

UDK: 634.1:631.153

Datum prijema rada: 02.05.2011.

Datum prihvatanja rada: 15.06.2011.

ORIGINALNI NAUČNI RAD

EKONOMIJA
TEORIJA I PRAKSA
Godina IV - broj 2
str. 16-23

PRIMENA LINEARNOG PROGRAMIRANJA U PODIZANJU VOĆNIH ZASADA

Babović Jovan¹

Radović Ilija²

Ignjatijević Svetlana³

Sažetak: *Primenom linearnog programiranja u oblasti poljoprivredne proizvodnje olakšava se proces donošenja optimalnih odluka. U radu smo izvršili optimizaciju podizanja zasada u voćarstvu metodom linearnog programiranja. Optimizacija je izvršena kod pet voćnih vrsta, i to: jabuke, kruške, šljive, višnje i trešnje. Funkcija cilja predstavlja maksimizaciju bruto profita. Pri sadnji od 117,4 ha optimalno rešenje strukture zasada je kod: jabuke 38,92 ha, kruške 2,03 ha, šljive 58,47 ha, višnje 16,4 ha i trešnje 1,65 ha. Funkcija cilja pri sadnji od 117,4 ha obezbeđuje bruto profit od 30.939,8 hiljada dinara ili sa korekcijom programa sadnje za 2,53 ha od 31.740 hiljada dinara. Najveći bruto profit postiže se sadnjom jabuke, šljive i višnje, što je u skladu sa tražnjom na tržištu.*

Program se može primeniti na svaku veličinu voćnih zasada, što je od ekonomskog značaja za farmerska gazdinstva.

Ključne reči: *linearno programiranje / optimizacija / voćni zasadi / maksimizacija bruto profita*

UVOD

Podizanje voćnih zasada na farmerskim gazdinstvima ima izuzetan značaj za izmenu proizvodne strukture, intenziviranje agrarne proizvodnje i povećanje ekonomskog i ekološkog profita uz očuvanje životne sredine. Farma je posedovala parcelu veličine od 120 ha. Zemljište nije korišćeno u proizvodnji tri godine. Izvršeno je

¹ Univerzitet Privredna akademija u Novom Sadu, Fakultet za ekonomiju i inženjerski menadžment u Novom Sadu, Novi Sad, Čvečarska 2, e-mail: babovic@fmck.edu.rs

² Naučni savetnik, ekspert UN

³ Univerzitet Privredna akademija u Novom Sadu, Fakultet za ekonomiju i inženjerski menadžment u Novom Sadu, Novi Sad, Čvečarska 2, e-mail: svetlan@fmck.edu.rs

PRIMENA LINEARNOG PROGRAMIRANJA U PODIZANJU VOĆNIH ZASADA

ispitivanje strukture i kvaliteta zemljišta. Opređenje je da se podigne voćnjak i predloži ekonomski celishodna struktura sadnje po voćnim vrstama. U tom cilju zadatak je da se primenom kvantitativnih metoda optimizacije podizanja voćnog zasada izaberu voćne vrste koje doprinose ostvarivanju maksimalnog bruto profita.

CILJ I METOD ISTRAŽIVANJA

U iznalaženju optimalnog rešenja podizanja voćnog zasada korišćen je kvantitativno-kvalitativni metod. Optimizacija podizanja voćnog zasada na površini od 120 ha izvršena je metodom linearnog programiranja.

Linearno programiranje predstavlja jednu od metoda *matematičkog programiranja*, koja omogućuje razradu matematičkog modela zadatka čije rešavanje daje optimalan plan, a sa aspekta menadžmenta, *najpovoljniji način realizacije zadatka u datim uslovima i ograničenjima*. Linearno programiranje je *najefikasniji instrument matematike koji se može primeniti za rešavanje većeg broja složenih i multidisciplinarnih poslovnih problema*, omogućavajući da se kompleksno sagleda i ispravno proceni značaj velikog broja činilaca koji se moraju uzeti u obzir. Otuda i primena linearnog programiranja u oblasti upravljanja poljoprivrednom proizvodnjom, gde se višedimenzionalni problemi upravo izučavaju. *Linearno programiranje modelira probleme uslovne optimizacije* i omogućuje nalaženje optimalnog rešenja, odnosno rešenja koje daje najbolju vrednost preferiranog cilja, iz skupa svih mogućih – dopustivih rešenja, u kojem svako rešenje datog skupa zadovoljava uslove – ograničenja.

Metodu predstavljaju tri bitna dela: funkcija cilja, skup ograničenja i skup uslova nenegativnosti. Za rešavanje standardnog problema *simpleks metodom* linearnog programiranja za maksimum u osnovi, polazi se od funkcija kriterijuma.

$$(\max) z_0 = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_s x_s + \dots + c_k x_k;$$

pri ograničenju,

$$a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1s} x_s + \dots + a_{1k} x_k \leq b_1$$

$$a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2s} x_s + \dots + a_{2k} x_k \leq b_2;$$

⋮

$$a_{m1} x_1 + a_{m2} x_2 + \dots + a_{ms} x_s + \dots + a_{mk} x_k \leq b_m$$

pod uslovom $x_1, x_2, \dots, x_n > 0$,

pri čemu su s , k i m proizvoljni prirodni brojevi, koeficijenti c_{ij} i a_{ij} su poznati realni brojevi, sa dve oznake u indeksu koje precizno određuju njihova mesta, a koeficijenti a_{ij} čine pravougaonu matricu reda $m \times n$. Slobodni članovi B ($i = 1, 2, m$) jesu skup konstanti, nenegativni i postavljena su ograničenja (*restrictions*) na program. Promenljive odlučivanja označene su sa x_j ($j = 1, 2, \dots, n$).

Da bi se ograničili na rešavanje problema linearnog programiranja standardnog oblika, potrebno je sistem linearnih nejednačina ograničenja prevesti u sistem linearnih jednačina. Uvedene su dopunske promenljive i u funkciju cilja, čime je modifikovana funkcija cilja. Tako smo dobili model prilagođen za primenu algoritma simpleks metode.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Optimizacija podizanja zasada u voćarstvu metodom linearnog programiranja

Linearno programiranje u postupku planiranja i programiranja proizvodnje i investicija omogućuje da se iznadu optimalni proizvodni ili finansijski rezultati. Primenom simpleks metode, definiše se optimalna struktura zasada i ekonomski efekti u voćarstvu. Program izvodi optimizaciju strukture zasada i proizvodnih rezultata u voćarstvu na površini od 120 ha (Radović, 2002, str. 81–91). Program se može primeniti ili preračunati na svaku veličinu zasada. U programu se polazi od tržišne tražnje, zahteva potrošača i izgrađenih skladišnih kapaciteta.

Program obuhvata voćne vrste, promenljive odlučivanja: jabuka x_1 , kruška x_2 , šljiva x_3 , višnja x_4 i trešnja x_5 . Funkcija cilja pretpostavlja maksimalan profit, a koeficijenti c_1 do c_5 označavaju cenu po promenljivim odlučivanja. Funkcija se može prikazati relacijom:

$$(\max) z_0 = c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3 + c_4 x_4 + c_5 x_5 \quad (1)$$

Tabela 1. Proizvodni rezultati voćnih zasada

Šifra	Voćna vrsta	Prinos	Vrednost	VT	Bruto profit	Investicije
x_1	Jabuka	40	1.000	630	370	680
x_2	Kruška	30	640	320	320	500
x_3	Šljiva	20	400	120	120	320
x_4	Višnja	18	550	300	300	350
x_5	Trešnja	16	500	270	270	310

U simpleks metodi, uzimamo sledeće uslove, ograničenja koja će, pored proizvodnih, investicionih i finansijskih rezultata, odlučivati o izboru optimalne strukture podizanja zasada na 120 hektara.

Prvi uslov je ograničenje da se zasadi 120 ha, a može i manje, ako druga ograničenja budu na granici iskoristivosti, što se odnosi na godišnje troškove i investicije. Uslov transformišemo u linearnu nejednačinu:

$$1x_1 + 1x_2 + 1x_3 + 1x_4 + 1x_5 \leq 120 \quad (2)$$

Drugi uslov su raspoloživa obrtna sredstva u iznosu od 46,2 miliona dinara. Na osnovu tabele ovaj uslov transformišemo u nejednačinu:

$$630x_1 + 320x_2 + 280x_3 + 250x_4 + 230x_5 \leq 46,2 \quad (3)$$

Treći uslov je raspoloživost radne snage u maju od 26.000 časova, od čega jabuka zahteva 80, kruška 105, šljiva 135, višnja 840 i trešnja 600 časova po hektaru. Uslov transformišemo u linearnu nejednačinu:

$$80x_1 + 105x_2 + 135x_3 + 840x_4 + 600x_5 \leq 26.000 \quad (4)$$

Četvrti uslov se odnosi na raspoloživost radne snage, u vreme berbe u oktobru, od 19.000 časova, od čega jabuka zahteva 440, kruška 800, šljiva 3, višnja 2 i trešnja 3 časa po hektaru. Uslov transformišemo u linearnu nejednačinu:

$$440x_1 + 800x_2 + 3x_3 + 2x_4 + 3x_5 \leq 19.000 \quad (5)$$

Peti uslov odnosi se na raspoloživost radnih časova srednjih traktora u maju od 530 časova, kada jabuka zahteva 5, kruška 3, šljiva 2, višnja 11 i trešnja 8 časova po hektaru. Uslov transformišemo u linearnu nejednačinu:

$$5x_1 + 3x_2 + 2x_3 + 11x_4 + 8x_5 \leq 530 \quad (6)$$

Šesti uslov odnosi se na zahtev traktora u oktobru od 830 časova, od čega jabuka zahteva 15, kruška 6, šljiva 3, višnja 2 i trešnja 3 časa. Uslov transformišemo u linearnu nejednačinu:

$$15x_1 + 6x_2 + 3x_3 + 2x_4 + 3x_5 \leq 830 \quad (7)$$

Sedmi uslov je da se od programa zahteva maksimum 3.500 t proizvodnje. Na osnovu tabele ilustrujemo nejednačinu:

$$40x_1 + 30x_2 + 20x_3 + 18x_4 + 16x_5 \leq 3.500 \quad (8)$$

Osmi uslov je uveden kada jabuka i kruška, zbog većih efekata, nisu dozvoljavale višnji i trešnji da uđu u program, usled čega su površine jabuke, kruške i šljive ograničene do 100 ha, što prevedeno na nejednačinu glasi:

profit od 31.740 hiljada dinara. Sa aspekta ciljne funkcije maksimalan bruto profit se ostvaruje sadnjom jabuke, šljive i višnje. Matematički model linearnog programiranja primenljiv je kod izbora svake veličine zasada na farmerskom gazdinstvu.

APPLICATION OF SIMPLEX METHOD IN LINEAR PROGRAMMING FRUIT PLANTATIONS

Babovic Jovan

Radovic Ilija

Ignjatijevic Svetlana

Abstract: *Using linear programming in the field of agricultural production facilitates the process of making optimal decisions. During our work we optimized raising plantations in the area of fruit growing by the method of linear programming. Optimization was performed in five fruit species, as follows: apples, pears, plums, sour cherries and cherries. Goal function is to maximize gross profit. When planting on 117.4 hectares, the optimal solution of the structure of plantation is as follows: 39.92 hectares of apples, 2.03 hectares of pears, 58.47 hectares of plums, 16.4 hectares of sour cherries and 1.65 hectares of cherries. Cost function for planting 117.4 hectares provides a gross profit of 30 939.8 thousand RSD, or with the correction of the planting program, 31 740 thousand RSD for 2.53 hectares. The largest gross profit is achieved by planting apples, plums and sour cherries, which is in line with the market demand. The program can be applied to every size of fruit plantations, which is economically significant for farmer households.*

Key words: *linear programming / optimization / fruit plantations / gross profit maximization*

LITERATURA

1. Babović, J. (2008). *Menadžment*, Novi Sad, Fakultet za ekonomiju i inženjerski menadžment u Novom Sadu.
2. Babović, J., Lazić, B. (2005). *Agrobiznis u ekološkoj proizvodnji hrane: monografija*, Novi Sad, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo.
3. Radović, I., Furundžić, M. (1997). *Principi i metode organizacije i ekonomike poljoprivredne proizvodnje*, Beograd, Velarta.
4. Radović, I. (2002). *Primena linearnog programiranja u poljoprivredi*, Beograd, IP Potez.

5. Samuelson, P., Nordhaus, V. (2009). *Ekonomija*, Beograd, Mate.
6. Vanderbei, R. (2000). *Linear Programming: Foundations and Extensions*, Princeton, New York, Princeton University - Department of Operations Research and Financial Engineering.