

WPŁYW DŁUGOLETNIEGO NAWOŻENIA MINERALNEGO
NA PLONY I NIEKTÓRE WSKAŹNIKI ŻYZNOŚCI
GLEBY LEKKIEJEINFLUSS DER MEHRJÄHRIGEN MINERALDÜNGUNG AUF DIE ERTRÄGE
UND MANCHE INDEXE DER FRUCHTBARKEIT EINES SANDBODENSВЛИЯНИЕ МНОГОЛЕТНЕГО МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ НА УРОЖАЙ
И НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ

WACŁAW BOGUSZEWSKI, CZESŁAW MAĆKOWIAK, WALENTY MAĆKOWIAK

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa — Zakład Nawożenia w Puławach
Kierownik: dr W. Boguszewski

Doświadczenie jest prowadzone od 1951 roku w Zakładzie Doświadczalnym IUNG Małyszyn Wielki w pow. gorzowskim na 3 sąsiednich polach. Gleba — bielicowa wytworzona z piasku słabogliniastego całkowitego lub z przewarstwieniami gliny silnie spiaszczonej na głębokości 80—100 cm. Zawartość węgla organicznego wynosi około 0,6%, pojemność wodna 24%, pojemność sorpcyjna 3,6 milirównoważnika na 100 g gleby, stopień nasycenia zasadami około 60%, pH w KCl — 5,5.

Siedlisko jest bardzo suche. Obniżenie zawartości wody w glebie i w podglebiu w miesiącach letnich do 2% i nawet jeszcze niżej jest zjawiskiem pospolitym. Dla przykładu podany jest w tabeli 1 stan wilgotności warstwy ornej i podornej gleby w najsuchszym okresie 1963 roku (wyniki oznaczeń wilgotności gleby podano dla 3 roślin uprawianych w roku 1963, gdyż w czteroletnim zmianowaniu na 3 polach każdego roku wypada jedna roślina). Nawożenie mineralne powodujące lepszy wzrost roślin wpływa na jeszcze większe wyczerpanie wody w glebie. Efekt nawożenia w latach suchych jest wskutek tego mocno ograniczony. Żyto wykorzystuje zimowe zapasy wilgoci i daje przeważnie dobre plony. Poziom i wierność plonów zbóż jarych oraz wierność plonów łubinu są natomiast niskie; w latach suchych zbierano zaledwie po 7 q ziarna tych roślin. Dobre wyniki dają poplony ozime, ale uprawa po nich ziemniaków jest w latach suchych zawodna.

Tabela 1

Przykład wpływu nawożenia mineralnego na wilgotność gleby
(średnia zawartość wody w glebie w % w lipcu 1963 r.)

Ein Beispiel der Mineraldüngungswirkung auf die Bodenfeuchtigkeit
(Der Mittelwassergehalt in % im Juli 1963)

Пример влияния минерального удобрения на влажность почвы
(среднее содержание воды в почве в июле 1963)

Nawożenie mineralne na rotację Die Mineraldüngung für 4 — jährige Fruchtfolge Минеральное удобрение за 4 — летний севооборот	Ziemniaki Kartoffeln Картофель		Jęczmień jary Sommergerste Ячмень		Żyto Roggen Рожь	
	0—25 cm	25—50 cm	0—25 cm	25—50 cm	0—25 cm	25—50 cm
	Bez nawożenia Ohne Düngung Без удобрения N ₁₇₀ P ₁₄₄ K ₃₂₀	3,63	4,53	3,17	3,36	1,86
	2,90	2,72	2,10	1,48	1,94	1,78

Celem doświadczenia było zbadanie wpływu systematycznego nawożenia mineralnego na plony podstawowych roślin w zależności od przebiegu pogody oraz na zmiany w żyzności gleby.

Schemat i metodykę doświadczenia oraz wyniki za pierwsze 10 lat podano w pierwszej publikacji (W. Boguszewski, Cz. Maćkowiak, W. Maćkowiak: Działanie nawożenia mineralnego na glebie piaskowej w 4-letnim zmianowaniu. Pam. Puł. 2. 1961). Badania rozpoczęto w czasie, kiedy intensywne nawożenie mineralne było jeszcze nieaktualne, stosowano więc odpowiednio niskie dawki nawozów. Doświadczenie jest prowadzone w czteroletnim zmianowaniu na 3 polach.

W tabeli 2 są przedstawione średnie plony za 2 rotacje czyli za 8 lat od 1955 do 1962. W obrębie grupy obiektów z niskim nawożeniem azotowym 55 kg N za 4-letnie zmianowanie, jak również w grupie z wyższym nawożeniem 110 kg N, nie występują istotne różnice międzyobiekto- we, czyli nawożenie fosforem i potasem do roku 1962 jeszcze nie działało wyraźnie. Trudno to tłumaczyć niskim poziomem dawek, gdyż nawet niskie dawki przy nakładaniu się przez 12 lat powinny mieć istotny wpływ na plony. Natomiast różnice w plonach pomiędzy obiektem kontrolnym a grupami obiektów z niskim i wyższym nawożeniem azotowym są istotne, a w latach dostatecznie wilgotnych nawet bardzo duże. Produktywność 1 kg azotu dochodziła do 190 kg ziemniaków, 27 kg owsa i 21 kg żyta. W latach najsuchszych spadała natomiast do 9 kg ziarna żyta i zupełnie niskich wartości przy nawożeniu ziemniaków i owsa.

Wobec zmiany w sytuacji nawozowej wprowadzono od 1962 roku na jednym polu i od 1963 roku na pozostałych 2 polach dwa poziomy na-

Tabela 2

Srednie plony w q z ha za 2 rotacje 1955—1962
Die Mittelерträge in dt/ha aus 2 Rotationen der Fruchtfolge

Средние урожаи в центн. за 2 ротации севооборота

Nawożenie mineralne — suma za 4-letnie zmianowanie Mineraldüngung für 4-jährige Fruchtfolge Минеральное удобрение за 4 польный севооборот	1*. Ziemiaki (6 lat) „obornik 300 q/ha” Kartoffeln (6 Jahre) „Stallmist 300 dz/ha” Картофель (6 лет) „навоз 300 ц/га.”	2. Owies (6 lat) Hafer (6 Jahre) Овес (6 лет)		3. Lubin (6 lat) Lupine (6 Jahre) Люпин (6 лет)		4. Żyto (6 lat) Roggen (6 Jahre) Рожь (6 лет)		Poplon ozimy (5 lat) Winterzwischen- frucht (5 Jahre) Озимая пожнивная культура (5 лет)	
		ziarno Korn зерно	ziarno Korn зерно	nasiona Samen семена	ziarno Korn зерно	ziarno Korn зерно	siarno Heu секо		
1 Bez nawożenia Ohne Düngung Без удобрения	144	14,1	18,1	20,7	28,9				
2 72 kg P ₂ O ₅	166	18,4	18,2	25,0	29,2				
3 —	166	17,9	19,5	24,5	30,1				
4 72 kg P ₂ O ₅	166	18,1	18,8	24,4	28,4				
5 —	172	18,6	18,9	25,8	29,8				
6 —	186	22,9	19,2	29,0	30,9				
7 72 kg P ₂ O ₅	180	20,5	17,8	27,8	28,8				
8 —	187	20,8	18,9	28,7	29,7				
9 72 kg P ₂ O ₅	189	22,9	19,4	29,4	31,0				
Przedział ufności (P=0,95) GD	9,7	3,16	—	1,68	—				

* Liczby 1—4 oznaczają następstwo roślin w zmianowaniu

Die Zahlen 1—4 bedeuten die Reihenfolge der Pflanzen in der Fruchtfolge

Числа 1—4 означают чередование в севообороте

** W 4-letnim zmianowaniu na 3 polach zebrano w ciągu 2 rotacji po 6 plonów każdej rośliny

In einer 4-jährigen Fruchtfolge auf 3 Feldern wurden in 2-Rotationen 6 Erträge jeden Pflanze erhalten
в 4 летнем севообороте на 3 полях были получены за 2 ротации севооборота
по 6 урожаев каждого растения

wożenia fosforowego oraz znacznie zwiększono dawki azotu i potasu. Jednocześnie wprowadzono do zmianowania zamiast owsa — jęczmień i zamiast poplonu ozimego — wsiewkę seradeli na zieloną paszę. Uzyskane średnie plony przedstawiono w tabeli 3. Są to wyniki jeszcze niepełne, gdyż pełna rotacja kończy się na 2 polach dopiero w 1966 r.

W obiekcie kontrolnym uzyskano w stosunku do okresu poprzedniego (tab. 2) plony seradeli zaledwie o 10% niższe od plonów mieszanki ozimej, natomiast plon ziemniaków wskutek zmiany przedplonu wzrósł aż o 70%. Plony łubinu obniżyły się nieznacznie a plony żyta bardzo wyraźnie. Obniżenie plonów w tym obiekcie może być skutkiem wyczerpania gleby w ciągu kilkunastu lat bez nawożenia mineralnego. Wpłynęła na poziom plonów także susza w latach 1963 i 1964.

Efekt nawożenia mineralnego w plonach żyta wyraźnie wzrósł, ale sprowadza się niemal wyłącznie do działania nawożenia azotowego. Ogólny efekt nawożenia mineralnego w plonach pozostałych roślin nie uległ istotnym zmianom, jedynie w plonach jęczmienia występuje nieco wyraźniej działanie zwiększonych dawek fosforu i potasu na tle wzmocnionego nawożenia azotowego. Po 14 latach doświadczenia efekt nawożenia fosforem i potasem jest nadal niski (nieudowodniony). Należy sądzić, że pomimo niewielkiej ilości tych składników w stanie przyswajalnym w glebie, są one względnie łatwo dostępne roślinom. Wskazuje na to procentowa zawartość fosforu i potasu w plonach, która nie jest niższa od przeciętnej zawartości tych składników w warunkach średniego poziomu zaopatrzenia roślin w te składniki.

W poglądach na liczby graniczne zawartości składników pokarmowych w glebach lekkich następują ostatnio zmiany. Nowe liczby graniczne, przyjęte w NRD w ostatniej rotacji badań zasobności gleby według metody Egnera, są dla zawartości potasu w glebach lekkich dwa razy niższe niż dla zawartości w glebach ciężkich (granica niskiej i średniej zasobności 7 i 14 mg K_2O na 100 g gleby). Podstawą do wprowadzenia tych zmian jest stwierdzenie większej dostępności dla roślin na glebach lekkich frakcji potasu ekstrahowanej odpowiednimi odczynnikami i przyjętej jako potas przyswajalny niż tej samej frakcji potasu na glebach ciężkich. Według nowych liczb granicznych przyjętych w NRD zasobność w potas przyswajalny gleby obiektów doświadczenia nawożonych tym składnikiem byłaby średnia.

Oczywiście bilans składników pokarmowych powinien być zrównoważony, w przeciwnym wypadku nastąpi po pewnym czasie zubożenie gleby. Przy niższym poziomie nawożenia ($P_{72} K_{160} N_{85}$ — w czteroletnim zmianowaniu) bilans zarówno fosforu jak potasu był ujemny, przy wyższym poziomie w ostatniej rotacji zmianowania bilans fosforu jest zrównoważony, bilans potasu jeszcze ujemny (niedobór około 90 kg K_2O). W na-

Tabela 3

Srednie plony w q z ha za lata 1962—1965 r.*
 Die Mitteltrträge in dt/ha für Jahre 1962—1965
 Средние урожаи в центр. с га за годы 1962—1965

Nawożenie mineralne — suma za 4-letnie zmianowanie Mineraldüngung für 4-jährige Fruchtfolge Минеральное удобрение за 4-летний севооборот	Ziemniaki (3 lata) „obornik 300 q/ha” Kartoffeln (3 Jahre) „Stallmist 300 dz/ha” Картофель (3 год) „Навоз 300 ц/га”	Jęczmień jary (3 lata) Sommergerste (3 Jahre) Ячмень яровой (3 года)		Łubin (2 lata) Lupine (2 Jahre) Люпин (2 года)		Żyto (2 lata) Roggen (2 Jahre) Рожь (2 года)		Seradela (3 lata) Serradella (3 Jahre) Серадела (3 года)	
		ziarno Korn зерно	nasiona Samen семена	Ziarno Korn зерно	siano Heu сено				
—	252	13,2	16,2	16,8	25,7				
85 kg N	270	17,8	16,1	23,9	26,2				
160 kg K ₂ O	278	18,2	17,8	23,3	26,9				
160 kg K ₂ O	282	17,0	16,5	22,5	26,2				
320 kg K ₂ O	282	18,6	17,3	23,9	29,0				
160 kg K ₂ O	290	20,3	17,9	28,6	26,0				
170 kg N	278	20,2	16,5	29,9	26,6				
160 kg K ₂ O	294	20,8	16,2	29,1	27,7				
320 kg K ₂ O	297	22,6	18,2	29,7	28,2				
Przedział ufności (P=0,95) GD	16,8	3,93	—	1,03	—				

Bez nawożenia
Ohne Düngung

Без удобрения

72 kg P₂O₅ — 85 kg N
 — 160 kg K₂O 85 kg N
 72 kg P₂O₅ 160 kg K₂O 85 kg N
 72 kg P₂O₅ 320 kg K₂O 85 kg N
 72 kg P₂O₅ 160 kg K₂O 170 kg N
 144 kg P₂O₅ 160 kg K₂O 170 kg N
 72 kg P₂O₅ 320 kg K₂O 170 kg N
 144 kg P₂O₅ 320 kg K₂O 170 kg N

Przedział ufności (P=0,95)

GD

* Wyniki niepełne, ponieważ rotacja nie jest zakończona

Die Ergebnisse sind noch nicht vollständig, weil die Rotation noch nicht zu Ende gebracht worden ist
 Результаты неполные, так как севооборот не закончен

stępniej rotacji projektuje się stosowanie jeszcze wyższych dawek, ale dodatni efekt dalszego wzrostu nawożenia mineralnego jest raczej wątpliwy, zwłaszcza przy intensywnym nawożeniu potasem trzeba liczyć się z nieprodukcyjnymi stratami tego składnika.

Stwierdzając niską efektywność nawożenia fosforem i potasem trzeba jednocześnie podkreślić osiągnięcie wysokich plonów ziemniaków bez nawożenia mineralnego oraz wysokich plonów żyta przy wyższym poziomie nawożenia azotem i niskim nawożeniu fosforem i potasem, a w poprzednich latach nawet bez nawożenia fosforem. Te dobre rezultaty należy przypisać nawożeniu organicznemu w postaci obornika oraz resztek poźniwnych 2 roślin motylkowych uprawianych w czteroletnim zmianowaniu.

Tabela 4

Wpływ nawożenia mineralnego na zawartość C organicznego i pojemność sorpcyjną gleby 1961/62 — średnie z 3 pól

Der Einfluss der Mineraldüngung auf den C-Gehalt und Sorptionskapazität des Bodens 1961/62 — Mittelwerte aus 3 Felder

Действие минерального удобрения на содержание углерода и поглотительную способность почвы — средние с 3 полей

Nawożenie mineralne za czteroletnią rotację Mineraldüngung für 4-jährige Fruchtfolge Минеральное удобрение за 4 — летний севооборот	% C	Pojemność sorpcyjna me/100 g gleby Sorptionskapazität me/100 g Поглотительная способность в м.э.кв./100 г ПОЧВЫ
Bez nawożenia Ohne Düngung Без удобрения	0,61	3,60
72 Kg P ₂ O ₅ 90 kg K ₂ O 55 kg N	0,59	3,58
72 Kg P ₂ O ₅ 180 kg K ₂ O 110 kg N	0,64	3,71

Wpływ długoletniego nawożenia mineralnego na trwałe zmiany w żyzności gleby nie mógł być duży, ponieważ bardziej intensywne nawożenie jest stosowane dopiero od 4 lat. Rośliny motylkowe, pozostawiające stosunkowo dużo resztek poźniwnych o dobrej wartości nawozowej, nie reagowały istotnie na nawożenie mineralne, a więc wpływ ich był we wszystkich obiektach doświadczenia w przybliżeniu jednakowy. W tabeli 4 są przedstawione wyniki oznaczeń zawartości węgla organicznego i pojemności sorpcyjnej po przedostatniej rotacji. Różnice są nieistotne, można najwyżej mówić o tendencji zwiększenia tych wartości przy bardziej intensywnym nawożeniu.

W tabeli 5 jest przedstawiona zawartość przyswajalnego fosforu i potasu w glebie według Egnera (wykonano analizy próbek z jednego pola po zakończeniu ostatniej rotacji). Wyniki analiz wykazują niewielkie

Tabela 5

Wpływ nawożenia na zawartość fosforu
i potasu przyswajalnego w glebie według Egnera — 1965 r.,
pole III

Der Einfluss der Mineraldüngung auf den P-und
K-Gehalt im Boden nach Egner 1965, das Feld III

Действие минерального удобрения на содержание в почве
фосфора и калия по Эгнеру 1965, поле III

Nawożenie mineralne za 4 letnią rotację Mineraldüngung für 4-jährige Fruchtfolge Минеральное удобрение за 4 летний севооборот	Zawartość w mg/100 g gleby P-und K-Versorgung in mg/100 g Boden Содержание в мг/100 г. почвы	
	P ₂ O ₅	K ₂ O
Bez nawożenia Ohne Düngung Без удобрения	5,3	6,2
72 kg P ₂ O ₅ — 85 kg N	7,9	6,4
— 160 kg K ₂ O 85 kg N	6,9	6,8
72 kg P ₂ O ₅ 160 kg K ₂ O 85 kg N	8,7	6,9
72 kg P ₂ O ₅ 320 kg K ₂ O 85 kg N	6,3	8,6
72 kg P ₂ O ₅ 160 kg K ₂ O 170 kg N	6,2	6,8
144 kg P ₂ O ₅ 160 kg K ₂ O 170 kg N	7,3	7,7
72 kg P ₂ O ₅ 320 kg K ₂ O 170 kg N	6,2	9,2
144 kg P ₂ O ₅ 320 kg K ₂ O 170 kg N	8,3	8,2

wprawdzie ale dość regularne zróżnicowanie zawartości składników w zależności od nawożenia.

Wyniki doświadczeń wykazują duży niedobór wody w latach suchych, wysoki efekt nawożenia azotowego w latach wilgotnych oraz niski i nieregularny efekt nawożenia fosforem i potasem. Przyczyną niskiej efektywności nawożenia fosforem i potasem mogą być ograniczenie poziomu plonów przez niedobór wody i łatwa dostępność dla roślin przyswajalnej frakcji tych składników. Mogą wchodzić w grę i inne czynniki związane z okresową suszą, co jest przedmiotem dalszych badań.

ZUSAMMENFASSUNG

In einem Feldversuch in der Versuchstation Małyszyn Wielki wurden auf einem Sandboden 2 Stufen von NPK Gaben seit 1951 verglichen. Die Lage ist sehr trocken.

Bis zum Jahre 1961 wurden niedrige Düngungsgaben angewandt. Die erhaltenen Erträge sind in der Tabelle 2 zusammengestellt. Seit 1962 wurden die Düngungsgaben vergrößert und man veränderte auch die Fruchtfolge: statt des Hafers wurde die Gerste und statt der Winterzwischenfrucht die Serradella angebaut. Die erhaltenen Ergebnisse sind in der Tabelle 3 zusammengestellt. Die Änderung der Vorfrucht verursachte eine Steigerung des Kartoffelertrages.

Die Leistung der Stickstoffdüngung war durchschnittlich gut; in feuchten Jahren hoch, in den trockenen dagegen — oft niedrig.

Die P- und K-Wirkung war schwach und nicht ständig, obwohl der Versuch schon 15 Jahre andauert. Sogar bei niedrigen P- und K-Gaben wurden hohe Kartoffeln und Roggenerträge erzielt.

Einen grossen Einfluss auf die Erträge hat auch die organische Düngung, die aus einmaliger Stallmistgabe und zweimaliger Leguminosenernterückständen in einer vierfelderigen Fruchtfolge besteht.

Unter dem Einfluss einer unterschiedlichen, mehrjährigen Mineraldüngung sind keine wesentlichen Unterschiede im C-Gehalt und in der Sorptionskapazität (Tabelle 4) festgestellt worden.

Die höheren Düngergaben haben den P- und K-Gehalt im Boden (nach Egner) in kleinem Masse gesteigert.

РЕЗЮМЕ

В 1951 г. был заложен многолетний опыт с 2-мя уровнями удобрения N, P и K на Опытной Станции Малышин Вельки на подзолистой песчаной почве, обычно очень сухой.

До 1961 г. применяли низкие дозы удобрений. Полученные урожаи представлены в табл. 2. Начиная с 1962 г. дозы удобрений значительно увеличили. Изменили также севооборот путем введения ячменя вместо овса и вместо озимой пожнивной культуры сераделлы в качестве подсевной культуры. Полученные результаты представлены в табл. 3. Урожаи картофеля в связи с изменением предшественника увеличились очень сильно.

Эффективность удобрения азотом была в среднем хорошая, во влажные годы очень высокая, в сухие годы иногда совсем низкая. Действие удобрения фосфором и калием было слабое и непостоянное, хотя опыт длится уже 15 лет. Высокие урожаи ржи и картофеля получались при низких дозах фосфора и калия.

Несомненно значительное действие на урожаи оказывало органическое удобрение: раз на 4 года навоз и 2 раза пожнивные остатки бобовых растений.

Минеральное удобрение, применяемое в течение ряда лет, не вызвало существенных изменений в содержании перегноя и в поглотительной способности почвы (табл. 4), однако вызвало небольшие, но закономерные изменения в содержании усвояемых фосфора и калия (табл. 5).

STRESZCZENIE

Doświadczenie z dwoma poziomami dawek N, P i K założono w 1951 r. w Zakładzie Doświadczalnym Małyszyn Wielki na glebie biellicowej wytworzonej z piasku słabo gliniastego, z reguły bardzo suchej.

Do 1961 r. stosowano niskie dawki nawozów. Uzyskane plony przedstawiono w tabeli 2. Od 1962 r. dawki nawozów znacznie zwiększono oraz zmieniono zmiannowanie, wprowadzając jęczmień zamiast owsa oraz wsiewkę seradeli zamiast poplonu ozimego. Osiągnięte wyniki przedstawiono w tabeli 3. Zmiana przedplonu wywołała duży wzrost plonu ziemniaków.

Efektywność nawożenia azotem była przeciętnie dobra, w latach wilgotnych bardzo wysoka, w latach suchych czasami zupełnie niska. Działanie nawożenia fosforem i potasem było słabe i nieregularne, chociaż doświadczenie trwa już 15 lat. Wysokie plony ziemniaków i żyta są osiąganym przy niskich dawkach P i K. Niewątpliwie duży wpływ na plony ma nawożenie organiczne: w czteroletnim zmiannowaniu obornik i dwukrotnie resztki poźniwne roślin motylkowych.

Długoletnie zróżnicowanie nawożenia mineralnego nie wywołało istotnych zmian w zawartości próchnicy i pojemności sorpcyjnej (tab. 4), spowodowało natomiast nieduże, ale regularne zmiany w zawartości przyswajalnego P i K (tab. 5).