

**Inž. Olga Kurbel-Vasiljević**  
Visoka poljoprivredna škola — Osijek

## **PRIMJENA METODA PRODUKCIONE FUNKCIJE U ANALIZI TOVA GOVEDA**

### **POSTAVLJANJE PROBLEMA I ZADATAK ISTRAŽIVANJA**

Kao osnovni problem proizvodnje mesa u govedarstvu može se postaviti utvrđivanje faktora ekonomičnosti i rentabilnosti kao i njihova utjecaja na ekonomski efekat proizvodnje. I ako financijski rezultat proizvodnje mesa zavisi u velikoj mjeri o kretanju cijena na tržištu i o mogućnosti plasmana, na što poljoprivredni proizvođač ne može da utječe — ipak je za uspješnu proizvodnju neophodno poznavati i koristiti druge mogućnosti racionalizacije, sniženja cijene koštanja i povoljnijeg uklapanja u odnose cijena na tržištu. Za ovu svrhu proizvođač mora poznavati odnose između ulaganja u proizvodnju i prinosa, karakteristike i elasticitet ovoga funkcionalnog odnosa, tendencije njegova kretanja i granicu rentabiliteta, odnosno uvjete maksimalne ekonomske efikasnosti proizvodnog ulaganja.

Utvrđivanje navedenih odnosa i pokazatelja moguće je putem analize produkcijske funkcije, izračunavanja njezinih elemenata, karaktera i odnosa.

Zadatak istraživanja može se formulirati u slijedećem obliku: potrebno je ustanoviti karakter, smjer i oblik funkcionalne zavisnosti između ulaganja u vidu produktivne hrane (input) u tovu goveda na jednom od kombinata istočne Slavonije i ostvarenog dnevnog prirasta (output) po hranidbenom dahu (HD). Zatim je potrebno izračunati elasticitet ovoga odnosa kako bi se omogućilo uvid u mogućnosti daljeg povećanja prinosa mesa, te utvrditi tačku maksimalne ekonomske efikasnosti ulaganja varijabilnog faktora tj. produktivne hrane u tovu goveda, uz postojeći odnos cijene krme i žive mjere utovljenih goveda i uz postojeću tehnologiju u proizvodnji i pasminski sastav tovnog materijala. Na osnovu izračunatih pokazatelja potrebno je objasniti ekonomske probleme koji su postojali u vrijeme trajanja analiziranog tova (1967. god.).

### **METOD RADA I IZVORI PODATAKA**

Analiza tova goveda izvršena je na bazi podataka za pet ekonomskih jedinica jednog od krupnih kombinata slavonske regije, koje su u toku 1967. god. imale tova goveda odn. junadi. Kao izvor podataka su korištene obračunske kalkulacije analitičko-planske službe stočarskog pogona, sumari obračuna utrošene hrane po mjesecima, podaci iz poslovnog izvještaja za 1967. god. pored podataka i informacija dobijenih neposredno od poljoprivrednih stručnjaka koji rade u govedarstvu. Analizom su ispitivani odnosi ulaganja u vidu produktivnog dijela obroka izraženog vrijednosno po hranidbenom danu i

prinosu izraženog u obliku količine (u kg) dnevnog prirasta po hranidbenom danu. Na osnovu podataka o utrošku krmiva po HD i prosječne cijene krmiva utvrđena je visina troškova ishrane u ukupnom prosječnom obroku tovnih grla, a na osnovu normativa (po POPOV-u) utvrđen je uzdužni obrok za tov junadi, izračunata njegova vrijednost i navedeni iznos oduzet od ukupne cijene dnevnog obroka. Na taj je način ustanovljena vrijednost produktivnog dijela obroka po HD. Ovim se načinom obračuna rješava problem adekvatnog načina prikazivanja ulaganja varijabilnog faktora — hrane u stočnoj proizvodnji, gdje se pouzdani rezultati u analizi produkcione funkcije mogu dobiti jedino pod uvjetom, da se ulaganja u ishrani svedu na zajednički pokazatelj (krmne jedinice, skrobni ekvivalent, novčani oblik vrijednosti). U okolnostima gdje se ishrana goveda na našim društvenim gazdinstvima redovito javlja u obliku mješovitog obroka — postaje ovakav metod iskazivanja ulaganja u obliku novčane vrijednosti obroka jedino prihvatljiv, ako se k tome uzme u obzir da američki autori kod primjene produkcione funkcije — potrošnju hrane redovito izražavaju u naturalnom obliku, ali na bazi samo dva krmiva u obroku (koncentrat + sijeno, odnosno sijenski ekvivalent).

Tabelarnom analizom podataka o utjecaju ulaganja varijabilnog faktora na veličinu dnevnog prirasta u tovu junadi — utvrđeno je da postoji funkcionalna zavisnost ostvarene proizvodnje o produktivnoj hrani. Grafičkim prikazom korelativne veze između navedena dva obilježja dobijena je informacija o obliku i karakteru ove veze i zatim je primjenom metode najmanjih kvadrata izračunata jednadžba najbolje prilagođene linije, kako bi se mogla utvrditi prosječna tendencija kretanja linije regresije. Ustanovljeno je da se radi o krivolinijskoj korelaciji u vidu krivulje drugog stupnja, što je u skladu s rezultatima istraživanja HEADY-a, koji je utvrdio da kvadratna funkcija najbolje izražava kretanje produkcione funkcije u proizvodnji mlijeka i mesa, budući da je najpodesnija za izražavanje fizičkih odnosa između utroška krme i prinosa u obliku mlijeka i mesa. Zbog toga su i ekonomska razmatranja na osnovu ovog oblika krivulje znatno realnija i pouzdanija nego na bazi drugih oblika produkcione funkcije, kao npr. linearne, COBB-DOUGLAS-ove, SPILLMAN-ove i dr. Istraživanja istoga autora su pokazala da npr. linearna funkcija ne može na zadovoljavajući način matematski izraziti karakter odnosa između ulaganja i prinosa u proizvodnji mlijeka i mesa zbog toga što pretpostavlja postojanje konstantnog marginalnog produktivteta na svim nivoima ulaganja, kao što pretpostavlja porast prinosa u jednakim ratama — bez obzira na nivo ulaganja i na činjenicu da postoji granica u potencijalnim mogućnostima grla u pogledu proizvodnje mlijeka odnosno prirasta. Praksa je međutim pokazala da produkciona funkcija u govedarskoj proizvodnji ima karakter opadajućih prinosa uz postojanje izrazite granice proizvodnih mogućnosti grla, čija visina zavisi o tehnologiji ishrane (sastav obroka i kvalitet krmiva), o pasminskim karakteristikama i genetskom potencijalu grla.

COBB-DOUGLAS-ova funkcija<sup>1</sup> također ne može na zadovoljavajući način izraziti navedeni odnos zato što kao eksponencijalni oblik jednadžbe pretpostav-

<sup>1</sup> Opći oblik COBB-DOUGLAS-ove produkcione funkcije predstavljen je izrazom  $Y = aX^b$  gdje Y predstavlja prinos, a i b su konstantne, a X predstavlja visinu uloženog varijabilnog faktora.

lja rastući ili opadajući marginalni produktivitet, u zavisnosti od toga da li je eksponent  $b$  u jednadžbi veći ili manji od 1. Na taj način ovaj oblik produkcione funkcije pretpostavlja nepromijenjeni elasticitet proizvodnje, što ispitivanja u praksi govedarske proizvodnje potvrđuju. Slična se konstatacija može postaviti i u odnosu na SPILLMAN-ovu produkcionu funkciju<sup>2</sup> koja polazi od pretpostavke da je odnos pojedinih rata povećanja prinosa uvijek konstantan tj. kvocijent između svakog novog povećanja prinosa i prethodnog povećanja je uvijek isti, što znači da je tempo opadanja povećanja prinosa uvijek isti. Zato DUBIĆ<sup>3</sup> navodi da SPILLMAN-ova pretpostavka da marginalni prinos od ulaganja varijabilnog faktora pokazuju pravilni regresivni geometrijski niz — nije u potpunosti priznata.

U cilju detaljnije analize pojave i pouzdanosti dobijenih rezultata izračunate su i druge statističke vrijednosti koje osvjetljavaju karakter i jačinu korelativne veze između ulaganja i prinosa, u vidu standardne devijacije svojom srednjom pogreškom, standardne greške regresije, koeficijenta varijacije, indeksa korelacije, te koeficijenta determinacije i nedeterminacije. Provjeravanje indeksa korelacije tj. utvrđivanje u kojoj mjeri ovaj predstavlja stvarno stanje u dotičnoj proizvodnji, izvršeno je primjenom t-testa na bazi testiranja nul-hipoteze.

Analiza produkcione funkcije izvršena je izračunavanjem osnovnih pokazatelja, kao npr. prosječnog ( $A_p$ ) i marginalnog ( $M_p$ ) produktiviteta, elasticiteta proizvodnje — kako za konkretne podatke analiziranih varijanata (ekonomskih jedinica), tako i za odgovarajuće podatke na liniji regresije. Time su dobijeni elementi potrebni za grafičko prikazivanje navedenih kategorija i stvaranje zaključaka o karakteru funkcije, mogućnostima daljeg povećavanja naturalnog obima proizvodnje i perspektivi u pogledu ekonomičnosti i rentabilnosti analiziranog tova junadi.

Krajnji cilj analize sastojao se u utvrđivanju tačke ekonomski najoptimalnije proizvodnje — primjenom koeficijenata maksimalne ekonomske efikasnosti i grafičkog utvrđivanja tačke maksimizacije dobiti uz postojeću tehnologiju i odnose cijena u proizvodnji mesa.

## OBRADA PODATAKA, REZULTATI I DISKUSIJA

Na osnovu podataka o ukupnim troškovima hrane, ukupnom ostvarenom prirastu i ukupnom broju hranidbenih dana — izračunati su troškovi ukupne hrane po HD i prosječan dnevni prirast. Na bazi normativa ishrane i raspoloživih količina krme — postavljen je prosječni uzdržni obrok za tov grla prosječne težine 250 kg žive mjere, budući da su grla tovljena sa 100 na 400 kg žive mjere. Normativ za uzdržani obrok za navedenu težinu iznosi po POPOV-u 3 kg KJ i 0,249 kg probavljive bjelančevine. Uzdržni obrok postavljen je sa slijedećom strukturom:

<sup>2</sup> SPILLMAN-ova produkciona funkcija:  $Y = m - ar^x$  gdje  $Y$  predstavlja ukupan iznos,  $x$  = količina varijabilnog faktora,  $m$  = maksimalni prinos koji se može postići po 1 tehničkoj jedinici (ha, grlo stoke),  $r$  = odnos u kojem se nalaze dodavana povećanja ukupnom prinosu,  $a$  = maksimalni prinos koji se može dodati proizvodnji na bazi utroška nekog naročito varijabilnog faktora.

<sup>3</sup> S. DUBIĆ: Osnovi teorije produkcione funkcije, Sarajevo 1962. str. 29.

Kuk. silaža	10 kg à 9,76 s. d = 97,60 (2,00 KJ i 0,10 kg PB)
Lucerna sijeno	1,70 kg à 33,00 s. d = 56,10 (0,85 KJ i 0,136 kg PB)
Suhi rezanci	0,25 kg à 43,00 s. d = 10,75 (0,21 KJ i 0,010 kg PB)

Ukupno s. d 164,45 (3,06 KJ i 0,246 kg PB)

Na osnovu ovako postavljenog uzdržnog obroka zaokružena mu je vrijednost na 1,65 novih dinara po HD i tako izračunata vrijednost produktivnog dijela obroka (Tabela 1).

Tabela 1 — Podaci ostvarene proizvodnje i ulaganja

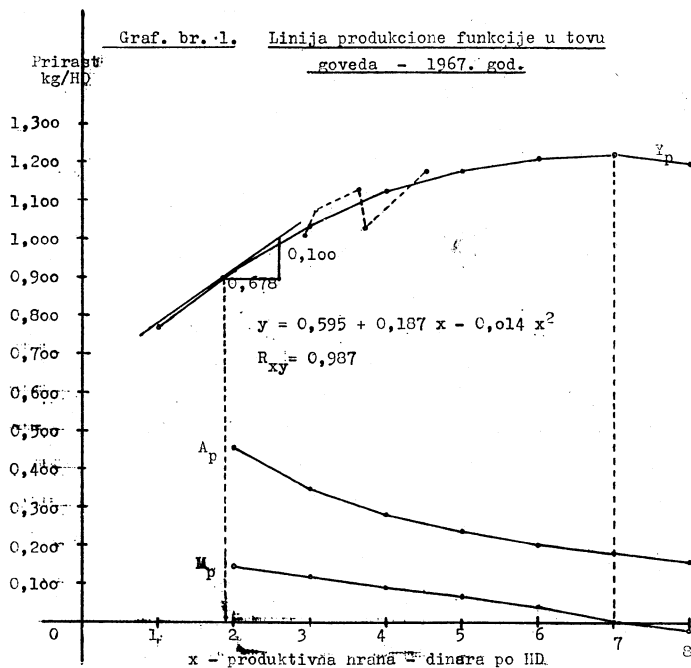
Ekon. jed.	Ukupno HD	Ø broj grla	Prirast kg/HD	Ukup. hrana d/HD	Prod. dio obroka d/HD
1.	7.899	21,64	1,006	4,582	2,932
2.	33.836	92,70	1,078	4,729	3,079
3.	295.121	808,55	1,123	5,256	3,606
4.	315.142	863,40	1,027	5,331	3,681
5.	78.327	214,59	1,167	6,176	4,526
Ukupno	730.325	2000,88	1,083	5,355	3,705

Grafičkim prikazom odnosa produktivne hrane i veličine dnevnog prirasta utvrđeno je da postoji pozitivna krivolinijska korelacija. Metodom najmanjih kvadrata izračunata je jednačba najbolje prilagođene linije regresije u slijedećem obliku:  $y = 0,595 + 0,187 x - 0,014 x^2$ . Na osnovu ove jednačbe konstruirana je linija regresije  $Y_p$ , koja predstavlja liniju ukupnog prinosa funkcije (vidi grafikon), a ima oblik parabole s konkavnom zakrivljenošću u odnosu na os  $x$  — što znači da produkciona funkcija ima karakteristiku opadajućih prinosa.

Izračunavanje matematsko-statističkih pokazatelja prikazno je na tabeli 2.

Tabela 2 — Elementi varijaciono-statističkih pokazatelja

Ekon. jed.	y prirast kg/HD	y — M	(y—M) <sup>2</sup>	na y' liniji regresije	x Prod. hrana	Z (y—y')	Z <sup>2</sup> (y—y') <sup>2</sup>
1.	1,006	— 0,074	0,005	1,023	2,932	— 0,017	0,000289
2.	1,078	— 0,002	0,000004	1,038	3,079	0,040	0,001600
3.	1,123	0,043	0,002	1,087	3,606	0,036	0,001296
4.	1,027	— 0,053	0,003	1,093	3,681	— 0,066	0,004356
5.	1,167	0,087	0,008	1,154	4,526	0,013	0,000169
Ukupno	5,401	0,001	0,018	5,395	17,824	0,006	0,007710



Napomena:  $y'$  predstavlja odgovarajuću tačku na liniji regresije za svaki iznos stvarnog (fizičkog) ulaganja varijabilnog faktora.

$M_y = 1,080$  kg po HD

Standardna devijacija =  $0,06 \pm 0,01897$

Koeficijent varijacije  $C_v = 5,55\%$

Standardna greška regresije  $S_y = 0,039268$  kg po HD

Indeks korelacije  $R_{xy} = 0,987$

Koeficijent determinacije  $d_{xy} = 97,42\%$

Koeficijent nedeterminacije  $d_{xy} = 2,58\%$

Upoređenje standardne devijacije s njezinom srednjom pogreškom ukazuje da su rezultati na osnovu podataka ove krivulje statistički opravdani, a zaključci pouzdani ( $0,01897 \cdot 3 = 0,0569$ ) obzirom da je standardna devijacija veća od trostruke srednje pogreške.

Koeficijent varijacije iznosi 5,55% što znači da pojedinačni podaci odstupaju do 5,55% od srednje vrijednosti ( $M = 1,080$  kg po HD).

Standardna greška regresije  $S_y = 0,039268$  kg prirasta po HD pokazuje da pojedine varijante tj. stvarni podaci ostvarenog dnevnog prirasta uz odgovarajuće ulaganje produktivne stočne hrane u prosjeku odstupaju od odgovarajućih tačaka na liniji regresije za 0,039 kg po HD. U ovom slučaju se u granicama jedne standardne greške regresije nalazi 68,27% svih pos-

matratnih varijanata — uz pretpostavku da se odstupanja pojedinih varijanata po obliku distribucije približavaju normalnoj distribuciji frekvencije. U granicama dvije standardne greške regresije  $\pm 2 S_y = 0,78$  kg/HD nalazit će se tada pod istom pretpostavkom 95,45% svih varijanata.

Jačina korelativne veze između posmatranih obilježja izražena je indeksom korelacije, budući da se radi o krivolinijskoj regresiji, a koji iznosi  $R_{xy} = 0,987$  što predstavlja vrlo jaku pozitivnu korelaciju, tj. znači da se sa sigurnošću može računati da će u tovu junadi na analiziranom objektu, povećanje ulaganja varijabilnog faktora u vidu produktivne hrane izazvati odgovarajući visok prirast žive mjere. Ovako visok indeks korelacije u analiziranom tovu junadi može se objasniti prije svega činjenicom da je veličina dnevnog prirasta u tovu u znatnoj mjeri vezana za produktivnu hranu. Osim toga treba imati u vidu da hrana u strukturi troškova u tovu goveda učestvuje s većim postotkom nego u proizvodnji mlijeka. Konačno ovako visok stupanj korelativne zavisnosti<sup>4</sup> dobrim dijelom je nastao kao rezultat ujednačene tehnologije i ujednačenog tovnog materijala, kao i identičnih uvjeta i načina organizacije, praćenja i evidencije u proizvodnom procesu na pojedinim ekonomskim jedinicama analiziranoga kombinata.

Koeficijent determinacije iznosi  $0,9742 \cdot 100 = 97,42\%$ , što znači da preko 97% od ukupnih promjena veličine dnevnog prirasta u tovu junadi na analiziranom objektu nastaje kao rezultat promjene varijabilnog faktora u vidu produktivne hrane, dok se preostali minimalni dio (od 2,58%) promjena javlja kao posljedica utjecaja ostalih faktora.

U odnosu na korelacionu zavisnost između produktivne hrane i prirasta kao i na izračunatu vrijednost indeksa korelacije — kao pokazatelja jačine ove korelativne veze — potrebno je utvrditi u kojoj mjeri vrijednost indeksa korelacije odražava stvarno stanje u dotičnoj proizvodnji. Ovo provjeravanje izvršeno je putem t-testa na bazi testiranja nul-hipoteze. Na osnovu stupnja slobode  $g = 3$  ( $g = n - 2 = 5 - 2 = 3$ ) — utvrđent je tablična vrijednost za  $R_{0,05} = 0,878$ , a za  $R_{0,01} = 0,959$ , što pokazuje da je izračunata vrijednost indeksa korelacije u analiziranom slučaju ( $R_{xy} = 0,987$ ) veća od tabličnih vrijednosti na oba nivoa vjerojatnosti — te se nul-hipoteza može odbaciti, odnosno to znači da se sa 95% odnosno sa 99% vjerojatnosti može zaključiti da u odnosnoj proizvodnji stvarno postoji navedena korelativna veza<sup>5</sup>. Ovaj podatak naglašava statističku značajnost pokazatelja korelativne

4 Klasifikacija po CEBISEV-u:  $r = 0,50$  do  $0,75$  predstavlja srednju, a  $0,75$  do  $0,90$  visoku korelaciju, preko  $0,90$  vrlo visoku korelaciju (V. ERDELJAN, cit. lit. str. 136.). ROMER-ORPHAL-ova klasifikacija definira  $r = 0,75$  do  $0,90$  kao vrlo jaku, a preko  $0,90$  kao potpunu korelaciju (A. TAVCAR, cit. lit. str. 103). Po E. R. CHADDOCK-u  $r = 0,70$  do  $0,90$  znači usku vezu, a veći od  $0,90$  vrlo usku vezu i jaku međusobnu ovisnost obilježja (V. SERDAR, cit. lit. strana 318.).

5 J. MULIĆ: Eksperimentalna statistika, Sarajevo 1969. str. 28—29.

zavisnosti, čime se potvrđuje ranije naglašena signifikantnost pojedinih matematsko-statističkih vrijednosti, iako su izračunate na bazi relativno malog broja varijanata — ekonomskih jedinica. Međutim ovdje treba ukazati na činjenicu, da je analizom obuhvaćen relativno velik broj tovnih grla (cca 2000 grla), što osigurava dovoljnu reprezentativnost podataka.

Elementi produkcione funkcije u vidu ukupne, prosječne i marginalne proizvodnje kao i koeficijenata elastičnosti za fizičke (stvarne) podatke ostvarenog tova — prikazani su na talebi broj 3, a za podatke obračunate na osnovu linije produkcione funkcije  $Y_p$ , koja predstavlja prosječnu tendenciju kretanja analizirane regresije — izrađena je tabela 4. Prosječni i marginalni produktivitet na bazi linije regresije — prikazani su grafički na grafikonu, gdje je vidljivo da obje linije pokazuju tendenciju opadanja, a linija  $M_p$  siječe os  $x$  u tački  $x = 7,30$  din produktivne hrane po HD, tako da se apsolutni maksimum linije  $Y_p$  nalazi na nivou  $y = 1,22$  kg prirasta po HD.

Tabela 3 — Ukupni, prosječni i marginalni produktivitet

Ekonom. jed.	Prod. hrana $x$	Povećanje $\Delta x$	Prirast kg/HD $y$	Poveć. prir. $\Delta y$	Prosje. prod. $y/x$	Margin. prod. $\Delta y/\Delta x$	Elasticitet $\Delta y : y/\Delta x : x$
1.	2,932		1,006		0,343		
		0,147		0,072		0,490	1,440
2.	3,079		1,078		0,350		
		0,527		0,045		0,085	0,246
3.	3,606		1,123		0,311		
		0,075		— 0,096		— 1,280	— 4,048
4.	3,681		1,027		0,279		
		0,845		0,140		0,166	0,591
5.	4,526		1,167		0,258		

Elasticitet stvarne i prosječne proizvodnje pokazuje izrazita kolebanja, koja se kod stvarne proizvodnje podudaraju s oscilacijama marginalnog produktiviteta, a u odnosu na podatke linije regresije — elasticitet se povećava do ulaganja varijabilnog faktora  $x = 4$ , gdje dostiže vrijednost  $E_p = 0,258$ ; tj. gdje se za svaki postotak povećanja dodatnog ulaganja varijabilnog faktora u vidu produktivne hrane — dnevni prirast povećava za 0,26%. Od 7. jedinice ulaganja varijabilnog faktora — elasticitet proizvodnje dobija negativne vrijednosti, što znači apsolutno opadanje ukupnog prinosa (prirast po HD). Vrijednosti koeficijenta  $E_p$ , koje su za sva ulaganja manje od 1, ukazuju da se u ovom slučaju radi o produkcionalnoj funkciji s karakteristikom opadajućih prinosa, odnosno da se analizirana proizvodnja nalazi u tzv. racionalnoj fazi produkcione funkcije<sup>6</sup>. Za praksu je ovo saznanje važno zbog toga što se u

<sup>6</sup> HEADY (lit. br. str. 90—96) definira slijedeće faze produkcione funkcije na bazi ekonomskog efekta ulaganja: 1. iracionalna faza — od početka linije prod. funkcije do tačke C (tačka maksimalne ekonomičnosti), 2. racionalna faza — od tačke C do vrha krivulje tj. do apsolutnog maksimuma prinosa, te 3. iracionalna faza koja zahvata silazni dio krivulje. Elasticitet proizvodnje pokazuje u 1. fazi krivulje vrijednosti veće od 1, u 2. fazi ima vrijednosti između 1 i 0, a u 3. fazi su vrijednosti za E negativne.

Tabela 4 — Ukupni, prosječni i marginalni produktivitet za tačku na liniji regresije

x Prod. hrana d/HD	$\Delta x$ Po- veća- nje	y Prir. kg/HD	$\Delta y$ Povećanje prirasta	y/x Prosje. produkt.	$\Delta y/\Delta x$ Margin. produkt.	$E_p = \frac{\Delta y/y}{\Delta x/x}$ Elasticitet
1.		0,768		0,768		
	1		0,145		0,145	0,189
2.		0,913		0,457		
	1		0,117		0,117	0,256
3.		1,030		0,343		
	1		0,089		0,089	0,258
4.		1,119		0,280		
	1		0,061		0,061	0,220
5.		1,180		0,236		
	1		0,033		0,033	0,140
6.		1,213		0,202		
	1		0,005		0,055	0,024
7.		1,218		0,174		
	1		— 0,023		— 0,023	— 0,133
8.		1,195		0,149		
	1		— 0,051		— 0,051	— 0,344
9.		1,144		0,127		
	1		— 0,079		— 0,079	— 0,622
10.		1,065		0,107		
	1		— 0,107		— 0,107	— 1,000
11.		0,958		0,087		
	1		— 0,135		— 0,135	— 1,549
12.		0,823		0,069		
	1		— 0,163		— 0,163	— 2,386
13.		0,660		0,051		
	1		— 0,191		— 0,191	— 3,753
14.		0,469		0,034		

ovoj fazi produkcione funkcije nalaze ekonomski najpovoljniji odnosi između ulaganja i prinosa, te se prema tome u ovom dijelu mora nalaziti i tačka optimalnog nivoa ulaganja odnosno tačka maksimalne ekonomske efikasnosti.

Ispitivanja su pokazala da se u tovu goveda redovito manifestira opadajući prinos, nakon relativno kratkog perioda rastućih prinosa koji zahvata period od odbića teleta. Nadalje je utvrđeno da postoje razlike u produkcionim funkcijama odnosa hrana — meso, gdje uzgoj teladi ostvaruje veće prinose u živoj težini na jedinicu utrošene hrane (na kg koncentrata), nego jednogodišnji bičići; a jednogodišnjaci pokazuju bolji odnos hrana — prinos nego dvogodišnji bikovi, što znači da uzgoj i tov podmlatka pokazuje visok i konstantan elasticitet, dok kod starijih kategorija elasticitet je niži i brže opada (DUBIĆ)<sup>7</sup>.

Polazeći od utvrđene činjenice da se u racionalnoj fazi produkcione funkcije nalazi tačka maksimalne ekonomske efikasnosti ulaganja — izračunat je u ovom slučaju koeficijent ekonomske efikasnosti u vidu odnosa cijena:

<sup>7</sup> S. DUBIĆ: Osnovi teorije produkcione funkcije u poljoprivredi, Sarajevo, 1962. str. 41—42.



$$\frac{P_x}{P_y} = M_p$$

Uzimajući u račun cijene dodatnog ulaganja jedinice varijabilnog faktora ( $P_x$ ) i prosječne cijene realizacije 1 kg žive mjere utovljenog podmlatka ( $P_y$ ) — koeficijent ekonomske efikasnosti izgleda ovako:

$$\frac{P_x}{P_y} = \frac{1}{6,780} = 0,147$$

Prema tome uz navedeni odnos cijena ekonomski će najefikasnija biti proizvodnja koja pokazuje marginalni produktivitet  $M_p = 0,147$ .

Iz tabele 4 je vidljivo da najniži marginalni produktivitet između 1. i 2. jedinice varijabilnog faktora iznosi 0,145, te se navedena tačka, obzirom na opadajuću tendenciju marginalnog produktiviteta — nalazi na  $x = 1,9$  d/HD, a odgovarajući  $y$  na liniji regresije iznosi 0,900 kg prirasta po HD. Na osnovu ovih elemenata konstruiran je grafički prikaz tačke maksimalne ekonomske efikasnosti u vidu vertikalne projekcije tačke  $M_p = 0,147$  na krivulju  $Y_p$ . Isto tako je pomoću odnosa cijena  $1/6,780$  konstruirana tangenta na krivulju  $Y_p$  u tački maksimalne ekonomske efikasnosti, koja svojim nagibom predstavlja ugao uspona krivulje  $Y_p$  u tački maksimalne dobiti.

Potrebno je posebno objasniti uslijed čega se navedena tačka nalazi znatno ispod konkretnih podataka iz analize. Dobiva se utisak da bi analizirani tov bio ekonomski uspješniji da su ostvareni niži prirasti uz odgovarajuća niža ulaganja. Ako se ovdje uzme u obzir činjenica da su sve analizirane varijante završile s gubitkom i pored dosta visokih dnevnih prirasta i dobro postavljene tehnologije — tada postaje jasno da se kao razlog neuspjeha mora uzeti nepovoljan odnos cijena izazvan otežanim plasmanom goveđeg mesa u izvozu za zemlje ZET-a, te padom cijena na, u to vrijeme, prezasićenom domaćem tržištu. Tome treba dodati povećanje gubitaka uslijed nepredviđenog produžavanja tova zbog nemogućnosti pravovremene isporuke utovljenih grla.

Konstatacija da izračunata tačka maksimalne ekonomske efikasnosti stvarno predstavlja ulaganje s najvećom dobiti može se provjeriti na slijedeći način: ako se pretpostavi da je izvršeno slijedeće ulaganje iznad navedene tačke, tj. treća jedinica ulaganja varijabilnog faktora, tada će se troškovi povećati za 1 d po HD, a prinos povećati za 0,117 kg prirasta po HD, što, obračunato po ostvarenoj prosječnoj cijeni realizacije, predstavlja ostvarenu vrijednost od d 0,7933 ( $0,117 \cdot 6,780$ ), čime se će financijski rezultat ove proizvodnje pogoršati odnosno gubitak povećati za 0,2067 d po HD. Iz izloženog se može doći do zaključka da pretpostavka o maksimizaciji dobiti uz apsolutno najveći mogući prinos nije realna, jer analize pokazuju drugačiju sliku, što je vidljivo i iz ovoga primjera. Razumljivo je međutim da bi tačka mak-

simalne ekonomske efikasnosti imala drugačije koordinate ako bi se promijenile tržišne cijene pri realizaciji govedeg mesa, te bi se uz povećanje cijene 1 kg žive mjere granica rentabiliteta pomaknula na desno odnosno u pravcu većih vrijednosti ulaganja i prinosa.

## ZAKLJUČAK

Analiza tova junadi na jednom od krupnih poljoprivrednih kombinata Slavonije, izvršena primjenom metode produkcione funkcije pokazala je da između ulaganja varijabilnog faktora u vidu produktivne hrane i ostvarenog dnevnog prirasta tovnih grla postoji pozitivna korelacija, s karakteristikama krivolinijske korelacije i vrlo visokim stupnjem međusobne zavisnosti analiziranih obilježja ( $R_{xy} = 0,987$ ). Iz izračunate jednadžbe linije regresije  $y = 0,595 + 0,187 x - 0,014 x^2$  i njenoga grafičkog prikaza vidi se da se radi o produkcionalnoj funkciji s karakteristikama opadajućih prinosa, što se podudara s dosadašnjim istraživanjima produkcione funkcije u tovu goveda. Izračunavanjem pojedinih elemenata varijaciono-statističkih pokazatelja izvršena je provjera pouzdanosti i statističke opravdanosti rezultata i zaključaka, te se na osnovu dobijenih vrijednosti za standardnu devijaciju  $= 0,06 \pm 0,01897$ , koeficijent varijacije  $C_v = 5,55\%$ , standardnu grešku regresije  $S_y = 0,039268$  kg/HD, može utvrditi da postoji sigurnost i pouzdanost navedenih podataka, što potvrđuje i t-test na oba nivoa vjerojatnosti.

Koeficijent determinacije s vrijednošću od 0,9742 odnosno 97,42% pokazuje da preko 97% od ukupnih promjena veličine dnevnog prirasta tovine junadi nastaje kao rezultat promjene varijabilnog faktora — produktivne hrane.

Za analiziranje produkcione funkcije izračunati su elementi u vidu prosječne i marginalne proizvodnje kao i koeficijenta elastičnosti proizvodnje i to kako za stvarne (fizičke) podatke, tako i za podatke izračunate na osnovu linije regresije za analiziranu proizvodnju. Osim toga su grafički prikazana kretanja prosječnog i marginalnog produktiviteta za liniju regresije. Analizom kretanja marginalnog produktiviteta utvrđeno je da se apsolutni maksimum krivulje produkcione funkcije nalazi na nivou od  $y = 1,22$  kg prirasta/HD. Podaci za prosječni i marginalni produktivitet pokazuju tendenciju opadanja što zajedno s veličinom koeficijenta elastičnosti koja se kreće ispod 1, ukazuje da se u analiziranom slučaju radi o funkciji s opadajućim produktivitom. Elastičnost proizvodnje se kod početnih ulaganja najprije povećava do ulaganja varijabilnog faktora  $x = 4$  gdje dostiže vrijednost  $E_p = 0,258$  što pokazuje da se za svaki % povećanja ulaganja produktivne hrane dnevni prirast povećava za 0,26%. Vrijednosti koeficijenata elastičnosti ispod 1 pokazuju također da se analizirana proizvodnja nalazi u tzv. racionalnoj fazi produkcione funkcije, gdje se nalaze ekonomski najpovoljniji odnosi između ulaganja i prinosa.

Utvrđivanje tačke maksimalne ekonomske efikasnosti izvršeno je putem izračunavanja koeficijenta ekonomske efikasnosti u obliku odnosa cijena jedinice ulaganja varijabilnog faktora i jedinice proizvoda (predstavljene prosječnom cijenom realizacije 1 kg žive mjere utovljenog podmlatka), polazeći od postavke ekonomske nauke da se najpovoljniji odnos i maksimum eko-

nomskog efekta ostvaruje u tački produkcione funkcije gdje se navedeni koeficijent izjednačuje s marginalnim produktivitetom. U ovom slučaju se navedena tačka nalazi na nivou  $P_x : P_y = 1 : 6,780 = 0,147$ .  $M_p = 0,147$  odgovara ulaganju varijabilnog faktora  $x = 1,9$  d/HD uz prinos od 0,900 kg prirasta po HD. Na grafikonu je izvršeno grafičko prikazivanje navedene tačke na liniji regresije gdje ona predstavlja vertikalnu projekciju tačke  $M_p$  na liniju  $Y_p$ .

Iz grafikona je vidljivo da se ova tačka nalazi ispod stvarnih podataka ostvarenih u analizi tova, što se može objasniti činjenicom da je analizirani tov završen gubicima, te bi se ekonomski povoljniji rezultati postigli da su ulaganja bila niža. Uzrok neuspjehu javlja se u obliku nepovoljnog odnosa cijena koncentrata i mesa, otežanog plasmana goveđeg mesa u izvozu u toku 1967. god. i neuobičajeno niskih cijena na domaćem tržištu.

**Kurbel-Vasiljević Olga, Dipl. Ing. der Landw.**

Landwirtschaftliche Hochschule Osijek

#### JUNGVIEHMASTANALYSE AUF GRUND DER PRODUKTIONSFUNKTION METHODE

##### Zusammenfassung

Auf einem der grössten landwirtschaftlichen Kombinate Slavoniens wurde mit Hilfe der Produktionsfunktionstheorie die vorliegende Analyse der Jungviehmast im Jahre 1967. ausgearbeitet. Auf Grund der errechneten Resultate erwies es sich, dass zwischen dem Produktivfutteraufwand (im Wert per Futtertag gerechnet) und dem erreichten täglichen Gewichtszuwachs eine positive Korrelation besteht u. zw. mit kurvenförmigem Verlauf und mit sehr hoher gegenseitiger Abhängigkeit der analysierten Merkmale (Index der Korrelation  $R_{xy} = 0,987$ ). Aus der Gleichung der Regressionslinie  $y = 0,595 + 0,187x - 0,014x^2$  und derer graphischen Darstellung lässt sich feststellen dass es sich um eine Produktionsfunktion mit abnehmender Produktivität handelt, was mit bisherigen Forschungsergebnissen auf diesem Produktionsgebiet übereinstimmt.

Die Genauigkeit, Zuverlässigkeit und statistische Sicherheit der errechneten Daten wurde auf Grund der üblichen Elemente wie z. B. der Standard-Deviation ( $= 0,06 \pm 0,01897$ ), des Variationskoeffizienten ( $C_v = 5,55\%$ ), des Standardfehlers der Regression ( $S_y = 0,039268$  kg per FT) geprüft. Ausserdem wurde der Wert für den Korrelationsindex mittels des T-Testes geprüft, wobei sich ergab, dass man mit 95 bzw. 99% Sicherheit schliessen kann dass bei allen Fällen in der analysierten Produktion ein korrelatives Verhältnis im angeführten Sinne sicher besteht. Ebenso kann man auf Grund Determinationskoeffizienten ( $d_{xy} = 0,9742$ ) feststellen, dass mehr als 97% aller Veränderungen des täglichen Gewichtszuwachses als Resultat einer Veränderung des verabreichten variablen Faktors- d. h. des Produktionsfutters entsteht.

Zur Analyse der Produktionsfunktion wurden ihre Elemente in Form von der Durchschnitts- und Marginalproduktivität errechnet, woraus ersichtlich wurde, dass die Regressionslinie ihr Maximum bei  $x = 7$ , und  $y = 1,22$  kg Tageszuwachs, aufweist, was in gegebenem Falle, d. h. bei der gegenwärtigen Technologie, den genetischen und physiologischen Eigenschaften und der

bestehenden Rassenzugehörigkeit des Mastmaterials sowie auch bei der gegebenen Qualität des Futters, die erreichbare Höchstleistung darstellt.

Auf Grund des Elastizitätskoeffizienten, der ebenfalls für die tatsächlichen Daten wie auch für die Regressionslinie errechnet wurde, bekommt man in die Abhängigkeit des Tageszuwachses von der Fütterung Einsicht — der erwähnte Koeffizient zeigt zuerst einen Anstieg — bis zum höchsten Wert ( $E_p = 0,258$ ) der bei  $x = 4$  stattfindet und dadurch beweist, dass für jedes % des Produktionsfutteranstieges — der Tageszuwachs des Lebendgewichtes um 0,26% zunimmt. Da sich der Wert des Elastizitätskoeffizienten ständig unter 1 befindet, kann man beschliessen, dass es sich hier um die rationelle Phase der Produktionsfunktion handelt.

Zuletzt wurde der Punkt der maximalen Ökonomischen Effizienz erörtert u. zw. in Form eines Koeffizienten auf Grund des Preisverhältnisses (d. h. des Preises der Produktivfuttersrationseinheit und des durchschnittlichen Realisationspreises für 1 kg Jungmastvieh Lebendgewicht). Der Wert des angegebenen Koeffizienten beträgt  $1 : 6,780 = 0,147$ , was der Marginalproduktivität von  $x = 1,9$  d/FT entspricht und dadurch der Aufwand von 1,9 din pro Futtertag und der entsprechende ortrag von 0,900 kg Tageszuwachs als die Grenze der Rentabilität in diesem Falle angesehen werden muss. Dieser Punkt liegt ziemlich tiefer als alle tatsächlichen Daten im Bezug auf die analysierte Mast, was man mittels sehr neidrigen Verkaufspreisen des Mastgutes im Jahre 1967. und behebiger Verlusten in der Rindermast, erklären kann. Tatsächlich wäre das Resultat der Jungviehmast besser, wenn die Aufände pro Futtertag niedriger gehalten würden.

#### LITERATURA

1. DUBIĆ S.: Osnovi teorije produkcione funkcije u poljoprivredi, Ekonomski institut, Sarajevo, 1962.
2. ERDELJAN V.: Primenjena opšta statistika (skripta), Poljoprivredni fakultet, Beograd, 1962.
3. HEADY E. O.: Economics of Agricultural Production and Resource Use — Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, N. J. 1952.
4. KURBEL R. i KURBEL-VASILJEVIĆ O.: Analiza produkcione funkcije u proizvodnji mlijeka, Ekonomika poljoprivrede br. 7/8 1969. Beograd,
5. MIRIĆ S.: Elastičnost proizvodnje i zamene, Ekonomika poljoprivrede br. 6./1964. Beograd,
6. MIRIĆ S.: Odnos ukupne, prosečne i granične proizvodnje, Ekonomika poljoprivrede br. 3./1964. Beograd,
7. MIRIĆ S.: Tri glavna stadijuma proizvodnje, Ekonomika poljoprivrede br. 4./1954. Beograd,
8. MIRIĆ S., PEJIN D. i suradnici: Elastičnost rezultata proizvodnje pšenice u zavisnosti od različitih činilaca, Ekonomika poljoprivrede br. 1—2./1968. Beograd,
9. MUDRA A.: Statistische Methoden für landwirtschaftliche Versuche, Paul Parey, Berlin — Hamburg, 1958.
10. SERDAR V.: Udžbenik statistike, Školska knjiga, Zagreb, 1961.
11. TAVČAR A.: Biometrika u poljoprivredi, Znanstvena poljoprivredna knjižnica, Zagreb, 1946.