

KAZIMIERZ ZABIEROWSKI

*Zakład Gospodarki Górskiej PAN — Kraków*

## WSKAŹNIKI STOSOWANE PRZY OKREŚLANIU EFEKTYWNOŚCI NAWOŻENIA

Określenie efektywności nawożenia może być wykonane w oparciu o trzy różne źródła materiałów: a) doświadczalnictwo nawozowe; b) dane statystyki masowej; c) wyniki wybranej grupy gospodarstw rolnych. W każdym z tych trzech ujęć otrzymujemy wyniki o różnym stopniu dokładności, a sposób ich uzyskania jest mniej lub więcej skomplikowany.

W warunkach doświadczeń nawozowych-wazonowych, a nawet poletkowych, jesteśmy w stanie zagwarantować stałość innych czynników poza nawożeniem i otrzymać czysty efekt jego działania. Ten sposób określania efektywności, jakkolwiek teoretycznie najwłaściwszy, jest bardzo pracochłonny, w związku z czym nie zawsze może być prowadzony na skalę masową, co w efekcie nie gwarantuje dostatecznej reprezentacji dla poszczególnych rejonów produkcyjnych. Ważnym również momentem ograniczającym przydatność dla szerokiej praktyki rolniczej wyników niektórych typów doświadczeń wazonowych i poletkowych w zakresie nawożenia jest niewątpliwie sama ich metodyka, zbyt różniąca je od produkcji w warunkach polowych.

Znacznie większą wartość praktyczną mają wyniki uzyskane z polowych doświadczeń nawozowych, w których, nie odbiegając zbyt od naturalnych warunków produkcji polowej, możemy w pewnym stopniu regulować poziom innych czynników produkcji zabezpieczając stałość warunków agrotechnicznych. Przydatność tych doświadczeń dla właściwego ustalenia potrzeb nawozowych w poszczególnych rejonach zależeć będzie od stopnia ich masowości i długości okresu, z jakiego wyniki są nam dostępne. Wyniki tego typu badań nad efektywnością nawożenia przedstawiają Boguszewski, Boratyński, Byczkowski (3), a podsumowanie i porównanie uzyskanych efektów w skali doświadczeń masowych krajowych i zagranicznych zawiera praca Plebańskiego (14).

W obecnym okresie znacznego zwiększania dostaw nawozów dla rolnictwa konieczne jest uzyskanie możliwie szybkiej odpowiedzi na temat ich efektywności, nawet kosztem mniejszej dokładności wyników. Dotyczy to obliczeń dla okresu ubiegłego, które stanowić powinny podstawę do ustalenia założeń na lata następne w zakresie relacji poziomu

produkcji do nakładów. W tym wypadku szerokie zastosowanie mogą mieć pozostałe dwa źródła materiałów.

Materiały statystyki masowej w przekroju światowym, krajowym i wojewódzkim, czy nawet mniejszych jednostek administracyjnych, były podstawą szeregu opracowań naukowych dotyczących analizy gospodarki nawozowej i efektywności nawożenia (8, 10, 1, 17, 7, 19). Na skutek mniejszej niejednokrotnie dokładności materiału wyjściowego oraz wąskiego zakresu zagadnień ujmowanych przez statystykę, zachodzi w tym ujęciu konieczność dokonywania szeregu uproszczeń i szacunków, które są zawsze subiektywne i wpływają na obniżenie wartości wyników.

Wyższy stopień dokładności uzyskuje się prowadząc badania na pewnej zbiorowości gospodarstw rolnych. Ta droga oceny efektywności stosowanego nawożenia zaczyna odgrywać coraz większą rolę w badaniach ekonomicznych, co znajduje swój wyraz w publikacjach naukowych i popularno-naukowych. Źródłem materiałów są w tym wypadku gospodarstwa państwowe [Rychlik (15), Zabierowski (19)], spółdzielnie produkcyjne [Grochowski (16), Marszałkiewicz (12, 13)], a najczęściej gospodarstwa indywidualne prowadzące rachunkowość rolniczą dla potrzeb Instytutu Ekonomiki Rolnej [Brzoza (4), Grochowski (7), Iwaszkiewiczówna (9), Gorzelak, Rojewski (5), Woś (18), Zabierowski (19)]. Korzystną stroną oceny efektywności nawożenia na podstawie pewnej zbiorowości gospodarstw jest uwzględnienie w rachunku wewnętrznych powiązań produkcyjnych i organizacyjnych, jakie mają miejsce w żywym organizmie — gospodarstwie. Uzyskanie w miarę czystej efektywności nawożenia w tym ujęciu jest możliwe na drodze zastosowania metod statystyki matematycznej, pozwalających na eliminację działania innych liczbowo wymierzalnych czynników wpływających na poziom plonów i produkcji. Udział takich czynników w kształtowaniu poziomu produkcji jest zazwyczaj wysoki i może być zwiększony przez wcześniejszą eliminację wahań wynikających np. ze zmiennych warunków atmosferycznych na drodze zastosowania w badaniach średnich wieloletnich<sup>1</sup>.

Efektywność nawożenia, podobnie jak i innych nakładów produkcyjnych w rolnictwie, może być rozpatrywana w dwóch różnych ujęciach. Pierwsze z nich to obliczanie efektywności bezwzględnej, polegającej na przeliczaniu całkowitego plonu na jednostkę nawożenia. Metodę tę zastosował Grochowski (6) badając efektywność nawożenia w Polsce na przestrzeni lat 1951—1960 oraz w spółdzielniach produkcyjnych położonych na glebach o różnej wartości bonitacyjnej. Ograniczenie badań nad

<sup>1</sup> Przy uwzględnieniu czterech liczbowo wymierzalnych czynników produkcji (nawożenie mineralne, nawożenie obornikiem, wielkość gospodarstwa i wartość bonitacyjna gruntów) uzyskał autor współczynnik korelacji welorakiej wynoszący  $R = + 0,765$  przy  $s_R = \pm 0,038$ .

efektywnością tylko do tej metody budzi pewne zastrzeżenia. Plon jest wynikiem nie tylko nawożenia, ale szeregu innych czynników, wśród których poważną rolę odgrywa naturalna żyzność gleby. Poziom ich działania reprezentowany w badaniach związku cech przez parametr „a”<sup>2</sup> niesłusznie podnosi efektywność zastosowanego nawożenia. Przy analizie gospodarstw położonych w różnych warunkach uzyskane wyniki stają się nieporównywalne. W tym stanie rzeczy słuszniejsze jest wyrażanie efektywności nawożenia przyrostem plonu na jednostkę wzrastającego nawożenia (efektywność względna), na co pozwala analiza regresji i korelacji (parametr „b”).

Przed przystąpieniem do określenia efektywności nawożenia należy dokonać wyboru jednostek, w jakich będzie ona wyrażona. W przypadku prowadzenia badań w odniesieniu do jednej rośliny sprawa jest stosunkowo prosta, gdyż efektywność wyrażana jest ilością kg lub q przyrostu plonu na jednostkę nawożenia, a rzadziej wartościowo. Dokonując oceny nawożenia w pewnej zbiorowości gospodarstw, czy w oparciu o materiały statystyczne, należy pamiętać, że nawożenie stosowane jest pod różne rośliny a jego efekt stanowi suma efektów poszczególnych roślin. Występują tu również efekty pośrednie, jak następcze działanie nawozów, czy też wynikające z powiązań pomiędzy produkcją roślinną i zwierzęcą.

W dotychczasowych badaniach nad efektywnością nawożenia wyniki przedstawiane były w różnych jednostkach. Do najczęściej stosowanych zaliczyć należy plony zbóż, które w naszym rolnictwie zajmują ponad 50% powierzchni zasiewów. Takie ujęcie stosowali np. Grochowski (6), Waclawowicz (17), Łubkowski (11). W innej swej pracy Grochowski (7) posługuje się plonami przeliczeniowymi. Wychodząc z porównania stosunku plonów ziemniaków i buraków cukrowych do plonów zbóż w 13 krajach europejskich, ustalił przeciętne wskaźniki przeliczeniowe. Dzieląc plony ziemniaków przez 7, a buraków przez 13 sprowadził plony okopowych do poziomu zbóż, otrzymując dla tych trzech upraw średni ważony plon przeliczeniowy. Brzoza (4) przyjmuje dla buraków cukrowych wskaźnik 12.

Zabierowski (19), w oparciu o analizę wybranej zbiorowości gospodarstw, doszedł do wniosku, że powinna zachodzić różnica w wysokości wskaźników przyjmowanych do ustalenia plonu przeliczeniowego dla gospodarstw państwowych i indywidualnych. Jeżeli w pierwszym wypadku uzyskane wskaźniki są zgodne z przyjmowanymi przez Brzozę, to dla gospodarstw indywidualnych wynoszą w warunkach południowej Polski: zboża 1, ziemniaki 9, buraki cukrowe 14.

Gruszczyńska (8), stosując „plony umowne”, sprowadziła plony 4 zbóż,

<sup>2</sup>) Przy zastosowaniu wzoru:  $y = a + bx$ .



ziemniaków i buraków cukrowych do wspólnego mianownika w oparciu o zawarte w nich jednostki odżywcze (zawartość skrobi skorygowana zawartością białka). Ustalone tą metodą wskaźniki przybrały wartość: zboża 1, ziemniaki 0,24, buraki 0,30.

Barszczak (1) zastosował w swoich badaniach plony zbóż, ziemniaków i buraków cukrowych przeliczone na jednostki zbożowe. Przy uwzględnianiu jednostek zbożowych jako miernika sprowadzenia plonów do wspólnego mianownika, najśluszniej byłoby uwzględnić wszystkie uprawiane rośliny, jak to ma miejsce w badaniach niemieckich (2).

W naszych warunkach, kiedy statystyka powszechna uwzględnia tylko niektóre rośliny, ujęcie to staje się niemożliwe. Nawet w poszczególnych gospodarstwach plony szeregu roślin (pastewne) określane są szacunkowo. Dlatego też należy uwzględnić tylko plony tych roślin, których wysokość jest ustalona w miarę dokładnie, a które zajmują największą powierzchnię na gruntach ornych. Do nich zaliczyć należy przede wszystkim: zboża, ziemniaki i buraki cukrowe, które w naszych warunkach zajmują 70—80% powierzchni zasianej. Włączanie do tak przeliczonego plonu buraków cukrowych znacznie podnosi wynik oraz doprowadza do zbyt wielkiej różnicy w plonie przeliczeniowym pomiędzy gospodarstwami, z uwagi na uprawę buraków cukrowych tylko w niektórych gospodarstwach. W konsekwencji stosując przeliczenie plonu na jednostki zbożowe najśluszniej ograniczyć się tylko do 4 zbóż i ziemniaków.

Dość często efektywność nawożenia wyrażana jest nie plonami, lecz wartościowym ujęciem produkcji. W tym wypadku Iwaszkiewiczówna (9) zastosowała wartość surowego przychodu gospodarstwa, Gorzelak i Rojewski (5) wartość produkcji czystej gospodarstwa, a Marszałkiewicz (13) globalną produkcję roślinną wyliczoną w cenach IER.

Jeżeli plon jest dobrym wyrazicielem efektywności nawożenia na gruntach ornych, to nie spełnia swej roli w odniesieniu do użytków rolnych. Śluszniejsze jest tutaj zastosowanie wartościowych mierników produkcji, względnie produkcji wyrażonej innymi jednostkami, jak np. jednostka zbożowa. Efekty pochodzące z całkowitej powierzchni użytków rolnych najwłaściwiej oddaje produkcja końcowa netto (2, 16).

Celem niniejszego opracowania jest analiza porównawcza różnych wskaźników stosowanych do określenia efektywności nawożenia. Przy doborze badanych wskaźników uwzględniono już wnioski i sugestie podane w części wstępnej.

Badanie przeprowadzono na materiałach uzyskanych z ksiązek rachunkowości rolniczej 125 gospodarstw chłopskich, prowadzonej dla potrzeb Instytutu Ekonomiki Rolnej w Warszawie. Gospodarstwa te położone są w różnych rejonach produkcyjnych południowej Polski (woj. katowickie, krakowskie, rzeszowskie i południowa część woj. kieleckiego). Celem

eliminacji zjawisk przypadkowych zastosowano trzyletnią średnią ważoną za lata 1957/58—1959/60 tak w zakresie nawożenia, jak i wyników produkcyjnych. Podstawą analizy są trzy wskaźniki obrazujące efektywność nawożenia na gruntach ornych:

a) średni ważony plon 4 zbóż;

b) średnie ważne plony zbóż, ziemniaków i buraków cukrowych przeliczone na zboża według poprzednio podanych współczynników (plony przeliczeniowe);

c) średnie ważne plony zbóż i ziemniaków w jednostkach zbożowych.

Ponadto w rozważaniach ujęto produkcję końcową netto w jednostkach zbożowych przeliczoną na 1 ha użytków rolnych jako wskaźnik efektywności nawożenia na użytkach rolnych. Wskaźnik ten nie wchodzi w skład przeprowadzonej analizy, lecz został zamieszczony tylko dla ogólnej orientacji.

Poziom nawożenia przyjęty do badań uwzględnia zarówno nawożenie mineralne, jak i organiczne, przeliczone na czysty składnik NPK. Ilość nawozów mineralnych i zawartość w nich czystego składnika przyjęto według zapisów w książkach rachunkowych. Nawożenie organiczne obejmuje ilość obornika w czystym składniku ustaloną w oparciu o średnie stany inwentarza żywego przy uwzględnieniu strat w okresie jego przechowywania.

Dla określenia stopnia związku dwóch badanych cech oraz poziomu efektywności względnej zastosowano regresję i korelację prostoliniową. Wyniki zestawiono w tabeli oraz na wykresie.

Wyszczególnienie	Jednostka miary	G r u n t y o r n e			Użytki rolne
		plon 4 zbóż	plony przeliczeniowe	plony zbóż i ziemniaków w jedn. zboż	produkcja końcowa netto w jedn. zbożowych
Nowożenie organiczne i mineralne $\bar{x}$	q NPK/ha	1,98	1,98	1,98	1,66
Odchylenia standardowe $s_x$	q NPK	± 0,61	± 0,61	± 0,61	± 0,46
Poziom produkcji $\bar{y}$	q/ha	18,71	18,22	22,80	28,03
Odchylenia standardowe $s_y$	q	± 3,91	± 3,48	± 4,53	± 8,81
Współczynnik korelacji $r$	—	+ 0,467	+ 0,481	+ 0,573	+ 0,691
Błąd średni współczynnika korelacji $s_r$	—	± 0,070	± 0,069	± 0,060	± 0,047
Wskaźnik determinacji $d_{yx}$	%	22	23	33	48
Efektywność nawożenia $b_{yx}$	q	2,90	2,64	4,41	13,94

W zakresie przeciętnego poziomu produkcji w badanej zbiorowości gospodarstw zachodzi duże podobieństwo wyników pomiędzy plonami 4 zbóż i plonami przeliczeniowymi, co jest rzeczą zrozumiałą z uwagi na sposób obliczania tych wskaźników. Wyższy poziom wykazują plony zbóż i ziemniaków w jednostkach zbożowych na skutek dobrego plonowania ziemniaków w badanych gospodarstwach. Odchylenia standardowe w stosunku do średniej plonów układają się na zbliżonym poziomie, przy czym 4 zboża wykazują nieco węższy stosunek.

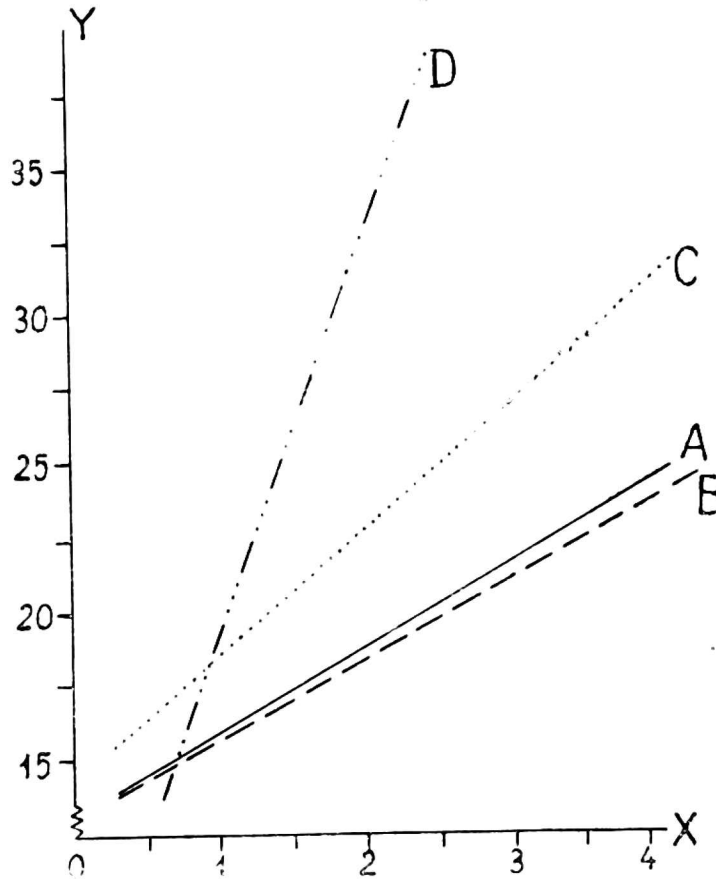
Współczynnik korelacji, jakkolwiek wszędzie istotny, jest najwyższy przy plonach wyrażonych w jednostkach zbożowych. W tym wypadku średni błąd współczynnika korelacji jest najniższy. Wskaźnik determinacji wykazuje, że plony 4 zbóż są zależne od stosowanego nawożenia w 22%, plony przeliczeniowe w 23% a plony zbóż i ziemniaków wyrażone w jednostkach zbożowych w 33%.

Znacznie większe różnice występują w poziomie efektywności niż w określeniu związku badanych cech. Przy plonach zbóż i przeliczeniowych efektywność 1 kg czystego składnika NPK w nawożeniu ogólnym nie przekracza 3 kg, gdy przy plonach w jednostkach zbożowych wynosi 4,41 kg.

Produkcja końcowa netto w jednostkach zbożowych jako wskaźnik efektywności nawożenia na użytkach rolnych wykazała zarówno wysoki stopień związku badanych cech, jak też bardzo wysoki poziom efektywności. Jedynie poziom produkcji w badanej zbiorowości wykazuje duże rozpiętości, o czym świadczy wysokie odchylenie standardowe.

Z powyższych rozważań wynika jasno, że najwłaściwszym wskaźnikiem efektywności nawożenia dla gruntów ornych spośród trzech analizowanych ujęć są średnie wazone plony zbóż i ziemniaków przeliczone na jednostki zbożowe, co ilustruje wykres.

Za stosowaniem tego właśnie wskaźnika w badaniach naukowych, jak też szerokiej praktyce, przemawia również fakt, że plony zbóż i ziemniaków ujmowane są dość szczegółowo w każdym gospodarstwie a ich poprawność może być weryfikowana na drodze analizy obrotu produktami. Ponadto przy tym ujęciu następuje pewne wyrównanie w plonowaniu, gdyż lata nieurodzaju zbóż są na ogół sprzyjające dla rozwoju roślin okopowych. Obniżony efekt nawożenia pod zboża na skutek niesprzyjających dla ich rozwoju warunków atmosferycznych jest wyrównany wyższymi efektami w plonowaniu ziemniaków. Jest to szczególnie ważne przy łącznym uwzględnianiu w analizie nawożenia mineralnego i organicznego z uwagi na bezpośrednie działanie obornika na plon ziemniaków, a tylko następcze na plon zbóż (o ile nie są uprawiane w pierwszym roku po oborniku, co w gospodarstwach chłopskich ma jeszcze niejednokrotnie miejsce). Plony zbóż i ziemniaków są również łatwe do uzyskania z da-



Rys. 1. Efektywność nawożenia ogólnego wyrażona różnymi wskaźnikami: A — plon 4 zbóż, B — plon przeliczeniowy; C — plony zbóż i ziemniaków w jedn. zbożowych; D — produkcja końcowa netto w jedn. zbożowych na 1 ha użytków rolnych; X — nawożenie ogólne w q NPK; Y — poziom produkcji w q

nych statystyki masowej dla różnych przekrojów terytorialnych, a także występują w każdym planie wieloletnim.

Z punktu widzenia planowania produkcji rolniczej ujęcie efektywności nawożenia właśnie w jednostkach zbożowych ma pełne uzasadnienie. Obok mierników wartościowych, przeliczenie na jednostki zbożowe znajduje coraz szersze zastosowanie w planach wieloletnich do określania poziomu produkcji i jego wzrostu w kolejnych latach. W tej sytuacji również wycena efektywności stosowanych nakładów powinna odpowiadać wycenie produkcji. W szeregu krajach jednostka zbożowa zdobyła swoją pozycję w analizach ekonomicznych jako miernik poziomu produkcji z uwagi na swój charakter syntetyczny oraz możliwość porównań niezależnie od koniunkturalnych zmian cen.

Przedstawione powyżej momenty należą do bardzo istotnych, gdyż

badanie efektywności nawożenia nie może być sztuką samą dla siebie, lecz oddając w miarę dokładnie istniejący stan, powinno znaleźć pełne wykorzystanie w bieżącej działalności produkcyjnej oraz planowaniu produkcji rolniczej, czy też potrzebnego poziomu środków na krótsze lub dłuższe okresy czasu.

## LITERATURA

1. Barszczak T.: *Wiś Współczesna*, nr 9, 1960, s. 45—54.
2. Blohm G.: *Ekonomika i organizacja gospodarstw rolniczych*. PWRiL (tłumaczenie z niemieckiego). Warszawa, 1961.
3. Boguszewski W., Boratyński K., Byczkowski A.: *Postępy Nauk Rolniczych*, nr 1, 1962, s. 3—25.
4. Brzoza A.: *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, nr 4, 1962, s. 7—20.
5. Gorzelak E., Rojewski M.: *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, nr 6, 1960, s. 28—43.
6. Grochowski Z.: *Nowe Rolnictwo*, nr 16, 1961, s. 18—20.
7. Grochowski Z.: *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, nr 3, 1960, s. 15—36.
8. Gruszczyńska D.: *Ekonomista*, nr 4, 1962, s. 868—882.
9. Iwaszkiewiczówna M.: *Kwartalnik Statystyczny*, tom X, zeszyt 2/3, 1933, s. 297—317.
10. Łubkowski Z.: *Nowe Rolnictwo*, nr 16, 1961, s. 20—21.
11. Łubkowski Z.: *Roczniki Nauk Rolniczych*, tom 88-A-2, 1964, s. 405—425.
12. Marszałkiewicz T.: *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, nr 6, 1962, s. 73—93.
13. Marszałkiewicz T.: *Zastosowanie korelacji do badania efektywności nakładów na produkcję roślinną*. PWE. Warszawa, 1963.
14. Plebański T.: *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, nr 3, 1963, s. 87—103.
15. Rychlik T.: *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, nr 3, s. 49—67.
16. Rzendowski L.: *Gospodarka Planowa*, nr 11, 1961, s. 26—31.
17. Wacławowicz S.: *Metodyka określania stanu i kierunku rozwoju produkcji podstawowych zbóż na przykładzie województwa krakowskiego*. PWN. Kraków 1960.
18. Woś A.: *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, nr 3, 1960, s. 66—82.
19. Zabierowski K.: *Zeszyty Naukowe WSR w Krakowie, Ekonomika*, z 2. 1962, s. 133—161.