

Optimizarea structurii de producție a unei ferme vegetale amplasată în Regiunea de Dezvoltare Sud-Muntenia a României

Ene Bogdan-Nicolae
Panait Ioana
Cucu Marian Cătălin

Academia de Studii Economice
Facultatea de Economie Agroalimentară și a Mediului

Rezumat

Structura de producție are un rol fundamental în activitatea exploatației, aceasta reprezintă legătura unității agricole cu piața și influențează decisiv rezultatele obținute. Alegerea culturilor și dimensionarea acestora în cadrul asolamentului se realizează având la bază raționamente legate de: valorificarea factorilor naturali, a resurselor materiale și financiare, precum și a forței de muncă de care dispune exploatația, cerințele pieței, profitabilitatea culturilor, etc. Pentru identificarea structurii de producție optime, care maximizează profitul exploatației, se folosește modelul matematic al programării liniare. Soluția identificată în urma aplicării modelului ar putea aduce exploatației un profit maxim estimat de 176.051,3 lei. Pe baza structurii de producție identificate s-a determinat și rezultatul obținut în situația realizării unor randamente la hectar medii, corespunzătoare regiunii de dezvoltare Sud-Muntenia, precum și a randamentelor pentru care se atinge pragul minim de rentabilitate.

Cuvinte cheie: optimizare, structură de producție, exploatație, programare liniară

Abstract

The production structure has a fundamental role in the farm's activity, it represents the link of the agricultural unit with the market and influences decisively the obtained results. The crop choice and their sizing are done based on reasonings related to: capitalization of natural factors, material and financial resources, as well as the labor force that the farm disposes of, market requirements, crop profitability, and so on. In order to identify the optimal production structure, which maximizes the farm's profit, the mathematical model of linear programming is used. The solution identified after applying the model could bring the farm a maximum profit estimated at 176.051,3 lei. Based on the identified production structure, it has been determined the economic result in case that yields per hectare obtained are medium, corresponding to those from the Sud-Muntenia development region, also it has been determined the yields that ensures 0 profit.

Key words: optimization, production structure, farm, linear programming

Clasificare JEL: C61

Clasificare REL: 10J

Introducere

Programarea liniară, numită și optimizare liniară, este o metodă prin care se obține cel mai bun rezultat și plan posibil pentru atingerea obiectivelor stabilite, în cadrul unui model matematic. Aceasta reprezintă un procedeu pentru optimizarea unei funcții obiectiv și este relevantă în optimizarea resurselor alocate și a obținerii eficienței în planificarea producției. Problemele de programare liniară sunt probleme de optimizare în cazul în care funcția obiectiv și restricțiile sunt toate liniare.

Programarea liniară este un instrument des utilizat pe scară largă ce construiește un model de optimizare a nevoilor și care se concentrează pe descrierea relațiilor de interdependență dintre componentele sistemului, aceasta modelând relațiile dintre variabile.

Aplicabilitatea metodei este una vastă, aceasta putând fi folosită în majoritatea domeniilor, precum economic, management, științe naturale și științe sociale.

Programarea liniară a fost studiată de către L. Kantorovici și F. Hitchcock, aceștia publicând primele lucrări despre programarea liniară în anii 1939, respectiv 1941.

Programarea liniară s-a dezvoltat, astfel că în 1947, George Dantzig nu o vedea doar ca un instrument cantitativ de analiză economică, ci și un mod de a găsi răspunsuri la diferite probleme, astfel, acesta a determinat algoritmul Simplex. Tot în 1947, John von Neumann a descoperit și aplicat teoria dualității.

Lucrarea analizează activitatea economică a unei exploatații vegetale și maximizarea profitului prin programare liniară.

METODOLOGIA ȘI DEFINIREA MODELULUI

Pentru determinarea structurii de producție optime, care permite exploatației obținerea profitului maxim în condițiile existente, se va aplica modelul matematic al programării liniare.

Programarea liniară este unul din instrumentele importante în cercetarea științifică. Aceasta tratează probleme de optimizare care sunt des întâlnite în sfera economică întrucât întreprinderile doresc maximizarea profitului și, implicit, minimizarea costurilor.

Reprezentând o subclasă a programării matematice, programarea liniară, de obicei, presupune existența unei serii de ecuații și/ sau inegalități. Forma generală a modelului matematic este constituită din funcția obiectiv ce va fi optimizată (maximizată sau minimizată) în condițiile satisfacerii unei serii de restricții.

Variabilele de decizie ale modelului matematic (x_i) sunt reprezentate de suprafețele pe care le vor ocupa și sunt redată în tabelul 1.

Tabel nr. 1

Variabilele de decizie ale modelului

Variabile	Suprafața ocupată (ha) de cultura
x_1	Grâu
x_2	Orz
x_3	Porumb
x_4	Floarea soarelui
x_5	Rapiță
x_6	Soia
x_7	Cartof

Funcția obiectiv a modelului matematic este de maximizare a profitului și se exprimă prin următoarea relație:

$$\text{Max. } F(x) = \sum_{i=1}^n p_i x_i \quad (1)$$

Unde:

n – numărul de culturi;

p_i – profitul la hectar aferent culturii i ;

x_i – suprafața ocupată (ha) de cultură i ;

Restricțiile modelului sunt:

1. Utilizarea completă a suprafeței de care dispune exploatația:

$$\sum_{i=1}^n x_i = S \quad (2)$$

S – suprafața arabilă (ha) pe care o deține exploatația;

2. Încadrarea cheltuielilor cu îngrășămintele în fondul alocat pentru această resursă:

$$\sum_{i=1}^n c_i x_i \leq F_i \quad (3)$$

c_i – cheltuielile cu îngrășămintele (N, P₂O₅, K₂O) aferente culturii i;

F_i – fondul alocat îngrășămintelor;

3. Încadrarea cheltuielilor cu apa pentru irigat în fondul alocat pentru această resursă:

$$\sum_{i=1}^n ca_i x_i \leq Fa \quad (4)$$

ca_i – cheltuielile cu apa pentru irigat aferente culturii i;

Fă – fondul alocat apei pentru irigat;

4. Încadrarea cheltuielilor cu lucrările mecanizate în fondul alocat:

$$\sum_{i=1}^n clmc_i x_i \leq Flmc \quad (5)$$

$clmc_i$ – cheltuielile cu lucrările mecanizate aferente culturii i;

Flmc – fondul alocat lucrărilor mecanizate;

5. Încadrarea cheltuielilor cu lucrările manuale în fondul alocat:

$$\sum_{i=1}^n clm_i x_i \leq Flm \quad (6)$$

clm_i – cheltuieli cu lucrările manuale aferente culturii i;

Flm – fondul alocat lucrărilor manuale;

6. Restricția de asolament privind suprafața minimă ocupată de cerealele păioase în totalul suprafeței cultivate:

$$x_1 + x_2 \geq 40\% S \quad (7)$$

7. Restricția de asolament privind suprafața maximă pe care o poate ocupa cultura de floarea soarelui (revine pe aceeași parcelă după minim 6 ani) în totalul suprafeței cultivate:

$$x_4 \leq 7\% S \quad (8)$$

8. Restricția de asoloament privind suprafața maximă pe care o pot ocupa culturile de răpită și cartof în totalul suprafeței cultivate:

$$x_5 + x_7 \leq 20\% S \quad (9)$$

Restricțiile privind asigurarea unui volum minim al producției pentru o serie de culturi pentru onorarea precontractelor:

$$q_i x_i \geq V_p \quad (10)$$

q_i – randamentul la hectar aferent culturii i;

V_p – volumul producției (kg) prevăzut în precontract;

Atribuind coeficienții corespunzători, modelul are forma:

$$\text{Max. } F(x) = 1.107,91x_1 + 841,57x_2 + 1.182,62x_3 + 1.408,96x_4 + 2.165,31x_5 + 1.809,12x_6 + 6.072,52x_7$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 = 105$$

$$1.658,54x_1 + 1.200,89x_2 + 2.673,18x_3 + 1.684,96x_4 + 1.686,04x_5 + 911,72x_6 + 2.724,36x_7 \leq 286.125$$

$$217,01x_1 + 192,90x_2 + 385,79x_3 + 361,68x_4 + 217,01x_5 + 313,46x_6 + 313,46x_7 \leq 40.530$$

$$1.200x_1 + 1.200x_2 + 1.500x_3 + 1.500x_4 + 1.200x_5 + 1.500x_6 + 1.700x_7 \leq 178.500$$

$$67,76x_1 + 67,76x_2 + 135,52x_3 + 135,52x_4 + 67,76x_5 + 135,52x_6 + 203,28x_7 \leq 21.420$$

$$x_1 + x_2 \geq 42$$

$$x_4 \leq 7$$

$$x_5 + x_7 \leq 21$$

$$5.000x_2 \geq 70.000$$

$$10.000x_3 \geq 210.000$$

$$4.000x_4 \geq 24.000$$

$$4.000x_5 \geq 56.000$$

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Structura de producție optimă, identificată în condițiile satisfacerii restricțiilor de încadrare a cheltuielilor în fondurile alocate îngrășămintelor, apei pentru irigat, lucrărilor

mecanizate, lucrărilor manuale, precum și a restricțiilor de utilizare eficientă a suprafeței, respectarea asolamentului și onorarea precontractelor, ar putea aduce exploatației un profit suplimentar maxim estimat de 176.051,3 lei în cazul realizării producțiilor la hectar estimate (corespunzătoare variantei optimiste).

Conform soluției, structura de producție optimă presupune ocuparea de către culturi în cadrul asolamentului a suprafețelor prezentate în tabelul 2.

Tabel nr. 2

Structura de producție optimă identificată

Cultura	Suprafața cultivată (ha)	Varianta optimistă			Varianta pesimistă		
		Venituri (lei)	Cheltuieli (lei)	Rezultat (lei)	Venituri (lei)	Cheltuieli (lei)	Rezultat (lei)
Grâu	28	134.711,25	103.689,82	31.021,42	94.648,85	103.689,82	-9.040,98
Orz	14	54.335,68	42.553,70	11.781,98	46.829,80	42.553,70	4.276,10
Porumb	21	135.053,44	110.218,33	24.835,10	60.297,64	110.218,33	-49.920,70
Floarea soarelui	6	32.826,70	24.372,96	8.453,74	17.510,14	24.372,96	-6.862,82
Rapiță	14	81.075,62	50.761,31	30.314,31	55.543,26	50.761,31	4.781,95
Soia	15	82.309,76	55.172,94	27.136,82	67.359,11	55.172,94	12.186,17
Cartof	7	108.017,81	65.510,17	42.507,64	57.208,31	65.510,17	-8.301,86
Total	105	628.330,25	452.279,24	176.051,30	399.397,11	452.279,24	-52.882,14

În cazul înregistrării unor randamente medii la hectar din cadrul regiunii de dezvoltare Sud-Muntenia, randamente corespunzătoare variantei pesimiste, rezultatul obținut ar fi unul nestatisfactor, exploatația înregistrând o pierdere financiară de 52.882,14 lei.

Întrucât obținerea unor producții medii la hectar ar determina incapacitatea exploatației de asigurare a cantităților prevăzute în precontracte, pentru a se evita plata unor eventuale penalități, unitatea agricolă poate achiziționa diferența de cantitate de pe piață, astfel onorând precontractele, suportând cel mult diferența de preț.

Ca urmare a celor două variante prezentate anterior, varianta optimistă în care exploatația obține profit și varianta pesimistă în care exploatația înregistrează pierdere, randamentele ce asigură pragul minim de rentabilitate sunt prezentate în tabelul 3.

Tabel nr. 3

Randamentele corespunzătoare pragului minim de rentabilitate

Cultura	Suprafața cultivată (ha)	Randament la echilibru (kg/ ha)	Venituri (lei)	Cheltuieli (lei)	Rezultat (lei)
Grâu	28	4.482	103.689,82	103.689,82	0,00
Orz	14	3.780	42.553,70	42.553,70	0,00
Porumb	21	8.029	110.218,33	110.218,33	0,00
Floarea soarelui	6	2.882	24.372,96	24.372,96	0,00
Rapiță	14	2.384	50.761,31	50.761,31	0,00
Soia	15	1.735	55.172,94	55.172,94	0,00
Cartof	7	17.855	65.510,17	65.510,17	0,00
Total	105	-	452.279,24	452.279,24	0,00

Analizând datele obținute, în cazul restricțiilor de încadrare a cheltuielilor în fondurile alocate îngrășămintelor, apei pentru irigat, lucrărilor mecanizate și lucrărilor manuale s-a înregistrat un surplus de resurse după cum urmează în tabelul 4.

Tabel nr. 4

Surplusul de resurse	
Restricție	Surplus (lei)
Încadrarea cheltuielilor cu îngrășămintele în fondul alocat	100.275,7
Încadrarea cheltuielilor cu apa pentru irigat în fondul alocat	11.546,9
Încadrarea cheltuielilor cu lucrările mecanizate în fondul alocat	36.400
Încadrarea cheltuielilor cu lucrările manuale în fondul alocat	10.510,2

Având în vedere că resursa în cauză este de natură monetară aceasta va fi redirecționată către alte întrebunțări.

Un surplus de resurse s-a înregistrat și în cazul restricției de asolament privind suprafața maximă pe care o poate ocupa cultura de floarea soarelui. Surplusul de resursă în cauză este reprezentat de un hectar care va fi cultivat cu soia pentru exploatarea în condiții de eficiență a suprafeței deținute de exploatare, satisfăcând astfel prima restricție a modelului.

Analizând prima restricție a modelului, utilizarea completă a suprafeței, conform datelor obținute, exploatarea poate plăti un preț maxim de 1.809,122 lei pentru arendarea unui hectar. De asemenea 1.809,122 lei reprezintă și prețul minim pe care îl poate accepta exploatarea pentru a ceda în arendă un hectar din suprafața pe care o deține.

Continuând analiza datelor obținute, în tabelul 5 este redat intervalul în care poate varia profitul aferent fiecărei culturi astfel încât soluția optimă identificată rămâne neschimbată¹.

Tabel nr. 5

Intervale de variație ale profiturilor pentru care soluția rămâne neschimbată				
Cultura	Suprafața cultivată (ha)	Profitul la hectar aferent culturii (lei)	Interval	
			Limită inferioară	Limită superioară
Grâu	28	1.107,911	841,5784	1.809,122
Orz	14	841,5784	-∞	1.107,911
Porumb	21	1.182,621	-∞	1.809,122
Floarea soarelui	6	1.408,961	-∞	1.809,122
Rapiță	14	2.165,312	-∞	6.072,526
Soia	15	1.809,122	1.408,961	6.072,526
Cartof	7	6.072,526	2.165,312	+∞

Dacă profitul aferent culturii grâului variază în intervalul [841,5784, 1.809,122], în condițiile în care toate celelalte date ale problemei rămân constante, atunci soluția optimă rămâne neschimbată iar valoarea profitului total se va modifica cu plus/ minus suprafața cultivată cu grâu înmulțit cu variația profitului aferent culturii ($\pm x_1 \Delta p_1$). Limita inferioară a intervalului este reprezentată de profitul aferent culturii orz, scăderea profitului grâului sub această limită ar determina excluderea culturii de grâu din asolament și cultivarea suprafeței rămase disponibile cu orz. Limita superioară a intervalului este reprezentată de profitul aferent culturii de soia,

¹Profiturile aferente culturilor corespund variantei optimiste privind producțiile la hectar obținute

modificarea profitului corespunzător culturii de grâu peste această limită ar determina excluderea soiei din asolament și cultivarea suprafeței rămase cu grâu (grâul reprezentând o cultură mai profitabilă), modificând astfel soluția identificată.

Intervalul în care poate varia profitul culturii de orz astfel încât soluția modelului să rămână neschimbată, în condițiile în care celelalte date ale problemei rămân constante, este $[-\infty, 1.107,911]$. Limita inferioară se justifică prin faptul că exploatarea a încheiat un precontract, angajându-se să livreze cantitatea de 70 tone de orz, astfel indiferent de valoarea cu care scade profitul soluția identificată nu se modifică. Limita superioară a intervalului este reprezentată de profitul aferent culturii de grâu, modificarea profitului corespunzător culturii de orz peste această limită ar determina excluderea culturii de grâu din asolament.

Dacă profitul aferent culturii de porumb variază în intervalul $[-\infty, 1.809,122]$, în condițiile în care toate celelalte date ale problemei rămân constante, atunci soluția rămâne neschimbată. Același interval de variație al profitului este reprezentativ și pentru cultura de floarea soarelui. Cele două culturi (porumb și floarea soarelui) fac obiectul a două precontracte încheiate de exploatare, astfel că nu există o limită inferioară sub nivelul căreia profitul să coboare astfel încât soluția identificată să se modifice. În ceea ce privește limita superioară a intervalului corespunzătoare celor două culturi aceasta este reprezentată de profitul aferent culturii de soia, depășirea acestei limite presupune ocuparea suprafeței cultivate cu soia de către cultura de porumb/ floarea soarelui.

Intervalul în care poate varia profitul culturii de rapiță astfel încât soluția modelului să rămână neschimbată, în condițiile în care celelalte date ale problemei rămân constante, este $[-\infty, 6.072,526]$. De asemenea cultura de rapiță face obiectul unui precontract, astfel justificându-se limita inferioară a intervalului. În ceea ce privește limita superioară a intervalului aceasta este reprezentată de profitul aferent culturii de cartof, depășirea acestei limite ar determina excluderea acestei culturi din asolament și cultivarea suprafeței rămase disponibile cu rapiță.

Dacă profitul corespunzător culturii de soia ar coborî sub pragul de 1.408,961 lei (profitul aferent culturii de floarea soarelui), surplusul de un hectar înregistrat în urma restricției de asolament privind limitarea culturii de floarea soarelui în asolament ar fi cultivat cu cultura de floarea soarelui. Dacă profitul aferent culturii de soia ar depăși pragul de 6.072,526 lei (profitul aferent culturii cartofului), atunci suprafața ocupată de cultura cartofului ar fi înlocuită de cea de soia, aceasta fiind mai profitabilă.

În cazul în care profitul aferent culturii de cartof ar coborî sub pragul de 2.165,312 lei (profitul culturii de rapiță), atunci cultura ar fi exclusă din asolament, suprafața disponibilă urmând să fie cultivată cu rapiță. Având în vedere restricția privind limitarea suprafeței cultivate cu culturile de cartof și rapiță, orice creștere a profitului aferent culturii de cartof nu ar modifica soluția identificată.

CONCLUZII

Această lucrare prezintă eficiența utilizării programării liniare ca instrument în determinarea structurii de producție optime a unei exploatații vegetale din regiunea de dezvoltare Sud-Muntenia. Satisfăcând restricțiile impuse modelului (utilizarea completă a suprafeței, încadrarea cheltuielilor cu îngrășămintele, apa pentru irigat, lucrările mecanizate și lucrările manuale în fondurile alocate, respectarea asolamentului și onorarea precontractelor), structura de producție identificată ar putea aduce exploatareii un profit de 176.051,3 lei, în condițiile realizării randamentelor la hectar corespunzătoare variantei optimiste.

Pe baza soluției identificate, în condițiile realizării unor producții la hectar medii, corespunzătoare celor obținute în regiunea de dezvoltare Sud-Muntenia, exploatarea ar înregistra o pierdere de 52.882,14 lei. Realizarea unor randamente la hectar medii ar determina incapacitatea exploatareii de a onora cantitățile prevăzute în precontracte. Pentru a evita

penalitățile prevăzute în contract, exploatarea poate recurge la achiziționarea de pe piață a diferenței de produse necesare onorării precontractelor încheiate, la pierderea înregistrată adăugându-se cheltuielile provocate de diferențele de preț.

Având în vedere cele două variante obținute, s-a determinat nivelul producției aferente fiecărei culturi de la care exploatarea începe să înregistreze profit.

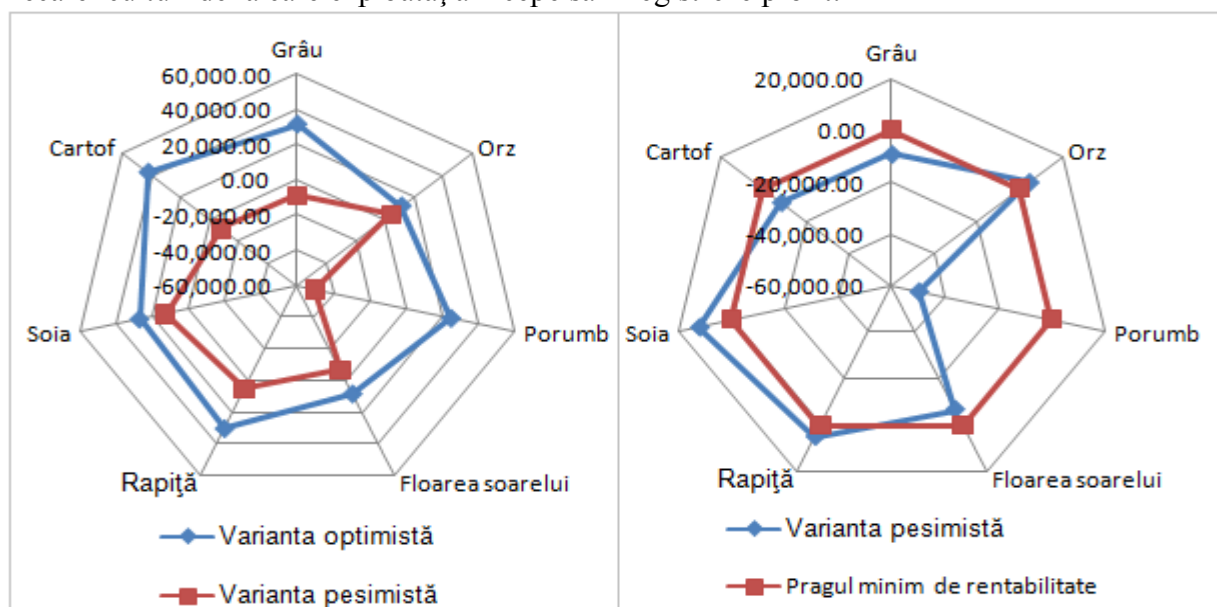


Fig. 1 Rezultatele pe cultură aferente fiecărei variante

Comparând rezultatele pe cultură aferente variantei optimiste cu cele corespunzătoare variantei pesimiste se observă o discrepanță pentru culturile floarea soarelui, grâu, cartof, dar mai ales pentru cultura porumbului. Cele patru culturi enumerate anterior ar înregistra pierderi în condițiile realizării unor randamente la hectar medii, după cum se observă din compararea variantei pesimiste cu varianta ce asigură recuperarea investițiilor cu înființarea culturilor. Culturile de orz, soia, și rapiță ar înregistra profit și în situația realizării unor producții la hectar medii, acest fapt fiind marcat grafic prin depășirea pe axă a rezultatelor corespunzătoare pragului minim de rentabilitate dar și prin apropierea pe axă a valorilor de rezultatele corespunzătoare variantei optimiste. Programarea liniară poate reprezenta un instrument important și în luarea deciziilor viitoare de către exploatarea.

Bibliografie

1. Astrid Schneider, Gerhard Hommel, Maria Blettner, *Linear Regression Analysis, Dtsch Arztebl Int.* 2010 Nov; 107(44): 776–782
2. George B. Dantzig, *Linear programming and extensions*, Princenton University Press, New Jersey, 1963
3. Ion Raluca Andreea, *Optimizarea structurii de producție în exploatarea agricole din regiunea de dezvoltare sud-muntenia*, Economie agrară și dezvoltare rurală realității și perspective pentru România editia a - II - a
4. N. A. Sofi, Aquil Ahmed, Mudasir Ahmad and Bilal Ahmad Bhat, *Decision Making in Agriculture: A Linear Programming Approach*, International Journal of Modern Mathematical Sciences, 2015, 13(2):160-169