

TADEUSZ PLEBAŃSKI
Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa
P o z n a ń

EFEKTYWNOŚĆ NAWOŻENIA MINERALNEGO ¹

Efektywność nawożenia mineralnego była i jest przedmiotem bardzo wielu badań i doświadczeń. Literatura rolnicza rozporządza licznymi wynikami doświadczeń z nawożeniem mineralnym pod różne rośliny w różnych ilościach i w różnych terminach. Są doświadczenia ciągnące się od kilkudziesięciu lat, inne znów wykonano w kilkudziesięciu powtórzeniach.

Z uzyskanych wyników można obliczyć współczynniki przyrostu plonów na jednostkę przyrostu nawożenia (w czystym składniku). Współczynniki te wyrażają efektywność nawożenia. Efektywność nawożenia zależna jest jednak od bardzo wielu czynników, a mianowicie:

- 1) jakości gleby i jej odczynu, poziomu wód zaskórnych, melioracji, funkcjonowania drenów;
- 2) klimatu, przebiegu opadów, nasłonecznienia, nagrzania roli, wilgotności powietrza, przymrozków itp.;
- 3) zasobów próchnicy i współzrzednego nawożenia organicznego w postaci obornika, poplonów, gnojówki i kompostów;
- 4) sposobu stosowania nawożenia mineralnego, składnika znajdującego się w najmniejszej ilości (tzw. prawo minimum), pory wysiewu, głębokości przykrycia, proporcji pomiędzy NPK i Ca, ilości ogólnej wysiewu nawozów oraz dostosowania ich do potrzeb, które wykazała analiza gleby;
- 5) umiejętnego ustawienia zmianowań i dostosowania nawożenia mineralnego do tegoż następstwa roślin (nawożenie w płodozmianie);
- 6) jakości upraw, głębokości orki oraz przestrzegania właściwych terminów we wszelkich zabiegach agrotechnicznych;
- 7) pielęgnowania wykonanego w odpowiednim czasie;
- 8) jakości materiału siewnego, właściwej rejonizacji odmian;
- 9) ochrony przed chorobami i szkodnikami;
- 10) poziomowi ogólnych zasobów pokarmowych gleby.

Nawożenie mineralne powoduje w roślinach wzrost składników pokarmowych (białka i węglowodanów). Ze względu na trudności obliczeniowe nie będzie to wzięte pod uwagę.

¹ Referat wygłoszony w dniu 12. V. 1962 r. na zebraniu Sekcji IV Komitetu Ekonomiki Rolnictwa Wydziału V PAN.

Różnice w plonach powodowane nawożeniem mineralnym oraz wyliczonymi czynnikami mogą być rozpatrywane z punktu widzenia pewnej grupy doświadczeń, gospodarstwa lub obszarów administracyjnych. Rolniczo-naukowy pogląd będzie się opierał przeważnie na doświadczeniach ścisłych, ekonomiczny zaś na obliczeniach statystycznych w mikro- lub makro-skali. Pozwala to na ustalenie pewnej współzależności pomiędzy zastosowaniem nawozów mineralnych a osiągniętymi plonami.

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

Poza podanymi uwagami trzeba jeszcze zaznaczyć, że wyniki stopniowego wzrostu plonów w miarę zwiększania nawożenia mineralnego nie przebiegają zupełnie równolegle.

Małe dawki nawożenia dają stosunkowo niskie plony. Krzywa nawożenia podnosi się powoli. Dopiero nawożenie, które powoduje pewne nasycenie składnikami pokarmowymi gleby, wywołuje dużą jego produktywność. Krzywa nawożenia szybko się podnosi. Jeżeli z kolei zaczniemy stosować bardzo duże dawki, to produktywność nawożenia zacznie maleć. Krzywa przestanie wzrastać, nachyli się prawie równolegle do wzrostu plonów i obydwie linie przetną się na pewnym poziomie. Największą efektywność nawożenia daje pewien nadmiar w roli składników pokarmowych. Poziom obecnego nawożenia mineralnego w Polsce w porównaniu do innych państw nie jest wysoki. Ma on wszystkie cechy wchodzenia w fazę pewnego nadmiaru składników pokarmowych w glebie i dlatego przewidywać, na okres najbliższy, wzrost efektywności nawożenia, a zatem zwiększenie się opłacalności nawożenia mineralnego.

Głębsza analiza problemu nawożenia mineralnego pozwoli na ustalenie bardziej ścisłych wniosków.

Zestawienie różnych obliczeń efektywności nawożenia mineralnego w doświadczeniach ścisłych

Na podstawie opracowanych przez W. Boguszewskiego, K. Boratyńskiego i A. Byczkowskiego materiałów do oceny efektywności nawożenia mineralnego pozwoliłem sobie obliczyć efektywność nawożenia (1).

W okresie międzywojennym wykonano około 2000 doświadczeń nawozowych, które w podsumowaniu wymienionych autorów pozwoliły ustalić, że wartość produkcyjna 1 kg czystego składnika poszczególnych nawozów równa się następującej ilości kilogramów plonu czterech zbóż:

N	14,0
P ₂ O ₅	8,0
K ₂ O	4,0

Przy stosunku NPK jak 1 : 1,3 : 1,0 (= 3,3) 1 kg NPK daje średnio przyrost 7,8 kg ziarna. W obliczeniu tym nie uwzględniono zastrzeżeń

autorów, że efektywność łączna NPK jest niższa niż poszczególnych składników o około 23%. Zrobiono to dopiero w końcowym obliczeniu.

Podsumowane 445 doświadczeń IUNG po wojnie pozwalają wspomnianym autorom określić produktywność tychże składników nawozowych następująco:

N	14,2
P ₂ O ₅	13,1
K ₂ O	7,8

Przy stosunku NPK jak 1 : 1 : 1,4 na 1 kg NPK średni przyrost plonu wynosi 10,3 kg ziarna.

Dla ziemniaków te liczby wg obliczeń IUNG wynosiły (przy stosunku NPK jak 1 : 1,4 : 2):

N	69,3
P ₂ O ₅	17,5
K ₂ O	21,2

W przeliczeniu na jednostki zbożowe średnie przyrosty na 1 kg NPK wynoszą 10,0 kg.

Dla buraków cukrowych przy proporcji nawożenia NPK jak 1 : 1,2 : 1,9 przyrosty te są następujące:

N	82,8
P ₂ O ₅	39,8
K ₂ O	18,7

W przeliczeniu na jednostki zbożowe średnie przyrosty buraków cukrowych na 1 kg NPK wynoszą 10,1 kg.

Dla siana przy proporcji NPK jak 1 : 1 : 1,5 przyrosty są następujące:

N	19,8
P ₂ O ₅	7,0
K ₂ O	5,0

średnie przyrosty siana na 1 kg NPK równe są 9,4 kg¹.

W tabeli 1 podajemy zestawienie doświadczeń nawozowych opracowanych w Stacji Chemiczno-Rolniczej w Poznaniu.

Przeciętna efektywność razem zastosowanych nawozów azotowych, fosforowych i potasowych w czystym składniku wynosi (wg proporcji dalej podanej):

żyto ozime	5,4
pszenica ozima	6,0
jęczmień jary	8,2
owies	7,4
średnia dla czterech zbóż	6,8
buraki cukrowe	53
ziemniaki	39
rzepak ozimy	7,2

Dane dla okopowych przeliczone na jednostki zbożowe dają wynik następujący: buraki cukrowe 13,75; ziemniaki 9,75.

¹ Podobne obliczenie przeprowadza również K. Lehman. Nowe Rolnictwo nr 6/1961.

Tabela 1

Produktywność nawozów pomocniczych w świetle doświadczeń polowych
w woj. poznańskim za okres 1916—1955^a

Roślina	Przyrost plonu w kg na 1 kg czystego składnika			Ilość doś- wiadczeń
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Żyto ozime	12,4	3,6	2,0	115
Pszenica ozima	10,3	5,1	3,8	71
Jęczmień jary	11,5	7,8	6,2	26
Owies	11,6	7,5	4,2	51
Rzepak ozimy	6,4	8,1	—	12
Buraki cukrowe	77	43	40	28
Ziemniaki	65	18	35	26

Przy kompleksowym nawożeniu:

	PK	KN	PN	NPK	Ilość doś- wiadczeń
Żyto ozime	2,3	7,7	7,7	5,2	28
Pszenica ozima	1,6	5,1	5,4	4,1	30
Jęczmień jary	2,2	7,0	6,5	4,5	10
Owies	2,3	5,3	5,6	5,0	30
Buraki cukrowe	33	54	73	51	7

^a Zestawienie wykonane pod kierunkiem mgr F. Kopczyńskiego w Stacji Chemiczno-Rolniczej w Poznaniu.

Dawki nawożenia mineralnego we wszystkich grupach doświadczeń były dość różne. Przeciętne nawożenie mineralne w kg/ha w czystym składniku wynosiło:

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Razem
4 zboża	30	38	42	110
Ziemniaki	37	35	46	118
Buraki cukrowe	42	45	60	147

Proporcje nawożenia NPK, przy N = 1, przedstawiały się następująco:

4 zboża	1 : 1,27 : 1,40
Ziemniaki	1 : 0,94 : 1,24
Buraki cukrowe	1 : 1,07 : 1,43

Przy obliczaniu efektywności brano pod uwagę tylko ziarno, a przy okopowych kłębę i korzenie. Nie doliczono plonów wtórnych, jak słoma,

plewy i liście. Materiał statystyczny był obliczony metodą średnich arytmetycznych.

F. Jerzyński podaje następujące zestawienie efektywności nawożenia oparte na doświadczeniach polskich przedwojennych i powojennych (3).

Produktywność 1 kg nawozu w kg ziarna 4 zbóż jest przez niego oceniona następująco:

N	11
P ₂ O ₅	6
K ₂ O	4

Razem 1 kg NPK 21

Nawożenie przy stosunku NPK jak 1 : 0,8 : 1,2 = 3. Biorąc za podstawę powyższy układ, dochodzi się do wniosku, że 3 kg NPK powoduje przyrost plonu równy 21 kg ziarna, a więc efektywność nawożenia 1 kg NPK wynosi (21 : 3) = 7. Na tej podstawie autor ustala pewną liczbę szacunkową, według której wzrost nawożenia o (10 : 7) = 1,43 kg nawozu w (proporcji 0,48 kg N, 0,38 kg P₂O₅, 0,57 kg K₂O) spowoduje podniesienie plonów 4 zbóż o 10 kg.

Szczegółową efektywność nawożenia mineralnego dla Polski podaje Poradnik Rolniczy (PWRL rok 1962) w tabeli 245, w której ustala wartości produkcyjne 1 kg czystego składnika (efektywność została obliczona przez autora).

Tabela 2
Wartość produkcyjna 1 kg czystego składnika nawozu mineralnego
(wg danych polskich)

Rośliny	Przyrost plonu w kg na 1 kg czystego składnika			Średnia efektywność nawożenia przy proporcji NPK 1 : 0,8 : 1,5
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Pszonica	8,5 — 25,5	6 — 8,4	3 — 4,4	7,1
Żyto	ok. 17	ok. 6	ok. 3,5	5,3
Jęczmień jary	13,2 — 16	5,3	3,8 — 4,1	7,3
Owies	12,2 — 20	4,4	4,1 — 4,9	8,9
Buraki cukrowe	30 — 60	30 — 50	8 — 16	7,6
Ziemniaki	49 — 73	12 — 17,6	14,5 — 19,5	7,0
Siano	ok. 30	ok. 2	ok. 1	9,5

Średnia arytmetyczna dla 4 zbóż wynosi 7,15. Przy obliczeniu efektywności nawożenia okopowych sprowadzono wynik do jednostek zbożowych (podzielono przez 4).

Dla porównania podajemy również produktywność nawożenia mineralnego według danych czechosłowackich i niemieckich. Pozwala to na dokładniejsze zorientowanie się w tym zagadnieniu. Dane zaczerpnięte są również z Poradnika Rolniczego¹.

¹ Tabela 247, s. 164.

Tabela 3

Wartość produkcyjna 1 kg czystego składnika nawozu mineralnego^a

Rośliny	Przyrost plonu w kg na 1 kg czystego składnika			Efektywność nawożenia
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Pszenica	14,5	4,6	2,7	6,1
Zyto	15,6	5,6	3,6	7,1
Jęczmień	14,4	3,6	2,3	5,7
Owies	17,8	5,4	2,4	7,0
Buraki cukrowe	100,0	45,0	35,0	13,5
Ziemniaki	100,0	57,0	22,0	12,2
Siano	33,5	25,0	14,0	19,0

^a Wg danych z pracy F. Cwancary. *Zemledelska vyroba v cislech*. Praga 1948.

Tabela 4

Przyrosty plonu roślin uprawnych w kg na 1 kg nawozu mineralnego w czystym składniku wg norm niemieckich [8]

Rośliny	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	Efektywność ^a
	Schulze 1927—1932	Kloepffel 6888 doświadczeń	Nolte 140 doświadczeń przez 14 lat	Neubauer liczne doświadczenia (8)	Asdonund Jacob wiele tysięcy doświadczeń	
4 zboża	17,9	17,3	4,8	6,1	2,8	7,5
Ziemniaki	96	92	57	42,7	19,2	12,7
Buraki cukrowe	121	191	—	52,9	29,0	8,9
Siano		38	—	22,1	12,4	21,0

Przyrost plonu roślin uprawnych w kg wartości skrobiowej na 1 kg nawozu w czystym składniku

4 zboża	12,3	4,4	2,0	5,6
Ziemniaki	18,6	9,2	3,8	9,7
Buraki cukrowe	20,0	10,0	5,1	9,8
Siano	11,2	8,1	4,0	6,6

Przyrost plonu roślin uprawnych w kg wartości skrobiowej na 1 kg nawozów w czystym składniku według W. Selke

4 zboża	18	6,3	2,8	7,4
Ziemniaki	90	46,0	19,0	10,6
Buraki cukrowe	87	51,0	29,0	12,1
Siano	22	26,3	12,4	16,0

^a Własne obliczenie autora.

Nie podano w jakiej proporcji są stosowane nawozy mineralne w Czechosłowacji. Jeżeli przyjąć, że proporcja jest taka sama jak w NRD, tj. 1 : 0,7 : 2,1, to może to być podstawą do obliczenia efektywności, jak to podano w ostatniej kolumnie tabeli 3 (obliczenie własne). Średnia arytmetyczna dla 4 zbóż wyniesie 6,5.

Zestawienie analogicznych doświadczeń niemieckich, zaczerpnięte z *Lehrbuch des Ackerbaues* [8] przedstawia tabela 4.

Jeżeli przyjąć przeciętną proporcję stosowania NPK jak w NRD, tj. 1 : 0,7 : 2,1 (= 3,8), to dla 4 zbóż efektywność nawożenia wyniesie 7,4.

Podsumowanie wyników produktywności nawożenia mineralnego pod 4 zboża daje poniższe zestawienie:

Współczynniki efektywności nawożenia mineralnego pod 4 zboża w różnych doświadczeniach

Zestawienia opracowane przez IUNG:

„ „ „ „	doświadczenia międzywojenne	7,8
„ „ „ „	„ „ „ „	10,3
Stacja Chem. Roln.	doświadczenia woj. poznańskiego za 40 lat	6,8
F. Jerzyński	— polskie doświadczenia z okresu przed- i powojennego	7,0
Poradnik Rolnika	— polskie doświadczenia z okresu przed- i powojennego	7,5
Doświadczenia czechosłowackie	— wieloletnie	6,5
Doświadczenia niemieckie	— „	7,5
Doświadczenia niemieckie	— „	7,4
Przeciętna arytmetyczna		7,6
Przeciętna po odliczeniu 23% wg wskazań Zakładu Nawożenia IUNG		5,9

Na końcu tego zestawienia podaję wynik przy obliczeniu 23% zgodnie z oceną Zakładu Nawożenia IUNG. Wydaje się, że to obliczenie jest konieczne i dopiero współczynnik efektywności 5,9, tj. prawie 6, jest właściwą oceną produktywności nawożenia.

W podanych wynikach doświadczeń brak jest wzmianki co do ogólnej wysokości dawek nawozów mineralnych oraz nawożenia organicznego. Należy przypuszczać, że były to normalne średnie nawożenia stosowane w dobrze prowadzonych gospodarstwach. Prawie we wszystkich doświadczeniach w ciągu lat zmieniano proporcję wysiewu nawozów, terminy i wysokości dawek. Z tego powodu podawania dokładnych wskaźników efektywności było utrudnione. Odnosi się to zarówno do opracowań rolniczych polskich, jak i zagranicznych. Własne obliczenia efektywności są bardziej zestawieniami ekonomisty, który chce ustalić opłacalność nawożenia niż wyniki dokładnych badań oddziaływania nawozów mineralnych.

Po tym krótkim przeglądzie wyników doświadczeń nad nawożeniem mineralnym przechodzę do analizy tegoż zagadnienia na podstawie danych statystycznych.

Produktywność nawożenia według opinii korespondentów GUS

Produktywność nawożenia mineralnego próbowano badać drogą ankiet. Główny Urząd Statystyczny w 1958 r. rozesłał do swoich korespondentów ankietę z prośbą o odpowiedź, jak oceniają przyrosty plonów w wyniku stosowania nawozów mineralnych. GUS wyszedł ze słusznego założenia, że jeżeli rolnicy kupują nawozy, a potem stosują na swoich polach, to mają jakiś pogląd ugruntowany wieloletnim doświadczeniem odnośnie przyrostu plonów przy określonych dawkach nawożenia.

Na podstawie zestawień ankiety obliczyłem efektywność nawożenia dla woj. poznańskiego i bydgoskiego. Została ona ustalona przy proporcji nawożenia mineralnego NPK jak 1,0 : 0,8 : 1,8 przy ogólnej wysokości nawożenia 97,8 kg czystego składnika na 1 ha. Wyniki przedstawiają się następująco:

Rośliny uprawne	Współczynnik efektywności
Zbożowe	5,86
Buraki cukrowe	8,26
Ziemniaki	7,36
Łącznie w całym gospodarstwie	6,0

Wyliczenie efektywności nawożenia mineralnego dla gospodarstwa oparto na strukturze zasiewów województw. Brakujące dane dla niektórych grup roślin przeliczono na efektywność kłosowych.

Przejsie do badań ekonomicznych nad zagadnieniem produktywności nawożenia mineralnego zmusza do oparcia się na danych dużo szerszych niż doświadczenia poletkowe. Poprzednie wyniki budziły pewne zastrzeżenia, jak dalece mogą być uogólniane. Jeszcze większe zastrzeżenia budzą dane statystyczne, jeśli chcemy na ich podstawie obliczać efektywność nawożenia. Dlatego też wydaje się rzeczą słuszną, aby mówić o współzależności pomiędzy zaopatrzeniem gospodarstw w nawozy mineralne a przyrostami plonów, niż używać słowa „efektywność”. Roczniki statystyczne podają od roku 1956 wysokość dostaw nawozów mineralnych i ich rozdział na poszczególne województwa oraz średnie plony najważniejszych roślin uprawnych. Może to posłużyć za źródło do daleko idącego wnioskowania. Obliczenia oparte na danych statystycznych staną się jednocześnie podsumowaniem postępu, jaki zrobiło rolnictwo polskie po wojnie.

Średni przyrost plonu czterech zbóż wyniósł od 1948 do 1961 r. 3,6 q/ha.

Ustalenie zależności pomiędzy produktywnością nawożenia mineralnego a plonami jest możliwe, jeżeli się przyjmie pewne dowolne ale konieczne założenia. Oto ważniejsze z nich:

1) Przyjmujemy, że dostawa nawozów mineralnych jest równa wysiewowi tychże nawozów na pola uprawne. Nie jest to dokładne, bo z roku na rok pozostają w magazynach pewne zapasy.

2) Na podwyższenie plonów składają się nie tylko nawozy mineralne, ale i inne bardzo ważne czynniki, o których mówiłem poprzednio.

W niniejszym opracowaniu przyjęto, że **te wszystkie czynniki powodują 40% zwwyżki plonu, zaś 60% wzrostu zawdzięcza się nawozom mineralnym.** Podział podobny spotkałem u niektórych autorów niemieckich.

Z. Łubkowski [4] oblicza metodą regresji statystycznej, że łączny wpływ struktury zasiewów i nawożenia wyjaśnia przeszło 70% zmienności średnich plonów, a w pozostałych 30% mieści się działanie czynników przyrodniczych i agrotechnicznych. Ponieważ w tym obliczeniu 70% stanowi wpływ nawożenia i struktury, to wydaje się słuszne przyjęcie 60% dla samego nawożenia. Podział na te dwie grupy jest bardzo dowolny, lecz wydaje się nieodzowny. Dużo większy błąd popełniłoby się, gdyby w ogóle nie wziąć tych czynników pod uwagę.

3) Trzeba przyjąć, że średnie nawożenie podane w roczniku statystycznym zostało zastosowane pod kłosowe, co jest prawdopodobne, ale na pewno odbiega od rzeczywistości. Przecież nieco wyższe nawożenie daje się pod buraki i ziemniaki; fosforowo-potasowe zaś pod rośliny strączkowe. Przeciętne liczby z roczników statystycznych odzwierciedlają więc nie dość dokładnie średnie nawożenie pod kłosowe.

4) Efektywność nawożenia, prawidłowo liczona, powinna być wynikiem porównywania w każdym roku plonów na polach nawożonych z polami, które otrzymały dawki niższe lub wcale ich nie otrzymały.

Porównanie w okresie wieloletnim jest znacznie mniej dokładne, gdyż wchodzą tu w grę zupełnie inne warunki klimatyczne.

Analizowanie zależności pomiędzy zaopatrzeniem w nawozy i plonami rozpoczynam od najmniejszej jednostki, od gospodarstwa.

Dla 17 gospodarstw IUNG ustalono następującą współzależność plonów i nawożenia:

	1956—1957	1960—1961
Nawożenie kg/ha	121	130
Plon w q/ha	21,9	23,8

Na 1 kg dodatkowego nawożenia mineralnego przyrost plonu 4 zbóż wyniósł 8 kg.

Analogiczne dane podajemy również dla WZ PGR Poznań. Zaopatrzenie w nawozy mineralne w czystym składniku w kg/ha WZ PGR woj. poznańskiego w latach 1954/55 i 1955/56 oraz 1959/60 i 1960/61 przedstawiało się następująco:

	1954/55—1955/56	1959/60—1960/61
Nawozy azotowe	15,2	28,5
„ fosforowe	13,3	25,0
„ potasowe	29,5	46,4
Razem:	58,0	99,9

Uzyskane wyniki można uważać za dokładne, ponieważ oparto je na ściśle prowadzonej rachunkowości. Uzyskany wynik jest zbliżony do przeciętnej dla całego kraju.

Z. Łubkowski przeprowadza analogiczne obliczenia metodą regresji. Z wyliczeń w ten sposób przeprowadzonych wynika, że podniesienie dawki NPK o 1 kg/ha powodowało wzrost plonów o 15,5 kg ziarna z 1 ha.

Tabela 5

Współzależność pomiędzy zaopatrzeniem w nawozy mineralne i plonami w PGR woj. poznańskiego w okresie 1954/55 i 1955/56 oraz 1959/60 i 1960/61

Rośliny	Średni plon 1955/56	Średni plon 1960/61	Różnica plonu	Wskaźnik współzależności
4 zboża ogółem	16,7	20,3	3,6	5,2
w tym:				
pszenica ozima	19,6	20,6	1,0	1,4
pszenica jara	16,7	20,6	3,9	5,6
żyto	15,6	18,7	3,1	4,4
jęczmień ozimy	16,4	20,3	4,1	6,0
jęczmień jary	17,9	23,2	5,3	7,6
owies	15,8	21,8	6,1	9,0
Buraki cukrowe	171,0	253,4	81,9	49,0
Ziemniaki	118,1	135,4	17,3	10,3
Rzepak	9,2	17,7	8,5	20,3

Tabela 6

Współzależność pomiędzy nawożeniem i plonami według województw

Województwa	Średnie plony w latach 1956 i 1957	Średnie plony w latach 1960 i 1961	Różnica średniego nawożenia w NPK w latach 1956 i 1957 oraz 1960 i 1961	Różnica średniego plonu pomiędzy latami 1956 i 1957 a 1960 i 1961	Wskaźnik współzależności nawożenia i plonów
Olsztyńskie	11,9	14,2	4,7	2,3	29,3
Gdańskie	12,2	15,6	9,6	3,4	21,2
Opolskie	16,8	20,4	11,0	3,6	19,6
Zielonogórskie	13,3	14,8	5,0	1,5	18,0
Wrocławskie	15,0	18,9	14,1	3,9	16,6
Koszalińskie	11,1	13,5	9,4	2,4	13,3
Polska	14,2	15,9	8,7	1,7	11,7
Bydgoskie	15,9	17,7	9,4	1,8	11,5
Poznańskie	16,0	17,7	12,3	1,7	8,3
Kieleckie	13,9	15,0	8,9	1,2	8,0
Szczecińskie	13,3	15,2	15,9	1,9	7,1
Krakowskie	14,2	15,4	9,0	1,2	8,0
Łódzkie	14,7	16,7	17,1	2,0	7,0
Katowickie	15,3	17,4	21,2	2,1	6,0
Rzeszowskie	13,2	15,1	10,3	1,9	6,0
Lubelskie	13,7	15,0	13,6	1,3	5,7

Podsumowując swoje obliczenia Z. Łubkowski zaznacza, że jeżeli w Polsce scharmonizuje się czynniki postępu rolniczego z nawożeniem, to należy liczyć, że wzrost nawożenia NPK o 10 kg na 1 ha spowoduje wzrost plonu o 110—120 kg ziarna. Byłby to współczynnik około 11,5. Wydaje się, że podane współczynniki wypadły dlatego tak wysoko, ponieważ nie został obliczony wpływ warunków klimatycznych i agrotechnicznych, które mogą działać równolegle do nawożenia. Jeżeli obniżyć wyniki o 40%, to wskaźnik współzależności wyniesie 6,9, a więc liczba powtarzająca się w wielu obliczeniach.

Dane statystyczne pozwalają na ustalenie współzależności pomiędzy nawożeniem i plonami w województwach według przeciętnych liczb dla lat 1956 i 1957 oraz 1960 i 1961.

Po roku 1956 nastąpiło duże usprawnienie opracowań statystycznych oraz poszerzenie tematyczne. W latach 1946—1956 roczniki podają tylko jedno zestawienie plonów województwami, co wyklucza możliwość operowania jakimiś przeciętnymi wieloletnimi.

Jeżeli województwa podzielić na 3 grupy, to uzyska się następujący obraz:

Wskaźnik współzależności dla dawnego zaboru pruskiego (woj. poznańskie, bydgoskie i katowickie) wynosi 8,6, dla b. Kongresówki i Małopolski — 6,6, czyli waha się w granicach bliskich innych podanych obliczeń. Wskaźnik dla ziem odzyskanych wynosi 18,1 i jest zbyt wysoki. Powstało to stąd, że w okresie tym nastąpiło poważne ustabilizowanie gospodarki, co oczywiście wpłynęło na większe efekty dodatkowe nawożenia niż w pozostałych dzielnicach kraju.

Analogicznie jak w tabeli 6 obliczono wskaźnik współzależności plonów 4 zbóż i nawożenia w państwach europejskich. „Porównano przeciętne z lat 1948—1952 oraz 1960, zachowując poprzednio zaznaczone założenia o odliczeniu 40% na inne czynniki poza nawożeniem (tabela 7).

Przeciętny wskaźnik współzależności plonów 4 zbóż i zaopatrzenia w nawożenie mineralne — 6,75 — jest bardzo zbliżony do poprzednich wyliczeń.

Kończąc obliczenie efektywności nawożenia, należy podkreślić, że uzyskana zwiększona wartość plonu nie jest czystym zyskiem, bo jest obciążona jeszcze kosztem sprzętu, omłotu, magazynowania i odstawy. Wynosiło to: dla kłosowych od 40 do 50 zł/q, a dla okopowych od 30—40 zł/q w zależności od stopnia zmechanizowania prac polowych.

Zagadnienie opłacalności stosowania nawozów mineralnych

Efektywność nawożenia, względnie współzależności ustalono dla trzech zasadniczych składników nawozowych. Pominięto wapno i nie obliczano efektywności oddzielnie dla azotu, fosforu i potasu. Zostało to spowodowane dążeniem do dużej zwięzłości opracowania, a nie brakiem zrozumienia dla doniosłości zagadnienia wapna lub pojedynczych składników.

Stosowanie wyłącznie nawożenia azotem, potasem i fosforem jest dość rzadko spotykane. Czasami bada się, jak dalece podnoszą się plony przy stałym PK a wzrastającym N. W różnych gospodarstwach rolnicy

Tabela 7

Wskaźnik współzależności pomiędzy wzrostem plonów w 16 państwach
a zaopatrzeniem w nawozy mineralne w latach 1948—1952 i 1960*

Lp.	Wyszczególnienie	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
		Holandia	Hiszpania	Belgia	Dania	NRF	W. Brytania	NRD	Szwecja	Jugosławia	Australia	Finlandia	Francja	Węgry	Pol-ska	Gre-cja	Buł-garia
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Nawozy sztuczne																
	1948/52	392,4	14,2	273,20	95,8	168,2	104,8	123,9	57,0	2,4	44,3	47,9	48,1	7,0	23,2	14,7	0,9
	1959/60	459,3	28,2	345,2	148,7	275,1	178,2	196,0	82,2	33,1	116,2	78,4	91,8	30,5	45,9	35,0	32,0
	wzrost zużycia	126,9	14,2	72,0	52,9	108,9	73,4	72,1	25,4	30,7	71,9	30,5	43,7	23,5	22,7	20,3	31,1
2	Fszeni-ca																
	1948/52	36,5	8,7	32,2	—	26,2	27,2	26,3	20,9	12,0	17,1	—	18,3	13,8	12,5	10,2	12,4
	1959/60	44,6	8,7	31,2	—	35,6	35,7	34,8	24,9	17,2	25,3	—	25,0	16,8	16,9	14,6	19,2
	wzrost plonu współczynnik korelacji	8,1	—	—	—	9,4	8,5	9,4	4,9	5,2	8,2	—	6,7	3,0	4,4	4,4	6,8
		3,8	—	—	—	5,2	7,1	5,2	9,4	10,1	6,8	—	9,4	7,8	11,6	13,0	13,1
3	Żyto																
	1948/52	25,9	7,7	26,1	23,7	25,4	—	19,5	20,2	9,2	14,9	15,2	11,6	12,4	14,3	—	10,6
	1959/60	30,3	8,6	29,5	28,3	28,9	—	22,5	22,0	10,9	20,6	16,8	14,0	11,8	15,4	—	10,4

wzrost plonu	4,4	1,1	3,4	4,6	3,5	—	3,0	1,8	1,7	5,7	1,6	2,4	—	1,1	—
współczynnik korelacji	2,1	4,7	2,8	5,2	1,9	—	2,5	4,2	3,2	6,4	3,2	3,3	—	2,9	—
4 Jęczmień															
1948/52	33,4	12,3	29,8	34,5	23,9	25,2	22,9	21,7	10,1	16,4	15,6	16,1	14,4	12,7	10,1
1956/60	42,0	11,6	35,9	34,5	32,9	30,7	32,6	24,3	14,6	28,2	20,7	27,2	19,4	18,3	13,5
wzrost plonu	8,5	—	6,1	—	9,0	5,3	9,7	2,6	4,5	11,8	5,1	11,1	5,0	5,6	3,4
współczynnik korelacji	4,0	—	5,0	—	5,0	4,3	8,0	6,1	8,9	9,8	10,0	15,2	12,7	14,9	10,0
5 Owies															
1948/52	29,5	8,3	27,9	31,7	22,3	22,8	21,8	16,3	8,1	13,5	16,5	14,4	12,3	13,1	8,2
1956/60	33,9	8,8	31,1	34,1	29,3	26,3	28,1	18,0	11,2	21,3	22,6	19,3	14,4	16,9	11,6
wzrost plonu	4,4	0,5	3,2	2,4	7,0	3,5	6,3	1,7	3,1	7,8	6,1	4,9	2,1	3,8	3,4
współczynnik korelacji	2,2	2,1	2,6	2,7	4,0	2,8	5,2	5,0	6,0	6,5	12,0	6,7	6,0	10,0	10,5

Wskaźnik
współzależności
4 zbóż w po-
szczególnych
krajach

a Według Rocznika Statystycznego 1961. Przebiegna 6,75

zmieniają proporcję NPK ustalając stosunek składników odpowiednio do potrzeb gleby i rośliny. Trudno orzec czy robią to dobrze, czy też częściej może źle.

Ustalenie efektywności nawożenia dla Polski w granicach około 6 przy stosunku NPK jak 1 : 0,8 : 1,5 (= 3,3) pozwala na wyliczenie, że 1 kg NPK w ilości 0,31 kg N, 0,24 P₂O i 0,45 K₂O powoduje wzrost plonu o 6 kg ziarna. Ponieważ 1 kg N kosztuje około 9 zł, 1 kg P₂O₅ — 5 zł, a 1 kg K₂O — 2,2 zł, to 1 kg NPK według podanej proporcji będzie kosztował 4,98 zł.

Trzeba tu doliczyć koszt wysiewu nawozu, który np. przy życie będzie trzy razy powtórzony.

Wysiew na 1 ha kosztuje:

przy trakcji konnej 3 roboczogodziny + 5 koniogodz. + inne,
przy trakcji mechanicznej 1,2 roboczogodz. + 0,61 traktorogodz. +
inne.

Licząc:

1 rob.godz. po 6 zł + 3 zł ubezpie., urlopy, choroby,

1 kon.godz. po 5,50 zł,

1 traktorogodz. (w tym wszystkie koszta uboczne) po 34,80 zł

zużycie siewnika do nawozów na 1 ha 0,70 zł

magazynowanie nawozów 1,64 zł

przewóz 0,66 zł

3,00 zł

otrzymuje się koszt wysiewu na 1 ha równy:

przy trakcji konnej 27,0 + 26,50 + 3 = 56,50 zł/ha

przy trakcji mechanicznej 10,80 + 21,23 + 3 = 35,03 zł

Jeżeli przyjąć, że średnio wysiewa się jednorazowo na 1 ha około 50 kg czystego składnika, to można liczyć, że koszt wysiewu 1 kg wynosi około 1 zł/ha, a więc dwukrotny wysiew przy życie wyniesie 2,00 zł.

Należy tu dodać zwiększony koszt sprzętu, omłotu, magazynowania i odstawy. Wyniesie to dla kłosowych około 40—50 zł/q, dla okopowych 30—40 zł/q. Mechanizacja stwarza rozpiętość kosztów. Ponieważ jest to koszt dodatkowy liczę tylko 75%. Trzeba będzie dodać 2,02 zł.

Łącznie więc koszt stosowania nawożenia przedstawia się w sposób następujący:

1 kg NPK kosztuje 4,98 zł

sprzęt, magazynowanie i dostawa 2,02 zł

wysiew nawozu dwukrotny 2,00 zł

razem koszty 9,00 zł

Są to wyniki przeciętne, które w latach niepomyślnych atmosferycznie mogą być zredukowane do połowy lub nawet do zera; np. rzepak może zmarznąć. Przy uzyskiwaniu wyższych cen odpowiednio wzrasta opłacalność. Przy okopowych będzie zwiększona efektywność, ale równoległe koszty kopania, dostawy i magazynowania będą wysokie (od 30 do 40 zł/q).

Tabela 8

Zysk gospodarstwa przy nawożeniu w przeliczeniu na 1 kg NPK

Wariant	Efektywność nawożenia	Cena 1 q w zł ^a	Zysk osiągnięty zł/kg	% zysku w porównaniu do nakładu
I Żyto	6	160	0,60	6,6
II Żyto	6	180	1,80	20,0
III Żyto	6	190	2,40	26,0
IV Żyto	6	230	4,80	53
V Rzepak	8	800	55,0	610

^a Cena żyta przyjęta wg realizacji z tytułu dostaw obowiązkowych.
W wariantcie IV cena żyta wg dostaw ponadobowiązkowych

Ogólnie należy stwierdzić, że zysk osiągany z nawożenia ulega dużym wahaniom. Rolnicy w swoich obliczeniach będą brali pod uwagę wszystkie możliwości.

Obliczenie powyższe ulegnie pewnej zmianie przy zastosowaniu mieszania nawozów. Rolnik niechętnie wykonuje dokarmianie roślin uprawnych, a poszukuje nawozów mieszanych, które by zmniejszyły potrzebny czas na wysiew.

Mieszanki nawozowe są połączeniem NPK według pewnej określonej proporcji. Mogą to być nawozy złożone, mieszane lub kompleksowe, zależnie od tego czy są związkami chemicznymi czy też są zwykłą mechaniczną mieszaniną. Nie zawsze układ NPK odpowiada potrzebom gospodarstwa. Opracowywane mapy glebowe mają na celu wskazanie rolnikom, w jakie składniki pokarmowe gleba jest bogata, a w jakie uboga. Rolnik ma przez to ułatwione zadanie ułożenia najbardziej właściwej proporcji składników nawożenia na różne pola i pod różne rośliny. Trzeba by produkować kilka lub kilkanaście mieszanek, aby można było dobrać najbardziej odpowiednią. Poza tym produkowane mieszanki powinny być dostosowane do odczynu gleb, czyli przeważnie powinny być fizjologicznie alkaliczne, a w małych ilościach kwaśne. Mieszanki obecnie wytwarzane przez Luboń są pod tym względem błędnie ułożone.

Przykładem dobrych mieszanek były supertomasyny azotniakowe. Najczęściej spotykanym układem mieszanek powinien być NPK = 1 : 0,8 : 1,5.

Rolnik nie zawsze może mieszać sam nawozy. Uniemożliwia to często ich pylistość. Wymieszany nawóz trzeba workować. Podarte i słabe worki papierowe często to uniemożliwiają.

Rachunek korzyści uzyskiwanych przy wysiewie nawozów mieszanych przedstawia się w sposób następujący:

Za mieszanie nawozów (mieszanki trójskładnikowe Luboń) fabryki liczą 20 zł na 100 kg przy zawartości czystego składnika 29 kg. Przypuścimy, że na pole dajemy 2 q nawozu o zawartości 41 N, 2 q o zawartości 34 P₂O₅ i 2 q 80 K₂O. Trzykrotny wysiew wyniesie koszt 3 × 50 = 150 zł.

Jeżeli fabryka zmiesza te nawozy i nastąpi jednorazowy wysiew nawozów w ilości 6 q, to koszt wyniesie:

jedorazowy wysiew 6 q nawozu	50 zł
koszt mieszania 6 q \times 20	120 zł
Razem	170 zł

A więc koszt wysiewu mieszanki będzie droższy o 20 zł, ale rolnik przy wysiewie konnym oszczędzi sobie 6 rob.godz. oraz 10 koniogodz., a przy trakcji motorowej 2,5 rob.godz. i 1,22 traktorogodzin. Jest to dużo, tym bardziej że ma to miejsce w okresie największego nasilenia potrzeb na robociznę. Z tych powodów należy przypuszczać, że mieszanki nawozowe są nawozem przyszłości i należałoby powiększyć znacznie ich produkcję.

W związku z tym byłoby rzeczą konieczną: 1) tworzenie kilku mieszanek; 2) unikanie wytwarzania mieszanek fizjologicznie kwaśnych; 3) uwzględnienie, że popyt na mieszanki będzie stale wzrastał, gdyż rolnicy będą dążyli do tego, aby więcej niż 75% nawozów dawać w formie mieszanej, redukując dokarmianie poszczególnymi składnikami do zabiegów specjalnych.

Podsumowując należy stwierdzić, że wskaźnik efektywności nawożenia w Polsce wynosi około 6, a opłacalność nawożenia ulega bardzo dużym wahaniom przy przeciętnej około 50% zysku w porównaniu do włożonego nakładu.

LITERATURA

1. W. Boguszewski, K. Boratyński, A. Byczkowski: Materiały do oceny efektywności nawożenia mineralnego ważniejszych roślin uprawnych w Polsce. Postępy Nauk Rolniczych nr 1, 1962.
2. F. Cwancara: Zemedelska wyroba w cislech. Praga 1948.
3. F. Jerzyński: Nowe Rolnictwo nr 8, 1956.
4. Z. Łubkowski: Nowe Rolnictwo nr 16, 1961.
5. Poradnik Rolniczy w Tabelach. PWRiL, Warszawa 1962.
6. T. Plebański: Badania efektywności nawożenia. Zeszyty Ekonomiki Rolnictwa i Planowania. Wydawnictwo Komisji Planowania, Styczeń—Luty 1960.
7. Roczniki Statystyczne 1960, 1961.
8. Roemer-Scheffer: Lehrbuch des Ackerbaues, Paul Parey in Berlin 1953.
9. W. Selke, Die Düngung. Deutscher Bauernverlag. Berlin 1955.

ТАДЕУШ ПЛЕБАНСКИ
 Научно-Исследовательский
 Институт Агротехники, Удобрений
 и Почвоведения
 Познань

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИИ

Содержание

Опираясь на различные источники из области опытов с внесением удобрений автор пытается дать экономическую оценку этому вопросу в настоящих условиях Польши. В итоге автор констатирует, что по-

казатель эффективности внесения удобрений в Польше составляет около 6, т. е. на 1 кг NPK прибавка урожайности зерновых составляет 6 кг, а окупаемость обнаруживает значительные колебания при средней величине около 50% прибыли по сравнению с произведенными затратами.

TADEUSZ PLEBAŃSKI
Institute of Cultivation, Dressing
and Science of Soils
Poznań

EFFECTIVENESS OF FERTILIZING

Summary

Basing on various sources concerning exact tests in the effectiveness of dressing the author undertakes the attempt of economic evaluation of this problem in present Polish conditions.

In conclusion the author finds that the dressing effectiveness index in Poland amounts about to 6 (i. e. the grain yield increment per 1 kilogramme of NPK¹ amounts to 6 kilos) and the rentability of dressing is largely fluctuating, though averagely oscilating about 50 per cent of the profit in comparison with the input value.

¹ Nitrogen, Phosphorus, Potassium.

