

PROVOĐENJE POLJSKIH POKUSA U SVRHU REGISTRACIJE STREDSTAVA ZA ZAŠTITU BILJA

Mesić, Fran

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Križevci college of agriculture / Visoko gospodarsko učilište u Križevcima**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:185:868786>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-12**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Križevci University of Applied Sciences](#)



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**REPUBLIKA HRVATSKA
VISOKO GOSPODARSKO UČILIŠTE U KRIŽEVCIMA**

Fran Mesić, student

**Provođenje poljskih pokusa
u svrhu registracije sredstava za zaštitu bilja**

Završni rad

Povjerenstvo za obranu i ocjenu završnog rada:

- | | |
|--|------------------------------------|
| 1. dr. sc. Vesna Samobor, prof. v. š. | - predsjednica povjerenstva |
| 2. dr. sc. Marijana Ivanek – Martinčić, v. pred. | - mentorica i članica povjerenstva |
| 3. dr. sc. Zvezdana Augustinović, prof. v. š. | - članica povjerenstva |

Križevci, 2015.

SADRŽAJ

1. UVOD	3
2. PREGLED LITERATURE	4
2.1. Od molekule do formulacije.....	4
2.2. Pravni i tehnički uvjeti za provođenje registracijskih pokusa	5
2.3. Postupak registracije u Republici Hrvatskoj i ostatku Europske unije	7
3. MATERIJALI I METODE	11
3.1. Agrobiotest d.o.o.	11
3.2.1. Ljudski resursi	11
3.2.2. Sredstva za rad.....	12
4. REZULTATI I RASPRAVA	13
4.1. Narudžba pokusa.....	13
4.2. Dozvola za istraživanje i razvoj	14
4.3. Odabir lokacije pokusa	14
4.4. Postavljanje pokusa.....	16
4.5. Tehnologija primjene, oprema i sigurnost	18
4.5.1. Umjeravanje i održavanje opreme	22
4.6. Praćenje i održavanje pokusa.....	22
4.7. Analiza i ocjena pokusa.....	23
4.7.1. Analiza fungicidnih pokusa.....	23
4.7.2. Analiza herbicidnih pokusa	24
4.7.2.1. Carryover efekt	26
4.7.2.2. Pokusi u voćnjacima i vinogradima	26
4.7.3. Analiza insekticidnih pokusa	27
4.8. Izvješće pokusa	28
4.9. Računalna obrada podataka	29
5. ZAKLJUČAK	32
6. LITERATURA	33

1. UVOD

U kemijskoj industriji sredstava za zaštitu bilja, poljski pokusi se provode kroz čitav razvojni ciklus jedne aktivne tvari kako bi se ocijenila, promatrala i usporedila biološka aktivnost. To je neizbježan dio u razvojnem procesu svake eksperimentalne supstancije, a cilj mu je osigurati konačnu tržišnu vrijednost. Svaki takav pokus mora se odraditi krajnje profesionalno, jer jedino se na taj način može postići cjelovitost i komercijalna vrijednost dobivenih podataka. Detaljno planiranje, dizajn pokusa te upotreba napredne statistike i biometrike povećava vjerojatnost dobivanja kvalitetnih odgovora, a samim time i ispunjavanja ciljeva čitavog projekta.

Cilj ovog završnog rada je ukazati na važnost provođenja poljskih pokusa kao neophodnog segmenta u procesu razvoja sredstava za zaštitu bilja, a obrađene teme dotiču se zakonskih okvira unutar kojih se odvija proces registracije sredstava, te opisuju metode provođenja i analize pokusa u svrhu registracije sredstava za zaštitu bilja.

Obaveznu stručnu praksu odradio sam u tvrtci Agrobiotest d.o.o., Koprivnica, ali se moja suradnja sa tvrtkom nastavila i daleko izvan okvira stručne prakse. Tvrtka je zamišljena kao pružatelj kompletne usluge provođenja i analize svih vrsta pokusa na biljnim usjevima, te je do sada surađivala sa brojnim vodećim svjetskim proizvođačima sjemena, gnojiva i sredstava za zaštitu bilja. S obzirom na to da sam se u vremenu provedenom u tvrtci dobro upoznao sa specifičnostima i problematikom posla, ovaj završni rad nastao je na temelju vlastitih opažanja i iskustava sakupljenih kroz obavljanje uredskih, terenskih i laboratorijskih poslova.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Od molekule do formulacije

Sredstva za zaštitu bilja moraju zadovoljiti mnoge kriterije, od kojih je primarni kriterij njihova djelotvornost. Iz tog razloga selekcija proizvoda počinje upravo sa ispitivanjem učinkovitosti. S ulaganjem u daljnji razvoj proizvoda kreće se tek kad provedeni pokusi pokažu pozitivne rezultate. Cilj daljnjih istraživanja smanjiti je opasnost za čovjeka i okoliš, ali mora se zadovoljiti i niz drugih tehničkih i komercijalnih uvjeta.

U dugom procesu proizvodnje, prvi korak je pronalazak molekule sa specifičnim pesticidnim svojstvima i što nižom razinom otrovnosti za neciljane organizme. Danas, svaki novi pesticid mora zadovoljiti velik broj kemijskih, tehničkih i ekonomskih zahtjeva, od kojih su najbitniji (Sanderson i sur., 2004.):

- Specifična i ciljana djelotvornost
- Nulta stopa fitotoksičnosti i sigurnost za neciljane organizme
- Svođenje pojave otpornosti kod štetočinja na minimum
- Sigurnost za zdravlje i okoliš
- Dobar tržišni potencijal
- Mogućnost proizvodnje u dostatnim količinama na način prihvatljiv za zdravlje i okoliš
- Dobre mogućnosti formuliranja
- Stabilnost kod skladištenja

Svaki od tih kriterija može se dalje podijeliti na mnoge podkriterije, a nezadovoljavanje samo jednog od njih može značiti razliku između odustajanja ili nastavka ulaganja i istraživanja. Stoga ne čudi da je pronalazak nove molekule koja će zadovoljiti sve uvjete izuzetno težak, dugotrajan i skup proces.

Prve faze testiranja nove aktivne tvari provode se u strogo kontroliranim laboratorijskim uvjetima. Provjerava se stupanj fitotoksičnosti i mogućnost stvaranja otpornosti kod štetočinja. Ukoliko rezultati laboratorijskih pokusa budu zadovoljavajući, kreće se s provođenjem malog broja strogo kontroliranih poljskih pokusa. Sljedeća faza razvoja je ekonomske prirode, a sastoji se od ispitivanja tržišnih mogućnosti i potencijala novog proizvoda. Ukoliko se pokaže da postoji i komercijalna budućnost, usporedno s nastavkom ekonomskih istraživanja provode se i daljnji poljski pokusi, još uvijek u malom broju i kontroliranim uvjetima. Podaci o učinkovitosti i

toksičnosti koriste se za određivanje najisplativijih, najsigurnijih i tehnički izvedivih načina proizvodnje.

Pod pretpostavkom da su svi prethodni uvjeti zadovoljeni i da još uvijek postoji interes proizvođača za nastavak ulaganja, tek tada proizvod može dobiti privremenu dozvolu za korištenje u eksperimentalne svrhe, tj. za provođenje većeg broja poljskih pokusa u stvarnim uvjetima.

2.2 Pravni i tehnički uvjeti za provođenje registracijskih pokusa

Svaka ustanova koja se planira baviti provođenjem poljskih pokusa u svrhu registracije sredstava za zaštitu bilja mora zadovoljiti određene pravne i tehničke uvjete prije početka rada. Svi ti uvjeti sadržani su u Pravilniku o dobroj istraživačkoj praksi (NN 70/05 NN 70/05), kojeg je izdalo Ministarstvo poljoprivrede. Tim Pravilnikom propisuju se uvjeti za obavljanje pokusa i analizu učinkovitosti sredstava za zaštitu bilja u skladu s dobrom istraživačkom praksom, koje moraju ispunjavati pravne i fizičke osobe radi dobivanja rješenja o ispunjavanju uvjeta dobre istraživačke prakse. Tek kada Ministarstvo poljoprivrede, na zahtjev podnositelja, izda rješenje o ispunjavanju uvjeta, ustanova se može smatrati ovlaštenom za provođenje pokusa, te joj je dozvoljeno započeti s radom. Prema Pravilniku, dobra istraživačka praksa su pravila za istraživanje sredstava za zaštitu bilja u svrhu ocjene njihove biološke učinkovitosti, sa svrhom osiguravanja međunarodno prihvaćenih i pouzdanih rezultata tih pokusa, te uvjeti pod kojima se pokusi planiraju, organiziraju, izvode, nadziru, dokumentiraju, izrađuju izvješća o obavljenim pokusima te arhiviraju.

Pravilnik propisuje da podnositelj zahtjeva ispunjava sljedeće opće uvjete:

1. *Djelatnost:* Podnositelj zahtjeva mora biti registriran za obavljanje djelatnosti u područje poljoprivrede
2. *Iskustvo:* Podnositelj zahtjeva mora imati iskustvo u području zdravstvene zaštite bilja i sredstava za zaštitu bilja (u području istraživanja sredstava u poljskim pokusima, izvještajno – prognoznih poslova, te primjene sredstava)
3. *Sukob interesa:* Izvođenje istraživanja ne može provoditi osoba koja je uključena u postupak ocjene dokumentacije pri registraciji sredstava
4. *Poljoprivredne površine:* podnositelj mora raspolagati poljoprivrednim površinama gdje će se obavljati pokusi

5. *Prostorije:* Podnositelj zahtjeva mora raspolagati primjerenim prostorijama za djelatnost koju obavlja
6. *Primjerena tehnička opremljenost:* Podnositelj mora raspolagati primjerenom mehanizacijom i opremom koju će koristiti prilikom istraživanja (npr. strojevi za obradu zemlje, sjetvu, primjenu sredstava, skladištenje proizvoda, opremu za mjerenje, vaganje i analize; vremenske postaje, sušionice i slično)
7. *Osoblje:* Podnositelj mora biti stručna osoba ili imati stručnjake s primjerenom naobrazbom, zavisno od vrste i složenosti istraživanja koju obavljaju. Podnositelj je obavezan imati odgovornu osobu za provođenje pokusa te unutarnju kontrolu kvalitete svih poslova vezanih za obavljanje istraživanja učinkovitosti.

Uz zahtjev nužno je priložiti i preslike podataka za standardne operativne postupke (SOP). Slijed svih poslova vezanih uz provođenje pokusa mora biti napisan i dostupan u obliku SOP-a u skladu s međunarodnim standardima. Organizacija za provođenje istraživanja učinkovitosti mora za planiranje i provođenje pokusa koristiti najnovije objavljene smjernice Europske i mediteranske organizacije za zaštitu bilja (EPPO smjernice). U praktičnom radu potrebno je pratiti razvoj tih smjernica i poštivati najnovije objavljene smjernice. Ako za pojedini pokus EPPO smjernice nisu dostupne, upotrebljavaju se druge međunarodno primjenjive metode ili metode koje su u skladu s EPPO smjernicama.

Ukoliko Povjerenstvo koje imenuje ministar poljoprivrede utvrdi da su propisani uvjeti zadovoljeni, izdaje se prijedlog za izdavanje rješenja o ispunjavanju uvjeta dobre istraživačke prakse. Prijedlog o izdavanju rješenja donosi se na temelju podnesenih dokumenata, pregleda na terenu te razgovora s odgovornom osobom za istraživanja. Na temelju prijedloga za izdavanje rješenja, nadležna uprava donosi rješenje o ispunjavanju uvjeta dobre istraživačke prakse. U slučaju negativne ocjene Povjerenstva, nadležna uprava donosi rješenje o odbijanju zahtjeva. Rješenje se izdaje na razdoblje od pet godina i može se produžiti. Nadležna uprava može provesti nadzor nositelja rješenja vezano uz ispunjavanje uvjeta iz Pravilnika. Ako se pri nadzoru utvrde nepravilnosti, nadležna uprava će nositelju rješenja narediti otklanjanje istih u primjerenom roku ili ukinuti rješenje o ispunjavanju uvjeta dobre istraživačke prakse.

2.3. Postupak registracije u Republici Hrvatskoj i ostatku Europske unije

Uredba (EZ) br. 1107/2009 o stavljanju sredstava za zaštitu bilja na tržište objavljena je 24. studenog 2009., a njezina primjena započela je 14. lipnja 2011. uz mnoga prijelazna razdoblja. Uredbom se uspostavljaju novi standardi s ciljem podizanja razine sigurnosti za zdravlje ljudi, životinja i okoliš.

U Republici Hrvatskoj u postupku registracije sredstava za zaštitu bilja sudjeluju tri institucije (slika 1):

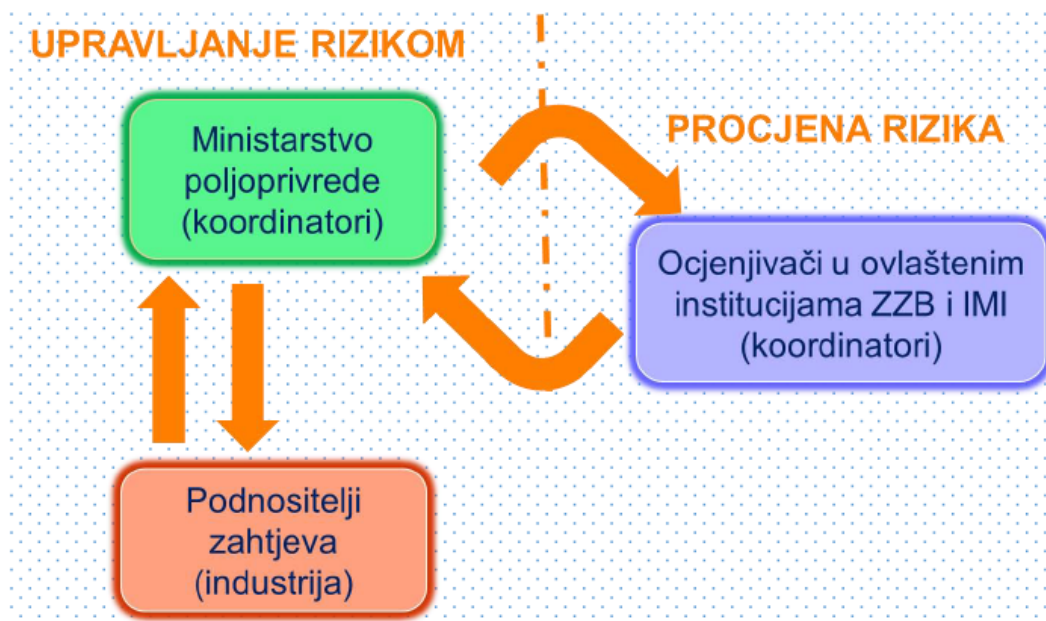
1. Ministarstvo poljoprivrede
2. Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo
3. Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada

Ministarstvo poljoprivrede je glavni koordinator svih poslova vezanih uz registraciju sredstava za zaštitu bilja. Ministarstvo zaprima zahtjeve za registraciju, obavlja provjeru potpunosti dokumentacije te po potrebi traži od podnositelja zahtjeva dodatnu dokumentaciju. Zahtjevi i popratna dokumentacija dostavljaju se u tri istovjetna primjerka. Nakon što se utvrdi potpunost dostavljene dokumentacije, dva istovjetna primjerka dokumentacije šalju se u ovlaštene institucije radi ocjene dokumentacije i procjene rizika. Ovlaštene institucije u slučaju potrebe traže dostavu dodatne dokumentacije, određene dopune zahtjeva, obrazloženja i sl. Komunikacija s podnositeljem zahtjeva u svim fazama postupka registracije sredstava za zaštitu bilja odvija se preko koordinatora u Ministarstvu poljoprivrede. Nakon što ovlaštene institucije završe ocjenu dokumentacije i procjenu rizika, koordinator dostavlja Ministarstvu poljoprivrede prijedlog za registraciju. Na temelju prijedloga ovlaštene institucije, Ministarstvo poljoprivrede izdaje rješenje o registraciji sredstva za zaštitu bilja.

Zavod za zaštitu bilja Hrvatskog centra za poljoprivredu, hranu i selo obavlja dio poslova procjene rizika i ocjene dokumentacije. Na zahtjev Ministarstva poljoprivrede priprema prijedloge za registraciju sredstava za zaštitu bilja, prijedloge za izdavanje određenih dozvola za sredstva za zaštitu bilja, prijedloge za proširenje registracija, te daje stručna mišljenja iz područja sredstava za zaštitu bilja.

Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada obavlja poslove ocjene dokumentacije i procjene rizika u područjima toksikologije sisavaca i izloženosti primjenitelja, radnika i drugih

osoba. Institut također, na zahtjev Ministarstva, izdaje prijedloge za registraciju sredstava za zaštitu bilja, prijedloge za izdavanje određenih dozvola, prijedloge proširenja registracija te daje stručna toksikološka mišljenja iz svog područja rada.



Slika 1: Shematski prikaz postupka registracije sredstava za zaštitu bilja u RH (Priručnik za sigurno rukovanje i primjenu sredstava za zaštitu bilja, Ministarstvo poljoprivrede 2014.)

Uredba (EZ) br. 1107/2009 donosi brojne novosti, od kojih se najvažniji dotiču dodatnih kriterija za ocjenu aktivnih tvari, zonalne registracije sredstava za zaštitu bilja te paralelne trgovine. Aktivne tvari i dalje se odobravaju na razini Europske unije. Industrija priprema potrebne studije i testove za izradu dokumentacije i odabire državu izvjestiteljicu koja zastupa tvrtku pred Europskom komisijom i Europskom agencijom za sigurnost hrane (engl. *European Food Safety Authority* - EFSA) koja obavlja procjenu rizika u svim relevantnim područjima, a Europska komisija i države članice preko svojih predstavnika na Stalnom odboru za prehrambeni lanac i zdravlje životinja - Sredstva za zaštitu bilja - Zakonodavstvo, raspravljaju i donose odluke o odobravanju aktivnih tvari kvalificiranom većinom. Aktivne se tvari najčešće odobravaju na razdoblje do deset godina i podliježu redovitoj ponovnoj ocjeni, a u slučaju novih znanstvenih spoznaja podliježu ponovnoj ocjeni i prije isteka razdoblja odobrenja. Preduvjet za podnošenje zahtjeva za registraciju je da aktivna tvar koju sredstvo za zaštitu bilja sadrži bude odobrena na

razini Europske unije. Do 14. lipnja 2016. moguće je podnijeti zahtjev i ako je aktivna tvar u postupku odobravanja. U tom slučaju izdaje se privremena registracija.

Uredbom (EZ) br. 1107/2009 uspostavljen je zonalni sustav registracije sredstava za zaštitu bilja. Države članice podijeljene su u tri administrativne registracijske zone:

- Zona A: Sjeverna zona, u koju spadaju Danska, Švedska, Finska, Litva, Latvija i Estonija
- Zona B: Srednja zona, u koju spadaju Ujedinjeno Kraljevstvo, Irska, Nizozemska, Njemačka, Belgija, Luksemburg, Austrija, Slovenija, Slovačka, Češka, Poljska, Mađarska, Rumunjska
- Zona C - Južna zona, u koju spadaju Francuska, Španjolska, Grčka, Italija, Portugal, Bugarska, Malta, Cipar i Hrvatska

Administrativne zone uspostavljene su radi izbjegavanja duplih poslova. Prema Direktivi 91/414/EEZ, svaka država članica Europske unije provodila je ocjenu dokumentacije i procjenu rizika radi odobravanja registracije sredstva za zaštitu bilja na svom području, a u zonalnom sustavu registracije priznaje se procjena rizika koju obavi jedna država članica u istoj registracijskoj zoni ili jedna država članica iz bilo koje registracijske zone kod interzonalnog postupka registracije. Kako bi se smanjio administrativni teret za industriju i za nadležna tijela država članica te osigurala bolja ujednačenost i dostupnost sredstava za zaštitu bilja, registracije sredstva za zaštitu bilja koje su odobrene od jedne države članice trebaju biti prihvaćene u drugim državama članica, ako su poljoprivredni, okolišni i klimatski uvjeti usporedivi.

Kod provođenja pokusa u svrhu registracije sredstava za zaštitu bilja posebna pozornost pridodaje se odabiru zemlje u kojoj će se sredstvo testirati. Europska organizacija za zaštitu bilja (*European plant protection organisation* – EPPO) napravila je podjelu agroklimatskih zona u Europi. Ove zone napravljene su radi međunarodne razmjene podataka o učinkovitosti i fitotoksičnosti sredstava za zaštitu bilja. Prema EPPO podjeli uspostavljene su četiri agroklimatske zone (slika 2):

1. Mediteranska zona
2. Morska zona
3. Sjeveroistočna zona
4. Jugoistočna zona



Slika 2: EPPO agroklimatske zone i EU administrativne registracijske zone (izvor: Priručnik za sigurno rukovanje i primjenu sredstava za zaštitu bilja, Ministarstvo poljoprivrede 2014.)

Obilježja klime i meteorološki čimbenici također imaju utjecaja na ostatke pesticida u tretiranim proizvodima i tlu. Ista primijenjena količina pesticida i isti broj tretiranja mogu zbog agroklimatskih razlika rezultirati različitom razinom ostataka pesticida. Zbog tih razlika uspostavljene su dvije agroklimatske zone koje se uzimaju u obzir kod provođenja pokusa sa ciljem utvrđivanja ostataka pesticida (prema priručniku za sigurno rukovanje i primjenu sredstava za zaštitu bilja, Ministarstvo poljoprivrede 2014.):

1. Sjeverna zona – Sjeverna i srednja Europa koja obuhvaća Švedsku, Norvešku, Island, Finsku, Dansku, Ujedinjeno Kraljevstvo, Irsku, sjevernu Francusku, Belgiju, Nizozemsku, Luksemburg, Njemačku, Poljsku, Češku, Slovačku, Austriju, Mađarsku, Švicarsku, Estoniju, Latviju, Litvu, Rumunjsku i Sloveniju
2. Južna zona – Mediteran i južna Europa koja obuhvaća Španjolsku, Portugal, južnu Francusku, Italiju, Grčku, Maltu, Hrvatsku, Srbiju, Bosnu i Hercegovinu, Makedoniju, Crnu Goru, Kosovo, Albaniju, Tursku, Bugarsku i Cipar.

3. MATERIJALI I METODE

Ovaj rad izrađen je metodom kompilacije različitih literaturnih izvora sa iskustvom i znanjem prikupljenim kroz rad u tvrtci Agrobiotest d.o.o. Poglavlja u kojima se opisuju metode i tehnike provođenja pokusa napisana su sažimanjem vlastitog radnog iskustva u okvire obrađene tematike i upotpunjena fotografijama koje sam snimio za vrijeme obavljanja stručne prakse. S obzirom na nedostatak literature na hrvatskom jeziku, koristio sam stručne knjige i priručnike pisane na engleskom jeziku koje sam sam preveo. Za izradu poglavlja o pravnim uvjetima i postupku registracije sredstava za zaštitu bilja korišteni su mnogi literaturni izvori uklopljeni u obliku citata i sažetaka. Rad je upotpunjen grafovima i tablicama koji su također preuzeti iz stručne literature.

3.1. Agrobiotest d.o.o.

Tvrtka Agrobiotest osnovana je 2013. godine u Koprivnici, te je uspješno posluje drugu godinu. Direktor je Hrvoje Sambolek, dipl. ing. agr., koji je ujedno bio moj mentor za vrijeme obavljanja stručne prakse. Tvrtka je zamišljena kao pružatelj kompletne usluge provođenja i analize svih vrsta pokusa na biljnim usjevima, te je do sada surađivala sa brojnim proizvođačima sjemena, gnojiva i sredstava za zaštitu bilja, od kojih su neki Syngenta Agro, BASF, Dow AgroSciences, Belchim, AgroChem Maks i dr. Trenutno je jedina tvrtka u Hrvatskoj koja posjeduje rješenje o ispunjavanju uvjeta dobre istraživačke prakse, te samim time jedina ovlaštena za provođenje poljskih pokusa u svrhu registracije sredstava za zaštitu bilja. Rješenje je izdano od strane Ministarstva poljoprivrede u ožujku 2014. godine. Obzirom na to da je tvrtka nedavno osnovana, i da je počela tek s drugim godinom poslovanja, razumljivo je da u narednim godinama namjerava proširiti obujam poslovanja, broj zaposlenih i količinu poslovnih sredstava.

3.2.1. Ljudski resursi

Zbog znanstvene i istraživačke prirode posla kojim se tvrtka bavi, nužan je i odgovarajuć stupanj stručnosti zaposlenih. Iako je trenutno svega troje stalno zaposlenih, popis stručnih suradnika koji su pridonjeli poslovanju tvrtke je dugačak. U prvoj godini poslovanja ostvarena je

uspješna suradnja sa nekim profesorima sa Agronomskog fakulteta u Zagrebu i Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima. Također, svoj doprinos dalo je i nekoliko stručnjaka sa područja biljne biometrike i biljne proizvodnje.

3.2.2. Sredstva za rad

Sjedište tvrtke nalazi se u Koprivnici, gdje je smješten i ured, dok se skladište i laboratorij nalaze u Koprivničkim Bregima. Od opreme raspolažu sa dvije vrlo precizne ratarske prskalice konstruirane upravo za potrebe provođenja poljskih pokusa, depozitorima granuliranih gnojiva i insekticida posebno prilagođenim za potrebe postavljanja posljskih pokusa. Za potrebe postavljanja voćarskih i vinogradarskih pokusa tvrtka raspolaže i sa nekoliko motornih leđnih prskalica, te jednim motornim atomizerom. Zbog specifičnosti posla dio opreme rađen je po narudžbi i dodatno usavršavan kroz upotrebu. Također, tu je i analitički pribor koji se sastoji od mikroskopa, laboratorijskog suđa, preciznih vaga i računala sa ugrađenom naprednom programskom podrškom. Kod izlazaka na teren, u prvoj godini tvrtka je koristila službeno vozilo marke Opel Combo. Zbog ograničenih terenskih performansi tog vozila, tvrtka je u drugoj polovici 2014. nabavila i terensko vozilo marke Ford Ranger, a početkom 2015. i dodatno kombi vozilo marke Peugeot Partner.



*Slika 3: vozilo Ford Ranger sa svom potrebnom opremom za terensko provođenje pokusa
(snimio: Fran Mesić)*

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. Narudžba pokusa

Početni dio svakog pokusa je narudžba od strane klijenta. Klijent je najčešće i proizvođač sredstva koje se testira, a nakon provedenog pokusa dobiva jasne rezultate koje dalje koristi u svrhu registracije, plasmana, marketinga proizvoda itd. Pokuse u svrhu registracije može provoditi samo ustanova ovlaštena za tu djelatnost, tj. ustanova kojoj je izdano rješenje o ispunjavanju uvjeta dobre istraživačke prakse od strane Ministarstva poljoprivrede. Prije dogovora detalja i formiranja cijene, naručitelj dostavlja općenite podatke o pokusu, primjerice, na kojoj se kulturi provodi, u koliko varijantata i na koliko lokacija. Ukoliko dođe do dogovora, pristupa se potpisivanju ugovora između naručitelja i izvršitelja usluge. U svakom potpisanom ugovoru izvršitelj se bez iznimke obavezuje na čuvanje tajnosti svih podataka vezanih uz pokus. Zabranjuje se spominjanje bilo kakvih detalja o aktivnim tvarima koje se testiraju, kulturama na kojima se pokus provodi, dimenzijama, broju, lokacijama i rezultatima pokusa. Obveza čuvanja tajnosti podataka shvaća se vrlo ozbiljno, te bi svako nepoštivanje iste moglo dovesti do raskida ugovora te eventualnih pravnih posljedica po izvršitelja. Tek nakon potpisivanja ugovora naručitelj dostavlja potrebne dokumente u kojima se nalaze svi potrebni detalji o sredstvu i pokusu, a to su sigurnosno tehnički list (STL) sredstva i protokol pokusa. Dakako, naručitelj se i obavezuje dostaviti sredstva potrebna za provođenje pokusa u određenom roku.

Sigurnosno tehnički list sadrži iscrpne informacije o kemijskim tvarima i smjesama. Na desetak stranica teksta sadrži sve podatke o sredstvu koje će se testirati. Obavezni podaci su ime i šifra proizvoda, aktivna tvar, područje primjene, formulacija, namjena, način djelovanja, stupanj otrovnosti, mjere zaštite i prve pomoći u slučaju trovanja, utjecaj na okoliš i dr. Takav način dostavljanja informacija je implementiran u europsko zakonodavstvo, te je općenito dobro prihvaćen i učinkovit. Kod provođenja pokusa STL osigurava uvid u podatke o kemijskim opasnostima, kao i mjere zaštite.

Protokol pokusa je najvažniji dokument iz kojeg se očitavaju svi potrebni podaci za postavljanje i kompletan rad na pokusu. Svaki protokol ima svoj broj, naslov, mjere (dizajn) pokusa, te detaljne podatke o dozama sredstva, načinu primjene, rokovima primjene, posebnim zahtjevima i ciljevima. Ciljevi moraju biti jasni i izvedivi, te moraju sadržavati primjereno objašnjenje namjene pokusa. U svrhu dobivanja što točnijih rezultata poželjno je ograničiti ciljeve

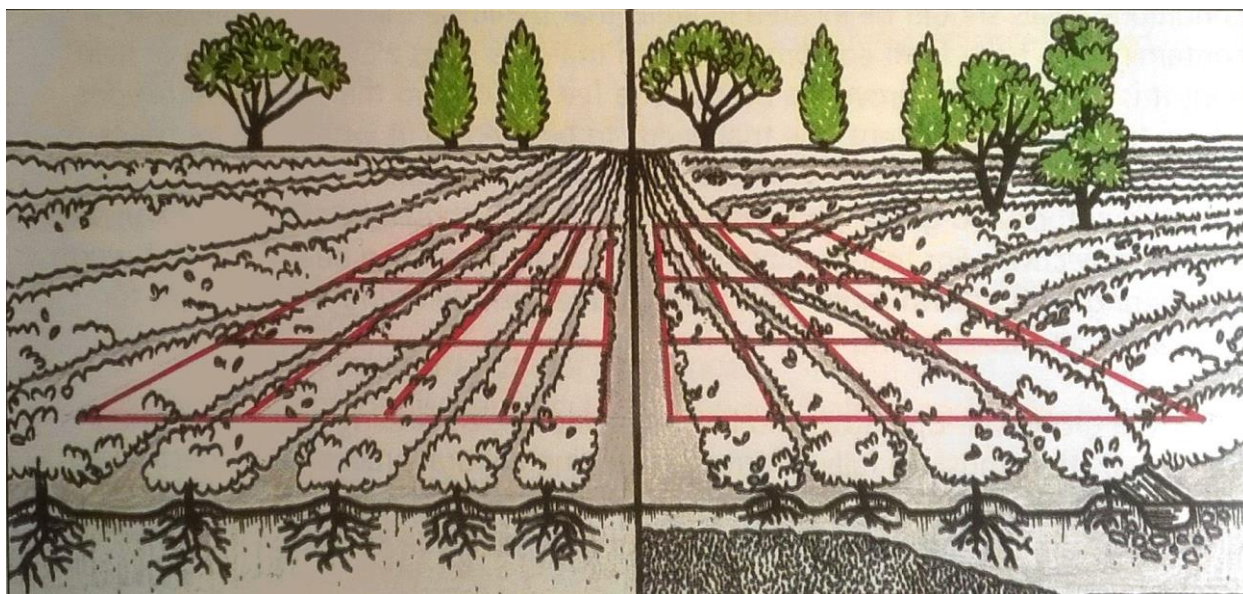
pokusa na što manji broj. Ukratko, protokol sadrži sve podatke potrebne za praktično postavljanje pokusa.

4.2. Dozvola za istraživanje i razvoj

Za potrebe istraživanja i razvoja u kojima se u okoliš ispušta neregistrirano sredstvo za zaštitu bilja potrebno je od Ministarstva poljoprivrede zatražiti dozvolu za istraživanje i razvoj. Dozvola za istraživanje i razvoj neće se izdati za sredstvo za zaštitu bilja koje sadrži genetički modificirane organizme osim ako postoji dopuštenje u skladu s Direktivom 2001/18/EZ. U skladu sa zakonom, niti jedno neregistrirano sredstvo ne smije se primjenjivati bez dozvole, stoga je dozvola neophodna za daljnji tijek istraživanja. Zahtjev za dozvolu mora sadržavati podatke o sredstvu, razloge zbog kojih se traži dozvola, podatke o odgovornoj osobi, količine sredstva namijenjenog istraživanju, te pojedinosti o načinu provođenja istraživanja. U primjenu se kreće tek nakon što je izdana dozvola, a Ministarstvo može od podnositelja zahtjeva naknadno tražiti rezultate istraživanja na uvid (*Zakon o provedbi uredbe (EZ) br. 1107/2009 o stavljanju na tržište sredstava za zaštitu bilja, NN 80/13*).

4.3. Odabir lokacije pokusa

U skladu sa protokolom pokusa bira se lokacija. Ovaj korak može biti od velike važnosti jer svaki pokus ima svoje specifičnosti koje valja uzeti u obzir kod odabira lokacije. Veliku važnost ima jednolikost usjeva i uvjeta na poljoprivrednoj površini. Prije konačne odluke o lokaciji potrebno je nekoliko puta detaljno pregledati površinu kako bi se osigurali svi potrebni uvjeti u skladu s ciljevima pokusa. U idealnim uvjetima čitava površina pokusa trebala bi biti jednolika po pitanju sadnog materijala, razvojne faze usjeva, proreda, razine zaraze štetočinjama, te strukture, navodnjavanja, gnojidbe, obrade i tipa tla. Također, na pokusnoj parceli ne smiju se nalaziti depresije zbog produženog zadržavanja vode na tim dijelovima (slika 4).



1. Slika 4: Usporedba pogodne (lijevo) i nepogodne (desno) lokacije za postavljanje pokusa (izvor: *Manual for field trials in crop protection*, Sanderson G. i sur. 2004.)

Kod mnogih pokusa, vrsta i stanje tla imaju veliku ulogu kod odabira lokacije, što je naročito slučaj kod herbicidnih pokusa. Različita tla i uvjeti u njima utječu na aktivnost rezidualnih supstanci. Na različitim tipovima tla nalazimo i različite vrste korova. Lokacija se odabire na način da se osigura jednolikost uvjeta u tlu kroz cijeli pokus. Ukoliko se, primjerice, radi pokus na zemljišne insekticide u kukuruzu, lokacija bi trebala osigurati povećan broj zemljišnih štetnika. Iz tog razloga često se odabire parcela na kojoj je kukuruz sijan dvije godine zaredom.

U obzir valja uzeti i pristup lokaciji, tj. pobrinuti se da postoji kvalitetan prilazni put koji će biti prohodan i u lošijim vremenskim uvjetima. Iz praktičnih razloga treba osigurati dovoljno prostora za pripremu pokusa, miješanje pesticida, kalibraciju prskalice i slično. Svaka mogućnost kontakta pokusa sa komercijalnom primjenom pesticida mora biti strogo isključena.

Svaki pokus provodi se na najmanje dvije odvojene lokacije, po mogućnosti u različitim dijelovima Hrvatske.

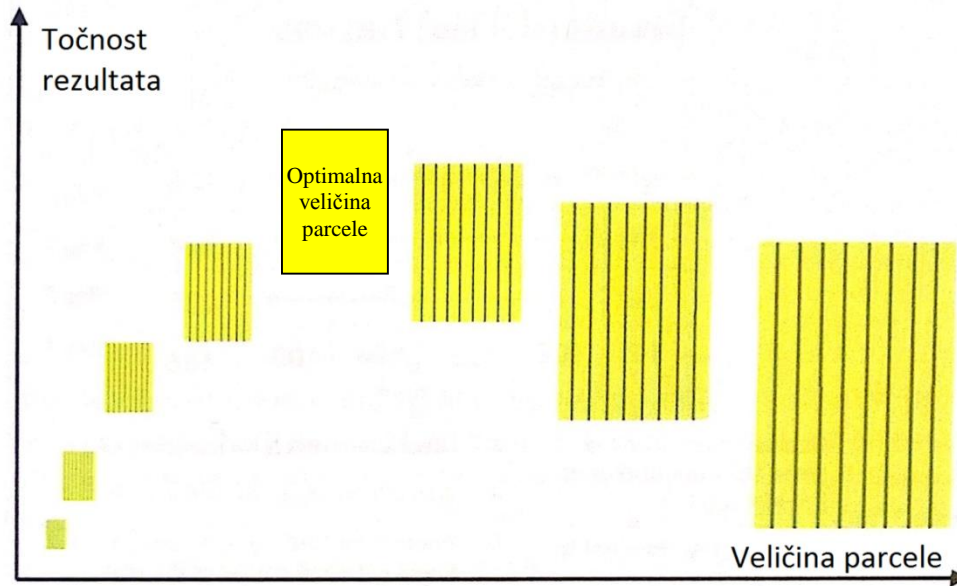
4.4. Postavljanje pokusa

Nakon odabira lokacije pristupa se postavljanju pokusa. Ovisno o pojedinostima iz protokola pokusa, zadatak je razdijeliti površinu na parcele određenih dimenzija na kojima će se provoditi testiranje. Parcela je pokusna jedinica na koju se primjenjuje tretman. Može biti definirana kao samo jedna biljka, određen broj biljaka, čitav red biljaka ili kao određena površina. Kod voćarskih i vinogradarskih pokusa uzima se određen broj stabala, odnosno trsova u redu. Kod postavljanja ratarskih pokusa najčešće se koriste mjerne trake (dužine 50 m), drveni kolčići za obilježavanje parcela i špaga (slika 5).



Slika 5: Standardni pribor koji se koristi kod postavljanja pokusa (snimio: Fran Mesić)

Prvi korak je konstrukcija okvira pokusa, koji obavezno mora biti pravokutnog oblika. Ukoliko nije zadana protokolom, veličina parcela se određuje ovisno o usjevu, načinu primjene, štetnicima i drugim okolnostima. Cilj je postići optimalnu veličinu parcele. U slučaju da je veličina premala, varijacije između parcela biti će velike jer parcela ne sadrži reprezentativnu sliku cjelokupnog stanja usjeva. Također, ako je veličina parcele veća od optimalne pokus će ležati na prevelikom području, a varijacije između parcela će ponovno biti prevelike (slika 6).



Slika 6: Utjecaj veličine parcele na kvalitetu pokusa (izvor: Manual for field trials in crop protection, Novartis crop protection 1992.)

Kod odabira dimenzija parcele valja uzeti u obzir način žetve usjeva. Ukoliko će žetva biti provedena uskim kombajnom, oblik se može prilagoditi zahvatu kombajna i na taj način olakšati žetvu.

Nakon postavljenih okvira površina se parcelira na kvadrate zadanih dimenzija uz pomoć kolčića i špage, a veličine parcela moraju biti jednake za čitavu seriju pokusa. Na svaki kolčić u kutu parcele upisuje se broj prema protokolu, koji će kasnije služiti kao oznaka za varijantu pokusa. Vrlo je važno postići nezavisnost pojedinih parcela, tj. izbjeći svaku mogućnost zanošenja sredstva na susjednu parcelu prilikom prskanja. U slučajevima kada je to nemoguće zbog određenih metoda primjene ili svojstva pesticida, kod ocjene pokusa u obzir se uzimaju samo središnji, a nikako rubni dijelovi parcele. Ta mogućnost mora se uračunati prilikom definiranja veličine parcela. Svaki pokus mora se sastojati od najmanje dvije repeticije istih varijanti, kako bi rezultati bili što točniji. Nakon postavljenog pokusa može se pristupiti primjeni sredstva (slika 7).



Slika 7: Postavljen pokus (snimio: Fran Mesić)

4.5. Tehnologija primjene, oprema i sigurnost

Velika pažnja mora se obratiti na točnost u provođenju primjene i na sigurnost okoliša te stručnjaka koji provodi pokus. I male pogreške u pripremi i primjeni mogu rezultirati velikim greškama i odstupanjima u ocjeni pokusa.

Prije svakog izlaska na teren u svrhu primjene sredstva dobra priprema je obavezna. U skladu s protokolom provode se odmjerne sredstava, na dva načina, prema masi i prema volumenu. Obzirom da su količine sredstva namijenjene poljskim pokusima vrlo male, upotreba analitičke vage i precizne pipete je obavezna. Kad je moguće, odmjerne valja provoditi u dobro prozračenim prostorima. Količina utrošenog sredstva i vode, kao i rok primjene mora biti u skladu s protokolom pokusa. Odmjera se provodi za svaku varijantu pokusa posebno, a odmjereno sredstvo sprema se u staklene ili plastične posudice sa nepropusnim poklopcem. Svaka posudica označava se brojem pokusa, brojem repeticije, količinom te nazivom ili šifrom sredstva.

Kod odabira tehnologije primjene bitno je odabrati onu kombinaciju metoda i opreme koja osigurava da točna količina sredstva za zaštitu dospije na određenu površinu, i pri tome se

ravnomjerno rasporedi. Kao posljedica neprestanog razvoja tehnologije i sve većih zahtjeva tržišta, asortiman raspoložive opreme uvijek se povećava. Dio raspoloživog asortimana opreme namijenjen je konvencionalnoj upotrebi, dok je dio posebno dizajniran specifično za potrebe poljskih pokusa. Korištenje kvalitetne opreme, pravilno rukovanje i redovito održavanje uvelike pridonose učinkovitosti primjene. Prskalice se mogu podijeliti u nekoliko kategorija, primjerice, prema namjeni na voćarske i ratarske; prema načinu rada na ručne, motorne i prskalice sa zračnom potporom; prema veličini na prijenosne ili traktorske. Odabir najprikladnije kombinacije opreme ovisi o samom pokusu.

Neregistrirani pesticidi koji su u fazi istraživanja smatraju se vrlo toksičnima, te se s njima postupa s velikom pažnjom u skladu sa sigurnosnim smjernicama. Stoga je upotreba zaštitne odjeće, naočala, gumenih čizama i rukavica te kombinezona obavezna. Također, kod primjene vrlo koncentriranih sredstava preporuča se upotreba respiratora koji smanjuje mogućnost prodiranja opasnih čestica u pluća na minimum. Zanošenje škropiva na susjedne parcele, primjerice zbog utjecaja vjetra, vrlo je nepoželjna pojava i mora se spriječiti. Sva takva sredstva moraju biti pohranjena u posebno dizajniranim metalnim ormarima, sa jasno istaknutim znakovima upozorenja te mogućnošću zaključavanja (slika 8)



Slika 8: Metalni ormari namijenjeni skladištenju sredstava za zaštitu bilja (snimio: F. Mesić)

Prilikom svake primjene obavezno se mjeri i upisuje temperatura zraka, vlaga zraka temperatura tla i brzina vjetra.

Čest je slučaj da se kod provođenja pokusa traži što vjernije oponašanje uvjeta iz komercijalne poljoprivrede. Zbog veličine parcela na ratarskim pokusima od svega nekoliko, pa do maksimalno nekoliko desetaka metara, upotreba standardnih traktorskih prskalica ne dolazi u obzir. Upravo za tu namjenu dizajnirane su posebne prskalice, koje vjerno repliciraju rad konvencionalne prskalice, ali namijenjene su upotrebi na znatno manjim površinama (slika 8). Upotreba takvih prskalica osigurava visoku učinkovitost i vrlo točnu primjenu. Sastoje se od boce sa stlačenim plinom koju izvođač pokusa nosi na leđima. Kao pogonski plin može se koristiti stlačeni ugljikov dioksid, dušik ili zrak. U ruci se drži grana prskalice čija dužina i broj sapnica može varirati ovisno o pokusu. Sapnice su najčešće međusobno razmahnute 50 cm, tako da se, primjerice, na grani dužine 2,5 m nalazi 6 sapnica. Grana je izrađena od karbonskih vlakana zbog smanjivanja težine i lakoće rukovanja. Na jednom kraju grane, bližem izvođaču, nalazi se i spremnik sredstva. On je preko ventila za regulaciju pritiska spojen sa spremnikom stlačenog plina, te je kod primjene pod tlakom. Jedna od najvećih prednosti ove vrste prskalica je mogućnost potpunog pražnjenja spremnika, što uvelike pridonosi točnosti izračuna ispravne doze i samoj preciznosti primjene. Kako bi osigurali uvijek jednake uvjete primjene, prskalice sadrži i manometar koji tokom upotrebe kroz jedan pokus uvijek mora pokazivati istu vrijednost. „Anti drip“ ventili nakon zatvaranja sprečavaju naknadno istjecanje sredstva kroz sapnice.



Slika 9: Upotreba ratarske prskalice namijenjene provođenju poljskih pokusa (snimio: F. Mesić)

Kod primjene u voćnjacima i vinogradima najčešće se koriste motorne leđne prskalice (slika 9) i atomizeri. Pritisak u prskalici stvara se radom dvotaktnog benzinskog motora, što donosi brojne prednosti nad ručnim prskalicama. Zbog postizanja većeg pritiska postoji mogućnost

montaže znatno duže grane prskalice, kao i upotrebe više sapnica odjednom (slika 10). Kod primjene za potrebe poljskih pokusa preporučena je upotreba prskalice opremljene manometrom i „anti drip“ ventilom na spoju grane sa sapnicom. Atomizeri rade uz pomoć ventilatora, koji velikom brzinom upuhuje zrak u savitljivo crijevo, na kraju kojeg se nalazi sapnica koja raspršuje sredstvo u zračnu struju. Iako postižu vrlo finu maglicu (50-150 μm) te na taj način osiguravaju ravnomjerno raspoređivanje sredstva na biljci, imaju i svojih nedostataka. Nisu precizni i najpodložniji su zanošenju sredstva, osobito u vjetrovitim uvjetima. Teški su, bučni i skupi, ali ponekad i jedini izbor.



*Slika 10: Leđna motorna prskalice
(snimio: Fran Mesić)*



*Slika 11: Dvije sapnice na završetku grane
(snimio: Fran Mesić)*

4.5.1. Umjeravanje i održavanje opreme

Kvalitetno umjeravanje prskalice je ključni dio primjene sredstava za zaštitu bilja koji osigurava da se sredstvo primjeni u skladu sa uputstvima. Cilj umjeravanja je izmjeriti i prilagoditi

utrošak sredstva, te ga računski staviti u omjer sa tretiranom površinom. Jedino nakon pravilnog umjeravanja možemo biti sigurni u stvaran utrošak sredstva, i samim time kvalitetnije provesti pokus.

Servis i pravilno održavanje opreme također su od velike važnosti. Prije svake upotrebe valja proći kroz nekoliko rutinskih koraka ispitivanja ispravnosti. Na prskalici se provjeravaju spojevi grana i sapnice, a svako nekontrolirano istjecanje i kapanje sredstva je nepoželjno. Na motornim prskalicama provjerava se i čistoća filtra za zrak, a godišnje se provodi i servis motora. Nakon upotrebe sva oprema se ispire čistom vodom i prikladno pohranjuje kako ne bi došlo do oštećenja uzrokovanog vanjskim uvjetima ili transportom.

Sva mjerenja, prilagodbe i testiranja opreme u svrhu umjeravanja i održavanja provode se isključivo čistom vodom.

4.6. Praćenje i održavanje pokusa

Od primjene do ocjene, svaki je pokus potrebno pratiti i prikladno održavati. Kod pokusa u voćnjacima i vinogradima, najčešće se primjenjuje herbicid između redova. Kod ratarskih kultura održavanje se najčešće svodi na košnju proreda između parcela. Osim što olakšava kretanje unutar pokusa, i samim time sav posao vezan uz pokus, košnja pridonosi i urednom izgledu pokusa i jasno ga ističe iz ostatka polja. Održavanje može sadržati i primjenu herbicida umjesto košnje, ali samo u slučajevima kada ne postoji mogućnost da takav način održavanja utječe na rezultate pokusa. Svakim dolaskom na parcelu pokus valja pregledati, jer nije rijetkost da se nađe na slomljene kolčiće, ili puknutu špagu. Takva oštećenja mogu nastati kao posljedica vjetrovitog vremena, ili uslijed prolaska divljači kroz polje. Ako se primijete, sve nepravilnosti moraju se sanirati.

Prilikom praćenja pokusa počinje intenzivniji znanstveni rad, te je potreban visok stupanj stručnosti. Za znanstvenike koji se bave problematikom zaštite bilja, u fazi praćenja stvari postaju zanimljive. Unutar parcela počinju se primjećivati razlike u razvojnim fazama biljaka, populaciji kukaca, korova, stupnju zaraženosti bolestima i drugim biološkim čimbenicima. Dolaze do izražaja prve naznake učinkovitosti testiranog sredstva, odnosno uspješnosti čitavog pokusa. Vrlo je važno pratiti uvjete na polju i prikupiti što je moguće više informacija kroz trajanje pokusa, jer svi podaci mogu biti od velikog značaja za konačnu ocjenu i cjelokupnu sliku pokusa. Poželjno je fotografiranje pokusa, jer fotografije su izvrstan dodatak opisu, te na vrlo razumljiv način

upotpunjuju pisano izvješće. Fotografije u nekim slučajevima mogu poslužiti kao osnova za determinaciju štetočinja, te procjenu razine i uzroka šteta na biljci.

4.7. Analiza i ocjena pokusa

Ovaj korak zahtjeva najveću stručnost i poznavanje problematike. Prilikom ocjenjivanja koriste se razne metode, ovisno o specifičnostima pokusa. Prije same ocjene potrebno je kroz cijeli tijek vegetacije prikupljati potrebne podatke koji se kasnije analiziraju. Podaci se prikupljaju na razne načine, ovisno o specifičnostima pokusa. Uzmemo li u obzir sav trud koji je uložen u planiranje pokusa, (definiranje ciljeva pokusa, pronalazak i odabir lokacije, postavljanje pokusa i precizna primjena sredstava i dr.), logično je da se ovoj posljednjoj fazi obrade pokusa posvećuje mnogo pažnje i vremena, sve s ciljem dobivanja najtočnijih rezultata. Ukoliko prikupimo nedovoljne ili netočne podatke čitav proces razvoja jednog proizvoda biti će manje učinkovit i usporen.

Osnova za svaku ocjenu je usporedba tretiranih sa kontrolnim (netretiranim) varijantama. U svakom pokusu nekoliko se parcela, najčešće jedna po repeticiji, ostavlja netretirano upravo kako bi se stvorila točka usporedbe nužna za pravilnu ocjenu pokusa.

4.7.1. Analiza fungicidnih pokusa

Svaka analiza počinje prikupljanjem kvalitetnih podataka. Podaci se moraju prikupljati u više navrata, dovoljno često da se dobije kompletna slika napretka bolesti kroz period vegetacije. Podaci o fazama razvoja bolesti prikupljaju se kod svakog tretmana, ali to često nije dovoljno. Procjena se najčešće provodi po postotnoj skali zaraženosti površine (0-100%), i to je najbolja metoda kod bolesti koje zahvaćaju čitavu površinu promatranog dijela biljke. Ovakav način procjene na vrlo jasan način daje stvarnu sliku unutar pokusa, sa mogućim malim (zanemarivim) odstupanjima koji su posljedica subjektivnosti ocjenjivača.

U nekim slučajevima skala 0-100 se ne koristi, primjerice, kod vrlo slabe zaraze. U tom slučaju procjenu je primjerenije prikazati kao omjer zaraženih i nezaraženih biljaka. S druge strane, neke bolesti mogu se razviti do te mjere da biljku čine jedva prepoznatljivom. Takva biljka može izgubiti velik broj zaraženih listova ili plodova, pa jednostavna procjena po skali zaraženosti preostalih listova nije primjerena jer umanjuje sliku stvarnog stanja pokusa. U tom slučaju procjenjuje se i gustoća krošnje ili vigor biljke.

4.7.2. Analiza herbicidnih pokusa

Kod standardnih herbicidnih pokusa također je potrebno provesti nekoliko ocjena, minimalno tri kroz trajanje vegetacije. Vrijeme ocjene definirano je protokolom, a određuje se prema razvojnoj fazi korova i biljaka u pokusu. Neke metode ocjene provode se nad korovima, a neke su vezane uz usjev. Područje ocjene definirano je protokolom, a najčešće korištene metode opisane su u tablici 1.

Tablica 1: Metode ocjene herbicidnih pokusa

Metoda	Objekt ocjene	Opis
Kontrola korova	Korov	Postotak suzbijanja korova. Uključuje sve simptome (biomasa, uvenuće, diskoloracija, deformacije i dr.)
Fitotoksičnost	Usjev	Postotak fitotoksičnosti, uključuje sve simptome (stanjivanje, uvenuće, diskoloracija, zaostatak u razvoju i dr.)
Nekroze	Korov	Postotak površine biljke pod nekrotičnim tkivom
Diskoloracija	Korov	Postotak promjene boje (u žutu, ljubičastu, smeđu, bijelu...)
Uvenuće	Usjev	Koristi se kod ocjene simptoma „uspavanog žita“, tipičnog za neke hormonalne herbicide (npr. dicamba) 0 = uspravno, 100 = ravno na zemlji
Razvoj	Korov	Procjena svakog zaostatka u razvojnoj fazi (ne i u visini biljke).
Deformacija	Korov	Sve nepravilnosti u rastu biljke (osim uvenuća). Bilježi se dio biljke koji je zahvaćen (npr. korijen, klas, list).
Defolijacija	Korov	Postotak izgubljenog lišća u usporedbi sa kontrolnom parcelom
Pokriće tla	Korov/usjev	Postotak pokrića površine tla
Broj	Korov	Broj biljaka po jedinici površine
Klijavost	Korov	Postotak nikulih biljaka u usporedbi sa kontrolnom parcelom
Visina	Korov	Mjerenje visine biljke
Formiranje klasa	Usjev	Postotak formiranih klasova u usporedbi sa kontrolnom parcelom
Cvatnja	Usjev	Postotak cvatnje u usporedbi sa kontrolnom parcelom. Može biti iznad 100% ukoliko je cvatnja intenzivnija nego na kontrolnoj parceli
Masa	Usjev	Masa usjeva po pojedinoj parceli
Bio masa	Korov/usjev	Masa nadzemnog dijela biljke po pojedinoj parceli
Vlaga	Usjev	Postotak vlage u zrnu
Masa 1000 zrna	Usjev	Masa 1000 zrna / sjemenki. Svaki manji uzorak (npr. 100 zrna) preračunava se u 1000

Izvor: Manual for field trials in plant protection, Ciba-Geigy, Basel, 1992.)

Kod prebrojavanja broja korova koristi se pomoćni okvir zadane površine (npr. 1 m²) koji se nasumce postavlja na tlo u parceli, te se pristupa prebrojavanju korova unutar okvira. Kako bi se povećala točnost dobivenih podataka, taj postupak može se ponoviti nekoliko puta u istoj parceli.

4.7.2.1. Carryover efekt

Kod provođenja pokusa sa novim, neregistriranim herbicidima, u pravilu se ispituje i mogućnost jedne nepoželjne pojave, tj. efekta prijenosa, ili tzv. „carryover“ efekta. Radi se o pojavi prijenosa herbicidnih rezidua na sljedeću kulturu u plodoredu, te mogućnosti negativnog djelovanja na tu kulturu. Osjetljivost različitih kultura na herbicide može zaista znatno varirati, tako je moguće da rezidue herbicida korištenog u tolerantnoj kulturi prouzrokuju štete na sljedećoj, manje tolerantnoj kulturi u plodoredu. Carryover efekt ovisi o brojnim čimbenicima, kao što su svojstva tla (propusnost, temperatura, vlaga, kiselost, mikrobiološka aktivnost tla), vremenski uvjeti, količina sredstva koje se primjenjuje tijekom sezone, vrijeme primjene i vrijeme između primjena, te osjetljivost usjeva na određeni herbicid. Ta pojava moguća je i kod herbicida koji se u zemlji brzo razlažu i ostavljaju vrlo nisku razinu rezidua, ali i to može biti dovoljno da ošteti neke vrlo osjetljive usjeve. Stoga je bitno precizno ispitati koje kulture mogu biti sigurno uzgajane na površini koja je prethodno bila tretirana herbicidima, te pod kojim uvjetima se razvijaju rizici od carryover efekta. Pokusi se provode kako bi se razvile mjere i preporuke za izbjegavanje takvih pojava u komercijalnoj upotrebi.

4.7.2.2. Pokusi u voćnjacima i vinogradima

Glavna svrha primjene herbicida u voćnjacima i vinogradima je smanjiti direktan utjecaj korova na razvoj kulture i olakšati održavanje, berbu te ostale agrotehničke zahvate. Indirektno se olakšava cirkulacija zraka unutar nasada i povećava se količina raspoložive vode i hranjivih tvari u tlu. Pokusi se provode na osjetljivost nasada na herbicide, te na razinu suzbijanja korova unutar nasada. Tehnike ocjene su vrlo slične onima na ratarskim kulturama, uz naglasak na procjenu pokrivenosti tla korovima (izražava se u postocima), koja je najčešća metoda procjene učinkovitosti herbicida. Postotak pokrivenosti (zajedno sa korovnim vrstama), prosječna visina i razvojna faza korova bilježi se prilikom aplikacije i svake ocjene. Ukoliko se ocjenjuje i prinos,

valja uzeti u obzir da u tom pogledu nasadi ne reagiraju trenutno na primjenu herbicida, te se takve ocjene provode kroz period od nekoliko godina.

4.7.3. Analiza insekticidnih pokusa

Glavni cilj pokusa je odrediti djelotvornost i nuspojave nekog insekticida. Koji spektar insekticidnog djelovanja i koje nuspojave se ispituju ovisi o samom pokusu i mora se jasno definirati u fazi planiranja. Insekticid može djelovati na dva načina, a to su:

- LETALNO, što podrazumijeva
 - Jaja
 - Ličinke
 - Odrasle kukce

- NELETALNO, što podrazumijeva
 - Smanjivanje plodnosti
 - Promjene u orijentacijskom ponašanju
 - Promjene u ishrani
 - Promjene u spolnom ponašanju
 - Promjene u trajanju dijapauze
 - Povećanje razine prijenosa bolesti

Iako se metode ocjene razlikuju ovisno o kulturi i vrsti insekta, za kvalitetnu procjenu svih parametara u insekticidnom pokusu vrlo je važno odrediti razvojnu fazu insekta prilikom aplikacije. Također je bitno razumjeti kakvi su učinci mogući kod određene razvojne faze insekta. Bitno je i dobro poznavanje metoda određivanja populacije insekata, jer te se metode najčešće koriste kod ocjena. Insekticidi se testiraju i na fitotoksičnost, a neke metode su opisane u tablici 2.

Tablica 2. Metode ocjene fitotoksičnosti kod insekticidnih ratarskih pokusa

Metoda	Postupak
Klijavost	- Brojanje niknulih biljaka po m ² ili po dužnom metru reda - Izračun postotka klijavosti (omjer posijanih i niknulih sjemenki)
Vigor	- određivanje postotka pokrivenosti tla - određivanje postotka vigora, kao referenca uzima se parcela sa najboljim rezultatom (= 100%) - Vaganje mase biljaka
Deformacije	Uključuje sve simptome (stanjivanje, uvenuće, diskoloracija, zaostatak u razvoju i dr.), a izražava se u postocima
Prinos	Vaganje prinosa kod žetve, izražava se u kg/ha

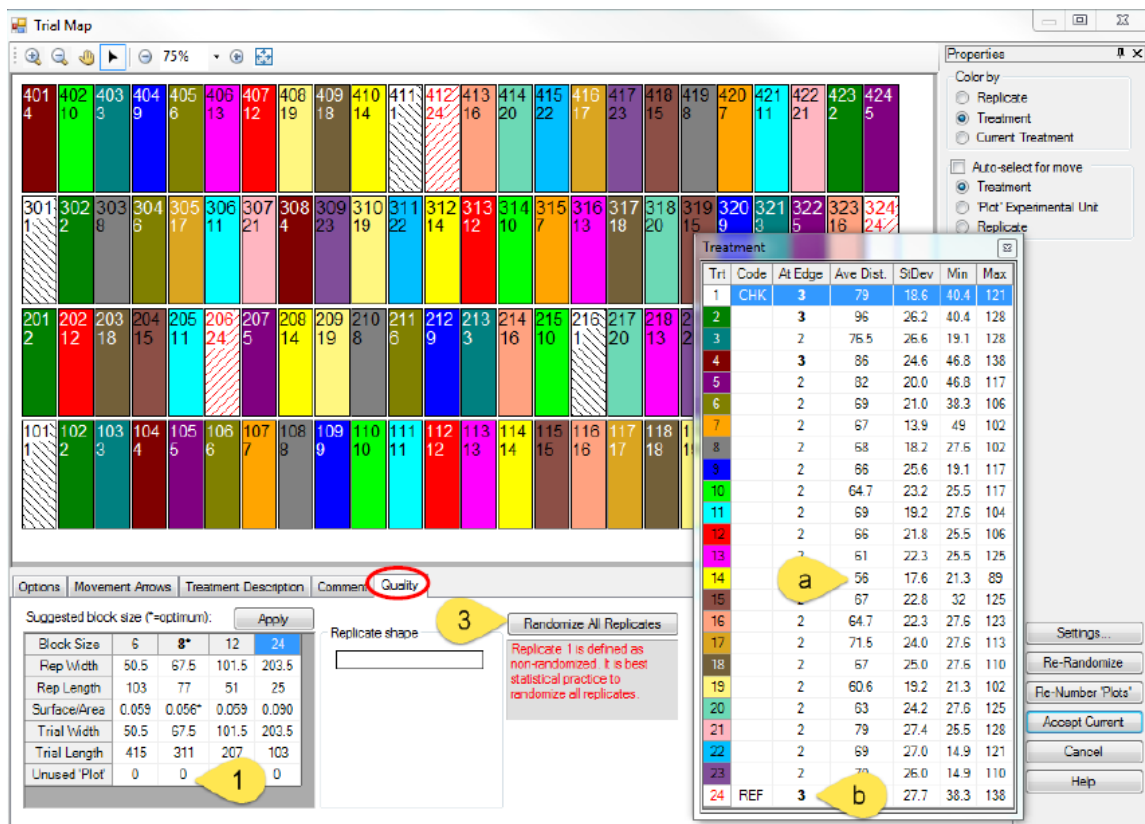
(izvor: *Manual for field trials in plant protection, Ciba-Geigy, Basel, 1992.*)

4.8. Izvješće pokusa

Pokus ne možemo smatrati završenim prije izrade kvalitetnog izvješća. Izvješće mora sadržavati detaljne informacije o potpunom radu uloženom u poljski pokus, načinu provođenja pokusa, te iscrpnu analizu rezultata. Velika većina ljudi koja radi na plasmanu i registraciji određene aktivne tvari ima ograničen pojam o procesima koji se odvijaju za vrijeme trajanja pokusa, te je upravo izvješće jedini dokument vezan uz pokus koji dobivaju na uvid. Stoga je od velike važnosti da izvješće bude razumljivo, objektivno i potpuno. Poželjno je upotrebljavati kratke i jasne rečenice, definirati ciljeve i zaključke pokusa. Rezultati pokusa se predstavljaju potpuni i u nepromijenjenom obliku, a upotreba tablica i grafova je poželjna. Svako navođenje preopširnih i nebitnih podataka svakako treba izbjegavati. U izvješću je poželjno navesti sažetak svih faktora koji su mogli utjecati na pokus.

4.9. Računalna obrada podataka

Postoje brojne metode prikupljanja relevantnih podataka u poljskim pokusima, a za daljnju analizu tih podataka sve češće se koristi računalni program imena *Agricultural data manager* – ARM (Slika 11). ARM je vrlo složen i napredan program razvijen upravo za potrebe analize podataka dobivenih iz poljskih pokusa. Korištenjem računala, tableta i specijaliziranih programa stvaraju se znatne uštede na vremenu tijekom čitavog procesa istraživanja. Olakšano je planiranje pokusa, izrada protokola, prikupljanje i analiza podataka, izrada konačnih izvješća, te mnoge druge radnje koje su nužne za uspješno upravljanje pokusom. Takav softver koriste istraživači i znanstvenici u brojnim zemljama svijeta, u mnogim tvrtkama i na stotinama sveučilišta.



Slika 12: Sučelje programa ARM sa otvorenim planom pokusa

Nakon otvaranja protokola pokusa, program računa i predočuje sve potrebne podatke za postavljanje, aplikaciju i analizu pokusa. Računa veličine i vrši randomizaciju parcela, a skica pokusa sa svim bitnim podacima jednostavno se može ispisati te u pisanom obliku ponijeti na

teren. ARM se koristi kroz čitavo trajanje pokusa. U početnoj fazi nam daje bitne podatke i upute o načinu provođenja pokusa, a kasnije služi za unos i analizu podataka prikupljenih u pokusu.

Kako bi se dodatno olakšao unos podataka i uštedjelo vrijeme, ARM je kompatibilan s nekim prijenosnim tablet računalima, kao npr. QuadPad V12 (slika 12). Osim što ima ekran visoke razlučivosti i snažan procesor, QuadPad je robustan i izdržljiv. Otporan je na udarce, jake vibracije, vlagu i prašinu, što ga čini idealnim alatom za korištenje na terenu. Unos podataka direktno u ARM, na licu mjesta i prilikom svakog obilaska, podiže kvalitetu izvođenja poljskih pokusa na višu razinu. Na taj način u obradu ulaze samo najtočniji i najsvježiji podaci, uz znatne uštede vremena. Unosi se svaki posjet pokusu, svaki agrotehnički zahvat, prate se klimatski i pedološki uvjeti, populacije štetočinja i njihove razvojne faze, unose se konačne ocjene pokusa, te sve okolnosti i uvjeti koji mogu na bilo koji način utjecati na sam pokus. Uređaj ima integriranu kameru, što olakšava fotografiranje pokusa i prilaganje fotografija izvješću. QuadPad ima i mogućnost bežičnog povezivanja sa drugim računalima, što je vrlo korisna opcija. Omogućuje izvršitelju pokusa da nastavi rad iz ureda ili od kuće, bez potrebe prethodnog prijenosa prikupljenih podataka u stolno računalo. Također, naručitelju daje uvid u trenutno stanje na pokusu. U svakom trenutku može provjeriti fazu u kojoj se pokus nalazi, te usporedno s tijekom pokusa stvarati konačnu sliku uspješnosti istraživanja. Naručitelj, ukoliko procijeni da je potrebno, može dodatno modificirati pokus ili usmjeriti izvođača na određene segmente koje smatra relevantnim.



Slika 13: Prijenosni uređaj QuadPad V12 (izvor: www.quadro.com)

Donedavna organizacija poslovanja vodećih svjetskih proizvođača sredstava za zaštitu bilja podrazumjevala je postojanje tzv. poljskih timova stručnjaka, zaduženih za provođenje svih vrsta poljskih pokusa, pa tako i onih u svrhu registracije sredstava za zaštitu bilja. S obzirom na to da je provođenje pokusa vrlo zahtjevna djelatnost koja traži visok stupanj stručnosti i oduzima mnogo vremena, logično je da se na tržištu pojavila potreba za usko specijaliziranim tvrtkama koje će uslužno provoditi pokuse za tvrtke industrije sredstava za zaštitu bilja. Iako timovi poljskih stručnjaka još uvijek postoje unutar tvrtki proizvođača te su u nekim segmentima nezamjenjivi, provedba pokusa sve se češće prepušta nezavisnim tvrtkama kojima je to primarna djelatnost. Upravo iz te potrebe u Koprivnici je 2013. godine osnovana tvrtka Agrobiotest.

5. ZAKLJUČAK

Prije plasiranja na tržište, jedna aktivna tvar u prosjeku prolazi kroz devet godina rigoroznih znanstvenih studija i procjena sigurnosti. Iako se testiranja provode kroz čitav razvojni ciklus molekule, ključni stadij testiranja je upravo onaj u kojem proizvod „izlazi“ iz laboratorija ili staklenika na otvoreno pokusno polje. Iako se u laboratoriju dolazi do izuzetno važnih saznanja o sigurnosti i učinkovitosti određene aktivne tvari, jedino poljski pokusi omogućuju znanstvenicima proučavanje svojstava pesticida u uvjetima identičnim onima u komercijalnoj poljoprivredi.

U poljskom pokusu velika većina provedenog rada je usmjerena k pronalasku praktičnih rješenja. Moderna i integrirana poljoprivreda uzima u obzir mnoge mogućnosti kontrole štetočinja. Kemijske, biološke i mehaničke mjere kontrole mogu se primjenjivati pojedinačno ili kombinirano, kao cjelokupno rješenje problema štetočinja. Sve mogućnosti moraju biti ispitane u što širem rasponu klimatskih i zemljopisnih uvjeta kako bi se osigurala vjerodostojnost rješenja. Sva rješenja, kako bi bila kvalitetna, moraju se uklapati u standardne poljoprivredne modele.

Bliska suradnja između industrije i mjerodavnih državnih institucija postala je nužnost sa svrhom postizanja primjerene kontrole supstanci koje se puštaju na tržište, te na taj način osigurava sigurnost za čovjeka i okoliš. Poljski pokusi u svrhu registracije sredstava za zaštitu bilja mogu se provoditi jedino uz prethodno odobrenje Ministarstva poljoprivrede, poštujući stroge smjernice kako bi se eventualni rizici smanjili na minimum.

Cilj industrije sredstava za zaštitu bilja je svakodnevni pronalazak, ispitivanje i plasman novih aktivnih tvari koje mogu uvelike pridonijeti postizanju vrhunskih prinosa u poljoprivredi. U postizanju svojih ciljeva industrija se obavezuje prilagoditi lokalnim zakonima i pravilima, te voditi računa o isplativosti i sigurnosti za čovjeka i okoliš. Poljski pokusi samo su jedan od dugog niza testova kroz koje prolazi svaka aktivna tvar prije puštanja na tržište. S obzirom na to da se provode u svakodnevnim praktičnim uvjetima, daju najpotpunije odgovore na brojna pitanja o prirodi određene aktivne tvari, te su u tom segmentu nedvojbeno nezamjenjivi.

6. LITERATURA

1. Brajević I., (2015.), Iskustvo Republike Hrvatske u registraciji sredstava za zaštitu bilja godinu dana nakon pristupanja Europskoj uniji, Glasilo biljne zaštite, broj 1/2, str. 27-28.
2. Manual for field trials in plant protection (Plant protection division), Ciba-Geigy, Basel, 1992.
3. Pravilnik o dobroj istraživačkoj praksi, NN 70/05, www.nn.hr (5. travnja 2015.)
4. Priručnik za sigurno rukovanje i primjenu sredstava za zaštitu bilja (Bokulić A. i sur.), Ministarstvo poljoprivrede i Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, Zagreb, 2014.
5. Sanderson G. i sur. (2004.): Manual for field trials in crop protection, (Sanderson G. i sur.), Syngenta International AG, Basel, 2004.
6. Zakon o provedbi uredbe (EZ) br. 1107/2009 o stavljanju na tržište sredstava za zaštitu bilja, NN 80/13

SAŽETAK

Ovaj završni rad govori o važnosti i metodama provođenja poljskih pokusa u svrhu registracije sredstava za zaštitu bilja. U pregledu literature navedeni su tehnički i ekonomski uvjeti koje svaki novi pesticid koji se stavlja na tržište mora zadovoljiti. Govori se i o razvojnom ciklusu jedne aktivne tvari, te o zakonskim odredbama koje se dotiču postupka registracije sredstava za zaštitu bilja u Hrvatskoj i ostatku Europske unije. U poglavlju materijali i metode opisane su metode korištene u izradi ovog završnog rada, te nešto više o tvrtci Agrobiotest d.o.o., zasad jedinoj tvrtci u Hrvatskoj koja je ovlaštena od strane Ministarstva poljoprivrede za obavljanje te vrste djelatnosti. Poglavlje rezultati i rasprava govori o operativnim postupcima vezanim za pokuse, i to od narudžbe pokusa od strane klijenta, pa do završne faze, tj. ocjene i izvješća pokusa. Spominju se kriteriji kod odabira lokacije pokusa, metode postavljanja pokusa, opisuje se korištena oprema, te se govori o analizama, izvješćima i računalnoj obradi dobivenih podataka.

Čitav rad temelji se na iskustvu koje sam stekao radeći za tvrtku Agrobiotest d.o.o. iz Koprivnice.

KLJUČNE RIJEČI

Zaštita bilja, sredstva za zaštitu bilja, registracija, poljski pokusi, metode, EPPO, Agrobiotest.