

5. Štete na voću su zbog zime i niske temperature, znatno uništile voćni fond, a zapažanja o tim posljedicama moći će se korisno upotrebiti pri osnivanju novih nasada.

6. U sistemu voćarenja treba prići na sadnju čistih voćnih nasada, a polustablašice su osnovna forma uzgoja.

7. Smjernice daljeg širenja voćarstva, trebale bi biti usmjerene na sadnju kajsija, bresaka, višanja, dunja i malina.

8. Za održanje postojećeg voćnog fonda stabala, nužne su efikasnije mjere u zaštiti i uzgoju.

Ing. ROMAN GRAČAN, KRIŽEVCI

## Praktična primjena Mitscherlichove metode ispitivanja hraniva u tlu

Jedan od najvažnijih zadataka u biljnoj proizvodnji jest ispitati efekat gnojidbe mineralnim gnojivima na različitim tlima, te pronaći za svako tlo praktično upotrebljiv način rentabilne količine tih gnojiva.

Da bi se taj zadatak mogao riješiti, treba najprije ispitati plodnost svakog tla, na kojem primjenjujemo gnojidbu.

Postoje mnoge kemijsko-laboratorijske kao i biološke metode, kojima se ispituje plodnost tla, ali nam ni jedna od njih ne može potpuno odgovoriti na pitanje kojim količinama pojedinih gnojiva gnojiti, koji se efekat očekuje, i gdje je granica rentabilnosti gnojidbe na pojedinim tlima. Davati uputstva za gnojidbu samo na temelju rezultata takvih metoda, nije uvijek moguće.

Sve te metode iznalaze količine hraniva u tlu direktnim putem, a kemijske metode osim toga samo ukupna hraniva bez obzira u kakvom se obliku nalaze, t. j. da li su biljci pristupačna ili ne.

Mitscherlichova metoda je biljno-fiziološka metoda i ona iznalazi količine biljci pristupačnih hraniva u tlu, i to indirektnim putem, t. j. putem prinosa i utjecaja na prinose. Sve druge metode, u tlu određuju samo količinu hraniva, dok pokusi po Mitscherlichu iznalaze naprotiv i učinak tih hraniva.

U ovim principijelnim razlikama i jest osnova mnogih nepoklapanja prilikom upoređivanja rezultata pojedinih metoda s rezultatima dobivenim putem Mitscherlichovih pokusa.

U sprkos navedenim prednostima ne može se ni Mitscherlichova metoda smatrati kao najboljom, jer i ona ima svojih nedostataka. Među inima ona ne ide u red t. zv. brzih metoda, što umanjuje njenu praktičnu vrijednost.

Mitscherlichova metoda ipak može veoma dobro poslužiti u praktične svrhe, bolje negoli sve ostale do sada uobičajene metode,

i to kako primjenom poljskih pokusa, tako i primjenom pokusa u vegetacijskim posudama.

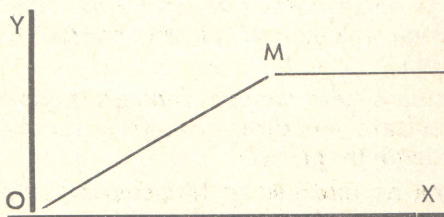
Ova metoda razlikuje se od ostalih osobito činjenicom, što ona ne određuje samo zalihe hraniva biljkama pristupačne, nego se putem nje može odrediti i učinak gnojenja, t. j. koliki se može postići prinos s jednom određenom količinom gnojiva. Doduše taj se prinos za dotično tlo i kulturu ne može točno odrediti u apsolutnim brojevima, ali se može odrediti u procentualnoj vrijednosti, jer prinos ne zavisi samo o gnojidbi nego i o nizu ostalih vegetacijskih faktora. Osim toga na temelju rezultata dobivenih ovom metodom može se zaključiti da li je jedna određena gnojidba rentabilna ili ne.

Iz navedenih razloga važno je tumačenje Mitscherlichove metode i teorije za naše prilike. Njegova metoda i mogućnost primjene rezultata u praksi kod nas je malo poznata širem krugu poljoprivrednih stručnjaka. Čini se da dosta veliku prepreku širenja ove metode predstavlja i prilično težak matematski oblik njenog tumačenja, i zbog kompliciranih matematskih izraza mnogi smatraju da je to samo »čista teorija« bez važnosti za širu praksu.

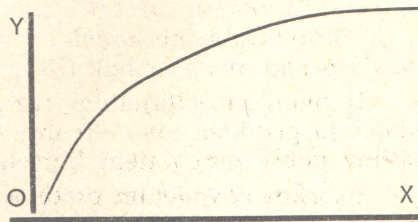
Svrha ovog članka i jest da se na jednostavan način prikaže praktična vrijednost ove metode, odbacujući pri tome sve nepotrebne matematske formule i teoretska tumačenja, koja nisu od neophodne važnosti za razumijevanje same stvari.

### *Teoretska osnova Mitscherlichove metode*

Nekada se smatralo, da svaki kilogram gnojiva povećava prinos u istoj mjeri i u svakoj prilici. Na primjer, da svaki kilogram čilske salitre povišuje prinos za 4 kg zrna, te da gnojenje sa 2 mtc salitre daje 8 mtc zrna više, 3 mtc salitre 12 mtc zrna više i t. d. To bi bila jednostavna aritmetička proporcija, koja se može formulirati kao:  $y = x$ , gdje je —  $y$  — prinos, —  $x$  — količina gnojiva i —  $k$  — konstanta (u ovom slučaju 4). No u prirodi su mnogo češći drugačiji slučajevi negoli je naprijed prikazano. Zavisnost između uzroka i posljedice (u ovom slučaju između gnojiva i prinosa) ne javlja se u obliku jednostavne aritmetičke proporcije sa stalnim koeficijentom, nego u obliku funkcije logaritamske prirode.



1. Aritmetička funkcija



2. Logaritamska funkcija

Prema skici br. 1 vidi se da funkcija raste kao prava linija, t. j. dodatkom hraniva prinos će se povećati aritmetičkom proporcijom do točke M, gdje linija dalje ne raste zbog prestanka povećanja

hraniva. Na slici br. 2, funkcija raste u obliku parabole, t. j. djelovanje hraniva smanjuje se sve više sukcesivnim dodavanjem novih količina hraniva. U ovom slučaju vidimo da efekat sukcesivnog povećanja hraniva postaje razmjerno sve manji i manji, te konačno i ogromno povećanje ne uzrokuje nikakvo povišenje prinosa.

Nasuprot onoj navedenoj primitivnoj formuli, Mitscherlich je postavio jednadžbu, na kojoj se temelji cijela njegova teorija i metoda ispitivanja plodnosti tla, a koja konačno izvedena glasi:  $\log(A-y) = \log A - cx$

—A—označuje maksimalni prinos, koji se uopće može postići primjenom određenog hraniva uz dane uvjete i na određenom tlu. Ovaj maksimalni prinos uvjetovan je momentanom konstelacijom svih ostalih faktora vegetacije.

—y—označuje ostvareni prinos, a A—y je veličina prinosa, koja nedostaje do maksimalnog.

—c—je konstantni faktor intenziteta, a koji je različit za pojedina hraniva. Za N iznosi 0,2, za P 0,6, i za K 0,4.

—x—je dodana količina hraniva, odnosno gnojiva.

Mitscherlich je ovime formulirao »zakon o djelovanju vegetacijskih faktora«, kako ga je nazvao Baule, a primjenjen na hraniva kao faktore vegetacije glasi: »Višak prinosa postignut dodatkom nekog hraniva, proporcionalan je razlici između maksimalnog prinosa i ostvarenog«.

Daljnijim izvodima iz gornje jednadžbe dobije se formula za izračunavanje zaliha hraniva u tlu, a koja glasi:

$$b = \frac{\log A - \log(A - y)}{c}$$

Ako znamo koliki smo postotak prinosa (y) postigli od onog maksimalnog (A), to možemo lako po formuli izračunati koliko mtc toga hraniva ima u tlu na 1 ha, i obratno; ako nam je poznata količina toga hraniva u tlu, koliko nam ona procentualno osigurava prinosa od maksimalnoga.

Prema ovome možemo izračunati i rentabilnost gnojidbe, jer znamo za koliko će nam se postotaka od maksimalnog prinosa povećati prinos određenom dozom gnojiva. Na ovaj način možemo vidjeti da li se takva gnojidba isplati ili ne.

Za praktičnu primjenu kod izračunavanja nisu potrebne ni formule, jer postoje gotove tablice izrađene u tu svrhu, iz kojih možemo očitati sve potrebne rezultate, i to na osnovu prinosa dobivenih gnojidbenim pokusima po Mitscherlichovoj metodi.

Mitscherlichova metoda ispitivanja tla može se provesti na dva načina; bilo gnojidbenim poljskim pokusima, bilo pokusima u vegetacijskim posudama. Prvi način je upotrebljiv za široku praksu, dok drugi samo za istraživačke ustanove, koje raspolažu potrebnim uređajima.

### Egzaktni poljski pokusi

Mitscherlichovi egzaktni poljski pokusi razlikuju se od ostalih, što imaju određene doze gnojiva bez obzira o kojim se kulturama radi, i osim toga za ispitivanje jednog hraniva dovoljne su samo dvije parcele, t. j. gnojena i negnojena, te otpada potreba kombinacija hraniva s rastućim dozama.

Da pogriješke u rezultatima, koje uzrokuje nejednoličnost tla, budu što manje, to gnojena i negnojena parcela moraju što bliže jedna drugoj ležati. Zbog toga trebaju pokusne površine biti također malene, te se prinosi moraju upoređivati samo od onih parcela, koje su različito gnojene i leže odmah jedna do druge.

Mitscherlich preporučuje kod okopavina da parcele ne budu veće od 25 m<sup>2</sup>, a kod žitarica od 10 m<sup>2</sup>.

Pokus treba imati najmanje 3 repeticije, ako nije moguće više.

Kako je iz donje skice vidljivo cijela se površina podijeli uzduž na 3 dijela, a poprijeko na 8 parcelica.

I.	X	—	P	—	P	—	P	X
II.	X	—	K	—	K	—	K	X
III.	X	—	N	—	N	—	N	X

Gnojidba se obavlja na slijedeći način:

Prvi red, na kojem se ispituje količina P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, pognoji se čitav sa 50 kg čistog N po ha, ako se radi o žitaricama kao pokusnim kulturama, a sa 100 kg ako su okopavine, te sa 120 kg čistog K po ha.

Drugi red, na kojem se ispituje količina K<sub>2</sub>O, pognoji se čitav sa istom količinom N kao i prvi red, te sa 80 kg čistoga P na 1 ha.

Treći red, na kojem se ispituje N, pognoji se istim količinama P i K, koje vrijede za prvi, odnosno drugi red.

Skrajne parcele, koje su označene sa —x— gnoje se isto, ali one ne dolaze u obzir kod pokusa. One služe samo u svrhu jednakog zasjenjivanja skrajnjih pokusnih parcela.

Nadalje sve parcele prvog reda označene sa P pognoje se sa 80 kg čistog P po ha, sve parcele označene sa K u drugom redu, sa 120 kg čistog K po ha, i sve parcele u trećem redu sa oznakom N pognoje se sa 50 odnosno 100 kg čistog N po ha.

Kao pokusna kultura može služiti bilo koji usjev, jer za utvrđivanje hraniva svejedno je o kojoj se kulturi radi. Vrlo je važno da se prilikom žetve kod žitarica uzima u obračun zrno zajedno sa slamom (kod kukuruza s kukuruzincem), a kod gomoljača gomolj.

Prinosi se odrede u mtc po ha od svake parcele svakog jedinog reda zasebno. U svakom redu imamo parcele gnojene onim hranivom kojega ispituujemo (oznake N, P, K) i one susjedne negnojene.

Izračuna se samo razlika prinosa između pojedine gnojene i negnojene parcele. To povišenje prinosa izrazi se u postocima, te se saberu sva procentualna povišenja prinosa iz jednog reda i izračuna prosjek. Na osnovu procentualnog povišenja prinosa iz tablica se očita zaliha dotičnog hraniva u tlu u mtc/ha.

Količine gnojiva mogu biti i drugačije negoli su naprijed navedene, no tada je potrebno na osnovu Mitscherlichove formule izračunati rezultate, odnosno izraditi tabelu za dotičnu količinu gnojiva. Pokus može biti postavljen i po drugačijoj shemi (1), pa da se također po Mitscherlichovoj formuli dođe do potrebnih rezultata, no naprijed prikazana metodika najjednostavnija je i najpraktičnija.

### *Pokusi u Križevcima*

U Križevcima su u god. 1956. postavljeni pokusi u vegetacijskim posudama po metodi Mitscherlicha, te paralelni poljski pokusi na istom tlu. Nažalost poljski pokusi propali su zbog tuče te se nisu rezultati obiju pokusa mogli usporediti.

Kao primjer navest ćemo rezultat ispitivanja jednog tla, u vegetacijskim posudama preračunat na 1 ha oranice do dubine od 30—40 cm.

Duška	1,8 mtc/ha,	što osigurava	57%	od maksimalnog prinosa
Fosfora	4,92 mtc/ha	„ „	100%	„ „ „
Kalija	12,90 mtc/ha	„ „	100%	„ „ „

Kalija i fosfora prema ovom ispitivanju ne samo da imade u tolikoj količini da osigurava prinos u visini od 100% od maksimalnoga, nego su u tlu zalihe kod fosfora za još jednu žetvu, a kod kalija i za dvije žetve sa maksimalnim prinosom. Prema ovom može se zaključiti da je ovo tlo veoma bogato na K i P, a na N je siromašno te da je potrebna veća gnojidba sa dušičnim gnojivima.

Koju količinu duška bi trebalo dodati, koji bi bio efekat, i kakav rentabilitet?

Uzmimo za primjer pšenicu. Normalni produktivitet toga tla u pšeničnom zrnu je uzmimo 20 mtc/ha. To tlo prema ovom ispitivanju sadrži 1,8 mtc/ha N, što osigurava samo 57% od maksimalnog prinosa koji se pod danim uslovima može gnojidbom sa dušikom postići. Prema tome maksimalni prinos na tome tlu bio bi 35 mtc/ha ( $20 \times 100 : 57$ ), pod postojećim prilikama klime i obrade, i pod uslovom da se snabdije dušikom u punoj potrebnoj mjeri.

Ako bi na pr. to tlo pognojili sa 350 kg. Nitramonkala, time bi dodali tlu 0,70 mtc/ha duška. Sa već postojećom količinom sada bi bilo ukupno 2,5 mtc duška po ha. Ova količina prema tablicama osigurava 69% od maksimalnog prinosa, t. j. 24 mtc zrna pšenice, ili višak zrna od 4 mtc u vrijednosti od 14.000 din. Gnojivo bi koštalo oko 6.000 din., te bi time povisili prihod za cca 8.000 din. po 1 ha.

Kako bi se povisivao prinos zrna daljnjim povećanjem gnojidbe, to se također može analogno izračunati, no kod duška povećanje

količina gnojiva može ići samo do one granice kod koje se počinje ispoljavati negativno djelovanje visokih doza, a to je znatno prije nego li se može postići teoretski mogući maksimalni prinos, tako da ga iz toga razloga obzirom na dušik praktički ne možemo ni postići.

Kod ostalih hraniva (P i N) do takove pojave ne dolazi, jer količine potrebne da se postigne teoretski maksimalni prinos kao i praktični, ne djeluju još depresivno.

Nedostatak izračunavanja maksimalnog prinosa na ovaj način kako je prikazano, jeste u tome, što je tako dobivena vrijednost relativna, i ne poklapa se sa teoretski mogućim maksimalnim prinosom, koji bi se za svaku parcelu morao zasebno odrediti na polju, i to uz optimalne uvjete ishrane i ostalih faktora, kao što je to moguće u vegetacijskim posudama, a što bi tehnički bilo teško provedivo.

Usprkos toga, ovakav način prenošenja rezultata dobivenih pokusa u vegetacijskim posudama na prilike u polju, iako je manje točan, pristupačan je praksi te može za praktične kalkulacije posve zadovoljiti. Maksimalni prinos može se izračunati i po posebnoj formuli, na osnovu prinosa gnojene i negnojene parcele, no čija vrijednost je također relativna, pošto taj prinos kako je već napomenuto, ovisi o momentanoj konsultaciji niza vegetacijskih faktora.

#### *Upoređivanje rezultata ispitivanja tla prema raznim metodama*

Kao primjer prikazat će se uporedba rezultata ispitivanja zaliha hraniva prije pomenutog tla, koje je ispitano u vegetacijskim loncima po metodi Mitscherlicha, sa ostalim uobičajenim metodama, kako bi se uočile razlike između pojedinih rezultata. Da bi se omogućila uporedba, to su i rezultati po Mitscherlichu preračunati na mg. hraniva u 100 gr. tla.

METODA	Vrsta hraniva	Količina mg/100 gr	Skala
Mitscherlich	fosfor	12,3	osigurava 100% m. p.
	kalij	32,2	osigurava 100% m. p.
	dušik	4,5	osigurava 57% m. p.
Morgan	fosfor	3,5	srednje visoko
	kalij	18,0	srednje visoko
	dušik	0,2	tragovi
Egner	fosfor	5,4	loše opskrbljeno
	kalij	6,8	loše opskrbljeno
Neubauer	fosfor	5,3	srednje opskrbljeno
	kalij	18,1	srednje opskrbljeno

Razumljivo je da kad bi se iz ovakove uporedbe htjeli izvući zaključci, trebao bi kudikamo veći broj analiza raznih tala, jer nam samo jedan podatak ne govori mnogo. No kako navađa Mitscherlich

prema njegovim mnogobrojnim ispitivanjima, pokazalo se da direktni odnos između jedne kemijske i jedne biljno-fiziološke analize uopće ne postoji.

### Zaključak

Kako navada Mitscherlich kemijska analiza ne može uvijek dati siguran sud o potrebi gnojenja. Ona može dobro poslužiti i dati odgovor u kojoj je mjeri potrebno tlo gnojiti samo u slučajevima izuzetno niskog ili visokog sadržaja hraniva u tlu. U normalnim slučajevima kod srednjeg sadržaja hraniva, analiza ne daje točne podatke jer je u tim slučajevima odlučan stupanj topivosti pojedinih hraniva, na što kemijska analiza ne može pružiti siguran rezultat.

Laboratorijske metode trebaju biti na terenu provjerene rezultatima poljskih pokusa, jer živa biljka kao indikator je jedina u mogućnosti dati pravu sliku plodnosti tla.

U novije vrijeme uvađaju se i kod nas u praksu tzv. brze metode, jer praksa traži brzo ispitivanje bez naročitih uređaja i troškova. No sa rezultatima dobivenim takovim metodama praktički se u pogledu gnojidbe ne može učiniti mnogo, dok se prethodno sistematski provedenim poljskim pokusima na pojedinim tipovima tla i pojedinim područjima, ne omogućujući pravilna interpretacija rezultata dobivenim takovim metodama.

Prednost i vrijednost poljskih pokusa po Mitscherlichu je u tome, što su oni jednostavniji od ostalih, te ne trebamo postavljati pokuse sa rastućim dozama hraniva, a putem njih ne samo da doznajemo zalihe hraniva u tlu, nego i njihov učinak, te možemo izračunati efekat gnojenja kao i rentabilnost, a što je za praksu od velike vrijednosti.

Mitscherlichova metoda ispitivanja zaliha hraniva u vegetacijskim posudama daje još točnije rezultate, te se njenom primjenom mogu sa još većom sigurnošću davati upute za gnojidbu.

Rezultati kemijskih analiza ne mogu se poklapati sa rezultatima poljskog pokusa. Te razlike su kvantitativno često vrlo velike, i prema tome poljski pokus ne može da zamijeni kemijske metode nego ih nadopunjava i omogućuje bolju i pravilniju interpretaciju njihovih rezultata.

Primjena Mitscherlichove metode poljskih pokusa, kao i metode u vegetacijskim posudama, može u tom pogledu doprinijeti veoma mnogo, te tako olakšati rješavanje ovog složenog i važnog problema.

### LITERATURA

1. Juras I.: Orjentacioni gnojdbeni pokusi. Agronomski glasnik 1/56.
2. Haselhoff E.: Die Bestimmung des Fruchtbarkeitzustandes des Bodens mit Hilfe biologischer Methoden. Handbuch der Bodenlehre. Bd. VIII.
3. Mitscherlich E. A.: Bestimmung des Düngerbedürfnisses des Boden. Berlin 1924.

4. Mitscherlich E. A.: Der Boden als Vegetationsfaktor. Handbuch der Bodenlehre. Bd. IX.

5. Mitscherlich-Atanasiu: Zur Bestimmung des Nährstoffgehaltes bzw. des Düngerbedürfnisses der Böden, Z. für Acker und Pflanzenbau. Bd. 95. Heft 1.

6. Mitscherlich E. A.: Bodenkunde. Berlin 1954.

7. Mitscherlich E. A.: Zur Ermittlung der »Grenzzahlen« bei einer chemischen Bodenanalyse. Z. für Acker und Pflanzenbau Bd. 96, Heft 4.

8. Stebut A.: Teorija Mitscherlicha o plodnosti tla i Mitscherlichova metoda njenog određivanja. Arhiv god. I. Svezak 1/1934.

9. Stebut A.: Primjena Mitscherlichove metode na državnom dobru Belje. Arhiv god. II. Svezak 3/1935.

Ing. DRAGUTIN JADANIĆ — Zagreb

## Zelena gnojidba u voćnjacima i njezin ekonomski učinak

### *Općenito*

U težnji da se po jedinici površine dobije što veći prirod i da uzgoj u voćarstvu bude rentabilan, unosan, već odavna se u gnojidbi i obradi primjenjuju razne metode rada, da se dođe do željenog cilja. Voće, kao i sve živo bilje, treba za svoj rast i urod hrane. U zemlji redovito nedostaje pojedinih hraniva potrebnih za redoviti normalan rod i rast, pa ih je potrebno dodavati u zemlju gnojidbom: stajskim, umjetnim ili zelenim gnojem.

Naš rad će imati zadatke, da u voćnjacima prikaže upotrebu zelene gnojidbe, njenu efikasnost i prikaz ekonomskog učinka u poredbi sa stajskim, odnosno umjetnim gnojem. Rezultati, na osnovu kojih je ovaj prikaz sastavljen, baziraju na iskustvu petgodišnjeg rada s primjenom zelene gnojidbe u voćnjacima na fakultetskom dobru Jazbina kraj Zagreba.

Zelena gnojidba u voćnjacima bila je zapravo zamjena za stajski, gnoj, kojega nije bilo u dovoljnoj mjeri. Od biljaka, koje su uzete za zelenu gnojidbu, bile su: lupina, grahorica, grašak, inkarnatka, raž, soja, kukuruz, ječam, sudanska trava i razne divlje forme grahorica. Najviše se upotrebljavala lupina i smjesa ozime grahorice-graška-raži, dok su ostale biljke upotrebljavane samo za probu. Tlo, na kojima je zelena gnojidba primjenjivana u voćnjacima jabuke, kruške, breskve, ilovasto je, pjeskovito-ilovasto, ili u manjim predjelima i ilovasto-glinastog sastava, hladno, zbito s malo humusa u površinskom sloju. Količine zelene mase niže navedene jako su varirale u pojedinim godinama i na raznim parcelama. Pored drugih faktora, koji su određivali količinu mase kod ovog tipa tla, rigolanje je bilo jedan od glavnih činilaca u povećanju količine zelene mase. Mase, koje su u pojedinim godinama i na istim parcelama izrasle za zaoravanje, ili molčiranje, varirale su vrlo mnogo iz godine u