

## Koju važnost ima prirodna biološka ravnoteža za proizvodnu sposobnost tla\*

Sva životna zbivanja — ne samo većeg reda, već također i pojedinačne reakcije — određena su u svom obujmu i ograničena prirodnim životnim zajednicama, u kojima se vrše. Ovo ograničenje bitni je uvjet za održavanje svakog životnog procesa, no ujedno i svake životne zajednice. U tom stanju nalazi se svo živo u biološkoj ravnoteži.

Postojanje ove ravnoteže možemo izvesti iz različitih spoznaja i naučnih područja. Kao ekstremni izvod mi želimo usporediti povijesni razvoj i sadašnje sisteme poljoprivredne proizvodnje s prirodnoznanstveno fundiranim fiziološkim procesima o izmjeni tvari. Oba faktora izgledaju doduše međusobno neovisna, no usprkos tome moraju se svrstati u zbir bioloških i ekonomskih uvjeta poljoprivredne proizvodnje.

Pitanje je sada koliko su povijesni razvoj i sadašnji sistemi gospodarenja funkcija biološke ravnoteže?

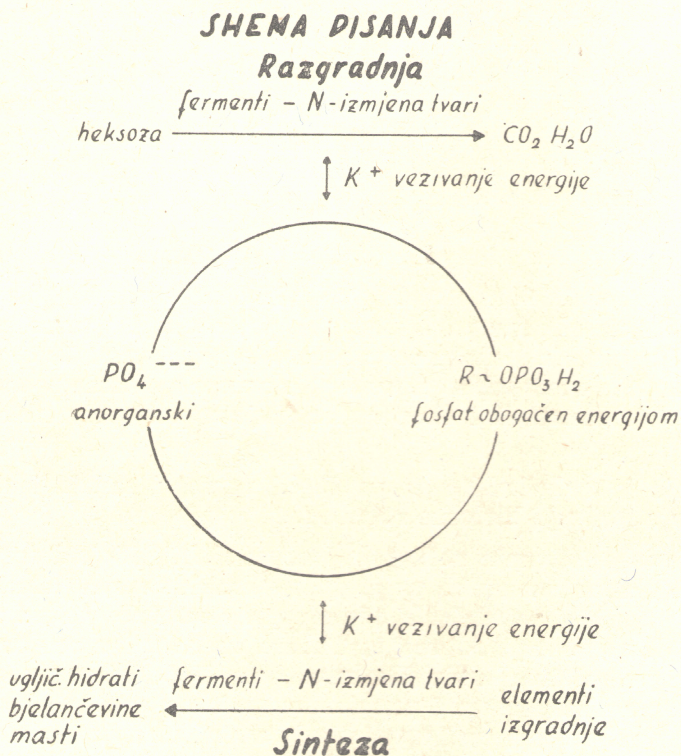
Svako iskorištavanje nekog tla izaziva slabiji ili jači zahvat u prirodnu, biološku ravnotežu, uz pretpostavku da će ova poremetnja u prirodnoj životnoj zajednici biti kompenzirana. Tako na pr. uspješni sistem gospodarenja Albrechta Thaera osniva se u prvom redu na intuitivnom poštivanju biološke ravnoteže. Uvođenjem tropoljnog plodoreda sa crnim ugarom i primjenom stajskog gnoja (ne više za glavni usjev već za sam crni ugar) bio je maksimum aktivnosti procesa raspadanja organske tvari stajskog gnoja prebačen s gnojenih površina pod usjevom, na tlo bez usjeva. Zbog toga je ugar stvorio uravnoteženo biološko stanje i uvelike prospješio procese ugorenja u tlu.

Prijelaz na mjembeni sistem gospodarenja, uvođenje leguminoza u plodored i primjena umjetnih gnojiva stvorili su u najnovije vrijeme najintenzivnije plodorede. Posljedica toga bilo je povećanje pri-

\*) Održano kao predavanje u Društvu agronoma NRH u Zagrebu, dne 3. V. 1957. Autor je poznati stručnjak za probleme fertilizacije. Ovdje iznosi svoja gledanja na kompleks poljoprivredne proizvodnje i nova saznanja o organskoj gnojidbi, koja imaju veliki značaj za praksu. Štampanjem predavanja prof. Altena u nešto skraćenom obimu činimo ga pristupačnim širem krugu stručnjaka.



roda za preko 100%. Izgleda da su u mnogim gospodarstvima skoro dostignute granice proizvodnih mogućnosti. (Autor misli na gospodarstva u Njemačkoj, op. prevodioca). Daljnja povećanja utroška umjetnih gnojiva u većini slučajeva ne djeluju više na povećanje produkcije, što znači da priroda ostaju nepromijenjeni. Katkada je, dapače, primijećeno veće ili manje opadanje priroda. Ipak, iskustva pokazuju da gornja granica u postizavanju priroda u klimatskim i gospodarskim prilikama Njemačke dijelom leži znatno više.



Posve je očito da ovdje djeluju utjecaji, koji se još zasada ne mogu odrediti, niti s pedološkog, niti s agrotehničkog stanovišta, a ne mogu se fiziološki razumjeti, no ipak u cjelini ukazuju na poremetnju biološke ravnoteže.

I fiziološki procesi izmjene tvari u biljci zauzimaju u cjelokupnoj biološkoj ravnoteži značajno mjesto. Nasuprot povijesnom razvoju poljoprivrede i ekonomskim mjerama oni ne trebaju nikakve korekture nego brižljivo izučavanje.

Iz mnoštva vrlo različitih fizioloških reakcija izmjene tvari želja nam je da prikazemo postojanje ravnoteže na primjeru fermentativne razgradnje glukoze u  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  i fosfat obogaćen energijom:



Cjelokupno kretanje tvari prilikom disanja predstavlja klasičan primjer izvanredno osjetljive fiziološke ravnoteže, koja se sastoji od sasvim različitih pojedinačnih reakcija, koje se odlikuju posve određenom dinamikom. Većina podražaja — bilo od strane gena ili od sredine — prima se preko ovog sistema. Stanje fiziološke ravnoteže može se označiti kao »steady state«, kada se radi o jednom nesmetanom procesu. Ovaj položaj ravnoteže nalazi se pod utjecajem mineralnih hraniva; na primjer: razgradnja ugljičnih hidrata može započeti samo onda ako ima dovoljno anorganskog fosfata (2), dok ishrana dušikom (4) ima mjerodavnog utjecaja na aktivnost i količinu ove izmjene tvari. Konačno je kalij (3) odgovoran za opseg i brzinu prenošenja energije nastale hidriranjem supstrata na fosfat obogaćen energijom. Pri izdašnoj količini kalija odgovara dobitak energije teoretskom iskorištenju. Nasuprot, pri manjku kalija, doduše, intenzitet disanja je povećan, ali se odnosi samo na povećanu razgradnju supstrata, a ne na dobitak energije od disanja i to stoga, jer je biljka u pomanjkanju kalija prisiljena da »spali« više supstrata i da dobitak energije dovede bar na fiziološki minimum.

Zbog toga je skladna opskrba biljke hranivima bitna pretpostavka za nesmetano odvijanje izmjene tvari. Ona uvjetuje da svi zahvati dovedu biljku i stanište u prirodnu biološku ravnotežu. U tom smislu mi ćemo analizirati sve zahvate i uvjete današnje poljoprivredne proizvodnje, te ustanoviti u kojoj mjeri oni utječu na biološku ravnotežu.

U tome su odlučni slijedeći faktori:

- 1) klima
- 2) plodored
- 3) obrada tla
- 4) organska gnojidba
- 5) mineralna
- 6) međusobno djelovanje organske i mineralne gnojidbe.

Klima je dominantan čimilac u poljoprivrednoj proizvodnji. Ona ne djeluje samo na vegetacije i faunu, već i na tlo. Prosječna godišnja temperatura iznosi u Srednjoj Evropi oko  $+8^{\circ}$  C. Ova temperatura omogućuje biljki proizvodnju od cca 15 tona suhe organske tvari po 1 ha, ako ima dovoljno vode. Rečena se količina kod nas (u Njemačkoj, op. prevodioca) može postići samo uz visoki utrošak svih biljnih hraniva i samo kod najintenzivnijih kultura. Naprotiv, na jednoj plantaži šećerne trske postiže se s vrlo malim troškovima proizvodnja od cca 30 tona suhe mase po 1 ha.

Budući se klimatski faktori moraju smatrati kao nešto konstantno, treba sve radove u poljoprivrednoj proizvodnji uskladiti s klimom.

Valja težiti za optimalnom konstelacijom svih ostalih proizvodnih čimilaca da bi ih iskoristili do najviše moguće granice.



I geneza tla pretežno je funkcija klime. Tako se, na pr. jednoliko istog petrografskog porijekla u tropskom vlažnom području može razviti u crvenu ilovaču, u stepi u crnično tlo i u podzol, odnosno u visoko tresetište tundre, u semihumidnoj klimi.

Na temelju iznesenog možemo zaključiti da iz odnosa klime i tla rezultira određena ravnoteža, koja postavlja najgornju granicu proizvodnih mogućnosti. Poštivanje te ravnoteže uvjet je za uspješno gospodarenje.

Plodored vrši isto tako znatan utjecaj na biološko zbivanje u tlu s jedne i na biološku ravnotežu s druge strane.

Intenziviranjem proizvodnje putem poboljšane obrade tla i povećane upotrebe umjetnih gnojiva, a također uzgojem intenzivnih sorata došlo se do t. zv. mjembenog plodoreda. U ovakvu plodoredu mijenjaju se usjevi, koji traže intenzivnu obradu, sa žitaricama ili krmnim biljem. Taj način gospodarenja leži potpuno u okviru biološke ravnoteže. Ali u najnovije vrijeme ulazi mjembeni plodored u značajnu krizu.

Zbog pomanjkanja i skupoće radne snage u poljoprivredi trebalo bi za srednji i mali posjed uvesti vrlo heterogeni mjembeni sistem gospodarenja s potpunom mehanizacijom, tako da bi svaki pogon za svaku kulturu bio mehaniziran. Time nužno nastaje tendencija za uvođenje monokulture, da bi se provela i racionalizacija proizvodnje i da bi na taj način produktivnost u poljoprivredi održala korak s razvojem sveukupnog životnog standarda. Ali u tom slučaju čisto ekonomski momenat traži sasvim jednostrano iskorištenje tla, koje se mora negativno odražavati na biološku ravnotežu. Kao mjerekompensacije trebaju poslužiti zelena gnojidba i pojačani uzgoj interpoliranih usjeva, da bi se suzbile akutne smetnje, koje su nužna posljedica jednostranog iskorišćivanja tla. Slično vrijedi i za primjenu stajskog gnoja.

Koliko obrada tla može djelovati na biološku ravnotežu želimo prikazati na dva primjera: poznato je da u Južnoj Indiji postoji prastara agrikultura na crvenim ilovačama. Tamo se ratari bez gnojidbe već oko 2000—3000 godina. Da ova tla čak i pri ekstremnoj monokulturi nose na sebi vegetaciju može se objasniti vrlo primitivnom površinskom obradom i izvanredno niskim žetvama. Ovdje ne dolazi do poremetnje biološke ravnoteže niti zbog intenzivne obrade, a niti zbog velikih žetvi.

I baš na takvim tlima pokušalo se tridesetih godina ovog stoljeća povećati prirodu boljom obradom, uvođenjem normalnog pluga. Kroz prvih 5—6 godina došlo je do prolaznog uspjeha, zatim je nastupila oštra kriza u proizvodnji i konačno je tlo postalo neplodno. Nakon neuspjeha s obradom — u želji da se proizvodnja normalizira — počelo se s intenzivnijom gnojidbom, ali tek nakon uvođenja navodnjavanja došlo je do naglog povećanja proizvodne sposobnosti tla i danas nije teško tamo naći plantaže šećerne trske s prirodoma od oko 35 tona po ha.



U daljnjem primjeru prikazat ćemo ukratko način gospodarenja u Africi nazvan »shifting agriculture«, koji se sastoji u slijedećem: dio prašume privodi se kulturi za period od 5—10 godina, nakon čega se kultivirana površina opet prepušta spontanom zarašćivanju prašumom. Ova regeneracija očito pokazuje uspostavljanje ravnoteže usprkos jačim ili slabijim agrikulturnim zahvatima po čovjeku i iscrpljivanju tla berbama.

Iz prednjeg se vidi, da je čak i kod monokulture moguće gospodariti uspješno i trajno na primitivan način i to ako se ograničujemo na niske prirode. Kada se pokušava jednostranim zahvatima povećati produktivnost tla može se tu i tamo zabilježiti po neki uspjeh, ali da se trajno učvrsti viši proizvodni intenzitet, mora se voditi računa o svim proizvodnim činiocima, a to znači da se poremećena ravnoteža ponovno uspostavi na stupnju većeg intenziteta proizvodnje.

Potpuno slične prilike imamo u Evropi. I ovdje je prastaro ratarenje sve do epohe tropoljnog gospodarenja bilo uspješno samo na malom broju prikladnih tala upravo zbog toga što su prirodi bili izvanredno niski, a obrada tla nije bila ni izdaleka tako intenzivna i brižljiva kao što je danas.

Izvanredno jaka obrada naših tala (misli se za prilike Njemačke, op. prev.) moguća je, jer u našem klimatskom području ne može doći do tako jakog gubitka humusa pogotovu zbog toga što je s intenzivnom obradom povezan i relativno visoki utrošak umjetnih gnojiva. Od obilate gnojidbe, pored ostalog, u tlu zaostala organska tvar u obliku ostataka korijenja, omogućuje da se kompenzira pojačana oksidacija.

Organskoj gnojidbi pridaje se izvanredno veliki utjecaj pri uspostavljanju biološke ravnoteže. Želimo ukratko razmotriti koliko je ovo još nedokazano shvaćanje opravdano.

Nema sumnje da je manipulacija s organskim gnojivima usko povezana sa stanjem humusa, kao i s intenzitetom organske razgradnje — pretvorbe — izgradnje. Mi moramo prema tome u naša izlaganja uvrstiti također i problem organske tvari tla. Ali često puta je problem humusa toliko precjenjivan na jedan tako akademski način, da se dugo vremena gledalo, a djelomično još i danas gleda u uspješnom gospodarenju humusom najbitniji faktor u održavanju i povećanju plodnosti tla.

Pod humusom treba smatrati onu organsku tvar, koja se u bilo kojim uvjetima raspadanja pokazuje kao stabilna, odnosno teško raspadljiva i radi toga dolazi na karakterističan način do nagomilavanja (Kubiena). Težište ove definicije leži posve ispravno u utvrđenoj činjenici da dolazi do nagomilavanja organske tvari, a ipso facto do humusa samo tamo, gdje to biološki uvjeti raspadanja omogućuju. Zato i nije moguće da u određenim klimatskim prilikama, na pr. u nekim tropskim i supropskim predjelima ili u pustinjskoj



klimi dođe do nagomilavanja organske tvari u spomena vrijednoj količini. Naprotiv, u navedenim klimatskim prilikama dolazi stalno do negativne humusne bilance. Sasvim drukčije klimatske prilike nalazimo u predjelima stepskih humusnih tala, jer ovi predjeli imaju idealne biološke uvjete za stvaranje humusa. Ovdje, i pri intenzivnom iskorištenju i jakom prozračivanju tla jedva da dolazi do degradacije i to zbog toga, što se ritam klime odupire nestanku humusa. Isto se dešava tamo, gdje je vegetacija kratka.

A kakve su prilike u Srednjoj Evropi? Prema lokalnim prilikama klime i tla postoje prijelazi od čistih tresetnih, močvarnih tala sve do tala siromašnih humusom s manje od 1% organske tvari. Ovo je donja granica, koja se i pri načinu gospodarenja posve negativnom u odnosu na humus jedva može prekoračiti.

S obzirom na upotrebu organskih gnojiva upravo se raspravlja da li je u srednje evropskim prilikama moguće povećati sadržinu humusa (7). Na temelju gornjih navoda možemo na ovo pitanje odgovoriti pozitivno. Svugdje tamo gdje to klimatske prilike i prema njima biološka raspadanja u tlu puštaju i gdje sistem iskorištenja tla usklađujemo s datim prirodnim uvjetima, možemo postići jače ili slabije nagomilavanje humusa, na pr. na travnjaku uz 600 ili više mm oborina. Povrh toga valja navesti da pod istim uvjetima pri intenzivnoj obradi nikada ne možemo postići neko spomena vrijedno povećanje humusa. Konačno, obogaćivanje tla organskom tvari čisto je ekonomsko pitanje, jer troškovi rukovanja i izvoženja proizvedene organske tvari nisu ni u kakvu odnosu s povećanjem proizvodne sposobnosti tla (1). Zaključno moguće je ustanoviti da:

1) Opskrba organskim tvarima (stajski gnoj, slama, kompost i zelena gnojidba),

2) intenzitet prozračivanja tla,

3) način iskorišćivanja tla,

4) mineralna gnojidba i prije svega dati klimatski uvjeti,

— čine stanje ravnoteže, koja je u svako doba mjerodavno za sadržinu i svojstva humusa u tlu.

U vezi s time dotaknut ćemo još problem gospodarenja bez stoke. Da li mi možemo gospodariti bez stoke, dakle, praktički bez proizvodnje stajskog gnoja održavati plodnost tla, nije prema našim ranijim izlaganjima nikako pitanje gospodarenja humusom. U srednjoevropskim uvjetima proizvodnje, pri normalnoj rotaciji, u mjembenom sistemu gospodarenja ne će nikada plodnost tla biti ugrožena ako se tlu i ne daje stajski gnoj. Na pitanje da li se može gospodariti bez stoke, može se odgovoriti samo ekonomskim razlozima, i to sistemom unutarnje organizacije gospodarstva.

Kako pak utječe mineralna gnojidba na biološku ravnotežu?

Prirodna mobilizacija biljnih hraniva je na svim tipovima tala dovoljno velika da osigura život barem oskudne vegetacije uz pretpostavku da ekstremne klimatske prilike ne vode stvaranju pustinje. Ova sposobnost prirodne mobilizacije konačno, bila je dovoljna sve



do vremena kada je čovjek postao sjedilac u raznim predjelima svijeta i davala — iako minimalnu — ali stalnu biljnu proizvodnju. Tako dugo dok nije postojao nikakav interes, odnosno nikakva potreba za višim žetvama, moglo se računati s upravo permanentnim iskorišćivanjem tla u dotičnoj zemlji. Pokuša li sada povisiti prirode jednostranim zahvatom bilo koje vrste, morat će se pobrinuti bilo za povećanu prirodnu regeneraciju bilo da se povisi intenzitet proizvodnje upotrebom umjetnih gnojiva da bi time bila uspostavljena ravnoteža na drugom nivou. Umjetnim gnojivima pripada izvanredno važna uloga, jer se usprkos intenzivnom iskorišćivanju plodnost tla ne samo održava već čak na mnogo mjesta znatno povećava.

Povrh toga mi smo danas u stanju da privedemo kulturi takva tla, koja bez primjene umjetnih gnojiva ne bi nikada došla u obzir za poljoprivredu, na pr. kisela pjeskovita tla (Heideböden) Sjeverozapadne Njemačke, na kojima se danas stručnom primjenom umjetnih gnojiva ostvaruju prirodni šećerne repe, koji se mogu mjeriti s onima drugih reparskih područja. Umjetna gnojiva ispunila su jednu »rupu« u biološkoj ravnoteži, koja nije od male važnosti za podizanje životnog standarda cjelokupnog čovječanstva.

Dosadašnja izlaganja omogućuju spoznaju, da upravo u iskorišćivanju međusobnog djelovanja organskih i mineralnih gnojiva imamo jednu vrlo važnu mjeru, kojom možemo djelovati na biološku ravnotežu.

Proizvodnja stajskog gnoja iznosi danas oko 70 mtc na ha poljoprivrednih obradivih površina (u Zap. Njemačkoj, op. prev.). Ova je količina gotovo za 3—4 puta veća nego što je bila krajem prošlog stoljeća. Tehnički i ekonomsko-organizacijski uvjeti poljoprivredne proizvodnje doveli su u novije vrijeme do toga, da je u primjeni stajskog gnoja data prednost okopavinama. Također i problem, što je bolje izvoziti zreli ili svježiji stajski gnoj, treba uvijek promatrati u proizvodnji samo s radno-organizacijskog gledišta. Zbog toga se vrlo često stajski gnoj upotrebljava u velikim količinama bez obzira na stupanj zrelosti za onu kulturu, koja ima najveće zahtjeve za hranivima i bez obzira na vrstu tla, dublje ili pliće zaoravanje. Tim postupkom mi upravo potičemo za vrijeme intenzivnog rasta usjeva vrlo jako raspadanje unesene organske tvari po bakterijama, koje čak premašuje biološku aktivnost tla u povoljnom stanju ugora.

Time smo konačno »poremetili« biološku ravnotežu, jer se biološko stanje jednog ugorenog tla može označiti kao normalno ili u stanju ravnoteže. Da ovakav snažni zahvat mijenja vrijednosti učinka umjetnih gnojiva i utječe na razvoj bilja, posve je logično.

Postojanje ovog utjecaja možemo odmah prikazati na praktičkim primjerima.

Uočava se prilikom uspoređivanja gospodarenja s humusom u intenzivnom vrtlarstvu s onim u ratarstvu, da vrtlar na početku



vegetacije teži da stvori biološki uravnoteženo tlo postojane ugorenosti. Zbog toga vrtlari pretežno upotrebljavaju takve vrste organskih gnojiva, koja su u velikoj mjeri »biološki« izbalansirana, kao što je na pr. kompost. Kod primjene ovakva organskog materijala ne mora se paziti niti na vrijeme davanja, količinu, usjev ili klimu. Pored toga opažamo da je kompost dugotrajan u djelovanju odnosno da dugo zadržava povoljne fizikalne i biološke osobine na bilo kojem staništu. Prebacivanjem procesa razgradnje organske tvari izvan tla vrtlar je uvelike neovisan u primjeni organskih gnojiva.

Daljnji primjer pruža kruženje organske tvari u slobodnoj prirodi. Tu se sve tvari normalnim putem nakupljaju na površini tla; tu se razgrađuju i tako se svi procesi razgradnje organske tvari zbivaju na površini. Tlo koristi prirodni završetak ovog procesa, koji za rizosferu stvara najbolje fizikalne i biološke uvjete staništa i konačno pušta odličnu izmjenu atmosferilija. U tom je smislu od najvećeg interesa pokrivanje tla slamom (mulčiranje). Stroj rasipač stajskog gnoja iz posve konstrukcionih razloga ne razbacuje više od 80—120 mtc stajskog gnoja na ha. Sadašnja proizvodnja stajskog gnoja kod nas (u Njemačkoj, op. prev.) sili nas da se sveukupne obradive površine 1—1½ puta pognoje stajskim gnojem. Raspadanje 80—120 mtc stajskog gnoja na 1 ha ne može nikada biti biološki problem i stoga dopušta da se ne vodi računa o stupnju zrelosti gnoja, vremena i načinu unošenja stajskog gnoja.

Na temelju iznesenih činjenica proizlazi da tlo u času kada usjev počinje aktivno primati hranu bude u biološko izbalansiranom stanju, tako da za vrijeme glavnog porasta vegetacije ne dolazi u tlu do nikakvih bioloških procesa razgradnje organske tvari u većem obujmu.

Ako se organska tvar na pr. svježi stajski gnoj ili zelena gnojidba tako unosi u tlo da je proces raspadanja dovršen do početka vegetacije, u tom slučaju ne će praktički biti razlika u djelovanju različitih vrsta organskih gnojiva, bilo da se radi o kompostu, stajskom gnoju iz običnih ili dubokih staja, svježem stajnom gnoju ili zelenoj gnojidbi. I umjetna će gnojiva u takvim uvjetima pokazivati stalno najveće djelovanje. Spoznaja o međusobnim djelovanjima dopušta nam bez dvojbe, da ukažemo na pogrešni način sadašnje primjene organskih gnojiva. Dublji uzroci, koji posve sigurno leže u suprotnom utjecaju umjetnih i organskih gnojiva mogu se objasniti samo tako, ako steknemo bolju predodžbu o međusobnoj ovisnosti čisto biološki i fizičko-kemijskih procesa u tlu s jedne strane i njihovoa utjecaja na rast bilja s druge strane.

Zato mi i pokušavamo da problemom međusobnih odnosa organske i mineralne gnojidbe također ovladamo eksperimentalno, da izložene pojave prikazemo u pokusu i tako osvijetlimo kompleks pitanja. Pokusi su provedeni u vegetacijskim posudama po Ahru, u slijedećim varijantama ispitivanja.

Tlo ilovasta pjeskulja (Löhlbach-Hessen) siromašno hranivima. Težina tla po posudi 15 kg.



pH  
gubitak žarenjem  
biljka u pokusu  
temeljna gnojidba

5.5  
12.5%  
domaći žuti badenski kukuruz,  
30 g CaO kao CaCO<sub>3</sub>. 10.0 ml AZ otopina  
po Hoaglandu (Schropp) 0.3 g MgO kao  
MgSO<sub>4</sub>

gnojidba u pokusu

2.0 g N kao NH<sub>4</sub> NO<sub>3</sub> 4.0 K<sub>2</sub>O kao KCl  
3.0 g. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kao CaHPO<sub>4</sub> 1/2 NPK-gnojidbe  
kod punjenja posuda, 1/2 14 dana nakon  
nicanja (jednako za sve).

zalijevanje vodom

Slama: pšenična, sječkana. Stajski gnoj  
2.0 g N kao NH<sub>4</sub> NO<sub>3</sub> 4.0 K<sub>2</sub>O kao KCl  
dobro sazreo i usitnjen. Slama odnosno  
stajski gnoj primiješan kod postavljanja.  
voda čišćena po Permutit-postupku s  
vodljivošću od < 0.2 mikro-Siemensa;  
do nicanja zasićenje do 40% maksimal.  
kapaciteta za vodu, kasnije se povisuje  
na 55% maks. kap. za vodu.

vrijeme sjetve  
berba  
podaci o berbi

7. V. 56.  
11. 7. 56.  
izraženi u gramima suhe tvari po loncu.

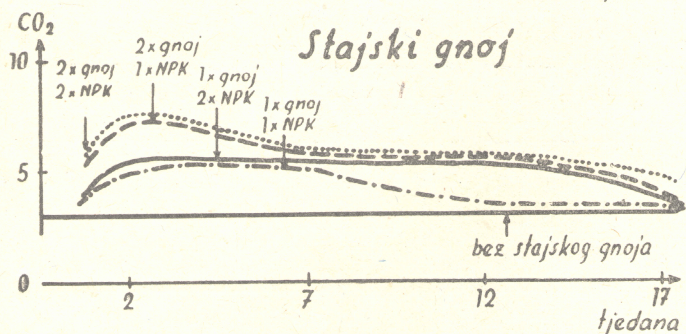
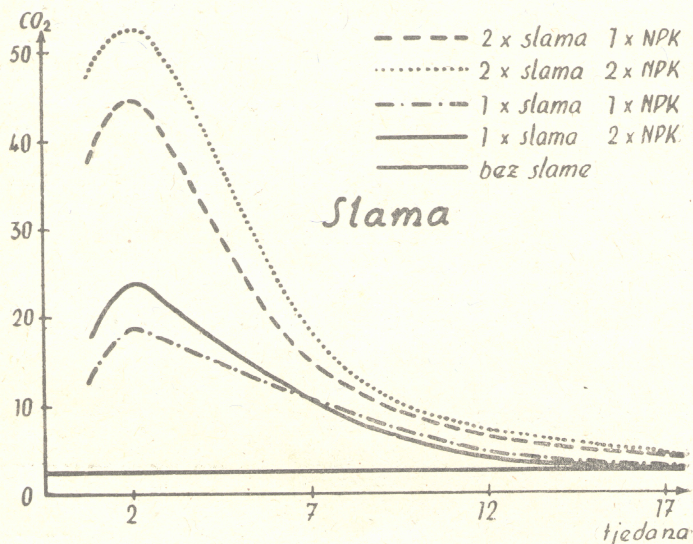
#### A) Pokus sa stajskim gnojem

Stajski gnoj (u suhoj tvari u gramima) po posudi	PRIROD U G SUHE TVARI		
	Samo stajski gnoj	NPK (1×)	NPK (2×)
200 g	34 ± 1.9	97 ± 2.7	125 ± 3.6
300 g	33 ± 1.4	148 ± 4.2	193 ± 4.1
<b>B) Pokus sa slamom</b>			
Slama (u suhoj tvari u gramima) po posudi	Samo slama	NPK 1×	NPK 2×
150 g	35 ± 2.0	137 ± 3.1	118 ± 3.1
250 g	31 ± 1.7	110 ± 3.9	96 ± 5.7



Dobro sagoreli stajski gnoj davao je pri jednakom razdjeljivanju u tlu povoljni utjecaj na prirodu. Ne samo stajski gnoj (uz paralelnu gnojidbu umjetnim gnojivima) već i povećavanje količina umjetnih gnojiva djelovalo je na očekivano povećanje priroda suglasno utrošenom gnojivu.

Sasvim su drukčiji rezultati dobiveni unošenjem neraspadnute organske tvari na pr. gnojidbom slamom. Dok je djelovanje slame na veličinu priroda bez dodavanja mineralnih hraniva bilo jednako



po djelovanju stajskom gnoju, opazilo se, da dodavanje mineralnih gnojiva kod određene količine slame stalno negativno utječe. Suprotni utjecaj različitih organskih supstrata, ne može se objasniti uobičajenim shvaćanjima. Ali mi smo tokom čitave vegetacije ispitivali biološku aktivnost tla i u stanju smo objasniti samo jedan uzrok.

Biološka aktivnost tla utvrđivana je metodom Isermayera (5) na temelju razvijanja CO<sub>2</sub> po određenoj težini tla.



Dodavanjem slame postignut je nakon 15 dana od časa unošenja slame u tlo maksimum (u razvijanju CO<sub>2</sub>, op. prev.), zatim je biološka aktivnost ostala oko 14 dana na tom nivou i iza toga počela polako opadati.

Visina točke kulminacije stoji u izravnoj ovisnosti o količini slame. Razvijanje CO<sub>2</sub> iz tla, koja je dobila dobro sazreo stajski gnoj kao organsku gnojidbu, pokazuje za vrijeme cijele vegetacije jednaki intenzitet, postavlja se već prema cijele vegetacije jednaki intenzitet, postavlja se već prema količini stajskog gnoja na određeni nivo i ostaje u istom intenzitetu preko čitave vegetacije konstantan. Iako intenzitet zavisi o količini stajskog gnoja, ipak leži višestruko više nego kod gnojidbe slamom.

Ovih nekoliko ispitivanja, koje doduše u pojedinačnom pokazuju nama poznate činjenice, u svojoj kombinaciji daju vrlo važne rezultate o izmjeničnom djelovanju organske i mineralne gnojidbe. Oni nam daju mogućnost da razvijemo eksperimentalnu osnovu za izučavanje problema važnih za praksu.

Najvažniji rezultat ovih pokusa sastoji se bez sumnje u tome da se moglo ustanoviti 'najbolje djelovanje organskih gnojiva tamo, gdje organski supstrat nije razvio svoju biološku aktivnost u vrijeme najintenzivnijeg razvoja kulture već tamo gdje su se procesi razgradnje organske tvari zbili prije toga; ili, gdje se vrši takva organska gnojidba, koja pretežno djeluje na fizikalnu i kemijsku melioraciju tla, ali je biološki u najvećoj mjeri indiferentna!

Mogli bi biti skloni i tome, da većom primjenom umjetnih gnojiva kompenziramo depresivni utjecaj organskih gnojiva (6). Ovaj će problem biti proučavan u pokusima, koji su već u toku. I dok kod stajskog gnoja s povećanjem doze umjetnih gnojiva ostvarujemo željeni uspjeh, jer samo vrlo malo mijenjamo biološku aktivnost tla, to kod unošenja slame, suprotno, velike količine umjetnih gnojiva imaju za posljedicu daljnje poticanje razgradnje organske tvari, a to ima za posljedicu daljnje smanjenje priroda.

Rukovanju organskim gnojivima mora se pri suvremenom visokom intenzitetu iskorištenja mnogo više posvetiti pažnja nego do sada, jer umjetna gnojiva tek onda dolaze do optimalnog djelovanja, kada se organska gnojidba promatra s gledišta biološke ravnoteže, a to znači da treba što više odvojiti intenzivne procese razgradnje organske tvari i ugorenja od glavnog perioda rasta usjeva, te da se ti procesi zbivaju izvan tla ili ako se organska tvar unosi u tlo, da oni budu dovršeni prije početka vegetacije. U tom slučaju postizemo uvijek željeno djelovanje umjetnih gnojiva u smislu njihova efekta na prirodu i u količini i kvaliteti. Konačno, to znači da je biološka ravnoteža uvjet da mineralna gnojiva postignu najveći mogući učinak.



## ZAKLJUČAK

Ako se поблиže ispita značenje prirodne biološke ravnoteže za proizvodnu sposobnost tla mora se naglasiti da je potrebno uskladiti ne samo biološke faktore, već i sve ekonomske komponente poljoprivredne proizvodnje međusobno pa da bi postigli optimalan i stalan gospodarski uspjeh. Svaka pojedina mjera treba biti u svom doziranju usklađena s biološkim uvjetima i odmjerena ekonomskim mjerilom.

U vezi s time mi smo proanalizirali značenje različitih faktora polj. proizvodnje: klimu, plodored, obradu tla, organsku i mineralnu gnojidbu, međusobne odnose organskih i mineralnih gnojiva i to s aspekta sadašnjeg intenziteta iskorišćivanja tla i ekonomskih uvjeta proizvodnje.

Pored klime, koju moramo smatrati kao konstantnu, međusobni odnos organske i mineralne gnojidbe ima bez sumnje najveću važnost, odnosno utjecaj na biološku ravnotežu.

## POPIS LITERATURE

- 1) Alten, F., Mitteilungen der DLG, Heft 50, J. 71, S. 1285.
- 2) McElroy und B. Glass, Phosphorus Metabolism, Bd. 1 u 2 1951, Baltimore, The Johns Hopkins Press.
- 3) Feit, I., E. Latzko, K. Mehsner, S. Niemann, O. Werk und H. Wyland, Landwirtschaftliche Forschung, Heft 1, Bd. 10, 1957.
- 4) Hofmann, E. und E. Latzko, Biochem. Ttg., Bd. 321, Seite 1951.
- 5) Isermeyer, H. »Eine einfache Methode zur Bestimmung der Bodenatmung und der Carbonate im Boden«, Zeitschr. für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, 56, 26, 1952.
- 6) Welte, E. Z. für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde 57, 142, 1952.