

4. PRINCIPI I PROBLEMI OGLEDA U POLJOPRIVREDI

4.1. Osobnosti oglada u poljoprivredi

Osnovni problemi u eksperimentalnom radu jesu utvrđivanje i upoređivanje dobijenih rezultata. Problematika je u osnovi ista bez obzira da li se radi o upoređenju prinosa dve sorte, dva sredstva protiv biljnih bolesti ili štetočina, dve vrste veštačkog đubriva, dve kombinacije stočne hrane itd. Karakteristika oglada u poljoprivredi, za razliku od mnogih oglada u drugim oblastima (na primer u hemiji), u tome je što na razliku koja se pojavljuje između, recimo, pojedinih sorti ne utiču samo stvarne razlike, rezultat njihovih različitih svojstava, nego i čitav niz drugih činilaca koji se teško mogu kontrolisati. Ove teškoće u kontroli nekontrolisanih činilaca pojavljuju se zato što se veliki broj oglada u poljoprivredi vrši pod otvorenim nebom, gde je teško kontrolisati sve one činioce koji mogu da utiču na razlike u prinosima (Vessereau, 1960).

Međutim, bez obzira o kakvom se ispitivanju radi, pojedinačni slučajevi teško mogu da se uopštavaju. Stoga je razumljivo da se rezultatima grupa istovetnih ispitivanja pokloni više poverenja, što znači da tada imamo više osnova da se izvuku verodostojni zaključci.

Iz prednjeg proizilazi da će, bez obzira kako su povoljne okolnosti za izvođenje, rezultati jednog oglada varirati usled raznih slučajnih uticaja. Metodi savremene statistike znatno su doprineli poboljšanju analiziranja rezultata oglada i pouzdanosti zaključaka izvedenih na osnovu tih rezultata. Ti metodi su počeli da se primenjuju prvo u poljoprivredi, upravo zbog toga što u ovoj oblasti eksperimentalni rezultati variraju.

Kad se dobiju rezultati jednog oglada, prvo se pitamo kakav značaj treba pridati razlikama koje su se pojavile između pojedinih tretmana. U osnovi, može da se postupi na *dva načina*: da se testira značajnost razlika između sredina pojedinih tretmana, ili da se ocenjuju te sredine uz određivanje granica poverenja sa određenom verovatnoćom.

Uporedo sa poboljšanjem metoda statističke analize oglada, morala je da se usavrši i *eksperimentalna tehnika*, tako da su ova dva činioca usko povezana. Iako problemi eksperimentalne tehnike ne spadaju u oblast statistike u pravom smislu reči, s obzirom na njen veliki značaj u eksperimentalnom radu ukazaćemo na neke bitne momente o kojima je neophodno voditi računa prilikom planiranja i postavljanja oglada.

U osnovi, kod oglada postoje dva vida varijacija: *varijacije koje su rezultat primenjenog tretmana*, sistematske u svojoj osnovi, i *varijacije koje proizilaze iz dejstva raznih nekontrolisanih činilaca*. Ove slučajne varijacije obične se nazivaju *eksperimentalnom pogreškom* nekog oglada. Mogu biti posledice, kao što je već rečeno, različitih uzroka.

Izvori eksperimentalne pogreške mogu da se klasificiraju u dve grupe. U prvu grupu spadaju varijacije koje se javljaju kao rezultat dejstva fizičkih, hemijskih i bioloških činilaca. U drugu grupu spadaju one varijacije koje proizilaze iz svojstava samih biljaka.

Kod prve grupe, prvenstveno dolazi do izražaja uticaj zemljišta i zemljišnih mikroorganizama. Bez obzira kakav je izbor zemljišta za neki ogled, uvek će se pojaviti izvesne neujednačenosti čije se posledice odražavaju na rezultate ogleda. Pre svega, pedološki sastav zemljišta je nejednak čak i kad se radi o malim površinama. Nagib zemljišta, čak i ako je skoro nevidljiv, može da utiče na raspored vlage, što neposredno utiče na temperaturu zemljišta i na razvoj mikroorganizama. Prilikom obrade zemljišta može doći do izvesnih propusta, na primer dubina oranja nije svuda ista. Đubrivo se baca ujednačeno, ukoliko ogled to drukčije ne zahteva, ali i ta ujednačenost je relativna. To su samo neki od činilaca koji, u većoj ili manjoj meri, utiču na plodnost i u okviru jednog eksperimentalnog područja.

U prvu grupu izvora eksperimentalne pogreške treba takođe uključiti klimatski faktor. Uglavnom preovlađava mišljenje da na površinu oglednog polja, zahvaljujući jednakom rasporedu taloga i sunčanih zrakova, ovaj činilac nema neki presudan uticaj. To je samo delimično tačno, jer i najmanji pad zemljišta utiče na raspored vlage sa svim posledicama koje iz toga proizilaze. Uticaj klime dolazi naročito do izražaja u seriji ogleda na različitim područjima ili u različitim periodima, čak i na jednom oglednom polju. Uopšte govoreći, zemljište i klima su faktori koji su usko povezani i od velikog su značaja za rezultate ogleda.

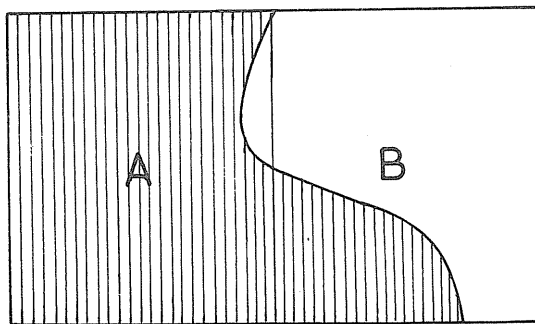
Druga grupa slučajnih varijacija proizilazi iz osobina samih biljaka. Naime, razvitak biljke zavisi, pre svega, od njene genetske konstitucije i uslova pod kojima se razvija. Razni fiziološki, hemijski i dr. činioci bitno utiču kako na visinu prinosa tako i na njegov kvalitet. Svi ovi činioci predstavljaju slučajne varijacije i izraženi su u eksperimentalnoj pogrešci.

4.2. Osnovni principi ogleda u poljoprivredi

Najvažnije je da je ogled tako vođen da se slučajne varijacije svedu na minimum i da dejstva tretmana dođu do što većeg izražaja. Da se to postigne pristupa se planiranju ogleda koje može u mnogome da doprinese poboljšanju rezultata ispitivanja. Drugim rečima, treba nastojati da je eksperimentalna pogreška što manja, a da bi se to ostvarilo potrebno je da se ogled postavi tako da se udovolji osnovnim zahtevima savremenog planiranja ogleda. Osnovni principi na kojima se ti planovi zasnivaju jesu ponavljanja, slučajan raspored parcela i lokalna kontrola.

Ponavljanje je neophodan preduslov kod svakog ogleda. Bez obzira kakve predispozicije postoje za izvođenje nekog ogleda, nikakav verodostojan zaključak ne može se izvesti ukoliko je izveden samo jednim ponavljanjem. Razlog je, kao što smo videli, u dejstvu nekontrolisanih varijacija tako da se dejstva tretmana ne mogu izdvojiti od dejstva slučajnih varijacija. Za ilustraciju uzmimo sl. 4.1.

Ova slika predstavlja jedno ogledno polje sa zasejanim sortama *A* i *B* bez ponavljanja. Ako je ogledno polje zaista izjednačeno u pogledu kvaliteta zemljišta, razlike u prinosu mogu sugerirati da je jedna sorta bolja od druge. Međutim, videli smo, čitav niz faktora može da izmeni pravu sliku. Pretpostavimo da je osenčeno područje veće plodnosti a sorta *A* je uglavnom na njemu zasejana, dok je sorta *B* zasejana na delu manje plodnog zemljišta. Verovatno će prinos sorte *A* biti veći nego sorte *B*, i to ne možda zbog toga što je sorta *A* bolja već zato što je zasejana na boljem zemljištu.



Sl. 4.1. Prikaz oglednog polja sa nejednakom plodnošću zemljišta

Da bi se umanjio rizik ovakve vrste, pristupa se ponavljanju tretmana u jednom ogledu. To se postiže podelom jednog oglednog polja na više parcela, čiji se prinosi posebno utvrđuju. Ako su u pitanju dve sorte, celo ogledno polje može da se podeli na 10 parcela od kojih su 5 zasejane sortom *A*, 5 sortom *B*. Sredine ovih sorti teorijski se mogu smatrati vrednostima izračunatim na bazi uzorka uzetog iz osnovnog skupa koji predstavlja sve parcele sa prinosom date sorte. Ove sredine uzoraka *A* i *B* razlikovaće se od njihovih pravih sredina zbog dejstva slučajnih varijacija izraženih eksperimentalnom pogreškom.

Zahvaljujući izračunavanju eksperimentalne pogreške, moguće je uporediti sredine tretmana iz eksperimenta i doneti sud o njihovoj stvarnoj razlici. Značajnost razlike između tretmana biće veća ukoliko je standardna greška aritmetičke sredine manja. Standardna greška se smanjuje sa povećanjem broja jedinica u uzorku, te prema tome, uz više ponavljanja, mogli bismo da očekujemo i manju standardnu grešku.

Ovde se pojavljuje pitanje koliki je broj ponavljanja potreban da se dobije standardna greška poželjne veličine. Postoji mogućnost da se poveća broj ponavljanja smanjivanjem parcela i tako utiče na standardnu grešku, ali i tu postoje ograničenja o čemu će docnije biti reči. Matematičkim putem može se doći do potrebnog broja ponavljanja za izračunavanje standardne greške koja će omogućiti dobijanje značajnih razlika između dve sredine. Ovo je od velike koristi u praktičnom radu kod postavljanja ogleda. Postoje razni postupci koji omogućavaju da se matematičkim putem utvrdi minimalan broj ponavljanja potreban za dobijanje značajnog rezultata i za tu svrhu su izrađene tablice (tabele XII i XIX).

Ukoliko se za utvrđivanje broja ponavljanja ne koriste tablice smatra se da taj broj ne treba da bude manji od 4, a preporučuje se i nešto veći broj ponavljanja pa čak i do 10.

Međutim, uslov za izračunavanje standardne greške nije samo u ponavljanju tretmana. Naime, da bi standardna greška bila verodostojna ocena slučajnih varijacija dva tretmana, preduslov je da se radi o dva, na slučajan način izabrana, uzorka i da su ti uzorci nezavisni. Znači da je dalji preduslov planiranja ogleda *slučajnost* u izboru jedinica za primenu svakog tretmana.

Pretpostavimo da se u jednom ogledu ispituje 6 sorti sa 6 ponavljanja, što čini ukupno 36 parcela. Raspored tretmana po parcelama izvršen je na slučajan način. Pretpostavimo da se zna da postoji znatna razlika u plodnosti zemljišta sa jednog na drugi kraj oglednog polja. Zbog toga će eksperimentalna pogreška biti veća, što može prouzrokovati da se značajne razlike između sredina tretmana smatraju kao beznačajne.

Ogled je u ovom slučaju nedovoljno precizan, ali je njegova interpretacija zasnovana na eksperimentalnoj pogrešci ispravna.

Slučajan raspored tretmana po pojedinim parcelama pruža jednaku mogućnost primene svakom tretmanu na delu zemljišta sa većom, odnosno manjom plodnošću. Pravilno primenjen princip slučajnosti u velikoj meri doprinosi nepristrasnosti u eksperimentalnom radu.

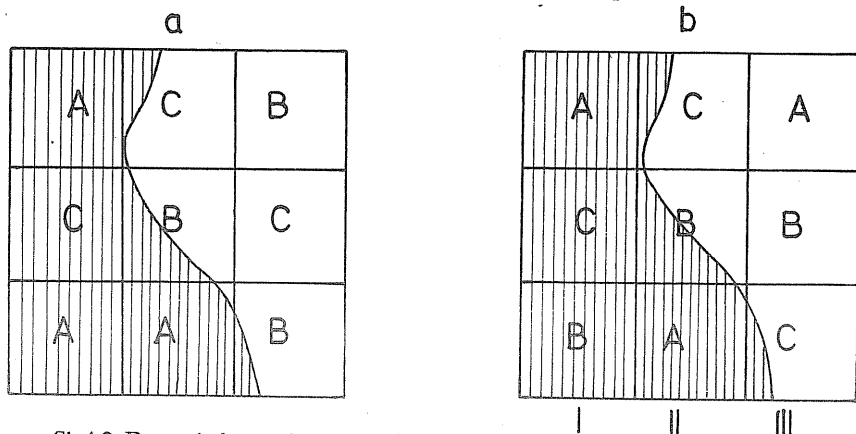
Da se princip slučajnosti u potpunosti ostvari, tj. da se onemogući bilo kakav subjektivni uticaj, postoji više načina i to može da se postigne izvlačenjem karti, primenom tablice slučajnih brojeva (tabela XI) i sl.

Lokalna kontrola je treći princip koji se primenjuje kod planiranja ogleda. Reč je o potrebi da se i neke druge značajne varijacije izdvoje iz eksperimentalne pogreške da bi se ona što više smanjila. Time se povećava preciznost ogleda tako da i manje razlike između sredina tretmana mogu da se pokažu kao značajne. Ovo se može postići na dva načina.

Prvo, dejstvo slučajnih varijacija se može smanjiti na razne načine. Međutim, u tom treba biti oprezan, jer se može doći do rezultata bez nekog praktičnog značaja. Naime, na taj način mogu da se eliminišu svi oni slučajni uticaji koji neminovno prate samu pojavu i utiču na njen razvitak. Uzmimo, na primer, ogled sa sortama u neprirodnim uslovima s ciljem da se smanji eksperimentalna pogreška. Rezultat takvog ogleda ne bi bio od nekog praktičnog značaja, pošto on treba da se ostvaruje u normalnim uslovima koji prate razvitak biljke. Zaključak je da na smanjenje slučajnih varijacija nekog ogleda ne može da se ide po svaku cenu, nego da to bude u granicama koje neće sprečiti dejstvo normalnih prirodnih uslova za razvoj biljke.

Druga mogućnost je da se posebno izdvoje izvesne varijacije koje prethodno nisu mogle da se odstrane. Tako se, pored varijacija proizašlih iz dejstva tretmana, može izdvojiti još neka kontrolisana varijacija. Posledica je smanjenje eksperimentalne pogreške, jer se deo varijacije, koji bi inače bio u nju uključen, na ovaj način izdvaja.

Kod poljskih ogleda ostvarenjem lokalne kontrole specijalnim rasporedom tretmana po pojedinim parcelama postizemo da se izdvoji varijacija koja proizilazi iz heterogenosti zemljišta na oglednom polju. Za ilustraciju pretpostavimo da imamo ogledno područje sa tri tretmana A, B i C, i tri ponavljanja, što čini ukupno 9 parcela. Raspored tretmana izvršen je na potpuno slučajjan način, prikazan na sl. 4.2a.



Sl. 4.2. Dva ogledna područja sa različitim rasporedom tretmana na parcelama

Ako osenčeno polje predstavlja zemljište sa relativno visokom plodnošću, desiće se da upoređenja sredina prinosa tretmana neće dati pravu predstavu o razlikama u sortama, jer je sorta *A* zahvaljujući slučaju bila u potpunosti zasejana na zemljištu visoke plodnosti. Ako bi se ograničile slučajnosti tako da se parcele podele u tri grupe blokova (Sl. 4.2b) i da svaki blok sadrži po jedan od tri tretmana pod uslovom da je njihov raspored u svakom bloku izvršen na slučajan način, tada još uvek postoji osnov da se testira značajnost razlika između sredina tretmana. Ovakav raspored poznat je pod imenom *slučajni blok-sistem*. Varijacije između blokova koje proizilaze iz heterogenosti tla na ovaj način mogu da se izdvoje iz varijacije pogreške, a da to ne utiče na upoređenje između sorti. Uopšte, lokalna kontrola je usko povezana sa planom oglada, o čemu će docnije biti više reči.

4.3. Eksperimentalna jedinica

Veličina eksperimentalne jedinice je jedan od uticajnih činilaca na eksperimentalnu pogrešku a time i na vrednost oglada. Ako bi, recimo, veće površine zasejane raznim kulturama služile kao eksperimentalne jedinice, tada bi nejednaka plodnost zemljišta i drugi činioci prouzrokovali veliku standardnu grešku. Ako se ceo ogled sprovodi samo na jednoj relativno manjoj površini, veličinu slučajnih varijacija je moguće tada u znatnoj meri smanjiti. Istovremeno se i sama organizacija oglada pojednostavljuje jer se izvodi na jednoj celini. U ovom slučaju površina predviđena za ogled biće podeljena na izvestan broj parcela koje će figurirati kao eksperimentalne jedinice. Te parcele se nalaze jedna pored druge i mogu da imaju različit oblik i položaj. Parcele mogu da imaju oblik *pravougaonika* ili *kvadrata*. Njihov oblik treba, prvenstveno, da zavisi od izvesnog prethodnog iskustva u pogledu veličine standardne devijacije dobijene na osnovu parcela različitog oblika i veličine. Iz praktičnih razloga češće se upotrebljavaju parcele u vidu pravougaonika, jer je iskustvo pokazalo da dovode do smanjenja standardne greške. Izvesne ideje o mogućnosti postavljanja jednog oglada pruža sl. 4.3.

Ako bi se slučajno desilo da je standardna devijacija oglada, postavljenog na većoj površini, manja od onog na manjoj površini, tada bi činjenica da se može upotrebiti veći broj manjih parcela dovela do smanjenja standardne greške.

Međutim, u pogledu *smanjenja površine* eksperimentalne jedinice, odnosno parcele, postoje izvesna ograničenja. Ona proizilaze iz činjenice da, po pravilu, oko svake parcele treba da postoji *zaštitni pojas* (*rubni redovi*) čiji *prinos ne ulazi u prinos parcele*. Ovo se izvodi da se isključi međusobni uticaj susednih parcela (*kompeticija*) zasejanih drugim sortama. Na taj način požnjevena površina za ogled je manja od veličine cele parcele. Ukoliko bi se išlo na vrlo male parcele, utoliko bi u celom ogledu površina zaštitnog pojasa bila veća i ekonomičnost oglada manja. Sama veličina ruba ili zaštitnog pojasa zavisiće i od bioloških svojstava samih biljaka. Osim toga, opravdano se možemo pitati da li prinosi sa vrlo malih parcela predstavljaju uvek realan odraz stvarnih prinosa.

Veličina parcele kod poljskih oglada, zavisno od okolnosti i vrste oglada, može da se kreće od 5 do 200 m². Ali, kod oglada na pašnjacima i u voćarstvu ta površina je obično i veća. Pored jednakosti u pogledu drugih svojstava, parcele po pravilu treba da budu iste površine. Ukoliko bi se pak desilo da, s obzirom na karakter zemljišta, neka

parcela ima nešto veću površinu, prinosi moraju da se preračunaju, recimo, iz kilograma po parceli u tone po hektaru. (O ovim problemima govore opširno: Harvy, 1952; Korić, 1952; Wishart, Sanders, 1958).

C	I	II	III	IV
B				
A				
D				

				I	II	III	IV
C	D	A	B				

I	II	III
IV	V	VI

I	II
III	IV
V	VI

Sl. 4.3. Neki od načina za postavljanje poljskih ogleda

Kod *ogleda u stočarstvu*, takođe se javljaju problemi oko izbora jedinica i primene tretmana. Obično se u takvim ogledima za jedinicu uzima svako grlo, premda to može da bude i grupa životinja. U izvesnim slučajevima jedan period vremena u životu jedne životinje se pojavljuje kao eksperimentalna jedinica. To se dešava kod ogleda sa ishranom kod kojih se različiti načini ishrane ispituju u sukcesivnim periodima na svakoj životinji pojedinačno. Kod ogleda sa životinjama ne sme se nikad izgubiti iz vida da one treba da budu što homogenije u pogledu naslednih svojstava i prethodnih uslova razvoja.

4.4. Eksperimentalna tehnika

Eksperimentalna tehnika primenjena kod postavljanja oglada, njegovog izvođenja i konačnog dobijanja rezultata ne sme biti činilac uticajan na povećanje eksperimentalne pogreške. Da ne bi došlo do toga potrebno je čitav ogled savesno voditi. Tako, kod sortnih oglada činioči kao što su količina đubriva, vreme i gustina setve, način obrade itd. treba da su jednaki za sve parcele. Ogledno polje treba da je tačno izmereno i granice parcela tačno označene, jer je to, takođe, važan preduslov dobrog oglada. Ako se upotrebljava đubrivo, nije važno da se samo izmeri količina koja će se upotrebljavati, nego i da ta količina bude tačno razmerena po parcelama. Ne bi trebalo da se desi da deo đubriva namenjen jednoj parceli bude bačen u drugu. Zbog toga ne treba đubriti ili prihranjivati za vetrovitih dana. Sve operacije, po pravilu, treba da budu završene u toku jednog dana, a ako je to nemoguće, onda bar one koje mogu da predstavljaju jednu celinu, kao oranje, đubrenje, setva, itd. Poželjno je da razmak između jedne i druge operacije bude što kraći. Prilikom žetve prinos sa svake parcele treba da je tačno izmeren i odmah notiran.

Važan činilac u eksperimentalnom radu je umešnost i iskustvo lica koja sprovode ogled. Ako ogled vodi više lica, stručnu razliku između njih treba svesti na minimum.

Slične mere predostrožnosti potrebno je preduzeti i kod oglada sa životinjama. Na primer, kod oglada sa ishranom životinja mora se strogo voditi računa da se dosledno sprovode predviđeni tretmani kod davanja obroka. Pored toga, potrebno je sprečiti mešanje životinja na koje se primenjuju različiti tretmani. Bitne su i posebne mere predostrožnosti kako bi se sprečila pojava neke infektivne bolesti u toku trajanja oglada, jer će u protivnom doći do varijacija koje ne proizilaze iz primenjenih tretmana.

Pomenuti su samo neki od problema tehnike oglada, prvenstveno zato da se ukaže u kojoj meri ona može da utiče na veličinu eksperimentalne pogreške i time na vrednosti jednog oglada.