

WPLYW NAWOŻENIA NA GLEBĘ PIASKOWĄ
I PLONOWANIE ROŚLIN

Roman Czuba

IUNG Oddział Śląski we Wrocławiu

AGROCHEMICZNE WŁAŚCIWOŚCI GLEB PIASKOWYCH

Gleby piaskowe wyróżniają się małą zawartością substancji organicznej (około 1,0-1,2%), małą zdolnością do zatrzymywania wody i składników pokarmowych oraz dużym zakwaszeniem.

Do specyficznych właściwości gleb piaskowych można zaliczyć:

- duży udział powietrza glebowego w przeliczeniu na objętość gleby, dzięki czemu wierzchnia warstwa gleby jest dobrze natleniona, następuje intensywny rozwój mikroflory aerobowej oraz intensywne procesy glebowe wymagające dużego udziału tlenu;
- szybki rozkład substancji organicznej; dla porównania rozkład substancji organicznej w glebie zawierającej 5-15% części spławialnych jest co najmniej 3 razy szybszy niż w glebie zawierającej ponad 35% tych części i 2 razy szybszy niż w glebie zawierającej 20-30% części spławialnych;
- niewielki udział mineralnej frakcji koloidalnej, co przy niedużym udziale substancji organicznej utrudnia gospodarce większą masą składników pokarmowych roślin - głównie z braku możliwości ich zatrzymania w wierzchniej warstwie gleby.

Właściwości gleb piaskowych prowadzące do szybkiego rozkładu substancji organicznej, w konsekwencji udostępniają roślinom składniki mineralne, co w pewnych granicach jest zjawiskiem korzystnym, z drugiej jednak strony uniemożliwia trwałe wzbogacenie gleb w próchnicę, a zatem ograniczane są właściwości sorpcyjne gleby. Mała zdolność gleb piaskowych do sorpcji składników, z powodu słabo rozbudowanego organicznego i mineralnego kompleksu sorpcyjnego, ogranicza możliwości trwałego wzbogacenia gleby w składniki pokarmowe roślin.

ZASOBNOŚĆ GLEB PIASKOWYCH W SKŁADNIKI
POKARMOWE ROŚLIN

Naturalna zasobność gleb piaskowych jest znacznie mniejsza niż gleb o większym udziale części spławialnych. Podczas gdy w stosunku do gleb średnich i ciężkich może być rozważana możliwość częściowego pokrywania zapotrzebowania roślin na składniki z naturalnych rezerw, to w przypadku gleb piaskowych taka ewentualność jest w zasadzie wykluczona.

A z o t. Śpośród wszystkich gleb na terenie kraju, gleby piaskowe charakteryzują się najmniejszą zawartością azotu ogólnego. W porównaniu z glebami wytworzonymi z glin, ogólna zawartość azotu w glebach piaskowych jest średnio około 4 razy mniejsza (tab. 1). W glebach piaskowych prawie całość azotu występuje w związkach organicznych. Po dostarczeniu większej masy substancji organicznej do gleby, np. obornika lub nawozu zielonego, w procesie szybkiej mineralizacji prawie cały azot tej substancji może być udostępniony roślinom. Efekty produkcyjne organicznego nawożenia są zatem bardziej widoczne na glebach lekkich niż na ciężkich. Zawartość azotu mineralnego ($N-NH_4 + N-NO_3$) jest w glebach piaskowych mała i niestabilna.

T a b e l a 1

Całkowita zawartość makroelementów w dwóch
glebach w warstwie 0-20 cm, mg/100 g [10]

Gleby	N-ogólny	P	K	Mg	Ca
Wytworzone z piasków	20-100	13-64	349-1278	18-168	72-579
Wytworzone z glin	90-350	21-92	1178-2424	198-636	350-865

F o s f o r. W stosunku do innych makroelementów, różnice w zawartości fosforu w glebach piaskowych w porównaniu z glebami cięższymi są najmniejsze i można przyjąć, że średnio gleby piaskowe zawierają dwa razy mniej tego składnika niż inne gleby. Z tabeli 1 wynika, że całkowita zawartość fosforu (P) w warstwie 0-20 cm wynosi 390-1920 kg na powierzchni 1 ha, czyli w przypadku konieczności pełnego pokrycia zapotrzebowania roślin na ten składnik z rezerwy glebowej całkowite wyczerpanie fosforu nastąpiłoby już po 12-20 latach, podczas gdy z gleb ciężkich dopiero po 20-30 latach. Z prac eksperymentalnych wykonanych w IUNG wynika, że już po

10-12 latach nawożenia fosforem, o zapasie glebowym fosforu decyduje wyłącznie fosfor zastosowany w nawozach, a nie fosfor z naturalnych zasobów glebowych [9].

P o t a s. Ogólne zapasy potasu są we wszystkich glebach co najmniej 15-30 krotnie większe niż zasoby fosforu, jednak w glebach piaskowych są one 2-3 razy mniejsze niż w glebach ciężkich. Na glebach piaskowych należy zatem wykluczyć wieloletnie utrzymywanie ujemnego bilansu potasowego w systemie nawożenia, podczas gdy postępowanie takie jest uzasadnione na glebach ciężkich.

M a g n e z. Rezerwy magnezu w glebach piaskowych są przeważnie 5-10 razy mniejsze niż w glebach wytworzonych z glin. W ostatnim dziesięcioleciu, na skutek stosowania znacznie zwiększonych dawek azotu, fosforu i potasu przy równoczesnym braku nawozów magnezowych, naruszone zostały naturalne zasoby magnezu gleb piaskowych. W systemie nawożenia na glebach piaskowych, magnez uznaje się obecnie za składnik niedoborowy na obszarze całego kraju.

W a p n i. Zawartość wapnia w glebach piaskowych waha się w dość szerokim przedziale. Kation ten nie utrzymuje się jednak w słabym kompleksie sorpcyjnym tych gleb i łatwo jest wymywany zarówno z naturalnych zasobów glebowych, jak również po zastosowaniu nawozów wapniowych.

M i k r o e l e m e n t y. Na podstawie badań własnych i innych autorów, w tabeli 2 przedstawiono porównanie całkowitej zawartości mikroelementów w glebach wytworzonych z piasków i w glebach wytworzonych z glin. Tak więc gleby piaskowe wykazują co najmniej dwa razy mniejszą ogólną zawartość wszystkich mikroelementów. Proporcje te kształtują się zatem korzystniej niż w przypadku makroelementów.

T a b e l a 2

Całkowita zawartość mikroelementów w dwóch
glebach w warstwie 0-20 cm, mg/kg [2,7]

Gleby	B	Cu	Mn	Mo	Zn
Wytworzone z piasków	5-10	2,5-15	100-350	0,1-0,5	18-57
Wytworzone z glin	10-20	4,5-39	200-730	0,2-2,6	20-240

ZASADY NAWOŻENIA NA GLEBACH PIASKOWYCH

Zasadnicze różnice w systemach nawożenia gleb piaskowych i pozostałych gleb polegają na uwzględnianiu słabego kompleksu sorpcyjnego i nadmiernej przepuszczalności gleb piaskowych. Właściwości te wyznaczają maksymalną wielkość jednorazowych dawek nawozów mineralnych i ich asortyment.

Najlepsze wyniki produkcyjne na glebach piaskowych uzyskuje się po systematycznym stosowaniu nawozów organicznych w połączeniu z nawozami mineralnymi. Co najmniej takie same lub lepsze efekty można uzyskać również po regularnym stosowaniu samych nawozów organicznych, jednak ze względów gospodarczych bilansowe niedobory składników muszą być uzupełniane nawozami mineralnymi. Z 24-letnich doświadczeń przeprowadzonych w IUNG [1] wynika, że po stosowaniu na glebie piaskowej ekwiwalentnych dawek NPK w nawozach mineralnych, w oborniku i 1/2 w nawozach mineralnych + 1/2 w oborniku, w okresie pierwszych 10 lat plony były w przybliżeniu jednakowe niezależnie od zastosowanego nawożenia. W następnym okresie jednak plony po zastosowaniu nawozów mineralnych były o około 40% mniejsze niż w pozostałych dwóch kombinacjach. Charakterystyczna jest jednak możliwość trwałego utrzymywania wysokiego plonowania roślin, stosując połowę składników w nawozach mineralnych i połowę w nawozach organicznych.

Dużym współczesnym zagrożeniem plonowania roślin uprawnych na glebach piaskowych jest stosowanie dużych dawek nawozów mineralnych w okresie kilku kolejnych lat, bez regularnego nawożenia organicznego i bez wapnowania gleb. Asortyment naszych nawozów mineralnych w sumie oddziałuje na glebę zakwaszająco i efekt ten w pierwszej kolejności ujawnia się na glebach piaskowych.

Stosowanie azotu. Łatwo rozpuszczalne nawozy azotowe w ich obecnym asortymencie nie w pełni nadają się do stosowania na gleby piaskowe. Znacznie lepszy był np. dawniej stosowany azotniak, który na glebach piaskowych działał powoli i ograniczone było wymywanie azotu z tego nawozu. Obecnie stosowane nawozy azotowe, takie jak saletra amonowa i mocznik są łatwo rozpuszczalne w wodzie i zakwaszają glebę, dlatego na gleby piaskowe są one znacznie mniej przydatne niż na wszystkie pozostałe gleby. Stosowanie w przyszłości azotowych nawozów wolno działających powinno zatem w pierwszej kolejności dotyczyć gleb piaskowych. Przy obecnym asortymencie nawozów azotowych dzielenie dawek na kilka części jest zatem bardziej konieczne niż na wszystkich pozostałych glebach.

Stosowanie fosforu. Wszystkie nawozy fosforowe można stosować na glebach piaskowych bez specjalnych ograniczeń terminowych. Ze względu na łatwe zmiany chemiczne gleb piaskowych, bardziej przydatne są skoncentrowane nawozy fosforowe (superfosfat potrójny, polifoska) niż tradycyjny superfosfat pojedynczy.

Gleby o małej zawartości fosforu można nawozić w dawkach przekraczających potrzeby bilansowe. Na podstawie badań wykonanych w IUNG [5], zaleca się średnie tempo poprawy zasobności gleb piaskowych w fosfor przyswajalny w granicach 0,2-0,4 mg $P_2O_5/100$ g gleby w ciągu roku, co oznacza, że ponad wielkości bilansowe corocznie trzeba stosować co najmniej 30 kg P_2O_5 do uzyskania wzrostu zawartości o 0,4 mg i 10-15 kg P_2O_5 do zwiększenia zawartości tego składnika o 0,2 mg/100 g gleby.

Stosowanie potasu. Prawidłowe stosowanie nawozów potasowych na glebach piaskowych jest stosunkowo trudne, gdyż zapotrzebowanie na potas jest na tych glebach wyjątkowo duże, ze względu na małą zawartość potasu ogólnego i przyswajalnego oraz zwiększone zapotrzebowanie na ten składnik, związane z uprawą ziemniaków i zbóż. Jednocześnie każda większa dawka potasu może niekorzystnie zmieniać układ jonowy w glebie piaskowej. W roztworach glebowych szczególnie ostro ujawnia się antagonizm jonowy między potasem i magnezem, potasem i wapniem, a niekiedy potas ogranicza też pobieranie przez rośliny azotu - szczególnie $N-NO_3$ i bory. Antagonistyczne oddziaływanie potasu na inne jony glebowe ujawnia się zwłaszcza w glebach lekkich silnie zakwaszonych. Dostatek jonów wapniowych w glebie znacznie niweluje niekorzystne układy między potasem a innymi jonami. Nie zalecane jest zatem jednorazowe stosowanie większych dawek potasu na glebach piaskowych.

Istnieje jednak problem stopniowego poprawiania zasobności w potas gleb wykazujących małą zawartość tego składnika. Z badań wykonanych w IUNG wynika, że średnia roczna poprawa zawartości potasu przyswajalnego w glebie lekkiej powinna wynosić 0,75 mg $K_2O/100$ g gleby, a w glebie o średniej zawartości potasu - 0,5 mg. Ponad potrzeby bilansowe należy zatem dostarczać odpowiednio 30 i 20 kg K_2O/ha . Ponadbilansowe dawki potasu można jednak stosować pod warunkiem spełnienia co najmniej trzech założeń:

- gleba musi być regularnie nawożona obornikiem,
- odczyn gleby powinien być bliski optimum,
- zawartość magnezu przyswajalnego powinna być co najmniej średnia.

Nawożenie magnezem. W ostatnim dziesięcioleciu nastąpiło znaczne obniżenie zawartości magnezu przyswajalnego w glebach, w tym zwłaszcza w glebach piaskowych. Do nawożenia gleb piaskowych nadają się w zasadzie wszystkie dostępne formy magnezu, a więc zmielone dolomity surowe i prażone, surowe i prażone magnezyty lub siarczany magnezowe - epsomit i kizeryt. Z ostatnich badań wykonanych w naszym zakładzie wynika, że niektóre serpentynity, których olbrzymie złoża występują na Dolnym Śląsku, mogą być dobrym surowcem do produkcji nawozów magnezowych.

Tlenkowe i węglanowe formy magnezu można stosować raz na 4 lata, natomiast siarczanowe co najmniej raz na 2 lata.

Stosowanie mikronawozów. Na tle chronicznego niedoboru w glebach piaskowych magnezu i azotu, problem mikroelementów jest drugoplanowy. Należy zwracać uwagę szczególnie na miedź - przy dużym udziale zbóż w strukturze zasiewów, na bor - przy częstej uprawie motylkowych i ziemniaków oraz na cynk - w przypadku częstej uprawy kukurydzy na tym samym polu. Przy regularnym stosowaniu obornika, zapotrzebowanie roślin na mikroelementy jest prawie w całości pokrywane.

Wapnowanie gleb piaskowych. Stosowanie nawozów wapniowych na glebach piaskowych ma na celu zrównoważenie zakwaszającego działania nawozów mineralnych. Bez nawozów wapniowych nie jest też możliwe stosowanie optymalnych dawek potasu. Wapń dostarczany do gleby w nawozach wapniowych przechodzi jednak bardzo szybko do roztworu glebowego i może oddziaływać również antagonistycznie na inne jony. Na uwagę zasługuje silne blokowanie magnezu w glebach ubogich w ten składnik, co może prowadzić nawet do znacznego zmniejszenia plonów.

Antagonistyczne oddziaływanie wapnia w glebach piaskowych można łagodzić następującymi zabiegami:

- w roku poprzedzającym wapnowanie gleb zastosować obornik,
- przed wapnowaniem gleby uzupełnić niedobory magnezu przyswajalnego do stanu średniego lub stosować nawozy wapniowo-magnezowe (dolomity),
- nawozy wapniowe stosować w umiarkowanych dawkach w formie węglanowej.

WPŁYW NAWOŻENIA NA ZMIANY WŁAŚCIWOŚCI GLEB PIASKOWYCH

Nawożenie wywiera znacznie większy wpływ na właściwości gleb piaskowych niż gleb o większym udziale części spławialnych i większej zawartości próchnicy. Skutki nawożenia są z reguły proporcjonalne do masy zastosowanego nawozu i jego działania zakwaszającego lub neutralizującego. Tak więc:

- wapnowanie gleby piaskowej przyspiesza rozkład substancji organicznej, zwiększa przyswajalność fosforu glebowego, wypiera z kompleksu sorpcyjnego inne kationy - w tym głównie potas i magnez, utrudnia roślinom pobieranie miedzi i cynku, unieruchamia w glebie mangan, zwiększa zawartość w glebie molibdenu przyswajalnego dla roślin, ogranicza pobieranie żelaza,
- magnezowanie gleb zmienia ich właściwości podobnie jak wapnowanie,
- stosowanie dużych dawek potasu ogranicza pobieranie przez rośliny wapnia, magnezu, azotu i boru,
- nawozy azotowe zakwaszają środowisko glebowe; azot amonowy ($N-NH_4$) może silnie ograniczać pobieranie magnezu przez rośliny.

WSPÓLZALEŻNOŚĆ MIĘDZY NAWOŻENIEM A PŁONOWANIEM
ROŚLIN NA GLEBACH PIASKOWYCH

W warunkach polskiego rolnictwa, najwyższą efektywność nawożenia uzyskuje się na glebach kompleksu żytniego bardzo dobrego i żytniego dobrego. W skład tych kompleksów wchodzi gleby lekkie wytworzone przeważnie z piasków gliniastych mocnych całkowitych oraz z piasków gliniastych zalegających na zwięźlejszych podłożach. Na kompleksach glebowo-rolniczych o wyższej wartości produkcyjnej, działanie stosowanych nawozów mineralnych niwelowane jest przez naturalną żyzność gleb, a na najsłabszych kompleksach, a więc na glebach wytworzonych z piasków luźnych i sła- bo gliniastych, czynnikiem ograniczającym efekt nawożenia jest z reguły niedobór wody.

Do uzyskania wysokiej efektywności nawożenia mineralnego na glebach piasko- wych, niezbędne jest zatem stworzenie optymalnego układu następujących czynników:

- zapewnienie niezbędnej ilości wody,
- zachowanie właściwych proporcji między składnikami nawozowymi,
- doprowadzenie gleby do optymalnego odczynu,
- w miarę możliwości stworzenie silnego kompleksu sorpcyjnego gleby.

LITERATURA

1. Adamus M.: Wyniki z doświadczeń polowych przeprowadzonych na glebie lekkiej. Sprawozdania z badań 1981-1985 (maszynopis).
2. Andruszczak E., Czuba R.: Roczn. Glebozn., 35, 2, 1984, 61-78.
3. Boguszewski W.: Wapnowanie gleb. PWRiL, Warszawa 1980.
4. Czuba R.: Współczesne zasady nawożenia gleb lekkich. Mat. konf. Produkcja rol- na na glebach lekkich woj. wrocławskiego, Wrocław 1978.
5. Czuba R., Fotyma M.: Zapotrzebowanie rolnictwa na nawozy mineralne do 2000 r. Puławy-Wrocław 1978 (ekspertyza nie publikowana).
6. Czuba R., Siuta J.: Agroekologiczne podstawy nawożenia. PWRiL, Warszawa 1976.
7. Czuba R., Sienkiewicz J.: Roczn. Nauk. Rol. (w druku).
8. Czuba R., Sienkiewicz J.: Roczn. Glebozn., 35, 2, 1984, 123-137.
9. Kęsik K.: Pr. Nauk. A. E. 132, Chemia, Wrocław 1978, 95-99.
10. Pondel H., Terelak H., Terelak T., Wilkos S.: Pam. Puł., 71, 1979, 190.

Р. Чуба

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЯ НА ПЕСЧАНУЮ ПОЧВУ
И УРОЖАЙНОСТЬ РАСТЕНИЙ

Р е з ю м е

Естественные свойства песчаных почв ограничивают возможность устойчивого их обогащения питательными веществами для растений. Эти почвы по природе бедны этими веществами. На территории Польши, по сравнению с почвами образованными из глины, почвы образованные из песков содержат в среднем 4 раза меньше общего азота, а также 2 раза меньше фосфора, 3 раза меньше калия и кальция и 5-10 раз меньше общего магния. Содержание общих форм микроэлементов формируется лучше, так как их содержание в песчаных почвах является преимущественно только два раза меньше, чем в почвах образованных из глин.

Из-за слабого поглощающего комплекса песчаных почв, в системе их удобрения надо учитывать сильно выступающий здесь синергизм и ионный антагонизм. Эти зависимости наиболее выразительно выступают в системах Mg^{++}/K^+ , Ca^{++}/Mg^{++} , Ca^{++}/K^+ , $N-NH_4^+/Mg^{++}$ и H^+/Mg^{++} . На практике в первой очереди должны быть согласованы три агротехнических мероприятия: известкование почв, внесение магния и удобрение калием.

К главным факторам ограничивающим эффективность удобрения на песчаных почвах можно причислить временные недостатки воды и нарушение в ионном равновесии почвенных растворов.

R. Czuba

FERTILIZATION EFFECT ON SANDY SOIL AND
YIELDS OF CROPS

Summary

Possibility of a continuous enrichment of sandy soils in nutrients is limited due to their natural properties. These soils are, as a rule, poor in nutrients of plants. On the Poland's territory the soils developed from sands contain 4-fold less total nitrogen and twice less phosphorus, thrice less potassium and calcium and 5-10 times less total magnesium. The total content of microelements is more favourable in sandy soils, as their amount in these soils is usually only twice less than in soils developed from loams.

In the fertilization system of sandy soils the ionic synergism and antagonism occurring strongly in these soils due to their weaker sorption capacity should be taken into consideration. These relationships occur most distinctly in the Mg^{++}/K^+ , Ca^{++}/Mg^{++} , Ca^{++}/K^+ , $N-NH_4^+/Mg^{++}$ and H^+/Mg^{++} systems. Hence three agrotechnical measures should be harmonized, first of all, in the practice, viz.: liming, magnesium application and potassium fertilization.

To main factors limiting the fertilization efficiency of sandy soils periodical water deficiencies and disturbances in the ionic equilibrium of soil solutions can be assigned.