESTICIDE APPLICATION ON THE QUALITY PARAMETERS OF CULTIVATED LAND

Aida Varupa¹, Krsto Mijanović¹

¹International University Travnik in Travnik, Travnik, Bosnia and Herzegovina,

e-mail: aida.varupa@iu-travnik.com, krsto.mijanovic@unmo.ba

Izlaganje sa znanstvenog skupa

UDK / UDC 633.7:631.4:632.95

Sažetak

Ovim radom su istaknute značajne karakteristike obradivoga zemljišta, njena uloga i značaj kada su u pitanju prinosi biljne proizvodnje. U jednom dijelu rada predstavljeno je mapiranje tla u BiH kroz dva glavna tipa: zonalna i azonalna. U zemljištu se, usljed životne aktivnosti ovih organizama odvijaju različiti procesi koji direktno utiču na hemijske i fizičke osobine zemljišta, a samim tim i na rast i razvoj biljaka. Analiziran je utjecaj pesticida na tlo i plodove biljne proizvodnje, čije aktivne materije biljka upija zajedno sa mineralnim i organskim materijama kroz ksilem i floem, te pojavu pesticida u podzemnim vodama. Na kraju rada naglašen je značaj obradivog zemljišta, hranjivih materija, uticaj korištenih aktivnih materija, te remedijacija onečišćenog dijela zemljišta.

Ključne riječi: kvalitet zemljišta, pesticidi, onečišćenje zemljišta, hidrološki režim, biološka raznolikost, održiva poljoprivreda

JEL klasifikacija: Q160

Abstract

Through the theme of the work, significant characteristics of arable land, its role and importance when it comes to plant production yields are highlighted. In one part of the paper, soil mapping in BiH is presented through two main types: zonal and azonal. The influence of pesticides on the soil and the fruits of crop production, whose active substances are absorbed by the plant together with mineral and organic substances through xylem and phloem, and the occurrence of pesticides in underground water were analyzed. In the soil, as a result of the life activities of these organisms, various processes take place that directly affect the chemical and physical properties of the soil, and therefore the growth and development of plants. At the end of the paper, the importance of arable land, nutrients, the influence of used active substances, and the remediation of the contaminated part of the land was emphasized.

Keywords: soil quality, pesticides, soil pollution, hydrological regime, biological diversity, sustainable agriculture

JEL classification: Q160

UVOD

Svrha rada jeste dotaknuti se značaja i upotrebe pesticida, na različitim kulturama, u različitim dozama i koncentracijama. Namijenjeni su za suzbijanje štetočina, mada njihova nepravilna upotreba danas dovodi do nakupljanja toksina i rezidua u biljkama, što obuhvata cijeli ciklus kruženja toksina u prirodi do uticaja na javno zdravlje. Čovjek je ovim promijenio i poremetio izmjene tvari u okolišu kako s promjenom njihovih koncentracija u svim njegovim sastavnicama, tako i tvorbom novih u prirodi nepoznatih spojeva. Uništavanjem određenih koncentracija i prirodnih resursa, te stvaranjem novih spojeva uništen je niz genetskih informacija trajnim smanjenjem biološke raznolikosti, a razvojem genetskog inženjerstva i stvaranjem novih informacijskih sadržaja nastali su novi problemi s, u ovom trenutku, nepoznatim posljedicama¹¹³

Opterećenjem okoliša kao cjeline, nije pošteđena niti jedna od njegovih sastavnica, što je dovelo do oštećenja i samog tla koje predstavlja važnu komponentu čovjekove životne sredine i danas privlači sve veću pozornost. Ozbiljnost ovog problema ogleda se i u činjenici da oštećenje i uništavanje tla može imati za posljedicu negativne efekte i na ostale dijelove ekosistema kao npr. hidrološki režim životne sredine, raznolikost biljnih i životinjskih vrsta i tome slično. Upotrebom pesticida, sredstava za zaštitu biljnih kultura, farmeri misle da čine dobro i sebi i sredini u kojoj žive. Odgovor razvijenih zemalja na data pitanja je u pravcu postojanja želja da se naponi usmjere održivoj proizvodnji hrane i smanjenju ili čak zabrani upotrebe pesticida. U tom je kontekstu održiva poljoprivreda, kao dio modernih proizvodnih sistema, jedan od UN-ovih ciljeva razvoja, dok je promicanje održive upotrebe pesticida jedna od važnih aktivnosti koje EU poduzima kako bi podupro UN-ov Program održivog razvoja do 2030. Godine. Sve više zemalja smanjuje ili čak zabranjuje upotrebu istih, kako bi organska proizvodnja dobila na značaju. Cilj rada jeste obraditi datu temu sa osvrtom na značaj onečišćenja zemljišta prilikom aplikacije pesticida, važnost remedijacije zemljišta, korištenje pesticida, doziranje i način njihove primjene uključujući i monitoring, te uticaj korištenja pesticida na podzemne vode.

2. ULOGA ZEMLJIŠTA U PROIZVODNJI HRANE

Zemljište, sa svim svojim hemijskim, fizičkim i biološkim karakteristikama najznačajniji je faktor za uspješnu poljoprivrednu proizvodnju. Prije samog donošenja odluke o osnivanju proizvodnje bitno je razmotriti sa kakvim resursima raspolažemo kada je u pitanju zemljište i koje kulture bi bile najpogodnije za uzgoj u datim uslovima. Zemljište je resurs koji se jako sporo i teško obnavlja, stoga, savjesno upravljanje proizvodnjom treba da bude obaveza svakog proizvođača kako bi se očuvala plodnost i produktivnost zemljišta, a uz to će se smanjiti troškovi i olakšati proizvodnja. Da bismo znali kako pravilno upravljati zemljištem potrebno je da se upoznamo sa njegovim osnovnim karakteristikama i procesima koji se u njemu odvijaju. Na taj način unaprijedićemo proizvodnju, biljkama obezbijediti životnu sredinu u kojoj će imati sve uslove za pravilan i nesmetan razvoj i spriječiti degradaciju zemljišta kojom se bespovratno gube njegove najbolje osobine. Zemljište je površinski rastresiti sloj Zemljine kore koji biljkama obezbjeđuje hranu, vodu, vazduh i životni prostor. U zemljištu se, usljed životne aktivnosti ovih organizama odvijaju različiti procesi koji direktno utiču na hemijske i fizičke osobine zemljišta, a samim tim i na rast i razvoj biljaka. Među tim procesima posebno su značajni razgradnja organske materije, nastanak humusa

¹¹³T.Sofilić (2014). Onečišćenje i zaštita tla. Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet, Sisak.

i formiranje strukturnih agregata. U nastavku slika, razvoj korjenovog sistema preuzeta sa <https://www.agroklub.rs/poljoprivredni-oglasnik/oglas/poljoprivredno-zemljiste/41433/>¹¹⁴



Slika 1. Razvoj korjenovog sistema kroz horizontalni prikaz zemljišta

Plodnost zemljišta je sposobnost zemljišta da biljkama osigura dovoljne količine vode i hranjivih materija. Ona ovisi o fizičkim, hemijskim i biološkim osobinama zemljišta. Produktivnost zemljišta je njegova sposobnost da uz raspoložive hranjive materije i vodu, uzimajući u obzir i genetski potencijal uzgajane biljke i klimu, ostvari određeni prinos. Mehanički sastav, odnosno tekstura i dubina zemljišta uvjetuju nicanje i ukorjenjavanje biljaka. Ukoliko je zemljište teško, vlažno i hladno u takvim uslovima sjeme će teže klijati i korijen će se sporije razvijati. U suviše poroznim, ocjeditim tlima u kojima preovladavaju krupnije frakcije (pijesak i šljunak) biljke će se patiti usljed nedostatka vode. U plitkim zemljištima korijen neće moći dostići svoju optimalnu dužinu i biće ograničeno usvajanje vode i hraniva, a to će se odraziti i na nadzemne dijelove biljke. Za poljoprivredna zemljišta najpogodniji je sadržaj (10-20)% humusno-glinenog kompleksa (koloida gline), 5-10% organske materije, a ostatak bi trebao činiti, u jednakoj zastupljenosti, pijesak, prah i glina. Tekstura zemljišta opredjeljuje izbor kultura za uzgoj. Na lakšim i propusnijim tlima poželjno je uzgajati gomoljaste kulture ili one kulture koje se jače ukorjenjuju i otpornije su na sušu. Također, tekstura je značajna i kod primjene mineralnih đubriva, pa se pjeskovita zemljišta češće đubre u odnosu na glinovita jer se u takvim uslovima đubriva lakše ispiru. Struktura zemljišta predstavlja uređenje čestica tla u ukupnoj masi tla i znatno utiče na zalihe vode, aeraciju, pristupačnost biljnih hranjiva i mikrobiološku aktivnost tla. Od strukture zemljišta zavisit će i njegova poroznost, odnosno odnos krupnih, srednjih i kapilarnih pora. Krupne pore su životni prostor korijena, pedoflore i pedofaune, u njima se nalazi zrak i služe za ocjeđivanje suvišne vode prilikom padavina. Srednje pore su rezervoari fiziološki aktivne vode, odnosno vode koja je dostupna biljkama, dok se u kapilarnim porama nalazi voda koja je vezana jačim silama od usisne moći korijena, tako da je ta voda biljkama nepristupačna. Intenzitet fizičkih, hemijskih i bioloških procesa u tlu značajno zavisi od toplote zemljišta koja dalje uvjetuje životne funkcije

¹¹⁴<https://www.agroklub.rs/poljoprivredni-oglasnik/oglas/poljoprivredno-zemljiste/41433/>

biljke kao što su klijanje, veličina korijena i njegova aktivnost.¹¹⁵ Od hemijskih osobina zemljišta, za rast i razvoj biljaka, značajan je prvenstveno sadržaj mineralnih materija, i to azota, kalija i fosfora, kao i oblik u kojima se nalaze u zemljištu. Osim toga, značajan je i sadržaj ostalih makro i mikro elemenata koje biljke usvajaju putem vode. Koliko će se mineralne materije zadržati u zemljištu zavisi od njegovih adsorpcionih sposobnosti zahvaljujući kojima se ove materije vežu za površinu zemljišnih čestica čime se sprječava njihovo ispiranje. Kod zemljišta kod kojih su adsorpcione osobine slabe bit će veće potrebe za primjenom mineralnih đubriva, a samim tim i veći troškovi proizvodnje. Eliminatorski faktor u poljoprivrednoj proizvodnji, kada je u pitanju zemljište je reakcija zemljišnog rastvora, odnosno pH vrijednost. Vrijednost reakcije zemljišta je rezultat odnosa između proticanja slobodnih kiselina i adsorbovanih kationa karbonata, te lahko rastvorljivih soli koje mogu neutralisati kiseline. Ukoliko je pritanje kiseline intenzivnije od neutralizacijske sposobnosti prisutnih kationa ili soli zemljište će biti kiselo. Tlo urbanog prostora, zbog svoje polivalentne namjene, u prošlosti je bilo izloženo značajnim oštećenjima koja su prije svega posljedica izgradnje industrijskih objekata poput ciglana, cementara, termoelektričnih postrojenja, postrojenja hemijske, petrohemijske, metalurške i me- talopreradaivačke industrije itd. Takvi lokaliteti, kao i lokaliteti u njihovoj neposrednoj blizini, koji su služili za odlaganje proizvodnog otpada na nezaštićenim zemljanim površinama, na- kon prestanka eksploatacije, nisu potpuno rekultivirani. Naime, vrlo često su bili "prenamijenjeni" za odlagališta različitih vrsta otpada koja nisu zadovoljavala niti minimalne tehničke uvjete, te je onečišćenje podzemnih i nadzemnih voda, kao i samo tlo bilo moguće.

2.1 FIZIČKO HEMIJSKI PARAMETRI ZEMLJIŠTA

Kakvoća tla je vrlo kompleksno svojstvo tla koje se ipak može dobroprocijeniti temeljem mjerenja pojedinih indikatora (pokazatelji; atributi) njegove plodnosti, ali i redovitim posrednim opažanjem. Za poljoprivrednu proizvodnju vrlo je važno da procjena plodnosti tla bude relativno jednostavna, ali istovremeno da na tačan način rangira kakvoću (bonitiranje) utemeljenu na potencijalnoj biljnoj proizvodnji koja se može ostvariti i to bez oštećenja tla ili nedopuštenog utjecaja na okoliš. Nažalost, u mnogo slučajeva, vrlo često se utvrđeni parametri kakvoće tla ne mogu povezati s visinom prinosa. Razloga je više, od izbora loših metoda vrednovanja tala, odnosno lošeg sistema bonitiranja, pa sve doneprimjerene agrotehnike, nepoštivanja agrotehničkih rokova itd.

2.1.1. Fizička svojstva zemljišta

Fizička svojstva tla vrlo su važan dio kakvoće jer se te odlike tla ne mogu lako, jednostavno i brzo poboljšati, ali se zato neodgovarajućom obradom i drugim agrotehničkim zahvatima vrlo brzo pogoršavaju (npr. zbijanje, pogoršavanje strukture, gubitak organske tvari, snižavanje biogenosti i dr.). Fizičke osobine kakvoće tla, koji bitno utječu na proizvodnju usjeva, moraju dati odgovor na slijedeća pitanja:

- 1) Može li tlo omogućiti nesmetan rast korijena, odnosno sadrži li potrebne veličine i dovoljnu dubinu zemljišta iznad matične stijene ili supstrata od kojeg je nastalo tlo (solum) za rast i aktivnost korijena,
- 2) U kojoj mjeri se tlo suprotstavlja zbijanju i drugim deformacijama, te koliko brzo se popravlja struktura tla i

¹¹⁵ Dr. Taib Šarić, Drena Gadžo (1998. prvo izdanje). Uticaj poljoprivrednih hemikalija na okolinu. Sarajevo, 1998. 23-27 str.

- 3) Koliki je kapacitet tla za vodu i zrak. Faktori kao što su efektivna dubina, poroznost ili raspodjela veličine pora, volumna gustoća, hidraulička provodljivost, tekstura i struktura suvrlo značajni indikatori kakvoće tla koji su opisani u tekstu.

2.1.2 Hemijske komponente kvaliteta zemljišta

Hemijske komponente kvaliteta zemljišta mogu biti poželjne, ali i nepoželjne, ovisno o vrijednostima unutar širokog ranga pojedinog hemijskog indikatora. Npr., pH vrijednost tla, može biti pozitivno ili negativno svojstvopa je pH između (6,0 - 7,5) optimalan za većinu usjeva, dok niže ili viševrijednosti (kiselo ili alkalno tlo) mogu predstavljati ozbiljan problem ubiljnoj proizvodnji. Treba istaći da biljke ipak bolje podnose niže pH vrijednost (kisela tla) u odnosu na visok pH (alkalno ili bazno tlo). U loša hemijska svojstva tla pored nepovoljne pH vrijednosti ubrajaju se još nedostatak hranjiva, manjak organske tvari i prisutnost tvari koje koče rast korijena (inhibicija) što rezultira niskim prinosom za većinu biljaka. Procjena kakvoće tla na temelju njegovih hemijskih svojstava, utvrđivanje raspoloživosti hranjiva ili ipak njegovog onečišćenja, zahtijeva prethodno uzorkovanje tla, primjenu adekvatnih metoda hemijske analize i ispravno tumačenje tih rezultata, odnosno razumijevanje kako hemijska svojstva tla utječu na biološke sisteme, posebice uzgajane biljke (agrofitoracenoze). Važno je istaći kako hemijska svojstva tla ne utječu univerzalno, nitipodjednako na biljnu proizvodnju pa se rezultati hemijske analize moraju mjeriti (kalibracija) pomoću poljskih pokusa i bioloških testova za svakokonkretno proizvodno područje, obzirom na zemljišne, klimatske i biljne faktore. Međutim, raspoloživost hranjiva ovisi o fizičkim i hemijskim svojstvima tla, ali i procesima u tlu, kao što su npr. vremenske prilike, sadržaj organske tvari, sorptivna svojstva tla (kapacitet za vezivanje kationa; KIK), pH i dr.¹¹⁶ U kiselim ili alkalnim tlima neke hranjive tvari slabo su dostupne biljkama, dok toksični elementi postaju pokretljivi (mobilnost), odnosno aktivni. Stoga su propisane standardne metode kako bi se omogućila potrebna kakvoća mjerenja i usporedba rezultata te omogućilo pouzdano tumačenje rezultata hemijske analize tla putem rangova i referentnih ili graničnih vrijednosti. Mada je teško odrediti razinu pojedinog hemijskog spoja kojuse smatra ekološkim rizikom, svakako je potrebno definirati granice fizikalnih, hemijskih i bioloških stanja/svojstva tla kao prihvatljiva ili neprihvatljiva.

2.2. MAPIRANJE TLA U BOSNI I HERCEGOVINI

Poljoprivredno zemljište u Bosni i Hercegovini izloženo je raznim oblicima oštećenja. Različiti, u prvom redu, socio-ekonomski faktori, trenutna ekonomska situacija, te sektorske politike koje se vode na različitim administrativnim nivoima utiču na promjene namjene zemljišnog prostora i funkcija tla. Tla u Bosni i Hercegovini su mapirana kao zonalna i azonalna. Zonalna tla nastala su u dugom pedološkom procesu i u njih svrstavamo: černoze, gajnjače, smonice, podzole, crvenice i planinske crnice. Azonalna tla su mlada tla pa se smatra da njihov proces pedogeneze još nije završen, te su najčešće nastale u procesu erozije matičnih stijena. U azonalna tla ubrajamo: aluvijalna, močvarna, deluvijalna i eluvijalna.

2.3. ZAKONSKA REGULATIVA I DOZVOLJENE KVOTE PESTICIDA

Organska đubriva mogu poboljšati ali i pogoršati kvalitet zemljišta i kvalitet plodova biljne proizvodnje. Ako poslije primjene i zaoravanja stajnjaka i mineralnih đubriva nastupi duža suša ili

¹¹⁶<https://www.agroklub.com/ratarstvo/mjera-16>

period niskih temperatura, usporava se razlaganja datih hranjiva i njihovo djelovanje na zemljište, poboljšanje produktivnosti, i njihov uticaj na prinose biljne proizvodnje. Kada zatim nastupi vlažno ljeto ili jesen, ubrza se mineralizacija azota koji postane pristupačan biljci kada joj više nije uopšte potreban. Tako akumuliran azot ili druga hranjiva mogu često da ispolje negativna svojstva kada je u pitanju kvalitet ploda. Obilna ishrana biljaka ili obilna aplikacija hemijskih sredstava može imati dvojake nepoželjne posljedice, preveliko usvajanje azota ili aktivnih materija povećava sukulენტnost tkiva, što ima za posljedicu polijeganja određenih usjeva, ili smanjenje prinosa. Samo uz stručnu primjenu agrotehničkih mjera možemo povećati proizvodnju hrane i pri tome sačuvati čistu i nezagađenu čovjekovu okolinu.¹¹⁷

Kao jedan od velikih nedostataka pesticida jeste njihova sklonost da se nagomilavaju u pedosferi ili u vodenim ekosistemima, gdje su dospjeli putem spiranja sa obradivih površina te tako ulaze u sve lance ishrane. Maksimalni nivoi ostataka (Maximum residues level=MRLs) su dozvoljene gornje granice koncentracije ostataka pesticida u i na hrani ili hrani za životinje određene na temelju dobre poljoprivredne prakse, GLOBAL GAP, kojima se može osigurati najmanja moguća izloženost potrošača. MDK nije zdravstveno utemeljena granica nego je utvrđena kao zakonski određena granica koja će se upotrebljavati kao mjera usklađenostisa dobrom poljoprivrednom praksom.

3. PARAMETRI KVALITETA ZEMLJIŠTA

Procjena plodnosti tla opisuje proizvodni prostor tj. prikazuje kvalitete tla s jedne strane i njegove nedostatke unutar jednog sistema korištenja na temelju podataka (izmjera i interpretacija vanjske morfologije tla, vegetacije, klime, hemijskih svojstava tla i drugih parametara potrebnih za odabir. Klima, topografija, matični supstrat, vrijeme i životno stanište (biotop) mogu se navesti kao statični indikatori. Statični indikatori se koriste za regionalizaciju zemljišta su manje ili više vremenski promjenjivi (vlažnost tla, pH vrijednost tla, sadržaj hranivau tlu i drugi).

Tabela1. Fizička, hemijska i biološka svojstva tla¹¹⁸

Fizička svojstva tla	Hemijska svojstva tla	Biološka svojstva tla
Tekstura	Organski C	Odnos C/N
Dubina soluma	Ukupni N	Potencijal disanja
Infiltracija	Ph	Mineralizacija tla
Gustoća tla	Konduktivitet	
Kapacitet tla za vodu	Koncentracija N,P,K u tlu	

Intenziviranjem biljne proizvodnje ne opada samo sadržaj hraniva u tlu, već se može javiti i niz fizikalnih, hemijskih i bioloških promjena koje značajno utječu na razvoj biljaka. Značajan je pomak u proizvodnji redovito provođenje analize tla na proizvodnim površinama.

¹¹⁷ Dr. T. Šarić, D. Gadžo (1998). Utjecaj poljoprivrednih hemikalija na okolinu. Sarajevo, 110 str. 1998.

¹¹⁸ V. Vukadinović (2011.). Ishrana bilja. Osijek : Poljoprivredni fakultet, 2011.

4. Pesticidi koji se koriste u poljoprivrednoj proizvodnji

U prvom redu to su preparati za zaštitu bilja od štetočina, tj. od životinjskih i biljnih organizama koji oštećuju ili uništavaju korisne biljke i njihov urod u toku rasta ili nakon žetve. Izvori izloženosti pesticidima uključuju poljoprivredu, dezinfekciju kuća i zgrada, korištenje vrta i travnjaka, neadekvatno zbrinjavanje otpada. U tragovima se nalaze u hrani i vodi od čega su mnogi hlapivi pri čemu izazivaju probleme s disanjem. Primjenjuju se u količini za koju se smatra da nije letalna za čovjeka. Daljnjim istraživanjima pokazano je da ova pretpostavka nije tačna. Pesticidi kao endokrini ometači itekako su štetnija za čovjeka u malim dozama, kada se pojavljuju kao mješavine. Primjena pesticida ima velikih nedostataka i krije u sebi mnoge opasnosti. S obzirom na navedeno potrebno je razlikovati toksičnu od letalne doze. Toksična doza je minimalna količina spoja sposobna da uzrokuje trovanje organizma, dok je letalna doza minimalna količina toksičnog spoja koja, unesena u organizam uzrokuje smrt. Letalna doza (LD50) je količina toksičnog spoja dovoljna da uzrokuje smrt 50% jedinki koje su ga apsorbirale. Simulirana je izloženost pesticidima, udisanjem zraka te konzumiranjem podzemnih voda.

4.1. KARAKTERISTIKE PESTICIDA

Pesticidi, kao sredstva za zaštitu biljaka pojavljuju se u tečnom i čvrstom stanju, te se prema uputstvima koje proizvođač daje pri proizvodnji i distribuciji istih, pravilno upotrebljavaju. Samo prava doza i koncentracija čine da primjenjena aktivna materija biljci pomogne uz istovremeno prisustvo mineralnih, organskih materija i vode.¹¹⁹

4.2. Podjela pesticida prema namjeni

Prema namjeni pesticidi se dijele na aficide, akaricide, algicide, avicide, arboricide, baktericide, fungicide, graminicide, herbicide, insekticide, larvicide, moluscide, nematocide, okvašivači, rodenticide, repelenti, regulatori rasta.

5. POSLJEDICA KORIŠTENJA PESTICIDA NA ZEMLJIŠTE U BILJNOJ PROIZVODNJI

Veliki problem predstavlja utjecaj pesticida na pčele i ostale oprašivače, a veliku opasnost za njih predstavljaju sredstva za zaštitu bilja iz skupine insekticida te sjetva sjemena tretiranom aktivnim tvarima iz skupine neonikotinoida. Zato se zabranjuje primjena sredstava za zaštitu bilja za vrijeme aktivnosti pčela, posebno ako je kultura na koju se primjenjuje u cvatnji. Isto tako, ako su sredstva za zaštitu bilja koja se primjenjuju jako toksična, primjenjuju se mjere zatvaranja košnica na određeno vrijeme ovisno o trajanju toksičnosti sredstva. Organizmi u tlu mogu biti izloženi ostacima sredstava i njegovim metabolitima koji dopiru na tlo prilikom primjene. Prilikom primjene sredstava za zaštitu bilja, ako dođe do zanošenja, nećiljano bilje na nepoljoprivrednim površinama u blizini primjene isto tako može biti ugroženo, najčešće prilikom upotrebe sredstava za suzbijanje korova (herbicide) na poljoprivrednim površinama. Da bi se smanjio rizik, potrebno je poštivati propisane mjere zaštite kod primjene sredstava za zaštitu bilja. U slučaju da primjena sredstava predstavlja rizik za pojedine nećiljane organizme, to je potrebno označiti na etiketi

¹¹⁹A. BOKULIĆ, Ž. BUDINŠČAK, D. ČELIG, B. DEŽDEK, D. HAMEL, D. IVIĆ, A. MRNJAVČIĆ VOJVODA, N. NIKL, M. NOVAK, N. NOVAK, V. NOVAKOVIĆ, Z. PAVUNIĆ MILJANOVIĆ, G. PEČEK, I. POJE, I. PRPIĆ, T. REHAK, M. ŠEVAR, M. ŠIMALA, R. TURK (2014.): Priručnik za sigurno rukovanje i primjenu sredstava za zaštitu bilja, Ministarstvo poljoprivrede, Zagreb, 2014

sredstva za zaštitu. Kao jedan od većih problema korišćenja pesticida jeste njihova sklonost da se nagomilavaju u zemljištima koja se obrađuju i tako ulaze u lanac ishrane. Mnogi noviji pesticidi su mnogo manje postojani, brzo ih razlažu mikrobi ili se razlažu na svjetlu, pa je znatno smanjena otpornost od njihovih ostataka na prehrambenim proizvodima i od ispiranja u vode. Pesticidi u zemljištu većinom prelaze dozvoljene granice dostupno shodno pregledu analiza plodova biljne proizvodnje područja Bosne i Hercegovine, Pravilnik o MRL pesticida, BiH.¹²⁰ Širenjem prakse reducirane obrade tla povećava se potreba za pesticidima i njihova upotreba u biljnoj proizvodnji. Iako se pesticidi lako razgrađuju, njihovi ostaci su nađeni u podzemnoj vodi, procesom volatilizacije, spiranja, drift i slično, rezidue pesticida.¹²¹

Primjena pesticida i površinska primjena organskog i mineralnog đubriva dovodi do kontraefekta unosa hranjiva u svrhu poboljšanja prinosa biljne proizvodnje i zaštite od štetočina. Pravilna obrada zemljišta, optimalna količina đubriva i dozvoljene kvote pesticida sa zelene liste za uzgoj visokoprinosnih sorti u biljnoj proizvodnji, doprinose boljem iskorištavanju đubriva, a time i njihovom manjem gubitku i manjem gubitku primjenjenih preparata. Obogaćivanje tla malog kapaciteta apsorpcije organskom ili mineralnom materijom, smanjuje se gubitak vode, pa i gubitak đubriva ispiranjem ili gubitak primjenjenih aktivnih materija ispiranjem ili isparavanjem, zavisno od kulture i načina aplikacije. Gubici hranjiva, mikro i makroelemenata, iz đubriva se smanjuju ako se đubri prema stvarnim potrebama biljaka, u pravo vrijeme, na odgovarajući način, odgovarajućim đubrivom i ako se uzme u obzir i korišćenje hranjiva iz zemljinih rezervi. Ista situacija jeste i sa primjenom aktivnih materija, tj FFS. Uz primjenu za što bolje djelovanje, poželjno je primjenjivati i sve agrotehničke i pomotehničke mjere, antierozivne kojima će se povećavati iskorištavanje hranjiva iz đubriva i djelovanje FFS. S obzirom na položaj tla između litosfere i atmosfere, zemljište je pravi spremnik niza različitih tvari koje u njega dopijevaju iz atmosfere ili ih čovjek nekontrolirano unosi pri uporabi tla u izgradnji i korištenju infrastrukture ili korištenjem tla u poljoprivredne svrhe. Zahvaljujući mehaničkoj, fizikalnoj i fizikalno-hemijskoj sorpciji mnoge od navedenih onečišćujućih tvari se nakupljaju u tlu pa tlo ima ulogu sakupljača. Isto tako onečišćujuće tvari mogu iz tla dospjeti u druge sastavnice, npr. u hranidbeni lanac ili ispiranjem dopijevaju u podzemne vode, tako i u pitku vodu pa je tada tlo posredni izvor onečišćenja.

Istraživanjima štetnih utjecaja na tlo, za razliku od vode i zraka, pristupa se mnogo kasnije, odnosno tek kada su se u većoj mjeri počeli pojavljivati problemi vezani uz oštećenje i onečišćenje produktivnih tala kao posljedica ljudske aktivnosti. Klasifikacija oštećenja tla je vrlo složen postupak pri čemu treba voditi briga o značajkama tla i odabiru jedne od značajki tla kao polazišne osnove za 20 ocjenu stupnja oštećenja. S obzirom na značajke tla, tlo kao više namjenski resurs, može se smatrati oštećenim za jednu namjenu, dok se istodobno može smatrati neoštećenim i upotrebljivim za drugu namjenu. Posljedice prisutnosti ostataka pesticida su te da hrana postaje neupotrebljiva zbog mutagenih, kancerogenih ili teratogenih učinaka, a ugroženi su i drugi ekosistemi.

5.1. PRISUSTVO PESTICIDA U PODZEMNIM I PITKIM VODAMA

¹²⁰<https://farmabih.ba/assets/files/chXOub9DHF-aktuelna-lista-sredstava-za-zastitu-bilja-30112017pdf.pdf>

¹²¹ Dr. Taib Šarić, Drena Gadžo (1998. prvo izdanje). Uticaj poljoprivrednih hemikalija na okolinu. Sarajevo, 1998. 112 str.

Pesticide u manjoj mjeri nalazimo u podzemnoj vodi nego u vodotocima. Najčešće se mogu detektirati u plitkim vodonosnicima ispod poljoprivrednih područja, gdje je voda u više od 50 % bunara najčešće sadrži jedan ili više pesticidnih spojeva. Dublji vodonosnici isto tako sadrže pesticide, češće njihove ostatke. Dubina podzemne vode, geološki uvjeti, topografija, klima te navodnjavanje uvelike utječu na ispiranje pesticida i njihov dolazak u podzemnu vodu. Podzemna voda na nekim mjestima može biti samo nekoliko metara ispod površine, što smanjuje filtarska svojstva tla i adsorpciju pesticida. U takvim slučajevima su potrebne dodatne mjere opreza u svrhu zaštite podzemne vode. Veći problem je prilikom pojave velikih kiša te kada je tlo vrlo velike propusnosti. U ovom slučaju otopljeni pesticidi do podzemne vode dolaze u roku od nekoliko dana. Isto tako dubina podzemne vode varira ovisno o godišnjem dobu, količini padavina, navodnjavanju i njezinoj eksploataciji. Područja s velikom količinom oborina su najčešće osjetljiva na ispiranje pesticida, osobito ako su tla vrlo propusna. Ako ubrzo nakon primjene pesticida dođe do pojave veliki kiša ili obilnog navodnjavanja, pesticidi vrlo brzo dolaze u dublje slojeve tla, odnosno postaju nedjelotvorni za ciljanog štetnika zbog kojeg su primijenjeni i vrlo brzo postaju potencijalni zagađivači podzemne vode. Najveću pozornost treba pridati pesticidima koji su vrlo topivi, koji se ne adsorbiraju na čestice tla i one koji imaju dugi vijek raspadanja. Sanacija ili remedijacija tla je postupak kojim se smanjuje ili uklanja onečišćujuća tvar iz tla toliko da njen sadržaj dopušta korištenje tla sanirane lokacije. Ovisno o ostvarenoj razini sanacije korištenje tla može biti ograničeno ili neograničeno. Postoje tri cilja u određivanju ciljeva sanacije/remedijacije: čišćenje tla do razine uvjeta lokalnog okoliša, čišćenje prema kriterijima nastanka i čišćenje u skladu gospodarenja onečišćenim tlima na lokacijama širom svijeta. Osnovni kriteriji pri odabiru metode remedijacije su tip, vrsta i količina onečišćujuće tvari, mjesto gdje bi se remedijacija provodila (in situ-na mjestu onečišćenja bez iskapanja ili ex situ- nakon iskapanja na središnjem odlagalištu), budući način korištenja zemljišta, vrijeme izloženosti onečišćujućoj tvari, ali i tip tla na kojem bi se te tehnologije trebale primijeniti. Potencijalno moguće i ekonomski isplative metode remedijacije su: biološka, hemijska, fizikalna i termalna remedijacija. Te metode se koriste se u svrhu uklanjanja štetnih sastojaka iz tla. Kod provođenja ovih metoda dolazi do djelomičnog ili potpunog uništavanja živih, korisnih organizama te na taj način tlo postaje sterilno što opet nije dobro pa se za ovim metodama poseže ukoliko je to stvarno nužno. Prihvatljive metode za obradiva zemljišta su:

Bioremedijacija zemljišta zastupljena metode obnove zemljišta, podrazumijeva primjenu mikroorganizama, a biološka degradacija se odvija u njihovim stanicama, kroz resorpciju neke onečišćujuće tvari, gdje se uz pomoć enzima onečišćujuća tvar razgrađuje u metabolite. Ova metoda se koristi kod razgradnje ili razlaganja hemikalija u poljoprivredi i pesticida te nafte, loživog ulja, fenola, cijanida, impregnacijskih sredstava.

Fitoremedijacijom nazivamo još zelenu tehnologiju sanacije onečišćenog tla, a podrazumijeva korištenje viših biljaka u svrhu čišćenja onečišćenja. Biljke imaju sposobnost uklanjanja, razgradnje ili imobilizacije relativno velikog broja onečišćujućih tvari, posebice teških metala. Za uklanjanje agrokemikalija iz tla koristi se lucerna i djeteline, neven i mnoge druge biljne vrste.

ZAKLJUČAK

Opterećenjem okoliša kao cjeline, nije pošteđena niti jedna od njegovih sastavnica, što je dovelo do oštećenja i samog tla koje predstavlja važnu komponentu čovjekove životne sredine i danas privlači sve veću pozornost. Ozbiljnost ovog problema ogleda se i u činjenici da oštećenje i uništavanje tla može imati za posljedicu negativne efekte i na ostale dijelove ekosistema kao npr. hidrološki režim životne sredine, raznolikost biljnih i životinjskih vrsta i tome slično. Upotrebom pesticida, sredstava za zaštitu biljnih kultura, farmeri misle da čine dobro i sebi i sredini u kojoj žive. Odgovor razvijenih zemalja na data pitanja je u pravcu postojanja želja da se naponi usmjere održivoj proizvodnji hrane i smanjenju ili čak zabrani upotrebe pesticida. U tom je kontekstu održiva poljoprivreda, kao dio modernih proizvodnih sistema, i dobra poljoprivredna praksa ključ za realizaciju mjera.

Literatura

1. T. Sofilić (2014). Onečišćenje i zaštita tla. Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet. Sisak. 2014. godina.
2. T. Šarić i D. Gadžo (1998). Uticaj poljoprivrednih hemikalija na okolinu. Sarajevo, 1998. 23-27 str.
3. S. Mitrić (2015). Aktuelna lista sredstava za zaštitu bilja . Konferencija savjetodavaca u poljoprivredno-prehrambenom sektoru. Zagreb, 2015.
4. A. Bokulić, ž. Budinščak, d. Čelig, b. Deždek, d. Hamel, d. Ivić, a. Mrnjavčić vojvoda, n. Nikl, m. Novak, n. Novak, v. Novaković, z. Pavunić miljanović, g. Peček, i. Poje, i. Prpić, t. Rehak, m. Ševar, m. Šimala, r. Turk (2014.): Priručnik za sigurno rukovanje i primjenu sredstava za zaštitu bilja, Ministarstvo poljoprivrede, Zagreb, 2014.
5. V. Vukadinović (2011.) . Ishrana bilja. Osijek : Poljoprivredni fakultet, 2011.
Internet izvori :
6. <http://www.zakon.hr/z/703/Zakon-o-odr%C5%BEivoj-uporabi-pesticida>,
7. http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja/vocarstvo/zastita-vocnjakahttps://www.agroklub.rs/poljoprivredni-oglasnik/oglas/poljoprivredno-zemljiste/41433/
8. <https://www.agroklub.com/ratarstvo/mjera-16>
9. <https://farmabih.ba/assets/files/chXOub9DHF-aktuelna-lista-sredstava-za-zastitu-bilja-30112017pdf.pdf>