

ZBIGNIEW PRUSINKIEWICZ, WITOLD PLICHTA

## NAUKOWE PROBLEMY ŻYZNOŚCI GLEB LEŚNYCH I KRYTERIA JEJ ILOŚCIOWEJ OCENY

Zakład Gleboznawstwa Uniwersytetu im. Mikołaja Kopernika w Toruniu

### I

Współczesne osiągnięcia biologii zmuszają do rewizji wielu dotychczasowych, głęboko nieraz zakorzenionych poglądów na istotę żyzności gleb w ogóle, a gleb leśnych w szczególności. Wyniki różnorodnych badań i dociekań, nagromadzone z biegiem lat przez poszczególne gałęzie nauk przyrodniczych, wymagają w tym celu syntetycznego opracowania z gleboznawczego punktu widzenia.

Niniejsza publikacja zawiera próbę takiego opracowania.

O aktualności i ważności poruszonych tu zagadnień może świadczyć m. in. ich ścisły związek z kręgiem problemów ujętych w Międzynarodowym Programie Biologicznym, opracowywanym obecnie przez International Council of Scientific Unions (Petrusewicz [27]).

### II

Jedną z pierwszych naukowych definicji żyzności dał Ramann [34], określając żyzność jako „sumę wszystkich fizycznych i chemicznych właściwości gleby”. Ramann nie konfrontował jednak tych właściwości z odpowiednimi edaficznymi wymaganiami roślin i rozpatrywał żyzność jako całkowicie niezależną cechę samej gleby.

Słuszne było natomiast potraktowanie fizycznych cech gleby jako równorzędnych z właściwościami chemicznymi. W innych definicjach żyzności pochodzących z tego okresu znajdujemy bowiem często jednostronne przecenianie znaczenia chemicznych właściwości utworu glebowego<sup>1</sup>, co

---

<sup>1</sup> Zdarzało się również, choć stosunkowo rzadziej, jednostronne przecenianie znaczenia właściwości fizycznych. Na przykład Albert wiązał żyzność z zawar-

niewątpliwie pozostawało w związku z trwającym od czasów Liebiga szybkim rozwojem chemii rolnej i z dużymi efektami osiągniętymi w rolnictwie dzięki nawozom mineralnym.

Przykładem takiego pojmowania żyzności w naszej literaturze może być sformułowanie *Miklaszewskiego* [21], utożsamiające żyzność z zawartymi w glebie zasobami składników pokarmowych. Ujęcie to znajduje wśród polskich uczonych do dziś pewną liczbę zwolenników (por. np. *Tomaszewski* [40]). Podobne pojmowanie żyzności utrzymuje się także w literaturze anglosaskiej, jak to widać z następującej definicji, podanej w znanym podręczniku *Buckmana i Bradyego* [3]: „Termin żyzność (Fertylity) odnosi się do nieodłącznej zdolności każdej gleby, polegającej na dostarczaniu roślinom składników odżywczych w odpowiednich ilościach i stosownych proporcjach”.

Odzwierciedleniem tego rodzaju poglądów na gruncie leśnictwa jest między innymi dość powszechne jeszcze mniemanie, jakoby istniała ścisła zależność pomiędzy zawartością glinokrzemianów w glebach piaskowych a bonitacją porastających tę glebę drzewostanów sosnowych (por. *Kundler* [16]).

Identyfikowanie żyzności gleb z zasobnością w składniki odżywcze, choć w gruncie rzeczy niesłuszne, miało w swoim czasie tę pozytywną stronę, że wniosło (co prawda tylko pośrednio) pewien moment ekologiczny do pojmowania zagadnień żyzności.

W formie jasnej i zdecydowanej moment ten pojawia się jednak dopiero w ogólnie znanej definicji *Wiliamsa* [43], zgodnie z którą żyzność jest to „zdolność gleby do zaspokajania w mniejszym lub większym stopniu potrzeb roślin w stosunku do edaficznych czynników ich życia — mianowicie wody i pokarmu”.

To lapidarne określenie do chwili obecnej nie straciło swej aktualności<sup>2</sup> i stało się punktem wyjścia dla wielu nowych i najnowszych definicji żyzności.

Tak na przykład *Terlikowski* w swej świetnej pracy „Moment biologiczny zagadnienia żyzności gleb a teoria *Wiliamasa*” [38] stwierdza, że pojęcie żyzności „łączy się ściśle z ogółem cech glebowych i jest ich biologiczną wypadkową”. Zdanie to, stanowiące swego rodzaju syntezę definicji *Ramanna i Wiliamsa*, ilustruje *Terlikowski*

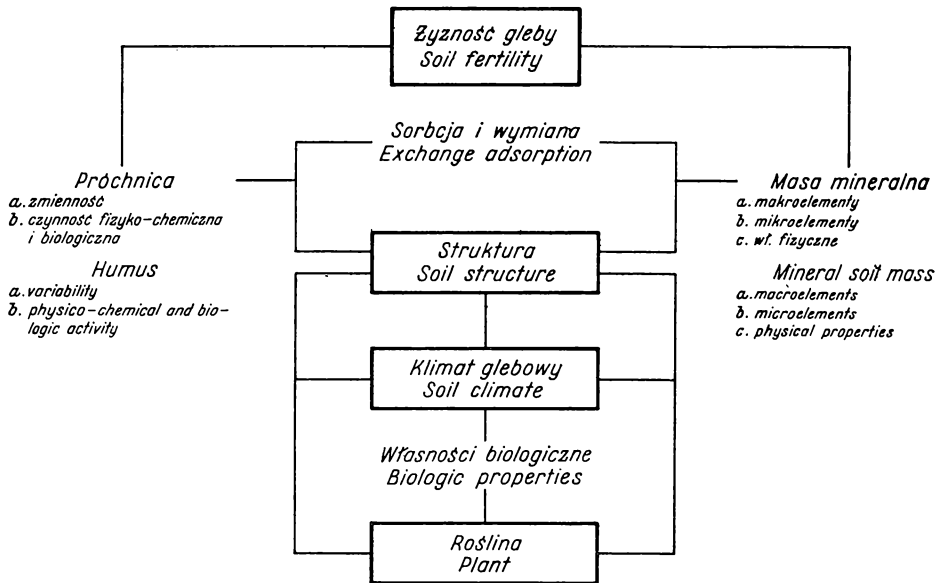
---

tością w glebie frakcji mechanicznej o średnicy mniejszej od 0,25 mm. Zwolennikiem poglądów *Alberta* jest w Polsce *K. Kuźniar*.

<sup>2</sup> Zastrzeżenie budzi natomiast teza *Wiliamsa* o żyzności jako cesze decydującej o jakościowej odrębności gleby w stosunku do innych utworów naturalnych. Zdolność zaspokajania wymagań wielu organizmów posiada między innymi również na przykład środowisko wodne.

graficznym schematem, który wyjaśnia znaczenie i wzajemne powiązanie poszczególnych cech składających się na żyzność gleb (rys. 1).

Przypisując decydującą rolę w kształtowaniu żyzności gleb czynnikiem biologicznym Terlikowski przedstawia je ponadto w formie rozwiniętej na oddzielnym wykresie (rys. 2). Oba schematy są tak przejrzyste, że powtarzanie na tym miejscu za ich autorem wyjaśnień, zawartych w oryginale pracy, wydaje się zbędne.

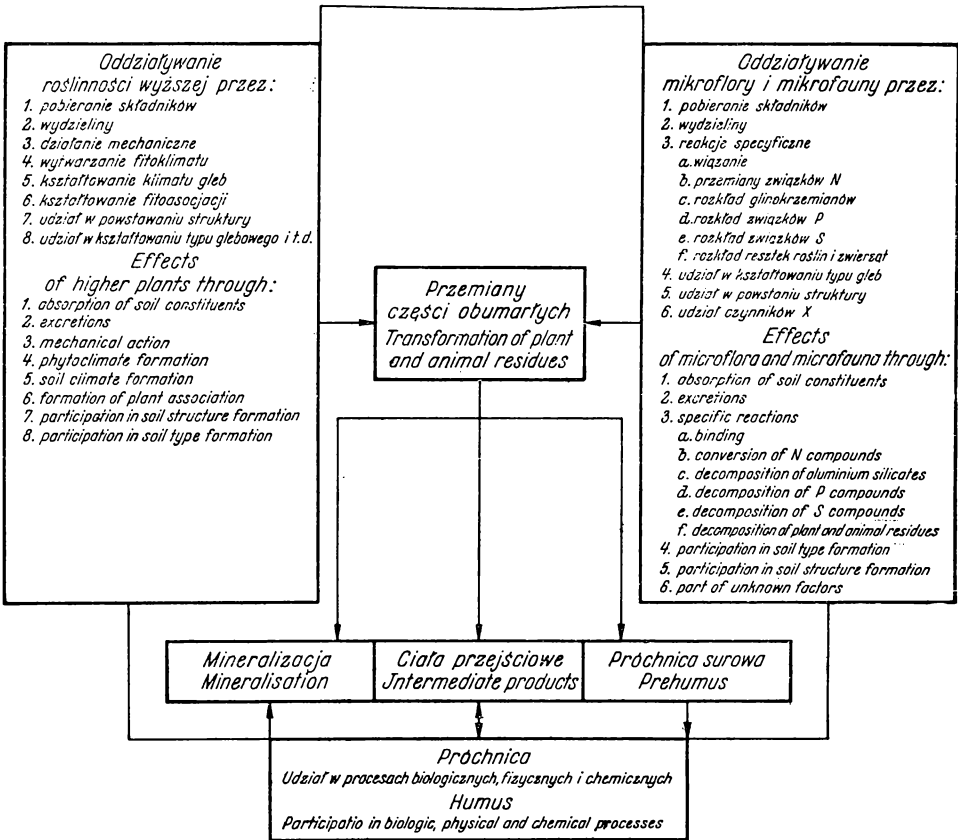


Rys. 1. Elementy żyzności gleb (wg Terlikowskiego)  
Elements of soil fertility (after Terlikowski)

„Rośliny” oraz ich „edaficzne wymagania” ujmowane jeszcze przez Wiliama w sposób dość abstrakcyjny, bardziej konkretnie potraktowane zostały w definicji Karpińskiego [14]: „Żyzność — to zdolność gleby do bezpośredniego zaspokajania potrzeb roślin określonego gatunku i odmiany pod względem wody, składników odżywczych, odczynu, środowiska itp. w ciągu całego okresu wegetacyjnego”.

Ponieważ edaficzne wymagania są na ogół u różnych gatunków i odmian roślin różne, przeto ujęcie powyższe wprowadza do definicji żyzności pewne elementy relatywizmu i nasuwa wniosek, że żyzność gleby powinna być rozpatrywana dla każdego gatunku oddzielnie.

Tę samą relatywistyczną tendencję można dostrzec również u Kwiniuchidze [17], choć autor ten nie mówi o gatunkach i odmianach, lecz o zespołach roślin. Przedstawiając i rozwijając poglądy Terli-



Rys. 2. Czynniki biologiczne żyzności gleb  
 Biologic factors in soil fertility

kowskiego w pracy „Żyzność gleb jako podstawowe zagadnienie gleboznawstwa i agrochemii” [17] Kwinichidze definiuje żyzność jako „...sumę 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”. W ujęciu tym na szczególną uwagę zasługuje fragment końcowy, w którym autor uwzględnia sezonową i stadialną zmienność edaficznych wymagań roślin. Pewnym krokiem wstecz w stosunku do definicji Williamsa jest natomiast nawrót do ramannowskiej koncepcji: żyzność = suma właściwości. Jako niezbyt szczęśliwą należy również uznać podjętą w tej samej pracy próbę wyrażenia żyzności w postaci funkcji wielu zmiennych:

$$Pp = \frac{f(a, w, l, g, t... n)}{\text{masa organiczna}}$$

gdzie:

$P_p$  — potencjalna produktywność (K w i n i c h i d z e utożsamia żyzność z potencjalną produktywnością w sensie M a r k s a [19]),

$a$  — składniki odżywcze,

$w$  — woda,

$l$  — warunki powietrzne,

$q$  — warunki termiczne,

$t$  — czas,

$n$  — ilościowe dynamiczne różnicowanie elementów produktywności.

We wzorze tym masa organiczna znalazła się w mianowniku. Powstaje więc paradoksalna sytuacja: im większa produkcja masy roślinnej, tym mniejsza byłaby żyzność danej gleby.

W nieco innym kierunku rozwija klasyczną definicję Wiliamsa znany gleboznawca i leśnik niemiecki E h w a l d [6, 7]. W jego ujęciu definicja ta brzmi: „Żyzność gleby jest to zdolność utworu glebowego do zaspokajania potrzeb życiowych roślin w ramach możliwości stwarzanych przez pozostałe czynniki siedliskowe”. E h w a l d daje w ten sposób wyraz słusznemu, naszym zdaniem, pogładowi, że żyzność powinna być rozpatrywana na tle pozostałych elementów siedliskowych. Pogląd ten zdaje się podzielać również L a a t s c h [18] stwierdzając, że „żyzność gleby jest czynnikiem, który współokreśla plon roślin”.

Podobną myśl zawiera nienajszczęśliwsza w formie definicja S c h e f e r a i L i e b e r o t h a [37]: „Żyzność gleby jest to współdziałanie utworu glebowego we wzroście, rozwoju i plonie roślin”. To ostatnie sformułowanie zaakceptował również K o w a l i Ń s k i [15] w referacie „Podstawowe rozważania na temat żyzności gleb”, wygłoszonym na posiedzeniu Komitetu Gleboznawstwa i Chemii Rolnej PAN w dniu 21.V.1962<sup>3</sup>.

Na tle ogółu elementów siedliska rozpatruje żyzność gleby również B o g u s ł a w s k i [2], który proponuje następującą definicję: „Żyzność gleby jest to każdorazowa równowaga dynamicznego układu sił glebowych, klimatu i roślinności. Równowaga ta, przy współdziałaniu zabiegów uprawowych, decyduje o poziomie produktywności danej gleby”.

Analizując w świetle przytoczonych definicji ewolucję pojęcia „żyzność gleby” widzimy, że w ostatnich czasach wielu autorów odchodzi stopniowo od tradycyjnego traktowania żyzności jako samodzielnej cechy, uwarunkowanej jedynie fizycznymi i chemicznymi właściwościami utworu glebowego. Coraz częściej natomiast — i chyba słusznie — żyzność rozpatrywana jest w aspekcie ekologicznym, jako zdolność gle-

<sup>3</sup> Warto przypomnieć, że w dyskusji, jaka wówczas się rozwinęła, Strzemiński podał jeszcze jedną próbę definicji, określając żyzność jako „zdolność gleby do utrzymywania względnie zwartej szaty roślinnej”.

by do zaspokajania wszystkich edaficznych wymagań określonych roślin lub fitocenoz z jednoczesnym uwzględnieniem wpływu pozostałych czynników siedliskowych.

Rygorystycznie rzecz biorąc powinno się wobec tego mówić raczej o żyzności siedliska, a nie o żyzności gleby. To ostatnie określenie utrzymuje się w potocznym języku i w literaturze fachowej głównie siłą tradycji, a także dlatego, że efekty produkcyjne uważane za miarę żyzności określonych siedlisk lub gleb przeliczamy z reguły na jednostkę powierzchni (np. hektar, minimiareal itp.). Termin „żyzność gleby” jest też niejednokrotnie wygodny dla gleboznawcy, gdy pragnie on myślowo wyodrębnić udział warunków edaficznych spośród wszystkich innych czynników decydujących o rozwoju i wzroście roślin. Należy jednak zawsze pamiętać, że takie abstrahowanie wpływu czynników glebowych od całości warunków siedliskowych jest swego rodzaju fikcją, a chwilowy układ pewnych właściwości gleby, korzystny w jednych okolicznościach, może się okazać niekorzystny w innych (E h w a l d [7]).

### III

O ile samo pojęcie żyzności uległo już ostatnio pewnej krystalizacji, jak to widać z podanego wyżej, niepełnego zresztą, przeglądu odnośnej literatury, o tyle sprawa ilościowej oceny aktualnego poziomu żyzności danej gleby czy siedliska jest nadal mocno dyskusyjna. Wskazówki, jakie na ten temat znajdujemy w publikacjach, są zwykle bardzo ogólnikowe i niewiele wyjaśniają. Przykładem może być następujący cytat, zaczerpnięty ze znanej książki Russella [36]: „Gleba żyzna jest to taka gleba, która jest dobrym siedliskiem dla wzrostu roślin”.

Takimi samymi ogólnikami operuje również La a t s c h [18], podając charakterystykę żyzności gleby leśnej: „Gleba o wysokiej żyzności posiada zdolność pełnego zaspokajania pielęgnowanych drzewostanów, rosnących na właściwych dla siebie siedliskach, w to wszystko, co drzewostany te dla swego wzrostu i rozwoju z gleby pobierać muszą, mianowicie wodę, ciepło, tlen i mineralne składniki odżywcze”.

I to określenie, podobnie jak poprzednie, nie zawiera jasnych kryteriów dla obiektywnej oceny poziomu żyzności konkretnej gleby.

Niektórzy gleboznawcy reprezentują wręcz pogląd, że żyzność jest cechą niewymierną. Przedstawicielem tej opinii jest między innymi K w i n i c h i d z e [17], który stwierdza, że żyzność „...nie da się wyrazić żadną wielkością liczbową...”.

E h w a l d [7] nie neguje wprawdzie możliwości pomiaru, lecz twierdzi, że żyzność, podobnie jak każda inna zdolność (potencja), może być ilościowo oceniana jedynie w sposób pośredni na podstawie swych prze-

jawów. Z poglądem tym można się zgodzić, bo ekologia nie dysponuje dotychczas możliwościami ogarnięcia bezpośrednią analizą całego kompleksu fizycznych, chemicznych i biologicznych parametrów, których funkcją jest żyzność. Jednak i te spośród proponowanych dotychczas wskaźników, które mają ułatwić pośrednią ocenę żyzności, budzą z reguły wiele zastrzeżeń.

W praktyce leśnej, jako wskaźnik tzw. bonitacji siedliska, służy, jak wiadomo, średnia wysokość drzewostanu, odniesiona do gatunku i wieku. Ale już Plinius [28] polemizując z opiniami zawartymi w dziełach Teofrasta pt. „Opis roślin” i „Przyczyny wzrostu roślin”, pisał w *Historii Naturalnej*: „Wcale nie musi być żyzna ta ziemia, na której pyszną się wysokie drzewa; bo może tylko tym drzewom ona dogadza?”.

W rolnictwie rolę takiego wskaźnika pełni najczęściej wielkość plonów roślin uprawnych. Lecz to utylitarne kryterium, jeśli nawet wystarcza dla niektórych celów praktycznych, jest bezwartościowe z teoretycznego punktu widzenia. Bo w jednych przypadkach rolnik nazywa plonem nadziemne pędy roślin, w innych — pędy podziemne, jeszcze w innych — tylko nasiona lub owoce, czasem — zielone liście, to znów zdrewniałe łodygi.

Niewiele lepiej przedstawia się zresztą sprawa, jeśli jako wskaźnik żyzności gleb czy siedlisk przyjmujemy całą wyprodukowaną biomasa. Zdarza się bowiem niekiedy, że gleby, których w żadnym razie nie można uznać za żyzne, produkują biomasy więcej niż gleby pod każdym względem lepsze.

Tak na przykład roczna produkcja substancji roślinnej na oligotroficznym torfowiskach wysokich może być zdumiewająco wielka. Według Overbecka i Happacha [25] waha się ona w zależności od dominującego gatunku *Sphagnum* od 2 do 10 ton/ha.

Ogromna może być także produkcja biomasy na glebach ukształtowanych z ubogich piasków wydmych. Jak wykazały nasze badania (Prusinkiewicz [29]), przeprowadzone na wydmach nadmorskich w nadleśnictwie Świnoujście, roczna produkcja suchej masy nadziemnych części paproci w borze mieszanym z orlicą (*Periclymeno-Quercetum pteridetosum*) wynosiła 14—15 ton/ha.

W celu porównania warto dodać, że przy bardzo dobrych plonach pszenica produkuje około 9,5 t suchej masy, a buraki cukrowe 12 t/ha, przy czym ujęta jest łącznie masa nadziemnych i podziemnych części roślin.

Ciekawe pod tym względem są również wyniki obserwacji przeprowadzonych przez Dąbrowskiego [5] w różnych siedliskach Białowieskiego Parku Narodowego. Według tych badań roczna produkcja bio-

masy runa jest w żyznych grondach 2—3-krotnie mniejsza niż w borach, gdzie wynosi 5,6 t/ha.

Przy oznaczeniach biomasy wytwarzanej przez rośliny drzewiaste wyłaniają się dodatkowe trudności, gdyż w tym przypadku stosuje się, jak wiadomo, pomiar objętościowy. Wyniki uzyskane tą metodą jeszcze mniej nadają się do porównywania żyzności siedlisk, co uwidacznia się zwłaszcza wtedy, gdy trzeba zestawiać przyrosty lekkiego i porowatego drewna, tzw. gatunków szybko rosnących (np. topoli), z przyrostami ciężkiego i „zwartego” drewna drzew rosnących powoli (np. dębu).

Zamiast wagowego czy objętościowego oznaczania wyprodukowanej biomasy proponuje ostatnio Hoffmann [13] pomiar ilości kalorii związanej w masie roślinnej i spodziewa się uzyskać w ten sposób niejako „wspólny mianownik”, umożliwiający porównywanie wyników. Byłoby to postępowanie analogiczne do przeliczeń na tzw. jednostki zbożowe (lub skrobiowe, owsiane itp.), stosowane przy ocenie wartości pokarmowej pasz. Lecz kaloryczność produkowanych substancji organicznych jest cechą gatunkową poszczególnych roślin i w żadnym przypadku nie może zależeć wyłącznie od żyzności gleb ani też vice versa — wskazywać poziomu żyzności.

Wśród uczonych zajmujących się biologią gleby dość dużą popularnością cieszy się inny pogląd, w myśl którego ilościowym wskaźnikiem poziomu żyzności może być liczba organizmów bytujących na określonej powierzchni lub w określonej objętości danej gleby (tzw. abundancja)<sup>4</sup>.

Tak na przykład znany pedozoolog austriacki Franz [10] pisze na ten temat, co następuje: „...zagęszczenie drobnych zwierząt w glebie stanowi godną zaufania miarę żyzności. Jeżeli zagęszczenie drobnych zwierząt jest w jakiejś glebie małe, można oczekiwać tylko niewielkich plonów z tej gleby, jeżeli natomiast jest wysokie, to również żyzność danej gleby jest z natury wysoka”.

Powszechnie jest również mniemanie o istnieniu analogicznej współzależności pomiędzy żyznością a liczebnością bądź tzw. „aktywnością” mikroflory glebowej<sup>5</sup>.

Najnowsze badania poświęcone temu zagadnieniu nie potwierdzają jednak tez tej grupy pedobiologów, których przedstawicielem jest Franz. Wręcz przeciwnie, pokazało się, że pod względem liczebności

<sup>4</sup> Jako pewien wariant tego poglądu można uznać lansowane ostatnio przez Laatscha [18] twierdzenie Ronde [35] i Baltzer [1], jakoby dobrym wskaźnikiem żyzności była żywa waga dżdżownic, znalezionych w masie gleby na określonej powierzchni. W najżyźniejszych glebach masa dżdżownic wynosi 10—20 q/ha.

<sup>5</sup> Oceniając żyzność na podstawie abundancji przecenia się znaczenie małych organizmów, natomiast posługując się biomasa nie docenia się ich. W przypadku dużych organizmów sytuacja jest odwrotna.

osobników zoedafon pełnosprawnych gleb leśnych nie dorównuje często faunie gleb jałowych (Prusinkiewicz [30]). Żeby zbytecznie nie mnożyć przykładów, ograniczymy się tylko do przytoczenia danych, przedstawionych niedawno w interesującej pracy Rajskego [33], który znalazł w żywych glebach naszych grądów średnio około 160 000 osobników mechowców (*Acari, Oribatei*) w przeliczeniu na 1 m<sup>2</sup>, gdy tymczasem w oligotroficznych torfowiskach wysokich aż 314 000 na 1 m<sup>2</sup>.

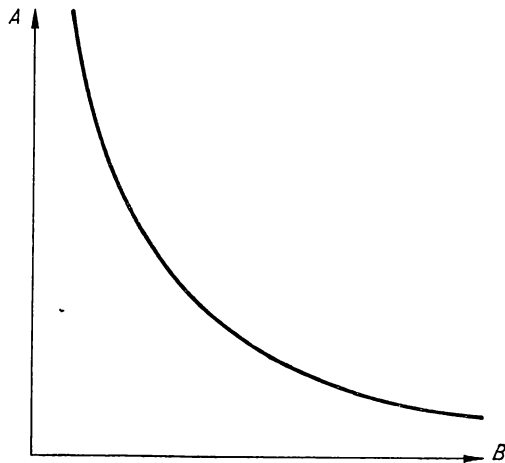
## IV

Wyjaśnienie tego pozornego paradoksu zawdzięczamy pośrednio Mäkelowi [20], który stwierdziwszy, że mezofauna mało żyznych gleb, choć często bardzo bogata liczebnie, jest z reguły wybitnie monotonna pod względem składu gatunkowego, interpretuje ten fakt w oparciu o tzw. biocenotyczne zasady Thiennemanna [39]. Zasady te głoszą:

— „Im bardziej urozmaicone są warunki, jakie dane środowisko stwarza dla życia, tym większa jest liczba gatunków, z których składa się zespół organizmów bytujących w tym środowisku.

— Im bardziej różnią się warunki stworzone przez pewien biotop od normalnych i optymalnych dla większości organizmów, tym charakterystyczniejsza i uboższa w gatunki jest biocenoza, lecz w tym większej liczbie indywidualów występują poszczególne gatunki”.

Obie emipryczne zasady Thiennemanna można przedstawić graficznie w postaci wykresu (rys. 3). Wykres ten ułatwia zrozumienie po-



Rys. 3. A — Liczba osobników reprezentujących poszczególne gatunki,  
B — liczba gatunków tworzących zespół

A — Number of individuals representing particular species,  
B — number of species forming the association

przednio omówionego pozornego paradoksu, polegającego na tym, że liche gleby są często gęściej zasiedlone przez organizmy i mogą produkować więcej biomasy niż gleby dobre.

Jednocześnie głębsze zastanowienie się nad zasadami *Thiema* na pozwala postawić tezę, że dobrą miarą żyzności, pojmowanej jako zdolność gleby do zaspokajania wszystkich edaficznych potrzeb organizmów w ramach możliwości stwarzanych przez pozostałe czynniki siedliskowe, może być liczba gatunków organizmów bytujących w danych warunkach glebowych (Prusinkiewicz [30, 31]).

Niedawno również Laatsch [18] wypowiedział się za tą tezą pisząc: „Im żyzniejsze jest jakieś siedlisko, tym bogatsza w gatunki była jego naturalna szata roślinna i tym bardziej niezależna od przebiegu pogody była produkowana na tym siedlisku biomasa”. W pracy Laatscha brak jednak jakiegokolwiek informacji o badaniach, na podstawie których doszedł on do powyższego stwierdzenia. Laatsch nie powołuje się również na żadną pozycję literatury, w której rozpatrywano by to zagadnienie.

Aby wykazać, że nasza teza jest słuszna, przeanalizowaliśmy pod tym kątem widzenia strukturę gatunkową głównych typów fitocenoz leśnych, występujących w Polsce. Ponieważ w dostępnej nam literaturze nie znaleźliśmy nigdzie gotowych syntetycznych danych na interesujący nas temat, zmuszeni byliśmy odpowiednio opracować materiały zawarte w oryginalnych publikacjach fitosocjologicznych. Na szczęście większość nowszych prac z tego zakresu zawiera obok tabel florystycznych także najniezbędniejsze informacje ekologiczne. Dzięki temu można było odtworzyć przybliżony obraz warunków glebowych, w których rozwinęły się rozpatrywane zbiorowiska roślinne.

Jako materiał do analizy posłużyły wyniki badań fitosocjologicznych ogłoszone w następujących pracach:

— Celiński F.: Zespoły leśne Puszczy Bukowej pod Szczecinem. Monograph. Botanicae, vol. XIII, Supl., 1962;

— Celiński F., Filipek M.: Rezerwat „Dębina” pod Wągrowcem. Ochrona Przyrody, 23, 1955, s. 255—282;

— Celiński F., Filipek M.: Flora i zespoły roślinne leśno-stepowego rezerwatu w Bielinku nad Odrą. Badania Fizjogr. nad Polską Zachodnią, 4, 1958;

— Kępczyński K.: Szata roślinna Wysoczyzny Dobrzyńskiej. Wydawnictwa Uniwersytetu im. Mikołaja Kopernika, Toruń 1965;

— Krotoska T.: Zespoły leśne Parku Natury w Promnie pod Poznaniem. Pozn. Tow. Przyj. Nauk, Wydz. Mat.-Przyr. Prace Kom. Biol. 14/3, 1953;

— Krotoska T., Piotrowska H.: Dąbrowy na glebach „typu

krotoszyńskiego". *Badania Fizjogr. nad Polską Zachodnią*, 10, 1962, s. 135—185;

— *Matuszkiewicz W.*: Zespoły leśne Białowieskiego Parku Narodowego. *Ann. UMCS, Sec. C, Suppl. 6*, 1952.

— *Medwecka-Kornaś A.*: Zespoły leśne Jury Krakowskiej. *Ochrona Przyrody* 20, 1952, s. 133—336;

— *Myczkowski S.*: Zespoły leśne rezerwatu cisowego Wierchlas. *Ochrona Przyrody*, 27, 1961, s. 91—108;

— *Piotrowska H.*: Materiały do znajomości szaty leśnej Wielkopolskiego Parku Narodowego. *Prace Monograf. nad Przym. Wielkop. Parku Narodowego pod Poznaniem*. 2(5), 1950, s. 11—141;

— *Piotrowska H.*: Zespoły leśne Wyspy Wolina. *Pozn. Tow. Przyj. Nauk*, XVI, 5, 1955;

— *Piotrowska H.*: Lasy południowo-wschodniego Uznamu. *Badania Fizjograf. nad Polską Zachodnią*, 6, 1960, s. 69—158;

— *Tokarz H.*: Zespoły leśne Wysoczyzny Elbląskiej. *Soc. Scient. Gedanensis. Acta Biol. et Medica*, V, 7, 1961, s. 119—224;

— *Wojterscy H., T.*: Roślinność Dziewiczej Góry pod Poznaniem. *Pozn. Tow. Przyj. Nauk Wydz. Mat.-Przym. Prace Kom. Biol.* 14(4), 1953, s. 115—240;

— *Wojterski T.*: Lasy liściaste dorzecza Mogilnicy w Zachodniej Wielkopolsce. *Pozn. Tow. Przyj. Nauk Wydz. Mat.-Przym. Prace Kom. Biol.*, 23(3), 1960;

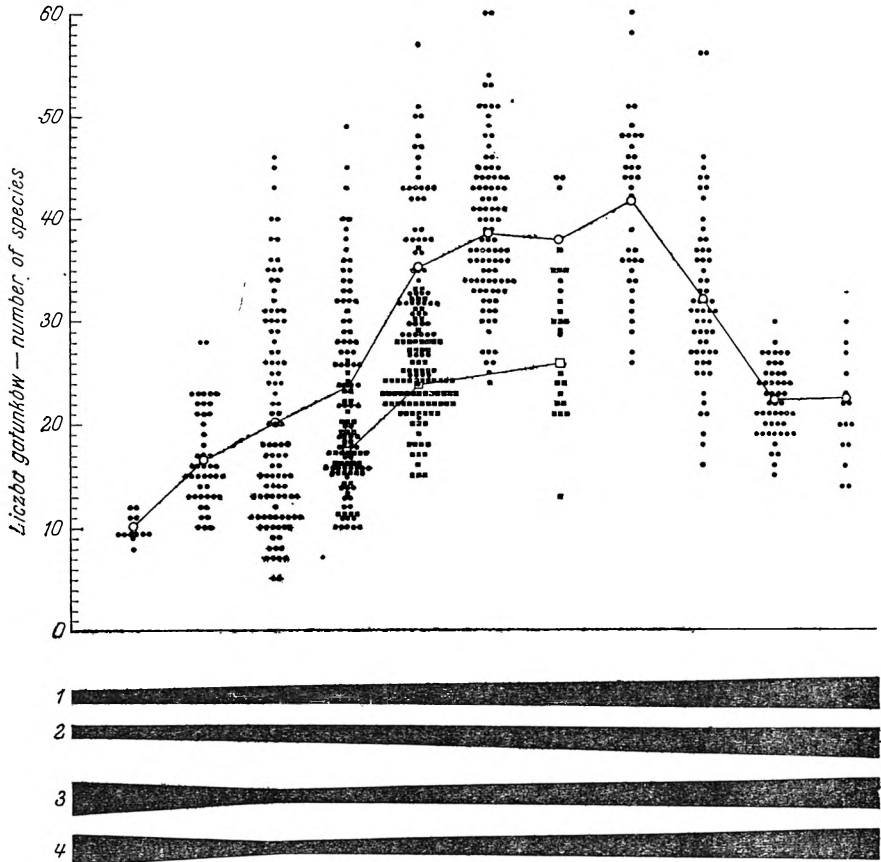
— *Wojterski T.*: Bory bagienne na pobrzeżu Zachodnio-Kaszubskim. *Badania Fizjograf. nad Polską Zachodnią*, 12, 1963 s. 139—191;

— *Wolak J.*: Fitosocjologiczne zróżnicowanie borów sosnowych na obszarze krainy Wyzów Środkowo-Polskich. *Prace IBL*, 191, 1959.

Przeanalizowane materiały obejmują ogółem 735 zdjęć florystycznych, wykonanych w różnych częściach Polski i reprezentują 14 jednostek fitosocjologicznych. Niestety, niejednakowy stan zbadania poszczególnych taksonów oraz ich niejednakowa „pojemność” sprawiają, że niektóre jednostki reprezentowane są stosunkowo niewielką liczbą zdjęć.

Wyniki przedstawiono na wykresie (rys. 4), w którym rzędne odpowiadają liczbie gatunków roślin naczyniowych, tworzących daną fitocenozę, a na osi odciętych podano właściwości odpowiednich gleb. Oprócz skali zasobności zaznaczono tu odczyn oraz stosunki wilgotnościowe i zawartość substancji organicznych. Punktem wyjścia przy ustalaniu właściwej kolejności zbiorowisk na wykresie były rezultaty szczegółowych badań leśno-gleboznawczych, przeprowadzonych wcześniej w Białowieskim Parku Narodowym (*Prusinkiewicz, Kowalkowski [32]*), a także tzw. szeregi sukcesyjne i ekologiczne przyjmowane ogólnie w fi-

<i>Liczba zdjęć fitosocjoi</i> <i>Number of phytosociologic surveys</i>	12	47	102	83	43	67	91	98	10	21	34	60	50	17	
<i>Liczba wykorzyst. publikacji</i> <i>Number of publications</i>	1	4	6	4	2	3	2	4	3	2	1	4	1	2	
<i>Zespół</i> <i>Plant community</i>	<i>Sphagnetum medii-pinetosum</i>	<i>Vaccinia uliginosa - Pinetum</i>	<i>Leucodrygo - Pinetum et Peucedano - Pinetum</i>	<i>Pino - Quercetum</i>	<i>Melico - Fagetum</i>	<i>Festuco-tussilaginetum silvaticae</i>	<i>Quercus-Carpinetum typicum</i>	<i>Melico - Fagetum typicum</i>	<i>Quercus-Carpinetum Stachyretosum silvaticae</i>	<i>Quercus-Carpinetum corymbetosum</i>	<i>Mercuriali - Fagetum</i>	<i>Fraxino - Ulmetum</i>	<i>Circaeae - Alnetum</i>	<i>Carici delongatae - Alnetum</i>	<i>Salicis - Franguletum</i>



Rys. 4. Liczba gatunków roślin naczyniowych w niektórych fitocenozach leśnych  
1 — zasobność w przyswajalne składniki odżywcze, 2 — pH, 3 — wilgotność, 4 — zawartość substancji organicznych

Number of vascular plant species in some phytosociologic forest associations  
1 — amount of plant-available nutrients, 2 — pH, 3 — soil moisture, 4 — humus content

tosocjologii. Buczyny umiejscowiono na tym samym odcinku wykresu co lasy dębowo-grabowe ze względu na zbliżony charakter wymagań edaficznych odpowiednich zespołów. Linią ciągłą połączone zostały punkty odpowiadające średniej liczbie gatunków roślin naczyniowych, spotykanych w poszczególnych jednostkach fitosocjologicznych na powierzchniach nie mniejszych od odpowiednich minimiarealów<sup>6</sup>.

Zwraca uwagę wyraźna asymetria rozkładów liczb gatunków w poszczególnych taksonach, wskutek czego wyliczone wartości średnie są z reguły nieco wyższe od odpowiednich dominant.

Przystępując do interpretacji uzyskanego w ten sposób diagramu pod kątem interesującej nas w tej pracy problematyki żyznościowej, rozpoczniemy od przeglądu czynników wpływających na kształtowanie się gatunkowej struktury fitocenozy. Literatura wymienia tu zwykle następujące czynniki (E l l e n b e r g [8, 9]):

— flora, to znaczy zestaw gatunków (odmian, ekotypów) występujących w danym regionie;

— biologiczne właściwości każdego gatunku (odmiany, ekotypu), a mianowicie: zdolność do rozprzestrzeniania, wymagania w stosunku do biotycznych i abiotycznych czynników środowiska, zdolność konkurencji w konkretnych warunkach siedliskowych itd.<sup>7</sup>;

— kompleks czynników siedliskowych (łącznie z działalnością człowieka);

— okres czasu niezbędny do opanowania terenu przez wszystkie gatunki zdolne do rozwoju w danym środowisku.

W warunkach przyrodniczych Polski, w lasach nie zniekształconych nadmiernie działalnością człowieka, o gatunkowym zróżnicowaniu roślinności decydują przede wszystkim czynniki siedliskowe, wśród których na czoło wysuwa się zwykle rola warunków edaficznych. Fakt ten pozwala wyeksponować w interpretacji diagramu wpływ czynników glebowych na gatunkowe zróżnicowanie fitocenoz leśnych.

I tak najniższą średnią liczbą gatunków roślin naczyniowych charakteryzuje się zespół *Sphagnetum medii-Pinetosum* na glebach torfowisk wysokich, najmniej zasobnych w składniki odżywcze, najkwaśniejszych i nadmiernie wilgotnych.

---

<sup>6</sup> Na ewentualny zarzut, że wszystkie gatunki potraktowano równorzędnie, można odpowiedzieć, iż to samo praktykuje się przy przyjmowaniu liczby gatunków jako funkcji arealu, bez czego nie istniałoby pojęcie minimiarealu ani fitosocjologia w ogóle.

<sup>7</sup> Rozwój jakiegoś gatunku w określonym biotopie limitowany jest głównie przez te czynniki, które osiągają lub przekraczają granice tolerancji najmniej tolerancyjnego stadium rozwojowego osobników tego gatunku (Tischler [40], O d u m [24]).

W miarę wzrostu zasobności gleb i poprawiania się „klimatu glebowego” krzywa liczebności gatunków stromo, choć nie bez załamania, pnie się ku górze. Po osiągnięciu kulminacji na glebach wprowadzie tylko średnio zasobnych w składniki mineralne, lecz strukturalnych i przewiewnych, a jednocześnie dobrze zaopatrzonych w wodę, liczba gatunków wykazuje znów wyraźną tendencję spadkową na stanowiskach o silnie zaakcentowanej anaerobiozie. Czynnikiem ograniczającym zróżnicowanie gatunków fitocenoz, które tworzą prawe skrzydło diagramu, jest więc przede wszystkim niedostatek tlenu w atmosferze glebowej.

Liczba gatunków roślin rosnących na jakiejś glebie ulega z reguły pewnym okresowym wahaniom. W związku z tym, najbardziej miarodajnym wskaźnikiem żyzności byłaby wartość przeciętna. Z dwóch gleb o takim samym przeciętnym wskaźniku żyzniejsza byłaby ta gleba, której oscylacje liczebności gatunków wykazują mniejszą amplitudę i częstotliwość. Gleby i pod tym względem podobne można by dalej rozróżniać na podstawie wielkości produkowanej biomasy.

Niezbędnym warunkiem umożliwiającym wnioskowanie o żyzności gleby na podstawie bogactwa florystycznego jest ekologiczna jednorodność płatu, na którym wykonano zdjęcia fitosocjologiczne. Niestety, postulat ten nie zawsze bywa spełniany. Szczególnie wyraźnie widać to na przykładzie zespołu *Carici elongatae-Alnetum*. Zespół ten ma strukturę wybitnie mozaikową dzięki obecności wysokich kęp, różniących się od obniżonych elementów rzeźby zupełnie odrębnym układem warunków ekologicznych i odrębną roślinnością. Mamy tu więc właściwie nie jedno, lecz dwa sprzężone ze sobą zbiorowiska florystyczne i dla każdego z nich lista gatunków powinna być zestawiona oddzielnie. Spośród analizowanych przez nas prac fitosocjologicznych, dotyczących zespołu *Carici elongatae-Alnetum* tylko jedna spełniała postulat ekologicznej jednorodności płatu. Inne wykazywały w zdjęciach zawyżone liczby gatunków i musiały zostać pominięte.

Przy okazji należy wspomnieć jeszcze i o tym, że w strefie przejściowej pomiędzy dwiema różnymi biocenozami, czyli tzw. „ekotonie”, obserwujemy z reguły znaczny wzrost liczby gatunków. Jest to tzw. „efekt styku”, polegający na tym, że w skład cenozy ekotonowej wchodzi wiele organizmów występujących w każdej z zachodzących na siebie biocenoz, a ponadto organizmy charakterystyczne i nierzadko ograniczone wyłącznie do strefy ekotonu (O d u m [24]). Natomiast znaczny niedobór liczby gatunków w stosunku do wartości przeciętnej dla określonego typu biocenozy świadczy przeważnie o procesach degradacji, zachodzących w danym siedlisku.

Ogólnie rzecz biorąc, przedstawione wyniki analizy materiałów fitosocjologicznych w zupełności potwierdzają postawioną uprzednio tezę,

w myśl której liczba gatunków roślin naczyniowych jest wiarogodną miarą aktualnego poziomu żyzności gleb w naturalnych lub zbliżonych do naturalnych zespołach florystycznych.

## V

Omówione wyżej materiały upoważniają do zaproponowania przybliżonej skali żyzności dla naszych gleb leśnych. Jako pierwsze przybliżenie sugerujemy następującą ośmiostopniową klasyfikację:

Klasa żyzności Fertility class	Określenie - Rating	Liczba gatunków roślin naczyniowych na minimalnej Number of species on minim. area
I	gleby wyjątkowo żyzne - except. high	> 50
II	gleby bardzo żyzne - very high	41 - 50
III	gleby żyzne - good	31 - 40
IV	gleby dość żyzne - fairly good	25 - 30
V	gleby średnio żyzne - average	19 - 24
VI	gleby mało żyzne - poor	13 - 18
VII	gleby jałowe - unfertile	6 - 12
VIII	gleby wyjątkowo jałowe - practically barren	< 6

Prawidłowe określenie klasy efektywnej żyzności gleby leśnej na podstawie liczby gatunków roślin naczyniowych nie powinno sprawiać specjalnych trudności wszędzie tam, gdzie istnieje dynamiczna równowaga pomiędzy siedliskiem i szatą roślinną.

Istnienia takiej równowagi można oczekiwać w parkach narodowych i rezerwach leśnych, a także we właściwie zagospodarowanych drzewostanach sztucznych starszych klas wieku. Natomiast wszędzie tam, gdzie w biocenozie nastąpiło jakies' znaczniejsze zakłócenie, a proces regeneracji nie został jeszcze zakończony, ocena potencjalnej żyzności może być dokonana w sposób pośredni poprzez opartą na doświadczeniu myślową rekonstrukcję przypuszczalnego składu gatunkowego „współczesnej potencjalnej naturalnej roślinności” w sensie T ü x e n a [42]. Dopiero w takich przypadkach przy szacunkowej ocenie poziomu żyzności danego siedliska na podstawie przypuszczalnej liczby gatunków, tworzących na tym siedlisku domniemywane potencjalne zbiorowisko roślinne, można, a nawet trzeba, posługiwać się różnego rodzaju pomocniczymi wskaźnikami. Powinny one informować o tym, czy mamy przed sobą siedlisko mniej więcej uniwersalne, czy też odpowiednie jedynie dla niektórych roślin wybitnie wyspecjalizowanych.

Najidealniejszym modelem żyznej, tzn. „uniwersalnej” gleby leśnej, jest w przeciętnych warunkach naszego kraju głęboko próchniczna, strukturalna gleba typu „czarna ziemia leśna”, o składzie mechanicznym piasku gliniastego mocnego lub spiaszczonej gliny lekkiej.

Próchnica w takiej glebie tworzy morfologiczny typ „higromull” i charakteryzuje się dużą zawartością azotu oraz wysokim stopniem nasycenia zasadami. Przejście pomiędzy poziomem próchnicznym a głębszymi warstwami gleby jest dyfuzyjne. Żywe korzenie roślin i ślady po korzeniach obumarłych przenikają głęboko pod poziom próchniczny. Liczne są również chodniki dżdżownic, których obecność świadczy zawsze o korzystnym klimacie glebowym i wysokim stopniu nasycenia kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym. Obecności dżdżownic zawdzięcza również ta gleba swą korzystną gruzełkową strukturę oraz dużą porowatość i przewiewność. W głębszych partiach profilu glebowego widoczne jest umiarkowanie silne oglejenie, będące rękojmą dobrego uwilgotnienia.

Rozpatrując cechy charakterystyzujące żyzną glebę leśną nie sposób pominąć zasobności w składniki odżywcze, gdyż jest ona jednym z czynników współdecydujących o tym, jakie gatunki roślin będą mogły na danej glebie egzystować. Trzeba jednak stwierdzić, że dotychczasowe podejście do tego zagadnienia w duchu prawa minimum Liebiega czy prawa działania czynników wzrostu Mitscherlicha, nie zawsze było zgodne z przyrodą lasu, pod wielu względami całkowicie inną od przyrody jednorocznych monokultur polowych (M i n a [22]).

Najważniejsze z interesujących nas w tej chwili różnic można sprowadzić do następujących punktów:

1. Roślinność leśna dzięki głębokim na ogół systemom korzeniowym drzew i krzewów korzysta ze składników zawartych w warstwach nie osiągalnych przez większość kultur polowych;

2. Jednoroczne rośliny uprawne w rolnictwie mogą pobierać w zasadzie tylko łatwo przyswajalne (łatwo rozpuszczalne) składniki mineralne, gdy tymczasem wieloletnie rośliny leśne korzystają również z jonów stopniowo uruchamianych w procesie powolnego wietrzenia minerałów glebowych.

3. Składniki mineralne pobierane przez rośliny leśne powracają prawie w całości do gleby z corocznym opadem ściółki. Niska zawartość składników może więc być w glebie leśnej kompensowana intensywnością ich kołowego obiegu biologicznego.

Wszystkie te momenty razem wzięte powodują, że nawet gleby piaskowe o bardzo niskiej w stosunku do dobrych gleb rolnych procentowej zawartości składników odżywczych mogą być (przy odpowiednio korzystnym układzie warunków fizycznych i biologicznych) wystarczająco za-

sobne, aby w pełni i stale zaspokajać potrzeby pokarmowe najbardziej wymagających gatunków leśnych. Nic więc dziwnego, że w tych warunkach zawieść musiały liczne dawniejsze i nowsze próby ustalenia dla gleb leśnych wskaźników zasobności w rodzaju tzw. liczb granicznych, analogicznych do tych, którymi od lat powszechnie posługuje się chemia rolna (Wittich [44, 45]).

Ponieważ względnie wysoka żyzność wielu gleb leśnych uwarunkowana jest, jak wynika z wyżej przytoczonych uwag, przede wszystkim dużą intensywnością biologicznego obiegu składników mineralnych, przeto przy ocenie zdolności gleb do zaspokajania wymagań pokarmowych roślinności leśnej i przy ustalaniu ewentualnych potrzeb nawozowych powinno się pamiętać nie tyle o przywracaniu glebom składników wywożonych z lasu wraz z drewnem, lecz raczej o usuwaniu ewentualnych przeszkód utrudniających intensywną i harmonijną wymianę substancji mineralnych i azotu w układzie gleba = drzewostan.

Na labilnych stanowiskach, w rodzaju gleb piaszkowych o mało pojemnym kompleksie sorpcyjnym, długotrwałych efektów nawożenia można będzie oczekiwać jedynie wówczas, gdy obok środków chemicznych zastosuje się zabiegi fitomelioracyjne<sup>8</sup>. Zadaniem tych zabiegów jest w tym przypadku:

— zmniejszenie wypłukiwania wniesionych składników poprzez zwielokrotnienie sorpcji biologicznej oraz intensywne włączenie ich do obiegu biologicznego;

— likwidacja „zamrażania” składników w warstwach nieczynnej próchnicy nadkładowej poprzez uaktywnienie procesów humifikacji i mineralizacji substancji organicznych;

— lepsze wykorzystanie i włączenie w obieg składników zawartych w głębokich warstwach gleby i skale macierzystej (biologiczne pogłębianie profilu glebowego).

W literaturze można znaleźć liczne materiały dowodowe, potwierdzające przedstawiony tu punkt widzenia (por. np. Zonn [46], Hartmann [12], Ovington [26] i inni). Na tym miejscu wymienimy tylko dwie publikacje: Chodzickiego [4] i Grunerta [11], wykonane w Eberswalde na terenach o warunkach zbliżonych do panujących w naszym kraju. Obie prace analizują biocenotyczną rolę buka w sośninach, a zawarte w tych publikacjach wyniki szczegółowych badań pozwalają stwierdzić, że buk w mieszanym drzewostanie bukowo-sosnowym może przyczynić się do biologicznego krążenia składników w stopniu równym lub większym niż dominująca pod względem masy sosna.

---

<sup>8</sup> Wprowadzenie domieszek w postaci drzew i krzewów o głębokim ukorzeniu i bogatym opadzie szybko rozkładającej się ściółki.

Uwagi o zasobności i nawożeniu gleb leśnych tylko pozornie odwiodły nas od zasadniczego tematu niniejszej pracy, bo w końcu potwierdziły raz jeszcze (choć tym razem w nieco innym aspekcie) podstawowe znaczenie gatunkowego zróżnicowania szaty roślinnej w problematyce żyzności gleb. Przy okazji ujawniło się również praktyczne znaczenie przedstawionych tu koncepcji teoretycznych.

## VI

Na zakończenie warto także poruszyć budzącą wciąż jeszcze tyle sporów sprawę wzajemnego stosunku terminów żyzność, produktywność<sup>9</sup> i urodzajność. Określenia te rozumiane bywają czasem jako synonimy, a czasem nadaje się im treść specjalną. *M u s i e r o w i c z* [23] stwierdza na przykład, że w polskiej literaturze stosuje się często termin „urodzajność gleb” zamiast terminu „żyzność gleb”. Między innymi tak rozumieli termin „urodzajność” *M i k l a s z e w s k i* i *T o m a s z e w s k i*. Ostatnio jednak jesteśmy świadkami utrwalania się innego odczucia znaczeniowego tych wyrazów (por. *T e r l i k o w s k i* [38], *K w i n i c h i d z e* [17], *K o w a l i ń s k i* [15], *P r u s i n k i e w i c z* [31]).

O żyzności była już mowa, zastanowimy się więc teraz krótko nad pozostałymi określeniami. Wyraz „produktywność” wiąże się pojęciowo z „produktem”. Ponieważ produktem gleby (i pozostałych elementów ekosystemu) jest biomasa, sądzimy więc, że najbardziej zgodne z duchem naszego języka będzie zdefiniowanie produktywności jako zdolności gleby (ekosystemu) do wytwarzania biomasy. Miarą produktywności byłaby wobec tego ilość suchej masy organicznej, wytworzonej w jednostce czasu na jednostce powierzchni gleby.

Jest rzeczą oczywistą, że tak zdefiniowane pojęcie produktywności ma sens wyłącznie biologiczny, a nie ekonomiczny.

Natomiast „urodzajność” jest pojęciem wybitnie utylitarnym. Zgodnie z duchem naszego języka mówimy na przykład o urodzaju ziemniaków mając na myśli kłęby, a o urodzaju pszenicy myśląc o ziarnie. Mówimy też o urodzaju jabłek, gruszek itp., a nie jabłoni czy grusz. Podobnie rozumiemy słowa: urodzaj jagód, grzybów itp. Zawsze więc chodzi w tym przypadku o te części roślin, które mają znaczenie gospodarcze.

Miarą urodzajności jest plon (urodzaj). Im większa część masy roślinnej posiada znaczenie gospodarcze, jak to ma miejsce na przykład w leśnictwie, tym mniej ostre są różnice między „produktem” a „urodzajem” bądź między „produktywnością” a „urodzajnością”.

Porównanie ze sobą plonów różnych gatunków roślin nie ma sensu

---

<sup>9</sup> Niektórzy stosują termin „produkcyjność”, nadając mu sens ekonomiczny, w odróżnieniu od przyrodniczo rozumianej „produktywności”.

z biologicznego punktu widzenia, może mieć jednak sens ekonomiczny, gdy chodzi na przykład o zestawienie cen rozmaitych ziemiopłodów albo ich wartości pokarmowej itp. Są to już jednak zagadnienia, które przekraczają ramy tej publikacji.

## VII

Zasadnicze wnioski, wynikające z rozważań i badań przedstawionych w niniejszej pracy, można streścić w następujących punktach:

1. W rezultacie długotrwałej ewolucji ustaliła się ostatnio w nauce o glebie ekologiczna interpretacja pojęcia żyzności. Żyznością nazywamy obecnie zdolność gleby do zaspokajania wszystkich edaficznych potrzeb różnych organizmów w ramach możliwości stwarzanych przez pozostałe czynniki siedliskowe.

2. Wbrew poglądom niektórych autorów żyzność gleby jest cechą wymierną. Ilościową miarą żyzności może być liczba gatunków roślin naczyniowych, bytujących w danych warunkach edaficznych na obszarze nie mniejszym od charakterystycznego dla danej asocjacji minimiarealu. Im bardziej żyzna jest gleba, tym bogatsza w gatunki jest jej naturalna szata roślinna.

3. Na podstawie analizy ponad 700 zdjęć fitosocjologicznych, które zaczerpnięto z licznych publikacji poświęconych zespołom leśnym Polski, opracowano pierwszy projekt ośmiostopniowej klasyfikacji żyzności naszych gleb leśnych. Klasyfikację oparto na liczebności gatunków roślin naczyniowych, występujących w minimiareale.

4. Ocena potencjalnej żyzności gleb o silnie zniekształconej szacie roślinnej może być dokonywana w sposób pośredni, na drodze myślowej rekonstrukcji „współczesnej, potencjalnej naturalnej roślinności”, w sensie T ü x e n a.

5. W przeciwieństwie do terminu „żyzność”, którego znaczenie uległo ostatnio wyraźnej krystalizacji, terminy „produktywność i urodzajność gleby” nie mają jeszcze ostatecznie ustalonych znaczeń. Wydaje się, że najbardziej zgodnie z duchem języka polskiego będzie zdefiniowanie produktywności gleb (ekosystemu) jako zdolności do wytwarzania biomasy. Miarą produktywności byłaby wobec tego ilość suchej masy organicznej, wytworzonej w jednostce czasu na jednostce powierzchni gleby. Jest rzeczą oczywistą, że tak zdefiniowana produktywność ma sens wyłącznie biologiczny, a nie ekonomiczny. Urodzajność natomiast nie jest pojęciem biologicznym, lecz utylitarnym. Miarą urodzajności jest urodzaj, czyli plon tych części masy roślinnej, które mają znaczenie gospodarcze.

6. Zagadnienie nawożenia w leśnictwie powinno być rozpatrywane z uwzględnieniem znaczenia obiegu biologicznego składników odżywczych dla zachowania bądź podniesienia żyzności i produktywności gleb leś-

nych. W związku z tym nawożenie w leśnictwie należy traktować przede wszystkim jako środek zmierzający do zapewnienia intensywnej i harmonijnej wymiany substancji mineralnych w układzie gleba = roślina. Natomiast kwestia uzupełniania składników wyeliminowanych z obiegu przez użytkowanie lasu nie ma praktycznego znaczenia.

7. W badaniach fitosocjologicznych powinno się większą niż dotąd uwagę poświęcać analizie stopnia zróżnicowania gatunkowego poszczególnych asocjacji florystycznych. Analiza przeprowadzona w niniejszej pracy wykazała, że wyniki uzyskane na tej drodze mogą dostarczyć wiele nowych i ważnych informacji o badanych zbiorowiskach roślinnych oraz o ich stanowisku systematycznym.

#### LITERATURA

- [1] Baltzer R.: Regenwurmfaua und Bodentyp. Z. f. Pflanzenernährung Düng. Bodenkunde, 71, 1955, s. 246—252.
- [2] Bogusławski E.: Bodenfruchtbarkeit vom Standpunkt des Ackerbauers. Landwirtschaft-Angewandte Wissenschaft, nr 26, 1954, s. 23.
- [3] Buckman H. O., Brady N. C.: The nature and properties of soils. New York 1962.
- [4] Chodźicki E.: Domieszka buka w sośninach jako czynnik edaficzny na piaszczystych popiołoziemach i buroziemach dyluwialnych. Warszawa 1934.
- [5] Dąbrowski M. J.: Badania nad biomasą runa prowadzone przez Filię Instytutu Badawczego Leśnictwa w Białowieży. Ekologia Polska, t. 1, z. 1, 1953, s. 45—56.
- [6] Ehwald E.: Bodenfruchtbarkeit und Ertragsfähigkeit. Forschen und Wirken. B. 2, 1960.
- [7] Ehwald E.: Zum Begriff und Wesen der Bodenfruchtbarkeit. Sitzungsberichte, B. 12, H. 14, 1963, s. 3—29.
- [8] Ellenberg H.: Unkrautgemeinschaften als Zeiger für Klima und Boden. Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie. I. Stuttgart 1950.
- [9] Ellenberg H.: Über die Beziehungen zwischen Pflanzengesellschaft, Standort, Bodenprofil und Bodentyp. Angewandte Pflanzensoziologie 15, Stolzenau Weser 1958, s. 14—18.
- [10] Franz H.: Bodenzoologie als Grundlage der Bodenpflege. Berlin 1950.
- [11] Grunert F.: Untersuchungen zum Nährstoffkreislauf in Kiefern- und Kiefern-Buchen-Mischbeständen. Ernährung der Waldbäume und Forstdüngung. Tagungsberichte nr 50, Berlin 1962, s. 31—43.
- [12] Hartmann F.: Zur Frage der Nährstoffbilanz im Waldboden. Allgemeine Forstzeitung, 7/8, 1963, s. 71—75.
- [13] Hoffmann F.: Betrachtungen zum Begriff der Bodenfruchtbarkeit. Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität. Dresden, 12, z. 1, 1963.
- [14] Karpinskij N. P.: Osnownyje woprosy sowremennogo poczwowiedienija. Poczwowiedien., nr 1, 1954.
- [15] Kowaliński S.: Podstawowe rozważania na temat żyzności gleb. Postępy Nauk Roln., nr 6(78), 1962, s. 3—17.
- [16] Kundler P.: Abhängigkeit der Bodenentwicklung, der natürlichen Waldgesellschaft und der Kiefernwachstleistung vom Silikatgehalt der Sandböden im

- Gebiet der norddeutschen Pleistozäns. *Angewandte Pflanzensoziologie*, 15, Stolzenau Weser 1958, s. 31—41.
- [17] Kwinichidze M.: Żyzność gleb jako podstawowe zagadnienie gleboznawstwa i agrochemii. *Materiały Zjazdu PTG w Gdańsku, 4—7.IX.1957, Referaty*, s. 3—19.
- [18] Laatsch W.: Der Aufbau fruchtbarer Waldböden. *Mitteilungen aus der Staatsforstverwaltung Bayerns*, 34, München 1964.
- [19] Marks K.: *Kapitał III*, 1935.
- [20] Märkel K.: Über die Hornmilben (Oribatei) in der Rohhumusaufgabe älterer Fichtenbestände des Osterzgebirges. *Archiv für Forstwesen VIII*, 6/7, 1958, s. 450—501.
- [21] Miklaszewski S.: Nieodzowność realnych podstaw przyrodniczych w życiu gospodarczym. *Biologia a życie*, I, z. 1, Poznań 1939.
- [22] Mina W. N. Niekotoryje woprosy izuczennija lesnych poczw. *Poczwowiedien.*, nr 6, 1959, s. 88—94.
- [23] Musierowicz A.: *Gleboznawstwo ogólne*. PWRiL, Warszawa 1956.
- [24] Odum E. P.: *Podstawy ekologii*. PWRiL, Warszawa 1963.
- [25] Overbeck F., Happach H.: *Flora (Jena)*, 144, 1957, s. 335—402, cyt. za Walter H. u. Ellenberg H.: *Ökologische Pflanzengeographie. Fortschritte der Botanik*, 20, 1958, s. 100—117.
- [26] Ovington J. D., Lawrence D. B.: Plant biomass and productivity of prairie, savanna, oakwood and maize field ecosystems in central Minnesota. *Ecology* 44, 1, 1963, s. 53—63.
- [27] Petruszewicz K.: Międzynarodowy program biologiczny. *Wszechświat*, 10, 1963, s. 230—231.
- [28] Pliniusz: *Historia Naturalna*. Przekład L. i T. Zawadzkich. Wrocław 1961.
- [29] Prusinkiewicz Z.: Zagadnienia leśno-gleboznawcze na obszarze wydm nadmorskich Bramy Świny. *Badania Fizjograf. nad Polską Zachodnią*, t. VII, 1961.
- [30] Prusinkiewicz Z.: Skład akarofauny glebowej jako wskaźnik żyzności gleb. *Biuletyn Instytutu Ochrony Roślin*, z. XVIII, Poznań 1962, s. 77—85.
- [31] Prusinkiewicz Z.: Biologiczne aspekty zagadnienia żyzności gleb. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Roln.*, 40a, 1963, s. 295—312.
- [32] Prusinkiewicz Z., Kowalkowski A.: *Studia gleboznawcze w Biało-wieskim Parku Narodowym*. *Roczn. Glebozn.*, t. XIV, z. 2, 1964.
- [33] Rajski A.: Studium ekologiczno-faunistyczne nad mechowcami (*Acari, Oribatei*) w kilku zespołach roślinnych. I. *Ekologia PTPN, Prace Komisji Biologicznej*, t. 25, z. 2, Poznań 1961.
- [34] Romann E.: *Bodenkunde*. Berlin 1911.
- [35] Ronde G.: Vorkommen, Häufigkeit and Arten von Regenwürmen in verschiedenen Waldböden und unter verschiedenen Bestockung. *Forstw.* 72, 1953, s. 37—56.
- [36] Russel E. J.: *Warunki glebowe a wzrost roślin*. Warszawa 1958.
- [37] Scheffer F., Lieberoth I.: Was versteht man unter Bodenfruchtbarkeit -ertragsfähigkeit und -ertragsleistung. *Die Deutsche Landwirtschaft*, 8, 1957, s. 272—275.
- [38] Terlikowski F.: Moment biologiczny zagadnienia żyzności gleb a teoria Williamsa. *Prace wybrane z dziedziny gleboznawstwa, chemii rolnej i nawożenia*. Warszawa 1958.
- [39] Thienemann A.: *Grundzüge einer allgemeinen Ökologie*. *Arch. Hydrobiol.* 35, 1939, s. 267—285.

- [40] Tischler W.: Grundzüge der terrestrischen Tierökologie. Braunschweig 1949.
- [41] Tomaszewski J.: Rola i znaczenie żyzności gleby w produkcji rolniczej. Postępy Nauk Roln., nr 2, 1956.
- [42] Tüxen R.: Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. Angewandte Pflanzensoziologie, 13, Stolzenau/Weser, 1956.
- [43] Williams W. R.: Gleboznawstwo — Podstawy rolnicze. Warszawa 1950.
- [44] Wittich W.: Forstliche Bodenkunde. Fortschritte in der Forstwirtschaft. München 1960.
- [45] Wittich W.: Die Düngung in der Forstwirtschaft. V Congres Mondial des Fertilisants, Zurich, 4—7 Mai 1964, s. 1—16.
- [46] Zonn S. W.: Wlijanije lesa na poczwę. Moskwa 1954.

### З. ПРУСИНКЕВИЧ, В. ПЛИХТА

## НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПЛОДОРОДИЯ ЛЕСНЫХ ПОЧВ И КРИТЕРИИ ЕГО КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ

Отделение почвоведения Торуньского Университета им. Н. Коперника

### Резюме

Основные выводы настоящей работы могут быть кратко изложены в следующих пунктах:

1. В результате длительной эволюции установилось в последнее время в почвоведении экологическое толкование понятия „плодородие почвы”. Плодородием называют теперь „способность почвы удовлетворять все эдафические потребности различных организмов в пределах условий создаваемых остальными факторами среды”.

2. Вопреки взглядам некоторых авторов, плодородие почвы является измеримым свойством почвы. Количественным показателем плодородия может служить число видов высших растений обитающих в данных эдафических условиях на площади не меньшей от свойственного для данного фитоценоза минимиреала. Чем плодороднее почва, тем богаче видами ее естественный растительный покров.

3. На основании анализа свыше 700 фитоценологических снимков, заимствованных из многочисленных статей посвященных лесным фитоценозам Польши, нами разработан первый проект восьмибалльной количественной классификации плодородия лесных почв страны. Классификация обоснована на количественном учете видов высших растений обитающих в минимиреале.

4. Количественную оценку плодородия почв с сильно деформированным растительным покровом можно провести косвенно, путем абстрактной реконструкции так называемой „потенциальной, естественной, современной растительности” по Р. Тюксену.

5. В отличие от термина „плодородие”, смысл которого подвергнулся в последнее время ясному уточнению, термины „продуктивность почв” и „урожайность” еще не обладают резко определенными и общепринятыми значениями. Предлагается понимать продуктивность почвы (экосистемы) как „способность

почвы (экосистемы) к производству биомассы". Соответственно, количественным показателем продуктивности почвы должно быть количество сухого органического вещества произведенного в единице времени на единице поверхности почвы. Вышеуказанная дефиниция продуктивности имеет очевидно исключительно научный, биологический, а не экономический смысл. Наоборот — термин „урожайность” является лишь утилитарным понятием. Количественным показателем урожайности является урожай, т. е. сбор тех частей растительной массы, которые обладают хозяйственным значением.

6. Вопрос удобрения почв следует в лесоводстве рассматривать, учитывая всю важность биологического круговорота питательных веществ для сохранения или повышения плодородия и продуктивности лесных почв. В связи с этим удобрение в лесоводстве надо трактовать прежде всего как средство гарантирующее интенсивный и гармоничный обмен минеральных веществ и азота в системе почва  $\rightleftharpoons$  растение.

7. В фитоценологических исследованиях необходимо обращать больше чем до сих пор внимания степени видовой дифференциации отдельных фитоценозов. Анализ этой дифференциации, как это показано в настоящей работе, позволяет получить много новых и важных данных о исследуемых фитоценозах и о их месте в систематике различных типов растительного покрова.

Z. PRUSINKIEWICZ, W. PŁICHTA

## SCIENTIFIC PROBLEMS IN FOREST SOIL FERTILITY AND CRITERIA OF ITS QUANTITATIVE EVALUATION

Department of Soil Science, Nikolaus Copernicus University, Toruń

### S u m m a r y

The basic conclusions from the considerations and studies discussed in this paper may be summarized as follows:

1. The ecologic interpretation of the concept of soil fertility has lately, in result of a long evolution, found general acceptance in soil science. By soil fertility we understand at present the capability of the soil to satisfy all edaphic needs of various organisms within the range offered by the other habitat factors.

2. Fertility is a measurable soil property, though some scientists are of different opinion. As quantitative measure may serve the number of vascular plant species living under the given edaphic conditions on an area not smaller than the minimum area characteristic for the given association. The higher the soil fertility, the richer in species will be its natural plant cover.

3. From analysis of over 700 phytosociologic surveys, collected from numerous publications on forest associations in Poland, was elaborated the first project of an 8-grade fertility classification for our forest soils, which is based on the number of vascular plants living on the minimum area.

4. Where the vegetative cover is much deteriorated by the activity of man, the potential soil fertility can be estimated by means of a abstractive reconstruction of the "contemporary potential natural vegetation" after Tüxen.

5. In contrast to the term „żyzność” (soil fertility), whose meaning has in recent times become clearly defined, the proper usage of the agricultural terms „produktywność gleby” (soil productivity) and „urodzajność gleby” (soil goodness)

is not yet definitely established. It would seem that definition of „produktywność” as the capability of the soil (of the ecosystem) to produce biomatter would best accord with the spirit of the Polish language. The measure of ”productivity” would thus be the quantity of organic dry substance produced per unit of time and area. It is evident that this interpretation has biologic, and not economic meaning. „Urodzajność” (soil goodness), on the other hand denotes not a biologic but an economic standard. Its measure are the crop yields, i.e. the yield of economically significant matter.

6. The question of fertilizing should in silviculture be considered under the aspect of the importance of the circulation of biologic nutrients for maintenance or increase of fertility or productivity in forest soils. Fertilization of forest soils must therefore be considered primarily as a means for ensuring intensive and harmonious exchange of mineral substances in the soil = plant system, while the question of replenishment of constituents eliminated by timber exploitation has no practical importance.

7. Closer attention should in phytosociologic investigations be given to the analysis of the degree of species differentiation in the particular floristic association. The analysis made in the present study indicates that the results obtained in this way may yield many new and significant informations on the examined plant associations and their systematic order.