

## PRODUKTYWNOŚĆ NATURALNA GLEB ORAZ JEJ PRZEMIANY WSKUTEK NAWOŻENIA MINERALNEGO

*Kazimierz Lehmann*

Instytut Gleboznawstwa i Chemii Rolnej AR, Poznań

Używane w gleboznawstwie, chemii rolnej i naukach pokrewnych określenia jak: żyzność, zasobność, urodzajność, produktywność, produktywność gleb nie znalazły jeszcze dotychczas zupełnie ścisłej definicji. W języku potocznym pojęcia te bywają błędnie traktowane — bardzo często jako synonimy. Każde z przytoczonych pojęć obejmuje szereg elementów, pomiędzy którymi występuje najczęściej zależność funkcyjna.

Żyzność, zasobność, urodzajność gleb, zdolność plonowania były obszernie omawiane w literaturze krajowej [26, 30, 42] i zagranicznej [1, 10, 15, 16, 22, 31, 39, 47]. Z pojęciem żyzności gleb jest ściśle powiązana produktywność gleb (jako skutek żyzności), najczęściej utożsamiana z produktywnością gleby. Produktywność jako pojęcie ekonomiczne wyraża ilość albo wartość produkcji na określonej jednostkę, natomiast produktywność gleby wchodzi w zakres określenia biologicznego. Według Prusinkiewicza [35, 36] produktywność gleby jest to jej zdolność wytwarzania biomasy, realizująca się w ramach możliwości stwarzanych przez pozostałe elementy siedliskowe. Wypływa z tego wniosek, że produktywność to nie tylko cechy gleby, ale suma komponentów siedliska w ujęciu dynamicznym. Autor ten rozróżnia produktywność potencjalną (najwyższą możliwą), rzeczywistą oraz naturalną i sztuczną. Produktywność potencjalna według Kwinichidzego [30] jest „sumą właściwości gleb dynamicznie stabilizowanych, decydujących o zabezpieczeniu zespołów roślinnych danej gleby w składniki odżywcze, wodę, powietrze, ciepło i inne niezbędne czynniki w różnych okresach rozwoju roślin”. Produktywność naturalna, jak mówi nazwa, ukształtowana jest poprzez oddziaływanie naturalnych przyrodniczych komponentów siedliska. Odnosi się ona do gleb dziewiczych i w zasadzie nie podlega wpływowi człowieka. Scheffer i Lieberoth [39] rozpatrując żyzność naturalną wyodrębniają żyzność nie podlegającą i podlegającą wpływowi człowieka. Jeżeli taki podział można odnieść do produktywności naturalnej gleb, to należy śle-

dzić, w jakim stopniu wpływ człowieka zwiększa ten rodzaj produktywności.

Coraz powszechniej zagospodarowywane obszary rekultywacyjne w obrębie kopalń, budowy autostrad i innych obiektów są przykładem produktywności sztucznej. Jest ona na ogół niska i rośnie powoli, niemal równolegle do zwiększającej się żyzności osiągananej za pomocą zabiegów agrotechnicznych nowo wytwarzanych gleb.

Potencjalna produktywność gleby pod wpływem działalności człowieka przekształca się w produktywność efektywną, zwaną także rzeczywistością. W oddziaływaniu tym gleba nabywa nowe właściwości — nowe elementy jej efektywnej produktywności. Obserwuje się coraz ściślejsze wzajemne oddziaływanie układu: gleba-klimat-roślina-człowiek-zwierzę.

Bogusławski [6, 7] rozpatrując glebę jako czynnik wzrostu uważa, że żyzność gleby jest identyczna z jej produktywnością i wykazuje pewien potencjał gleby do produkcji masy roślinnej. Według Bogusławskiego [7] żyzność, względnie produktywność gleb uwarunkowana jest dużą liczbą poszczególnych czynników, które dają się pogrupować w następujący sposób:

Czynniki fizyczne	Czynniki chemiczne nieorganiczne	Czynniki organiczno- biologiczne	Warunki wodne
tekstura (cząstki drobne gleby), gruzelki i struktura, objętość porów, temperatura, nagrzanie	wartość $T$ i $S$ , związki wapnia (pH), makroelementy, mikroelementy	próchnica, sprawność gleby, rośliny, zwierzęta, grzyby, bakterie, $CO_2$	pobieranie i przewodzenie wody, pojemność wodna i pojemność deszczowa, woda przesiąkająca, woda gruntowa

Łączne współdziałanie poszczególnych czynników określa każdorazowo stan produktywności gleby, której kształtowanie ma zawsze charakter wieloczynnikowy.

Finck [16] rozróżnia wyraźnie żyzność i produktywność gleb. Definiuje on produktywność gleby w następujący sposób: „Produktywność jest to zdolność gleby do produkcji określonej rośliny, względnie następstwa roślin na określonej glebie, w określonym klimacie i warunkach uprawy”. Jest ona mierzona jako stosunek jednostek nakładu do jednostek plonu i jest więc przyrodniczo-ekonomicznym określeniem. Finck podkreśla duży wpływ gospodarowania na produktywność, podając za przykład lekkie gleby północno-zachodnich terenów RFN, które przy ekstensywnej uprawie gryki i żyta były mało produktywne i dopiero poprzez intensywną uprawę ziemniaków ich produktywność zwielokrotniono.

W rozważaniach nad produkcją rolniczą łączy się produktywność gleby z jej żyznością, co w opinii Fincka jest w pełni uzasadnione. Autor

ten zajmując się glebami tropikalnymi podkreśla szczególną rolę człowieka w kształtowaniu się produktywności gleb.

Terlikowski [42] nie wyróżnił pojęcia produktywności potencjalnej i efektywnej gleby, ale doceniając znaczenie próchnicy uważał, że produktywność gleb wzrasta równoległe ze zwiększaniem się zawartości próchnicy w glebie, względnie ze wzrostem natężenia przemian zachodzących w procesach rozkładu masy roślinnej i humifikacji. Jest to szczególne preferowanie organiczno-biologicznego czynnika produktywności gleb, który w poglądach Bogusławskiego [7] stanowi tylko jedną z grup elementów produktywności gleb.

Frese [17] stwierdza, że pojęcie żyzności gleby przy obecnym stanie wiedzy jest słabo sprecyzowane, a łączenie z nim określonych czynników, decydujących o produktywności gleby bez możliwości ich pomiarów i wyceny we wzajemnym oddziaływaniu, jest niemożliwe.

Fiedler i Reissig [15] przychylają się do poglądów Scheffera i Lieberotha [39], że praktyczna ocena gleb nie powinna być dokonywana poprzez jej stan żyzności, a poprzez zdolność plonowania, która w określonych warunkach jest specyficzną wielkością gleby, kształtowaną poprzez podstawowy kompleks czynników: człowiek, klimat, roślina.

W praktyce obserwuje się na ogół współzależność pomiędzy żyznością gleby (zwanej także przez Kwinichidzego [30] produktywnością potencjalną) a jej produktywnością. Nie jest to w pełni uzasadnione, bowiem wysoka produktywność lekkich gleb województwa poznańskiego w 1973 r., mierzona dobrymi plonami żyta, wpływała w głównej mierze z wyjątkowo korzystnego układu warunków klimatycznych. Rząsa [38] stwierdził także, że gleby lekkie o niskim stopniu żyzności (mała zasobność w składniki pokarmowe, słaba aktywność biologiczna itd.) odznaczają się wysoką produktywnością w odniesieniu do niektórych zespołów roślinności leśnej. Również Prusinkiewicz [35, 37] przytacza przykład znacznie wyższej produkcji biomasy na glebach o niskim stopniu żyzności (np. piaski wydmore na wyspie Uznam) w porównaniu do gleb o znacznie lepszych właściwościach. Autor ten informuje o podobnych zjawiskach w różnych siedliskach Białowieskiego Parku Narodowego. Nasuwa się stąd oczywisty wniosek, że produktywność efektywna gleb musi być rozpatrywana w powiązaniu z gatunkiem i w coraz większym stopniu z odmianą roślin. Taki pogląd reprezentuje Primost [34], która doceniając wartość odmianową pszenicy w badanym plonie uważa, że żyzność gleby w klasycznym ujęciu nie może być miernikiem zdolności produkcyjnej pszenic, podkreślając równocześnie ogromną rolę regulatorów wzrostu (np. CCC), które poprzez zapobieganie wyleganiu zwiększyły plon ziarna o 60 procent. Stosowane powszechnie środki ochrony roślin przyczyniając się pośrednio do wzrostu plonów nie powodują zmian w żyzności ani utrwalaniu produktywności gleby. Produktywność efektywna gleby, kształtowana przez człowieka i mierzona plonem, uzależnio-

na jest od celowości, ilości, jakości i częstotliwości przeprowadzanych zabiegów i może być różna dla jednakowej gleby. Przykładem jest magnezowanie gleb lekkich [21], zwiększające znacznie szybciej produktywność niż samo wapnowanie.

Kwinichidze [30] grupuje czynniki produktywności potencjalnej gleb (próchnica, mineralna część gleby, sorpcyjne zdolności gleby, struktura gruzełkowata, klimat glebowy, biologiczne właściwości gleby) i przedstawia w formie równania o zależności funkcyjnej. Elementy produktywności potencjalnej ujmuje także wzorem, wśród których uwzględnia: składniki odżywcze, wodę, warunki powietrzne, termiczne i czas. Działalność człowieka zmienia wzajemny układ tych czynników i gleba nabywa produktywność efektywną. We wzorach uwzględnia się ilościowe, dynamiczne zróżnicowanie elementów produktywności, od których zależy kształtowanie się plonu biomasy w określonym siedlisku. Wycena liczbowa poszczególnych elementów produktywności jest niemożliwa (przynajmniej na obecnym etapie wiedzy) i stąd słusznie w zaproponowanych wzorach ogólnych nie stawia się znaków działania matematycznego. Podobne zależności przedstawia Jenny [22], określając np. plon jako funkcję stosunku do klimatu, rośliny, człowieka, gleby i czasu.

Ogólnie znane sformułowanie Mitscherlicha, ujęte w równanie matematyczne, wg którego plon jest funkcją określonego czynnika wzrostu przy optymalnym ukształtowaniu pozostałych czynników, budziło i nadal budzi coraz więcej kontrowersji. Köhnlein [27] widzi żyzność gleby jako czynnik określający potencjalną zdolność gleby do produkowania plonu, względnie wywierający istotny wpływ na jego poziom.

Stosunkowo szeroką dyskusję nad produktywnością gleb znajduje się w podręczniku Cooke [10]. Produktywność gleby wg tego autora to potencjał klimatu i siedliska, jak również żyzności gleby. Wyróżnia on produktywność potencjalną fitocenozy w tym lub innym siedlisku, określoną klimatem i położeniem, oraz produktywność faktyczną (zwaną przez innych autorów aktualną lub rzeczywistą), określaną żyznością gleby. Zgodnie z poglądem Kwinichidzego [30] Cooke podaje, że faktyczna produktywność gleby jest zawsze mniejszą od potencjalnej. Autor ten nie widzi większych trudności we wzbogacaniu gleby składnikami pokarmowymi. Doprowadzenie wody do określonych siedlisk eliminuje w zasadzie dodatkowy czynnik limitujący plon. Cooke podkreśla duże ograniczenie produktywności gleb poprzez klimat. W jego pojęciu produktywność gleb warunkują cztery zasadnicze cechy: morfologia profilu, właściwości fizyczne, właściwości ekonomiczne, właściwości biologiczne. Zwraca się uwagę na wiele odchyień, gdyż np. zawartość dostępnych składników pokarmowych w glebie i pH są efemeryczne, bowiem zamienia się ona przy stosowaniu wapnowania oraz nawożenia i jest mało przydatna w określaniu współzależności pomiędzy właściwościami chemicznymi a produktywnością gleb.



Szeroki przegląd literatury, dotyczący produktywności siedlisk leśnych [38], uwzględnia m.in. także skład mineraliczny, morfologię profilu glebowego, występowanie i rozmieszczenie warstw żelazistych, zawartość węglanów, głębokość zalegania wód i inne.

Lieberoth [31] nie wyodrębnia określenia produktywności gleby, natomiast zdolność plonowania rolniczo użytkowanych stanowisk nazywa efektywnością użytkowania gleby. Pojęcie to jest o tyle interesujące, że określa ono kształtowanie się plonu jako wynik żyzności gleby, klimatu oraz bezpośredniego nakładu pracy i obejmuje produktywność potencjalną oraz efektywną, związaną z działalnością człowieka.

Odum [32] wyróżnia produktywność w odniesieniu do ekosystemu, biocenozy lub jego części i rozpatruje ją pod kątem intensywności gromadzenia energii (w określonym czasie) w postaci substancji organicznej, głównie przez rośliny, dającej się zużytkować jako pokarm.

W rozpatrywaniu szerokiego zagadnienia produktywności gleb, nie można pominąć sposobu jej pomiarów. Za miarę wskaźnika produktywności gleby Prusinkiewicz [36, 37] przyjmuje ilość suchej masy roślinnej, wytworzonej w jednostce czasu na określonej powierzchni. Odum [32] jako ekolog rozróżnia liczne sposoby pomiaru produktywności gleby. W odniesieniu do pól uprawnych stosuje metodę zbioru plonu — zważenie i podanie jego wartości w przeliczeniu na jednostkę czasu (rok lub dzień) i powierzchnię. Metody pomiaru produktywności gleb zaproponowane przez Oduma i Prusinkiewicza są bardzo zbieżne. Jednakże z punktu widzenia oceny biologicznej poważne zastrzeżenie budzi wskaźnik produktywności gleby wyrażany poziomem plonu. Plon ten podaje się w postaci świeżej, wysuszonej masy, zbieranej często w różnych okresach wegetacji. Dotyczy on ziarna, słomy, nasion, owoców, pędów podziemnych i nadziemnych. Jeżeli produktywność gleb wyraża się nawet w postaci plonu suchej masy ziemniaków, buraków cukrowych, czy też roślin pastewnych, to każdy z tych plonów przedstawia inną wartość użytkową. Ocenę taką można by z powodzeniem stosować dla monokultur. Wydaje się, że dobrym wskaźnikiem produktywności gleb mogą być plony przeliczane na jednostki zbożowe, szczególnie w odniesieniu do roślin pastewnych.

Kształtowany poziom plonu w różnych warunkach produktywności poprzez podstawowe elementy (składniki pokarmowe, woda, warunki klimatyczne) może podlegać coraz większym wahaniom jakościowym, bardzo istotnym w odżywianiu organizmów żywych. Wobec tego w ocenie produktywności gleb, mierzonej masą plonów, powinien być uwzględniony jej element jakościowy, często znacznie ważniejszy niż sam poziom plonu.

Jednym z elementów produktywności gleb jest zawartość w nich przyswajalnych składników pokarmowych, zwany zasobnością. Gleby o małej i średniej zasobności odznaczają się z reguły mniejszą produk-

tywnością. Wiele gatunków i odmian uprawianych roślin w kraju zdolnych jest wydawać znacznie wyższe plony niż te, które uzyskuje się w chwili obecnej. Dzieje się tak dlatego, gdyż zawsze działa zespół innych czynników ograniczających produktywność naszych gleb. Pomimo że nawożenie mineralne jest jednym z podstawowych zabiegów przyspieszających i powiększających produktywność gleb, rolnik nie wynosi pewnych korzyści ze stosowania intensywnego nawożenia mineralnego, gdyż zaniedbuje albo nie potrafi optymalizować kompleksu zabiegów agrotechnicznych określających poziom plonu. W takiej sytuacji jeszcze z większą jaskrawością ujawnią się te czynniki, które w ekstensywnym systemie nawożenia nie wywierały istotnego wpływu na produktywność gleb. Przykładem ogromnych różnic produktywności ekosystemów uprawnych są dane Oduma [32], zestawione w tabeli 1, które wskazują na duże

Tabela 1

## Roczna produktywność ekosystemów uprawnych

Wyszczególnienie	g/m <sup>2</sup>
Pszenica, średnia światowa	344
Pszenica, średnia z obszarów o najwyższych plonach (Holandia)	1250
Ryż, średnia światowa	497
Ryż, średnia z obszarów o najwyższych plonach (Włochy, Japonia)	1440

możliwości zwiększania produktywności gleb. Nie można jednak nie doceniać ogromnego wpływu siedliska na plony owsa [29], gdzie w wieloletnich doświadczeniach przeprowadzonych w 11 punktach (Austria, Francja, Holandia, NRD, RFN, Szwajcaria) wykazano ogromne zróżnicowanie (20,0-47,3 q/ha ziarna).

Zmiany produktywności gleb określane plonem oraz ich niektórymi właściwościami fizycznymi i chemicznymi dokumentują najlepiej wieloletnie doświadczenia polowe. Z krajowych na uwagę zasługują 44-letnie wyniki badań w monokulturze żyta i ziemniaków przedstawione w tabeli 2 [40].

Kombinacje z pełnym nawożeniem mineralnym, a także w połączeniu z wapnowaniem odznaczają się najwyższym plonem suchej masy — największą produktywnością. Bardzo podobna zależność potwierdziła się w 75-letnich doświadczeniach z monokulturą żyta (wieczne żyto) na lekkiej glebie w Halle [40], co przedstawiono w tabeli 3.

Wieloletnie doświadczenia polowe (29 lat) ujawniły bardzo duży wpływ intensywnego nawożenia mineralnego na produktywność gleby lessowej. Wyniki zamieszczono w tabeli 4. Inne, wieloletnie doświadczenia (60 lat) ze zbożami na czarnych ziemiach w Bad — Lauchstädt (NRD) bardzo

Tabela 2

Średnie plony s.m. w q/ha z 44-letnich doświadczeń

Kombinacja nawożenia	Żyto, ziarno	Ziemniaki, bulwy
0	10,1	16,2
NaNO <sub>3</sub>	13,1	20,7
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	11,6	13,6
NK	12,9	26,5
NP	15,0	21,2
PK	11,5	22,2
NPK	17,0	33,4
Ca NPK	18,2	28,9
Obornik	17,1	32,2

Tabela 3

Suma plonów żyta w monokulturze  
za okres 75 lat

Kombinacja	t/ha
Bez nawożenia	273,1
N	383,8
PK	332,6
NPK	491,3
Obornik	485,8

Tabela 4

Plony w jednostkach zbożowych  
za okres 29 lat

Kombinacja	t/ha
Bez obornika	
0	75
NPK	121
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K	151
Na oborniku	
0	93
NPK	127
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K	148

dobitnie uwypuklają rolę nawożenia mineralnego w kształtowaniu plonów ziarna pszenicy ozimej i jęczmienia jarego [3]. Plony obrazuje tabela 5.

Tabela 5

Średnie plony ziarna zbóż (14% H<sub>2</sub>O) za okres 60 lat

Kombinacja	Pszenica oz. q/ha	Jęczmień j. q/ha
Bez obornika		
0	25,2	16,1
N	30,9	23,2
PK	25,4	19,1
NPK	39,3	30,9
Na oborniku — 200 q/ha		
0	35,5	24,6
N	40,3	29,4
PK	34,5	26,9
NPK	41,0	33,1

Wszystkie wyniki doświadczeń zamieszczone w tabelach 2-5 jednoznacznie potwierdzają wpływ nawożenia mineralnego na podnoszenie produktywności gleb, mierzonej plonami roślin uprawnych. Podobnych przykładów dodatniego wpływu nawożenia mineralnego na produktywność gleb można by przytoczyć znacznie więcej [11, 18, 19]. Nowych informacji dotyczących oddziaływania intensywnego nawożenia mineralnego na produktywność gleb dostarczą wkrótce doświadczenia polowe prowadzone w ośrodkach IUNG oraz w placówkach wyższych uczelni.

Produktywność gleb powiązana jest z jej właściwościami chemicznymi, fizycznymi, mikrobiologicznymi. Nawożenie mineralne w bardzo istotnym stopniu zmienia te właściwości. Potwierdzają to wyniki badań wielu autorów krajowych [8, 11, 12, 14, 18, 19, 20, 23].

Szybki wzrost intensywności nawożenia mineralnego w naszym kraju stawia konkretne pytanie odnośnie do górnej granicy stosowanych dawek nawozowych, nie powodujących obniżenia produktywności gleb i jakości plonów. Na tak istotne pytanie nie można uzyskać wiążącej odpowiedzi w chwili obecnej ani w bliższej, czy nawet dalszej przyszłości. Odpowiedź utrudnia zbyt duża liczba czynników wzajemnie oddziaływających na produktywność gleb, m.in. ogromna zmienność warunków klimatycznych. Wieloletnie doświadczenia (statyczne) krajowe (Skierniewice) oraz zagraniczne (Bad — Lauchstädt, Hale, Rothamsted) nie uwzględniły jeszcze zbyt intensywnego nawożenia mineralnego i w żadnym z tych badań nie wystąpiło zmniejszenie produktywności gleb spowodowane nawożeniem mineralnym. Przykładem mogą służyć plony względne suchej masy żyta w monokulturze za lata 1879-1968 z doświadczeń w Halle [24], zamieszczone w tabeli 6. Inne doświadczenia polowe (41 doświadczeń) i wazonowe z olbrzymimi dawkami potasu (166-1660 kg/ha oraz 0,08-15,0 g



Tabela 6

Plony względnie suchej masy żyta w monokulturze  
za lata 1879-1968

Kombinacja	Ziarno	Słoma	Razem
Obornik	100	100	100
NPK	97,5	102,7	100,9
Bez nawożenia	54,5	54,3	54,4

na wazon) z różnymi gatunkami roślin [45-47] nie wykazały ani spadku plonu, ani nawet tendencji w tym zakresie w kombinacjach z najwyższymi dawkami potasu w warunkach polowych przy jesiennym przyoraniu nawozów potasowych. Natomiast wysiew wiosenny soli potasowej obniżył plony ziemniaków w różnych latach, rozpoczynając od dawki 664 i 996 kg K/ha. Oczywiście w innych warunkach obniżające działanie na plony może wystąpić przy zupełnie innych poziomach nawożenia potasowego. Badania Wickę [45-47] potwierdzają jednoznacznie, że technika wprowadzenia nawozów do gleby przy intensywnym nawożeniu odgrywa bardzo istotną rolę (jesienne przyoranie). Nie można także pomijać dużego zróżnicowania wrażliwości roślin na wysokie dawki potasu w doświadczeniach wazonowych [46]. Autor ten grupuje rośliny według obniżającej się wrażliwości na duże dawki potasu w następującej kolejności: buraki cukrowe, rzepak, pszenica j. > żyto j., ziemniaki > jęczmień, owies.

Wprowadzone od niedawna uproszczenia w nawożeniu mineralnym, tzw. nawożenie systemem komasowanym lub „na zapas”, w którym jednorazowo stosuje się dawki fosforu i potasu odpowiadające w sumie ilościom przewidzianym w terminie 2-3-letnim [3], a nawet 6-letnim [5], zamiast corocznego nawożenia, nie tylko nie potwierdziły obaw zmniejszenia produktywności gleb, ale nawet spowodowały zwiększenie plonów w porównaniu do corocznego — tradycyjnego sposobu nawożenia. Wyniki tych badań nie potwierdzają więc obaw (przynajmniej w tym krótkim czasie) ujemnego oddziaływania wysokich jednorazowych dawek nawozów fosforowo-potasowych na produktywność gleb. Uzyskiwane obecnie plony w krajach o wysokim poziomie rolnictwa, np. w Holandii, nie stwarzają jeszcze konieczności wprowadzania tak dużych dawek nawozowych, mogących szkodliwie oddziaływać na produktywność gleb. Dawki te ustala się na podstawie rzeczywistych potrzeb pokarmowych roślin i stosuje z niewielkim nadmiarem, gwarantującym uzyskiwanie wysokich plonów w warunkach szczególnie sprzyjających.

Azot spośród makroelementów stosowanych w nawozach mineralnych, wykazuje w ostatnich latach największą dynamikę zużycia. Taki kierunek zużycia nawozów mineralnych obserwuje się we wszystkich krajach i to niezależnie od poziomu intensywności rolnictwa [43]. Jest to zgodne

z podstawowymi zasadami żywienia roślin, jak również z licznymi wynikami doświadczeń wazonowych i polowych, w których wykazano, że przy wprowadzaniu dużych dawek azotu stosunek N:P:K może być znacznie ciaśniejszy [9]. Kundler i in. [28] podają nawet optymalny stosunek składników w nawożeniu (tab. 7). Buchner [9] na przykładzie do-

Tabela 7

Optymalny stosunek N:P:K w nawożeniu przy zróżnicowanej dawce azotu

kg N/ha	N	P	K
20	1	0,43	1,49
40	1	0,43	1,16
60	1	0,39	1,00
80	1	0,35	0,91
100	1	0,33	0,83
120	1	0,31	0,75

świadczeń wazonowych i polowych podaje lepsze wykorzystanie fosforu i potasu przez rośliny przy ciaśniejszym stosunku N:P:K. Tenże sam autor powołując się na Bogusławskiego przytacza optymalny stosunek NPK przy zróżnicowanym nawożeniu azotowym (tab. 8). Wynika z tego, że

Tabela 8

Optymalny stosunek N:P:K w zależności od poziomu nawożenia azotowego

Nawożenie azotowe	N	P	K
Słabe	1	1,00	1,4
Średnie	1	0,75	1,2
Silne	1	0,75	1,1

nie tylko intensywne nawożenie, ale także stosunek azotu do fosforu i potasu wpływać będzie w przyspieszonym tempie na produktywność gleb. Jest to zrozumiałe, bowiem w przyroście biomasy potrzeby pokarmowe roślin w stosunku do azotu wzrastają szybciej niż do fosforu, potasu i innych składników.

Chociaż w naszych warunkach długo jeszcze nie grożą nam skutki przenawożenia gleb, nie można jednak obojętnie przyglądać się losowi składników pokarmowych, stosowanych często z pewnym nadmiarem. Szczególnym zainteresowaniem muszą być objęte te składniki, które są wypłukiwane w głąb do wód gruntowych (np. azot, potas, sód, wapń, magnez, chlorki, siarczany) i w ten sposób mogą zanieczyszczać środowisko i w konsekwencji stopniowo obniżać produktywność gleb. Zapoczętkowany w naszym kraju kierunek badań nad następczym działaniem

dużych dawek nawozów mineralnych jest niezmiernie cenny, bowiem pozwala na bliższe wyjaśnienie losu składników pokarmowych wprowadzanych w nadmiarze i nie wykorzystanych przez rośliny w pierwszym roku [13, 25, 44]. Badania przeprowadzone za pomocą  $N^{15}$  [4] wykazały, że na niektórych glebach w miarę wzrostu dawki azotu znakowanego uruchamiał się w glebie azot uprzednio niedostępny dla roślin. Być może, ta metoda wyjaśni zbyt słabe wykorzystanie azotu (często nie przekraczające 40%) przy stosowaniu jego dużych dawek.

Ustalane w różny sposób potrzeby nawożenia roślin (także za pomocą maszyn elektronowych) nie pomijają nigdy pewnego nadmiaru lub niedoboru składników. Niedobór składników zmniejsza potencjalną możliwość uzyskania wysokich plonów, nadmiar składników zaś może być pobrany przez roślinę w zbyt dużej ilości, niepotrzebnej do wyprodukowania wysokiego plonu masy, może też być częściowo zatrzymywany w glebie, względnie przemieszczany do jej głębszych warstw. Stąd też intensywne nawożenie mineralne musi być rozpatrywane w powiązaniu ze zdolnością samoregulacji gleby w aspekcie zachowania jej wysokiej produktywności.

Kształtowanie się zmian właściwości fizycznych, chemicznych i mikrobiologicznych gleb w wyniku intensywnego nawożenia mineralnego powinno być tematem odrębnego opracowania.

#### LITERATURA

1. Andreae B.: Die Bodenfruchtbarkeit in den Tropen. Verlag P. Parey 1965.
2. Ansorge H.: Untersuchungen über die „Vorratsdüngung“ mit Phosphorsäure und Kali. Z. landwirtsch. Versuchs u. Untersuchungswes. 9, 1963, s. 467-473.
3. Ansorge H.: Nährstoffaufnahme und Nährstoffbilanzen im „Statischen Düngungsversuch“ Lauchstädt nach 60 jähriger Versuchsdauer. Albrecht-Thaer-Archiv B. 9. H. 3, 1965, s. 631-650.
4. Atanasiu N.: Zur Frage der Ausnutzung des Bodenstickstoffs durch die Pflanze. Stikstof-Dutch Nitrogenous Fertilizer Review 12, 1968, s. 17-21.
5. Aufhammer G., Knobloch W.: Ergebnisse eines Phosphorsäure-Steigerungs- und Vorausdüngungs-Versuches auf Ackerland im Voralpengebiet. Die Phosphorsäure 26, 1966, s. 161-173.
6. Boguslawski E.: Zur Entwicklung des Begriffes Bodenfruchtbarkeit. Z. Pflanzenernähr, Düng. Badenkunde 108, H. 2, 1965, s. 97-115.
7. Boguslawski E.: Wachstumsfaktoren. Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung. Erster Band, zweite Hälfte 1972.
8. Boguszewski W., Gosek S., Grześkiewicz H.: Wyniki doświadczeń z wysokimi dawkami fosforu i potasu w Zakładach Doświadczalnych IUNG cz. I. Pam. Puł. z. 42, 1971, s. 55-88.
9. Buchner A.: Neue Wege der Düngung im Intensivbetrieb. DLG — Verlag/Frankfurt a. Main 1964 s. 1-94.
10. Cooke G. W.: The control of soil fertility. London 1967.
11. Czekański A.: Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego na plony roślin oraz niektóre właściwości gleby lekkiej. Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk t. XI, z. 1, 1962, s. 49-88.

12. Czuba R.: Wpływ nawożenia organicznego i mineralnego na niektóre właściwości gleby. *Rocz. Nauk rol. A. t. 94, z. 1, 1967, s. 13-53.*
13. Deja L.: Działanie następce azotu w moczniku w porównaniu do saletry amonowej. *Praca doktorska. Inst. Gleb. i Chemii Rolnej AR Poznań 1971.*
14. Dobrzański B.: Einfluss der Düngung auf den Humusgehalt des Bodens. *Z. Pflanzenernähr., Düng. Bodenkunde B. 84, 1959.*
15. Fiedler H., Reissig H.: *Lehrbuch der Bodenkunde. Fischer-Verlag, Jena 1964.*
16. Finck A.: *Tropische Böden. Parey-Verlag 1963.*
17. Frese H.: Zur Nomenklatur, Definition und Messung ackerbaulich wichtiger, physikalischer Bodeneigenschaften. *Landw. Forsch. 14 Sonderheft. 1960, s. 1-6.*
18. Gajek F.: Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego na plony roślin uprawnych oraz niektóre zmiany właściwości chemicznych gleby. Cz. II. Właściwości chemiczne gleby. *Pam. Puł., z. 41, 1970, s. 41-69.*
19. Gajek F.: Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego na plony roślin uprawnych oraz niektóre zmiany właściwości chemicznych gleby. Cz. II. Właściwości chemiczne gleby. *Pam. Puł., z. 42, 1971, s. 37-53.*
20. Górski M., Kuszelewski L.: Wpływ nawożenia organicznego i mineralnego na zawartość substancji organicznej i skład próchnicy glebowej w świetle 38-letnich doświadczeń w Skierniewicach. *Rocz. glebozn. t. 13, 1963, s. 323-341.*
21. Jaśkowski Z.: Efektywność nawożenia magnezowego na glebach lekkich. Cz. I. Przeciętą efektywność nawożenia magnezowego pod żyto. *Pam. Puł., z. 24, 1967, s. 97-121.*
22. Jenny H.: *Faktory poczwobrazowania. Moskwa 1948.*
23. Kleszczycki A., Kozakiewicz A., Łakomic J.: Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego i obornika na substancję organiczną gleby w świetle 44-letnich doświadczeń. *Rocz. glebozn. t. 17, 1967, s. 229-241.*
24. Kolbe G., Stumpe A.: Neunzig Jahre „Ewiger Roggenbau” *Albrecht-Thaer-Archiv 13, 1969, s. 933-949.*
25. Kolbe G., Garz J., Stumpe H.: Zu einigen Problemen des Mineraleinsatzes, insbesondere des N-Einsatzes, bei der sozialistischen Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion. *M. Luther — Universität Halle — Wittenberg Sektion Pflanzenproduktion. Oktober 1972, s. 241-262.*
26. Kowaliński S.: Podstawowe rozważania na temat żyzności gleb. *Post. Nauk rol., 6, 1962, s. 1-17.*
27. Köhlein J.: Zur Kennzeichnung und begrifflichen Formulierung der Beziehungen zwischen Ertragsbildung und Bodenfruchtbarkeit. *Z. Pflanzenernähr., Düng. Bodenkunde 108, z. 2, 1965, s. 138-149.*
28. Kundler P. i in.: *Minerale Düngung. VEB. DLV — Berlin 1970.*
29. Kürten W. P., Ganssmann W.: Einfluss von Standort und Düngung auf Ertrag und Qualität von Hafer: *Zeitschr. f. Acker und Pflanzenbau B. 123, H. 2, 1965/1966, s. 121-144.*
30. Kwinichidze M.: Żyzność gleb jako podstawowe zagadnienie gleboznawstwa i agrochemii. *Zjazd Naukowy PTG w Gdańsku 1957.*
31. Lieberath J.: *Bodenkunde — Bodenfruchtbarkeit, Deutscher Landwirtschaftsverlag 1969.*
32. Odum E. P.: *Podstawy ekologii (przekład z angielskiego) PWRiL 1963.*
33. Owssia E., Wilberg E., Michael G.: Die Wirkung einer 30 jährigen Mineral und Stallmistdüngung auf den Phosphorsäure — Bindungszustand eines Filderlehm-bodens. *Z. Pflanzenernähr., Düng. Bodenkunde B. 113, H. 2, 1966.*
34. Primost E.: Einzelfaktoren der Ertragsbildung und Bodendurchdringung. *Zeitschr. f. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkunde 108, H. 2, 1965, s. 144-156.*
35. Prusinkiewicz Z.: Biologiczne aspekty zagadnienia żyzności gleb. *Zesz. probl. Post. Nauk rol. z. 40a, 1963, s. 293-312.*



36. Prusinkiewicz Z.: Mały encyklopedyczny słownik gleboznawczy. Uniwersytet M. Kopernika, Toruń 1970.
37. Prusinkiewicz Z.: Die Zahl der auf dem Minimi — Areal vorkommenden Gefässpflanzenarten als Mass für die Fruchtbarkeit der Waldböden. Sonderdruck aus Gesellschaftsmorphologie Junk — Verlag Haag 1970, s. 282-296.
38. Rząsa S.: Badania terenowe i laboratoryjne nad produktywnością gleb leśnych wytworzonych z piasków luźnych w nadleśnictwie Osiek. Folia Forest. Pol. Ser. A, z. 8, 1969.
39. Scheffer F., Lieberoth J.: Bodenfruchtbarkeit und Bodenertragsfähigkeit 10 Sonderheft der Zeitschrift „Landwirtschaftliche Forschung“ 1957, s. 1-7.
40. Schmalfluss K.: Der Feldversuch „Ewiger Roggenbau“ in Halle. Die Phosphorsäure B. 17, 1957, s. 133-143.
41. Szczurek J.: Wpływ wieloletniego nawożenia na zawartość związków fosforowych w glebie pod monokulturą żyta i ziemniaków. Roczn. glebozn. t. 24, z. 2, 1973, s. 429-467.
42. Terlikowski F. K.: Prace wybrane z dziedziny gleboznawstwa chemii rolnej i nawożenia. PWRiL 1958.
43. Tuchołka Z.: Azot w żywieniu roślin. Konferencja naukowa. Poznań 1971.
44. Tuchołka Z.: Badania w toku od 1971 r.
45. Wicke H.: Zur Abhängigkeit der Wirkung hoher Kaliumgaben von der Beidüngung mit anderen Nährstoffen Albrecht-Thaer-Archiv 12, 1968, s. 917-929.
46. Wicke H.: Wirkung hoher Kaliumgaben auf Ertrag und Nährstoffgehalt von Gefässpflanzen. Albrecht-Thaer-Archiv 12, 1968, s. 903-916.
47. Wicke H.: Wirkung hoher Kaliumgaben auf den Ertrag und einige Qualitätsmerkmale landwirtschaftlicher Kulturpflanzen (Ergebnisse von Feldversuchen) Albrecht-Thaer-Archiv. 12, 1968, s. 889-902.

*К. Лехманн*

## ЕСТЕСТВЕННАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПОЧВ И ЕЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ

### Резюме

Обсуждается понятие производительности почв на фоне других определенных часто употребляемых в почвоведении и агрохимии. Уделяется внимание взаимодействию комплекса факторов обуславливающих производительность почв (почва, климат, растения, человек). Производительность почвы — это сумма почвенных свойств рассматриваемая в динамическом подходе, позволяющем обеспечить все необходимые для роста растений факторы в вегетационный период. Последствием этого является производство биомассы, способность к которому обеспечивается с помощью комплекса экологических факторов. В труде подчеркивается необходимость унификации показателя производительности, выражаемого в единицах сухого вещества растений произведенного за определенное время на данной площади.

Приводятся результаты многолетних отечественных и зарубежных исследований, ведущие к бесспорному заключению, что минеральное удобрение в сравнении с навозом не снижает производительности почв измеряемой уровнем получаемых урожаев. Однако переудобрение почвы, например калием, может приводить к снижению урожаев, что обусловлено в значительной степени техникой внесения удобрений. Установлено различное реагирование растений на высокие дозы калия. Установлена необоснованность опасений относительно сни-

жения производительности почв при их удобрении способом массового внесения („в запас”). Обоснована правильность снижающегося соотношения N:P:K по мере повышения интенсивности азотного удобрения. Это способствует лучшему использованию фосфора и калия, а тем самым позволяет получать более высокие урожаи. Установлено, что излишки минеральных удобрений могут приводить к загрязнению почвенной среды, если не будут использованы последующими культурами.

*K. Lehmann*

NATURAL PRODUCTIVITY OF SOILS AND ITS CHANGES  
UNDER INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZATION

Summary

The notion of soil productivity is discussed against the background of other definitions, frequently used in soil science and agricultural chemistry. An attention is drawn to interaction of a set of factors being of importance for the soil productivity (soil, climate, plant, man). The soil productivity is a sum of soil properties in dynamical approach, enabling to ensure all the factors necessary for plant growth in the course of growing season. It results in the production of biomass, the ability to which is ensured by the set of ecologic factors. In the work the necessity of unification of the productivity index, measured in plant bulk dry matter units, produced within a definite time interval on the given area, is stressed.

The results of long-term home and foreign investigations proved undauntedly that the mineral fertilization as compared with farmyard manure would not decrease the soil productivity measured by the obtained yield level. An overfertilization, however, e.g. with potassium, can lead to a yield decrease, what would depend to a considerable degree on the technique of fertilizer introduction into soil. A different response of plants to high potassium rates has been found. The threat of a soil productivity drop at application of the massy fertilization system ("by store") has been proved unjustified. The correctness of the decreasing N:P:K ratio along with an increase of the nitrogen fertilization intensity has been ascertained. It causes, namely, a better phosphorus and potassium utilization by plants, and consequently allows to get higher yields. It has been found that an excess of the mineral fertilizers residues in soil can lead, unless utilized by aftercrops, to the soil medium contamination.