

---

Instytut Ekonomiki i Organizacji Rolnictwa  
Akademii Rolniczej w Lublinie

Dionizy NIEZGODA

**Substytucja ziemi nawozami mineralnymi  
w gospodarstwach indywidualnych**

Субституция почвы минеральными удобрениями в единоличных хозяйствах

Substitution of the Land Mineral Fertilization on Individual Farms

· UWAGI WSTĘPNE

Nawożenie mineralne zalicza się do tych czynników, które w bezpośredni sposób oddziałują na wzrost produktywności i produktywności ziemi. Zwiększająca się produktywność ziemi przyczynia się do rozłożenia kosztów stałych gospodarstwa i kosztów robocizny na większą liczbę jednostek produktu<sup>1</sup>. Sprzyja to obniżaniu się kosztów własnych produkcji rolniczej oraz zwiększaniu zużycia omawianego czynnika. Dodatkowo stymulowano jego stosowanie poprzez zapewnianie szybszego tempa wzrostu cen produktów rolniczych niż nawozów mineralnych<sup>2</sup>.

Nawozy mineralne są także podstawowym nośnikiem postępu technicznego, oddziałującego na produktywność ziemi<sup>3</sup>. Przejawia się to między innymi w tym, że w miarę wzrostu nawożenia mineralnego maleje wpływ przedplonu i nawożenia organicznego na uzyskane plony<sup>4</sup>. Zda-

---

<sup>1</sup> B. Andrae: *Sposoby prowadzenia gospodarstw rolniczych*. PWRiL, Warszawa 1966, s. 395.

<sup>2</sup> *Rocznik statystyczny rolnictwa i gospodarki żywnościowej 1978 r.* GUS, Warszawa 1978, ss. 450 i 459.

<sup>3</sup> S. Faelbur: *Problemy wzrostu produkcji rolniczej w Polsce*. PWN Warszawa 1972, s. 277.

<sup>4</sup> W. Byszewski: *Kierunki przemian w produkcji roślinnej*. PWRiL, Warszawa 1968, s. 28.

niem E. Kurek<sup>5</sup> wpływ nawożenia mineralnego występuje nie tylko w produkcji roślinnej. Przejawia się on również pośrednio w produkcji zwierzęcej w postaci zwiększania się wydajności jednostkowej, która w warunkach gospodarki chłopskiej zależy w decydującej mierze od produkcji własnych pasz. Wynika stąd bardzo istotny wniosek, a mianowicie ten, że analizy efektywności tego czynnika w gospodarstwie można dokonywać w oparciu o uzyskaną w nim produkcję globalną obu działów, tj. roślinnego i zwierzęcego.

Dokonane uwagi wskazują również, że nawozy mineralne oddziałują na wzrost produkcji w połączeniu z podstawowym czynnikiem wytwórczym w rolnictwie, tj. ziemią. Stanowi to przesłankę uznania zastępowania ziemi nawozami mineralnymi jako podstawowego wskaźnika ilustrującego substytucję ziemi przez wytwory pracy ludzkiej<sup>6</sup>. Ten kierunek substytucji wypływa ze zmniejszania się znaczenia ziemi jako głównego dostarczyciela składników odżywczych w warunkach wysokiego poziomu produkcji rolniczej<sup>7</sup>.

W warunkach zmniejszania się powierzchni użytków rolniczych *per capita* oraz coraz wyraźniej narastającego niedostatku składników odżywczych w glebie konieczne jest racjonalne gospodarowanie nawozami mineralnymi. Podwyższając bowiem wartość użytkową ziemi umożliwiają one osiągnięcie takiego wzrostu produkcji rolniczej, który potrafi sprostać potrzebom wyżywienia ludności naszego kraju.

Celem podjętych badań było więc przeanalizowanie związków i zależności substytucyjnych między powierzchnią użytków rolnych i nakładami na nawozy mineralne oraz przedstawienie kształtowania się krańcowej stopy substytucji w miarę przechodzenia z ziemiochłonnych na kapitałochłonne techniki wytwarzania.

#### MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE I METODA BADAŃ

Podstawę opracowania stanowią dane liczbowe z ksiązek rachunkowych prowadzonych przez rolników indywidualnych w makroregionie środkowo-wschodnim dla potrzeb IER. Dane te są najpewniejszym źródłem informacji o ekonomice gospodarstw indywidualnych. Wyniki omawianych gospodarstw są przy tym znacznie korzystniejsze od pozosta-

<sup>5</sup> E. Kurek: *Poziom nawożenia mineralnego a intensywność i produktywność w gospodarstwach indywidualnych*. „Zagadn. Ekon. Roln.” 1971, nr 6.

<sup>6</sup> Y. Hayami: *Zasoby czynników a przekształcenia technologiczne rolnictwa. Na przykładzie USA i Japonii*. „Rolnictwo na Świecie”. 1972, 2.

<sup>7</sup> H. Płudowski: *Badanie efektywności nawożenia metodą funkcji produkcji*. IUNG, Puławy 1974; K. Merydyk: *Kapitałochłonność produkcji rolnej*. Sekcja Wydawnictw Filii UW w Białymstoku, Białystok 1977.

łych<sup>8</sup>, ale tendencje rozwojowe są w przybliżeniu podobne w całym sektorze gospodarki indywidualnej. Stąd też sformułowane na ich podstawie wnioski wyprzedzają procesy przemian na wsi, tym samym wydają się być dobrą podstawą do analizy podjętego tu zagadnienia.

W badaniach uwzględniono dwa okresy obejmujące lata 1971/1972 i 1972/1973 oraz 1975/1976 i 1976/1977. W pierwszym okresie badano łącznie 256 gospodarstw, w drugim 277. Podana liczebność gospodarstw umożliwiła zastosowanie metod ekonometrycznych.

W badaniach posłużono się metodą funkcji produkcji rolniczej ukierunkowaną na analizę związków substytucyjnych między nakładami na nawozy mineralne a powierzchnią przeliczeniową użytków rolniczych. Zastosowano potęgowy model wspomnianej metody, mający multiplikacyjny charakter<sup>9</sup>. Do wskazania tendencji zmian w omawianych technikach wytwórczych wykorzystano metodę porównawczą.

Obliczenia wykonano w Zakładzie Metod Numerycznych UMCS w Lublinie.

## WYNIKI BADAŃ

### STATYSTYCZNA CHARAKTERYSTYKA ZMIENNYCH

Statystyczną charakterystykę zmiennych (średnie arytmetyczne, współczynniki i obszary zmienności) przedstawiono w tabeli 1.

Tab. 1. Statystyczna charakterystyka zmiennych  
Statistical characterization of variables

Określenie zmiennej	Jedn. miary	Okres	Średnia arytmetyczna	Współczynnik zmienności %	Obszar zmienności od — do
Produkcja globalna (X <sub>1</sub> )	tys. zł	I	155,28	51,21	42,85—583,03
		II	229,10	51,49	59,20—790,31
Pow. przelicz. UR (X <sub>2</sub> )	ha	I	7,45	55,84	1,70— 33,01
		II	7,84	52,30	2,05— 31,92
Nawozy mineralne (X <sub>3</sub> )	tys. zł	I	4,89	63,60	0,15— 20,76
		II	6,83	79,36	0,00— 56,56

Źródło: Dane liczbowe IER. Obliczenia własne.

<sup>8</sup> W latach 1975/1976—1976/1977 gospodarstwa prowadzące książki rachunkowe przewyższyły wartością produkcji z 1 ha UR pozostałe o około 33%. W miarę upływu lat rozbieżności te pogłębiają się. Wyniki rachunkowości rolnej gospodarstw indywidualnych 1977/1978. IER, Warszawa 1979.

<sup>9</sup> F. Burkhardt: *Analiza czynnikowa w demografii*. „Studia Demograficzne” 1968, z. 4.

Z tabeli tej wynika, że zróżnicowanie poziomu omawianych cech w poszczególnych gospodarstwach było dość wysokie i wahało się od 51,21<sup>0</sup>/<sub>0</sub> do 70,36<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, przy czym zmienność obszaru gospodarstw uległa zmniejszeniu a przeciwna tendencja wystąpiła w zakresie nawożenia mineralnego. Można więc oczekiwać, że spowoduje to obniżenie elastyczności produkcji globalnej względem analizowanych czynników. Podobny wniosek można wysnuć porównując wzrost produkcji (o 47,54<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) z przyrostem czynnika ziemi (o 5,23<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) i nawozów mineralnych (o 39,67<sup>0</sup>/<sub>0</sub>).

#### PRODUKCJA GLOBALNA A POWIERZCHNIA UR I NAWOZY MINERALNE

Zależność między produkcją globalną w tys. zł ( $X_1$ ) a powierzchnią przeliczeniową UR w ha ( $X_2$ ) i nawozami mineralnymi w tys. zł ( $X_3$ ), estymowana przy pomocy metody najmniejszych kwadratów, przybrała postać następujących równań:

$$\text{okres I} \quad X'_1 = 36,88 X_2^{0,5156} X_3^{0,2552}; \quad R_{1,23} = 0,869,$$

$$\text{okres II} \quad X'_1 = 48,71 X_2^{0,5333} X_3^{0,2329}; \quad R_{1,23} = 0,816.$$

Parametry podanych funkcji i logarytmiczne współczynniki korelacji wielorakiej są istotne przy poziomie  $\alpha=0,01$ .

Zamieszczone wyżej funkcje umożliwiają nam w bezpośredni sposób określenie elastyczności produkcji względem określających ją czynników. W badanych gospodarstwach indywidualnych zwiększenie obszaru gospodarstw o 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> w pierwszym okresie powodowało wzrost wielkości produkcji o 5,156<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, a w drugim o 5,333<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Powiększenie zaś nawożenia mineralnego o 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> przyczyniało się do wzrostu produkcji w pierwszym okresie o 2,552, a w drugim o 2,329<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Na podstawie wysokości współczynników elastyczności możemy sądzić, że omawiane czynniki w dużym stopniu determinują wielkość produkcji w analizowanych okresach. W pierwszym z nich oddziaływały one silniej (0,7708) niż w drugim (0,7662), przy czym w obu analizowanych okresach produkcja wzrastała wolniej aniżeli suma obu czynników. Wynika to stąd, że suma elastyczności produkcji względem obydwu czynników była mniejsza od jedności. Spadek poziomu elastyczności wskazuje na pogorszenie się relacji między powierzchnią użytków rolniczych a nawozami mineralnymi, w miarę upływu czasu.

Z porównania parametrów obliczonych funkcji wynika, że do przyrostu produkcji przyczyniała się głównie koncentracja ziemi ( $X_2$ ), natomiast zwiększenie poziomu stosowania nawozów mineralnych ( $X_3$ ) powodowało spadek ich produktywności. Warto przy tym zaznaczyć, że ja-

kość gleb — oceniona przy pomocy wskaźnika bonitacji — była podobna w obu okresach (I — 1,02, II — 1,04). Czynnikiem różnicującym produktywność nawozów nie była więc jakość gleb. W związku z tym podstawowych przyczyn zmniejszenia się elastyczności produkcji względem omawianego czynnika upatruje się w zmianach organizacyjnych gospodarstw, dokonujących się pod wpływem koncentracji ziemi<sup>10</sup>. Wiąże się z tym również jednostronne zwiększenie nawożenia mineralnego, często jeszcze przy braku właściwych proporcji między poszczególnymi jego składnikami<sup>11</sup>. Sprzyjało to wzrostowi podatności roślin na różnego rodzaju choroby. Pośrednio, wskazuje to na zwiększenie się trudności gospodarowania w rolnictwie w miarę wzrostu poziomu uzyskiwanej produkcji. Szczególnie jest to ważne, gdy odbywa się on w oparciu o zwiększenie poziomu użycia tylko jednego czynnika.

Różnokierunkowe zmiany współczynników elastyczności produkcji przy przejściu od okresu pierwszego do drugiego pozwalają wnosić, że proces wzrostu produkcji odbywał się w warunkach substytucji omawianych czynników. Zgodnie z zasadą racjonalnego gospodarowania należy zastępować czynnik o mniejszej efektywności, czyli w tym przypadku koncentracją ziemi zastępować nawożenie mineralne. Przyjmowanie jednak takiego kierunku substytucji w warunkach naszego rolnictwa jest nieuzasadnione. Zmiany wielkości gospodarstw dokonują się bowiem bardzo wolno, na co wskazują między innymi podane uprzednio wielkości przyrostów obydwu czynników. Ponadto wyższa efektywność ziemi jest wynikiem działania wniesionego w nią w ubiegłych latach kapitału. Istotne jest również i to, że jej ilość w przeciwieństwie do nawozów mineralnych jest niepomnażalna. Biorąc pod uwagę poczynione spostrzeżenia rozpatrujemy substytucję ziemi nawozami mineralnymi.

#### SUBSTYTUCJA ZIEMI NAWOZAMI MINERALNYMI

Analizy związku substytucyjnego między powierzchnią użytków rolniczych a nawozami mineralnymi dokonano w oparciu o izokwanty, czyli w tym przypadku krzywe łączące na powierzchni regresji punkty o jednakowej wielkości produkcji. Wyznacza się je przekształcając podane uprzednio równania w ten sposób, że jeden z czynników przedstawia się jako funkcję drugiego, przy określonym poziomie produkcji globalnej. Wyrażają je następujące formuły:

<sup>10</sup> *Encyklopedia ekonomiczno-rolnicza*. Warszawa 1964, PWRiL, s. 137—139.

<sup>11</sup> Np. H. Płudowski: *Efektywność wysokiego poziomu nawożenia mineralnego w przedsiębiorstwie rolniczym*. „Pos. Nauk Roln.” 1974, nr 2.

$$\text{okres I} \quad X_2 = \left( \frac{X_1'}{36,88 X_3^{0,2552}} \right)^{\frac{1}{0,5156}}$$

$$\text{okres II} \quad X_2 = \left( \frac{X_1'}{48,71 X_3^{0,2329}} \right)^{\frac{1}{0,5333}}$$

W równaniach tych poziom produkcji ( $X_1'$ ) określono, wstawiając do estymowanych funkcji średnie wielkości powierzchni UR ( $X_2$ ) oraz nawozów mineralnych ( $X_3$ ) z danego okresu. W pierwszym okresie omawiana wielkość wynosiła 155,7 tys. zł, a w drugim 228,4 tys. zł. Z kolei, biorąc pod uwagę zakres zmienności  $X_2$  w obu okresach, wyznaczono niezbędną wielkość powierzchni UR. Dzięki temu określono relacje między analizowanymi czynnikami zapewniające uzyskanie ustalonej wielkości produkcji ( $X_1'$ ).

Określenie izokwant będących podstawą badania zależności substytucyjnych, umożliwiło skwantyfikowanie cenności czynników względem siebie przy przyjętej wielkości produkcji. Do tego celu wykorzystuje się pierwszą pochodną podanych uprzednio równań izokwant, będącą krańcową stopą substytucji. Wyrażają je następujące formuły:

$$\text{okres I} \quad \frac{\Delta X_3}{\Delta X_2} = - \frac{0,5156 X_3}{0,2552 X_2}$$

$$\text{okres II} \quad \frac{\Delta X_3}{\Delta X_2} = - \frac{0,5333 X_3}{0,2329 X_2}$$

Stopy te wyjaśniają, ile trzeba było zwiększyć dodatkowo czynnik będący w liczniku, aby zastąpić nim jednostkę czynnika występującego w mianowniku. Z podanych zaś wzorów wynika, że zastępowanie ziemi nawozami mineralnymi było przedsięwzięciem tańszym w pierwszym niż w drugim okresie. Interesujące jest również określenie potrzebnej ilości nawozów mineralnych niezbędnych do zastąpienia jednostki czynnika ziemi w miarę przechodzenia od technik mniej do bardziej nawozochłonnych i ziemiooszczędnych. Wielkości liczbowe krańcowych stóp substytucji ziemi nawozami mineralnymi przy wykorzystaniu współrzędnych izokwant, zamieszczono w tabeli 2.

Z tabeli tej wynika, że w miarę jak rośnie zasób jednego czynnika coraz trudniej jest zrównoważyć ubytek jednostki drugiego, którego wielkość maleje. Efektem tego procesu jest rosnąca stopa substytucji w każdym okresie.

Biorąc pod uwagę zakres zmienności  $X_3$  w obu okresach możemy wskazać, że krańcowa stopa substytucji w pierwszym z nich wahała się

Tab. 2. Kształtowanie się powierzchni przeliczeniowej UR w ha i poziomu nawożenia mineralnego niezbędnego do zastąpienia 1 hektara ziemi w miarę wzrostu nawożenia i przy stałej (średniej) produkcji globalnej w tys. zł

Formation of conversion area of UR in ha and levels of mineral fertilization necessary in order to substitute 1 ha of area with increase of fertilization and at the constant (average) global production in thousands of zloty

1971/1972—1972/1973			1975/1976—1976/1977		
Nawozy mineralne (X <sub>2</sub> ) w tys. zł	Powierzchnia przeliczeniowa UR w ha	$\frac{\Delta X_2}{\Delta X_3}$ w tys. zł na ha	Nawozy mineralne (X <sub>2</sub> ) w tys. zł	Powierzchnia przeliczeniowa UR w ha	$\frac{\Delta X_2}{\Delta X_3}$ w tys. zł na ha
1,78	12,27	0,293	2,00	13,39	0,342
4,89	7,45	1,326	10,00	6,63	3,454
8,00	5,84	2,768	18,00	5,13	8,034
11,11	4,96	4,526	26,00	4,37	13,624
14,22	4,39	6,544	34,00	3,88	20,065
17,33	3,98	8,797	42,00	3,54	27,167
20,44	3,67	11,253	50,00	3,28	34,906

od 293 zł do 11 253 zł, a w drugim od 342 zł do 34 906 zł na hektar. Potwierdziła się więc uprzednio poczyniona uwaga. Podobny wniosek można sformułować analizując wysokość krańcowych stóp substytucji przy przeciętnym nasileniu zmiennych X<sub>2</sub> i X<sub>3</sub> w badanych grupach gospodarstw. Początkowo należało zwiększyć X<sub>3</sub> o 1326 zł, a później o 1995 zł, aby zrównoważyć ubytek użytków rolniczych o 1 hektar. Podstawową przyczyną były różnice w elastyczności produkcji względem omawianych czynników.

Na podstawie dokonanych badań można wysnuć wniosek, że w miarę upływu czasu malała skłonność do substytucji ziemi nawozami mineralnymi. Rosnąca więc krańcowa stopa substytucji stanowi do pewnego stopnia barierę wzrostu produkcji rolniczej w gospodarstwach indywidualnych ze względu na ich samofinansowanie się i brak dostatecznej wysokości dochodów.

Z przeprowadzonych badań wynika również, że wzrost produkcji i produktywności ziemi w rolnictwie odbywa się w warunkach rosnącej kapitałochłonności technik wytwórczych. Zgodnie bowiem z rosnącą stopą substytucji coraz więcej nawozów mineralnych potrzeba do zastąpienia tego samego hektara ziemi. O niezbędnej wielkości jednego czynnika potrzebnej do zastąpienia jednostki drugiego decyduje efektywność czynnika zastępującego. Im jest ona wyższa, tym mniej go trzeba do

substytucji jednostki czynnika ubywającego. Ważna przy tym jest dynamika zmian efektywności czynników, jak też poziom ich dotychczasowego stosowania. Uwzględnienie tych przesłanek stwarza możliwość obniżenia kosztów stosowanej techniki wytwórczej, określonej tu przez ziemię i nawozy mineralne, przez rozdysponowywanie wspomnianych nawozów odwrotnie proporcjonalnie do osiągniętej przez nie efektywności w gospodarstwach czy też rejonach. Dzięki temu ograniczona ilość nawozów mineralnych pozwoli osiągnąć maksymalny efekt produkcyjny i substytucyjny.

#### WNIOSKI

1. Zmiany, jakie zaszły w proporcjach powierzchni UR i nawozów mineralnych spowodowały obniżenie się elastyczności produkcji względem obydwu czynników w badanych gospodarstwach indywidualnych.

2. Wzrost produkcji rolniczej odbywa się w warunkach rosnącej stopy substytucji ziemi nawozami mineralnymi. W warunkach samofinansowania się gospodarstw indywidualnych stanowi to, do pewnego stopnia, barierę dalszego wzrostu produkcji dokonywanego tylko w oparciu o nawozy mineralne.

3. Maksymalny efekt z użytych nawozów mineralnych będzie zapewniony wówczas, gdy będą one stosowane w ilościach odwrotnie proporcjonalnych do osiągniętego już poziomu krańcowej stopy substytucji w gospodarstwie czy rejonie.

#### РЕЗЮМЕ

Пользуясь степенной моделью функции сельскохозяйственного производства, автор анализирует субституционные связи между пересчетной площадью сельскохозяйственных угодий и уровнем расходов на минеральные удобрения в единоличных хозяйствах. Основанием для анализа служат цифровые данные из хозяйств, ведущих учетные книги в средне-восточном макрорегионе страны в годы 1971/72—1972/73 и 1975/76—1976/77.

Исследования обнаруживают, что с течением времени эластичность производства по отношению к сельскохозяйственным угодиям и минеральным удобрениям ухудшается. Следует заметить, что названный процесс проходит в условиях растущей нормы замещения почвы минеральными удобрениями.



## SUMMARY

Taking advantage of an index model of the function of agricultural production, an analysis was carried out concerning substitutional relations between the conversion area of arable lands and the level of expenditures for mineral fertilizers on individual farms. The basis were numerical data from the farms keeping accountancy books in Middle-East macro-region in the years 1971/1972—1972/1973 and 1975/1976—1976/1977.

It follows from the investigations that in the course of time flexibility of production as regards arable lands and mineral fertilizers has become worse. At the same time, this takes place in conditions of increasing the standard of substitution of the land with mineral fertilizers.

