

ALEKSANDER ZELIAŚ
Wyższa Szkoła Ekonomiczna
K r a k ó w

**ZASTOSOWANIE FUNKCJI PRODUKCJI DO BADANIA
EFEKTYWNOŚCI NAWOŻENIA**
(na przykładzie województwa krakowskiego)

Jak powszechnie wiadomo, na wzrost plonów ma wpływ cały kompleks czynników przyrodniczych, agrotechnicznych, ekonomicznych i organizacyjnych — przy czym w naszych warunkach ze względu na niską kulturę i technikę uprawy poważne znaczenie mają warunki naturalne (klimat i gleba). Spośród wszystkich czynników wpływających na plony, najbardziej istotną rolę odgrywa nawożenie.

W opracowaniu niniejszym głównie zajmiemy się zagadnieniem ustalenia wpływu nawożenia na kształtowanie się dynamiki plonów. Inne czynniki kształtujące poziom plonów przyjmujemy za mniej więcej stałe w badanym okresie.

Nie negując wpływu innych czynników na wzrost plonów oraz ich kompleksowego działania, ograniczamy się do określenia prawidłowości zachodzących jedynie pomiędzy plonami a nawożeniem oraz spróbujemy określić w jakim stopniu plony zbóż zależą od poziomu nawożenia.

Badania przeprowadziliśmy w oparciu o dane dotyczące całej gospodarki rolnej woj. krakowskiego w latach 1949—1962, bez podziału na gospodarstwa indywidualne i społeczne. Źródła informacji o plonach czterech podstawowych zbóż, nawozach mineralnych i oborniku na przestrzeni lat 1948—1956 zostały zaczerpnięte z pracy Stanisława Waclawowicza¹. Natomiast dane za okres 1957—1962 uzyskano w Wojewódzkim Inspektoracie Państwowej Inspekcji Plonów przy Wydziale Rolnictwa i Leśnictwa WRN, z WKPG i z Wojewódzkiego Urzędu Statystycznego. Zaznaczyć należy, że materiał sprawozdawczy był w stanie surowym, nie nadającym się do bezpośrednich badań. Musiano więc uprzednio uporządkować go, sprawdzić, oraz przy pomocy odpowiednich przeliczeń uczynić poszczególne wielkości porównywalnymi.

Analizę rzeczową dotychczasowego kształtowania się dynamiki plonów w zależności od wpływu nawozów zarówno mineralnych, jak i obornika przeprowadziliśmy dla wszystkich czterech zbóż razem w oparciu o uprzednio opracowany bilans nawozowy. Bilans obornika został opracowany na podstawie spisu stanu pogłowia zwierząt. Znając normy wydajności obornika od jednej sztuki oraz liczebność pogłowia zwierząt, obliczyliśmy dla każdego roku ogólną produkcję obornika. W rachunku naszym przyjmujemy następujące ilości obornika od sztuki statystycznej:

bydło ² w powiatach górskich	50 q obornika rocznie
bydło w powiatach nizinnych	75 q " "
konie	50 q " "
trzoda	12 q " "
owce	6 q " "

¹ St. Waclawowicz, Metodyka określania stanu i kierunku rozwoju produkcji podstawowych zbóż na przykładzie województwa krakowskiego, PWN, Kraków 1960, s. 74—80.

² Przy ustalaniu tych danych oparliśmy się na obliczeniach St. Waclawowicza, op. cit. s. 72.

Opracowany bilans obornika może być obciążony błędami ze względu na subiektywność szacunku zarówno produkcji obornika jak i stanu pogłowia zwierząt. Powszechnie bowiem wiadomo, że w spisie rolnym stan pogłowia jest poważnie заниżony z uwagi na stałą tendencję do podawania stanu majątkowego niższego niż rzeczywisty. Z tego też względu trudno by było ustalić, jak dużym błędem są obciążone te wielkości w poszczególnych latach.

Dane o nawozach mineralnych w czystym składniku (NPK) uzyskaliśmy z WKPG Kraków.

Przy ustalaniu poziomu nawożenia przyjęliśmy, że około 90% nawozów mineralnych w czystym składniku przeznaczone zostało w badanym okresie pod zboża. Przyjmujemy również, że około 50% obornika wykorzystywane jest przez zboża. Wydaje się, że jest to zgodne z dotychczasową praktyką w gospodarstwach indywidualnych. Przy przeliczaniu nawożenia organicznego i mineralnego przyjmujemy za podstawę odniesienia 1 ha powierzchni zasiewów zbóż.

Tabela 1

Wojewódzki bilans nawozowy za lata 1948—1962

Rok	Bydło tys. szt.	Konie tys. szt.	Trzoda tys. szt.	Owce tys. szt.	Ogółem produk- cja obornika w tys ton	Obszar uprawy zbóż tys. ha	Obornik ton/ha	Nawozy mine- ralne w kg/ha
1948	494	120	208	70	3 796	403	4,6	27,0
1949	535	132	217	88	4 115	432	4,8	36,1
1950	569	135	312	92	4 492	418	5,3	44,5
1951	585	142	328	115	4 658	382	6,1	38,8
1952	584	142	314	127	4 651	376	6,2	45,6
1953	638	139	404	160	5 043	384	6,5	43,0
1954	639	138	399	200	5 071	411	6,1	54,2
1955	657	139	439	227	5 236	403	6,5	56,4
1956	631	134	396	159	4 980	402	6,2	76,8
1957	629	133	480	160	5 269	410	6,4	67,2
1958	623	137	513	148	5 281	414	6,4	56,6
1959	624	140	470	139	5 247	416	6,3	69,9
1960	653	139	509	137	5 470	409	6,7	69,6
1961	631	137	467	110	5 255	405	6,5	82,1
1962	657	135	523	104	5 476	395	6,9	84,4

Technikę opracowania bilansu nawozowego na szczeblu województwa za okres 1948—1962 ilustruje tabela 1. Z zamieszczonych danych wynika, że wzrost nawożenia organicznego był bardzo powolny w porównaniu do nawożenia mineralnego, które wzrosło w 1962 r. w stosunku do 1948 r. przeszło 3 razy.

Spróbujemy teraz określić, jaki zachodzi związek pomiędzy plonami a nawożeniem mineralnym i organicznym ujmowanym oddzielnie oraz określimy w jakim stopniu plony zbóż zależą od poziomu nawożenia.

W tym celu obliczyliśmy przeciętne łączne plony czterech zbóż. Plony te zostały obliczone na podstawie danych Państwowej Inspekcji Plonów, jako średnia ważona plonów i powierzchni zbiorów poszczególnych zbóż.

Ponieważ dane dotyczące plonów nie pokrywają się w pełni z okresami nawożenia, dlatego też wielkości odnośnie nawożenia organicznego i mineralnego brano z roku poprzedniego a dane o plonach z roku następnego (tabela 1).

Tabela 2

Kształtowanie się przeciętnych plonów 4 zbóż łącznie, w zależności od zużycia obornika i nawozów mineralnych w woj. krakowskim w latach 1949—1962

Lata	Plony 4 zbóż w q/ha Y	Obornik w t/ha X	Nawozy mineralne w kg/ha Z	Wskaźnik wzrostu (1949 = 100)		
				plony 4 zbóż	obornik	nawozy mineralne
1949	11,1	4,6	27,0	100,0	100,0	100,0
1950	10,9	4,8	36,1	98,2	104,3	133,7
1951	11,5	5,3	44,5	103,6	115,2	164,8
1952	12,3	6,1	38,8	110,8	132,6	143,7
1953	11,8	6,2	45,6	106,3	134,8	168,9
1954	12,9	6,5	43,0	116,2	141,3	159,2
1955	13,9	6,1	54,2	125,2	132,6	200,7
1956	14,3	6,5	56,4	128,8	141,3	208,9
1957	15,2	6,2	76,8	136,9	134,8	284,4
1958	14,7	6,4	67,2	132,4	139,1	248,9
1959	15,8	6,4	56,6	142,3	139,1	209,6
1960	14,8	6,3	69,9	133,3	136,9	258,9
1961	18,1	6,7	69,6	163,1	145,6	257,8
1962	15,3	6,5	82,1	137,8	141,3	304,1

Współczynniki korelacji prostej pomiędzy plonem a nawożeniem organicznym i mineralnym kształtują się następująco:

$$r_{yx} = 0,757$$

$$r_{yz} = 0,834$$

$$r_{xz} = 0,684$$

Wpływ nawozów organicznych na plony, gdy inne czynniki łącznie z nawozami mineralnymi uznane są za stałe, jest wysoki ($r_{yx} = 0,757$). Podobnie wysoki wpływ wywierają nawozy mineralne na plony przy tym samym założeniu ($r_{yz} = 0,834$). Wysokość współczynnika korelacji między samymi zmiennymi niezależnymi (x, z), nie jest istotna z punktu widzenia naszego studium, aczkolwiek i ten współczynnik jest względnie wysoki ($r_{xz} = 0,684$).

Współczynnik korelacji wielorakiej pomiędzy plonem a nawożeniem łącznym, zarówno organicznym jak i mineralnym, przy uznaniu innych czynników za stałe kształtuje się następująco:

$$R_{y \cdot xz} = 0,872$$

Współczynnik ten jest większy od współczynników korelacji pomiędzy plonami a nawożeniem organicznym i mineralnym ujmowanym oddzielnie. Wynika z tego wniosek, że suma obu tych czynników wpływa na plony w większym stopniu niż każdy z nich z osobna.

W celu znalezienia miernika ścisłości związku między plonami (Y) a nawożeniem obornikiem (X) przy wyłączeniu działania nawozów mineralnych i między plonami a nawożeniem mineralnym (Z) przy wyłączeniu działania obornika posłużono się współczynnikiem korelacji cząstkowej. Obliczone współczynniki korelacji cząstkowej przedstawiają się następująco:

$$r_{yx(z)} = 0,464$$

$$r_{yz(x)} = 0,664$$

Korelacja cząstkowa informuje, że w badanym czasokresie obornik bez nawozów mineralnych daje mniejsze przyrosty plonu aniżeli nawozy mineralne stosowane bez obornika. Wydaje się, że fakt ten należy tłumaczyć dość poważnym wzrostem w badanym okresie dawek nawozów mineralnych przy prawie stałej dawce obornika (tabela 2).

Dla planowania najważniejszym zagadnieniem jest wybór modelu matematycznego, dzięki któremu będzie można stwierdzić, w jaki sposób czynniki wzrostu są powiązane z plonem. Wzrost plonu przy zastosowaniu dwóch czynników może być wyrażony w nieliniowej funkcji produkcji¹.

Dla planowania najważniejszym zagadnieniem jest wybór modelu matematycznego, dzięki któremu będzie można stwierdzić, w jaki sposób czynniki wzrostu są powiązane z plonem. Wzrost plonu przy zastosowaniu dwóch czynników może być wyrażony w nieliniowej funkcji produkcji¹.

Funkcja użyta w niniejszym opracowaniu znana jest pod nazwą funkcji Cobb-Douglasa. Przy wyborze tego typu funkcji braliśmy pod uwagę nie tylko związki przyczynowe, które można przedstawić, lecz także właściwości, które zawiera ta funkcja w swej postaci matematycznej oraz jej przydatność dla techniki obliczeń.

Użycie wyżej wspomnianej funkcji umożliwia obliczenie w wielkościach stosunkowych (współczynniki elastyczności) wpływu zmian dawek nawożenia na poziom plonów z 1 ha.

Posługując się nią można także w sposób szacunkowy, lecz dostatecznie dokładny przewidywać wysokość plonów w zależności od ilości stosowanych nawozów, przy założeniu stałości innych czynników biorących udział w produkcji.

Następna część opracowania jest poświęcona zastosowaniu przyjętej funkcji do analizy wpływu obornika i nawozów mineralnych na wysokość plonów w województwie krakowskim.

Chcąc uchwycić wpływ uwzględnionych czynników produkcji na wielkość plonów czterech zbóż posłużono się, jak już wspomniano, funkcją typu Cobb-Douglasa w postaci potęgowej o stałych elastycznościach cząstkowych produkcji. Funkcję tę można ująć w formie:

$$Y' = a \cdot X^{\alpha} \cdot Z^{\beta} \quad (1)$$

gdzie: Y' , X , Z są zmiennymi oznaczającymi kolejno:

Y' — przeciętne plony czterech zbóż obliczone matematycznie

X — zużycie obornika w tonach na 1 ha

Z — zużycie nawozów mineralnych w kg/ha

zaś wielkości a , α , β — są stałymi parametrami funkcji.

Równanie (1) można łatwo przekształcić na liniowe, przy tym czynniki wzrostu są transformowane na logarytmu.

$$\log Y' = \log a + \alpha \log X + \beta \log Z \quad (2)$$

W równaniu tym krzywa rozwoju plonów jest wyrażona liniowo. Przyjęcie stałości parametrów w funkcji produkcji (1) kryje hipotezę niezmiennej efektywności czynników produkcji (X , Z). Jest rzeczą wiadomą, że wszelkie relatywne zmiany między nawożeniem organicznym (X) a mineralnym (Z), zachodzące z upływem czasu w rzeczywistości gospodarczej wpływają na zmianę parametrów, które w funkcji Cobb-Douglasa przyjęte zostały jako stałe.

Wszystkie jednak dotychczasowe próby udoskonalenia funkcji Cobb-Douglasa — tak w kraju jak i za granicą — nie idą w kierunku rezygnacji ze stałości parametrów, ale w kierunku uzupełnienia funkcji dalszymi zmiennymi objaśniającymi. W Polsce tego typu próba została podjęta przez I. Pajestkę².

¹ Problemy związane z zależnościami i powiązaniem między poszczególnymi czynnikami wzrostu plonów można również rozwiązać stosując metodę równań regresji. Przykładem wyczerpujących badań tego typu są prace St. Waclawowicza, np. Zastosowanie równań regresji cząstkowej w planowaniu plonów, Przegląd Statystyczny Nr 3, 1960.

² I. Pajestka, Zatrudnienie i inwestycje a wzrost gospodarczy, Warszawa 1961, s. 126—140.

Należy jednak podkreślić, że dotychczas nikomu nie udało się skonstruować funkcji wzrostu długookresowego, która by pozwalała na inne niż dotychczasowe traktowanie parametrów. Niezależnie od poczynionych tu zastrzeżeń, rozpatrywana funkcja posiada jeszcze kilka innych wad strukturalnych, których z uwagi na ograniczoną objętość niniejszego opracowania nie podajemy. W literaturze polskiej wymowny w tej mierze wywód przeprowadził H. Dunajewski¹.

W celu wyznaczenia odpowiednich wartości parametrów a , α , β funkcji produkcji (1) posłużono się metodą najmniejszych kwadratów. Metoda najmniejszych kwadratów polega na takim dobraniu wartości parametrów a , α , β , które minimalizowałyby wartość wyrażenia:

$$Q^2 = \sum_{i=1}^n (\log Y_i - \log a - \alpha \log X_i - \beta \log Z_i)^2 \quad (3)$$

gdzie n = liczbie lat.

Zagadnienie sprowadza się do wyznaczenia pierwszych pochodnych cząstkowych względem parametrów i przyrównaniu ich do zera.

Dane statystyczne niezbędne do wyznaczenia funkcji produkcji (1) podane są w tabeli 2. Obliczając na podstawie tych danych logarytmy zmiennych, a następnie znajdując sumy kwadratów oraz sumy mieszanych iloczynów logarytmów zmiennych otrzymujemy następujący układ równań, z którego wyznaczamy oceny parametrów funkcji produkcji:

$$\begin{aligned} 29,2447 &= 14 \log a + 29,6207 \alpha + 32,0324 \beta \\ 61,90922704 &= 29,6207 \log a + 62,70447283 \alpha + 67,84388112 \beta \\ 67,01504660 &= 32,0324 \log a + 67,84388112 \alpha + 73,54401836 \beta \end{aligned}$$

Przenosząc wyrazy wolne na prawą stronę znaku równości możemy powyższy układ równań przedstawić w postaci macierzy:

$$\begin{matrix} & \mathbf{A}' & & & \\ & \mathbf{a}_{r1} & \mathbf{a}_{r2} & \mathbf{a}_{r3} & \mathbf{b}'_1 \\ \left[\begin{matrix} 14 & 29,6207 & 32,0324 & 29,2447 \\ 29,6207 & 62,70447283 & 67,84388112 & 61,90922704 \\ 32,0324 & 67,84388112 & 73,54401836 & 67,01504660 \end{matrix} \right] \cdot \begin{bmatrix} \log a \\ \alpha \\ \beta \\ -1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

gdzie: \mathbf{A}' — jest macierzą o trzech wierszach i 3+1 kolumnach, utworzoną z elementów występujących przy niewiadomych i kolumny wyrazów wolnych;

Parametry funkcji produkcji (2) $\log a$, α , β — są wektorem kolumnowym niewiadomych;

0 — jest zerowym wektorem kolumnowym o 3 wierszach.

Przy posługiwaniu się macierzami w ekonometrycznych modelach funkcji, metody wyznacznikowe z zastosowaniem wzorów Cramera pociągają często za sobą duże trudności przy wyznaczaniu wartości parametrów statystycznych funkcji produkcji o dużej ilości zmiennych objaśniających. W takich przypadkach jedną z najbardziej przystępnych metod jest metoda rozkładania macierzy polegająca na rozkładaniu macierzy współczynników równań wraz z kolumną wyrazów wolnych na iloczyn dwóch macierzy².

W przypadku szacowania parametrów statystycznych funkcji produkcji za pomocą metody najmniejszych kwadratów metoda rozkładania macierzy przy rozwiązywaniu równań jest bardzo prosta, gdyż ilość szacowanych parametrów nie odgrywa tu tak istotnej roli.

Zagadnienie polegać będzie teraz na rozłożeniu macierzy \mathbf{A}' utworzonej z elementów występujących przy niewiadomych i powiększonej o kolumnę wyrazów

¹ H. Dunajewski, Struktura i stosowalność funkcji produkcji typu Cobb-Douglassa, *Ekonomista* nr 3, 1962.

² S. Młynarski, Rozkładanie macierzy przy szacowaniu parametrów funkcji popytu metodą najmniejszych kwadratów, *Przegląd Statystyczny* nr 3, 1962.

wolnych na iloczyn dwóch macierzy **G** i **H'**. Rozłożenia macierzy **A'** na iloczyn macierzy **G** i **H'** dokonujemy na podstawie prawa mnożenia macierzy. Zgodnie z powyższym prawem otrzymujemy następujący iloczyn dwóch macierzy **G** i **H'**:

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} g_{r1} & g_{r2} & g_{r3} \\ 14 & 0 & 0 \\ 29,6207 & 0,03405619 & 0 \\ 32,0324 & 0,07087596 & 0,10547091 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{H}' = \begin{bmatrix} h_{r1} & h_{r2} & h_{r3} & b'_r \\ 1 & 2,1157642 & 2,2880285 & 2,0889071 \\ 0 & 1 & 2,0811476 & 1,0082308 \\ 0 & 0 & 1 & 0,2927773 \end{bmatrix}$$

gdzie:

G — jest macierzą o trzech wierszach i 3 kolumnach, w której elementy $g_{rs} = 0$ dla $r < s$

H' — jest macierzą o 3 wierszach i 3 + 1 kolumnach, w której elementy $h_{rs} = \begin{cases} 1 & \text{dla } r = s \\ 0 & \text{,, } r > s \end{cases}$

Po wypełnieniu macierzy **H'** rozwiązane jest już bezpośrednio. Mamy więc:

$$\begin{bmatrix} 1 & 2,1157642 & 2,2880285 & 2,0889071 \\ 0 & 1 & 2,0811476 & 1,0082308 \\ 0 & 0 & 1 & 0,2927773 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \log a \\ \alpha \\ \beta \\ -1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Wymnażając kolejno wierszami otrzymujemy wartości poszczególnych parametrów.

Zaczynając od ostatniego wiersza mamy:

$$\beta = 0,2927773 \approx 0,293$$

Wstawiając wyliczony parametr β do drugiego wiersza wyliczamy parametr α .

$$\alpha + 2,0811476 \cdot (0,2927773) = 1,0082308$$

stad:

$$\alpha = 0,3989180 \approx 0,399$$

Wyliczone parametry α i β wstawiamy wreszcie do pierwszego wiersza, wyliczając parametr a .

$$\log a + 2,1157642 \cdot (0,3989180) + 2,2880285 \cdot (0,2927773) = 2,0889071$$

stad: $\log a = 0,5750079$

$$N \log 0,5750079 \approx 3,75$$

$$a = 3,75$$

Wobec tego równanie produkcji przedstawia się następująco:

$$Y' = 3,75 \cdot X^{0,399} \cdot Z^{0,293}$$

W powyższym równaniu parametry α i β są współczynnikami elastyczności produkcji. Parametr α jest współczynnikiem elastyczności nawożenia obornikiem i oznacza, że wzrost nawożenia obornikiem o 1% spowoduje, ceteris paribus, przeciętny wzrost plonów 4 zbóż w woj. krakowskim o 0,399%. Parametr β jest współczynnikiem elastyczności nawożenia mineralnego i jego dodatnia wartość oznacza podobnie, że wzrost nawożenia mineralnego o 1% pociągnie za sobą zwiększenie się przeciętnych plonów o 0,293%.

Stałą a w równaniu produkcji (4) możemy nadać następującą interpretację ekonomiczną: wyraża ona wpływ stanu wyjściowego czynników wzrostu plonów w roku $t = 0$ na dalszy przebieg funkcji w latach $t > 0$. Rok 1949 wystąpił więc

w naszym przypadku jako $t = 0$. Mimo, że rok ten jest początkiem układu współrzędnych rozpatrywanej funkcji to jednak w latach poprzedzających rok 1949 istniały również pewne czynniki wzrostu plonów, które nie przestały bynajmniej działać w roku 1949. Do wyrażenia wpływu tego działania w wyjściowym momencie funkcji służy właśnie stała a .

Z równania produkcji (4) wynika dalej, że gdy weźmiemy pod uwagę dwie badane zmienne objaśniające (X, Z) i uznamy je za jedyne determinanty wzrostu plonów, to ogólny przyrost plonów w omawianym czasokresie w 39,9% pochodzi ze wzrostu nawożenia organicznego a w 29,3% ze wzrostu nawożenia mineralnego.

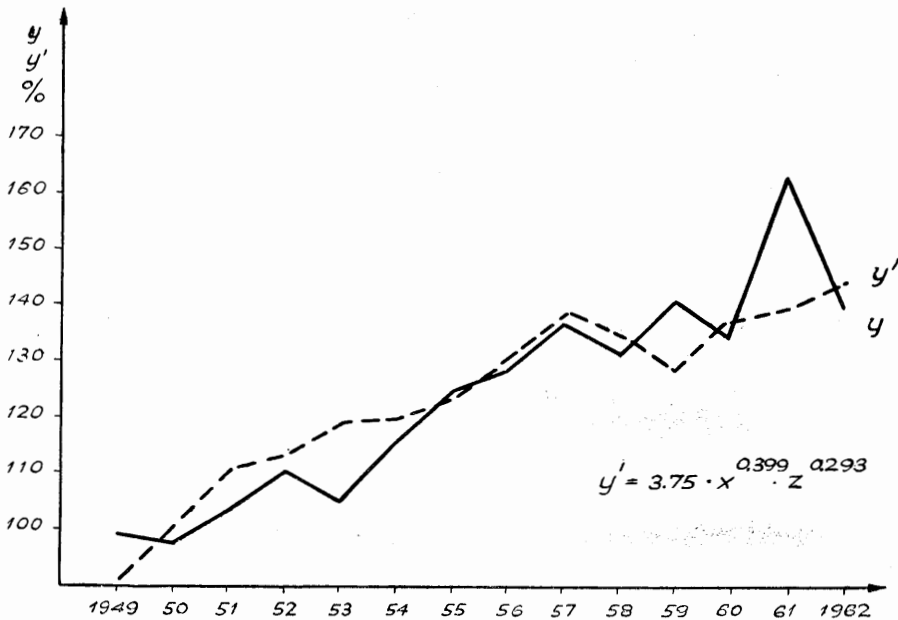
Sprawdzenie otrzymanych współczynników elastyczności produkcji metodą mnożnika nieoznaczonego Lagrange'a daje sumę 0,692 co oznacza, że badane zmienne objaśniające w 69,2% wyjaśniają zachowanie się badanych czynników produkcji we wzroście plonów. Pozostałe 30,8% przypada na inne nie ujęte czynniki, jak jakość gleby, warunki klimatyczne, agrotechniczne i ekonomiczne.

Stosując równanie produkcji (4) w postaci logarytmicznej otrzymamy teoretyczną wielkość plonów dla poszczególnych lat badanego czasokresu.

Mamy więc:

$$\log Y' = 0,5750079 + 0,3989180 \log X + 0,2927773 \log Z \quad (5)$$

Podstawiając w miejsce X i Z odpowiednie wartości empiryczne wyliczyliśmy przewidywaną teoretyczną wielkość plonów, którą porównamy z rzeczywistą wielkością plonów (wykres 1).



Kształtowanie się rzeczywistych i teoretycznych plonów czterech zbóż w województwie krakowskim w latach 1949—1962 (1949 — 100%)

Odchylenia pomiędzy faktycznie osiągniętymi plonami (Y) a przewidywaną wielkością plonów (Y') są względnie niewielkie z wyjątkiem lat 1953, 1959 i 1961. W latach tych bowiem duże wahania w plonach w stosunku do wartości teoretycznych wynikały głównie ze sprzyjających warunków naturalnych, które pozwoliły na uzyskanie stosunkowo wysokich plonów omawianych zbóż.

Dla zbadania różnicy jaka zachodzi pomiędzy rzeczywistymi a teoretycznymi plonami posłużyliśmy się wzorem na odchylenie standardowe. $S_z = 8,9\%$ mówi nam, że rozbieżność corocznych wielkości plonów w skali całego województwa w sto-

sunku do krzywej teoretycznej wynosi średnio 8,9%. Względne coroczne wahania w plonach należy wyjaśniać przede wszystkim czynnikami przyrodniczymi jak również ekonomicznymi.

Przedstawiona tu metoda badania wpływu nawożenia na wysokość plonów stała się bardziej precyzyjna przy rozbiciu nawozów mineralnych na 3 podstawowe grupy (azotowe, fosforowe, potasowe), jak również przy podziale na poszczególne zboża.

Reasumując należy podkreślić, że przeprowadzone badania dały prawdopodobne, zgodne z rzeczywistością i przewidywaniem wyniki. Znajomość produktywności poszczególnych czynników wzrostu plonów może mieć duże znaczenie w polityce planowania, zarówno do określenia wysokości planowanych plonów, jak i określenia wielkości środków zabezpieczających ten wzrost (nawozów mineralnych i obornika). Z uwagi na stosunkowo dużą ilość czynników wpływających w sposób zasadniczy na wielkość plonów, przedstawiona tu metoda planowania wysokości plonów i nawozów, nie pretenduje bynajmniej do ścisłości i winna być przyjęta jako orientacyjna do chwili wyprowadzenia bardziej dokładnego równania produkcji uwzględniającego większą ilość podstawowych czynników wzrostu. Wymaga to jednak dalszych odrębnych badań i doświadczeń przeprowadzonych w znacznie szerszym niż dotychczas zakresie.