

TADEUSZ RYCHLIK
Instytut Ekonomiki Rolnej
Warszawa

EFEKTYWNOŚĆ NAWOŻENIA W RÓŻNYCH WARUNKACH GLEBOWYCH

Część I

W opracowaniu poniższym interesuje nas nie tyle sam wpływ nawożenia na poziom plonów, ile wpływ jakości gleby na siłę produkcyjną nawożenia. Opracowanie to stanowi fragment szerszych badań — wpływu naturalnych warunków środowiska na wyniki gospodarowania. Ten ogólny kierunek poszukiwań wpłynął na sposób ujęcia problematyki efektywności nawożenia.

Materiał źródłowy na jakim się tu opieram, to wyniki w zasadzie wszystkich gospodarstw PGR województwa opolskiego za lata gospodarcze 1958/59 i 1959/60¹.

Zebrane z poszczególnych gospodarstw materiały zostały skontrolowane i opracowane statystycznie, a wyniki sprowadzone do formy porównywalnej. Dzięki temu można przyjąć, że w materiałach nie ma w zasadzie błędów rachunkowych i że zapisy odpowiadają faktycznym zasłogom w gospodarstwach, materiał więc godzien jest zaufania.

Zastosowany podział materiałów źródłowych na dwa rejony — nizinny i podgórski, różniące się jakością gleby, a w ramach rejonów na grupy według jakości gleby i wielkości pogłowia, okazał się dla naszych celów nieprzydatny. Potraktowaliśmy więc wszystkie opolskie gospodarstwa PGR jako jedną zbiorowość. Ze zbiorowości tej usunięte zostały wszystkie gospodarstwa z gorzelniami, z dużymi dochodami z działalności pozarolniczej (głównie z tytułu usług warsztatowych) oraz gospodarstwa, z których materiały były niekompletne. Pozostała zbiorowość (183 gospodarstwa) została podzielona na trzy grupy według jakości gleby. Jakość gleby określono za pomocą średnioważonej klasy bonitacyjnej, przy czym klasę I oznaczono wskaźnikiem 6, klasę VI wskaźnikiem 1.

Grupa I obejmuje 40 gospodarstw na glebach słabych o wskaźniku bonitacji do 2,80, przeciętnie 2,34. Grupa II — 67 gospodarstw na gle-

¹ Materiały te zebrane, dla innych zresztą celów, przez Pracownię Badań Ekonomiki i Organizacji Produkcji Rolnej przy Komitecie Ekonomiki Rolnej PAN, a wykorzystane przeze mnie za zgodą Pana W. Maringe'a, za co Mu serdecznie dziękuję.

bach średnich o wskaźniku bonitacji od 2,81 do 3,80, przeciętnie 3,38. Grupa III — 76 gospodarstw na glebach dobrych o bonitacji powyżej 3,80, przeciętnie 4,38. Różnice między kolejnymi grupami gospodarstw wynoszą więc w przybliżeniu 1 klasę glebową. Wszystkie obliczenia zostały przeprowadzone dla każdej z tych grup oddzielnie. Tak więc metodą statystyki tabelarycznej został w zasadzie wyeliminowany wpływ jakości gleby na wyniki gospodarowania i na plony, a różnice w efektywności nawożenia między poszczególnymi grupami powinny wynikać głównie z faktu, że każda grupa gospodarstw dysponowała glebą innej jakości.

W badaniach efektywności nawożenia metodami statystycznymi przyjmuje się powszechnie sumę kg czystego składnika NPK w nawożeniu mineralnym i obornikowym. W prowadzonej poniżej analizie będziemy operować oddzielnie nawożeniem mineralnym i oddzielnie obornikowym, dla próby uchwycenia efektywności każdego z tych rodzajów nawożenia oddzielnie. Przyjmuję, podobnie jak to czyni Z. Grochowski¹, zużycie nawozów mineralnych na 1 ha użytków rolnych, gdyż w PGR użytki zielone są na ogół nawożone, przyjęcie więc zużycia na 1 ha powierzchni zasiewów daje przesadną ocenę poziomu nawożenia.

Za miernik nawożenia obornikiem przymuję liczbę sztuk obornikowych na 100 ha gruntów ornych, co równa się ilości kwintali obornika na 1 ha gruntów ornych. Za podstawę przeliczeń przyjmuję nawożenie obornikiem powierzchni gruntów ornych, gdyż dotychczas w PGR trwałe użytki zielone są bardzo rzadko i sporadycznie nawożone obornikiem.

W państwowych gospodarstwach woj. opolskiego proporcje NPK w nawożeniu mineralnym kształtowały się następująco:

	N	:	P	:	K
1957/58	1	:	0,84	:	1,98
1958/59	1	:	1,05	:	1,86
1959/60	1	:	0,84	:	1,64

Źródło: R. S. 1959, 60, 61.

Wartość 1 kg czystego składnika NPK w 1958/59 r. wynosiła w badanych PGR około 4,75 zł. Dane materiałów źródłowych ujęte są według lat gospodarczych. Plony roku 1958/59 są to plony zebrane w roku 1958. Nakłady zaś na produkcję roślinną w tym roku to w przeważającej mierze nakłady pod plony roku następnego 1959 (w materiałach roku 1959/60). Dotyczy to w szczególności nawożenia, które w całości zużywane jest pod plony roku następnego. Dlatego też do obliczeń przyjąłem dane o zużyciu nawozów mineralnych i ilości sztuk obornikowych z roku 1958/59. Nawożenie w tym roku było według danych GUS we wszystkich gospodarstwach państwowych woj. opolskiego trochę niższe niż w roku poprzednim (o 4,2 kg NPK na 1 ha powierzchni zasiewów). Natomiast plony roślin uprawnych i wielkość produkcji roślinnej przyjąłem jako średnią z dwóch lat 1958/59 i 1959/60. Powoduje to pewne wyrównanie wahań plonów wywołane zmiennością warunków atmosferycznych i przypadkami losowymi, a było możliwe dzięki temu, że w zużyciu na-

¹ Z. Grochowski: Efektywność nawożenia w Polsce i za granicą. Zagadnienia Ekonomiki Rolnej nr 3/1960.

wozów pod plony obydwu tych lat nie było większych różnic. Przy obliczaniu nawożenia całkowitego, jedna sztuka obornikowa na 100 ha gruntów ornych przyjęta jest za równowartość 1,1 kg czystego składnika NPK.

Obliczenia efektywności zostały przeprowadzone przy pomocy rachunku regresji i korelacji wielorakiej. W badaniach wstępnych dokonywaliśmy prób z różnymi zmiennymi objaśniającymi, do ostatecznych zaś obliczeń przyjęliśmy następujące zmienne:

- X_0 — jakość gleby wyrażona współczynnikiem bonitacji o rozpiętości od 1 do 6;
- X_3 — ilość sztuk obornikowych na 100 ha gruntów ornych;
- X_4 — wartość funduszu płac na 1 ha użytków rolnych — jest wskaźnikiem ilości pracy zużytej w gospodarstwie;
- X_6 — wartość nawożenia mineralnego na 1 ha użytków rolnych przeliczana również na ilość czystego składnika NPK.

Jako zmienne zależne (wynikowe) występują: plon 4 zbóż, plon ziemniaków, plon buraków cukrowych oraz wartość produkcji roślinnej na 1 ha użytków rolnych.

Nawożenie w gospodarstwie a nawożenie roślin

Zanim przejdziemy do analizy wyników rozpatrzmy najpierw, w jakiej mierze ogólny poziom nawożenia w gospodarstwie odpowiada nawożeniu pod badane rośliny, i na jakiej konkretnie klasie gleby te właśnie rośliny były uprawiane. Można na ogół sądzić, że im większy jest udział danej rośliny (czy grupy roślin) w powierzchni zasiewów gospodarstwa, tym większa szansa, że przeciętna jakość gleby gospodarstwa jest zbliżona do przeciętnej jakości gleby pod daną rośliną. W naszym przypadku dotyczy to głównie plonów 4 zbóż, zajmujących blisko połowę powierzchni zasiewów (około 46—47%). Wiadomo również, że buraki cukrowe będą się znajdowały na lepszych niż przeciętne glebach, a ziemniaki na glebach przeciętnych i słabszych od przeciętnych.

Gdy idzie o nawożenie obornikiem, to sprawa przedstawia się inaczej dla zbóż, a inaczej dla roślin okopowych. W przypadku zbóż mamy do czynienia wyłącznie z wtórnym działaniem nawożenia obornikowego na plony. Przyrost zużycia obornika w gospodarstwie oznacza więc zawsze wzrost ilości tego nawożenia jaka pozostaje w glebie do dyspozycji roślin nie uprawianych bezpośrednio na oborniku. Nie wiemy co prawda, przynajmniej z badań większych zbiorowości gospodarstw, czy dla plonów roślin nie uprawianych na oborniku obojętne jest czy wzrost zużycia obornika związany jest ze wzrostem powierzchni nawożonej obornikiem czy ze zwiększeniem dawek obornika na hektar powierzchni nawożonej.

Gdy idzie o rośliny okopowe — ziemniaki i buraki cukrowe, nawożenie obornikiem występuje tu zwykle jako bezpośrednie nawożenie roślin. Wzrost zużycia obornika w gospodarstwie może spowodować bądź zwiększenie dawek obornika pod te rośliny, bądź też rozszerzenie powierzchni uprawy roślin na oborniku, a zatem pozostawienie dawek bez zmian. Jeżeli przeważać będzie tendencja druga, wtedy wnioskując z danych w skali gospodarstwa, uzyskany wynik będzie odległy od rzeczywistych

stosunków między wzrostem nawożenia obornikiem roślin okopowych a przyrostem plonów tych roślin. Na ogół z praktyki wiadomo, że przy niskiej ilości obornika w gospodarstwie wzrost ilości obornika wykorzystywany jest głównie na rozszerzenie upraw roślin okopowych. Dopiero w miarę zbliżania się do takiej powierzchni tych roślin, jaka umożliwia poprawne zmianowanie, dalszy wzrost ilości obornika kierowany jest głównie na zwiększenie dawek pod rośliny nawożone.

Z danych statystyki powszechnej, jak również ze sprawozdawczości gospodarstw znamy tylko ogólne zużycie nawozów mineralnych, nie wiemy natomiast jak rolnik rozdysponował posiadany nawóz. Jest to problem bardzo interesujący, gdyż efektywność nawożenia mamy oceniać na podstawie konkretnych grup roślin. Pewnego oświetlenia problemu możemy szukać jedynie w badaniach szczegółowych.

W IER są zbierane i analizowane materiały dla kilkudziesięciu gospodarstw PGR położonych na terenie całego kraju. Z materiałów tych można otrzymać informacje nie tylko co do ogółu zużytych nawozów, ale i o nawożeniu poszczególnych roślin. Dane te dla roku 1960/61¹ zawarte są w tabeli 1.

Tabela 1

Współzależność między średnim zużyciem NPK na 1 ha użytków rolnych a zużyciem na 1 ha zasiewów zbóż, buraków cukrowych, ziemniaków w reprezentacji PGR badanej przez IER — rok 1960/61

Przedział klasowy w kg NPK na 1 ha użytków rolnych	Ilość gospodarstw	Zużyto kg NPK			
		na 1 ha użytków rolnych	na 1 ha zbóż	na 1 ha buraków cukrow.	na 1 ha ziemniaków
10— 40	4	30	67	142	49
41— 70	16	55	83	180	82
71—100	17	82	90	148	101
101—130	16	117	127	243	156
131—160	5	149	132	247	109
Średnio	58	87	100	209	105

Jak wynika z tabeli 1, na ogół wraz ze wzrostem zużycia nawozów na 1 ha użytków rolnych rośnie również nawożenie wybranych tu grup roślin. Jednakże poziom nawożenia jak i tempo przyrostu są różne. Zboża i ziemniaki posiadają zbliżony poziom nawożenia do zużycia nawozów na 1 ha użytków rolnych, natomiast nawożenie buraków cukrowych jest dwukrotnie wyższe.

Ważne jest jednak inne zjawisko. Otóż rozpiętość między grupami skrajnymi ujęta w procentach czy nawet w liczbach absolutnych jest znacznie mniejsza przy nawożeniu poszczególnych roślin niż przy zużyciu nawozów na 1 ha użytków rolnych. Blisko pięciokrotnemu wzrostowi zużycia nawozów odpowiada mniej więcej dwukrotny wzrost nawożenia

¹ Zestawione w ten sam sposób dane dla roku poprzedniego dają, zarówno jeśli idzie o proporcje jak i tendencje, obraz bardzo podobny.

badanych tu roślin. Przesuwanie się od niższego do wyższego poziomu zużycia nawozów na 1 ha użytków rolnych powoduje coraz to mniejszy wzrost nawożenia wymienionych tu upraw. Albo inaczej mówiąc — wzrost zużycia nawozów na jednostkę powierzchni użytków rolnych spowodowany jest w coraz mniejszym stopniu wzrostem nawożenia tych właśnie roślin (zboż, ziemniaków, buraków cukrowych), a w coraz większym stopniu rozszerzaniem powierzchni nawożonej i nawożeniem innych roślin, głównie zaś roślin pastewnych.

Znajduje to wyraz w wartości współczynników korelacji między zużyciem nawozów na 1 ha użytków rolnych a nawożeniem roślin. Współzależność między zużyciem nawozów a nawożeniem zbóż wyraża współczynnik korelacji $r = 0,511$, między zużyciem nawozów a nawożeniem ziemniaków $r = 0,397$ i wreszcie między zużyciem nawozów a nawożeniem buraków cukrowych $r = 0,515$. Nie są to współczynniki zbyt wysokie, wskazują jednakże, że związek między zużyciem nawozów a nawożeniem głównych roślin jest istotny. Nie wiemy niestety, jak te stosunki układają się w badanej zbiorowości opolskich gospodarstw PGR, które znajdują się w innych warunkach naturalnych, cechują się innym poziomem intensywności niż reprezentacja gospodarstw IER. Przypuszczamy, że i tu reakcje producenta rolnika zwiększającego nawożenie są podobne. Przy niskim zużyciu nawozów nawozi się przede wszystkim rośliny towarowe — przemysłowe i zboża. Kiedy osiągnie się już pewien mniej lub bardziej wysoki poziom nawożenia tych roślin, stosuje się nawozy pod inne rośliny, głównie pastewne. Rośnie więc nadal zużycie NPK na 1 ha użytków, a nawożenie zbóż i roślin przemysłowych może już nie wzrastać lub wzrasta nieznacznie. Prawdopodobnie więc i w naszej opolskiej zbiorowości istnieje taka prawidłowość.

Badając więc korelację między nawożeniem a poziomem plonów czy regresję plonu względem nawożenia, należy mieć na uwadze, że to tylko w określonym stopniu badamy rzeczywiste stosunki między nawożeniem a plonami. Uzyskane liczby dają raczej informację jak wzrost ogólnej siły nawozowej, ilości obornika i zużycia nawozów mineralnych, może wpłynąć na poziom plonów uwzględniając już fakt, że wytwórca kieruje się własną polityką w dziedzinie dyspozycji posiadanych zasobów nawozowych. A takie informacje szczególnie dla celów planowania nie są bynajmniej bez wartości.

Korelacja między wynikami gospodarowania a czynnikami produkcji

A oto podstawowe dane charakteryzujące badaną zbiorowość:

W tabeli 2 znajduje się opisowa charakterystyka zmiennych objaśniających — czynników produkcji. W miarę, jak przechodzimy od gleb słabszych do lepszych wzrasta wyposażenie w sztuki obornikowe, poziom nawożenia mineralnego, ilość zużytej pracy, czyli intensywność gospodarowania. Pomiedzy poszczególnymi grupami brak poważniejszych różnic, gdy idzie o rozproszenie wartości poszczególnych zmiennych wokół średniej arytmetycznej, na co wskazuje współczynnik zmienności V . Samo zaś rozproszenie nie jest duże, wyjątkowo tylko zbliża się do 30% lub je przekracza.

Tabela 2

Charakterystyka opisowa zmiennych niezależnych
(grupy wg klas bonitacyjnych)

Grupa	X ₃ sztuki obornikowe				X ₄ fundusz płac				X ₆ nawożenie mineralne			
	N	M	S	V	N	M	S	V	N	M	S	V
do 2,8	39	38,0	8,64	22,7	40	2246	568	25,2	40	338	106	31,4
2,8—3,8	67	41,1	10,65	26,9	67	2503	658	26,3	67	366	98	26,8
pow. 3,8	76	45,4	10,53	23,2	76	3113	850	27,3	75	408	115	28,2

M — średnia arytmetyczna,

S — odchylenie standardowe,

V — współczynnik zmienności $\frac{S \cdot 100}{M}$

Różnice w poziomie plonów czy wartości produkcji roślinnej jakie obserwujemy w tabeli 3 są wynikiem różnej jakości gleby, na jakiej gospodarowały poszczególne grupy gospodarstw i różnego poziomu intensywności, który — jak widzieliśmy — związany jest z jakością gleby (jeśli pominąć rolę innych czynników nie uwzględnionych w naszych badaniach). Natomiast zmienność plonów (produkcji) w ramach poszczególnych grup, która scharakteryzowana tu jest współczynnikiem V, nie powinna już w zasadzie zależeć od różnic glebowych, lecz od zmienności czynników produkcji (zmiennych objaśniających) oraz zmienności innych nie badanych tu czynników.

Tabela 3

Charakterystyka opisowa zmiennych niezależnych
(grupy wg klas bonitacji)

Grupa	N	M	S	V	N	M	S	V
	Plony zbóż				Plony ziemniaków			
do 2,8	40	16,5	3,00	18,1	40	108	26,0	24,0
2,8—3,8	67	17,6	2,93	16,7	67	112	35,5	31,6
pow. 3,8	76	20,3	3,63	17,9	71	126	29,6	23,4
	Plony buraków cukrowych				Produkcja roślinna			
do 2,8	39	142	41,1	28,8	40	3854 ¹⁰⁰	1895	48,1
2,8—3,8	67	164	41,2	25,1	67	4630 ²⁰	1476	31,4
pow. 3,8	76	179	48,9	27,2	76	5981 ¹⁵	1776	29,7

Spójrzmy obecnie na współzależności istniejące między badanymi tu zmiennymi wynikowymi a czynnikami produkcji.

Tabela 4 zawiera współczynniki korelacji prostej wyrażające siłę związku między poszczególnymi parami zmiennych oznaczonych numerami, przy czym 1 oznacza zawsze zmienną wynikową (plon zbóż, ziemniaków, buraków cukrowych, wartość produkcji roślinnej), a liczby 3, 4, 6 konkretne zmienne objaśniające — nawożenie obornikiem, wartość funduszu płac, nawożenie mineralne. W tabeli zawarte są również współczynniki korelacji wielorakiej $R_{1.346}$ oznaczające siłę związku między zmienną objaśniającą a całym zespołem ujętych tu czynników produkcji oraz błąd oceny współczynnika regresji S_R . Zwykle przyjmuje się, że współczynnik korelacji jest istotny, jeśli trzykrotnie przewyższa swój błąd.

Tabela 4

Korelacja prosta i wieloraka między plonami i produkcją a czynnikami produkcji — układ grupy wg klas bonitacji gleby

Grupa	r_{13}	r_{14}	r_{16}	$R_{1.346}$	S_R
Plony 4 zbóż					
do 2,8	0,513	0,234	0,551	0,662	0,094
2,8—3,8	0,451	0,279	0,429	0,516	0,092
pow. 3,8	0,390	0,473	0,527	0,637	0,070
Plony ziemniaków					
do 2,8	0,305	0,181	0,399	0,441	0,134
2,8—3,8	0,292	0,240	0,167	0,315	0,150
pow. 3,8	0,455	0,330	0,623	0,716	0,057
Plony buraków cukrowych					
do 2,8	0,054	0,165	0,289	0,341	0,147
2,8—3,8	0,231	0,229	0,214	0,302	0,114
pow. 3,8	0,322	0,553	0,514	0,649	0,068
Produkcja roślinna					
do 2,8	0,523	0,687	0,455	0,796	0,061
2,8—3,8	0,555	0,519	0,609	0,713	0,062
pow. 3,8	0,438	0,500	0,408	0,613	0,074

Dla właściwej oceny wartości współczynników korelacji prostej niezbędna jest znajomość granicy ich statystycznej „istotności”. Jeśli istotność współczynników korelacji ocenić przy pomocy testu t Studenta, to przy $P = 0,05$ i uwzględnieniu liczby stopni swobody w poszczególnych grupach wartość współczynników korelacji uznamy za istotną dla grupy I (bonitacja do 2,8), gdy $r \geq 0,3164$, dla grupy II (bonitacja 2,8—3,9), gdy $r \geq 0,2410$, a dla grupy III, gdy $r \geq 0,2355$.

Po tych wyjaśnieniach formalnych omówimy główne wnioski wynikające z danych zawartych w tabeli 4. Współzależność między plonem zbóż a nawożeniem obornikiem maleje w miarę przesuwania się od gleb słabych do lepszych. Na glebach lepszych plony zbóż mniej zależą od

ilości wywiezionego w pole obornika. Jeśli natomiast idzie o współzależność między plonem a nawożeniem mineralnym, to jest ona raczej mocniejsza niż w przypadku obornika i nie widać jakiejś wyraźnej zależności siły współzwiązku od jakości gleby. Natomiast współzależność między ilością zużytej w gospodarstwie pracy a plonami zbóż wzrasta w miarę przesuwania się do gleb cięższych, chociaż nigdzie nie osiąga średniej siły związku ($0,5 \geq r \geq 0,7$), a w grupie pierwszej współzależność ta jest nieistotna.

Plony roślin okopowych — ziemniaków i buraków cukrowych w drugiej grupie, a plony buraków cukrowych również w grupie pierwszej cechuje stosunkowo niska korelacja z czynnikami produkcji ujętymi w skali gospodarstwa. Prawie wszystkie współczynniki korelacji są tu nieistotne. Wyklucza to więc z góry sens obliczenia współczynników regresji dla tych grup. Natomiast w grupie trzeciej (bonitacja pow. 3,8) współczynniki korelacji zbliżają się do poziomu średniej siły związku.

Przyczyny, dla których rośliny okopowe wykazują słabą korelację z natężeniem zaangażowania w gospodarstwach czynników produkcji, są różne. Rośliny te zajmują stosunkowo niewielką powierzchnię w gospodarstwie, co umożliwia nawet ekstensywnym gospodarstwom intensywnie prowadzić te uprawy. Plony tych roślin zależą w dużej mierze od czynników trudniej wymiernych jak konkretny układ czynników mikroklimatycznych, kwalifikacje prowadzącego gospodarstwo i robotników itp.

Najbardziej wyrównany poziom korelacji z czynnikami produkcji wykazuje wartość produkcji roślinnej.

W tabeli 5 zawarte są współczynniki korelacji prostej między zmiennymi objaśniającymi (czynnikami produkcji). Nie są one dla nas specjalnym obiektem analizy, gdyż nie zajmujemy się tutaj problematyką organicznego charakteru gospodarstwa, powiązania i wzajemnego uwarunkowania poszczególnych sił biorących udział w wytwarzaniu produktów. Zagadnienia interkorelacji naświetlamy jedynie dlatego, że mają one duży wpływ na wielkość współczynnika korelacji wielorakiej i wartość oraz kierunek (znak + lub —) współczynników regresji wielorakiej. Bardzo silne skorelowanie między sobą zmiennych objaśniających może postawić pod znakiem zapytania od strony praktycznej i teoretycznej sens prowadzenia rachunku regresji wielorakiej.

Tabela 5

Korelacja prosta między czynnikami produkcji
(grupy wg klas bonitacyjnych)

Grupa	r_{34}	r_{36}	r_{46}
do 2,8	0,658	0,320	0,117
2,8—3,8	0,445	0,450	0,434
pow. 3,8	0,379	0,188	0,391

W badanych tu grupach gospodarstw skorelowanie między sobą czynników produkcji przedstawia się niejednakowo. Szczególnie wyróżnia się grupa gospodarstw położonych na glebach najłagodniejszych, gdzie istnieje

silna korelacja pomiędzy ilością sztuk obornikowych w gospodarstwie a ilością pracy oraz bardzo słaba korelacja między ilością pracy a nawożeniem mineralnym. Wysoka współzależność między ilością sztuk obornikowych a zużyciem pracy w gospodarstwie jest zrozumiała, zwłaszcza na glebach słabszych nie posiadających większych możliwości intensyfikacji produkcji roślinnej. W grupie II skorelowanie między sobą czynników produkcji jest wyrównane i niezbyt wysokie, najniższe jest w grupie trzeciej, przy czym powiązanie wzajemne nawożenia obornikowego i mineralnego jest tu najslabsze.

W sumie interkorelacja czynników produkcji nie jest tak wysoka, by uniemożliwić rachunek regresji wielorakiej, względnie by pozbawić praktycznej wartości wyliczane współczynniki.

A teraz parę uwag ogólnych na temat korelacji między naszymi zmiennymi wynikowymi a czynnikami produkcji. Otóż korelacje te nie są zbyt wysokie. Do analizy wzięte zostały przeciw takie czynniki jak nawożenie obornikiem, nawożenie mineralne, zużycie pracy w gospodarstwie — których wpływ na poziom plonów jest bezsporny — należałoby więc oczekiwać wyższych współczynników korelacji. Nie są również bardzo wysokie współczynniki korelacji wielorakiej oznaczające zależność między plonami (produkcją) a zmiennością wszystkich ujętych czynników produkcji łącznie.

Współczynniki korelacji podniesione do kwadratu i pomnożone przez 100 dają informację, w jakiej mierze zmienna wynikowa zdeterminowana jest przez zmienne objaśniające. Jak widać z tabeli 4 wszystkie trzy czynniki razem wzięte (to znaczy jeśli by podnieść $R_{1,346}$ do kwadratu) wyjaśniają najczęściej 40—50% ogólnej zmienności plonów zbóż, wartości produkcji roślinnej oraz plonów roślin okopowych w grupie III. O pozostałych 50—60% zmienności decyduje układ czynników, które tu w ogóle nie uwzględniono.

Jak kwestia ta przedstawia się w innych opracowaniach? Z. Grochowski, w badaniach dotyczących spółdzielni produkcyjnych¹ uzyskuje współczynniki korelacji między nawożeniem całkowitym a plonem zbóż rzędu 0,799—0,873, a więc znacznie wyższe niż w naszym rachunku względem nawożenia i pracy łącznie.

W opracowaniu A. Brzozy współczynniki korelacji pomiędzy glebą i całkowitym nawożeniem a plonami pszenicy są rzędu $R = 0,34$ do $0,60$, między tymi zmiennymi objaśniającymi a plonem żyta rzędu $R = 0,42$ — $0,66$, dla plonu przeliczeniowego $R = 0,61$ do $0,82$, a więc zbliżone do poziomu zaprezentowanego w tabeli 4².

Najważniejszą przyczynę stosunkowo niezbyt wysokiej korelacji między plonami (produkcją) a analizowanymi tu czynnikami produkcji upatruję w fakcie, że badania opierają się nie na jakiejś reprezentacji, lecz w zasadzie na całej zbiorowości PGR województwa. Odbijają więc stan rzeczywisty istniejący w PGR. Reprezentacje dobierane są u nas stosunkowo rzadko metodą losową, najczęściej z konieczności stosuje się metodę doboru celowego. W tych warunkach wypadają z badań obiekty

¹ Z. Grochowski: Intensywność i opłacalność rolniczych spółdzielni produkcyjnych, PWRiL, Warszawa 1962 r., s. 132.

² A. Brzoza: Wpływ jakości gleby i nawożenia na plony. Zagadnienia Ekonomiki Rolnej nr 4/1962.

słabsze, gorzej wyposażone, posiadające słabe kierownictwo i niestałą załogę. Badamy więc rzeczywistość nieco lepszą niż istnieje w powszechnej praktyce. A w praktyce jak wiadomo siła działania czynników obiektywnych zależy w dużej mierze od subiektywnych warunków. Im wyżej kwalifikowane kierownictwo i załoga gospodarstwa, im lepsza znajomość warsztatu swojej pracy, tym lepsze odbicie w wynikach i plonach znajduje układ czynników obiektywnych, charakter warunków naturalnych, poziom i rodzaj nakładów¹.

Efektywność nawożenia przy różnej jakości gleby

W tabeli 6 podano parametry liniowych równań regresji między plonami czterech zbóż, buraków cukrowych i ziemniaków oraz produkcji roślinnej i produkcji towarowej netto jako zmiennymi zależnymi a sztukami obornikowymi na 100 ha użytków ornych (X_3), funduszem płac w setkach złotych (X_4) oraz nawożeniem mineralnym w setkach złotych i w kg czystego składnika NPK na 1 ha użytków rolnych (X_6) — jako zmiennymi objaśniającymi (niezależnymi).

Tabela 6

Współczynniki regresji wielorakiej między plonami i wartością produkcji w grupach gospodarstw o różnej bonitacji gleby

Grupa	a	Sztuki oborn. X_3	Praca X_4	Nawożenie miner. X_6		S_1	$S_{1.346}$
		$b_{13.46}$	$b_{14.36}$	set. zł $b_{16.34}$	kg NPK $b_{16.34}$		
4 zboża q							
do 2,8	6,020	0,1959	-0,0502	1,2317	0,0587	3,00	2,24
2,8—3,8	10,762	0,0876	0,0072	0,8309	0,0395	2,93	2,51
pow. 3,8	9,477	0,0786	0,0702	1,2299	0,0587	3,63	2,83
Ziemniaki q							
do 2,8	43,63	1,0580	-0,490	10,451	0,497	26,0	22,2
pow. 3,8	36,11	1,1110	-0,105	10,470	0,498	29,6	20,8
Buraki cukrowe q							
pow. 3,8	41,424	0,840	1,471	13,147	0,625	48,9	40,8
Produkcja roślinna w setkach złotych							
do 2,8	1,262	0,332	0,798	1,995	0,0950	18,95	13,15
2,8—3,8	1,060	0,491	0,657	2,362	0,1122	14,76	11,003
pow. 3,8	11,497	0,463	0,413	3,449	0,1638	17,76	13,420

¹ Poza obrębem naszej analizy pozostało wiele bardzo istotnych dla poziomu plonów czynników, jak choćby układ warunków, mikroklimatycznych, jakość materiału siewnego, stosowane odmiany, terminowość upraw itp. Czynniki te są nader istotne dla poziomu osiąganych plonów, jednakże trudno uchwytne lub wręcz nieuchwytnie w masowej analizie statystycznej.

Współczynniki regresji $b_1...$ wskazują na przyrost zmiennej zależnej plonu w q lub produkcji w setkach złotych spowodowany przez przyrost zmiennej objaśniającej o jednostkę (1 sztukę obornikową, 100 zł wartości funduszu płac, 100 zł wartości NPK lub 1 kg NPK). Wyras a oznacza teoretyczny poziom zmiennej zależnej w q lub w setkach złotych, gdy wszystkie zmienne objaśniające będą równe zero. S_1 jest to odchylenie standardowe zmiennej zależnej od średniej arytmetycznej, zaś $S_{1,346}$ błąd standardowy oceny, czyli odchylenie od linii regresji. Różnice pomiędzy obu tymi wielkościami ujęte na przykład w procentach odchylenia standardowego S_1 wskazują jaka część ogólnej zmienności zmiennej zależnej (plonów, produkcji) została wyjaśniona przez uwzględnienie wpływu na tę zmienną — zmiennych objaśniających. Błąd standardowy oceny jest miarą nadziei wnioskowania opartego na równaniach regresji. Faktyczna wielkość zmiennej zależnej (plonu, produkcji) może się odchyłać od wielkości obliczonej z równań regresji, w przybliżeniu nie więcej niż \pm dwukrotna wartość błędu standardowego oceny.

Równania regresji posiadają ogólną postać:

$$X_1 = a + b_{13,46} X_3 + b_{14,35} X_4 + b_{16,34} X_6 \pm 2S_{1,346}$$

Dla większości zmiennych zależnych przytoczone są trzy równania, gdyż są trzy grupy gospodarstw. Współczynnik regresji plonu (produkcji) względem nawożenia mineralnego parametr $b_{16,34}$ podany jest w dwu wersjach — jako przyrost plonu (produkcji) na 100 zł wartości nawożenia mineralnego i jako przyrost na 1 kg czystego składnika NPK.

Każdy z podanych tu parametrów równania określa zależności plonu (produkcji) tylko od danego czynnika w izolacji od wpływu wszystkich pozostałych. Konkretny plon (produkcja) jest więc sumą przyrostów spowodowanych przez każdy czynnik produkcji z osobna, plus jeszcze jakaś wielkość „a”, będąca liczbową ilustracją wielkości plonu (produkcji), niezależnej od zmiennych objaśniających zastosowanych w równaniu.

Jest to oczywiście pewien schemat, model, który nie oddaje w pełni i bezbłędnie rzeczywistości, ponieważ założenia, na których jest oparty, nie mogą w pełni być zrealizowane. Na przykład współzależność między plonami (produkcją) a czynnikami produkcji nie musi mieć charakteru liniowego, jak to założyliśmy. Każdy z czynników produkcji nie działa na plon samodzielnie, lecz działają jako zespół czynników o określonych proporcjach i łączny efekt zależy nie tylko od zmiany jednego z czynników, ale i od ich wzajemnego stosunku. Czynniki produkcji nie są od siebie niezależne, lecz są ze sobą mniej lub więcej powiązane, uwarunkowane wzajemnie. Na przykład wzrost plonu z tytułu wyższego nawożenia, czy uprawy rośliny w lepszych warunkach glebowych wymaga z konieczności pewnego wzrostu robocizny (czy mechanizacji) choćby z tytułu konieczności sprzętu z ha większej masy plonu.

Pomimo jednak tych zastrzeżeń rachunek regresji, jeśli tylko korzystać z niego rozważnie, daje bardzo duże usługi. Pozwala bowiem wyrazić plon, czy produkcję, jako element zmienności wielu czynników oraz poznać prawdopodobną rolę każdego z nich z osobna. Pozwala też, jeśli analizujemy krąg warunków zbliżonych do typowych dla badanych

obiektów i nie wychodzimy poza skalę zmienności badanych zmiennych objaśniających — przewidzieć prawdopodobny skutek naszych decyzji gospodarczych.

Analizę wyników tabeli 6 rozpoczynam od efektywności nakładów wyrażonej plonami zbóż. Tabela ta przedstawia regresję plonów względem czynników produkcji — nawożenia i pracy. Największe różnice między poszczególnymi grupami gospodarstw dotyczą efektywności dodatkowych nakładów pracy. Na glebach najsłabszych współczynnik regresji jest ujemny, co oznacza, że dodatkowe nakłady pracy w skali gospodarstwa (a właściwie, wzrost funduszu płac na jednostkę powierzchni gospodarstwa) nie powodowały wzrostu plonu zbóż, a nawet gospodarstwa o mniejszym zużyciu funduszu płac miały wyższe plony. Widocznie wzrost funduszu płac związany był głównie z innymi gałęziami produkcji w tych gospodarstwach, szczególnie z produkcją zwierzęcą, jak na to wskazuje odpowiedni współczynnik korelacji w tabeli 5 ($r_{34} = 0,658$).

Charakterystyczne natomiast jest zjawisko wzrostu znaczenia ilości pracy w gospodarstwie dla poziomu plonów zbóż w miarę przesuwania się od gleb słabszych do mocniejszych. Ważne tu są oczywiście nie tyle absolutne wielkości, ile sama tendencja.

Również charakterystyczna zmienność, lecz idąca w odwrotnym kierunku niż w przypadku pracy, cechuje wpływ zwiększania nawożenia na przyrost plonu zbóż. Efektywność nawożenia obornikiem spada wyraźnie wraz z przechodzeniem od gleb lekkich do cięższych. Natomiast brak wyraźnej tendencji, gdy idzie o efektywność nawożenia mineralnego w zależności od jakości gleby.

Zwraca uwagę i drugie zjawisko. W miarę przechodzenia od gleb gorszych do lepszych maleje różnica między efektywnością nawożenia obornikiem a nawożeniem mineralnym. Szczególnie w grupie III, obejmującej gospodarstwa położone na glebach zbliżonych do trzeciej klasy bonitacyjnej, różnice między efektywnością nawożenia obornikiem a nawożenia nawozami mineralnymi są stosunkowo niewielkie.

Zarysowane tu tendencje można by wytłumaczyć następująco. Najsłabsze gleby bez nawożenia posiadają stosunkowo niewielką zdolność do wydawania plonów roślin uprawnych. Dodatkowe nakłady pracy na zwiększenie uprawy roli posiadają tu stosunkowo małe znaczenie. Decydującą rolę odgrywa tu nawożenie i to nawożenie obornikiem, gdyż w glebie brak materii organicznej. Nawóz organiczny w tym przypadku, to nie tyle dostarczytel składników mineralnych, ile melioracja zmieniająca stosunki wodno-powietrzne i biochemiczne gleby. Dzięki wysokim i stałym dawkom obornika, gleby te mogą być doprowadzone do względnie wysokiej kultury i wtedy dają niezłe plony roślin właściwych glebom lekkim. Stąd właśnie tak wysoka efektywność przyrostu nawożenia obornikiem. Na glebach cięższych, zasobnych w materię organiczną, ta melioracyjna właściwość nawożenia organicznego odgrywa już znacznie mniejszą rolę. Zyskuje natomiast na znaczeniu uprawa roli. Gospodarstwa posiadające więcej robotników mogą zapewnić więcej uprawy mechanicznej, zwłaszcza bardziej terminową uprawę, co na glebach najcięższych ma szczególnie duże znaczenie.

Do przedstawionych tu wyliczeń można by zgłosić następującą wątpliwość o charakterze metodycznym: czy słusznym jest uwzględnianie w rachunku regresji (w przypadku plonów) wartości funduszu płac na 1 ha, reprezentującej tu ilość pracy zużytej w gospodarstwie, a przeliczonej na jednostkę powierzchni? Wydaje się, że bezpośredni związek między zużyciem pracy w gospodarstwie a plonami, np. zbóż jest słaby.

Ilość zużytej pracy jest w danym wypadku raczej zmienną zależną. W produkcji roślinnej zależy od struktury zasiewów i plonów roślin, w produkcji zwierzęcej od ilości sztuk poszczególnych gatunków zwierząt, technologii, kierunku produkcji i wydajności od sztuki. Ponadto na ilość zużytej pracy wpływa poziom mechanizacji i wyposażenia gospodarstwa. Tak więc w przypadku uwzględnionych w naszych obliczeniach zmiennych, zmienna X_4 ma częściowo charakter zmiennej zależnej od poziomu plonów (X_1) oraz od ilości sztuk obornikowych (X_3), a częściowo zmiennej niezależnej kształtującej również poziom plonów. Uwzględniliśmy jednak pracę po stronie zmiennych niezależnych, rozumując, że gospodarstwo bardziej zasobne w pracę ma większe możliwości zebrać plon bez strat, lepiej i bardziej terminowo uprawić rolę. Równocześnie praca w pewnej mierze reprezentuje w rachunku regresji wpływ innych czynników skorelowanych z pracą jak np. intensywność struktury zasiewów i wynikające stąd zmianowanie.

Wartość współczynników regresji wielorakiej zależy nie tylko od przyczyn merytorycznych — zależy również od ilości i rodzaju zmiennych objaśniających uwzględnionych w równaniu regresji. Najczęściej, w miarę zwiększania ilości zmiennych współczynniki regresji częściowej maleją, bowiem część przypisywanego im dotąd wpływu na zmienną zależną przypada na skorelowane z nimi dodatkowo uwzględnione czynniki. Może się jednak zdarzyć, że uwzględnienie dodatkowych czynników spowoduje wzrost współczynników regresji częściowej — zależne to jest od charakteru i siły związku (skorelowania między sobą) uwzględnianych zmiennych niezależnych.

W prezentowanych tu badaniach uwzględniano w rachunku regresji różną ilość zmiennych niezależnych i otrzymano w efekcie różną wartość współczynników regresji. Omawialiśmy wariant, który uważamy za najbardziej prawidłowy. Dla porównania przytaczamy wyniki obliczone przy pomocy wszystkich trzech wariantów i współczynniki regresji prostej (tab. 7).

Jak widać, nastąpiły pewne przesunięcia w wysokości współczynników regresji. W grupie gospodarstw na glebach najszlubszych najwyższą wartość współczynników regresji plonów względem nawożenia uzyskuje się w wariantcie II. Uwzględnienie w rachunku czwartej zmiennej — wysokości amortyzacji jak również tylko dwóch zmiennych dotyczących nawożenia powoduje zmniejszenie wartości współczynników regresji. Inaczej jest w pozostałych grupach, gdzie tendencja jest jednokierunkowa — zmniejszenie ilości zmiennych objaśniających powoduje wzrost wartości pozostałych współczynników regresji. Przyczyną są różnice w korelacji pomiędzy czynnikami produkcji. W ogóle interkorelacja, której charakter może być przecież spowodowany zupełnie przypadkowymi czynnikami, powoduje dużą trudność w posługiwaniu się rachunkiem regresji wielorakiej i może być przyczyną przypadkowości uzy-

Tabela 7

Przyrost plonu zbóż w kg na 1 kg przyrostu czystego składnika NPK w nawożeniu obornikiem, nawożeniu mineralnym i nawożeniu całkowitym, obliczony przy użyciu różnej ilości zmiennych objaśniających w równaniach regresji

Grupa	Przyrost plonu w kg na 1 kg przyrostu czystego składnika NPK nawożenia										
	obornikiem				nawozami mineralnymi				całkowitym		
	I b_{13-246}	II b_{13-46}	III b_{13-6}	0 b_{16}	I b_{16-234}	II b_{16-34}	III b_{16-3}	0 b_{16}	I	II	III
do 2,8	14,1	17,8	10,6	13,8	5,8	5,9	5,2	8,5	8,8	10,3	7,1
2,8—3,8	7,0	7,9	8,0	14,9	2,8	4,0	4,0	6,8	4,4	5,4	5,5
pow. 3,8	5,5	6,8	9,4	10,3	4,7	5,9	7,0	7,8	5,0	5,8	7,5

Wariant I — 4 zmienne niezależne:

X_2 — wartość amortyzacji

X_3 — sztuki obornikowe

X_4 — fundusz plac

X_6 — ilość nawożenia mineralnego

Wariant II — 3 zmienne niezależne — X_3 , X_4 i X_6 .

Wariant III — 2 zmienne niezależne: X_3 i X_6 .

skiwanych wyników. W danym wypadku wariant I obliczeń uważam za najmniej udany. Związek przyczynowy między ogólną wartością trwałych środków produkcji a plonami zbóż jest dość odległy, gdyż na wartość środków produkcji główny wpływ wywiera wyposażenie gospodarstw w budynki, a nie maszyny rolnicze. Co prawda, na wysokość amortyzacji powinny wywierać większy wpływ środki produkcji szybciej się zużywające, a więc źródła energii mechanicznej, maszyny i narzędzia, a między tymi środkami produkcji a plonami związek jest dosyć bliski — jednakże w PGR jak wiadomo, wysokość amortyzacji była wielkością przypadkową, co jest rzeczą ogólnie znaną. Właśnie z uwagi na przypadkowy charakter wysokości zapisywanej w gospodarstwach amortyzacji, uważam wariant I obliczeń za nieprzydatny.

Można natomiast zastanawiać się, który z pozostałych wariantów jest bardziej prawidłowy. Różnice między nimi są dość istotne. Wariant III (tylko zmienne objaśniające, związane z nawożeniem) jest znacznie bardziej „optymistyczny” w gospodarstwach II i III grupy niż wariant II uwzględniający również nakłady pracy. W wariantcie III cały przyrost plonów jest przypisywany przyrostowi nawożenia, w czym oczywiście tkwi przesada.

Na glebach zaś najsłabszych wariant III jest bardziej pesymistyczny. Różnice w efektywności nawożenia obornikiem między grupami gospodarstw na różnych glebach zmalały tu (w porównaniu z wariantem II) znacznie, a w przypadku nawożenia mineralnego gleby najsłabsze utraciły prym; na czoło wysunęły się gleby najlepsze. W tabeli znajdują się również wyliczenia efektywności całkowitego nawożenia przy różnych wariantach obliczeń. W wariantcie II różnice między klasami go-

spodarstw są bardzo duże, w wariancie III zarówno najslabsze jak i najlepsze gleby zapewniają podobną efektywność nawożenia.

Jak już zaznaczałem, za najbardziej prawidłowy uważam wariant II z trzema zmiennymi objaśniającymi, chociaż w konkretnym wypadku grupy I gospodarstw położonych na glebach najslabszych — gdzie regresja między ilością pracy a wysokością plonów miała charakter ujemny, a korelacja między tymi zmiennymi była nieistotna, pewniej byłoby przyjąć wyniki wariantu III. Całkowita efektywność przyrostu nawożenia kształtowałyby się więc następująco: na glebach najslabszych przyrost nawożenia ogółem o 1 kg NPK czystego składnika zapewnia przyrost plonów zbóż o 7,2 kg, na glebach średnich o 5,4 kg, zaś na glebach najlepszych o 5,8 kg.

Jeśli by założyć, że pozostałe czynniki wzrostu plonów, szczególnie zaś poziom uprawy roli, będą rosły wraz ze wzrostem nawożenia, wtedy oczywiście można korzystać i z wariantu III obliczeń.

Obecnie spójrzmy na efektywność nawożenia roślin okopowych. Współzależności między plonami tych roślin a wielkością czynników produkcji, ujętych w skali całego gospodarstwa, są znacznie słabsze i mniej istotne niż dla zbóż. W związku z tym można było wyliczyć współczynniki regresji tylko dla niektórych grup, a i te współczynniki należy przyjmować z dużą ostrożnością.

Przyczyny, dla których regresja i korelacja plonów okopowych względem czynników produkcji nie występuje dostatecznie wyraźnie, omówione już były wcześniej. Tu chciałbym tylko dodać, że nawożenie obornikiem w porównaniu np. z roślinami zbożowymi ma w przypadku okopowych inny sens. Dla roślin zbożowych jest to nawożenie wtórne, dla okopowych jest to nawożenie stosowane bezpośrednio pod rośliny. Wzrost ilości sztuk obornikowych w gospodarstwie oznacza przyrost nawożenia na 1 ha buraków cukrowych czy ziemniaków tylko w tym wypadku, jeżeli nie wzrosła ogólna powierzchnia roślin okopowych. Procentowy udział powierzchni okopowych w strukturze zasiewów powinien być więc wejść do równań jako dodatkowa zmienna objaśniająca. Nie uwzględniłem jednak tej zmiennej, gdyż znacznie skomplikowałoby to obliczenie.

Tabela 8

Przyrost plonu ziemniaków i buraków cukrowych (obliczony w kg plonu rzeczywistego, w kg jednostek zbożowych i w kg plonu przeliczeniowego) spowodowany wzrostem nawożenia o 1 kg NPK czystego składnika

Grupa	NPK w oborniku			NPK w mineralnym			NPK w całkowitym		
	kg	jedn. zboż.	kg plonu przelicz.	kg	jedn. zboż.	kg plonu przelicz.	kg	jedn. zboż.	kg plonu przelicz.
Ziemniaki									
I	96	24	13,7	49,5	12,4	7,1	66,8	16,7	9,5
II	101	25	14,4	49,6	12,4	7,1	68,7	17,2	9,8
Buraki cukrowe									
III	76,5	16,6	6,4	62,6	15,6	5,2	67,7	16,9	5,6

Przeliczone na kg NPK czystego składnika nawożenie obornikiem i mineralne zapewniało, w poszczególnych grupach gospodarstw, taki przyrost jak to wykazane jest w tabeli 8. Ażeby zapewnić porównywalność z przyrostem plonów zbóż, przyrost plonu okopowych podany jest w kg plonu danej rośliny, w kg jednostek zbożowych i w kg plonu przeliczeniowego.

Istnieją różnice zdań co do tego, który ze sposobów przeliczania plonu okopowych na plony zbóż należy stosować przy badaniach efektywności nawożenia. Według mojego przekonania, należy stosować raczej jednostki zbożowe. Przy przeliczaniu na jednostki zbożowe znajduje właściwe odbicie fakt znacznie większej chłonności okopowych na nawożenie i ich znacznie większej produktywności.

Z przytoczonych w tabeli danych wynikałoby, że jakość gleby prawie nie wywiera wpływu na efektywność nawożenia ziemniaków. Prawie dwukrotnie wyższy jest przyrost plonu na przyrost jednostki czystego składnika w nawożeniu obornikiem niż w nawożeniu mineralnym. Przy nawożeniu buraków cukrowych wyższa efektywność nawożenia obornikiem jest również wyraźna, chociaż różnice w efektywności nawożenia obornikiem i mineralnego są znacznie mniejsze.

Efektywność dodatkowego nawożenia jest dwa razy wyższa przy okopowych niż przy zbożach, jeżeli stosować przeliczenie według jednostek zbożowych i blisko 50% wyższa, jeśli przeliczać okopowe na plony przeliczeniowe.

Produkcja roślinna nie powinna być obciążona tymi grzechami co plony poszczególnych upraw czy grup upraw zastosowane do mierzenia efektywności czynników produkcji. W danym przypadku porównujemy bowiem nakład z jego pełnym efektem, np. masę zużytego w gospodarstwie nawozu z masą uzyskanej przy tym nawożeniu produkcji. Niezbędne byłoby jednak przy tym zastosowanie jakichś techniczno-ekonomicznych miar dla wyrażenia masy produkcji, najlepiej jednostek zbożowych. Niestety, w materiałach źródłowych brak było danych dla dokonania tego rodzaju przeliczeń, stąd konieczność operowania nie masą, lecz wartością produkcji. Osłabia to znacznie wartość przeliczeń, gdyż relacje wartościowe między poszczególnymi produktami mogą być i są inne niż relacje techniczne (stąd wartość jednostki zbożowej różni się znacznie przy plonach różnych roślin). Trudno jest również dokonywać bezpośrednich porównań z danymi obliczonymi dla poszczególnych roślin.

Ostatnia grupa (tabela 6) dotycząca regresji produkcji roślinnej wobec czynników produkcji wskazywałaby na nieco inny charakter zależności niż omawiane już równania regresji dla plonów zbóż. Okazuje się bowiem, że przyrost całkowitej produkcji wywołany jednostkowym przyrostem nawożenia jest wyższy na glebach lepszych niż na glebach słabszych. Jest to jednak tylko sprzeczność pozorną. Na glebach gorszych inna jest bowiem struktura zasiewów, a w związku z tym i produkcji roślinnej, niż na glebach lepszych. Widoczne to jest między innymi ze stosunku pomiędzy plonem zbóż a wartością produkcji roślinnej. W grupie I gospodarstw na 1 q plonu zbóż przypada 234 zł, w grupie II 263 zł, a w grupie III 295 zł wartości produkcji roślinnej. Taki sam przyrost plonu w każdej z tych grup spowoduje inny przyrost wartości.

Można więc sformułować konkluzję, że wraz z przechodzeniem od gleb gorszych do lepszych, dzięki zmianom struktury zasiewów umożliwionej przez lepsze gleby, wzrasta efektywność dodatkowego nawożenia wyrażona wartością dodatkowej produkcji roślinnej.

Pragnę jeszcze zwrócić uwagę na samo nawożenie obornikiem. Przede wszystkim różnice w efektywności na korzyść nawożenia obornikiem w porównaniu z nawożeniem mineralnym są, gdy idzie o całkowitą produkcję, znacznie wyższe niż to miało miejsce przy plonach zbóż. Stosunek ten waha się obecnie w granicach 1:2—1:3. Na glebach lekkich stosunek ten jest wyższy niż na glebach cięższych. Wzrost efektywności nawożenia obornikowego jest również logicznie uzasadniony.

Zmiana struktury produkcji, w kierunku wzrostu udziału bardziej produkcyjnych roślin okopowych, możliwa jest, w naszych warunkach, tylko przy wzroście ilości nawożenia obornikiem. Na wartość produkcji roślinnej wpływa więc nawożenie obornikiem zarówno jako nawożenie bezpośrednie (pod okopowe), jak i jako nawożenie wtórne działające na ogólny wzrost plonów w gospodarstwie.

*

* *

Na zakończenie naszych rozważań, krótkie wnioski:

Nakład, czy raczej zużycie nawozów mineralnych, na jednostkę powierzchni użytków rolnych jest skorelowany z nawożeniem poszczególnych upraw nie w jednakowym stopniu. Wzrost zużycia nawozów tylko do pewnego stopnia powodowany jest zwiększeniem nawożenia zbóż, buraków cukrowych i ziemniaków (powiedzmy ogólnie roślin towarowych) — dalszy wzrost zużycia spowodowany jest głównie powiększeniem obszaru nawożenia (nawozi się w coraz większym stopniu rośliny wewnętrznego obrotu). Wskutek tego np. wzrost zużycia nawozów na 1 ha użytków rolnych o 1 kg NPK oznacza średnio wzrost nawożenia zbóż mniej niż o 1 kg NPK. Szczególnie duże spłaszczenie stosunku między zużyciem nawozów a nawożeniem zbóż występuje w grupach gospodarstw o najwyższym zużyciu nawozów na 1 ha powierzchni użytków rolnych. Wskutek tego obliczone przyrosty plonu na jednostkę przyrostu nawożenia są prawdopodobnie niższe, niż przyrost rzeczywisty.

Przyrost plonów na 1 kg NPK dodatkowego nawożenia jest wyższy dla nawożenia obornikiem niż nawożenia mineralnego. Przyrost ten na 1 sztukę obornikową kształtuje się w granicach 8—19 kg zbóż. Na 1 kg NPK nawożenia mineralnego przyrost wynosi około 4—7 kg zbóż. Wysokość przyrostu zależy od jakości gleby w tym sensie, że na glebach słabszych przyrost plonu spowodowany nawożeniem (całkowitym) jest wyższy niż na glebach średnich i dobrych.

Natomiast przyrost wartości całkowitej produkcji roślinnej przy wzroście nawożenia jest wyższy na glebach lepszych, co związane jest z inną strukturą zasiewów na tych glebach.

Przyrost plonu roślin okopowych na skutek nawożenia jest wyższy niż przyrost plonu zbóż i to zarówno jeśli plony okopowych wyrazić w jednostkach zbożowych jak i w q plonu przeliczeniowego. Jednakże zależność plonu roślin okopowych od przeciętnej jakości gleby i prze-

ciężnego poziomu nawożenia gospodarstwa jest niższa niż w przypadku zbóż, czy wartości całej produkcji roślinnej. Wynika to zarówno ze słabszej korelacji między nawożeniem roślin okopowych a średnim zużyciem nawozów na 1 ha użytków rolnych oraz słabszej korelacji między średnią jakością gleby gospodarstwa a jakością gleby pod danymi uprawami jak i większą zależnością tych upraw od innych poza glebą i nawożeniem czynników (głównie pielęgnacja, sprzęt i ochrona roślin oraz układ warunków atmosferycznych).

W badanej zbiorowości istotny związek z poziomem plonów i produkcji wykazały zmienne: bonitacja gleby, ilość sztuk obornikowych, nawożenie mineralne i wartość funduszu płac na jednostkę powierzchni. Dla celów planowania wystarczy jednak uwzględnić tylko dwa czynniki: jakość gleby i wysokość nawożenia zakładając, że zatrudnienie (względnie poziom mechanizacji) będzie nadążać za wzrostem plonów¹.

ТАДЕУШ РЫХЛИК
Институт Экономики Сельского Хозяйства
В а р ш а в а

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ ПОЧВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

ЧАСТЬ I

Содержание

Эффективность внесения удобрений рассматривается на примере всех госхозов Опольского воеводства не имеющих подсобных предприятий по переработке сельхозсырья (183 хозяйств).

Всю совокупность разделено на три группы с различной земельной bonитировкой. С помощью корреляционного расчета и множественной регрессии исследовано влияние навоза (в ц на 1 га пашни) и минеральных удобрений (в кг действующего начала на 1 га сельхозугодий) на уровень урожайности и стоимости растениеводческой продукции.

Средняя прибавка урожайности от дополнительного внесения одного килограмма действующего начала NPK выше при внесении навоза чем минеральных удобрений.

Эта прибавка на 1 ц органических удобрений составляет 8—12 кг зерновых на 1 кг NPK действующего начала минеральных удобрений 4—7 кг зерновых, а на 1 кг NPK совокупных органо-минеральных удобрений 5,5—7,5 кг зерновых (предполагая линейную регрессию). Эффективность внесения навоза зависит от качества почвы — на почвах худших прибавка урожайности значительно выше чем на почвах лучших. Зависимость минеральных удобрений от качества почвы значительно слабее. Также и прирост стоимости продукции растениеводства в расчете на единицу действующего начала при внесении навоза значительно выше чем при внесении минеральных удобрений. Прирост же стоимости растениеводческой продукции на единицу внесенных удобрений выше на лучших почвах, чем на худших, однако это связано с различиями в структуре посевов.

¹ W II części artykułu omówione będą zagadnienia efektywności nawożenia mineralnego i obornikowego w różnych warunkach glebowych.

TADEUSZ RYCHLIK
Institute of Agricultural Economics
Warsaw

EFFECTIVENESS OF MANURING IN VARIOUS SOIL CONDITIONS**PART I**

Summary

The effectiveness of manuring is being examined on the basis of the material gathered from all the state farms of the Opole voivodship running no agricultural industries (183 farms). They have been divided into 3 groups of different soil survey. By means of correlation account and multiple regression the influence of manuring (in quintals per 1 hectare of arable land) and that of fertilizing (in kilograms of pure ingredient per 1 hectare of utilized land) on the level of yields as well as on the value of vegetable output have been investigated.

The average yield increment per 1 kilogram of pure ingredients NPK (i. e. nitrogen, phosphorus, potassium) in additional dressing is higher for manuring than for fertilizing. This increment amounts: per 1 quintal of manure between 8 to 12 kg in grain yield, per 1 kilogram of the NPK pure ingredients in fertilizing 4 to 7 kilos of grain yield and per 1 kilogram NPK in full dressing 5.5 to 7.5 kilos in grain yields (at the assumption of linear regression). The effectiveness of manuring depends on soil quality; in poor soils the increment in yields is much higher than in better ones. The response to fertilizing in soil quality is much weaker.

The increment of production value per unit of the pure ingredient is also remarkably higher in manuring, than that in fertilizing. But the increase of crop production value per one dressing unit is higher in good soils than in poorer ones, however this being bound with the differences in the structure of sowings.

