

OLGA KURBEL

**EKONOMSKA ANALIZA UTICAJA GNOJIDBE BOROM NA
PRINOS I KVALITET ŠEĆERNE REPE**

**OEKONOMISCHE ANALYSE DER BORDÜNGUNGSEINWIRKUNG
AUF DEN ERTRAG UND DIE QUALITÄT VON ZUCKERRÜBE**

P R E G L E D

Dosadašnja ispitivanja niza autora su pokazala da bor predstavlja važan i nezamjenljiv mikroelemenat u ishrani šećerne repe, koji utiče na fiziološke procese rasta, razvoja i sazrijevanja biljke. Posebno je značajan uticaj bora na povećanje sadržaja šećera u korijenu šećerne repe (povećanje digestije), čime se povećava ukupan prinos šećera po ha. Ekonomski efekti primjene bora u gnojidbi šećerne repe su utoliko interesantniji, što se daju relativno male doze bora, tako da su troškovi gnojidbe niski. U ovom je radu izvršena ekonomska analiza uticaja gnojidbe borom na prinos korijena i šećera primjenom metode produkcione funkcije.

S Y N O P S I S

Auf Grund der zahlreichen bisherigen Forschungsergebnissen wurde festgestellt dass das Bor ein wichtiges und unersetzliches Mikroelement in der Zuckerrübenernährung darstellt, das auf die physiologischen Wachstums-, Entwicklungs- und Reifungsprozesse der Pflanze einwirkt. Besonders ist die Einwirkung von Bor in Richtung des Zuckergehaltsanstiegs in der Zuckerrübe (Digestionsanstieg) wichtig, womit der Gesamtzuckerertrag per Hektar erhöht wird. Die ökonomischen Effekte der Bordüngung bei Zuckerrübe sind um so mehr interessant, da bei dieser Düngung relativ kleine Bordosen angewendet werden, so dass die Düngungskosten gering sind. In dieser Forschungsarbeit wurde eine ökonomische Analyse der Bordüngungseinwirkung auf den Rüben- und Zuckerertrag, vermittels der Produktionsfunktionsmethodenanwendung erörtert.

U V O D

Prvi puta značenje bora u ishrani šećerne repe spominje BRANDENBURG (1931) — utvrdivši da nedostatak bora izaziva bolest srži šećerne repe, za koju se do tada pretpostavljalo da joj je uzročnik gljivica *Phoma betae*. Kasnija ispitivanja su pokazala da bor predstavlja važan i nezamjenljiv mikroelemenat, koji pored mangana i cinka, predstavlja glavni sastavni dio enzima disanja biljne stanice (SKOLJNIK, ABDURAŠITOV, po JEŠIĆU,

Dr mr OLGA KURBEL, docent Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku

1972), kao i na pojačanu apsorpciju hranjivih soli i intenzivniju fotosintetsku djelatnost (RUBIN po JEŠIĆU, 1972). Ovo su potvrdili poljski pokusi u Brazilu (PRIMAVESI, 1974), gdje su biljke dovoljno opskrbljene borom pokazale normalni intenzitet porasta i u nepovoljnim uvjetima razvoja, kao što su hladno i vlažno odnosno toplo i suho vrijeme. Otpornost prema suši kod biljaka dovoljno snabdjevenih borom SKOLJNIK objašnjava jačim viskozitetom stanične plazme. Prema WALGERU bor smanjuje transpiracijski koeficijent kod šećerne repe, što je naročito značajno u sušnim i toplim ljetima, kao i na zemljištima lošeg vodnog režima. Bor utiče također na transport asimilata iz lista u korijen šećerne repe, omogućavajući kondenziranje monoza (glukoze i fruktoze) u disaharid — saharozu, u kojem obliku se šećer jedino transportira u korijen šećerne repe (POPOVIĆ, 1957). U nedostatku bora dolazi do usporavanja transporta asimilata iz lista u korijen, što izaziva pomanjkanje šećera u meristemskim tkivima vegetativnog vrha repe, dok se asimilati u listu nagomilavaju — čime se onemogućava nova sinteza. Uslijed toga dolazi do smanjivanja reprodukcije stanica, do njihova bubrenja i nekroze tkiva — što su sve simptomi bolesti srži šećerne repe (Mc ILRATH i PALSER, 1956; SCHMUCKER, 1932).

Bor ima također značajnu ulogu u odnosu na usvajanje i promet dušika u biljci (VLASJUK i sur., 1954) s tim što i pored jače gnojidbe dušikom, biljke dovoljno opskrbljene borom — sazrijevaju normalno i na vrijeme. JARAMENKO (1970) je na bazi svojih pokusa utvrdio znatno povećanje prinosa šećera putem gnojidbe boraksom (20 kg po ha) — objašnjavajući to poboljšanjem kvalitete sokova i smanjenjem gubitka šećera u melasi. Po D. JEŠIĆU (1972) slični rezultati dobijeni su i u nas.

Ispitivanja gubitaka kod uskladištene repe (NEEB i sur., 1960) pokazala su da repa gajena u nedostatku bora ima znatno jači intenzitet disanja, što izaziva porast temperature repe, povećavanje hidrolitičkih procesa u njoj, kao i stvaranje inverta, odnosno povećanje gubitaka šećera u preradi.

U novije vrijeme pojavljuju se hipoteze pojedinih autora, koje karakteristične pojave bujanja tkiva kod biljaka, izazvane nedostatkom bora i bakra, dovode u vezu s pojavom raka kod životinja i ljudi (BUSSLER, VOISIN, PRIMAVESI, 1974).

METOD RADA I IZVORI PODATAKA

U ekonomskoj analizi uticaja gnojidbe borom na prinos i kvalitet šećerne repe — potrebno je, kao i kod ispitivanja uticaja drugih mineralnih gnojiva — prije svega utvrditi da li i u kojoj mjeri bor utiče na prinos korijena i šećera, a zatim utvrditi ekonomski optimum ulaganja i prinosa. Isto tako je potrebno utvrditi ekonomske efekte ove gnojidbe u vidu povećanja akumulacije koje je nastalo zahvaljujući primjeni bora u gnojidbi.

Pri utvrđivanju ekonomske efektivnosti gnojidbe borom, primijenjena je u ovom radu metoda analize produkcione funkcije. Prednost i značenje ove metode sastoji se u mogućnostima utvrđivanja dinamike odnosa ulaganje — prinos na svim nivoima ulaganja, a zatim u tome što ova metoda

pokazuje na kome nivou ulaganja je ovaj odnos ekonomski najpovoljniji, tj. kada se postiže maksimalno povećanje akumulacije, kao i uz koje ulaganje se ostvaruje maksimalni prinos. U radu je na osnovu najmanje standardne greške regresije primijenjena kvadratna jednadžba produkcione funkcije, kao najbolje prilagođeni oblik funkcije — što je u skladu s rezultatima istraživanja drugih autora.

Standardna greška regresije izračunata je po formuli:

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum z^2}{N}} \quad \text{odnosno:} \quad S_y = \sqrt{\frac{\sum (y - \bar{y})^2}{N}}$$

Jačina korelativne zavisnosti prinosa šećerne repe i šećera od gnojidbe repe borom utvrđena je putem indeksa korelacije kao i indeksa determinacije, koji su izračunati po slijedećim formulama:

$$R_{xy} = \sqrt{1 - \frac{s_y^2}{\beta_y^2}} \quad d_{x0} = R_{xy}^2 \cdot 100$$

Za izabrani najbolje prilagođeni oblik produkcione funkcije su zatim izračunati njezini elementi u vidu prosječnog (A_p) i marginalnog (M_p) produktiviteta, te koeficijenta elastičnosti produkcione funkcije (E_p). Nakon toga je tabelarno, geometrijski (grafički), te algebarski izračunat maksimum ulaganja bora kao i maksimum prinosa korijena repe, odnosno šećera, a zatim je utvrđen ekonomski optimum ulaganja u gnojidbu borom, kao i ekonomski optimum prinosa korijena šećerne repe u analiziranom pokusu. Primjenom sve tri navedene metode omogućeno je stalno provjeravanje ispravnosti dobijenih rezultata, kao i jasnije sagledavanje međusobnih odnosa utvrđenih parametara.

Ekonomski efekti u vidu povećanja akumulacije utvrđeni su primjenom metode COLWELLA (1966) po formuli:

$$\text{Povećanje akumulacije} = (y - b_0) \cdot P_y - \frac{B \cdot P}{B}$$

gdje je y = ukupan prinos, b_0 = prinos bez gnojidbe borom, P_y = cijena jedinice količine proizvoda, B = količina bora u kg po ha, a P = cijena

1 kg bora. Jednostavnije rečeno: Povećanje akumulacije jednako je razlici između vrijednosti ostvarenog povećanja prinosa i vrijednosti utrošene količine bora, koja je izazvala to povećanje prinosa.

Kao izvor podataka za izračunavanje i analizu produkcione funkcije uticaja bora na prinos korijena i šećera — uzeti su podaci gnojidbenih pokusa što su provedeni u toku uzastopne tri godine na jednom od kombinata istočne Slavonije. Pokusi su postavljeni na lesiviranom smeđem tlu, u 4 ponavljanja, sa veličinom parcele 50 m² (10 x 5m), sa predusjevom ozimom pšenicom, a uz standardnu agrotehniku i gnojidbu NPK gnojivima. Dozacije bora primijenjene su kako slijedi: u 1. godini — 0 kg, 2 kg, 5 kg i 10 kg bora po ha (folijarno), u 2. godini — 0 kg, 3 kg, 5 kg i 10 kg bora po ha (folijarno), u 3. godini — 0 kg, 2 kg, 5 kg i 10 kg bora po ha (putem tla, u vidu boraksa).

Tabela 1 — Rezultati pokusa po godinama

Varijanta	1. godina		2. godina		3. godina	
	Korijen t/ha	Šećer t/ha	Korijen t/ha	Šećer t/ha	Korijen t/ha	Šećer t/ha
I	60,12	9,258	66,32	10,412	64,34	9,973
II	62,88	10,060	79,84	12,695	69,38	10,962
III	65,50	10,742	81,24	12,755	74,06	11,701
IV	64,20	10,272	76,24	12,503	69,96	11,473

REZULTATI I DISKUSIJA

Na osnovi rezultata pokusa u prvoj godini — utvrđena je krivolinijska funkcionalna zavisnost između gnojidbe borom i prinosa korijena šećerne repe — u vidu kvadratne parabole, s jednadžbom:

$$y = 60064 + 1,72948 x - 0,13144 x^2$$

što ukazuje na produkcionu funkciju s opadajućim produktivitetom.

Matematsko-statistički pokazatelji imaju slijedeće vrijednosti:

$$S_y = 0,07524 \quad R_{xy} = 0,985688 \quad d_{xy} = 97,16\%$$

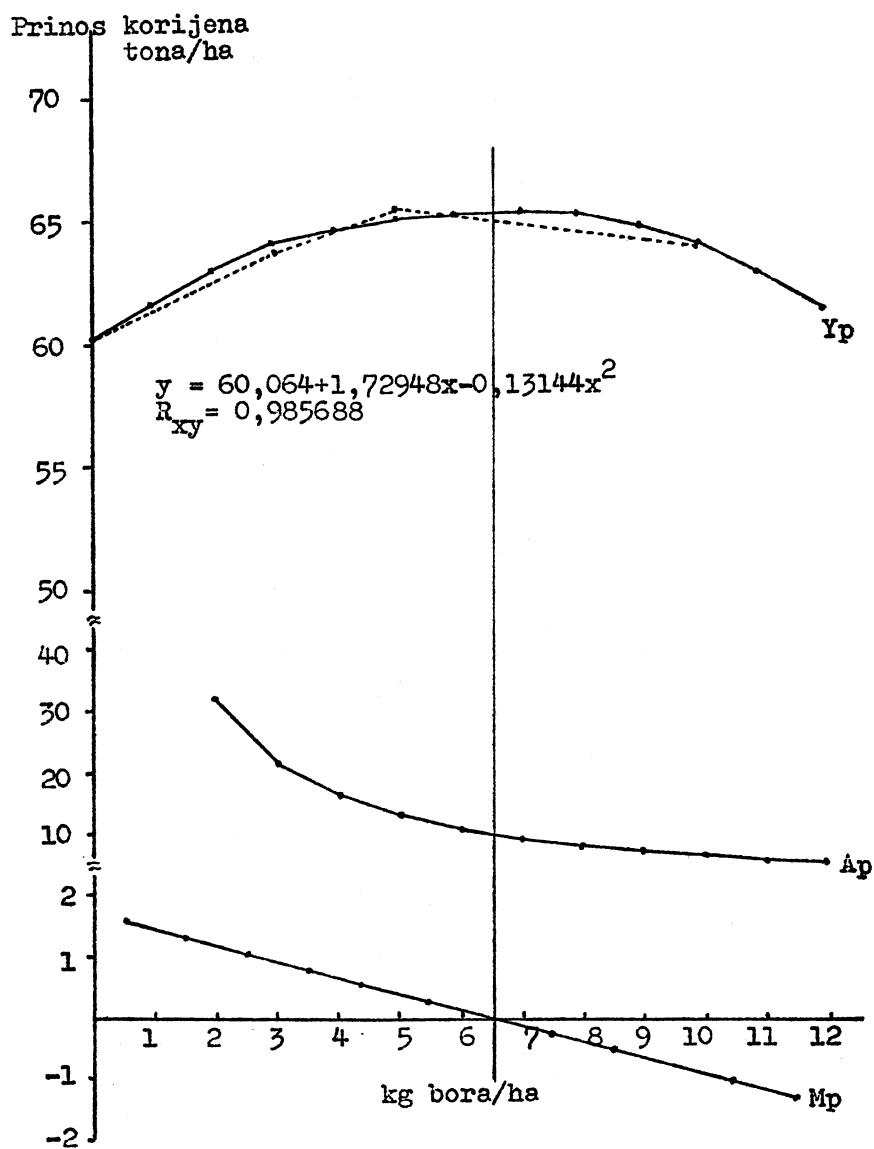
Navedeni pokazatelji govore o vrlo visokoj pozitivnoj korelaciji, tako da preko 97% promjena visine prinosa korijena repe u ovom pokusu nastaje kao rezultat promjena u dozaciji bora. Provjeravanjem statističke značajnosti putem t-testa, utvrđeno je da se s 95% vjerojatnosti može očekivati navedena visoka korelativna veza između gnojidbe borom i prinosa korijena u jednakim ili sličnim uvjetima proizvodnje.

Analiza navedene produkcijske funkcije — nalazi se na tabeli 2. Grafički prikaz iste produkcijske funkcije s linijama A_p i M_p nalazi se na grafikonu 1.

Algebarskim putem je pomoću prvog izvoda (derivacije) utvrđen nivo maksimalnog ulaganja bora, kao i maksimalni prinos korijena šećerne repe ostvaren tim ulaganjem, koji iznose: $x = 6,58$ kg bora po ha, odnosno $y = 65,7528$ tona korijena šećerne repe po ha.

Uvođenjem cijena 1 kg bora i cijene jedinice količine proizvoda — korijena repe, utvrđen je također pomoću prvog izvoda (derivacije) — ekonomski optimum ulaganja, kao i ekonomski optimalni prinos, koji uz postojeći odnos cijena, u uvjetima provedenog pokusa iznosi: $x = 5,758779$ kg bora po ha; odnosno $y = 65,6644$ tona korijena šećerne repe po ha. Navedeni ekonomski optimum ulaganja i prinosa predstavlja istovremeno granicu rentabiliteta, čije prekoračenje izaziva smanjenje akumulacije. Ukoliko

Grafikon 1 — Odnos gnojidbe borom i prinosa korijena 1. godina pokusa



se promijeni navedeni odnos cijena — promijenit će se i ekonomski optimum ulaganja, kao i ekonomski optimalni prinos.

Analiza ekonomske efikasnosti po COLWELLU prikazana je na tabeli 3. i pokazuje da gnojidba borom u analiziranom pokusu povećava akumulaciju do dozacije od $x = 5,7587$ kg bora po ha, gdje povećanje akumulacije iznosi 2573,87 dinara po ha. Daljim porastom dozacije bora — povećanje a-

Tabela 2 — Elementi produkcione funkcije odnosa Bor — korijen, 1. godina pokusa
 Produktionsfunktionselemente für die Beziehung Bordüngung-Rüben-ertrag (I. Versuchsjahr)

x	Δx	y	Δy	Ap	Mp	Ep
0		60,064				
	1		1,598		1,598	
1		61,662		61,662		
	1		1,335		1,335	0,02165
2		62,997		31,498		
	1		1,072		1,072	0,03403
3		64,069		21,356		
	1		0,810		0,810	0,03792
4		64,879		16,220		
	1		0,546		0,546	0,03366
5		65,425		13,085		
	1		0,284		0,284	0,02170
6		65,709		10,951		
	1		0,020		0,020	0,00179
7		65,729		9,390		
	1		-0,242		-0,242	-0,02574
8		65,487		8,186		
	1		-0,505		-0,505	-0,06168
9		64,982		7,220		
	1		-0,768		-0,768	-0,10646
10		64,214		6,421		
	1		-1,031		-1,031	-0,16055
11		63,183		5,744		
	1		-1,294		-1,294	-0,22505
12		61,889		5,157		

kumulacije se smanjuje. Prema tome je i ovim putem utvrđeno da se granica rentabiliteta nalazi kod ulaganja od $x = 5,7587$ kg bora po ha.

Za odnos bor — šećer utvrđena je kao najbolje prilagođena produkciona funkcija sa slijedećom jednadžbom:

$$y = 9,251 + 0,490 x - 0,03879 x^2$$

Matematsko-statistički pokazatelji su slijedeći:

$$S_y = 0,0103 \text{ tone šećera po ha} \quad R_{xy} = 0,999 \quad d_{xy} = 99,80\%$$

Indeks korelacije za odnos bor-šećer pokazuje da bor u većoj mjeri utiče na prinos šećera, nego na prinos korijena — što je u skladu s rezultatima istraživanja stranih autora.

Tabela 3 — Povećanje akumulacije djelovanja gnojidbe borom
 Odnos bor-korijen, (1 godina)
 Gewinnanstieg als Resultat der Bordüngungseinwirkung
 Beziehung: Bordüngung-Rübenenertrag (1. Versuchsjahr)

Prinos t/ha y Rüben- ertrag	Povećanje prinosa y—y Ertrags- anstieg	Vrijednost povećanja prinosa Ertragsan- stiegswert	Doza bora kg/ha Bordo- sation	Vrijednost gnojidbe Düngungs- wert	Povećanje akumulacije din po ha Gewinnan- stieg Din/ha
60,064			0		
61,662	1,598	943,62	1	127,27	816,35
62,997	2,935	1733,12	2	254,54	1478,58
64,069	4,005	2364,95	3	381,81	1983,14
64,879	4,815	2843,26	4	509,09	2334,17
65,425	5,361	3165,67	5	636,36	2529,31
65,709	5,645	3333,37	6	763,63	2569,74
65,729	5,665	3345,18	7	890,90	2454,28
65,487	5,423	3202,28	8	1018,18	2184,10
64,982	4,918	2904,08	9	1145,45	1758,63
Ekonomski optimum:			Oekonomisches Optimum:		
65,664	5,600	3306,80	5,75	732,92	2573,87

Elementi produkcijske funkcije za odnos bor-šećer nalaze se na tabeli 4., a grafički prikaz na graf. 2.

Koeficijent elastičnosti za šećer pokazuje nešto veće vrijednosti nego u ranije analiziranom odnosu bor-korijen, što potvrđuje raniju konstataciju da bor u većoj mjeri utiče na povećanje sadržaja šećera, nego na povećanje prinosa korijena. Ovo govori o krupnom ekonomskom značenju gnojidbe borom u proizvodnji šećera.

Maksimum ulaganja kao i maksimalni prinos šećera po ha — utvrđen je algebarskim putem, te iznosi $x = 6,31606$ kg bora po ha, odnosno $y = 10,7984$ tona šećera po ha.

Ekonomski optimum ulaganja i prinosa nije izračunat, obzirom da šećer predstavlja industrijski proizvod, u čijoj proizvodnji se javlja niz drugih troškova, koji utiču na konačni ekonomski efekat.

Grafikon 2 — Odnos gnojidbe borom i prinosa šećera 2. godina pokusa

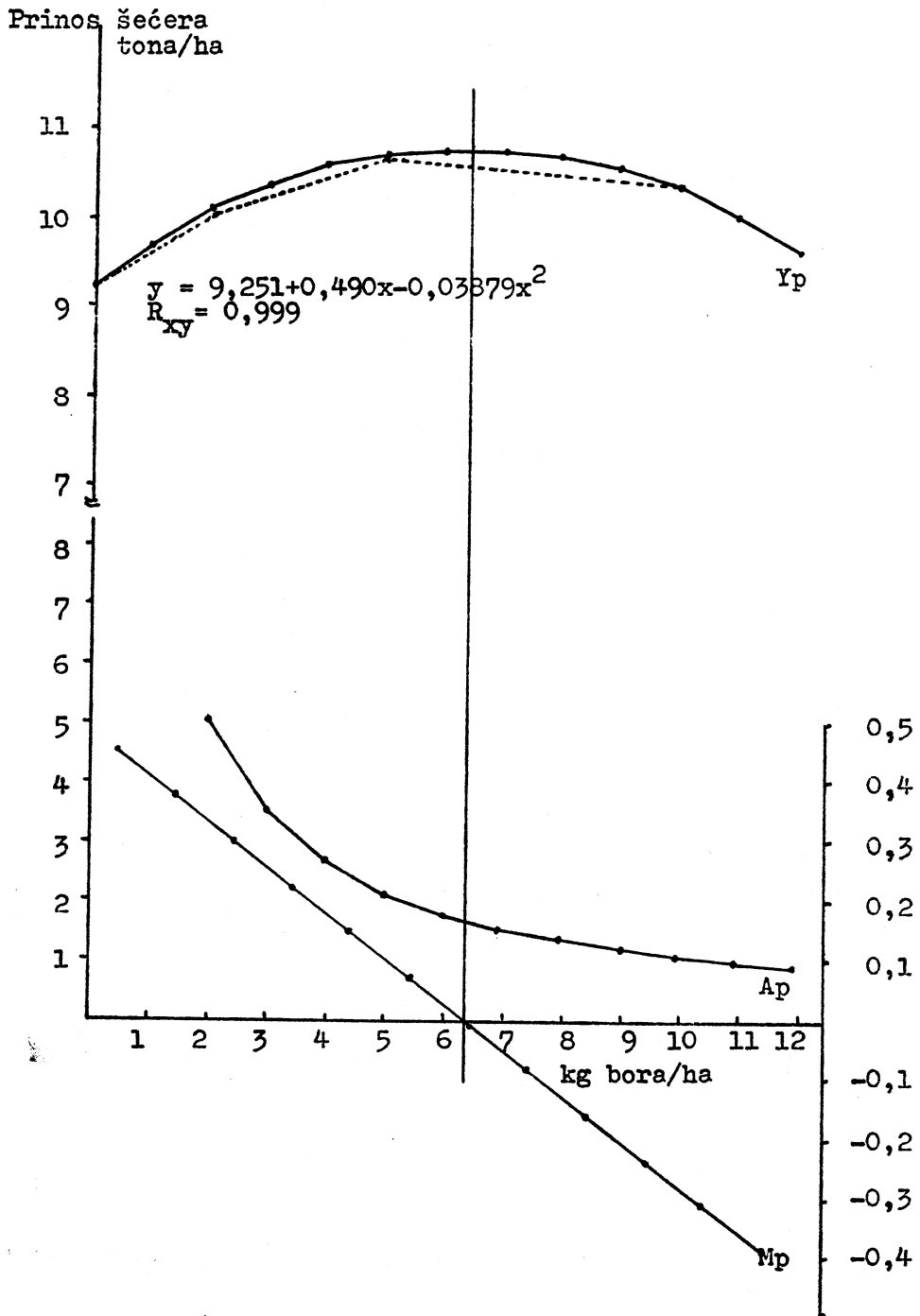


Tabela 4 — Elementi produkcione funkcije odnosa bor-šećer (1. god.)
Produktionsfunktionselemente (Bor-Zucker, 1. Jahr)

x	Δx	y	Δy	Ap	Mp	Ep
0		9,251				
	1		0,451		0,451	
1		9,702		9,702		
	1		0,374		0,374	0,0385
2		10,076		5,038		
	1		0,296		0,296	0,0587
3		10,372		3,457		
	1		0,218		0,218	0,0631
4		10,590		2,647		
	1		0,141		0,141	0,0532
5		10,731		2,146		
	1		0,064		0,064	0,0298
6		10,795		1,799		
	1		—0,015		—0,015	—0,0083
7		10,780		1,540		
	1		—0,092		—0,092	—0,0596
8		10,688		1,336		
	1		—0,169		—0,169	—0,1265
9		10,519		1,169		
	1		—0,247		—0,247	—0,2115
10		10,272		1,027		
	1		—0,325		—0,325	—0,3164
11		9,947		0,904		
	1		—0,402		—0,402	—0,4441
12		9,545		0,795		

Analizom rezultata pokusa provedenog u drugoj godini — utvrđena je na bazi najmanje standardne greške regresije — produkciona funkcija sa slijedećom jednačbom:

$$y = 66,659 + 5,296 x - 0,435 x^2$$

što također ukazuje na funkciju s opadajućim produktivitetom.

Matematičko-statistički pokazatelji imaju slijedeće vrijednosti:

$$S_y = 0,81186 \quad R_{xy} = 0,9902 \quad d_{xy} = 98,06 \%$$

Vidljivo je da i u ovom pokusu postoji vrlo visoka pozitivna korelacija između gnojidbe borom i prinosa korijena, uz vrlo visoku statističku značajnost (99 %).

Analiza produkcione funkcije nalazi se na tabeli 5. a grafički prikaz na grafikonu 3.

Grafikon br. 3.

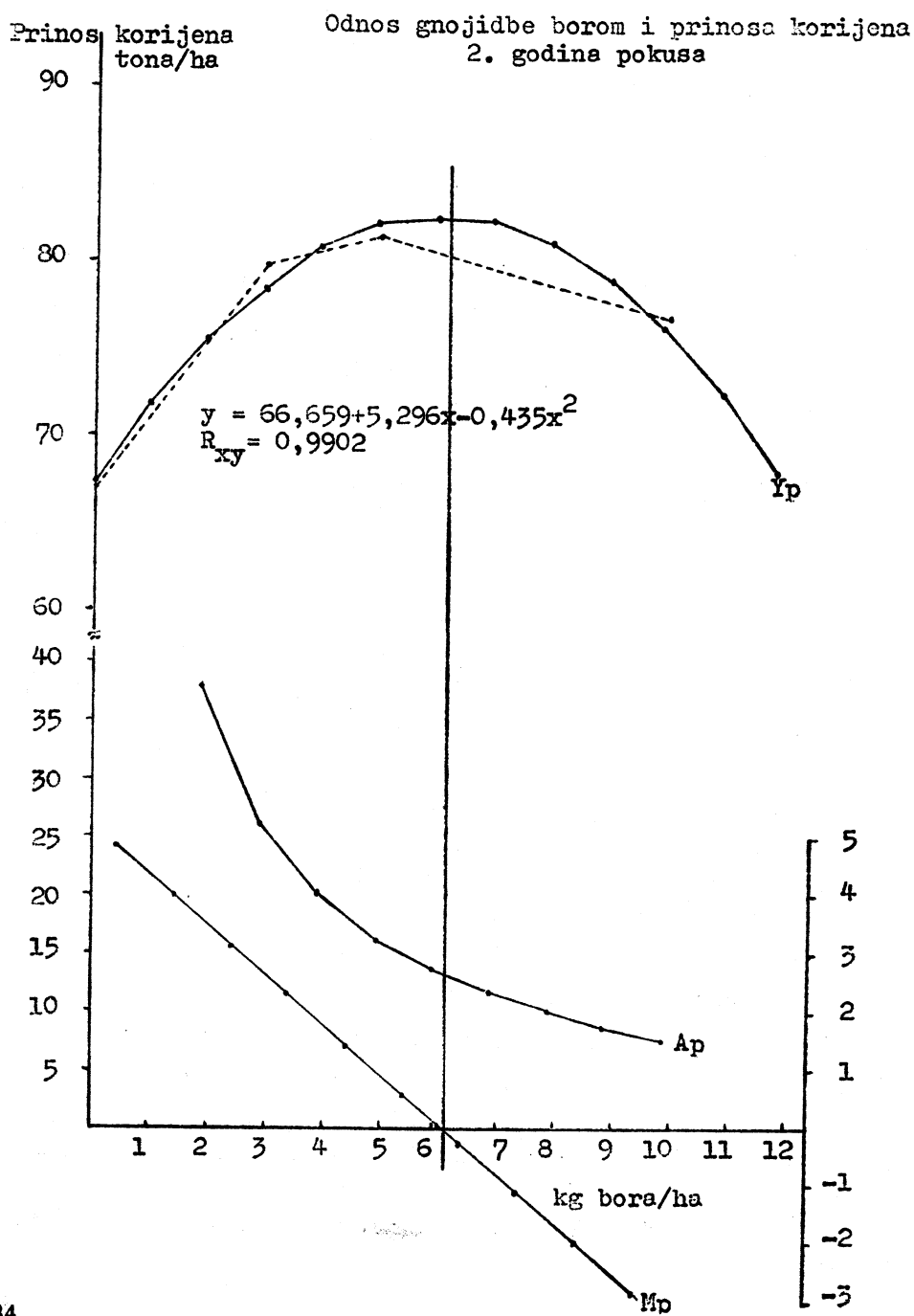


Tabela 5 — Elementi produkcione funkcije odnosa bor-korijen (2. g.)
Produktionsfunktionselemente (Bor-Rübenenertrag, 2. Jahr)

x	Δx	y	Δy	Ap	Mp	Ep
0		66,659				
	1		4,860		4,860	
1		71,519		71,519		
	1		3,990		3,990	0,05578
2		75,509		37,754		
	1		3,120		3,120	0,08264
3		78,629		26,210		
	1		2,249		2,249	0,08580
4		80,879		20,219		
	1		1,379		1,379	0,06820
5		82,257		16,451		
	1		0,509		0,509	0,00309
6		82,766		13,794		
	1		-0,362		-0,362	-0,02618
7		82,404		11,772		
	1		-1,233		-1,233	-0,10463
8		81,171		10,146		
	1		-2,102		-2,102	-0,20716
9		79,069		8,785		
	1		-2,973		-2,973	-0,33873
10		76,096		7,610		
	1		-3,844		-3,844	-0,50515
11		72,252		6,568		
	1		-4,714		-4,714	-0,71696
12		67,538		5,628		

Algebarskim putem utvrđeni maksimum ulaganja bora za ovaj pokus iznosi $x = 6,0873563$ kg bora po ha. Maksimalni prinos korijena šećerne repe ostvaren navedenim ulaganjem iznosi $y = 82,778319$ tona korijena po ha.

Ekonomski optimalni nivo ulaganja kao i ekonomski optimalni prinos uz postojeći odnos cijena i u uvjetima provedenog pokusa iznosi $x = 5,8396163$ kg bora po ha, odnosno $y = 82,751621$ tona korijena po ha. Ovaj ekonomski optimalni nivo ulaganja bora ne bi trebalo prekoračiti, obzirom da isti, uz navedeni odnos cijena, predstavlja granicu rentabiliteta. Eventualna promjena odnosa cijena bora i korijena repe izazvat će i promjenu nivoa ekonomskog ulaganja i prinosa.

Analiza ekonomske efektivnosti po COLWELLU (tab. 6.) pokazuje da gnojidba borom u analiziranom pokusu, uz postojeći odnos cijena, povećava akumulaciju do ekonomski optimalne dozacije od $x = 5,8396$ kg bora po ha, gdje povećanje akumulacije iznosi 8759,4689 din po ha.

Tabela 6 — Povećanje akumulacije djelovanjem bora (2. god.)
Gewinnanstieg bei Bordüngung (2. Versuchsjahr)

Prinos kor. tona/ha Rüben- ertrag	Povećanje prinos Ertrags- anstieg	Vrijednost poveć. prin. Ertragsan- stiegswert	Doza bora Bordo- sation	Vrijednost gnojidbe Düngungs- wert	Povećanje akumulacije Gewinnan- stieg Din/ha
66,659			0		
71,519	4,860	2869,83	1	127,27	2742,56
75,509	8,850	5225,92	2	254,54	4971,38
78,629	11,970	7068,28	3	381,81	6686,47
80,878	14,219	8396,32	4	509,08	7887,24
82,257	15,598	9210,62	5	636,35	8574,27
82,766	16,107	9511,18	6	763,62	8747,56
82,404	15,745	9297,42	7	890,89	8406,53
Ekonomski optimum:		Oekonomisches Optimum:			
82,7516	16,0926	9502,68	5,8396	743,2058	8759,4689

Za odnos bor-šećer utvrđena je u ovoj godini kao najbolje prilagođena produkcijska funkcija jednadžbom:

$$y = 10,5003 + 0,81089 x - 0,06144 x^2$$

koja također predstavlja funkciju sa opadajućim produktivitetom, čiji su pokazatelji slijedeći: $S_y = 0,2108$ $R_{xy} = 0,976268$ $d_{xy} = 95,31 \%$.

Analiza produkcijske funkcije za odnos bor-šećer prikazana je na tabeli 7. a grafički prikaz nalazi se na grafikonu 4.

Maksimum ulaganja bora, kao i maksimalni prinos šećera po ha utvrđen je algebarskim putem i iznosi $x = 6,5990$ kg bora po ha odnosno $y = 13,175847$ tona šećera po ha.

Ekonomski optimum ulaganja i prinosa šećera nije utvrđen iz ranije navedenih razloga.

Analizom rezultata pokusa u trećoj godini — utvrđena je za odnos bor — korijen, produkcijska funkcija slijedećeg oblika:

$$y = 64,1926 + 3,2884 x - 0,27081 x^2$$

Matematsko-statistički pokazatelji imaju slijedeće vrijednosti: $S_y = 0,1968$ tona korijena, $R_{xy} = 0,9711$ $d_{xy} = 94,29 \%$.

Iz indeksa korelacije je vidljivo da i u ovom slučaju postoji vrlo visoka pozitivna korelacija između gnojidbe borom i visine prinosa korijena.

Elementi produkcijske funkcije za ovu godinu (odnos bor-korijen) nalaze se na tabeli 8., a grafički prikaz funkcije na grafikonu 5.

Grafikon 4 — Odnos gnojidbe borom i prinosa šećera 2. godina pokusa

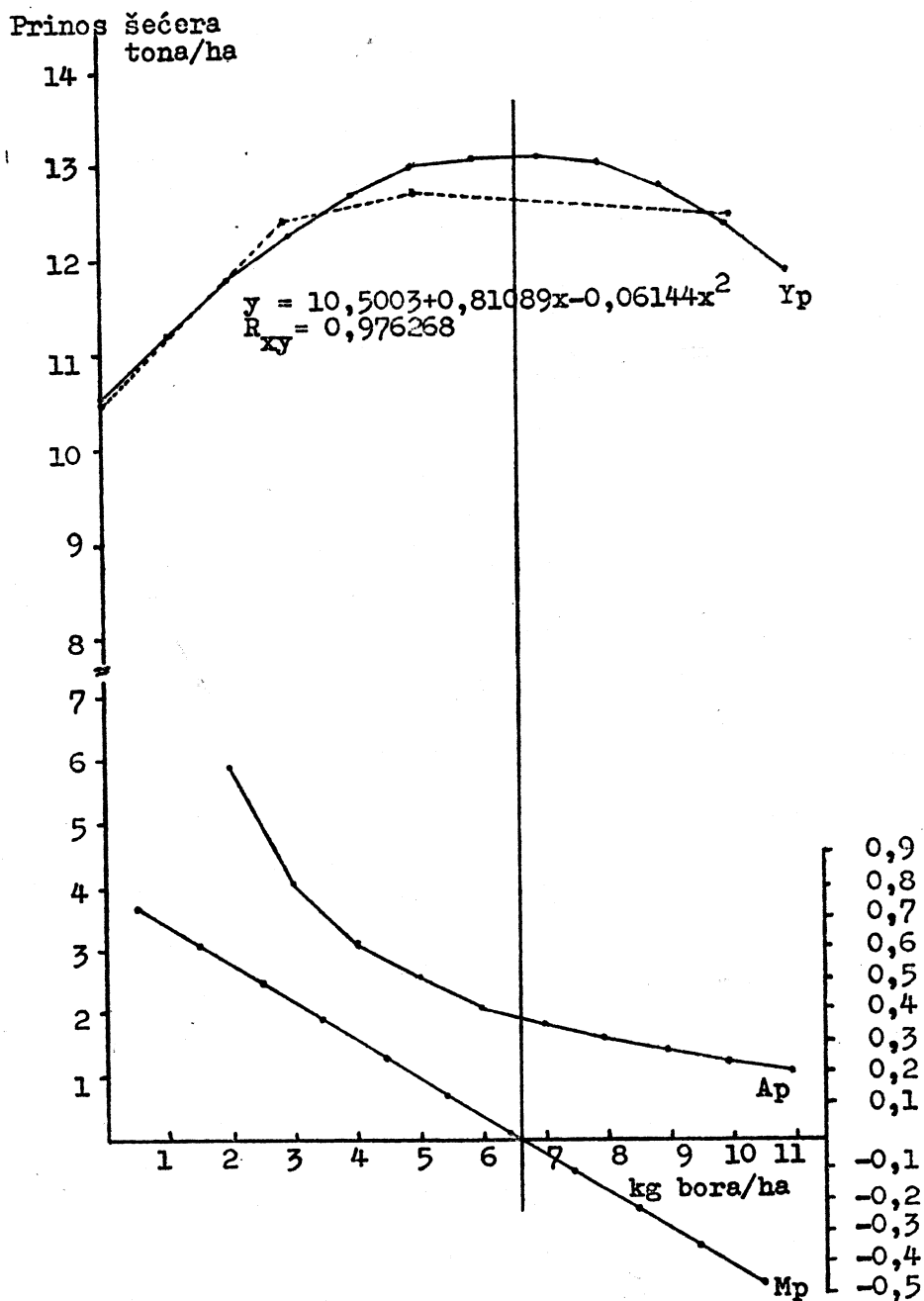


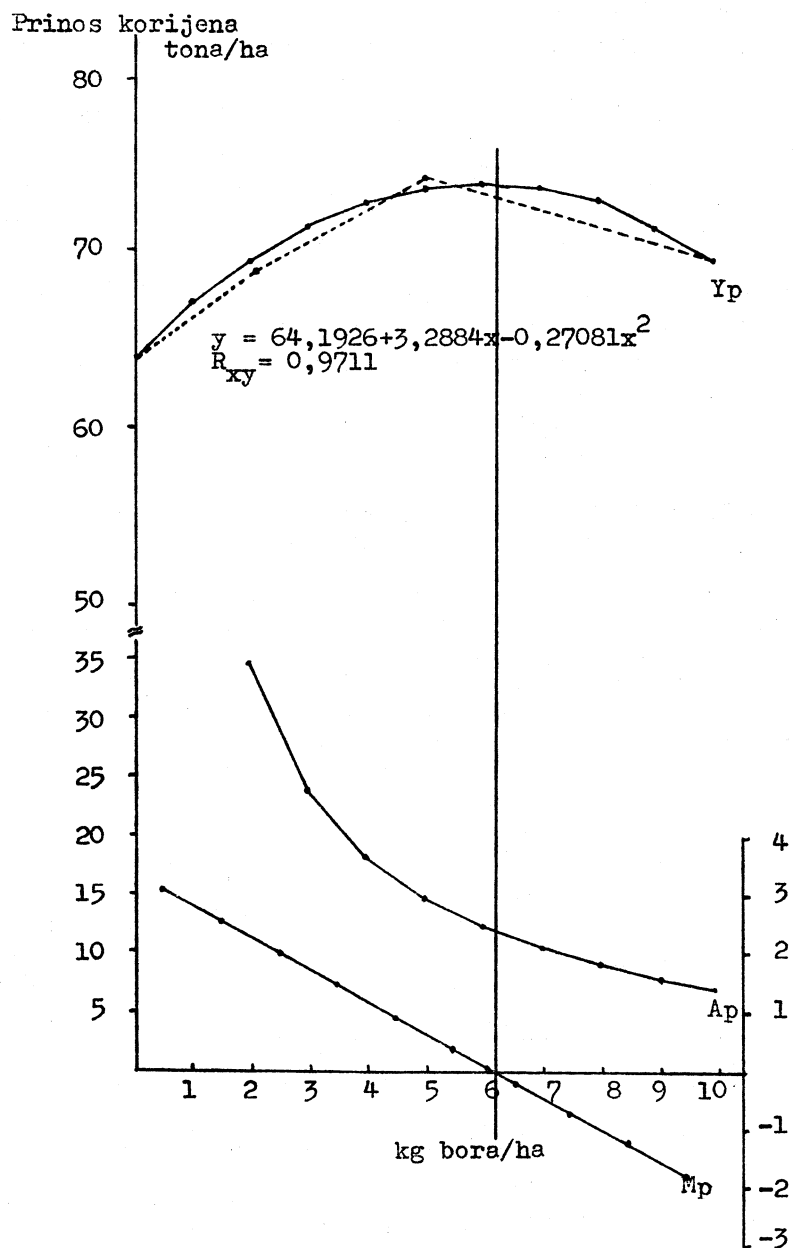
Tabela 7 — Elementi produkcione funkcije, odnos bor-šećer (2. god.)
Produktionsfunktionselemente (Bor-Zuckerertrag, 2. Jahr)

x	Δx	y	Δy	Ap	Mp	Ep
0		10,500				
	1		0,749		0,749	
1		11,249		11,249		
	1		0,626		0,626	0,0556
2		11,876		5,938		
	1		0,503		0,503	0,0848
3		12,380		4,126		
	1		0,380		0,380	0,0921
4		12,760		3,190		
	1		0,258		0,258	0,0808
	1		0,258		0,258	0,0808
5		13,018		2,603		
	1		0,135		0,135	0,0515
6		13,153		2,192		
	1		0,012		0,012	0,0054
7		13,166		1,880		
	1		—0,110		—0,110	—0,0587
8		13,055		1,632		
	1		—0,233		—0,233	—0,1424
9		12,821		1,424		

Tabela 8 — Elementi produkcione funkcije, odnos bor-korijen (3. god.)
Produktionsfunktionselemente (Bor-Rübenertrag, 3. Jahr)

x	Δx	y	Δy	Ap	Mp	Ep
0		64,192				
	1		3,017		3,017	0,04439
1		67,210		67,210		
	1		2,476		2,476	0,0711
2		69,686		34,843		
	1		1,934		1,934	0,0810
3		71,620		23,873		
	1		1,393		1,393	0,0763
4		73,013		18,253		
	1		0,850		0,850	0,0576
5		73,864		14,772		
	1		0,309		0,309	0,0250
6		74,174		12,362		
	1		—0,232		—0,232	—0,0220
7		73,942		10,563		
	1		—0,773		—0,773	—0,0846
8		73,168		9,146		
	1		—1,315		—1,315	—0,1647
9		71,853		7,983		

Grafikon 5 — Odnos gnojidbe borom i prinosa korijena 3. godina pokusa



Iz tabele je vidljivo da prinos korijena raste do ulaganja od cca 6 kg bora po ha (uz prinos od 74,174 tona po ha), a elasticitet proizvodnje raste do visine ulaganja od 3 kg bora po ha ($E_p = 0,08$), gdje porast dozacije bo-

ra za 1 % izaziva povećanje prinosa korijena za 0,08 %. Nakon ovoga nivoa gnojidbe — elasticitet pada.

Algebarsko izračunavanje maksimalnog ulaganja i prinosa daje sljedeće rezultate:

$x = 6,07414$ kg bora po ha, odnosno $y = 74,1752$ tone korijena šećerne repe po ha.

Ekonomski optimum ulaganja i prinosa uz postojeći odnos cijena korijena i bora utvrđen je također algebarskim putem i iznosi $x = 5,67347$ kg bora po ha, odnosno $y = 74,1323$ tone korijena po ha.

Utvrđeni ekonomski optimum predstavlja granicu rentabiliteta uz postojeći odnos cijena, koji ne bi trebalo prekoračiti.

Ekonomska efektivnost primjene bora i ovdje je utvrđena po COLWELLU (tab. 9.), te je vidljivo da gnojiba borom izaziva povećanje akumulacije do ekonomskog optimuma ulaganja odnosno do već utvrđene granice rentabiliteta $x = 5,67347$ kg bora po ha.

Tabela 9 — Povećanje akumulacije djelovanjem bora (3. god.)
Gewinnanstieg bei Bordüngung (3. Versuchsjahr)

Prinos kor. tona/ha Rüben- ertrag	Povećanje prinosa Ertrags- anstieg	Vrijednost poveć. prin. Ertragsan- stiegswert	Doza bora Bordo- sation	Vrijednost gnojidbe Düngungs- wert	Povećanje akumulacije Gewinnan- stieg Din. ha
64,192			0		
67,210	3,018	1782,13	1	127,27	1654,85
69,686	5,494	3244,21	2	254,54	2989,66
71,620	7,428	4386,23	3	381,82	4004,41
73,013	8,821	5208,80	4	509,09	4699,71
73,864	9,672	5711,31	5	636,36	5074,95
74,174	9,982	5894,37	6	763,63	5130,73
73,942	9,750	5757,37	7	890,91	4866,46
73,168	8,976	5300,33	8	1018,18	4282,14
Ekonomski optimum: Oekonomisches Optimum:					
74,132	9,940	5869,57	5,67	722,08	5147,49

Za odnos bor-šećer utvrđena je i u ovoj godini kao najbolje prilagođena kvadratna produkcijska funkcija s jednadžbom:

$$y = 9,99132 + 0,54591 x - 0,03982 x^2$$

Matematsko-statistički pokazatelji su sljedeći:

$$S_y = 0,02453 \text{ tona} \quad R_{xy} = 0,9993 \quad d_{xy} = 99,86 \%$$

Visok indeks korelacije u ovoj godini potvrđuje da bor ima vrlo jak uticaj ne samo na prinos korijena, nego u još većoj mjeri na prinos šećera po ha.

Elementi produkcione funkcije za odnos bor-šećer nalaze se na tabeli 10., a grafički prikaz produkcione funkcije na graf. 6.

Grafikon 6 — Odnos gnojidbe borom i prinosa šećera 3. godina pokusa

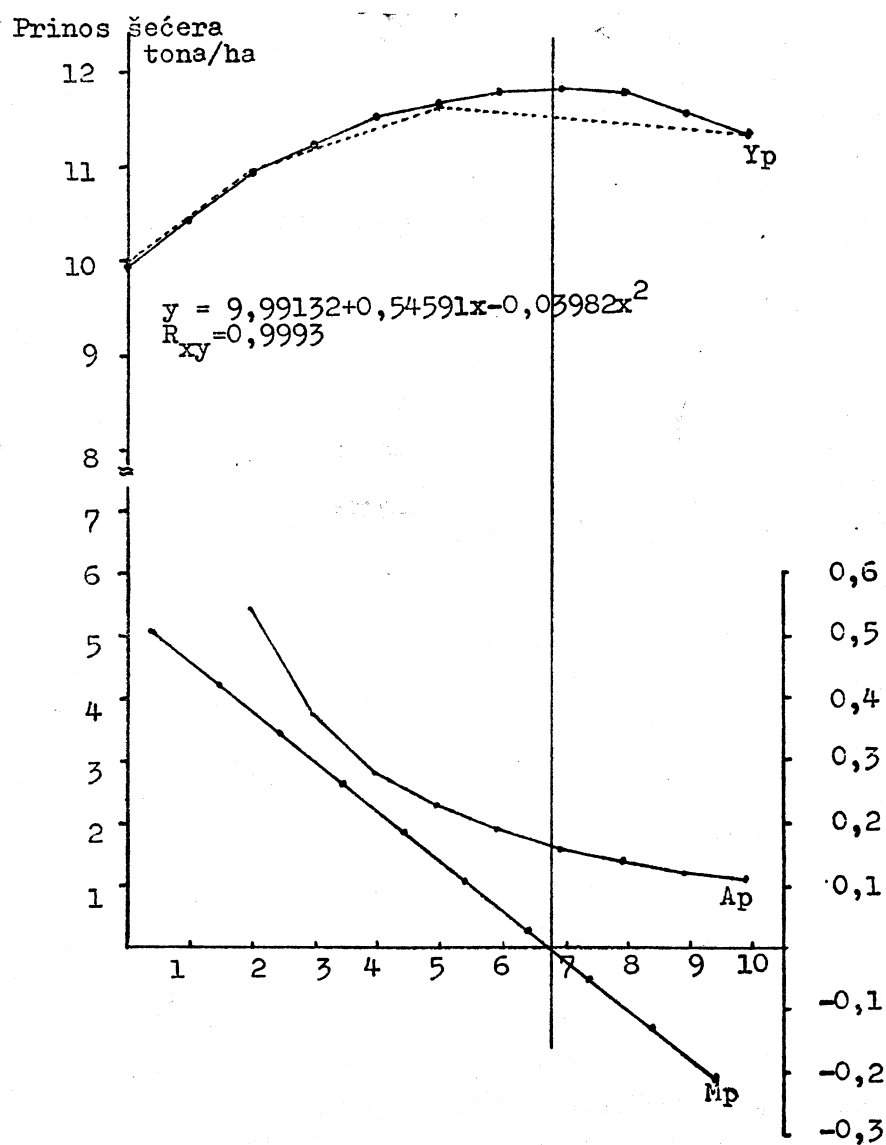


Tabela 10 — *Elementi produkcione funkcije, odnos bor-šećer (3. god.)*
Produktionsfunktionselemente (Bor-Zuckerertrag, 3. Jahr)

x	Δx	y	Δy	Ap	Mp	Ep
0		9,991				
	1		0,506		0,506	0,0482
1		10,497		10,497		
	1		0,426		0,426	0,0781
2		10,823		5,461		
	1		0,346		0,346	0,0923
3		11,270		3,756		
	1		0,267		0,267	0,0926
4		11,537		2,884		
	1		0,187		0,187	0,0710
5		11,725		2,345		
	1		0,107		0,107	0,0547
6		11,833		1,972		
	1		0,0282		0,0282	0,0167
7		11,861		1,694		
	1		—0,051		—0,051	—0,0348
8		11,810		1,476		
	1		—0,131		—0,131	—0,1010
9		11,679		1,297		
	1		—0,210		—0,210	—0,1837
10		11,468		1,146		

Koeficijent elastičnosti proizvodnje pokazuje u tabeli porast do ulaganja od 4 kg bora po ha, a zatim opada.

Maksimum ulaganja bora kao i maksimalni prinos šećera — utvrđen je algebarskim putem i iznosi: $x = 6,8547$ kg bora po ha, a maksimalni prinos: $y = 11,8623$ tone šećera po ha.

Ekonomski optimum ulaganja i prinosa šećera nije utvrđen iz ranije navedenih razloga.

ZAKLJUČAK

Analiza uticaja bora na prinos korijena i šećera izvršena je na osnovu rezultata gnojidbenih pokusa provedenih u toku tri uzastopne godine, te je utvrđeno slijedeće:

— Na svim pokusnim parcelama, u sve tri godine, gnojidba borom — bilo folijarno ili putem tla — pokazuje vrlo jak uticaj na visinu prinosa korijena, kao i još više na prinos šećera, što se vidi iz većeg koeficijenta elastičnosti za šećer u sve tri godine. Ovo znači da šećerna repa jače reagira na gnojidbu borom povećanjem prinosa šećera, nego korijena.

— Produktionsfunktion odnosa bor-korijen, kao i bor-šećer ima u sve tri godine oblik kvadratne parabole s opadajućim produktivitetom.

— Maksimum ulaganja bora, koji osigurava najveći prinos korijena kreće se u analiziranim godinama od 6,07 do 6,58 kg bora po ha. Maksimum ulaganja u odnosu na šećer je nešto veći i kreće se od 6,32 do 6,85 kg bora po ha, što pri planiranju gnojidbe treba imati u vidu, budući je proizvodnja šećera glavni cilj.

— Ekonomski optimum ulaganja bora nalazi se blizu maksimuma ulaganja i kreće se od 5,67 do 5,84 kg bora po ha — što ukazuje da je odnos cijena bora i korijena repe relativno povoljan. Ovo, kao i relativno mala ulaganja u gnojidbu borom — trebalo bi stimulirati proizvođače da bor uključe u redovnu gnojidbu šećerne repe.

— Ekonomska efektivnost gnojidbe borom raste do ekonomskog optimuma ulaganja, gdje se postiže najveće povećanje akumulacije, što znači da se na tom nivou ulaganja nalazi granica rentabiliteta gnojidbe borom — koju, uz postojeći odnos cijena, ne bi ni u kom slučaju trebalo prekoračivati.

— Izvršena analiza uticaja bora na prinos korijena i šećera ukazuje da se sa sigurnošću može preporučiti gnojidba sa 6 kg čistog bora po ha u uvjetima koji su jednaki ili slični uvjetima analiziranih pokusa.

ZUSAMMENFASSUNG

Auf Grund der durchgeführten Einwirkungsanalyse von Bordüngung auf den Rüben- und Zuckerertrag (dreijähriger Düngungsversuch) wurde festgestellt:

— In allen Jahren zeigte die Bordüngung einen starken positiven Einfluss auf die Rüben-ertragshöhe sowie auch und noch mehr auf die Zuckerertragshöhe, was auch aus der Elastizitätskoeffizientengrösse ersichtlich ist.

— Die Produktionsfunktion für die Beziehung Bor-Rübe wie auch Bor-Zucker gehört zum Quadratparabeltyp, mit abnehmbarer Produktivität.

— Das Aufwandsmaximum für Bor steht bei 6,07 — 6,58 kg reines Bor per Ha im Bezug auf Rüben-ertrag, und 6,32 — 6,85 kg Bor für den Zucker-ertrag. Der Boraufwand ist bezüglich Zuckerertrag etwas höher, worüber Rechnung getragen werden muss, da die Zuckererzeugung das Hauptziel darstellt.

— Das oekonomische Optimum liegt dem Maximum nahe (bei 5,67 bis 5,84 kg von Bor), was auf ein relativ günstiges Preisverhältnis hinweist. Dazu kommt auch noch die Tatsache dass der Geldaufwand bei Bordüngung gering ist, was alles für eine regelmässige Bordüngung der Zuckerrübe in diesem Erzeugungsgebiet spricht.

— Das oekonomische Optimum liegt dem Maximum nahe (bei 5,67 bis zum oekonomischen Optimum an, das heisst dass sich auf diesem Niveau die Rentabilitätsgrenze befindet, die keinesfalls überschritten werden darf.

— Auf Grund der vorgelegten oekonomischen Analyse kann man annehmen dass in diesem Erzeugungsgebiet eine Bordüngungsdosis von 6 kg reines Bor per Hektar empfohlen werden kann — für Erzeugungsverhältnisse die denen der Düngungsversuchen ähnlich oder gleich sind.

LITERATURA

1. **Ezekiel M., Fox K.:** Methods of Correlation and Regression Analysis, linear and curvilinear, N. Y. 1967.
2. **Graf A., Müller J.:** Die Rentabilität von Stickstoffdüngergaben bei Zuckerrübe, »Die Bodenkultur, 1971 No 22.
3. **Heady E. O.:** Economics of Agricultural Production and Resource Use, Prentice Hall, New Jersey, 1961.
4. **Kehrberg E. Reisch E.:** Wirtschaftslehre der landwirtschaftlichen Produktion, München-Basel-Wien, 1969.
5. **Kurbel O.:** Primjena produkcijske funkcije u ekonomskoj analizi proizvodnje šećerne repe borom — Savremena poljoprivreda, Novi Sad, br. 7/8. — 1976.
6. **Kurbel O.:** Ekonomska efektivnost primjene mineralnih gnojiva u proizvodnji šećerne repe na području istočne Slavonije (dissertacija), Poljoprivredni fakultet Osijek, 1980.
7. **Kurbel R.:** Methods of Economic Analysis in Agricultural Production, Osijek, 1973.
8. **Lassmann G.:** Die Produktionsfunktion und ihre Bedeutung für die betriebswirtschaftliche Kostentheorie, Köln Opladen, 1968.
9. **Laur E., Howald O.:** Bewertung, Buchhaltung und Kalkulation in der Landwirtschaft, P. Parey, Berlin, 1957.
10. **Steinhauser H., Langbehn C., Peters U.:** Einführung in die Landwirtschaftliche Betriebslehre, Bd I Stuttgart, 1972.
11. **Wiklicky L.:** Die technologische Qualität von Zuckerrüben, »Zucker« 1971. Heft 21. Hannover.
12. **Wiklicky L.:** Verbesserung der Rübenqualität im Einzugsbereich der Zuckerfabrik Tulln (Oesterreich), »Zucker« No 11. 1965.