

ZDZISŁAW GROCHOWSKI
Instytut Ekonomiki Rolnej
Warszawa

EFEKTYWNOŚĆ NAWOŻENIA W POLSCE I ZA GRANICĄ

Sprawa efektywności nawożenia była u nas przed kilku laty przedmiotem ożywionej dyskusji. Jedni z ekonomistów uważali, że głównym hamulcem wzrostu plonów w naszych warunkach jest zbyt niskie nawożenie mineralne¹, inni, że ze względu na niską efektywność nawożenia przyczynami hamującymi wzrost plonów są niska kultura i technika uprawy². W dyskusji tej opierano się na materiałach statystycznych dotyczących plonów i zużycia nawozów przed wojną i w latach powojennych w Polsce i innych krajach, oraz na różnego rodzaju własnych obliczeniach. Najbardziej szerokie dane dotyczące zużycia nawozów i plonów w różnych krajach opublikował wtedy K. Sokołowski³, a zinterpretował i uogólnił te dane Z. Kozłowski².

Obecnie po upływie kilku lat i uzyskaniu nowych danych statystycznych dotyczących plonów i nawożenia w ostatnich latach, zarówno w Polsce jak i za granicą, celowe będzie powrócić do tego zagadnienia.

Dane statystyki masowej za ostatnie lata pozwolą na zobrazowanie ogólnych tendencji wzrostu nawożenia i plonów w skali poszczególnych krajów w okresie przeszło 20 lat (od 1934 do 1957) oraz na określenie miejsca Polski wśród innych krajów. Ponieważ pomiędzy gospodarstwami w kraju zachodzą duże różnice w poziomie nawożenia i plonów, można również określić tendencje wzrostu plonów w miarę wzrostu nawożenia wewnątrz kraju, w poszczególnych gospodarstwach. Zagadnienie to omówimy na przykładzie zbadanych 130 gospodarstw zespołowych w różnych rejonach kraju. Spośród wziętych do opracowania gospodarstw, 41 położonych jest w rejonie poznańsko-bydgoskim (który określamy w artykule jako rejon I), 38 w warszawsko-łódzkim (rejon II) i 51 w rejonie południowo-wschodnim obejmującym woj. rzeszowskie, krakowskie i południową część woj. kieleckiego (rejon III).

¹ J. Okuniewski — Co hamuje rozwój rolnictwa. Życie Gospodarcze nr 17, 1956.

² Z. Kozłowski — Jak i dlaczego rosną plony. Nowe Rolnictwo nr 3, 1957.

Z. Kozłowski — Jeszcze o warunkach wzrostu naszych plonów. Nowe Rolnictwo nr 4, 1957.

³ K. Sokołowski — Zużycie nawozów w rolnictwie Polski i innych krajów. Nowe Rolnictwo nr 11, 1956.

Badane spółdzielnie obejmują obszar około 17 tys. ha użytków rolnych, a dane dotyczące plonów zbóż, o których tu będzie mowa, dotyczą obszaru około 8 tys. ha.

Zanim przejdziemy do analizy wyników przeprowadzonych badań i danych statystycznych, zatrzymamy się nieco na zagadnieniach metodycznych dotyczących sposobu ujmowania i obliczania poziomu plonów i nawożenia.

Poziom plonów roślin uprawnych, a poziom plonów zbóż

Przy omawianiu efektywności nawożenia przyjmuje się powszechnie za podstawę rozważań plony zbóż, natomiast nawożenie ujmuje się nie na 1 ha powierzchni zasiewów zbóż, lecz na 1 ha powierzchni wszystkich roślin uprawnych. Powstaje pytanie, czy poziom plonów zbóż może być miernikiem poziomu plonów wszystkich roślin uprawnych w gospodarstwie rolnym. W różnych bowiem gospodarstwach, rejonach czy krajach proporcje między plonami różnych roślin i plonami zbóż mogą być różne. Stąd też poziom plonów zbóż nie zawsze może charakteryzować ogólny poziom plonów roślin uprawnych.

Świadczą o tym dane tabeli 1, w której podane są plony zbóż oraz plony buraków cukrowych i ziemniaków w 13 krajach europejskich w latach 1955—1957.

Tabela 1

Przeciętne plony 4-ch zbóż, buraków cukrowych i ziemniaków w niektórych krajach w latach 1955—1957*

Kraje	Zboże q/ha	Buraki cukrowe q/ha	Ziemniaki q/ha	Stosunek plonu bur. cukr. do plonu zbóż	Stosunek plonu ziemniaków do plonu zbóż
Polska	14,3	195	122	13,6	8,5
Węgry	14,8	194	105	13,2	7,1
Włochy	17,6	312	86	18,3	5,1
CSR	19,8	263	140	13,5	7,2
Szwecja	19,5	356	132	18,2	6,8
Francja	21,4	306	157	14,3	7,3
Austria	21,1	328	190	15,5	8,1
NRD	25,2	243	159	9,6	6,3
Anglia	28,8	281	188	9,8	6,5
NRF	29,1	341	224	12,1	8,0
Holandia	32,0	408	263	11,7	8,0
Belgia	32,6	411	248	12,6	7,6
Dania	34,8	306	192	8,8	5,5

a Źródło: Rocznik Statystyczny 1959. Plony czterech zbóż obliczono na podstawie plonów i powierzchni zasiewów poszczególnych zbóż. Plony te w przypadku Danii i Holandii nie obejmują plonów pszenicy, w przypadku Anglii plonów żyta (brak odpowiednich danych w rocznikach statystycznych).

Stosunek plonów buraków cukrowych do plonów zbóż kształtuje się w większości krajów jak 12—15 do 1, plonów ziemniaków jak 6—8 do 1.

Spośród wymienionych krajów niskie plony buraków cukrowych w stosunku do zbóż ma NRD, Anglia i Dania, natomiast stosunkowo wysokie — Włochy i Szwecja. Plony ziemniaków wykazują bardziej wyrównany stosunek do plonów zbóż. Wyróżniają się tu jedynie Włochy, w których niskie plony ziemniaków wynikają prawdopodobnie z niekorzystnego dla ich uprawy klimatu, oraz Dania. W Danii, Anglii i NRD stosunek plonów okopowych do plonów zbóż jest najniższy spośród wymienionych krajów.

Jeśli powierzchnia okopowych jest niewielka w stosunku do powierzchni zbóż, to wyższe lub niższe plony okopowych nie wpływają w sposób wyraźny na ogólny poziom plonów roślin uprawnych. Jeśli natomiast powierzchnia okopowych jest dosyć duża (jak np. w NRD — 20,3% gruntów ornycych), to plony okopowych mają już poważny wpływ na ogólny poziom plonów.

Jeśli zastosować przeciętny stosunek plonów okopowych do plonów zbóż jako współczynnik przeliczeniowy, a mianowicie dla buraków cukrowych 13, a dla ziemniaków 7 (jest to przeciętny stosunek plonów w wymienionych 13 krajach) i sprowadzić za pomocą tego współczynnika plony okopowych do poziomu plonów zbóż, to w NRD średni ważony przeliczeniowy plon trzech wymienionych produktów obniży się w stosunku do plonów zbóż o 3 q, w Danii o 1,3 q, w Anglii zaś o 0,3 q z 1 ha. W pozostałych krajach plon przeliczeniowy będzie wykazywał tylko nieznaczną różnicę (in plus lub in minus) w stosunku do plonów zbóż. Należy przypuszczać, że i plony innych roślin pozostają również w odpowiedniej proporcji do plonów zbóż (niestety statystyka nie podaje plonów innych roślin).

W tabeli 2 podajemy plony zbóż i plony niektórych innych roślin oraz plony przeliczeniowe obliczone dla wszystkich roślin (poza warzywami i pastwiskami)¹ w badanych przez nas gospodarstwach.

Tabela 2

Przeciętne plony niektórych roślin (w q/ha) w badanych spółdzielniach w 1958 r.

Roślina lub grupa roślin	Rejon I	Rejon II	Rejon III
Zboża	19,6	15,5	16,8
Ziemniaki	99	118	117
Buraki cukrowe	194	193	237
Buraki pastewne	276	290	366
Strączkowe	11,0	8,3	12,7
Włókniste	40,7	38,1	20,5
Oleiste	8,9	7,9	9,0
Koniczyna	46,9	49,0	45,2
Łąka	29,4	30,5	26,7
Średni ważony plon przeliczeniowy dla wszystkich roślin	18,8	15,2	16,4

¹ Przy obliczaniu współczynników przeliczeniowych wzięto za podstawę stosunek przeciętnych w kraju plonów różnych roślin do plonów zbóż, z tym, że dla buraków cukrowych i ziemniaków przyjęto współczynnik nie na podstawie stosunku plonów w kraju, lecz obliczony wyżej dla wymienionych 13 krajów.

Jak widzimy z tabeli 2, plony zbóż nie różnią się zbyttnio od plonów przeliczeniowych. Niewątpliwie przy rozpatrywaniu pojedynczych gospodarstw różnice te będą znacznie większe, przy większej natomiast zbiorowości wyrównują się i plon przeliczeniowy nie odbiega zbyttnio od plonów zbóż.

Ponieważ zboża zajmują największą powierzchnię zasiewów, to odchylenia plonów innych roślin, poza nielicznymi wyjątkami, jak w poprzednim przykładzie NRD, nie mają dużego wpływu na plon przeliczeniowy, który na ogół nie odbiega od plonu zbóż. Dlatego też plony zbóż mogą z pewnym przybliżeniem służyć za orientacyjny miernik poziomu plonów wszystkich roślin uprawnych.

Jaką powierzchnię przyjmować przy określeniu poziomu nawożenia na 1 ha

Przy określaniu poziomu nawożenia stosowana bywa różna podstawa odniesienia, jak 1 ha zasiewów, 1 ha gruntów ornych, 1 ha użytków rolnych, lub 1 ha przeliczeniowy.

Dowolność w przyjmowaniu różnej podstawy odniesienia wynika zarówno z braku danych dotyczących zużycia nawozów pod poszczególne rośliny, jak i trudności w określeniu wpływu nawozów organicznych na poszczególne rośliny, w szczególności na zboża. Sprawa ta będzie się niewątpliwie różnie przedstawiać w różnych gospodarstwach, rejonach i krajach. W jednych przypadkach nawożenie organiczne stosuje się tylko na gruntach ornych, w innych również na użytkach zielonych. Wraz ze wzrostem ogólnego poziomu rolnictwa, również nawożenie mineralne w coraz większym stopniu stosowane jest na łąkach i pastwiskach. Jak sprawa ta przedstawia się w naszych warunkach mogą świadczyć dane dotyczące zastosowania nawozów mineralnych pod różne rośliny w 15 badanych przez nas spółdzielniach produkcyjnych (tabela 3).

Z danych tych wynika, że najintensywniej nawożone są warzywa i buraki, następnie oleiste i włókniste, najmniej zaś rośliny pastewne zarówno w uprawie polowej jak i użytkach zielonych. Łąki i pastwiska nawożone są jednak w większym stopniu, zarówno co do ilości nawożących gospodarstw, jak i wysokości dawek nawożenia, niż pastewne w uprawie polowej (poza koniczyną).

Odnosnie nawozów organicznych brak jest dokładnych danych dotyczących nawożenia użytków zielonych. Według zebranych informacji w badanych spółdzielniach, jak i osobistych obserwacji, nawożenie łąk i pastwisk nawozami organicznymi ma u nas charakter raczej sporadyczny w postaci pogłównego nawożenia gnojówką, obornikiem lub kompostem oraz nawożenia obornikiem podczas okresowego przeorywania łąk (raz na kilkanaście lat). Nawożenie pastwisk obornikiem jest nieco częstsze ze względu na to, że są one w wielu gospodarstwach wydzielane okresowo na gruntach ornych i użytkowane przemiennie.

Wynika z tego, że przyjmowanie za podstawę nawożenia gruntów ornych jest niesłuszne, gdyż część nawożenia obejmuje również użytki zielone. Jeśli się jednak przyjmuje do analizy plony zbóż, a nie plony prze-

Tabela 3

**Rozkład nawożenia mineralnego pomiędzy różne rośliny w 15 spółdzielniach
produkcyjnych**
(dane za rok 1957 i 1958)

Rośliny	Powierzchnia %	Nawożenie mineralne %	Wskaźnik nawożenia ^a	Procent gospod. nawożących daną roślinę
Zboża	46,9	51,7	1,11	100
Ziemniaki	9,3	12,4	1,33	88
Buraki cukrowe	3,7	16,3	4,40	100
Okopowe pastewne	1,6	4,4	2,75	93
Warzywa	0,5	2,6	5,20	100
Strączkowe	3,0	1,8	0,60	50
Oleiste	2,3	4,2	1,82	100
Włókniste	0,9	1,6	1,78	100
Koniczyna	4,8	1,3	0,27	60
Pastewne połowe	10,4	0,7	0,07	30
Łąki	11,4	2,0	0,18	50
Pastwiska	5,2	0,7	0,13	40
Użytki rolne	100,0	100,0	1,00	—

^a Za 1,00 przyjęto przeciętne nawożenie na 1 ha użytków rolnych.

liczeniowe obejmujące także plony z użytków zielonych, to również przeliczanie nawożenia na 1 ha użytków rolnych nie jest uzasadnione, gdyż użytki zielone są nawożone w znacznie mniejszym stopniu niż grunty orne. Wydaje się, że najbardziej słuszne będzie przeliczanie nawożenia organicznego na 1 ha gruntów ornych, a nawożenia mineralnego na 1 ha użytków rolnych. Niższe bowiem nawożenie mineralne na użytkach zielonych znajduje pewne wyrównanie w sporadycznym (w naszych warunkach) nawożeniu organicznym. W rezultacie otrzymamy wyższe (o wysokość nawożenia organicznego) nawożenie gruntów ornych niż użytków zielonych, co bardziej jest zbliżone do rzeczywistości, niż przyjmowanie za podstawę nawożenia tylko gruntów ornych, lub tylko użytków rolnych.

Z. Kozłowski porównując efektywność nawożenia w różnych krajach (w wymienionym na wstępie artykule) przyjął za podstawę poziomu nawożenia 1 ha gruntów ornych. W rezultacie w wielu krajach, w szczególności zaś w tych, w których na użytkach zielonych prowadzona jest gospodarka intensywna i gdzie użytki te zajmują poważną część gruntów użytkowanych rolniczo (np. Belgia, Holandia, Szwajcaria), efektywność nawożenia okazała się bardzo niska i, należy sądzić, odbiegająca znacznie od rzeczywistej. Wydaje się, że dla niektórych krajów, jak np. Belgii i Holandii, nawożenie organiczne na 1 ha gruntów ornych i mineralne na 1 ha użytków rolnych też nie będzie wyrażać właściwego poziomu nawożenia, gdyż w krajach tych użytki zielone nawożone są intensywnie nie tylko nawozami mineralnymi, lecz i organicznymi. Dlatego też przyjęliśmy w naszych obliczeniach, że nawożenie organiczne w tych krajach obciąża użytki zielone w połowie poziomu nawożenia gruntów ornych.

Rachunek nawożenia organicznego

Właściwy poziom nawożenia organicznego jest bardzo trudny do ustalenia ze względu na subiektywność szacunku zarówno produkcji obornika jak i zawartości w nim czystego składnika nawozowego. Dlatego też każdy rachunek będzie tu miał charakter tylko orientacyjny.

K. Sokołowski, który obliczał produkcję obornika w niektórych krajach, zastosował zbyt uproszczony rachunek licząc obornik tylko od bydła. Przyjął on na sztukę statystyczną 65 q obornika o zawartości 89,5 kg czystego składnika. W rachunku tym K. Sokołowski z jednej strony nie uwzględnił obornika od pozostałego inwentarza, przez co zaniżył produkcję obornika, z drugiej strony nie uwzględnił strat azotu i potasu, co w pewnym sensie wyrównało braki rachunku produkcji obornika. Niemniej jednak wyniki otrzymane przez Sokołowskiego są w wielu przypadkach zaniżone. W rachunku Sokołowskiego 1 q obornika zawiera 1,38 kg czystego składnika. Jeśli jednak uwzględnimy straty azotu i potasu, to ilość czystego składnika zmniejszy się do 1,08 kg na 1 q obornika (przyjmujemy te dane według GUS).

W rachunku naszym uwzględniamy produkcję obornika od całego inwentarza i przyjmujemy następujące ilości obornika oraz czystego składnika nawozowego od sztuki statystycznej:

bydło ¹	65 q obornika,	70 kg cz. skł.
konie ¹	60 „ „	65 „ „ „
trzoda	11 „ „	12 „ „ „
owce	6 „ „	6,5 „ „ „

Dla krajów o niskiej mleczności krów (jak np. Polska) przyjmujemy produkcję obornika od sztuki w ilości wyżej uwidocznionej, dla krajów zaś o wysokiej mleczności (około 3 tys. ltr i więcej) 75 q obornika i 80 kg czystego składnika².

W badanych przez nas spółdzielniach liczyliśmy produkcję obornika zarówno z gospodarki zespołowej jak i przyzagrodowej. W tych spółdzielniach, w których są tzw. ruchome działki przyzagrodowe, cała produkcja obornika przypada na gospodarke zespołową (łącznie z powierzchnią działek). W tych natomiast spółdzielniach, w których są stałe działki przyzagrodowe przyjęliśmy (na podstawie szczegółowych badań w 15 spółdzielniach), że tylko 50% obornika wyprodukowanego w gospodarce przyzagrodowej przypada na grunty zespołowe.

¹ Normy te różnią się od norm GUS, który przyjmuje dla bydła 75, dla koni 55 q obornika. Przy ustalaniu tych danych oparliśmy się częściowo na obliczeniach St. Dulskiego. Patrz artykuł „Porównanie nawożenia obornikiem według danych GUS i danych gospodarstw prowadzących rachunkowość”. Zagadnienia Ekonomiki Rolnej nr 5, 1957.

² Dla badanych spółdzielni przyjmowaliśmy podobne normy z tym, że nie liczyliśmy obornika dla sztuk statystycznych, lecz oddzielnie dla poszczególnych grup inwentarza.

Efektywność nawożenia w 130 badanych gospodarstwach

Przeprowadzone badania dotyczą nawożenia i plonów w roku kalendarzowym 1958. Wprawdzie okres, z którego pochodzą dane dotyczące plonów nie pokrywa się w pełni z okresem nawożenia, to jednak nie ma to większego znaczenia praktycznego, gdyż w nawożeniu organicznym zachodzą z roku na rok nieznaczne wahania, a poza tym działa ono w okresie dłuższym niż jeden rok, w nawożeniu mineralnym natomiast, jak wykazały szczegółowe badania w 15 spółdzielniach, pomiędzy rokiem 1957 i 1958 różnice były minimalne (in plus lub in minus) i nawożenie mineralne nie wykazywało tendencji wzrostu.

Poniżej podajemy przeciętne zużycie nawozów w kg czystego składnika na 1 ha gruntów ornych i przeciętne plony zbóż oraz granice rozpiętości nawożenia i plonów w badanych gospodarstwach w poszczególnych rejonach:

	Rejon I	Rejon II	Rejon III
przeciętny plon zbóż q/ha	19,6	15,5	16,8
przeciętne nawożenia kg/ha	134	107	118
rozpiętość w plonach od—do	12,7—28,5	7,9—24,5	9,9—22,4
rozpiętość w nawożeniu od—do	73—225	60—180	61—189

Jak widzimy, badane gospodarstwa były bardzo zróżnicowane pod względem poziomu nawożenia i plonów. Na podstawie tego materiału można więc próbować określić efektywność nawożenia przy różnym poziomie intensywności nawożenia.

Zagadnienie związku pomiędzy plonami a nawożeniem rozpatrywać będziemy oddzielnie dla każdego rejonu, ze względu na to, że w każdym rejonie sprawa ta przedstawia się nieco inaczej. W tych przypadkach, w których badane zależności kształtują się podobnie w różnych rejonach będziemy je rozpatrywać łącznie.

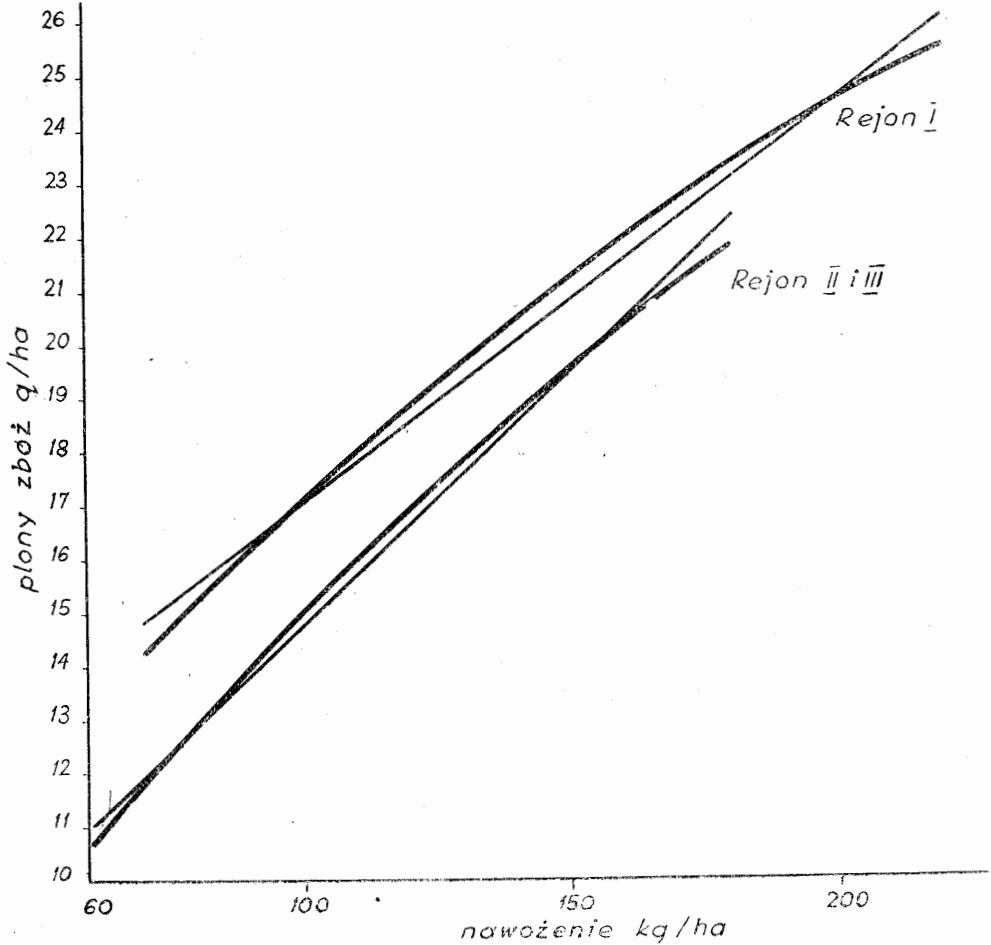
Pomiędzy wysokością plonów zbóż a nawożeniem zachodzi w badanych gospodarstwach związek korelacyjny krzywoliniowy w postaci krzywej parabolicznej drugiego stopnia. Na podstawie równania tej krzywej można obliczyć krańcowe przyrosty plonu. Dla określenia ogólnej tendencji zastosujemy tu równanie liniowe, w którym parametr b bezpośrednio określa przyrost plonu na jednostkę przyrostu nawożenia. Równania te dla poszczególnych rejonów są następujące (y = plon, x = nawożenie w kg/ha).

$$\begin{aligned} \text{rejon I} & \quad y = 9,57 + 0,075 x \\ \text{rejon II} & \quad y = 5,38 + 0,095 x \\ \text{rejon III} & \quad y = 5,97 + 0,092 x \end{aligned}$$

Z równań tych wynika, że na 1 kg przyrostu nawożenia przeciętny przyrost plonów wynosi w rejonie I — 7,5 kg, w rejonie II — 9,5 kg i w rejonie III — 9,2 kg. Dane te wskazują na mniejszą efektywność dodatkowych dawek nawożenia w rejonie I. Jednak znacznie wyższy parametr a w równaniu dla rejonu I wskazuje, że poziom plonów przy tych samych dawkach nawożenia jest wyższy i że linia korelacji przebiegać tu będzie na

wyższym poziomie. Ilustruje to wykres 1, na którym obok linii prostej zaznaczyliśmy również paraboliczne krzywe korelacji. Ponieważ w rejonie II i III linie korelacji prawie pokrywają się ze sobą, równanie krzywej parabolicznej obliczyliśmy łącznie dla obu rejonów. Równania tych krzywych są następujące:

$$\begin{array}{ll} \text{rejon I} & y = 6,44 + 0,1243 x - 0,00017 x^2 \\ \text{rejon II i III} & y = 3,22 + 0,1342 x - 0,00017 x^2 \end{array}$$



Wykres 1. Nawożenie i plony zbóż w spółdzielniach badanych rejonów w 1958 r. (proste i paraboliczne krzywe korelacji)

Z równań tych można obliczyć krańcowe przyrosty plonu. Przyrosty te określa pierwsza pochodna powyższych równań, która równa się:

$$\begin{array}{ll} \text{dla rejonu I} & y' = 0,1243 - 0,00034 x \\ \text{„ „ II i III} & y' = 0,1342 - 0,00034 x \end{array}$$

Pochodna ta określa krańcowe przyrosty plonu na jednostkę nawożenia w dowolnym punkcie badanego układu. Ujemny, zmienny czynnik pochodnej wskazuje na to, że przyrosty te w miarę zwiększania dawek nawożenia są coraz niższe. Pochodna drugiego rzędu (y''), która dla obu równań wynosi 0,00034 (w przeliczeniu na kg plonu — 0,034), wskazuje, że przyrost plonu zbóż na każdy następny kilogram dodatkowego nawożenia jest niższy o 0,034 kg. Obniżenie przyrostu krańcowego jest jednakowe we wszystkich rejonach, całkowity jednak przyrost krańcowy (który określa y') jest w rejonie II i III wyższy w każdym punkcie badanego układu o 0,99 kg na 1 kg nawożenia.

Jak więc widzimy, różnica w przyrostach plonu na 1 kg przyrostu nawożenia jest znacznie niższa, niż by to wypadło z liniowych równań korelacji (1 kg wobec 1,7 i 2,0 kg), ponieważ skala rozpiętości w nawożeniu jest w tych rejonach inna. W rejonie I mieści się ona w granicach 73—225 kg na 1 ha, w pozostałych rejonach 60—189 kg. Ponieważ, jak o tym świadczą równania paraboliczne, przyrosty krańcowe plonu przy wyższym poziomie nawożenia są coraz niższe, dlatego równanie liniowe, które określa średni przyrost plonu, wykazuje tak poważną różnicę w przyrostach pomiędzy badanymi rejonami. Za pomocą równania liniowego można porównywać przyrosty plonów pomiędzy różnymi rejonami tylko wtedy, jeśli badanie przeprowadza się w tych samych przedziałach wysokości nawożenia. Jeśli w rejonie I wyłączymy gospodarstwa, w których nawożenie jest wyższe od 190 kg na 1 ha, a w pozostałych rejonach niższe od 73 kg, tzn. przeprowadzimy rachunek dla jednakowych przedziałów nawożenia, wówczas równania liniowe dla rejonu I oraz II i III łącznie będą następujące:

$$\begin{array}{ll} \text{rejon I} & y = 9,34 + 0,077 x \\ \text{rejon II i III} & y = 6,73 + 0,085 x \end{array}$$

Jak więc widzimy, w jednakowych przedziałach nawożenia, różnica pomiędzy średnimi przyrostami w rejonach wynosi tylko 0,8 kg plonu na 1 kg nawożenia. W równaniu parabolicznym różnica ta jest nieco większa (1 kg) również ze względu na różne przedziały nawożenia.

Krańcowe przyrosty plonów przy różnych dawkach nawożenia przedstawione są w tabeli 4. W tabeli tej wyliczony jest również poziom plonów przy różnych dawkach nawożenia oraz ilość kg plonu przypadającego na 1 kg nawożenia (są to dane wyliczone na podstawie równań krzywej parabolicznej).

W tabeli 4 efektywność nawożenia przedstawiona jest dwojako. Z jednej strony dane te wskazują w jakim stopniu zmniejszają się krańcowe przyrosty plonu, z drugiej strony — w jakim stopniu maleje ilość kg plonu na 1 kg nawozów w miarę zwiększania dawek nawożenia. Efektywność nawożenia w sensie krańcowej wydajności jest wyższa w rejonie II i III niż w I. Całkowita jednak efektywność nawożenia określana ilością kg plonu przypadającego na 1 kg nawozów jest wyższa w rejonie I. Takie same dawki nawozów dają bowiem przy niższym poziomie nawożenia (80 kg) około 2,3 q, przy wyższym zaś (180 kg) około 1,5 q wyższy plon, niż w pozostałych rejonach. Na różnice te ma niewątpliwie wpływ poziom gospodarowania lub inaczej kultury rolnej. Z porównania tych liczb wynika, że przy

nizszym poziomie intensywności produkcji rolnej (miernikiem intensywności może tu być poziom nawożenia) czynnik kultury rolnej odgrywa większą rolę niż przy wyższej intensywności. Świadczy o tym fakt, że w miarę zwiększania dawek nawożenia w rejonie II i III efekt tego nawożenia coraz bardziej zbliża się do efektów uzyskiwanych w rejonie I. Do sprawy tej powrócimy jeszcze przy porównywaniu efektywności nawożenia w Polsce i zagranicą.

Tabela 4

Efektywność nawożenia w badanych spółdzielniach

Nawożenie kg/ha	Plony zbóż, q/ha		Na 1 kg nawożenia przypada kg plonu zbóż		Krańcowe przyrosty plonu na 1 kg przyrostu nawożenia w kg	
	rejon I	rejon II i III	rejon I	rejon II i III	rejon I	rejon II i III
60	—	10,7	—	17,8	—	11,38
80	15,3	12,9	19,1	18,1	9,71	10,70
100	17,2	15,0	17,2	14,9	9,03	10,02
120	18,9	16,9	15,8	14,1	8,35	9,34
140	20,5	18,7	14,7	13,3	7,67	8,66
160	22,0	20,3	13,7	12,7	6,99	7,98
180	23,3	21,9	13,0	12,1	6,31	7,30
200	24,5	—	12,3	—	5,63	—
220	25,6	—	11,7	—	4,95	—

Czynniki określające zmienność plonów

Na poziom plonów zbóż mają wpływ różne czynniki, z których najbardziej wymiernymi są nawożenie i jakość gleby. Powyżej omówiliśmy zagadnienie efektywności nawożenia w badanych spółdzielniach. Obecnie rozpatrzemy związek jaki zachodzi pomiędzy plonami a nawożeniem oraz spróbujemy określić w jakim stopniu plony zbóż zależą od poziomu nawożenia, jakości gleby i innych czynników.

Współczynniki korelacji prostej pomiędzy plonem a nawożeniem kształtują się w poszczególnych rejonach następująco:

$$r = \begin{matrix} \text{I} & \text{II} & \text{III} \\ 0,8181 & 0,7981 & 0,8016 \end{matrix}$$

Jak widzimy, związek korelacyjny pomiędzy plonem a nawożeniem jest tu bardzo silny. Związek ten odnosi się do łącznego nawożenia, zarówno mineralnego jak i organicznego. Spróbujemy również określić, jaki związek zachodzi pomiędzy plonami a nawożeniem mineralnym i organicznym ujmowanym oddzielnie. W tym celu za pomocą równań korelacji wielorakiej obliczyliśmy współczynnik determinacji¹, który podajemy w ujęciu

¹ Współczynniki te zawierają poprawkę, wynikającą ze stosunkowo małej liczebności badanych gospodarstw, obliczoną według wzoru:

$$R^2 = 1 - \left[(1 - R^2) \left(\frac{N-1}{N-m} \right) \right] \quad \text{w którym } m (=3) \text{ odpowiada ilości zmiennych.}$$

procentowym ($d_{12.3}$ — nawożenie mineralne, $d_{13.2}$ — nawożenie organiczne):

	I	II	III
$d_{12.3}$	64,3	54,6	37,9
$d_{13.2}$	6,9	16,6	25,6

Współczynniki te określają w jakim procencie zmienność plonów — przy wyłączeniu wpływu innych czynników — zależy od zmienności nawożenia. Ponieważ współczynnik dla łącznego nawożenia ulegnie zmianie gdy włączymy następny czynnik, a mianowicie jakość gleby, zatrzymamy się tylko na związku pomiędzy plonami a nawożeniem mineralnym i organicznym ujmowanym oddzielnie. W tym celu przyjmując wpływ łącznego nawożenia za 100, określimy w jakim procencie zmienność plonów zależy od jednego i drugiego czynnika.

Rejon I nawoż. organ.	9,7	nawoż. min.	90,3
„ II „ „	23,3	„ „	76,7
„ III „ „	40,3	„ „	59,7

Dla wyjaśnienia tych liczb przytoczymy jeszcze dane dotyczące przeciętnego zużycia nawozów organicznych i mineralnych na 1 ha gruntów ornych w kg czystego składnika w poszczególnych rejonach:

Rejon I nawoż. organ.	58 kg	nawoż. min.	76 kg
„ II „ „	58	„ „	49 „
„ III „ „	66	„ „	52 „

Jak więc widzimy, stopień wpływu nawożenia mineralnego i organicznego na zmienność plonów związany jest między innymi z absolutną wielkością jednego i drugiego czynnika. Podanego wyżej stopnia wpływu jednego i drugiego czynnika nie można oczywiście utożsamiać ze związkiem przyczynowym. Absolutna wielkość plonu zależy niewątpliwie od sumy obu tych czynników. Wskaźniki te określają raczej w jakim stopniu zmienność plonów związana jest ze zmianą jednego i drugiego czynnika. Czynnikiem nawożenia organicznego jest tu bardziej stały niż czynnikiem nawożenia mineralnego i dlatego zmienność plonów jest bardziej związana ze zmiennością nawożenia mineralnego. I tak np. w rejonie I, w którym poziom nawożenia organicznego jest najmniej zróżnicowany, udział jego w ogólnym wpływie nawożenia na zmienność plonów nie przekracza 10%, natomiast około 90% tego wpływu przypada w udziale nawożeniu mineralnemu. W pozostałych rejonach sytuacja jest nieco inna, większa stosunkowo rola — w porównaniu z rejonem I — przypada tam nawożeniu organicznemu, co wynika z tego, że absolutny poziom nawożenia organicznego jest tam nieco wyższy niż mineralnego, natomiast zróżnicowanie w nawożeniu organicznym jest większe a w mineralnym mniejsze niż w rejonie I.

Można z tego wyciągnąć wniosek, że chociaż wpływ nawożenia organicznego na plony jest niewątpliwym, co widać wyraźnie na przykładzie rejonu III (wyższe przeciętne dawki na 1 ha, większe zróżnicowanie w daw-

kach pomiędzy poszczególnymi gospodarstwami i większy udział tego czynnika we wpływie na zmienność plonów), to jednak nawożenie organiczne nie jest tu czynnikiem bardziej dynamicznego wzrostu plonów. Dlatego też poziom plonów w większej mierze zależny jest od poziomu nawożenia mineralnego niż organicznego.

Obecnie przejdziemy do omówienia związku pomiędzy plonami a drugim wymiernym czynnikiem wpływającym na plony, mianowicie jakością gleby.

Jakość gleby (gruntów ornych) w badanych spółdzielniach określamy średnią ważoną klasą bonitacyjną (od 1 do 6 — za 1 przyjmujemy gleby najlepsze). Przeciętna klasa gleb oraz granice rozpiętości kształtują się w badanych rejonach następująco:

	I	II	III
przeciętna klasa gleby	3,59	4,05	3,18
rozpiętość od—do	1,64—5,06	3,10—5,16	1,10—4,83

Współczynniki korelacji prostej pomiędzy plonami a glebą w poszczególnych rejonach:

$r =$	I	II	III
	0,4362	0,2356	0,5930

Najniższy współczynnik korelacji między jakością gleby a plonami jest w rejonie II. Wynika to prawdopodobnie z małego zróżnicowania gleby. W rejonie tym nie występują gleby lepsze od klasy 3. Najwyższy natomiast współczynnik korelacji jest w rejonie III. Świadczy to o tym, że im większe jest zróżnicowanie gospodarstw pod względem jakości gleby, tym zachodzi silniejsza korelacja pomiędzy jakością gleby a plonami. Wynika z tego niewątpliwy wpływ jakości gleby na kształtowanie się wysokości plonów. Wydaje się jednak, że odgrywa tu rolę nie tylko naturalna żyzność gleby, lecz również fakt, że lepsze gleby stwarzają korzystniejsze warunki dla intensywniejszej gospodarki, co wyraża się między innymi we wzroście nawożenia na 1 ha w miarę polepszania się jakości gleby. Świadczyć mogą o tym następujące równania wyrażające powiązanie pomiędzy nawożeniem i glebą (x = klasa gleby, y = nawożenie w kg na 1 ha):

rejon I	$y = 214 - 22,3 x$
„ II	$y = 177 - 18,4 x$
„ III	$y = 165 - 14,9 x$

Z równań tych wynika, że pomiędzy poszczególnymi klasami gleb istnieje zróżnicowanie w poziomie nawożenia wynoszące od 15 kg nawozów w rejonie III do 22 kg w rejonie I. W jaki sposób odbija się to na plonach świadczą przytoczone poniżej równania, w których x oznacza klasę gleby, y — plony (w q/ha):

rejon I	$y = 30,28 - 2,97 x$
„ II	$y = 22,55 - 1,75 x$
„ III	$y = 24,09 - 2,30 x$

Z obliczeń jakie można przeprowadzić na podstawie przytoczonych tu równań wynika, że przyrost plonów w miarę polepszania się jakości gleby jest wyższy niżby to wynikało z przyrostu nawożenia (licząc wyliczone poprzednio średnie przyrosty plonu na jednostkę nawożenia), np. w rejonie III przy przejściu od jednej do drugiej klasy wynosi on 0,9 q (2,30—14,9 · 0,092). W przyroście tym jest niewątpliwy udział jakości gleby, jednak, jak o tym świadczą stosunkowo niskie wskaźniki korelacji pomiędzy plonami a glebą, odgrywają tu również rolę jeszcze inne czynniki. Ponieważ zachodzi tu związek nie tylko pomiędzy plonami a nawożeniem i glebą, lecz również pomiędzy nawożeniem a glebą, celowe będzie łączne rozpatrzenie wpływu obu czynników na plony. Związek ten określimy za pomocą współczynników determinacji obliczonych na podstawie równań korelacji wielorakiej. Współczynniki determinacji w ujęciu procentowym (po uwzględnieniu poprawki na liczebność i ilość zmiennych) określające stopień wpływu nawożenia i jakości gleby na zmienność plonów kształtują się dla poszczególnych rejonów następująco:

($d_{12.3}$ — nawożenie, $d_{13.2}$ — gleba)

	I	II	III
$d_{12.3}$	61,4	63,7	52,9
$d_{13.2}$	9,4	0,0	17,2
d_{123}	70,8	63,7	70,1

Jak widzimy, łączny współczynnik determinacji jest dla rejonu II niższy, co wynika z tego iż nie przejawiał się tu wpływ gleby na zmienność plonów. Z poprzednio przytoczonych równań (str. 26) wynika, że różnica w plonach pomiędzy sąsiednimi klasami gleby wynosi tyle, ile wynika z przeciętnego przyrostu plonów na 1 kg przyrostu nawożenia ($1,75 : 0,095 = 184 \text{ kg} = 1,84 \text{ q}$). Przy większej reprezentacji i większym zróżnicowaniu gleb łączny współczynnik determinacji byłby prawdopodobnie zbliżony do współczynnika w pozostałych rejonach.

Łączny współczynnik determinacji wskazuje, że badane dwa czynniki, tj. nawożenie i gleba, wyjaśniają zmienność plonów w badanych gospodarstwach w około 70%. Pozostałe 30% przypada na inne nie ujęte tu czynniki, jak agrotechnika i warunki mikroklimatyczne (ogólne warunki klimatyczne dla poszczególnych rejonów były w tym samym roku jednakowe). Spośród wszystkich czynników wpływających na plony najbardziej istotną rolę odgrywa nawożenie, gdyż wyjaśnia ono zmienność plonów w przeszło 50% w rejonie III i w przeszło 60% w pozostałych rejonach.

Efektywność nawożenia w 13 krajach europejskich

Nawożenie i plony zbóż w 13 krajach europejskich zestawiliśmy dla trzech okresów. Przeciętne plony 4 zbóż obejmują okres 1934—1938 (I), 1949—1952 (II) oraz 1955—1957 (III), nawożenie natomiast — 1938, 1948/49 — 1952/53 oraz 1956/57. Jak widać, dane dotyczące plonów obejmują w I okresie 4 lata, w II okresie również 4 lata i w III okresie 3 lata. Natomiast dane dotyczące nawożenia obejmują w II okresie 5 lat, w I zaś i III okresie tylko jeden, ostatni rok okresów, z których pochodzą dane dotyczące plonów. Ponieważ nawożenie mineralne wykazuje we wszystkich krajach

Tabela 5

Nawożenie i plony 4-ech zbóż w niektórych krajach

(nawożenie mineralne w kg czystego składnika na 1 ha użytków rolnych, nawożenie organiczne na 1 ha gruntów ornych *)

Kraj	Okres I (1934—1938)				Okres II (1949—1952)				Okres III (1955—1957)			
	nawozy orga- niczne kg/ha	nawozy mine- ralne kg/ha	razem kg/ha	plon q/ha	nawozy orga- niczne kg/ha	nawozy mine- ralne kg/ha	razem kg/ha	plon q/ha	nawozy orga- niczne kg/ha	nawozy mine- ralne kg/ha	razem kg/ha	plon q/ha
	Polska	60	5	65	11,4	51	18	69	12,7	57	31	88
Węgry	47	2	49	12,9	49	5	54	13,5	49	10	59	14,8
Włochy	50	21	71	13,8	49	21	70	14,5	49	36	85	17,6
Szwecja	82	28	110	20,3	70	45	115	18,6	64	65	129	19,5
CSR	66	13	79	14,1	73	25	98	17,5	74	54	118	19,8
Francja	80	25	105	14,7	78	31	109	16,6	80	49	129	21,4
Austria	132	6	138	15,7	118	20	138	15,3	133	34	167	21,1
NRD	83	109	192	21,0	80	93	173	21,6	88	134	222	25,2
Anglia	148	25	173	21,5	152	40	192	24,5	159	51	210	23,8
NRF	142	95	237	20,2	128	102	230	23,4	137	136	273	29,1
Holandia	188	143	331	25,8	178	177	355	28,2	209	196	405	32,0
Belgia	135	117	252	22,0	159	158	317	29,4	172	199	371	32,6
Dania	132	52	184	27,1	116	82	198	31,5	123	120	243	34,8

* Nawozy organiczne w Belgii i Holandii obciążają również połowę użytków zielonych.

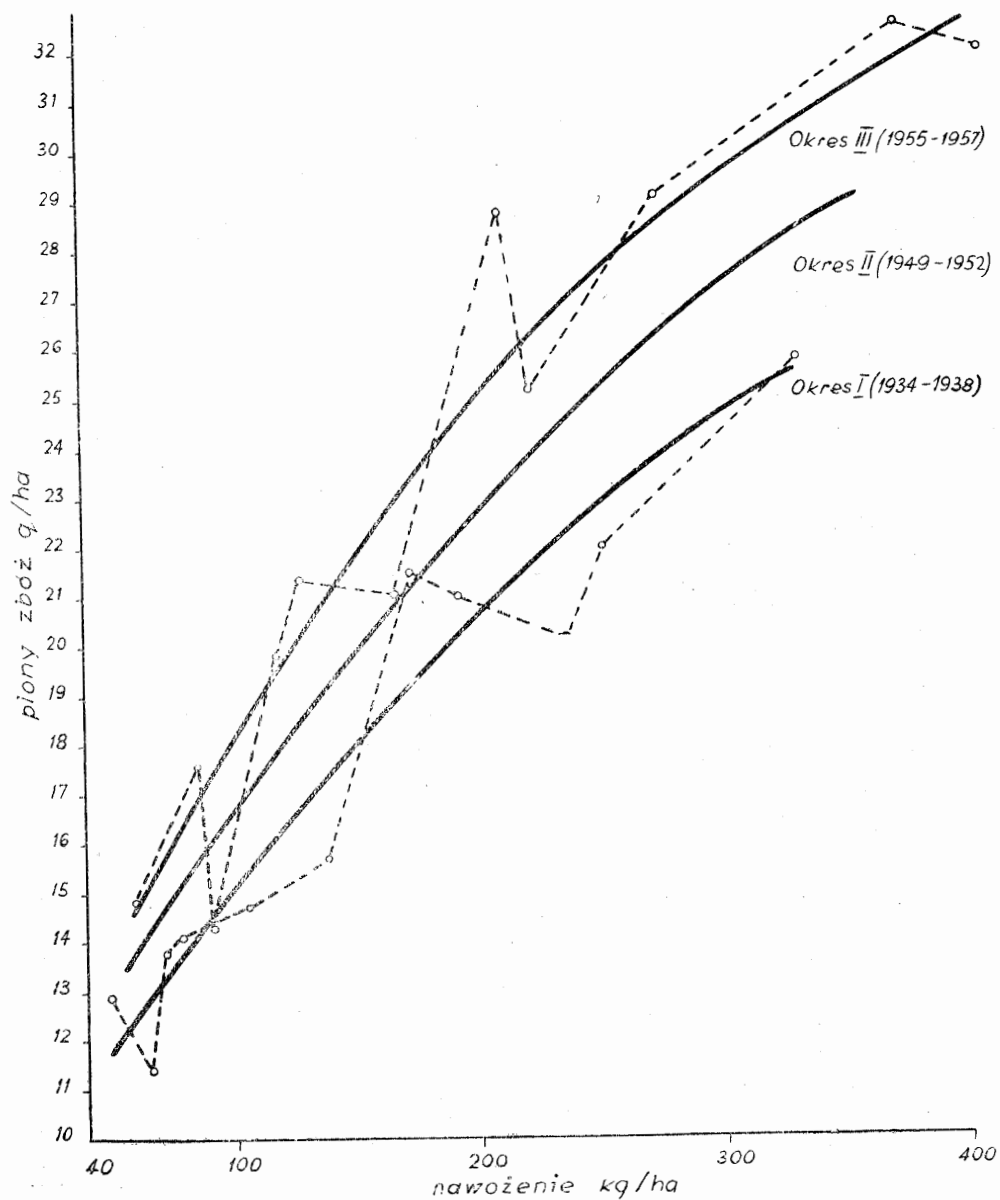
coroczną tendencję wzrostu, można przypuszczać, że w I i III okresie dane dotyczące nawożenia mineralnego dla ostatniego roku są cokolwiek wyższe w stosunku do przeciętnego rocznego nawożenia w tych okresach. Różnice te jednak nie są duże i mieszczą się w granicach błędu, jaki zawierają obliczenia nawożenia organicznego.

Dane dotyczące nawożenia i plonów w 13 krajach w wymienionych okresach przedstawia tabela 5. Przeciętne plony 4 zbóż zostały obliczone na podstawie danych Rocznika Statystycznego 1959, jako średnia ważona plonów i powierzchni zbiorów poszczególnych zbóż.

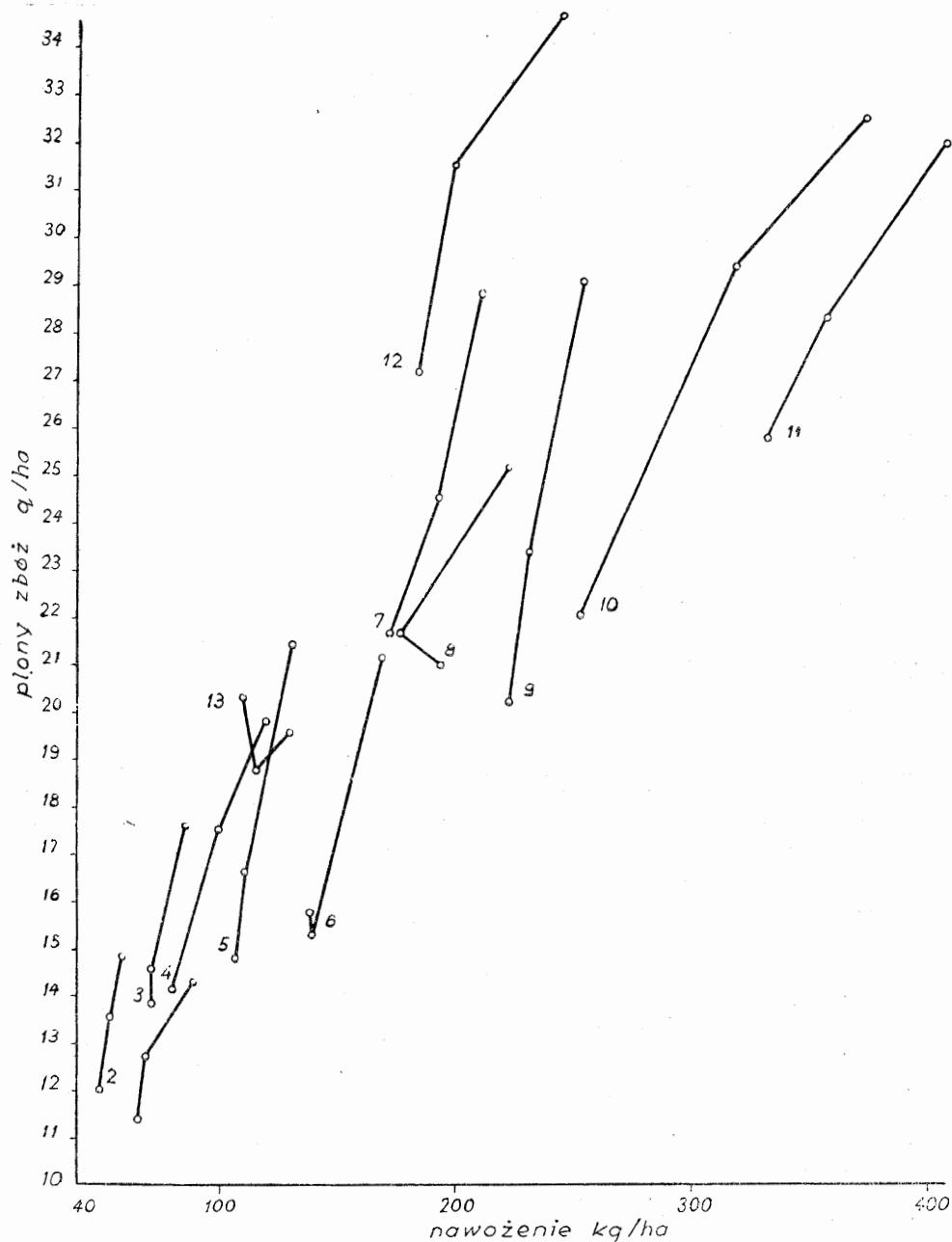
Nawożenie organiczne zostało obliczone według poprzednio przytoczonego sposobu z tym, że dla Polski, Czechosłowacji, Węgier i Włoch przyjęto niższą normę produkcji obornika od bydła, tj. 70 kg czystego składnika (niższa mleczność krów), dla pozostałych natomiast krajów — 80 kg czystego składnika.

Na podstawie danych zawartych w tabeli 5 sporządzono wykres 2 i 3. Wykres 2 przedstawia empiryczne i teoretyczne krzywe kształtowania się plonów w zależności od nawożenia w każdym z wymienionych okresów (ze względu na jasność obrazu na wykresie 2 pominięto empiryczne krzywe dla okresu II). Krzywe teoretyczne nie są tu wyliczone matematycznie, lecz wykreślone orientacyjnie. Na wykresie 2 nie uwzględniliśmy Danii i Szwecji, ze względu na to, że zależność między nawożeniem a plonami (w Szwecji tylko przed wojną) kształtuje się odmiennie, niż w pozostałych krajach (kraje te uwzględnione są natomiast na wykresie 3). Krzywe te — podobnie jak krzywe dotyczące badanych przez nas gospodarstw — wskazują na wyraźnie malejącą efektywność nawożenia w miarę zwiększania dawek nawożenia. Z drugiej strony mówią one o tym, że te same dawki nawożenia dają w każdym następnym okresie czasu coraz wyższe plony. I tak np. nawożenie w wysokości 80 kg na 1 ha dawało przed wojną plon w wysokości około 14 q/ha, w okresie powojennym 15 q/ha, a w okresie III już przeszło 16 q/ha. Jeszcze większe różnice obserwujemy przy dawce 200 kg na 1 ha, a mianowicie około 21, 23 i 25 q/ha.

Jeśli krzywe na wykresie 2 wskazują na malejącą efektywność wzrastającego nawożenia w danym okresie czasu w przekroju przestrzennym, to krzywe wykreślone dla poszczególnych krajów (wykres 3), obrazujące dynamikę wzrostu plonów wykazują już inną tendencję. Kierunek przebiegu krzywych parabolicznych (które mogą być wykreślone na podstawie trzech punktów zaznaczonych na wykresie) jest zupełnie inny niż na poprzednim wykresie, jest bardziej zbliżony do osi y-ów. Świadczy to o tym, że prawo malejącej wydajności, które wyraźnie przejawia się przy rozpatrywaniu układu przestrzennego (w tym samym czasie), nie przejawia się w ogóle lub w znacznie mniejszym zakresie w układzie czasowym, szczególnie jeśli się weźmie pod uwagę dostatecznie długi okres czasu, w którym zmieniają się warunki i technika produkcji. W sposób jeszcze bardziej wyraźny, niż wykres, świadczą o tym dane liczbowe przytoczone w tabeli 6. W tabeli tej wyliczyliśmy przyrost nawożenia i plonów w okresie III (1955—1957) w stosunku do okresu I (1934—1938) oraz przyrost plonu (w kg) na 1 kg przyrostu nawożenia. Porównując ilość kg plonu przypadającego na 1 kg zużytych nawozów w okresie III i I otrzymamy wzrost lub spadek efektywności nawożenia.



Wykres 2. Nawożenie i plony zbóż w 11 krajach europejskich w latach 1934—1938, 1949—1952 i 1955—1957



1 — Polska, 2 — Węgry, 3 — Włochy, 4 — CSR, 5 — Francja, 6 — Austria, 7 — Anglia, 8 — NRD, 9 — NRF, 10 — Holandia, 11 — Belgia, 12 — Dania, 13 — Szwecja
 Wykres 3. Dynamika wzrostu nawożenia i plonów zbóż w 13 krajach europejskich w latach 1934-1957

Tabela 6

Efektywność nawożenia w niektórych krajach

Kraj	Wzrost nawożenia w latach 1938—1957 w kg/ha	Wzrost plonów zbóż w okresie 1934—1938 do 1955—1957 q/ha	Przyrost plonu w kg na 1 kg przyrostu nawożenia	Na 1 kg nawozów przypadają kg plonu zbóż		Wzrost lub spadek efektywności nawożenia w okresie III w stosunku do okresu I w kg plonu na 1 kg nawozów
				w okresie I	w okresie III	
Polska ^a	23	2,9	12,6	17,5	16,3	—1,2
Węgry	10	1,9	19,0	26,3	25,1	—1,2
Włochy	14	3,8	27,1	19,4	20,7	+1,3
Szwecja	19	—0,8	—	18,5	15,1	—3,4
CSR	39	5,7	14,6	17,1	16,8	—1,0
Francja	24	6,8	28,3	14,0	16,6	+2,6
Austria	29	5,4	18,6	11,4	12,6	+1,2
NRD	30	4,2	14,0	11,0	11,4	+0,4
Anglia	37	7,3	19,7	12,4	13,7	+1,3
NRF	36	8,9	24,7	8,5	10,6	+2,1
Holandia	74	6,2	8,4	7,8	7,9	+0,1
Belgia	119	10,6	9,0	8,7	8,8	+0,1
Dania	55	6,3	11,4	14,6	14,3	—0,7

^a Dane dla Polski, w przeciwieństwie do innych krajów, nie są w pełni porównywalne ze względu na poważne przesunięcie terytorialne, niemniej wyrażają one (mimo zmienionych granic) faktyczny poziom rolnictwa Polski przedwojennej i obecnej.

Z danych tabeli 6 wynika, że przyrost plonu na 1 kg zwiększonego nawożenia w badanym okresie był w 8 krajach wyższy od plonu jaki dawał 1 kg wyjściowych dawek nawożenia przed wojną. Mamy tu więc do czynienia ze wzrastającą efektywnością zwiększonych dawek nawożenia. Malejąca efektywność nawożenia zaznaczyła się w 5 spośród 13 analizowanych krajów, między innymi i w Polsce¹.

¹ Jeśli weźmiemy pod uwagę ostatnie trzy lata, a mianowicie 1957—1959, w których przeciętne plony zbóż kształtują się na poziomie około 15 q, a nawożenie zbóż na 1 ha raczej nie wzrosło, gdyż nawożenie mineralne w roku 1957/58 było niższe niż w latach 1955/56 i 1956/57 (w kolejnych latach 32,8, 30,7 i 28,3 kg/ha), a pogłowie inwentarza nie wykazało większych zmian, to na 1 kg nawozów wypadnie około 17,3 kg plonu zbóż. Byłoby to więc mniej więcej tyle, co przed wojną. Jeśli więc do roku 1956 zaznaczała się malejąca efektywność nawożenia, to począwszy od 1957 r. zaznacza się raczej wzrastająca efektywność. Dokładną jednak tendencję będzie można określić dopiero po upływie kilku lat.

Oprócz zwiększonego nawożenia, na wzrost poziomu plonów miał niewątpliwie wpływ ogólny postęp kultury rolnej wyrażający się między innymi w melioracji gruntów, rozwoju nasiennictwa, skuteczniejszej walce z chwastami chorobami i szkodnikami roślin, jak również lepszej mechanicznej uprawie przy użyciu traktorów, co pozwoliło niektórym krajom o niższym lub zbliżonym do Polski wzroście nawożenia uzyskać znacznie wyższy przyrost plonów (Włochy, Francja, Austria).

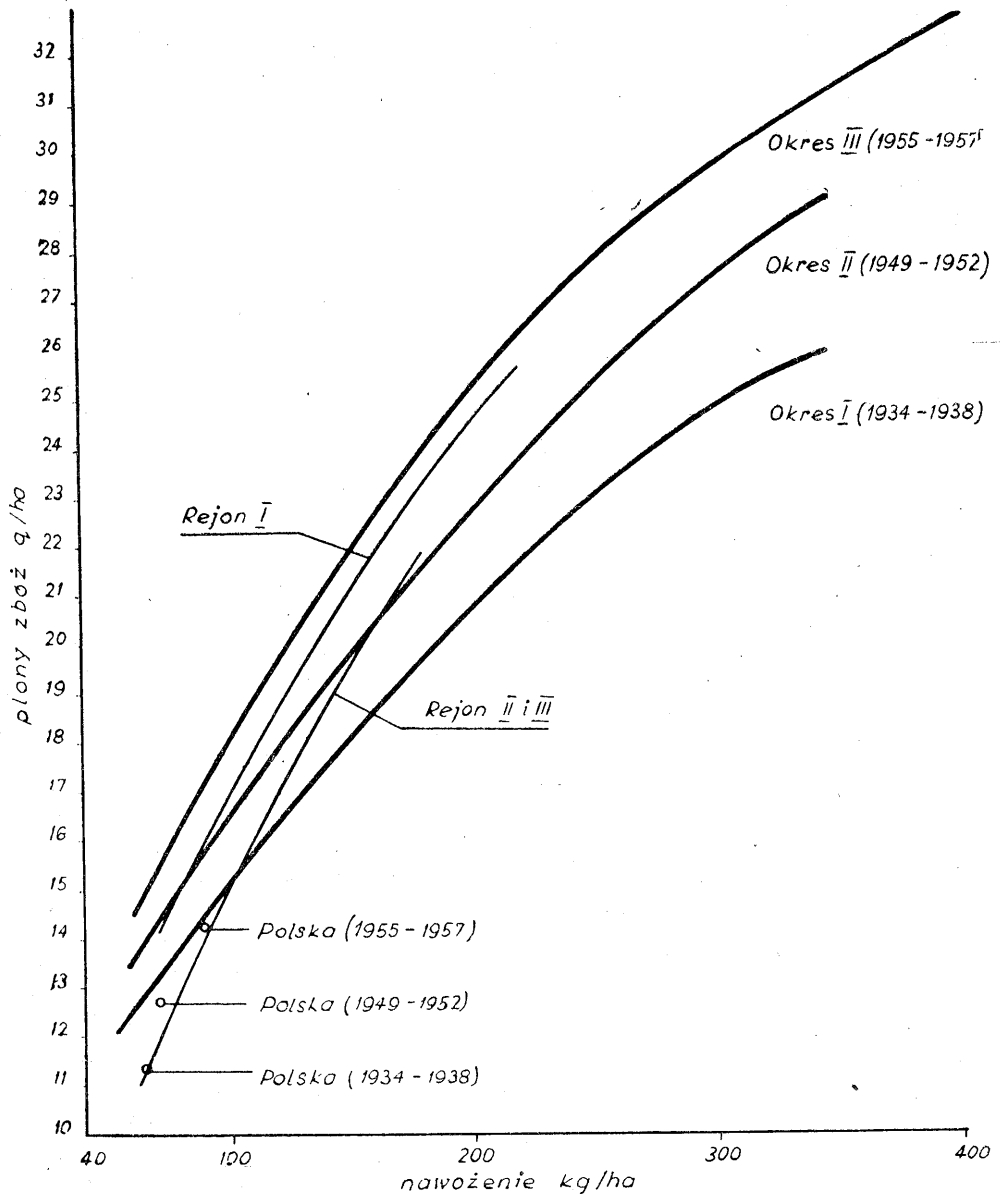
Ocena efektywności nawożenia w Polsce w porównaniu z za granicą

Jak wynika z przytoczonych danych, Polska pozostaje w tyle nie tylko pod względem poziomu nawożenia i plonów, lecz również pod względem efektywności nawożenia. Na wykresie 4 zaznaczono punkty odpowiadające poziomowi nawożenia i plonów w Polsce w trzech omawianych okresach. Jeśli przed wojną przy takim samym poziomie nawożenia plony w Polsce były niższe od przeciętnego poziomu za granicą o przeszło 1 q, to w roku 1955—1957 były już niższe o przeszło 2,5 q i zaledwie osiągnęły poziom zagraniczny z lat przedwojennych. Wynika z tego, że Polska jest opóźniona w stosunku do większości krajów europejskich nie tylko pod względem poziomu produkcji, lecz również pod względem poziomu gospodarowania (kultury rolnej), co przejawia się głównie w mniejszych efektach tych samych dawek nawożenia.

Na wykresie 4 zaznaczyliśmy również krzywe obrazujące kształtowanie się plonów w badanych gospodarstwach dla rejonu I oraz II i III. Z porównania krzywych odpowiadających poziomowi plonów w naszych gospodarstwach i za granicą wynika, że w rejonie I przy takich samych dawkach nawożenia plony zbóż są tylko nieznacznie niższe od plonów osiągniętych przez inne kraje. W pozostałych rejonach poziom plonów przy najwyższych dawkach nawożenia kształtuje się na poziomie lat 1949—1952 za granicą, przy najniższych zaś — znacznie poniżej zagranicznego poziomu przedwojennego.

Porównując przebieg tych krzywych można wysunąć twierdzenie, że czynnik poziomu gospodarowania, lub inaczej kultury rolnej, odgrywa większą rolę przy niższej intensywności rolnictwa. Kraje jak i gospodarstwa o wyższej kulturze rolnej osiągają przy niższym nawożeniu znacznie wyższe plony w porównaniu z krajami czy rejonami o niższej kulturze rolnej. Przy większej intensywności gospodarstw (większym nawożeniu) czynnik kultury rolnej zdaje się odgrywać mniejszą rolę (przykładem intensywniejsze gospodarstwa w rejonie II i III), gdyż stosowanie wyższego nawożenia awansuje jak gdyby gospodarstwo do wyższego poziomu gospodarowania.

Przytoczone dane wskazują na to, że jeśli całość naszego rolnictwa opóźniona jest w stosunku do rolnictwa zachodnio-europejskiego (pod względem poziomu gospodarowania) o około 20 lat, to bardziej intensywnie prowadzone gospodarstwa niewiele od tego poziomu odbiegają. Jest to dowodem, że zwiększając znacznie nawożenie (oczywiście chodzi tu głównie o nawożenie mineralne) mamy szansę na odrobienie zacofania naszego



Wykres 4. Nawożenie i plony zbóż w 12 krajach europejskich w trzech okresach oraz w badanych spółdzielniach produkcyjnych w 1958 r.

рольничества, под warunkiem jednak, że tempo wzrostu nawożenia będzie u nas wyższe niż za granicą.

W omawianym 20-leciu wzrost nawożenia mineralnego w niektórych krajach przedstawiał się następująco: Belgia 82 kg, Dania 68, Holandia 53, NRF i CSR po 41, Anglia, NRD i Francja po 25 kg na 1 ha. U nas planuje się na 1975 r. 128 kg nawozów mineralnych na 1 ha użytków rolnych. Oznacza to wzrost w stosunku do 1957 r. o 97 kg. W porównaniu z wyżej przytoczonymi liczbami wzrost ten wydaje się uwzględniać jeden z decydujących warunków poważnego podniesienia poziomu intensywności, a tym samym i plonów naszego rolnictwa.

ЗДЗИСЛАВ ГРОХОВСКИ
Институт Экономики Сельского Хозяйства
В а р ш а в а

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРЕНИЯ В ПОЛЬШЕ И ЗА РУБЕЖОМ

Резюме

Автор рассматривает эффективность удобрения, исходя из данных 130 сельскохозяйственных производственных кооперативов в трех частях страны. Органическое удобрение в килограммах чистого элемента автор перечисляет на 1 га пахотных земель, минеральное удобрение — на 1 га земельных угодий.

В качестве сравнительного уровня урожаев культурных растений автор принимает урожаи 4 хлебных злаков. Корреляционная зависимость между высотой урожаев и удобрением выражается параболической кривой 2-ой степени. Средние приросты урожая (согласно линейному уравнению) составляют на 1 кг добавочного удобрения около 7,5 кг зерна в Познаньско-Быдгощском округе и около 9,0—9,5 кг зерна в других исследуемых округах.

Крайние приросты начинают уменьшаться с повышением удобрения. Снижение прироста урожая на 1 кг добавочного удобрения составляет в исследуемых округах 0,034 кг зерна.

Автор перечисляет и сравнивает высоту удобрения и урожаев хлебных злаков в 13 западно-европейских странах за три периода: 1934—1938; 1949—1952; 1955—1957 гг. (таблица № 5, диаграммы 2 и 3).

В 9 среди 13 стран эффективность удобрения повысилась на протяжении 20 лет. В остальных странах, в том числе также и в Польше — она снизилась. Сравнение уровня удобрения и высоты урожаев в исследуемых сельскохозяйственных кооперативах и в хозяйствах за рубежом показывает, что эффективность удобрения в более интенсивных хозяйствах, т. е. применяющих более высокие нормы удобрения, является лишь немногим ниже эффективности удобрения в хозяйствах западно-европейских стран. Из этого следует, что при значительном повышении количества удобрения, предусмотренного 15-летним планом, сельское хозяйство Польши сможет вскоре выровнять расстояние разделяющее её в области урожаев от сельского хозяйства западно-европейских стран.

ZDZISŁAW GROCHOWSKI

Institute of Agricultural Economics
Warsaw

EFFICIENCY OF FERTILIZATION IN POLAND AND ABROAD

Summary

The author considers the efficiency of fertilization on the basis of data provided by 130 farms located in three regions of Poland. Organic fertilization in kilogrammes of pure compound is calculated per 1 hectare of arable land while mineral fertilization per 1 hectare of cultivated area. The author has taken the yields of four cereals as the index level of field crops yields. Correlation of yields and fertilization is expressed by means of a second grade parabolic curve. The average increase in crops volume (according to linear equation) per 1 kg. of supplementary fertilization has amounted to about 7,5 kg. of grain in Poznańsko-Bydgoski region, and approx. to 9,0—9,5 kg. in other regions.

Final growth diminishes as fertilization is augmented. In regions under study the decrease in the growth of crops volume per 1 kg. of supplementary fertilization has amounted to 0,034 kg. of grain.

The author calculates and compares the level of fertilization and grain crops in 13 west European countries in the following three periods: 1934—1938, 1949—1952, and 1955—1957 (Table No 5, graph Nos. 2 and 3). In 9 of the 13 countries the efficiency of fertilization has improved during 20 years, while in the remaining ones, including Poland, it has decreased. Comparison of fertilization level and crops, carried out in cooperative farms under study and abroad, brought evidence that efficiency of fertilization in farms where a more intensive fertilization had been applied has been but slightly lower than that in west European countries. Should therefore the level of fertilization were considerably raised — as it has been laid out in the 15-year plan — Polish agriculture would make up the gap by which it is separated from the west European agriculture.