

Petar Grahovac, dipl. ecc.
Ekonomski fakultet Zagreb

EKONOMSKI OPTIMUM POTROŠNJE UMJETNIH GNOJIVA

Demografske analize koje su vršene u toku posljednjih nekoliko godina pokazuju da će se stanovništvo svijeta udvostručiti do 2000-te godine, odnosno da će te godine na zemlji biti više od 6 milijardi stanovnika. Prema istim analizama da bi se izbjegla svjetska kriza ishrane stanovništva potrebno je da se poljoprivredna proizvodnja u svijetu u slijedećih nekoliko decenija povećava po prosječnoj godišnjoj stopi od 3—4%. Takav porast proizvodnje može se ostvariti prvenstveno putem povećanja proizvodnje na postojećim poljoprivrednim površinama.

Od ukupnog porasta biljne proizvodnje u Jugoslaviji, na primjer, u razdoblju 1948—1963. godine na povećanje prinosa otpada 79,2% tog povećanja proizvodnje, dok na proširenje površina i na promjenu strukture proizvodnje otpada preostalih 20,8%¹.

Porast prinosa u biljnoj proizvodnji rezultira iz simultanog djelovanja većeg broja faktora od kojih su najznačajniji poboljšanje genetskih karakteristika bilja, snabdjevenost dovoljnim količinama biljnih hraniva, zalihe vode i kontrola biljnih bolesti i štetočina. Doprinos svakog pojedinog faktora u povećanju prinosa nije svugdje jednak, a osim toga, rezultati koji se postižu djelovanjem jednog faktora uveliko ovise o prisutnosti i efikasnosti drugih faktora. Zbog toga se najpovoljniji rezultat može postići samo optimalnom kombinacijom svih relevantnih faktora. Međutim, pošto prinos predstavlja kompleksnu funkciju velikog broja faktora među kojima se nalaze i takvi kojima čovjek ne može upravljati u uvjetima masovne proizvodnje, to je za poljoprivrednike vrlo teško odabrati kombinaciju najpovoljnije varijante.

Doprinos umjetnih gnojiva povećanju proizvodnje nije jednak u svim poljoprivredama jer i on predstavlja funkciju većeg broja faktora. Pojedini autori ocijenili su da se u dijelovima zapadne Evrope oko 50—75% od porasta prinosa može pripisati povećanju potrošnji komercijalnih gnojiva, dok je u SAD taj postotak oko 25%². Prema podacima FAO, proizlazi da su faktori koji su doprinijeli povećanju proizvodnje u SAD u periodu 1941—1956. bili: gnojiva, navodnjavanje i selekcionirano sjeme, gdje gnojiva imaju dominantnu ulogu.³

Stalan rast potrošnje umjetnih gnojiva utjecao je i na promjene u strukturi troškova poljoprivredne proizvodnje. Kod osnovnih ratarskih kultura u razvijenim poljoprivredama, troškovi umjetnih gnojiva čine 10—20% od cijene koštanja.⁴ Ti troškovi čine značajnu stavku u strukturi cijena koštanja ra-

1 Economic Research Service — U. S. Department of Agriculture: »Changes in Agriculture in 26 Developing Nations 1948—1963 (Foreign Agricultural Economic Report No 27) page 19, Washington 1965.

2 M. Lamer: The World Fertilizer Economy, Stanford University Press, page 67

3 Centar za unapređivanje poljoprivrede SRS: Sredina, teorija i praksa đubrenja, Serija stručni materijali broj 9, Beograd 1967.

4 FAO: Symposium of the Economic Aspects of the Use of Fertilizers, Geneva 1967.

tarskih kultura i u našim poljoprivrednim organizacijama. Kod pšenice oni danas iznose oko 20%, kod kukuruza oko 15%, kod šećerne repe oko 11% svih troškova proizvodnje. Zbog tako visokog pondera troškova umjetnih gnojiva, razumljivo je da se ekonomici njihove upotrebe poklanja sve veća pažnja. Naime, ekonomična proizvodnja u ratarstvu, u takvim uvjetima, nije više moguća bez ekonomične i racionalne upotrebe umjetnih gnojiva.

Međutim, osim direktnog efekta upotrebe umjetnih gnojiva — porast prinosa — postoje i njeni indirektni ekonomski efekti. Najznačajniji od tih jest svakako povećanje proizvodnje putem proširenja površina na kojima se usjevi mogu rentabilno uzgajati. Ima puno primjera u svijetu gdje je proizvodnja na određenim površinama postala rentabilna zahvaljujući samo upotrebi umjetnih gnojiva.

Nadalje, upotrebom umjetnih gnojiva na pašnjacima i u proizvodnji krmnih usjeva utječe se na pozitivne promjene u strukturi proizvodnje na poljoprivrednim gazdinstvima. Novi usjevi i intenzivnija proizvodnja stvaraju mogućnosti za veću upotrebu mehanizacije i ljudskog rada. Porast dohotka na malim gazdinstvima u svijetu i kod nas moguć je, ističu mnogi autori, prvenstveno putem intenzifikacije proizvodnje, koja se velikim dijelom ostvaruje sve većom upotrebom umjetnih gnojiva.

Potrošnja umjetnih gnojiva može biti optimalna s obzirom na količinu, vrstu i strukturu, vrijeme i način upotrebe gnojiva.

Efikasnost umjetnih gnojiva je, dakle, funkcija većeg broja komponenata. Osim toga, svaka od spomenutih komponenata može biti optimalna s ekonomskog i biološko-tehnološkog stanovišta tim da je kod nekih više ili manje izražen jedan od aspekata. Predmet daljnjih izlaganja bit će u prvom redu količina upotrebe umjetnih gnojiva, odnosno doze njihove potrošnje. Odmah je potrebno istaći da valja razlikovati ekonomski od biološki optimalnih doza potrošnje umjetnih gnojiva. Ekonomski je optimalna ona potrošnja umjetnih gnojiva koja daje najveći pozitivni financijski rezultat, dok biološki optimum odgovara onom nivou potrošnje koji daje najveći fizički obim proizvodnje. Ekonomski i biološki optimum se ne podudaraju i prvi se nužno postiže na nižem nivou potrošnje nego drugi. Osim toga, treba razlikovati ekonomski optimalnu potrošnju umjetnih gnojiva sa stanovišta poljoprivrede i privrede kao cjeline i optimum sa stanovišta pojedinačnih poljoprivrednih proizvođača. Poznavanje optimalne potrošnje umjetnih gnojiva na nivou ukupne poljoprivrede daje osnovnu orijentaciju u poduzimanju određenih mjera agrarne politike. Međutim, poznavanje ekonomski optimalne potrošnje umjetnih gnojiva za poljoprivredu u cjelini od malog je praktičnog značenja za individualne poljoprivredne proizvođače pošto optimum za ukupnu poljoprivredu odgovara prosječnim uvjetima koji nisu prisutni niti kod jednog proizvođača.

Najznačajniji faktori koji determiniraju ekonomski optimalne doze potrošnje umjetnih gnojiva jesu:

- a) porast proizvodnje koji se očekuje svake dodatne jedinice potrošnje umjetnih gnojiva,
- b) cijena umjetnih gnojiva i troškovi njihove primjene,
- c) cijena poljoprivrednih proizvoda,

- d) dodatni troškovi, kao što su troškovi uskladištenja i utrživanja dodatnih količina proizvoda, rezidualni efekti.

Prije nego što analiziramo svaki od spomenutih faktora, potrebno je istaći neke opće teškoće koje se pojavljuju kod utvrđivanja ekonomskog optimuma a koji u znatnoj mjeri otežavaju i ograničavaju mogućnost egzaktnog izračunavanja tog optimuma. Neke od tih teškoća su slijedeće:

- a) nestabilnost cijena poljoprivrednih proizvoda. Prema jednadžbi što je dao prof. Bandorff, promjena cijena proizvoda (cijene umjetnih gnojiva su konstantne) od 10% utječe na porast odnosno smanjenje optimalne doze gnojiva za 14%.⁵
- b) nestabilnost cijena umjetnih gnojiva. Svaka promjena cijena umjetnih gnojiva izaziva i promjenu optimalne doze na taj način što porast cijena umjetnih gnojiva (uz pretpostavku nepromijenjenih ostalih uvjeta) utječe na smanjenje obima njihove optimalne potrošnje i obrnuto.
- c) nestabilnost prinosa zbog više ili manje povoljnih klimatskih uvjeta i ostalih faktora.
- d) gnojenje ekonomski optimalnim dozama može utjecati na smanjenje proizvodne sposobnosti tla, na taj način što ekonomski optimalne doze mogu biti nedovoljne da nadoknade hraniva koja biljke uzimaju iz tla pa se prirodne rezerve hraniva postupno smanjuju.
- e) gnojenje potrebno za postizanje optimalnih prinosa ne mora davati i najbolju kvalitetu proizvoda.
- f) efikasnost jednog hranjivog elementa (npr. dušika) u različitim oblicima može biti različito i zavisno o usjevu i tlu.
- g) subvencije koje se daju za umjetna gnojiva i poljoprivredne proizvode u najvećem broju zemalja u svijetu, utječu na mijenjanje optimuma i znatno otežavanju uporedbe među zemljama.

Može se dakle zaključiti da osnovne teškoće u procjeni ekonomski optimalne potrošnje umjetnih gnojiva proizlaze iz činjenice da postoji veliki broj faktora koji taj optimum determiniraju a od kojih se neki vrlo teško mogu ili pak uopće ne mogu kvantitativno izraziti i na kraju velika nestabilnost pojedinih faktora potencirana ponekad nemogućnošću predviđanja smjera i intenziteta njihova djelovanja. Međutim, porast značaja umjetnih gnojiva u razvitku poljoprivrede utjecao je i na stalno usavršavanje metoda utvrđivanja njihove optimalne potrošnje.

Porast proizvodnje koji se očekuje od svake dodatne jedinice potrošnje umjetnih gnojiva jest prvi faktor koji se istražuje pri utvrđivanju ekonomskog optimuma potrošnje gnojiva. Tu se u stvari radi o ispitivanju utjecaja različitih doza umjetnih gnojiva na kretanje prinosa.

Brojna istraživanja koja su izvršena u nizu zemalja u svijetu pokazuju da međuzavisnost prinosa i potrošnje umjetnih gnojiva (ostali faktori se drže konstantni) ima u različitim proizvodnim uvjetima i različite oblike. Ili, dru-

⁵ EEC: Economic Optimum Fertilizer Use, Project No. 393, 1959 godine, page 9

gim riječima, krivulja koja prikazuje kretanje prinosa na različitim nivoima potrošnje umjetnih gnojiva u različitim uvjetima nema uvijek jednak oblik, ali ipak postoje neke opće zakonitosti u pogledu oblika te krivulje. Tako je npr. utvrđeno da pri sukcesivnom dodavanju jednakih doza umjetnih gnojiva, prva doza daje najveći porast prinosa, druga doza daje manji porast, slijedeća još manji i tako sve dok taj porast ne postane jednak nuli pa čak i negativan. Kada je porast prinosa jednak nuli ostvaruje se i maksimalni ukupni prinos. Daljnjim dodavanjem umjetnih gnojiva ukupan prinos se postupno smanjuje, odnosno porast prinosa ima negativan predznak uslijed negativnih efekata prekomjernih doza gnojiva. Krivulja rezultata umjetnih gnojiva ima, dakle, po pravilu oblik parabole. Poznati zakon opadajućeg prinosa formuliran je upravo na osnovu opisanog kretanja prinosa u uvjetima stalno rastućeg ulaganja jednog faktora proizvodnje. Taj zakon ima, međutim, kao što je to već poznato, niz limitacija. Istraživanja nekih autora pokazala su međutim, da krivulja rezultata umjetnih gnojiva ima u mnogim slučajevima ne oblik parabole već oblik slova S. Naime, prema tim istraživanjima prva doza umjetnih gnojiva daje nizak porast prinosa, zbog toga što tlo zadržava veći dio hraniva nego što ga biljka apsorbira. Slijedeće doze umjetnih gnojiva daju postupno sve veći porast prinosa do jedne određene granice poslije koje se porast prinosa smanjuje uslijed sve veće saturacije tla hranivima.

Osnovni okvir za utvrđivanje krivulje rezultata umjetnih gnojiva dao je početkom ovog stoljeća E. A. Mitscherlich i B. Baule. Mitscherlich je u svojoj analizi pošao od pretpostavke da svaka dodatna doza umjetnih gnojiva daje sve manji porast prinosa. Osim toga, vjerovao je da postoji konstantan odnos između sukcesivnog smanjenja porasta prinosa i razlike između date i idealno maksimalne proizvodnje.⁶ Mitscherlich je zavisnost između prinosa i umjetnih gnojiva izrazio matematičkom formulacijom:

$$\frac{dy}{dx} = C (A - Y)$$

gdje je:

dy = porast prinosa koji rezultira iz povećanja količine dodatnih gnojiva od dx

dx = dodatna količina umjetnih gnojiva

A = maksimalno mogući prinos koji se dobije dodavanjem svih umjetnih gnojiva u optimalnim količinama

Y = prinos dobiven od X količine umjetnih gnojiva

C = konstanta koja ovisi o tipu umjetnog gnojiva

Najviše problematična veličina u Mitscherlichovoj jednadžbi jest faktor C , koji je prema autoru neovisan o klimi, fizičkim svojstvima tla, sadržaju hraniva u tlu itd. Mitscherlichova ukupna proizvodna funkcija glasi:

$$Y = A (1 - 10^{-cx})$$

Na bazi tog odnosa, autor je konstruirao takozvane »Tablice prinosa« iz kojih se može vidjeti postotno povećanje prinosa u odnosu na maksimalni prinos za svaku dodatnu jedinicu potrošnje umjetnih gnojiva.

⁶ M. Lamer: op. cit. str. 73. Mitscherlich je idealno maksimalnu proizvodnju smatrao onu koja se postiže neograničenom primjenom umjetnih gnojiva.

Mitscherlichova su istraživanja predstavljala značajan stimulans za daljnja ispitivanja utjecaja umjetnih gnojiva na prinose. Iako posve samostalno, W. J. Spillman je dao gotovo identičnu (kao i Mitscherlich) formulaciju odnosa između prinosa i umjetnih gnojiva.

Poslije pojave radova Mitscherlicha i Spillmana slijede istraživanja većeg broja autora koji, u najvećem broju slučajeva, polazeći od odnosa koji je dao Mitscherlich, vrše uglavnom samo daljnju razradu faktora C (konstante koja ovisi o tipu umjetnih gnojiva). Međutim, Mitscherlichova formula koja je dugo bila polazna osnova niza autora, nije bez prigovora. Osnovni prigovor je pretpostavka od koje formula polazi, a ta je da je utjecaj umjetnih gnojiva neovisan o ostalim faktorima koji utječu na rast i prinos biljke. Nadalje, teško je prihvatiti pretpostavku da se marginalni fizički proizvod jednakomjerno smanjuje. U svojim kasnijim radovima Mitscherlich je više pažnje posvetio »faktorima konstantne efikasnosti« utvrdivši korektive tog faktora kao što su sadržaj hranjive materije u tlu, temperatura, dubina oranja itd.

Pomoću krivulje rezultata umjetnih gnojiva moguće je (kao što ćemo to kasnije pokazati) odrediti optimalnu dozu svakog hraniva posebno, što bi davalo zadovoljavajuće rješenje uz pretpostavku da ne postoji interakcija između pojedinih vrsta hraniva. Ali, kad se upotrebljavaju dvije ili više vrsta umjetnih gnojiva, onda optimalna doza svake vrste gnojiva ovisi i o nivou potrošnje drugih vrsta. U tom slučaju optimalna kombinacija umjetnih gnojiva može se utvrditi na bazi takozvane »površine rezultata umjetnih gnojiva« koja pokazuje međuzavisnost prinosa uporednih varijacija različitih vrsta gnojiva. Ima više oblika »površine rezultata umjetnih gnojiva« od kojih se najčešće koriste:⁷

a) kvadratna površina rezultata umjetnih gnojiva

$$y = a + bx + ex^2 + dz + ez^2 + fzx$$

gdje y = prinos koji se očekuje, x i z = količine hraniva, ab...f = konstanta,

b) formula kvadratnog korijena

$$y = a + b\sqrt{Vx + Cx + d\sqrt{Vz + ez + fVzx}}$$

gdje je y = prinos koji se očekuje, x i z = količine dvaju faktora i a, b, ... f = konstante

c) Cobb — Douglas formula

$$y = a(x + b)^c(z + d)^e$$

gdje je b i d = mjere ekvivalentne količine hraniva koje je raspoloživo za usjeve na površinama koje se ne gnoje, c i k = konstante. Najveća teškoća pri procjeni pomenutih funkcija pojavljuje se kod izračunavanja konstanta. Oblik tih funkcija ovisi o nizu faktora, koji se mogu grupirati na više načina polazeći s različitih aspekata. Jedna je podjela na fiksne odnosno varijabilne faktore. Prvi su oni koje proizvođač po pravilu ne može mijenjati ili ih lako kontrolirati, dok u drugu grupu spadaju faktori koji se mogu i u kraćem roku mijenjati i kontrolirati. Druga podjela bi bila na primjer, na faktore okoline, odnosno gospodarstva⁸, Faktori okoline su: klima, lokacija tla, tip tla, a faktori

⁷ FAO: Statistics of Crop Responses to Fertilizers, Roma, 1966, page 90

⁸ FAO: Symposium of the Economic Aspects of the Use of Fertilizers Geneva 1967, page 64

gospodarstva mogu biti opći (drenaža, prethodno gnojenje, plodored) i specifični (vrijeme sjetve, način upotrebe gnojiva, potencijalni prinos).

U nas su do danas obavljani rezultati relativno malog broja istraživanja utjecaja umjetnih gnojiva na kretanje prinosa. Osim toga, svako od tih ispitivanja (koja su inače vršili pojedinci) bilo je ograničeno na dosta usko područje i odnosilo se, uglavnom, na pšenicu i kukuruz. Prema tome odlučujući faktor koji determinira ekonomski optimum potrošnje umjetnih gnojiva u nas je još uvijek nedovoljno ispitan.

CIJENE UMJETNIH GNOJIVA I POLJOPRIVREDNIH PROIZVODA

Cijene umjetnih gnojiva i troškovi njihove primjene su drugi važan faktor koji determinira ekonomski optimum potrošnje gnojiva. Osim toga, o cijenama umjetnih gnojiva ovise i troškovi poljoprivredne proizvodnje i efikasnosti njihove upotrebe. Poznato je, naime, da što je neki faktor proizvodnje jeftiniji da je to i manji interes za racionalno korištenje tog faktora. Svaka i najmanja promjena cijena umjetnih gnojiva utječe na promjenu njihovih optimalnih doza potrošnje. Dakle, cijenama umjetnih gnojiva utječe se na njihovu veću odnosno manju upotrebu. Zbog toga ekonomska politika svake zemlje u prvim fazama uvođenja umjetnih gnojiva u poljoprivredu stimulira njihovu potrošnju niskim nabavnih cijenama. Danas i u najrazvijenijim zemljama i poljoprivredama svijeta, cijene umjetnih gnojiva su pod jačom ili slabijom kontrolom države. Ta kontrola države ne samo nad cijenama umjetnih gnojiva već i nad njihovom proizvodnjom i distribucijom u pojedinim zemljama se ostvaruje na različite načine i različitim sredstvima. Regresi na potrošnju umjetnih gnojiva koji postoje uglavnom samo u inicijalnim fazama intenzivnog uvođenja umjetnih gnojiva u poljoprivredu, predstavljaju najneposrednije sredstvo utjecaja na cijene umjetnih gnojiva. Njihov cilj je prvenstveno u stimuliranju procesa modernizacije poljoprivredne proizvodnje. To tim više što kod poljoprivrednih proizvođača postoji, mogli bismo reći, prirodni otpor i nepovjerenje prema svim tehničkim i tehnološkim inovacijama. Međutim kada poljoprivredni proizvođači spoznaju pozitivne efekte umjetnih gnojiva i kada se zbog toga potrošnja gnojiva poveća, onda u slijedećoj fazi značenje regresa kao sredstva stimulacije potrošnje umjetnih gnojiva postupno slabi. U uvjetima relativno visoke potrošnje umjetnih gnojiva regresi mogu predstavljati faktor njihove nedovoljno ekonomične potrošnje. Već prije je rečeno da što je neki faktor proizvodnje jeftiniji da je tim i manji interes za racionalno korištenje tog elementa proizvodnje. Pored toga, regresi se odobravaju po jedinici potrošnje umjetnih gnojiva neovisno o efektu koji se postižu njihovom upotrebom, a efekti su, razumljivo, različiti. Zbog toga, proizvođači koji ostvaruju bolje rezultate dobivaju po jedinici proizvoda manje regresa (društvene pomoći) nego oni proizvođači koji postižu slabije rezultate. Dakle, proizvođač nije zainteresiran za postizanje što boljih rezultata. Nadalje, regresi čine prepreku uspostavljanju ekonomskih odnosa između poljoprivrednih proizvođača, na jednoj strani, i industrije umjetnih gnojiva, na drugoj strani, i na taj način otežavaju afirmaciju ekonomskih

stimulansa i kod jednih i kod drugih. Poljoprivredni proizvođači ne plaćaju ekonomsku cijenu za umjetna gnojiva odnosno cijenu koja bi pokrivala stvarne troškove proizvodnje tih gnojiva, nisu dovoljno zainteresirani za što racionalnije korištenje tog faktora proizvodnje. Na drugoj strani, regresivno toleriraju skupu proizvodnju umjetnih gnojiva i ne stimuliraju njihove proizvođače da snize troškove proizvodnje i da povećaju produktivnost rada. Regresi za umjetna gnojiva utječu da se ekonomski optimum potrošnje gnojiva sa stanovišta poljoprivrednih proizvođača formira na znatno višem nivou nego što je taj optimum sa stanovišta nacionalne ekonomije i poljoprivrede u cjelini.

Regresi kao sredstvo stimuliranja potrošnje umjetnih gnojiva postoje i u našoj poljoprivredi. Zahvaljujući upravo regresima cijene umjetnih gnojiva održavane su na dosta niskom nivou što je bio jedan od osnovnih faktora brzog porasta potrošnje umjetnih gnojiva u poslijeratnom periodu. Međutim, kada su regresivno izvršili svoju primarnu funkciju i kada su se u većoj mjeri počele ispoljavati negativne posljedice njihovog postojanja, pristupilo se postupnom smanjenju regresa. Oni su u apsolutnom iznosu rasli (1956. godine bili su 6,4 milijarde dinara, a u 1965. godini 22,8 milijardi dinara) a u relativnom se smanjivali. U razdoblju 1956—1965. godine regres kao dio društvene cijene umjetnih gnojiva smanjio se od 46 na 29%.⁹ U programski prihvaćenim dokumentima o poljoprivredi utvrđeno je da će se regresivno kao sredstvo subvencioniranja poljoprivrede i dalje zadržati.

Pored regresa postoji i niz drugih mjera ekonomske politike kojima se utječe na cijene gnojiva. U nekim zapadno-evropskim zemljama kao što su Francuska, Z. Njemačka, Italija i dr. fiksiran je maksimalni nivo cijena umjetnih gnojiva ali stvarne cijene su po pravilu ispod maksimalno dozvoljenih, u Z. Njemačkoj čak za 20%.¹⁰ Uvozne carine za umjetna gnojiva također predstavljaju jedno od sredstava utjecaja države na cijene tih gnojiva na domaćem tržištu. Cijene šta ih za umjetna gnojiva plaćaju poljoprivredni proizvođači država regulira i putem poreza i transportnih troškova.

Međutim, cijene umjetnih gnojiva djeluju na ekonomski optimum potrošnje gnojiva ustvari kao odnos tih cijena i cijena poljoprivrednih proizvoda. Naime, za poljoprivredne proizvođače važan je odnos cijena po kojima oni prodaju svoje proizvode i cijena po kojima nabavljaju pojedine faktore proizvodnje. Zbog toga, o visokim odnosno niskim cijenama umjetnih gnojiva može se govoriti samo na temelju odnosa tih cijena i cijena poljoprivrednih proizvoda. Taj odnos, razumljivo je da može znatno oscilirati u zavisnosti o smjeru i intenzitetu promjena bilo cijena umjetnih gnojiva bilo cijena poljoprivrednih proizvoda. I ovdje je potrebno istaknuti od kolike je važnosti za poljoprivredne proizvođače da približno znaju koliki porast prinosa mogu očekivati ako povećaju potrošnju gnojiva. To zbog toga, ukoliko to ne znaju, pravilnu odluku o nivou potrošnje umjetnih gnojiva, i spomenutom odnosu cijena ne mogu donijeti izuzev slučajno. Intuicija i iskustvo ne mogu garantirati donošenje ekonomski opravdanih i racionalnih odluka. Tendencija kretanja odnosno nabavnih cijena umjetnih gnojiva i prosječnih otkupnih cijena pšenice i kukuruza u Jugoslaviji može se sagledati iz tabele (1).

¹⁰ Grahovac Petar: Potrošnja i cijena umjetnih gnojiva u Jugoslavenskoj poljoprivredi, Informator, broj 1413 — godina XV

Tabela 1 — Odnos nabavnih cijena umjetnih gnojiva i prosječnih otkupnih cijena pšenice i kukuruza

God.	Poljoprivredni proizvođač je trebao dati kg pšenice za 1 kg hranjive materije			Poljoprivredni je proizvođač trebao dati kg kukuruza za 1 kg hranjive materije		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O	K ₂ O
1956.	3,3	3,0	1,0	3,5	3,1	1,1
1962.	2,6	2,1	0,9	3,2	2,6	1,1
1965.	1,8	1,4	0,6	2,5	2,0	0,8

Izvor: P. Grahovac op. cit.

Podaci tabele (1) sasvim jasno pokazuju izraženu tendenciju stalnog poboljšanja odnosa nabavnih cijena umjetnih gnojiva i prosječnih otkupnih cijena pšenice i kukuruza za poljoprivredne proizvođače. To poboljšanje uvjeta razmjene za poljoprivredu rezultira iz bržeg porasta cijena poljoprivrednih proizvoda u odnosu na porast cijena umjetnih gnojiva. Takvo relativno pojeftinjenje umjetnih gnojiva djelovalo je u pravcu povećanja ekonomski optimalnih doza potrošnje gnojiva i na povećanje njihove potrošnje uopće. Međutim, na drugoj strani često se ističe da su upravo niske cijene umjetnih gnojiva jedan od uzroka njihove nedovoljno ekonomične i racionalne upotrebe. Uspostaviti takav odnos cijena mjetnih gnojiva i poljoprivrednih proizvoda koji neće destimulirati potrošnju gnojiva, na jednoj strani, a koji će stvoriti uvjete za veću racionalnost i efikasnost potrošnje tih gnojiva, na drugoj strani, nesumnjivo je da predstavlja vrlo složen i odgovoran zadatak.

Jedan dati odnos cijena umjetnih gnojiva i cijena poljoprivrednih proizvoda možemo ocijeniti kao više ili manje povoljan za poljoprivredu i to u odnosu na: neko prethodno razdoblje, taj odnos u drugim zemljama i egzaktno utvrđeni odnos koji bi se mogao smatrati primjernim. Što se tiče prvog kriterija ocjene datog odnosa cijena, vidjeli smo da su se uvjeti razmjene za poljoprivredu kod nas u poslijeratnom razdoblju stalno poboljšavali. Međutim, ranije su se često čula mišljenja da su umjetna gnojiva kod nas preskupa, odnosno da naši poljoprivredni proizvođači plaćaju gnojivo daleko skuplje nego proizvođači u drugim zemljama. Sve do 60-tih godina umjetna gnojiva bila su kod nas skuplja nego u najvećem broju zapadnoevropskih i drugih razvijenih zemalja u svijetu. Ali od tada cijene umjetnih gnojiva izražene u cijenama poljoprivrednih proizvoda imale su jako izraženu tendenciju smanjenja. Zbog toga se i položaj naših poljoprivrednih proizvođača postupno poboljšavao u odnosu na proizvođače u drugim poljoprivredama.

Cijene umjetnih gnojiva (izražene u količini pšenice koju je potrebno dati za jedinicu hranjive materije gnojiva) kod nas i u nekim zemljama pokazuje tabela (2).

Tabela 2 — Cijene umjetnih gnojiva u Jugoslaviji i izabranim zemljama

Zemlja	Poljoprivredni proizvođač trebao je dati kg pšenice za kg aktivne materije					
	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	1962/63.	1966/67.	1962/63.	1966/67.	1962/63.	1966/67.
Austrija	2,51	2,52	1,34	1,52	0,84	0,89
Belgija	3,06		1,51		0,95	
Danska	3,81	3,61	2,40	2,52	1,18	1,13
Finska	1,82	1,61	1,22	1,67	0,73	0,64
Francuska						
Z. Njemačka	2,46	2,60	1,48	1,60	0,69	0,76
Grčka	2,43	2,52	1,49	1,65	1,14	1,28
Irska	3,10	2,93	1,59	1,36	1,00	0,82
Italija	2,34	2,62	1,35	1,47	1,17	1,32
Nizozemska	3,11	2,59	2,03	1,89	1,25	1,14
Norveška	1,97	1,71	1,23	1,07	0,94	0,83
Portugal	2,86	2,63	1,44	1,62	0,80	1,03
Španjolska	2,93	2,64	1,43	1,64	0,72	0,72
Švedska	3,10	2,50	1,86	1,74	1,09	1,01
Švicarska	2,32	2,11	1,17	1,28	0,66	0,71
Engleska	2,08	2,72	1,85	2,08	1,54	1,56
Jugoslavija	2,48	1,84	2,09	1,48	0,65	0,62

Izvor. FAO: Prices of Agricultural Products and Fertilizers in Europe 1965/66, 1966/67. Geneva 1967, 1968. Citirani izvor ne daje podatke o cijenama umjetnih gnojiva u Jugoslaviji izuzevši za fosforna gnojiva pa su zbog toga cijene umjetnih gnojiva kod nas izračunate iz redovnih statističkih publikacija, a koje iz niza razloga treba shvatiti samo kao približno tačne.

Na temelju podataka tabele (2) može se zaključiti da su umjetna gnojiva 1962. godine u Jugoslaviji spadala u red najskupljih gnojiva u Evropi. 1966. godine naši su poljoprivredni proizvođači imali jeftinija umjetna gnojiva nego proizvođači u poljoprivredama najvećeg broja navedenih zemalja. Uzrok tome valja tražiti u nekoliko činjenica. Prvo, cijene pšenice u navedenim evropskim zemljama u razdoblju 1962—1967. godine bile su prilično stabilne s blagom tendencijom porasta, dok su cijene pšenice u nas porasle u tom periodu prema citiranoj publikaciji, za čak 100%. Drugo, cijene umjetnih gnojiva (izražene u nacionalnoj valuti) u svim navedenim zemljama neznatno su se smanjile ili porasle, dok su cijene kod nas porasle, ali ipak znatno manje nego što je bio porast cijena pšenice, kako je to bilo prije pokazano.

Utjecaj promjena cijena na potrošnju umjetnih gnojiva nije jednak kod svih usjeva. Neke kulture zahtijevaju veću, a druge manju potrošnju umjetnih gnojiva. Nadalje, ima slučajeva gdje se isplati korištenje vrlo skupih umjetnih gnojiva, kao što ima i slučajeva gdje se to ne isplati. Cijena umjetnih gnojiva je relativno mali faktor za visoku vrijednost proizvodnje na primjer kod duhana. Korištenje određenih mikrohraniva ilustrira drugu mogućnost. Mikroelementi se mogu koristiti iako su skupi jer malo povećavaju proizvodne troškove u odnosu na njihove efekte u povećanju proizvodnje.

Ekonomskih optimalne doze potrošnje umjetnih gnojiva determinirane su, kao što je to već rečeno, u prvom redu cijenama gnojiva i cijenama poljoprivrednih proizvoda. Iz toga slijedi da je optimum u stvari određen veličinom dohotka poljoprivrednog gazdinstva. Istraživanja što ih je proveo Meh- rin za period 1911—1943. pokazuju da je koeficijent korelacije između troškova umjetnih gnojiva i dohotka bio u tom razdoblju 0,8855.¹¹ Do sličnih rezultata došli su i niz drugih autora.

Pored cijene koju za umjetna gnojiva plaća poljoprivredni proizvođač, u procjenu ekonomskog optimuma potrošnje gnojiva uključuju se i troškovi njihove primjene u koje spadaju troškovi uskladištenja i rasturanja gnojiva. Veličina tih troškova zavisi od niza faktora kao što su sadržaj aktivne materije u jedinici komercijalnih gnojiva, količina gnojiva koja se uskladištuje odnosno rastura, tehnička sredstva koja za to služe itd. Da bi se snizili troškovi transporta, uskladištenja i rasturanja umjetnih gnojiva po jedinici hranjive materije u svijetu u posljednje vrijeme naglo ekspandira proizvodnja umjetnih gnojiva s visokim sadržajem aktivne materije. Prosječni sadržaj aktivne materije u potrošenim količinama umjetnih gnojiva u Jugoslaviji smanjio se u razdoblju 1956—1966. godine od 24,1 na 22,9%.

Nema sumnje da je to utjecalo na povećanje troškova upotrebe umjetnih gnojiva. Da bi se snizili troškovi transporta, uskladištenja i rasturanja umjetnih gnojiva kao da bi se povećala njihova efikasnost, u razvijenim zemljama sve više raste proizvodnja umjetnih gnojiva u tekućem stanju. Ta gnojiva imaju, pri određenim uvjetima, niz prednosti pred gnojivima u čvrstom stanju. Na jedinične troškove upotrebe umjetnih gnojiva znatno utječe i količina gnojiva, odnosno veličina gospodarstva. Krupna gospodarstva nabavljaju umjetna gnojiva po nižim cijenama, a niži su im troškovi transporta i raspoložu finansijskim sredstvima potrebnim za izgradnju odgovarajućih skladišta za gnojiva i nabavku modernih sredstava za njihovo rasturanje.

Pri utvrđivanju ekonomskog optimuma potrošnje umjetnih gnojiva treba uzeti u obzir i dodatne troškove žetve, odnosno berbe i utrživanja dodatnih količina proizvoda koje rezultiraju iz povećane potrošnje umjetnih gnojiva.

Umjetna gnojiva predstavljaju samo jedan faktor proizvodnje, a njihova povećana potrošnja jedan je od više načina porasta proizvodnje. Zbog toga za poljoprivredne proizvođače u uvjetima nestašice sredstava, dodavanje ekonomski optimalnih doza umjetnih gnojiva može biti i nerentabilno, jer bi se eventualnim ulaganjem u druge faktore proizvodnje postigli bolji rezultati.

NAČIN UTVRĐIVANJA EKONOMSKOG OPTIMUMA POTROŠNJE UMJETNIH GNOJIVA

Polazeći od prije izložene definicije ekonomskog optimuma potrošnje umjetnih gnojiva, prema kojoj taj optimum odgovara onom nivou potrošnje gnojiva koji maksimizira finansijski rezultat, razumljivo je da način utvrđiva-

¹¹ M. Somer: op. cit., str. 85

nja optimuma treba tražiti u teoriji troškova. Iz te je teorije poznato da se najveći pozitivni financijski rezultat postiže onda kada se izjednačuju granični prihod i granični trošak. Naime, sve dotle dok je granični prihod veći od graničnog troška isplati se povećavati proizvodnju, a kada je granični trošak veći od graničnog prihoda onda se isplati smanjivati proizvodnju. Pri niskoj ukupnoj potrošnji gnojiva smatrali smo da se granični trošak može uzeti kao konstantan. Podaci sadržani u tabeli (3) hipotetički su i služe samo za ilustraciju metode.

Tabela 3

Prinos po jedinici površine	Ukupan prihod	Granični prihod	Potrošnja umjetnog gnojiva po jedinici površine	Ukupni troškovi umjet. gnojiva	Granični troškovi
32	32000	—	300	12000	—
42	42000	10000	400	16000	4000
50	50000	8000	500	20000	4000
57	57000	7000	600	24000	4000
63	63000	6000	700	28000	4000
68	68000	5000	800	32000	4000
72	72000	4000	900	36000	4000
74	74000	2000	1000	40000	4000
72	72000	—2000	1100	44000	4000

U primjeru smo pošli od nekih pretpostavki: a) da se granični fizički proizvod, odnosno granični prinos postepeno smanjuje i da poprima negativnu vrijednost, b) da su prodajne cijene proizvoda konstantne i da iznose 100 novčanih jedinica, c) da su cijene umjetnih gnojiva konstantne (40 novčanih jedinica), i da je između ostalog i zbog toga, granični trošak konstantan. Granični prihod i granični trošak izjednačavaju se pri potrošnji od 900 jedinica umjetnih gnojiva što odgovara prinosu od 72 jedinice proizvoda. Pri toj potrošnji gnojiva i pri tome prinosu ostvaruje se maksimalni pozitivni financijski rezultat. Dodavanjem umjetnih gnojiva preko 900 jedinica smanjuje se dobit iako prinos raste. Biološki i ekonomski optimum potrošnje gnojiva se, dakle, ne podudaraju i prvi se javlja poslije drugog.

Iz kvadratne funkcije prinosa i gnojiva, ekonomski optimum potrošnje gnojiva može se izračunati po formuli:

$$X_0 = \frac{q}{b - \frac{p}{2c}} \quad 12)$$

gdje je q = trošak po jedinici gnojiva, p = jedinična cijena proizvoda, b i c = konstante iz funkcije prinosa. Budući da kvadratna funkcija prinosa odra-

žava međuzavisnost prinosa i samo jednog hranjivog elementa t_0 je razumljivo da se iz navedene formule može izračunati ekonomski optimum potrošnje samo tog jednog hraniva.

Da bi utvrdili ekonomski optimum potrošnje dvaju hraniva potrebno je poznavati površinu prinosa umjetnih gnojiva. Na primjer iz kvadratne površine prinosa, ekonomski optimum potrošnje jednog odnosa drugog hraniva izračunava se po formuli:

$$X_0 = \frac{f/d - \frac{q_2}{p^1} - 2e \left(b - \frac{q_1}{p^1} \right)}{4ce - f^2}$$

$$Z_c = \frac{f/b - \frac{q_1}{p^1} - 2c \left(d - \frac{q^2}{p^1} \right)}{4ce - f^2} \quad 13)$$

gdje je p_1 = cijena proizvoda, q_1 i q_2 = trošak jedne odnosno druge vrste gnojiva, a, b, c, d, e, f = konstante.

Može se zaključiti da su za utvrđivanje ekonomskog optimuma najvažnija slijedeća tri parametra: marginalni fizički proizvod, troškovi umjetnih gnojiva i cijena proizvoda.

ZAKLJUČAK

Porast prinosa po jedinici površine — osnovni način povećanja biljne proizvodnje — ostvaruje se simultanim djelovanjem većeg broja faktora od kojih među najvažnije spada povećana potrošnja umjetnih gnojiva. Doprinos umjetnih gnojiva povećanju prinosa kreće se u dosta širokom intervalu (najčešće od jedne do dvije trećine) u zavisnosti od djelovanja niza faktora koji nisu jednaki u svim poljoprivredama.

Zbog velikog značenja umjetnih gnojiva u povećanju poljoprivredne proizvodnje kao i zbog visokog pondera troškova tih gnojiva, u posjednje se vrijeme u nauci sve više pažnje posvećuje ispitivanju pojedinih aspekata, među kojima i ekonomskih, upotrebe umjetnih gnojiva.

Ekonomski optimalna je ona potrošnja umjetnih gnojiva koja daje najveći pozitivni finansijski rezultat, dok biološki optimum odgovara onom nivou potrošnje gnojiva koji daje najveći fizički obim proizvodnje. Ekonomski i biološki optimum se ne podudaraju i prvi se javlja na nižem nivou potrošnje nego drugi.

Najznačajniji faktori koji determiniraju ekonomski optimalne doze potrošnje umjetnih gnojiva jesu: a) porast proizvodnje koji se očekuje od svake dodatne jedinice potrošnje umjetnih gnojiva b) cijena umjetnih gnojiva i troškovi njihove primjene c) cijena poljoprivrednih proizvoda d) dodatni troškovi, kao što su troškovi uskladištenja i utrzivanja dodatnih količina proizvoda e) rezidualni efekti.

Utvrđivanje međuzavisnosti prinosa i umjetnih gnojiva je prva faza u procjeni ekonomskog optimuma potrošnje gnojiva. Tu se, naime, radi o tome da se utvrdi marginalni fizički proizvod za svaku dodatnu jedinicu potrošnje gnojiva.

Cijene umjetnih gnojiva i cijene poljoprivrednih proizvoda su druga dva značajna faktora koja određuju ekonomski optimum potrošnje gnojiva. Porast cijena umjetnih gnojiva djeluje u pravcu smanjenja ekonomskog optimuma, dok smanjenje cijena gnojiva utječe na povećanje optimalnih doza. Porse obrnuti su rezultati djelovanja promjene cijena poljoprivrednih proizvoda.

Pošto su poznati spomenuti parametri, ekonomski optimum potrošnje umjetnih gnojiva utvrđuje se na taj način da se ispita pri kojem se nivou potrošnje gnojiva izjednačuju granični prihod i granični trošak. Dok je marginalni prihod veći od marginalnog troška isplati se povećavati doze potrošnje gnojiva, a kada se oni izjednače onda se postiže maksimalni pozitivni finansijski rezultat.

POPIS LITERATURE

1. Babić Š.: Uvod u ekonomiku poduzeća, Školska knjiga, Zagreb 1967.
2. Centar za unapređivanje poljoprivrede SRS: Sredina, teorija i praksa đubrenja, Serija stručni materijali br. 9, Beograd 1967.
3. FAO: Statistics of Crope Responses to Fertilizers, Roma 1966.
4. FAO: Symposium of the Economic Aspects of the Use of Fertilizers, Volume I, II, Geneva 1967.
5. FAO: Prices of Agricultural Products and Fertilizers in Europe 1 1966/67.
6. Grahovac P.: Potrošnja i cijene umjetnih gnojiva u jugoslavenskoj poljoprivredi, Informator, br. 1413 — godina XV.
7. Lamer M.: The World Fertilizer Economy, Stanford University 1957.
8. OEEC: Economic optimum Fertilizer Use, Project No. 393, 1959.

9. Regan Dj.: Stanje i ekonomski problemi potrošnje gnojiva u Jugoslaviji, Ekonomika poljoprivrede 5/1968.
10. Stipetić: V.: Ekonomika upotrebe umjetnih gnojiva u jugoslavenskoj poljoprivredi, »Bilten« Poljodobra, posebno izdanje, Zagreb 1963.
11. Williams M. S. and Coustom J. W.: Crop Production Levels and Fertilizer Use, Roma, FAO, 1962.