

TEODOR NIETUPSKI
Wyższa Szkoła Rolnicza
Wrocław

Od Redakcji:

Zamieszczając artykuł dra Nietupskiego Redakcja bierze pod uwagę niewątpliwie pionierski w naszych warunkach charakter tego rodzaju opracowań. Z tego względu każde poważniejsze poszukiwanie metodyczne w dziedzinie zastosowania programowania liniowego do problematyki ekonomiczno-rolniczej zasługuje na uwagę i poparcie. Zarazem już obecnie zarysowuje się pewne niebezpieczeństwo zafrapowania się metodą i podporządkowywania ekonomiczno-rolniczej treści matematycznej formie.

Z tego względu sprawą zasadniczą dla ekonomistów rolnych, interesujących się twórczym wykorzystaniem metod programowania matematycznego, staje się gruntowna analiza i ocena zasadności ekonomiczno-rolniczej danej metody, jej parametrów (zmiennych decyzyjnych, ograniczeń, współczynników technicznych, kryteriów i współczynników funkcji celu) oraz uzyskanych wyników.

Nie umniejszając wagi doskonalenia formalno-rachunkowej strony zagadnienia, pragnęliśmy jednak zwrócić szczególną uwagę przyszłych autorów i dyskutantów na stronę merytoryczną rozwiązywanych zagadnień.

ZASTOSOWANIE PROGRAMOWANIA LINIOWEGO W PLANOWANIU ŻYWIENIA ZWIERZĄT W GOSPODARSTWIE ROLNYM

W warunkach, gdy rynek może dostarczać zasadniczo tylko pasze treściwe i specjalne, każde gospodarstwo musi zdecydować jakie rośliny i w jakich ilościach najlepiej uprawiać na pasze, jakie pasze i w jakiej ilości należy zakupić na rynku oraz rozstrzygnąć szereg innych problemów związanych z żywieniem zwierząt.

W gospodarstwach mających niską obsadę inwentarza z reguły planowanie pasz nie przedstawia większych trudności. Rzecz komplikuje się, gdy ilość inwentarza w gospodarstwie jest znaczna i istnieje konieczność szczególnie starannego zaplanowania produkcji pasz w poszczególnych sezonach, zapewnienia dostatecznej ilości ściółki, a także powiązania z całością organizacji gospodarstwa (rozkłady pracy, rozmieszczenie terytorialne itp). Rozwiązanie tych zagadnień zwykłymi metodami bilansowymi, aczkolwiek pozwala na prawidłowe wyliczenie powiązań międzydziałowych, nie zapewnia jednak dostatecznego uwzględnienia końcowego efektu gospodarowania. Nawet sporządzenie

różnych wariantów nie gwarantuje, że jakiś nowy wariant nie byłby jeszcze lepszy.

Wynika stąd konieczność stosowania metod dokładniejszych, a mianowicie metod matematycznych, które zdobywają coraz więcej zwolenników w szeregu krajów. Warto tu zaznaczyć, że pierwsze zastosowanie praktyczne metod matematycznych, w szczególności zaś programowania liniowego w rolnictwie dotyczyło minimalizacji kosztów żywienia zwierząt. Te pierwsze próby miały na celu określenie prawidłowych, z punktu widzenia fizjologicznego, a równocześnie najtańszych mieszanek i zestawów paszowych¹.

W programach liniowych obejmujących całokształt organizacji gospodarstwa system żywienia zwierząt jest z reguły określany z góry w jednostkach fizycznych (w q zielonki, okopowych, treściwych itp.) i ujęty w programie w postaci odpowiednich parametrów. Przykładów takich rozwiązań dostarcza obficie literatura angielska np. prace Tyler'a [9], Clarke'a [2] i innych autorów, rosyjska [5], a także polska [3,7]. Uzyskane rozwiązania zapewniają optymalne dostosowanie przyjętych norm żywienia do ostatecznego celu gospodarowania w ramach organizacji gospodarstwa, nie oznacza to jednak, że normy te są optymalne dla danych warunków. Z tego względu niektórzy autorzy próbują zrezygnować z normatywów paszowych wyrażonych w jednostkach fizycznych na korzyść ogólnego określenia zapotrzebowania pasz w postaci jednostek karmowych, białka strawnego i suchej masy. Normy wyrażone w jednostkach fizycznych otrzymuje się wówczas z rozwiązań. Przykładem takiego ujęcia jest praca P. Kegel'a [4]. Autor ten ujął w skali rocznej zapotrzebowanie pasz, określonych liczebnie grup zwierząt w gospodarstwie, w postaci wspomnianych jednostek. W tych jednostkach określili też produkcję pasz własnych i pasze kupne.

W Polsce próbował podobnej metody T. Orkisz [8], który w ramach organizacji gospodarstwa poszukiwał m. in. najlepszego programu produkcji pasz zielonych w podziale na miesiące, określił przy tym z góry normę tych pasz i brał pod uwagę tylko jednostki karmowe.

Przedstawione tu opracowanie miało na celu rozwiązanie problemów typowych dla projektowania organizacji gospodarstwa, ze szczególnym uwzględnieniem żywienia zwierząt. Na podstawie zgromadzonych i ujętych w liczby wiadomości o gospodarstwie² należało ustalić:

- a) strukturę zasiewów,
- b) obsadę inwentarza,

¹ W literaturze polskiej przykład taki podał S. Schmidt [10], a w Przeglądzie Hodowlanym opublikował tego typu rozwiązanie M. Lorencowicz [6]. Opracowania tego rodzaju, jak wspomniane, nie wiązały żywienia zwierząt z gospodarstwem jako całością.

² Opracowanie wykonano dla Rolniczego Zakładu Doświadczalnego Wyższej Szkoły Rolniczej we Wrocławiu — Magnic. Opis gospodarstwa Magnice poz. lit. [7]. Gospodarstwo to, leżące niedaleko Wrocławia ma dobre warunki komunikacji oraz zaopatrzenia i zbytu. Ziemia dobre, niemal wyłącznie pszenno-buraczane pozwalają na osiągnięcie względnie dobrych plonów (zbóż średnio 23 q/ha i odpowiednio innych roślin). Gospodarstwo uzyskuje wysokie udoje mleka — rocznie około 3 700 l od krowy. Dochód czysty waha się w ostatnich latach w granicach 800 tys. do 1 100 tys. zł.

c) zestaw pasz dla tegoż inwentarza zgodny z zapotrzebowaniem przy określonym poziomie produkcji.

Wszystkie te elementy winny mieć rozmiary optymalne z punktu widzenia żadanego rezultatu gospodarowania.

Przyjęte założenia do planu perspektywicznego przewidują stałą strukturę użytków rolnych:

grunty orne	462,97 ha
łąki i pastwiska	47,61 „
ogród	2,00 „
r a z e m	512,58 ha

Projektowane plony wynoszą w q/ha:

zbóż jarych i ozimych	30
buraków cukrowych	350
„ pastewnych	500
ziemniaków	200
rzepaku ozimego	20
strączkowych na nasienie	20
motylkowych i strączkowych	
na zielonkę i siano — średnio	300
w tym: koniczyn	250
lucerny	350
mieszanek strączkowych	300
końskiego zębu	600
poplonów	125
łąk	300
pastwisk	200

Mleczność krów winna osiągnąć 4 000 l od krowy rocznie.

Przewiduje się wysoki stopień mechanizacji gospodarstwa — zupełną eliminację żywej siły pociągowej oraz możliwość wysokiej obsady produkcyjnego inwentarza żywego dzięki inwestycjom budowlanym. Pasze treściwe dla tegoż inwentarza winny być w całości zakupywane (lub otrzymywane z zewnątrz w drodze wymiany).

Zadanie wykonano w 2 fazach. W fazie pierwszej sporządzono program zawierający podstawowe związki i zależności gospodarstwa; żywienie zwierząt zostało ujęte w roczne normy poszczególnych pasz, przy czym starano się by zestaw tych pasz był jak najtańszy. Inwentarz żywy określono w sztukach dużych (SD) przeliczonych dla reprodukcji prostej stada. W programie znalazło się bydło oraz trzoda chlewna. Dla tej ostatniej wprowadzono trzy wersje:

- I — maciory — sprzedaż warchlaków,
- II — kupno warchlaków, tucz głównie ziemniakami,
- III — kupno warchlaków i tucz głównie paszami treściwymi.

Ilość trzody chlewnej została ograniczona do 14,1 SD, gdyż na tyle pozwalały istniejące pomieszczenia — budowy nowych w projekcie nie przewiduje się.

Lp	Zmienne decyzyjne Warunki i ograniczenia	Jednostka	Program						
			Zboża		Buraki cukr.	Ziemniaki towar.	Ziemniaki past.	Okopowe past.	Ziemia deputatowa
			jare	ozime					
			X ₁	X ₂					
1.	Ziemia	ha	1	1	1	1	1	1	1
2.	Nawozy organiczne	q			—300	—250	—250	—300	—250
3.	Zielonka i siano	"							
4.	Kiszonki	"			350			100	
5.	Ziemniaki pastewne	"					175		
6.	Okopowe past.	"						500	
7.	Słoma	"	50	40					
8.	Praca ludzka w okr. III	dni	0	0	22,5	7,0	7,0	22,5	0,8
9.	" " " IV	"	3,8	3,6	1,8	1,2	1,2	1,8	1,0
10.	" " " V	"	2,3	0,7	18,5	11,4	11,4	29,0	3,7
11.	Ziemia deputatowa	ha	—0,009	—0,008	—0,062	—0,028	—0,028	—0,071	0,989
12.	Powierzchnia naw. organicznie	"			1	1	1	1	1
13.	Buraki cukrowe	"			1				
14.	Rzepak	"							
15.	Motylkowe i strączkowe	"							
16.	Trzoda chlewna SD								

Kryterium maksymalizacji

Niepełny dochód
czysty

4549 4549 11022 9047 —8953 —9583 —2757

Rośliny pastewne połączono w grupę „motylkowe i strączkowe na zielonkę i siano”, wydzielając tylko koński zab.

Program ten przedstawia tab. 1.

Jako kryterium maksymalizacji przyjęto „niepełny dochód czysty”, gdyż to kryterium okazało się możliwe do zastosowania także w programie głównym w przeciwieństwie do dochodu czystego.

Rozwiązanie pozwoliło na stwierdzenie, że trzoda chlewna zdecydowanie nie opłaca się dla gospodarstwa i należy ją wyeliminować. Wniosek ten miał duże znaczenie dla formowania programu głównego.

Program główny miał na celu w pierwszym rzędzie ustalenie optymalnego systemu żywienia bydła w powiązaniu z całokształtem orga-

Tabela 1

wstępny

Rzepak	Strączk. na nasienie	Pastewne pol. na ziel. i siano	Koński zab	Bydło	Trzoda chl. I	Trzoda chl. II	Trzoda chl. III		Rozmiary zasobów i ograniczeń
X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅		
1	1	1	1					=	462,97
				100	100	100	100	≧	1 675,00
		-300		139	73	61	61	=	17 690,00
			600	-60				≧	0
					-38	-87		=	0
				-18	-31	-16	-32	=	0
	30			-23	-30	-27	-27	≧	0
1,8	0	0,3	1,8	2,3	7,5	4,3	3,7	≧	3 555,80
4,7	3,5	2,8	0	2,3	7,5	4,3	3,7	≧	3 731,70
0	0,8	1,7	6,4	2,3	7,5	4,3	3,7	≧	3 532,70
-0,011	-0,010	-0,007	-0,016	-0,016	-0,054	-0,031	-0,026	=	1,479
								≧	115,75
								≧	115,75
1								≧	46,30
	1	1						≧	115,75
					1	1	1	≧	14,10
11235	4627	-3516	-5682	4482	2636	6578	2715		-183 289

nizacji gospodarstwa oraz z uwzględnieniem sezonowości żywienia zwierząt, zwłaszcza w przypadku bydła.

Dla realizacji tego ostatniego zadania rok żywieniowy podzielono na następujące okresy:

- I okres wiosenny 16.V. — 30.VI. = 46 dni
 II „ letni 1.VII. — 31.VIII. = 62 „
 III „ jesienny 1.IX. — 31.X. = 61 „
 IV „ zimowy 1.XI. — 15.V. = 196 „

Zapotrzebowanie pasz w poszczególnych okresach ustalono w postaci odpowiedniej ilości jednostek karmowych (owsianych) białka strawnego w kg i suchej masy w kg, przy założonej mleczności krów 4 000 l mleka i przy zachowaniu zasady reprodukcji prostej stada. Prze-
 li-

czenia wykonano wg danych zawartych w „Normach żywienia zwierząt gospodarskich” [9]. Projektowane plony roślin przeznaczonych na paszę przeliczono również na wspomniane wielkości, przy czym zgodnie z zasadami planowania pomniejszono plony zielonek (i wysłodków) na kiszonkę o 40% i okopowych pastewnych o 10%, celem wyrównania strat powstających przy konserwowaniu i przechowywaniu, a także dla stworzenia rezerw. Odpowiednie warunki przyjęte dla poszczególnych okresów żywieniowych przewidywały równą lub wyższą od zapotrzebowania produkcję jednostek karmowych i białka strawnego. Natomiast ilość suchej masy nie powinna przekroczyć wyliczonego zapotrzebowania. To założenie było konieczne ze względu na groźbę uzyskania nierealnego, ze względu na nadmierną ilość suchej masy, zestawu pasz.

Mając na uwadze obecność w stadzie młodzieży i wysoką mleczność krów założono dodatkowo pewne minimum pasz treściwych w każdym okresie. Wynosi ono 5% ogólnego zapotrzebowania jednostek owsianych dla danego okresu. Dla okresu zimowego zastrzeżono też, że ilość kiszonki nie może przekroczyć 50% zapotrzebowania jednostek karmowych w tym okresie. Ilość i układ przyjętych zmiennych decyzyjnych zostały dostosowane do nowego systemu planowania żywienia — stąd dość duże odchylenia ilościowe w stosunku do programu wstępnego. Oczywiście zmian jakościowych, szczególnie w parametrach być nie powinno, aczkolwiek pewnych, nieznacznych odchyień nie da się uniknąć. Nieco inaczej np. będą się kształtować nakłady pracy na grupę „motylkowe i strączkowe na zielonkę i siano” a inaczej na poszczególne rośliny tej grupy (koniczynę, lucernę itd.).

Pełne zestawienie zmiennych decyzyjnych jest przedstawione poniżej. Są to:

- X_1 — zboża ozime (słoma na ściółkę)
- X_2 — „ jare (słoma skarmiona wiosną)
- X_3 — „ „ („ „ latem)
- X_4 — „ „ („ „ jesienią)
- X_5 — „ „ („ „ zimą)
- X_6 — buraki cukrowe (liście i wysłodki na kiszonkę)
- X_7 — „ „ (liście na zielonkę, wysłodki na kiszonkę)
- X_8 — ziemniaki towarowe
- X_9 — okopowe pastewne (liście na zielonkę)
- X_{10} — ziemia deputatowa
- X_{11} — rzepak ozimy
- X_{12} — strączkowe na nasienie (słoma skarmiana wiosną)
- X_{13} — „ „ „ („ „ latem)
- X_{14} — „ „ „ („ „ jesienią)
- X_{15} — „ „ „ („ „ zimą)
- X_{16} — koniczyna na zielonkę
- X_{17} — „ na siano
- X_{18} — lucerna na zielonkę
- X_{19} — „ na siano
- X_{20} — mieszanka strączkowa na zielonkę (skarmiana latem)

X_{21} — mieszanka strączkowa na zielonkę (skarmiana jesienią)

X_{22} — mieszanka strączkowa na siano

X_{23} — koński zab na zielonkę

X_{24} — „ „ na kiszonkę

Dalsze zmienne decyzyjne oznaczają pasze treściwe w tonach skarmiane w różnych okresach żywienia, a mianowicie:

X_{25} — zboża pastewne (skarmiane wiosną)

X_{26} — otręby pszenne („ „)

X_{27} — wysłodki suche („ „)

X_{28} — makuch rzepakowy („ „)

X_{29} — mieszanka B („ „)

X_{30} — X_{34} — te same pasze treściwe skarmiane latem

X_{35} — X_{39} — te same pasze treściwe skarmiane jesienią

X_{40} — X_{44} — te same pasze treściwe skarmiane zimą

Ostatnia zmienna decyzyjna — X_{45} oznacza bydło w sztukach dużych.

Obsady inwentarza z rozwiązania wstępnego nie przyjęto jako wielkości stałej do programu głównego, ponieważ może zaistnieć sytuacja, że ulegnie ona odchyleniu z powodu zmiany systemu żywienia.

Warunki i ograniczenia dotyczące całokształtu organizacji gospodarstwa zostały przeniesione z programu wstępnego — z wyjątkiem tych, które dotyczyły trzody chlewnej, dodano zaś zespół związany z żywieniem.

Dla uniknięcia nieporozumień podano poniżej nowy układ wszystkich warunków. Dotyczyły one kolejno:

W_1 — zasobu ziemi w ha

W_2 — bilansu obornika w q

W_3 — bilansu słomy w q

W_{4-6} — zasobów pracy ludzkiej w trzech okresach: maj-czerwiec, lipiec-sierpień i wrzesień-październik, w dniach

W_7 — zapotrzebowania na ziemię deputatową, zgodnie z Układem Zbiorowym Pracy,

W_8 — minimum powierzchni nawożonej organicznie (25%)

W_9 — maksymalnej ilości buraków cukrowych (25%)

W_{10} — maksymalnej ilości rzepaku (10%)

W_{11} — maksymalnej ilości roślin motylkowych i strączkowych (25%)

Pozostałe warunki (12—28) były związane wyłącznie z żywieniem zwierząt wg omówionego uprzednio dla poszczególnych okresów schematu, a mianowicie:

W_{12-15} — żywienie wiosną

W_{16-19} — „ latem

W_{20-23} — „ jesienią

W_{24-28} — „ zimą

W ten sposób powstał program, który przedstawia tabela 2.

W tym miejscu warto wyjaśnić dlaczego uznano za celowe wprowadzenie rozwiązania wstępnego. W omawianym gospodarstwie istniała, jak wspomniano, możliwość chowu dwóch gatunków zwierząt: bydła i trzody chlewnej. Zbudowanie programu w/g przyjętych założeń dla tych dwóch gatunków wymagałoby bardzo znacznego zwiększenia go,

gdyż dla trzody trzeba by było w każdym okresie przewidzieć odrębne pasze i założyć dostateczną ilość warunków. Połączenie zapotrzebowania paszy dla obu gatunków nie jest możliwe, gdyż różne jest wykorzystanie pasz i różne potrzeby paszowe. Mogłoby się zdarzyć, że rozwiązanie wskazałoby np. na żywienie trzody chlewnej w sposób identyczny jak bydła, a to nie miałoby sensu z punktu widzenia zasad żywienia. Rozwiązanie programu wstępnego i eliminacja trzody chlewnej umożliwiły znaczne uproszczenie i zmniejszenie programu głównego.

Należy zaznaczyć, że stosowanie rozwiązań wstępnych, celowe przy planowaniu pasz dla poszczególnych okresów, traci znaczenie przy planowaniu w skali rocznej — nowy gatunek zwierząt zwiększa wówczas program tylko o kilka, w najgorszym razie o kilkanaście zmiennych decyzyjnych i kilka warunków. Szukanie rozwiązań dla problemów żywienia zwierząt w skali rocznej ma jednak bardzo istotną wadę. Mianowicie zawsze istnieje przy tym niebezpieczeństwo uzyskania rozwiązania bezwartościowego w praktyce wskutek nadmiaru pewnych pasz lub braku innych, a więc rezultatu sprzecznego z rzeczywistym zapotrzebowaniem pasz, które nosi charakter sezonowy dla większości gatunków zwierząt i kierunków użytkowania. Można temu w pewnej mierze zapobiec stosując odpowiednie ograniczenia i operując wielkościami bardziej ogólnymi, jednak trudno jest przewidzieć wszystkie możliwości jakie mogą wyniknąć z programu.

Na zakończenie omawiania programu należy poświęcić parę słów wyrazom wolnym. Zostały one przeniesione z programu wstępnego, zaś pasze ze stałych źródeł (łąki, pastwiska i poplony — dla których przyjęto, podobnie jak w programie wstępnym, 10% gruntów ornych jako stały obszar) przeliczono na jednostki karmowe, białko strawne i suchą masę, z uwzględnieniem sezonowości produkcji. 50% poplonów przewidziano na skarmienie jesienią w postaci zielonek, a resztę przeznaczono na zakiszenie. Na zakończenie opisu należy zaznaczyć, że przedstawiona tu metoda budowy programu może być stosowana dla różnych warunków i różnych gatunków zwierząt, oczywiście po odpowiednich modyfikacjach. W szczególności może okazać się celowe wprowadzenie nie tylko dolnych lecz także górnych pułapów dla jednostek karmowych i białka, a także dolnej granicy dla suchej masy.

Następnym etapem pracy było ustalenie kryterium oceny programu. Okazało się przy tym, iż rzecz przedstawia się odmiennie niż w rozwiązaniu wstępnym. Ze względu na często decydujące znaczenie kryterium oceny programu dla kierunków rozwiązania programu warto na pewne aspekty występujące przy użyciu poszczególnych kryteriów zwrócić uwagę. Okazało się mianowicie, że:

1) Niepodobna stosować jako kryterium produkcji globalnej, ponieważ prowadzi ona do wyliczenia nadzwyczaj wysokich ilości pasz kupnych; podobnie ma się rzecz z produkcją końcową (brutto). Wynika to z konieczności określania tych wielkości przy paszach kupnych przez „0”, a więc nie ma wówczas obciążenia gospodarstwa. W konsekwencji rozwiązanie prawidłowe formalnie, jest niewłaściwe z ekonomicznego i organizacyjnego punktu widzenia.

2) Dochód czysty w postaci zastosowanej w rozwiązaniu wstępnym

(produkcja globalna minus koszty całkowite) nie może być użyty, gdyż — między innymi — nie wiadomo jakie żywienie zwierząt będzie ostatecznie wyliczone.

3) Natomiast kryterium w pełni stosowalnym okazała się produkcja końcowa netto, przy której zakup pasz odlicza się od produkcji końcowej. Można także stosować pewne formy dochodu czystego po odpowiedniej modyfikacji. W omawianym przypadku modyfikacja ta była następująca: jako przychód dla każdej uprawy i działu — dla każdej zmiennej decyzyjnej — ujmowano wyłącznie produkt wchodzący w skład produkcji końcowej gospodarstwa.

Obornik, pasze produkcji własnej, słoma, nie były liczone po stronie przychodów. Następnie, tak uzyskane wielkości pomniejszono o koszty bezpośrednie danych upraw i działów, nie obciążając oczywiście produkcji roślinnej obornikiem ani produkcji zwierzęcej paszami własnej produkcji i ściółką. W ten sposób został pominięty trudny w praktyce do wyceny, a w tym przypadku wręcz uniemożliwiający obliczenia obrót wewnętrzny.

Zmienne decyzyjne określające pasze własne i kupne uzyskały w ten sposób ujemną wielkość kryterium: zerowa produkcja końcowa minus bezpośrednie koszty produkcji i zakupu.

Dla uniknięcia nieporozumień nie obciążono poszczególnych zmiennych grupą kosztów pośrednich. Łatwiej i dokładniej można je uwzględnić dodatkowo po zakończeniu obliczeń — odpowiednio pomniejszając uzyskany maksymalny rezultat dla całości gospodarstwa. Jak widać, wyliczone w ten sposób kryterium oceny programu równa się rzeczywistemu dochodowi czystemu plus koszty bezpośrednie. Kryterium to nazwano niepełnym dochodem czystym¹.

Rozwiązanie wykonano algorytmem simplex na maszynie elektronicznej Elliot 803 w Katedrze Metod Numerycznych Uniwersytetu Wrocławskiego. Czas rozwiązywania programu wstępnego wyniósł około 2 minut, a programu głównego około 30 minut.

Tabela 3 podaje uzyskaną strukturę zasiewów, obsadę inwentarza, oraz rozmiary kryterium oceny programu dla rozwiązania wstępnego i głównego. Dla uzyskania pełnego porównania dla programu wstępnego i głównego obliczono niepełny dochód czysty.

Jak widać, różnice między obu programami są dość istotne. W rozwiązaniu programu głównego znalazło się znacznie mniej zbóż — 32,67 ha, więcej buraków cukrowych (+ 18,74 ha), które weszły m. in. na miejsce okopowych pastewnych. Zupełnie nową pozycję stanowią strączkowe na nasienie, które w ilości 79,27 ha zastąpiły część zbóż i weszły na miejsce zwolnione przez pastewne polowe, których ilość znacznie zmalała: z 113,97 do 61,13 ha, mimo wzrostu inwentarza żywego z 72,03 do 78,15 SD/100 ha UR.

Rezultatem tych wszystkich zmian był wzrost „niepełnego dochodu czystego” o 96 222 zł, tj. w stosunku do rozwiązania wstępnego o 3,0%. Okazuje się zatem, że uprzednio przyjęty system żywienia nie był naj-

¹ T. Orkisz [8] nazywa w podobny sposób wyliczoną wielkość „dochodem surowym oczyszczonym”, nazwa ta jednak budzi wątpliwości, gdyż powszechnie pojęciem dochodu surowego określa się rozmiary produkcji w określonym ujęciu, bez uwzględnienia jakichkolwiek kosztów.

G. Blohm [1] używa pojęcia „oczyszczony dochód surowy” w takim właśnie sensie.

Tabela 3

Wyniki końcowe rozwiązań
(struktura zasiewów, obsada inwentarza, wynik finansowy)

Lp.	Wyszczególnienie	Rozwiązanie główne				Rozwiązanie wstępne			
		ha, SD, t.	%	zł	%	ha, SD, t.	%	zł	%
1.	Zboża ozime	134,41	29,03	611 431		90,49	19,55	411 633	
2.	Zboża jare	46,60	10,07	211 983		57,85	12,49	263 163	
3.	Razem zboża	181,01	39,10	823 414	25,2	148,34	32,04	674 796	20,1
4.	Burak cukrowy	91,12	19,68	1 004 325		109,86	23,73	1 210 839	
5.	Okopowe pastewne	13,44	2,90	-128 796		0	0	0	
6.	Ziemia deputatowa	17,13	3,70	-47 227		18,07	3,90	-49 817	
7.	Razem okopowe	121,69	26,28	828 302	25,4	127,93	27,63	1 161 022	34,6
8.	Rzepak	46,30	10,00	520 181	16,0	46,30	10,00	520 181	15,5
9.	Strączkowe na nasienie	0	0	0	0	79,27	17,12	366 761	10,9
10.	Pastewne polowe w tym: koński żąb	113,97 0	24,62 0	-400 719 0	-12,3	61,13 24,65	13,21 5,33	-267 786 -140 090	-8,0
11.	Razem zasiewy gł.	462,97	100,00	1 771 178	54,3	462,97	100,00	2 454 974	73,1
12.	Uprawy pozostały	×		-183 289	-5,6	×	×	-183 289	-5,4
13.	Razem prod. roślinna	×		1 587 889	48,7	×	×	2 271 685	67,7
14.	Bydło S. D.	373,24		1 943 461	59,6	391,49	—	2 038 504	60,7
15.	Zakup pasz treściwych ton	108,24		-270 599	-8,3	376,55	×	-953 216	-28,4
16.	Ogółem n. d. c.			3 260 751	100,0			3 356 973	100,0
17.	Nadwyżka n. d. c.			+96 222	3,0				
18.	Na 100 ha U. R.	72,82 SD		636 145		76,38 SD		654 917	

lepszy; rozwiązanie programu głównego dostarczyło lepszych wyników, aczkolwiek różnica nie jest duża. Trzeba jednak pamiętać, że także program wstępny był maksymalizowany.

Tabela 4 przedstawia żywienie wyliczone dla poszczególnych okresów. Okresy wiosenny i letni mają żywienie dość podobne. Podstawę stanowią zielonki: wiosną pastwiska i lucerna, latem lucerna, pastwisko i dochodzą w znacznej ilości pasze treściwe. Uzupełnienie stanowi słoma zbóż jarych. Takie żywienie zapewnia dostateczną ilość jednostek karmowych i suchej masy, natomiast jego wadą jest nadwyżka białka rzędu 48,6% wiosną i znacznie mniejsza — 26,4% latem. W praktyce będzie ona mniejsza. Łatwo jednak zauważyć, że likwidacja obu nadwyżek, szczególnie zaś wiosennej nie jest prosta, gdyż decydującą rolę w żywieniu w tym okresie odgrywają rośliny motylkowe. Latem można bez trudu zastąpić zboże pastewne wysłódkami suchymi — co jednak nieco — wbrew pozorom — zmniejszy żądany efekt, tj. niepełny dochód czysty. (Należałoby w tym celu zmniejszyć ilość słomy zbóż jarych do 15,47 ha, oraz zakupić 128,64 ton wysłódków. Nadmiar białka redukuje się do 21,12%, niepełny dochód czysty zmaleje o 6 683 zł).

W okresie jesiennym nie ma żadnych nadwyżek, gdyż decydującą pozycję paszową stanowią liście buraków uzupełnione zielonką z poplonów i końskiego zębu, a w małym stopniu także pastwiskiem. Podobnie jak w okresach poprzednich, słoma stanowi dodatek uzupełniający suchą masę, a treściwe wyrównują mały niedobór jednostek karmowych i białka. Na okres zimowy rozwiązanie wyznacza dość dużą ilość pasz treściwych — dostarczają one 35% jednostek owsianych i 41,8% białka strawnego. Jednakże rolę decydującą w żywieniu zimowym odgrywa kiszonka — 50% jednostek karmowych, przy czym w większej części ma ona być sporządzona z liści i wysłódków buraków cukrowych, reszta zaś z końskiego zębu i poplonów. Siano odgrywa mniejszą rolę — jest go tylko tyle ile można uzyskać z łąk, a uzupełnieniem tych pasz jest słoma zbóż jarych i strączkowych.

Tabela 5 przedstawia system żywienia założony w programie wstępnym oraz wyliczony z programu głównego w kwintalach poszczególnych pasz. Należy tu wyjaśnić, że w pozycji zielonka na kiszonkę jest uwzględniona 20% strata przy konserwowaniu.

Jak widać oba normatywy różnią się dość znacznie. Różnica zasadnicza wynika stąd, że w systemie żywienia wyliczonym w programie głównym jest znacznie mniej zielonek i siana — 94,04 q wobec 139,0 q, więcej kiszonek o 27,03 q, usunięte zostały okopowe pastewne i wreszcie ilość pasz treściwych wzrosła aż do 9,6 q wobec 2,9 q w programie wstępnym. Ogólnie biorąc nastąpiło duże przesunięcie na rzecz kupnych pasz treściwych, a w produkcji pasz własnych na produkty uboczne co uwidoczniło się m. in. w dużym wzroście ilości kiszonek i redukcji głównej powierzchni paszowej.

Porównanie wartości obu zestawów paszowych w cenach zaliczeniowych przyjętych dla obliczenia kosztów żywienia w programie wstępnym wykazuje, że wyliczony w programie głównym zestaw pasz jest znacznie droższy — aż o 1 000,55 zł na 1 S.D. nie przeszkodziło to jednak wzrostowi żadanego rezultatu gospodarowania w skali całego gospo-

Tabela 4

Pasze dla bydła w poszczególnych okresach

Lp.	Wyszczególnienie	Ilość ha, ton	Jedn. ows.		Białko str.		Sucha masa	
			ilość jedn.	%	ilość kg	%	ilość kg	%
Okres wiosenny								
1.	Pastwisko	22,11	57 986	29,4	6 672	22,5	56 240	23,6
2.	Lucerna	36,48	110 074	55,8	21 745	73,3	119 487	50,1
3.	Słoma zbóż jarych	15,84	17 040	8,6	396	1,3	53 843	22,6
4.	Zboża pastewne	10,25	12 212	6,2	851	2,9	8 849	3,7
R a z e m			197 312	100,0	29 664	100,0	238 419	100,0
Zapotrzebowanie			197 312		19 966		238 419	
Nadwyżka			0	0	9 698	48,6	0	0
Okres letni								
1.	Pastwiska	22,11	39 480	14,9	4 542	13,4	38 291	11,9
2.	Lucerna	36,48	100 187	37,7	22 256	65,2	115 729	36,0
3.	Słoma zbóż jarych	29,00	31 201	11,7	725	2,1	98 590	30,7
4.	Zboża pastewne	79,73	94 956	35,7	6 617	19,3	68 805	21,4
R a z e m			265 824	100,0	34 240	100,0	321 415	100,0
Zapotrzebowanie			265 824		27 013		321 416	
Nadwyżka			0	0	7 127	26,4	0	0
Okres jesienny								
1.	Pastwisko	22,11	25 908	9,9	2 981	11,4	25 128	8,0
2.	Poplony na ziel.	23,15	49 194	18,8	6 273	23,9	54 796	17,3
3.	Koński ząb na ziel.	1,93	23 399	8,9	1 251	4,8	22 020	7,0
4.	Liście buraków cukrowych	55,69	138 382	52,9	14 534	55,3	168 564	53,4
5.	Słoma zbóż jarych	10,52	11 324	4,3	263	1,0	35 781	11,3
6.	Zboża pastewne	11,18	13 310	5,2	928	3,6	9 645	3,0
R a z e m			261 517	100,0	26 230	100,0	315 934	100,0
Zapotrzebowanie			261 517		26 230		315 934	
Nadwyżka			0	0	0	0	0	0

Warto dodatkowo zwrócić uwagę na zmiany powierzchni paszowej w rozwiązaniu wstępnym i głównym (na 1 S.D.).

	Rozw. wstępne	Rozw. główne
Pow. paszowa główna arów	46,9	27,8
„ „ dodatkowa ¹ arów	36,8	39,9
Razem arów	83,7	67,7

Zmniejszenie głównej powierzchni paszowej na 1 S.D. wynosi 19,1 ara. Jest to stosunkowo dużo, o tyle też wzrosła powierzchnia pod produkty towarowe. W konsekwencji wartość produkcji towarowej netto wzrosła o 568 zł/ha. Równocześnie nastąpił niewielki, 3,1 ara liczący przyrost dodatkowej powierzchni paszowej. Resztę wyrównuje zwiększona ilość pasz treściwych i zmiana plonów roślin dostarczających paszy: wprowadzenie końskiego zębu o plonie 600 q/ha i zwiększenie powierzchni buraków cukrowych dostarczających 350 q liści i wysłodków z 1 ha wobec plonów głównej powierzchni paszowej z programu wstępnego — 300 q/ha.

Uwagi końcowe

Na podstawie uzyskanych rezultatów można stwierdzić, że podobne obliczenia mogą mieć duże znaczenie w planowaniu żywienia zwierząt. Okazuje się, że rozważania ekonomiczne dotyczące substytucji pasz mogą, przy posługiwaniu się klasyczną kalkulacją rozdziałczą, doprowadzić do zgoła mylnej oceny opłacalności takich czy innych zestawów paszowych. W gospodarstwie, jak widać z przedstawionego w niniejszej pracy przykładu, zachodzi zjawisko substytucji złożonej, której kierunki i rozmiary są kształtowane przez zespół istniejących warunków. W pełni prawidłowe wyniki można uzyskać tylko z obliczeń uwzględniających całość organizacji gospodarstwa. Problem ten i związane z nim zagadnienie stabilności żądanego rezultatu gospodarowania przy różnych zestawach paszowych powinien być dokładnie badany, ze względu na duże znaczenie dla podejmowania określonych decyzji w praktyce gospodarczej. Warto przypomnieć, że w omówionym przykładzie bardzo różne zestawy paszowe dały ostateczny rezultat — niepełny dochód czysty — stosunkowo niewiele różny. Zwykle metody bilansowe i kalkulacyjne niezbyt są przydatne do rozwiązania w ten sposób określonych zadań tak ze względu na pracochłonność, jak i zasadnicze trudności w optymalizacji żądanych rezultatów gospodarowania.

Programowanie liniowe pozwala na uzyskanie zadowalających rezultatów, lecz główną przeszkodą w podjęciu odpowiednich badań dla poszczególnych rejonów przyrodniczo-ekonomicznych przy użyciu tej metody, stanowi obecnie brak opracowanych wskaźników nakładów i przychodów dla poszczególnych upraw czy grup roślin i gatunków zwierząt charakterystycznych dla tych rejonów.

¹ Bez słomy.

Równie ważną przeszkodą jest brak kadry planistów — ekonomistów rolnych, którzy by umieli posługiwać się metodą programowania liniowego. Na ogół jednak, przynajmniej część podnoszonych trudności w wyszkoleniu odpowiednich fachowców jest przesadzona. Tak jest m. in. ze znajomością (czy raczej nieznanością) wyższej matematyki wśród rolników. Dla technicznego posługiwania się programowaniem liniowym wystarczy poznanie jej elementów stanowiących podstawę teoretyczną tej metody. Wyraźnie zresztą stwierdza to O. Heady, niewątpliwym w tej dziedzinie autorytet. Strona metodyczna samych obliczeń, nie jest na ogół skomplikowana, zaś ewentualne korzyści mogą okazać się niewspółmiernie wysokie w stosunku do poniesionych nakładów.

LITERATURA

1. Blohm G. *Ekonomika i Organizacja gospodarstw rolniczych* P.W.R.iL. Warszawa 1961.
2. Clarke G. B., Simpson I. G. A theoretical approach to the profit maximisation problems in farm management, *Journal of Agricultural Economics* nr 3/1959.
3. Gajewski J. *Zastosowanie metody programowania liniowego w rolnictwie*. P.W.R.iL. Warszawa 1962.
4. Kegel P. Příkladů pouziti lineárního programování při plánování zemědělství. *Zemědělská Ekonomika* nr 1—2/1964.
5. Klujkow W. Planování výroby krmiv a produktů živočišné výroby s pomocí lineárního programování. *Plánové Chovnictvo* nr 1/1962.
6. Lorencowicz M. Planowanie optymalnych dawek paszowych i metoda programowania liniowego. *Przegląd Hodowlany* nr 10/1963.
7. Nietupski T. Projektowanie organizacji gospodarstwa rolnego przy zastosowaniu metody programowania liniowego. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej* nr 5/1963.
8. Orkisz T. Optymalizacja planu produkcji gospodarstwa rolnego metodą programowania liniowego. *Problemy Ekonomiczne* Kraków — grudzień 1963.
9. Praca zbiorowa. Normy żywienia zwierząt gospodarskich, pod redakcją M. Chomyszyna i L. Turnau'a P.W.R.iL. Warszawa 1961.
10. Schmidt S. W sprawie programowania liniowego w rolnictwie. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej* nr 3/1958.
11. Tyler G. I. An application of linear programming, *Journal of Agricultural Economics* nr 4/1960.

ТЕОДОР НЕТУПСКИ

Высшее Сельскохозяйственное Заведение

В роц л а в

ПРИМЕНЕНИЕ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

В ПЛАНИРОВАНИИ КОРМЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

С о д е р ж а н и е

Обыкновенные методы баланса не разрешают вычислить состава кормов оптимальных в условиях данного хозяйства. Из за этого автор предлагает применить для этой цели линейное программирование. На примере крупного хозяйства представлены 2 фазы решения этой задачи. Первая фаза разрешает определить, какие виды жи-

вотных следует разводить в данном хозяйстве (вступительная программа); вторая фаза приносит ответ на вопрос, какой способ кормления следует применить к избранным видам животных, чтобы обеспечить лучшие результаты сельскохозяйственной работы (главная программа). Подразделение задачи на две фазы разрешает уменьшить и упростить главную программу, что имеет большое техническое значение.

Одновременно автором представлена методика формирования линейных программ, употребляемых для вычисления оптимальных кормовых составов в соотношении к совокупности организации хозяйства с учетом сезонности кормления.

На основании полученных результатов автор приходит к заключению, что применение линейного программирования для определения состава кормов предназначенных для сельскохозяйственных животных — может принести существенные экономические эффекты.

TEODOR NIETUPSKI
Agricultural College
Wrocław

LINEAR PROGRAMMING APPLICATION TO THE PLANNING OF ANIMAL FEEDING ON A FARM

S u m m a r y

The simple balance method does not allow to calculate the optimal combination of feeds in the conditions existing in a given farm. This being the reason why the suggestion is made by the author to adapt the linear programming for this purpose.

On the example of a big farm, the author presents two phases of solution. The phase one allows to determine, which animal varieties are to be on the farm (introductory program). The phase two gives the answer, how to feed the chosen variety of animals, aiming maximal farming results (basic program). Distribution of the above problem into two phases, allows to decrease and simplify the main program, being of an utmost technical importance. At the same time the methodics of linear programming formulation is introduced, aiming in an optimal feed combinations calculation as connected with the complex of farm organisation and with due consideration given to the seasonal feeding.

On the base of the results achieved the author comes to the conclusion that the application of linear programming to the calculation of feedstuffs combinations in agricultural farms may result in essential economic effects.