

ANATOL BRZOZA
Instytut Ekonomiki Rolnej
Warszawa

EFEKTYWNOŚĆ I OPŁACALNOŚĆ NAWOŻENIA W GOSPODARSTWACH CHŁOPSKICH

Nawożenie mineralne jest uznawane powszechnie za szczególnie skuteczny, szybko działający i efektywny sposób zwiększania plonów. Przekonanie to oparte jest zarówno na wynikach uzyskanych z wielkiej liczby doświadczeń nawozowych, jak również na praktycznej zbieżności wysokich plonów z wysokim nawożeniem w krajach Zachodniej Europy.

Interesujące uogólnienie wyników badań doświadczalnych efektywności nawożenia w Polsce i w innych krajach stanowi praca Plebańskiego¹. Na podstawie różnych danych autor ten oblicza, że efektywność 1 kg NPK nawozów mineralnych, wyrażona w zbożu waha się (w zależności od relacji NPK) w granicach 1 : 5—1 : 8, średnio 1 : 6.

Jednocześnie jednak wspomniany autor od razu na wstępie podaje wielką liczbę czynników (35 i więcej), od których w praktyce ta efektywność zależy. Zarazem stwierdza, co następuje:

„Badania naukowe na poletkach będą zawsze nosiły znamię gospodarowania w bardzo dogodnych warunkach. Zarówno terminy prac, sposób ich wykonania, jak proporcje nawozów i inne czynniki, poprzednio już wyliczone — będą dużo lepiej zastosowane w doświadczeniach niż w przeciętnym gospodarstwie. Musi to wpływać na nieco niższą efektywność w praktyce niż w doświadczeniach”.

Jest to prawda na pozór powszechnie znana, jednakże bardzo często nie uwzględniana należycie w kalkulacjach praktyki gospodarczej. Odnosi się to zresztą do szeregu innych wskaźników technicznej efektywności, współcześnie stosowanych w rolnictwie środków i zabiegów. Teoretyczna efektywność danego środka produkcji, wynikająca z jego właściwości fizycznych, chemicznych czy też biologicznych i zbliżona do niej efektywność uzyskana w warunkach doświadczalnych może się istotnie różnić od efektów uzyskanych w praktyce gospodarczej.

W rezultacie prognozy oparte na czystej kalkulacji technicznej, bez dokonania niezbędnej — niekiedy daleko idącej poprawki na warunki gospodarowania — mogą być obciążone znacznym błędem i wzbudzać nieuzasadnioną niewiarę w wyniki doświadczeń naukowych.

Aby nie być gołosłownym posłużę się nieco przejawskrawionym przykładem z naszej praktyki gospodarczej. W 1961 r. przeciętne plony zbóż w go-

¹ Tadeusz Plebański: Efektywność nawożenia mineralnego. Zagadnienia Ekonomiki Rolnej nr 3/1963.

spodarstwach chłopskich wynosiły 18,1 q, ziemniaków 162 q i buraków cukrowych 287 q z hektara. Nawożenie mineralne w przeliczeniu na hektar powierzchni pod tymi roślinami (80% powierzchni zasianej) wynosiło 56 kg czystego składnika NPK.

W PGR zaś nawożenie mineralne w przeliczeniu na hektar powierzchni pod tymi roślinami (56,8% powierzchni zasianej) było przeszło trzykrotnie wyższe i wynosiło 182 kg. Natomiast przeciętny plon 4 zbóż wynosił tylko 17 q, ziemniaków 136 q i buraków cukrowych 217 q. Oczywiście można na to odpowiedzieć, że warunki gospodarowania w PGR są inne (mniej obornika, brak siły roboczej, inny rozkład terytorialny itd.). Ale właśnie autorowi o nic innego nie chodzi, jak o wskazanie na ogromny wpływ rzeczywistych warunków gospodarowania na praktyczną efektywność środków technicznych.

Można zatem postawić pytanie: czy i jaką wartość praktyczną ma sugerowana przez szereg autorów relacja 1 : 6 w prognozie wzrostu plonów przy wzroście nawożenia.

Obliczenia przedstawione w tym opracowaniu mają w danym przypadku tę zaletę, że opierają się na praktycznych wynikach gospodarczych uzyskanych z materiałów rachunkowości rolnej. Ich wadą jest daleko mniejsza ścisłość danych i mniejsza jednorodność porównywanych wyników¹.

Treścią analizy jest statystyczne zbadanie, metodą regresji wielorakiej, wpływu na plon przeliczeniowy czterech zbóż, ziemniaków i buraków cukrowych następujących czynników: jakości gleby (wskaźnika bonitacyjnego w tzw. hektarach przeliczeniowych — różnica jednej klasy gleby wynosi ca 0,2 hektara przeliczeniowego), nawożenia organicznego obliczonego metodą sztuk obornikowych w kwintalach obornika (można przyjąć, że w przeciętnych warunkach przechowania i związanych z tym stratach, 1 q obornika odpowiada 1 kg NPK) i nawożenia mineralnego w czystym składniku NPK. W celu pewnej eliminacji wpływu warunków klimatycznych posłużono się wynikami dwóch lat gospodarczych, dla których opublikowano indywidualne wyniki rachunkowości IER — 1956/57 i 1959/60 r. Pozwoliło to również na znaczne zwiększenie liczebności gospodarstw, co ma istotne znaczenie przy regresji wielorakiej o większej ilości zmiennych.

Analizą objęto trzy okręgi rolnicze: środkowo-zachodni (100 gospodarstw), południowo-wschodni (174 gospodarstwa) i wschodni graniczny (białostocki 152 gospodarstwa).

* *
*

Zanim przejdziemy do szczegółowej analizy uzyskanych wyników w postaci równań regresji i współczynników regresji cząstkowej, zatrzymamy się pokrótce na przedstawieniu i analizie przeciętnych wielkości poszczególnych badanych zmiennych (tab. 1).

Przeliczone na analogiczną powierzchnię nawożenie mineralne dla całej gospodarki chłopskiej wynosiło w ostatnich latach średnio ca 55—60 kg NPK na 1 ha, przy przeciętnych plonach zbóż ok. 16—17 q/ha.

¹ Na marginesie należy zauważyć, że porównywalność wyników doświadczeń nawozowych daleka jest również od doskonałości.

Jeśliby przyjął proponowaną przez niektórych autorów relację przyrostu 6 kg zbóż na 1 kg NPK, to zwiększenie nawożenia mineralnego do 100 kg NPK powinno podnieść plony o ca 2,5 q w przeliczeniu na zboże, a więc do poziomu 18,5—19,5 kwintali z ha przeciętnie w skali całej gospodarki chłopskiej. Odpowiadałoby to mniej więcej obecnemu poziomowi plonu przeliczeniowego w gospodarstwach rachunkowiczów poznańskich.

Wydaje się więc, że relacja ta w skali ogólnokrajowej i w odniesieniu do gospodarki chłopskiej może być uznana za bliską rzeczywistości, a nawet w miarę ostrożną, jeśliby jednocześnie założyć poprawę relacji NPK, zmniejszenie strat obornika¹ i ogólny postęp uprawy i pielęgnacji.

Tabela 1

**Średni plon przeliczeniowy, jakość gleby i poziom nawożenia
w zbadanych rejonach**

Wyszczególnienie	Rejony		
	środkowo-zachodni	południowo-wschodni	graniczny wschodni
Liczba gospodarstw	100	174	152
Średni plon przeliczeniowy ^a	19,2	19,6	14,5
Przeciętny wskaźnik jakości gleby	1,03	1,27	0,94
Nawożenie obornikiem w q na 1 ha ^b	109	143	119
Nawożenie mineralne ogółem			
NPK w kg czystego składnika na 1 ha ^b	95,9	81,4	49,4
w tym N	26,0	21,7	12,7
P	20,2	23,2	12,0
K	49,7	36,5	24,7

^a Plon przeliczeniowy został obliczony dla poszczególnych gospodarstw na podstawie przeciętnych, w danych latach, relacji plonu 4 zbóż do ziemniaków i buraków cukrowych.

^b Nawożenie obornikowe i mineralne w każdym gospodarstwie przeliczone na 1 ha łącznej powierzchni pod zbożami, ziemniakami i burakami cukrowymi (ok. 80% powierzchni zasianej).

Rozpatrzmy nieco bliżej poziom i strukturę nawożenia w badanych gospodarstwach (tab. 2).

Na podstawie tabel 1 i 2 można wysnuć pewne wnioski odnośnie poziomu i struktury nawożenia w badanych rejonach oraz wskazać na pewne interesujące prawidłowości.

Przeciętnie rzecz biorąc, rejon środkowo-zachodni charakteryzuje się względnie wysokim poziomem nawożenia mineralnego przy względnie niższym nawożeniu obornikowym. Poziom nawożenia mineralnego w rejonie południowo-wschodnim jest nieco niższy, przy najwyższym poziomie nawożenia obornikiem. W rejonie tym wysokie nakłady obornika przy jed-

¹ Poziom nawożenia obornikiem jest przeciętnie w skali ogólnokrajowej niższy o ca 30% w gospodarstwach chłopskich w porównaniu do gospodarstw rachunkowiczów.

nocześnie względnie wysokim wskaźniku jakości gleby kompensują w plonie nieco niższy poziom nawożenia mineralnego.

Nawożenie mineralne w rejonie wschodnim granicznym jest najniższe, natomiast nawożenie obornikowe istotnie przekracza poziom rejonu środkowo-zachodniego. Jednocześnie wskaźnik jakości gleby w tym rejonie jest najniższy.

Grupa o najniższym poziomie nawożenia mineralnego, poniżej 50 kg czystego składnika, jest we wszystkich rejonach dość liczna i stanowi: w rejonie środkowo-zachodnim 25%, w południowo-wschodnim blisko jedną trzecią, a we wschodnim granicznym znacznie przekracza połowę badanych gospodarstw (tab. 2). Przeciętny poziom nawożenia mineralnego w tej grupie jest niski, a w rejonie wschodnim granicznym — bardzo niski. Charakterystyczną prawidłowością występującą we wszystkich rejonach jest relatywnie wyższy udział azotu w stosunku do potasu i fosforu w grupie o najniższym nawożeniu. Jednocześnie w miarę wzrostu poziomu nawożenia rośnie bardzo szybko udział potasu. Nawożenie fosforowe również wykazuje tendencję rosnącą, jednakże wzrost względnego udziału fosforu w relacji NPK jest słabo zaznaczony. Jeśli abstrahować od grup

Tabela 2

Poziom i struktura nawożenia w badanych gospodarstwach

Grupy wg nawożenia mineralnego w kg czystego składnika na 1 ha	Liczba gospodarstw	Nawożenie mineralne ogółem	W kg/ha			Relacja NPK			Obornik w q/ha	Wskaźnik jakości gleby
			N	P	K	N	P	K		
			Środkowo-zachodni							
do 50	24	26	12	5	9	1	0,5	0,8	106	0,95
51—100	35	72	23	16	33	1	0,7	1,4	105	1,05
101—150	17	119	35	26	58	1	0,8	1,7	104	1,07
151—200	17	168	36	34	98	1	0,9	2,7	125	1,01
201—250	5	210	44	36	130	1	0,8	3,0	122	1,21
251—300	2	256	59	57	139	1	1,0	2,4	107	0,99
Południowo-wschodni										
do 50	58	26	9	8	9	1	0,8	0,9	138	1,23
51—100	56	71	19	23	29	1	1,2	1,6	136	1,27
101—150	43	123	33	32	58	1	1,0	1,7	151	1,28
151—200	10	169	36	49	84	1	1,4	2,4	150	1,28
201—250	4	219	50	48	121	1	0,9	2,4	182	1,16
251—300	3	267	64	76	127	1	1,2	2,0	197	1,30
Wschodni graniczny										
do 50	87	18	7	5	6	1	0,7	0,9	119	0,91
51—100	45	71	20	18	33	1	0,9	1,7	115	1,01
101—150	15	114	20	25	69	1	1,2	3,4	116	0,96
151—200	2	170	30	24	116	1	0,8	3,8	174	1,06
201—250	2	215	27	56	132	1	2,1	4,9	134	0,84
251—300	1	299	45	84	170	1	1,9	3,8	158	0,60

o liczności gospodarstw mniejszej niż 10, to należy zauważyć, że po przekroczeniu ogólnego poziomu nawożenia w wysokości 100 kg NPK — absolutny poziom nawożenia azotem w rejonach środkowo-zachodnim i południowo-wschodnim wykazuje już tylko bardzo słabą tendencję rosnącą, utrzymując się na poziomie ca 35 kg. W rejonie wschodnim granicznym zjawisko to występuje już po przekroczeniu 50 kg NPK (20 kg N). Jak wynika z dodatkowych zestawień, których tu nie zamieszczamy, absolutny i względny wzrost nawożenia potasowego skorelowany jest w rejonach środkowo-zachodnim i południowo-wschodnim w bardzo słabym stopniu ze wzrostem udziału okopowych ogółem i nieco silniej ze wzrostem udziału buraka cukrowego w strukturze zasiewów. W rejonie wschodnim granicznym prawidłowość ta nie występuje.

W porównaniu międzyrejonowym rejon środkowo-zachodni charakteryzuje się najwyższym w stosunku do innych rejonów nawożeniem azotowym, południowo-wschodni fosforowym, a wschodni graniczny potasowym. Poziom nawożenia obornikowego wykazuje słabo zaznaczoną tendencję rosnącą w miarę wzrostu ogólnego poziomu nawożenia mineralnego. Tendencja ta występuje wyraźniej w rejonie południowo-wschodnim, a ogólnie, we wszystkich rejonach, w grupach o najwyższym poziomie nawożenia mineralnego.

Wskaźnik jakości gleby jest w bardzo słabym stopniu skorelowany dodatnio z ogólnym poziomem nawożenia.

W jakim stosunku pozostaje poziom, a zwłaszcza struktura nawożenia mineralnego, w gospodarstwach prowadzących rachunkowość rolną do ogółu gospodarstw chłopskich, w szczególności gospodarstw w tych samych rejonach, ilustruje tabela 3.

Tabela 3 w zestawieniu z odpowiednimi poziomami nawożenia w tabeli 2 wykazuje daleko idącą zbieżność, szczególnie w rejonie wschodnim granicznym i w dużym stopniu w rejonie środkowo-zachodnim. Poziom i struktura nawożenia w rejonie południowo-wschodnim zbliżona jest do przeciętnego nawożenia wahającego się w granicach do 50 i od 51 do 100 kg

Tabela 3

Poziom i struktura nawożenia mineralnego w gospodarstwach chłopskich w przeliczeniu na 1 ha zasiewów zbóż, ziemniaków i buraków^a (w kg)

Rejon	Ra- zem	N	P	K	Relacje N : P : K
Polska	56,0	20,8	14,4	20,8	1,0 : 0,70 : 1,0
Środkowo-zachodni	74,3	26,7	16,3	31,7	1,0 : 0,62 : 1,17
Południowo-wschodni	46,7	16,8	15,4	14,5	1,0 : 0,92 : 0,87
Wschodni graniczny	26,2	10,0	6,6	9,4	1,0 : 0,66 : 0,94

^a Zestawienie to nie jest dokładne: 1) grupy województw nie pokrywają się ściśle z rejonami (środkowo-zachodni: Poznań, Bydgoszcz; południowo-wschodni: Lublin, Kielce, Kraków, Rzeszów; wschodni graniczny: Białystok); 2) przyjęto, że we wszystkich rejonach powierzchnia zbóż, ziemniaków i buraków cukrowych stanowi 80% powierzchni zasianej; 3) na skutek braku odpowiednich danych w Roczniku Statystycznym 1962, posłużono się średnią arytmetyczną nawożenia na hektar powierzchni zasianej przy sumowaniu województw w rejonny.

w gospodarstwach rachunkowiczów. Zasadnicza różnica pomiędzy strukturą nawożenia u rachunkowiczów w porównaniu do pozostałych gospodarstw chłopskich polega na relatywnie wyższym nawożeniu potasowym. Wolno przypuszczać, że niedobór potasu w gospodarstwach chłopskich stanowi jedną z istotnych przyczyn niskich relatywnie plonów okopowych, zwłaszcza ziemniaka.

Badając wpływ jakości gleby — X_2 , nawożenia obornikiem w q — X_3 i nawożenia mineralnego w kg NPK — X_4 na wysokość plonu przeliczeniowego — X_1 otrzymano następujące równania regresji prosto i krzywoliniowej¹.

Rejon środkowo-zachodni

- 1) $X_1 = -1,500 + 11,405 X_2 + 0,058 X_3 + 0,027 X_4$
 $R_{1.234}^2 = 0,51$ $R_{12.34}^2 = 0,20$ $R_{13.24}^2 = 0,15$ $R_{14.23}^2 = 0,16$
 $S_{1.234} = 3,47$
- 2) $X_1 = -2,333 + 11,071 X_2 + 0,060 X_3 + 0,053 X_4 - 0,000115 X_4^2$
 $R_{1.234}^2 = 0,52$ $R_{12.34}^2 = 0,20$ $R_{13.24}^2 = 0,15$ $R_{14.23}^2 = 0,31$
 $R_{(14.23)}^2 = -0,14$ $R_{14.23-(14.23)}^2 = 0,17$
 $S_{1.234} = 3,46$

Rejon południowo-wschodni

- 1) $X_1 = 7,955 + 4,593 X_2 + 0,027 X_3 + 0,023 X_4$
 $R_{1.234}^2 = 0,32$ $R_{12.34}^2 = 0,08$ $R_{13.24}^2 = 0,10$ $R_{14.23}^2 = 0,14$
 $S_{1.234} = 3,23$
- 2) $X_1 = -4,496 + 10,890 X_2 + 0,034 X_3 + 0,121 X_4 - 0,000467 X_4^2$
 $R_{1.234}^2 = 0,47$ $R_{12.34}^2 = 0,20$ $R_{13.24}^2 = 0,13$ $R_{14.23}^2 = 0,74$;
 $R_{(14.23)}^2 = -0,60$ $R_{14.23-(14.23)}^2 = 0,14$
 $S_{1.234} = 2,87$

Rejon wschodni graniczny

- 1) $X_1 = 6,511 + 3,296 X_2 + 0,034 X_3 + 0,017 X_4$
 $R_{1.234}^2 = 0,21$ $R_{12.34}^2 = 0,02$ $R_{13.24}^2 = 0,12$ $R_{14.23}^2 = 0,07$
 $S_{1.234} = 2,94$
- 2) $X_1 = 6,446 + 3,631 X_2 + 0,033 X_3 + 0,009 X_4 + 0,000041 X_4^2$
 $R_{1.234}^2 = 0,21$ $R_{12.34}^2 = 0,02$ $R_{13.24}^2 = 0,12$ $R_{14.23}^2 = 0,04$
 $R_{(14.23)}^2 = 0,03$ $R_{14.23+(14.23)}^2 = 0,07$
 $S_{1.234} = 2,95$

Zanim przejdziemy do merytorycznej analizy wyników, kilka uwag natury statystycznej. Wprowadzenie krzywoliniowego (parabolicznego) członu dla nawożenia w równaniach regresji przyczyniło się do znacznie lepszego „dopasowania układu regresyjnego w rejonie środkowo-zachodnim, a zwłaszcza w południowo-wschodnim. Wyrazem tego jest wyższy współczynnik determinacji łącznej ($R_{1.234}^2$) i niższy standardowy błąd oceny

*) Materiał przygotowała i rachunek przeprowadziła inż. Maria Sokołowska z Zakładu Ogólnej Ekonomiki IER.

($S_{1.234}$) w porównaniu do odpowiednich wielkości w równaniach liniowych. W interpretacji więc wyników dla rejonów: środkowo-zachodniego i południowo-wschodniego posługiwać się będziemy równaniami regresji N 2. Natomiast w rejonie wschodnim granicznym zastosowanie krzywoliniowego układu dla czynnika nawozów mineralnych nie dało żadnej istotnej zmiany w porównaniu z formą liniową. W tym więc przypadku posłużymy się równaniem N 1.

Wychodząc z ogólnego wzoru na współczynnik determinacji łącznej obliczono również współczynniki determinacji cząstkowej.

$$R_{1.234}^2 = \frac{b_2 \sum X_1 X_2 + b_3 \sum X_1 X_3 + b_4 \sum X_1 X_4}{\sum X_1^2} = \frac{b_2 \sum X_1 X_2}{\sum X_1^2} + \frac{b_3 \sum X_1 X_3}{\sum X_1^2} + \frac{b_4 \sum X_1 X_4}{\sum X_1^2}$$

Jak z powyższego wynika:

$$R_{1.234}^2 = R_{12.34}^2 + R_{13.24}^2 + R_{14.23}^2$$

Współczynniki te mówią nam w ilu procentach poszczególne zmienne niezależne — X_2 , X_3 , X_4 „objasniają” wariancję zmiennej zależnej — X_1 .

Należy jeszcze zwrócić uwagę, że materiał wyjściowy (populacja próbna) nie daje podstaw do bezpośrednich uogólnień na populację generalną. Wynika to z faktu, że dobór populacji próbnej (gospodarstw prowadzących rachunkowość) nie ma charakteru losowego. Uzyskane więc współczynniki odnoszą się bezpośrednio tylko do badanej próby, której charakterystykę zawiera tabela 1.

Ogólne wnioski jakie można by wysnuć z analizy uzyskanych współczynników regresji i determinacji są następujące:

1. Badane czynniki: jakość gleby, poziom nawożenia organicznego i mineralnego w stosunkowo znacznym procencie (ca 50%) objasniają wariancję plonów pomiędzy gospodarstwami w rejonach środkowo-zachodnim i południowo-wschodnim. Zarazem jednak wpływ innych czynników jest nieznacznie ważki. W rejonie wschodnim granicznym (białostockim) rola tych pozostałych czynników wydaje się być przy obecnym poziomie kultury rolnej dominująca.

2. Rola czynnika glebowego w kształtowaniu poziomu plonów w stosunku do ogółu badanych czynników okazała się najsilniejsza w rejonie południowo-wschodnim (20 : 47), co związane jest z silnym zróżnicowaniem glebowym badanych gospodarstw, oraz stosunkowo silna w rejonie środkowo-zachodnim (20 : 51). Należy sądzić, że w tym rejonie wyższa kultura rolna przyczynia się do stosunkowo lepszego wykorzystania mniejszych różnic glebowych.

W rejonie białostockim, o niskim poziomie kultury rolnej, niskiej jakości gleby i małym zróżnicowaniu tej jakości, absolutna i względna rola czynnika glebowego okazała się minimalna.

W rejonie środkowo-zachodnim i południowo-wschodnim, przeciętnie rzecz biorąc, poprawa jakości gleby o jedną klasę (0,2 b_2) powoduje przyrost plonu przeliczeniowego odpowiednio o 2,21 i 2,18 q. W rejonie wschodnim granicznym przyrost ten wynosi zaledwie 0,66 q.

3. Rola nawożenia obornikowego w objaśnieniu wariacji plonów, pomiędzy gospodarstwami w wyrazie absolutnym, jest bardzo zbliżona. W rejonie środkowo-zachodnim i południowo-wschodnim jest ona nieznacznie niższa w porównaniu z nawożeniem mineralnym. W rejonie wschodnim granicznym, spośród badanych czynników, rola nawożenia obornikowego okazała się decydująca (12 : 21).

Zwiększenie nawożenia obornikowego o 1 q (1—1,3 kg czystego składnika NPK), w zależności od jakości obornika, powoduje przeciętny przyrost plonu przeliczeniowego w badanych gospodarstwach: w rejonie środkowo-zachodnim o 6 kg, południowo wschodnim o 3,4 kg i w rejonie wschodnim granicznym również o 3,4 kg. Zwraca uwagę istotne znaczenie nawożenia obornikowego w rejonie środkowo-zachodnim i ciągle jeszcze decydujące znaczenie tego czynnika, w białostockim.

4. W rejonie środkowo-zachodnim, a szczególnie w południowo-wschodnim w sposób wyraźny wystąpiła prawidłowość malejącej efektywności dodatkowych dawek nawozów mineralnych. Rola nawożenia mineralnego w tych rejonach, mierzona współczynnikiem determinacji cząstkowej, okazała się **przeciętnie** nieco większa niż nawożenia obornikowego. Przy niskim poziomie nawożenia mineralnego rola ta rośnie bardzo znacznie, dochodząc w rejonie środkowo-zachodnim do 31% objaśnienia wariacji plonu, a w rejonie południowo wschodnim aż do 74%. Jednocześnie jednak w miarę wzrostu nawożenia, współczynnik ten spada stosunkowo wolno w środkowo-zachodnim i bardzo szybko w południowo-wschodnim. W rejonie wschodnim granicznym rola nawożenia mineralnego w objaśnieniu zróżnicowania plonów pomiędzy gospodarstwami jest niewielka. Efektywność dodatkowych dawek nawozów mineralnych jest również niska (1,7 kg plonu na 1 kg czystego składnika NPK). Dodatkowe nakłady nawozów mineralnych są równie, a nawet bardziej efektywne w stosunku do poprzednich, co zresztą jest charakterystyczne dla ekstensywnej, niskonakładowej gospodarki. Wzrost efektywności nawożenia mineralnego w tym rejonie wydaje się być silnie skorelowany z ogólnym wzrostem intensywności gospodarowania i kultury rolnej.

Krzywoliniowy (paraboliczny) przebieg zależności plonu od nawożenia mineralnego w rejonach środkowo-zachodnim i południowo-wschodnim wymaga nieco bardziej szczegółowej interpretacji.

Krańcowa efektywność dodatkowego nawożenia mineralnego (b_4 — $2c_4X_4$) w rejonie środkowo zachodnim, przy wyjściowym poziomie nawożenia daje przyrost 5,3 kg plonu przeliczeniowego na 1 kg NPK, przy poziomie 50 kg NPK na 1 ha badanych roślin — 4,1 kg, przy 100 kg NPK — 3 kg. Maksimum plonu z tytułu nawożenia mineralnego wynosi ok. 21,5 q, co odpowiada około 200 kg NPK w nawozach mineralnych.

Należy tu jeszcze raz przypomnieć, że blisko 50% czynników wpływających na wariację plonu pomiędzy gospodarstwami pozostało w tym układzie nie objaśnione. Jednocześnie, jak pamiętamy, w miarę wzrostu poziomu nawożenia następowało przesunięcie w wewnętrznych relacjach N : P : K na niekorzyść nawożenia azotowego. W rejonie tym wydają się być również niewykorzystane rezerwy tkwiące w wysokiej efektywności zwiększonego nawożenia obornikiem.

W rejonie południowo-wschodnim, przy wyjściowym poziomie nawożenia mineralnego, krańcowa efektywność jest względnie wysoka i wynosi 12 kg przyrostu plonu na 1 kg NPK. Przy poziomie 50 kg NPK przyrost

wynosi 7,4 kg, przy 100 kg spada do 2,8 kg plonu. Maksimum plonu z tytułu nawożenia mineralnego w wysokości około 21,9 q osiąga się już przy poziomie około 150 kg NPK na hektar (0,8 ha ziemi zasianej). Zarazem jednak rejon ten charakteryzuje się znacznie wyższym poziomem nawożenia obornikowego w porównaniu z rejonem środkowo-zachodnim.

Jednocześnie czynniki nie uwzględnione w równaniu objaśniają przeszło 50% wariacji plonu pomiędzy badanymi gospodarstwami.

*
* *

Na podstawie danych o krańcowej efektywności dodatkowego nawożenia mineralnego można obliczyć krańcową opłacalność tego nawożenia, względnie odpowiedzieć na pytanie: do jakiego poziomu opłaca się podnosić nawożenie mineralne przy danych cenach nawozów sztucznych (czystego składnika) i danych cenach plonu przeliczeniowego.

Przeciętna cena kg plonu przeliczeniowego przy przeciętnym poziomie i strukturze tego plonu wynosiła w 1959/60 r.: w rejonie środkowo-zachodnim 1,97 zł, w południowo-wschodnim 2,15 zł i we wschodnim granicznym 1,98 zł w cenach skupu państwowego.

Przeciętny koszt 1 kg NPK przy przeciętnym poziomie nawożenia w badanych gospodarstwach wynosił odpowiednio: w rejonie środkowo-zachodnim 1,97 zł, w południowo-wschodnim 2,15 zł i we wschodnim granicznym 4,72 zł.

W rejonie wschodnim granicznym zwiększenie nawożenia mineralnego o 1 kg podnosiło plon przeliczeniowy średnio o 1,7 kg (zależność liniowa), czyli o $1,7 \cdot 1,98 = 3,37$ zł. Nawożenie więc okazało się nieopłacalne.

W pozostałych rejonach poziom, do którego opłaca się podnieść nawożenie mineralne, obliczymy posługując się wzorem

$$X_4 = \frac{b_4 P_p - P_u}{2c_4 P_p}$$

We wzorze tym: X_4 — ilość kilogramów nawozów mineralnych w czystym składniku, do której opłaca się podnieść nawożenie (koszt krańcowy zrówna się z ceną), P_p — cena 1 kg plonu przeliczeniowego, P_u — cena 1 kg NPK nawozów mineralnych, b_4 i $2c_4$ współczynniki regresji paraboli (po zróżniczkowaniu). W rejonie środkowo zachodnim opłaca się podnieść nawożenie do 127 kg, a w południowo wschodnim do 105 kg NPK na 1 ha, przy przyjęciu struktury NPK równej strukturze **przeciętnego** nawożenia w danych rejonach.

Jak już jednak wspominaliśmy, w miarę wzrostu poziomu nawożenia relacje N : P : K ulegają istotnemu przesunięciu. Maleje udział drogiego azotu, a rośnie udział tańszego fosforu, zwłaszcza potasu. W rezultacie maleje średnia cena 1 kg NPK (tab. 4).

Dla przykładu, o ile w rejonie środkowo-zachodnim, przy cenie 1 kg NPK równej 6,04 zł, opłaciliby się podnieść nawożenie do 118 kg, to przy cenie 4,30 zł opłacalność nawożenia wzrasta do 150 kg NPK. Można więc przypuszczać, że jednym z czynników powodujących przesunięcie w relacjach N : P : K jest dążenie do obniżenia ceny nawozu w miarę wzrostu poziomu nawożenia. Nie przypadkowo chyba również przeciętne ceny ze-

stawu nawozowego są z reguły niższe w rejonie południowo-wschodnim, a jeszcze niższe we wschodnim granicznym, w porównaniu z odpowiednimi grupami nawożenia w rejonie środkowo-zachodnim.

Tabela 4

Przeciętna cena 1 kg NPK przy różnym poziomie nawożenia

Grupy wg poziomu nawożenia	Średnioważona cena 1 kg NPK w zł		
	środkowo-zachodni	południowo-wschodni	wschodni graniczny
do 50 kg	6,04	5,54	5,76
51—100	5,11	5,02	4,92
101—150	4,92	4,85	4,07
151—200	4,30	4,53	3,86
201—250	4,18	4,45	3,83

Nawozy sztuczne nie są więc tak absolutnie opłacalne, jak to się niekiedy u nas mówi. Szczególnie wydaje się, że cena azotu jest jeszcze ciągle relatywnie zbyt wysoka. Można sugerować, aby w miarę poprawy zaopatrzenia w nawozy azotowe, cena ich uległa obniżeniu.

Należy się jednak zastrzec przed zbyt dosłownym traktowaniem uzyskanych wyników. Krańcowa opłacalność nawożenia nie sprowadza się tylko do bezpośrednich relacji cen nawozów i nawożonych roślin. Istnieje szereg czynników wtórnych korygujących tę opłacalność *in plus* i *in minus*. W szczególności takie ziemiopłody, jak zboża i ziemniaki produkowane są nie tylko na sprzedaż, ale i jako pasza. Opłacalność zaś uzyskania dodatkowego kilograma paszy może być znacznie większa niż opłacalność sprzedaży dodatkowego kilograma zboża, czy ziemniaków. Podobnie i burak cukrowy przynosi szereg pośrednich korzyści.

Wydaje się jednak, że pewne prawidłowości ujawnione w analizie a dotyczące poziomu, struktury, efektywności i opłacalności nawożenia mogą być pomocne przy podejmowaniu decyzji gospodarczych bardziej racjonalnego wykorzystania nawozów mineralnych.

АНАТОЛЬ БЖОЗА

Научно-исследовательский институт
экономики сельского хозяйства
В а р ш а в а

ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ВЫГОДА
ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В КРЕСТЬЯНСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ

С о д е р ж а н и е

Статья содержит статистическое исследование, с применением метода множественной регрессии, влияния на величину переводной урожайности зерновых культур, картофеля и сахарной свеклы следующих факторов: плодородия почвы, органических удобрений, минеральных удобрений в переводе на действующее вещество (NPK).

На основании произведенного анализа, полученных коэффициентов регрессии и детерминации автор делает вывод, что самое сильное воздействие оказывает качество почвы на уровень урожайности в районах с большим разнообразием почвенного плодородия, либо на территориях имеющих высокую культуру земледелия.

Роль навозного удобрения в выяснении различий в уровне урожайности между хозяйствами различных районов в абсолютном выражении очень близка значению почвенного фактора. Воздействие внесения минеральных удобрений в исследуемых районах, измеримое коэффициентом частной детерминации, показало себя, в среднем несколько выше, чем воздействие органических удобрений. В центрально-западном и особенно в юго-восточном районе проявилась закономерность уменьшающейся эффективности дополнительно внесенных доз минеральных удобрений.

Автор приводит расчеты предельной эффективности дополнительного внесения минеральных удобрений, а также предельную рентабельность этого удобрения при определенных ценах минеральных удобрений и определенных ценах единицы продукта переводного урожая.

ANATOL BRZOZA
Institute of Agricultural Economics
Warsaw

EFFECTIVENESS AND PROFITABILITY OF DRESSING IN INDIVIDUAL FARM

Summary

The article contains a statistical analysis, by means of the multiple regression method, of influence of the factors: soil quality, manuring and fertilizing (in pure compounds - NPK¹) on yields of conventional 4 cereals, potatoes and sugar beets.

Basing on the analysis of the acquired regression and determination coefficients the author comes to the conclusion that the role of soil factor in influencing yields seems to be relatively the highest in the regions which are characteristic by a higher differentiation in soil quality or generally higher agricultural level. The role of manuring when considered under the aspect of crops variation, in absolute terms is very similar among farms of various regions. The role of fertilizing measured by means of the coefficient of partial determination, has been found in the examined regions to be, on the average, a little higher than that of manuring. In the central-eastern region, and especially in the south-eastern one the regular phenomenon of regressive effectiveness of additional fertilizing has taken place. The author presents the computation of marginal effectiveness of additional fertilizing as well as marginal profitability of the above said fertilizing at determined prices of fertilizers and of given prices of calculated yields.

¹ Nitrogen, phosphorus, potassium.

