

STANISŁAW BIAŁOUSZ, KAZIMIERZ KOZIEJ, HELENA PRZEWORSKA

## WPŁYW PRÓCHNICZNOŚCI GLEB NA ZRÓŻNICOWANIE TONU ZDJĘCIA LOTNICZEGO

Laboratorium Gleboznawstwa Instytutu Geodezji Gospodarczej Politechniki  
Warszawskiej

### WSTĘP

W celu poznania prawidłowości rządzących rozmieszczeniem gleb o różnej zawartości próchnicy, jak też w celach praktycznych pomocne jest kartograficzne ujęcie wyników badań. Wykonywane są nieraz mapy procentowej zawartości próchnicy w warstwie ornej, miąższości poziomu próchnicznego czy też ogólnej zawartości próchnicy w tonach na hektar. Oczywiście mowa tu o kartografii wielkoskalowej; są to najczęściej mapy nakładowe, uzupełniające do map glebowych.

Granice konturów charakteryzujących próchniczność gleb oparte są z reguły na konturach jednostek glebowych. Na ogół w konturze tej samej jednostki glebowej zachowana jest podobna próchniczność, ale nie zawsze. Powoduje to pewne niedokładności w mapach próchniczności gleb.

Jedną z metod pozwalających na dokładniejsze opracowanie map zasobności gleb w próchnicę może być fotointerpretacja. Według ogólnej zasady w miarę wzrostu próchnicy gleba jest coraz ciemniejsza, będzie też miała coraz ciemniejszy obraz na zdjęciu lotniczym.

Powstaje więc pytanie, jakie minimalne zmiany w ilości próchnicy spowodują już zmianę zaczerwienia negatywu zdjęcia lotniczego i zmianę tonu na odbitce pozytywowej oraz odwrotnie: czy na podstawie zróżnicowania tonu zdjęcia można wnioskować o próchniczności gleb, a jeżeli tak, to z jaką dokładnością.

Zagadnienie to ma jeszcze drugi aspekt, ogólniejszy. Zróżnicowaniu typologicznemu gleb towarzyszą zmiany w ilości i składzie jakościowym próchnicy. Tak więc i właściwości poziomu próchnicznego są czynnikami, które można brać pod uwagę przy ustalaniu granic konturów poszczególnych jednostek glebowych wyróżnianych na mapach gleb.

Można postawić więc drugie pytanie: czy wykazane na zdjęciu lotni-

czym różnice w próchniczności gleb można wykorzystać do ustalenia konturów jednostek glebowych przewidzianych w legendzie mapy, a nie tylko konturów według zawartości próchnicy?

#### WPLYW PRÓCHNICY NA OBRAZ POWIERZCHNI GLEBY NA ZDJĘCIU LOTNICZYM

Na obraz powierzchni gleby na zdjęciu lotniczym wpływa szereg czynników [1, 2]. Jednym z ważniejszych jest ilość i skład jakościowy próchnicy. Przypomnijmy, że obraz powierzchni gleby zależy od ilości energii zarejestrowanej na emulsji negatywu, a ta zależy bezpośrednio od ilości energii odbitej od powierzchni. Wpływ próchnicy na ilość energii odbitej wyraża się bezpośrednio i pośrednio [4]. Bezpośrednio, ponieważ w miarę wzrostu zawartości próchnicy gleba staje się ciemniejsza, pochłania coraz więcej energii, coraz mniej odbija. Gęstość optyczna negatywu będzie malała, a obraz na odbitej pozytywowej będzie coraz ciemniejszy. Na przykład współczynnik jasności wynosi dla piasku kwarcowego 0,35, dla gleby bielkowej wytworzonej z piasku 0,13, dla czarnoziem — 0,03 [6]. Pośrednio ponieważ próchnica ma duże znaczenie strukturotwórcze, a zdolność odbijania światła od powierzchni gleby zależy również od struktury powierzchni. Gleby rozpylone i bezstrukturalne (powierzchnie gładkie) rozpraszają więcej światła niż gleby strukturalne (powierzchnie chropowate).

Gleby o większej zawartości próchnicy mają więc ciemniejszy obraz na zdjęciach lotniczych zarówno przez swoją mniejszą jasność, jak i przez chropowatość.

Rozważając zagadnienie dokładniej dochodzimy do stwierdzenia, że ważna jest nie tylko ogólna zawartość próchnicy, ale i jej skład jakościowy. Różne frakcje związków próchnicznych mają różne zabarwienie i różne właściwości strukturotwórcze [3, 5].

Kwasy huminowe właściwe wykazują barwę brunatnoszarą, kwasy ulminowe — brunatną, fulwowe — żółtą lub czerwonawą. Te same związki próchniczne mogą mieć różną barwę zależnie od warunków powstawania, stanu skupienia i zawartości wody. Natomiast na trwałość gruzełków wywierają wpływ kwasy huminowe, a szczególnie ulminowe tworzące się podczas obumierania korzonków roślin [3, 5].

W glebie tylko niewielka część związków próchnicznych znajduje się w stanie wolnym, gdyż przeważnie związane są one z mineralną częścią gleby. Przy rozpatrywaniu wpływu składu jakościowego próchnicy na morfologię poziomu próchnicznego należałoby więc brać pod uwagę barwę połączeń próchniczno-mineralnych i ich wzajemne proporcje. Nie ma jednak obecnie dostatecznych danych, aby usystematyzować to zagadnienie. Oprzemy się więc na proporcjach wydzielanych dotychczas powszechnie frakcji: kwasach huminowych i fulwowych.

Stosunek kwasów huminowych do fulwowych  $h/f$  może być przy podobnej ogólnej zawartości próchnicy wskaźnikiem szarości poziomu próchnicznego. Im stosunek ten jest większy, tym poziom próchniczny jest ciemniejszy. Przykładowo: w czarnoziemie zdegradowanym zawierającym 2,77% próchnicy wyniósł on 1,00, a w czarnej ziemi przy 2,80% próchnicy — 1,51. Powierzchnia tej czarnej ziemi była więc znacznie ciemniejsza od powierzchni czarnoziem. Powierzchnia gleb płowych i pseudoglejowych zawierających około 2% próchnicy, przy stosunku  $h/f$  około 0,50 jest jaśniejsza od powierzchni czarnej ziemi o wiele więcej, niż by to wynikało tylko z różnicy 0,8% w zawartości próchnicy.

Spodziewać się należy, że wpływ próchniczności na obraz gleby na zdjęciu lotniczym będzie się zmieniał w miarę zwiększania wilgotności [1]. Warto byłoby stwierdzić, czy będzie on większy, gdy gleba jest wilgotniejsza, czy też gdy gleba jest suchsza. Wpływ ilości i składu jakościowego próchnicy na jasność gleby można ująć ilościowo przez pomiar współczynnika jasności, krzywych spektrofotometrycznych i pomiar barwy. Stanowić to będzie przedmiot oddzielnego opracowania. Tu ograniczyliśmy eksperyment do fotografowania gleb o różnej zawartości próchnicy. Przedmiotem oceny będą zmiany gęstości optycznej negatywu zdjęcia i tonu odbitek pozytywowych.

#### EKSPERYMENT LABORATORYJNY

Fotografowano w warunkach laboratoryjnych 9 próbek glebowych o zawartości próchnicy od 0 do 5,69% (tab. 1). W celu wyeliminowania wpływu struktury glebę roztarto i przesiano przez sito 1 mm. Aby poznać, w jaki sposób zwiększająca się wilgotność modyfikuje wpływ próchnicy, próbki były:

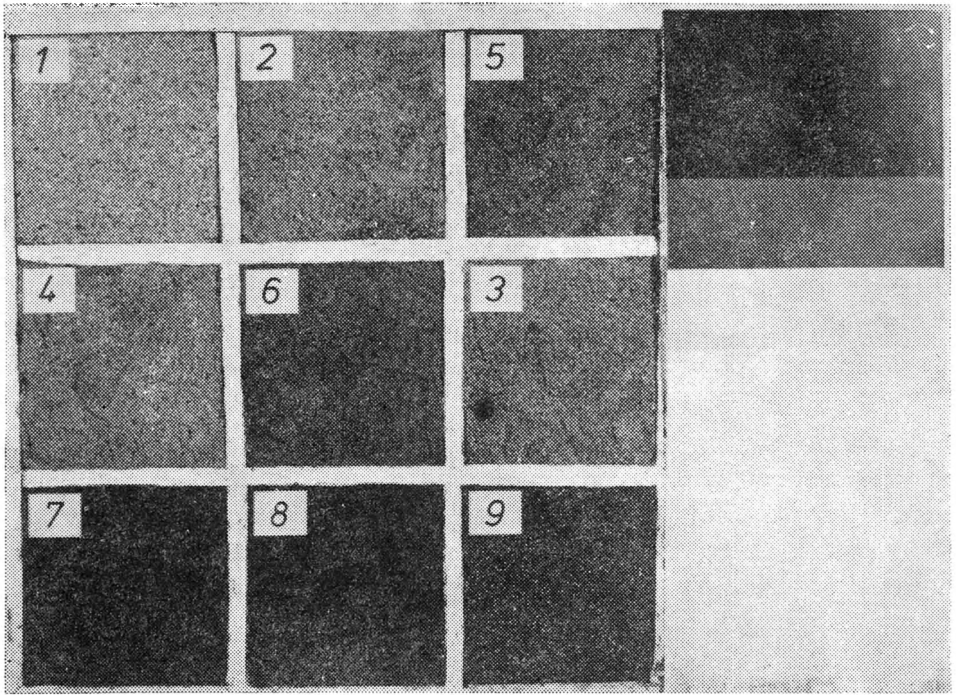
- wysuszone w 105°C,
- nasycone wodą do wilgotności około 10%,
- nasycone do wilgotności około 20%.

Dla piasku luźnego ze względu na jego mniejszą pojemność wodną przyjęto wilgotności mniejsze o około połowę. Fotografowano na błonie panchromatycznej NP 15 i ortochromatycznej kontrastowej. Analizę przeprowadzono na odbitkach pozytywowych (rozdzielanie tonu, rys. 1) i bezpośrednio na negatywie (pomiar gęstości optycznej, tab. 1, rys. 2).

Pomiar gęstości optycznej wykonywało na fotometrze FM-58 dwóch obserwatorów po 5 powtórzeń każdy, razem 10 powtórzeń. Średni błąd arytmetycznej wyniósł około 0,01 D dla błony panchromatycznej i poniżej 0,01 D dla błony ortochromatycznej. Wyniki pomiarów uzyskane na błonie panchromatycznej dla gleb świeżych (wilgotność około 10%) i dla wilgotnych (wilgotność około 20%) nie są tu podane ze względu na znaczne różnice wilgotności między próbkami tej samej partii.

Wyniki pomiarów gęstości optycznej negatywów - Measurement results of the optical density of negative

Nr profilu Profile No.	Gleba - Soil	Zawartość próchnicy % Humus content %	Błona panchromatyczna Panchromatic film		Błona ortochromatyczna - Orthochromatic film					
			wilgotność gleby soil moisture	gęstość optyczna negatywu optical density of negative	wilgotność gleby G H <sub>2</sub> O na 100 g gleby soil moisture G H <sub>2</sub> O per 100 g of soil	gęstość optyczna negatywu optical density of negative	wilgotność gleby G H <sub>2</sub> O na 100 g gleby soil moisture G H <sub>2</sub> O per 100 g of soil	gęstość optyczna negatywu optical density of negative	wilgotność gleby G H <sub>2</sub> O na 100 g gleby soil moisture G H <sub>2</sub> O per 100 g of soil	gęstość optyczna negatywu optical density of negative
1	piasek rzeczny river sand	ślad trace		1,05		0,81	6,7	0,40	11,8	0,37
2	brunatna wytworzona z lessu, erodowana eroded brown soil developed from less	0,93	dried up at 105°C	1,01	dried up at 105°C	0,60	10,7	0,29	21,0	0,26
3	bielicowa wytworzona z pias- ku podzolic soil developed from sand	0,98		1,00		0,49	8,9	0,17	18,0	0,14
4	piłwa wytworzona z pyłu soil lessive developed from silt	1,46		0,97		0,50	9,7	0,22	20,7	0,25
5	czarna ziemia zdegradowana, wytworzona z gliny degraded black earth develo- ped from loam	1,96		0,91		0,41	9,5	0,20	15,8	0,14
6	czarnoziem zdegradowany degraded chernozem	2,48	wysuszona w 105°C	0,89	wysuszona w 105°C	0,40	9,6	0,18	21,0	0,24
7	czarnoziem słabo zdegradowa- ny weakly degraded chernozem	3,00		0,74		0,22	10,3	0,13	21,5	0,13
8	czarna ziemia właściwa wy- tworzona z pyłu proper black earth developed from silt	3,88		0,66		0,15	9,9	0,15	20,5	0,13
9	murszowo-mineralna mucky-mineral soil	5,69		0,73		0,23	9,6	0,13	21,2	0,15

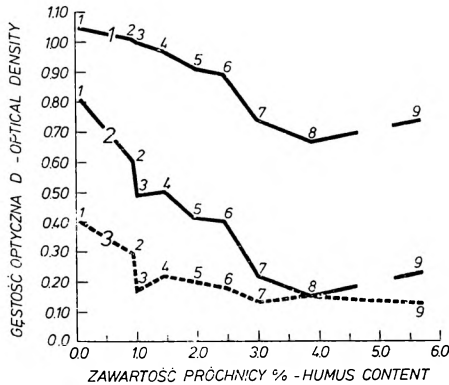


Rys. 1. Gleba sucha, błona panchromatyczna

1 — piasek rzeczny, 2 — gleba brunatna wytworzona z lessu erodowana, 3 — gleba bielnicowa wytworzona z piasku, 4 — gleba płowa wytworzona z pyłu, 5 — czarna ziemia zdegradowana wytworzona z gliny, 6 — czarnoziem zdegradowany, 7 — czarnoziem słabo zdegradowany, 8 — czarna ziemia właściwa wytworzona z pyłu, 9 — gleba murszowo-mineralna

Dry soil, panchromatic film

1 — river sand, 2 — eroded brown soil developed from loess, 3 — podzolic soil developed from sand, 4 — soil lessivé developed from silt, 5 — degraded black earth developed from loam, 6 — degraded chernozem, 7 — weakly degraded chernozem, 8 — proper black earth developed from silt, 9 — mucky-mineral soil



Rys. 2. Zmiany gęstości optycznej negatywu zależnie od zawartości próchnicy

1 — błona panchromatyczna — gleba wysuszona w 105°C, 2 — błona ortochromatyczna — gleba wysuszona w 105°C, 3 — błona ortochromatyczna — gleba świeża (10% wody)

Optical density of the negative depending on the humus content in soil

1 — panchromatic film, soil dried up at the temperature of 105°C, 2 — ortochromatic film, soil dried up at the temperature of 150°C, 3 — ortochromatic film, fresh soil (10% water)

## ANALIZA WYNIKÓW I WNIOSKÓW

Według zróżnicowania tonu na odbitce pozytywowej można wizualnie wydzielić w obrazach próbek suchych 4 grupy gleb:

Stopień szarości wizualnie	Ton w/g Munsella	Odpowiadająca próchniczność
jasnoszary	N 7 do 8	piasek bezpróchniczny
szary	N 5	0,9 do 1,5%
ciemnoszary	N 2 do 3	2,0 do 2,5%
czarny	N 1,5	powyżej 3%

Wyniki pomiarów gęstości optycznej negatywów przedstawiono na rys. 2. Z krzywych wynika co następuje.

1. W miarę wzrostu zawartości próchnicy zmniejsza się gęstość optyczna negatywu. Odstępstwo w przypadku gleby murszowo-mineralnej tłumaczy się tym, że próchnica jest tu luźno związana z mineralną częścią gleby. Pojedyncze nie związane z próchnicą ziarna piasku zwiększają jasność gleby. Gdyby to był na przykład czarnoziem o tej samej zawartości próchnicy, krzywa prawdopodobnie łagodniej opadałaby w dalszym ciągu.

2. Jednostkowa zmiana zawartości próchnicy daje większą zmianę gęstości optycznej na błonie ortochromatycznej niż na panchromatycznej.

3. Nierównomierność przebiegu krzywych tłumaczyć należy wpływem składu jakościowego próchnicy dwóch sąsiadujących gleb i różnicami w ich jasności spektralnej. Na przykład na błonie ortochromatycznej ta sama gęstość optyczna obrazu gleby bielcowej i pyłowej, mimo różnicy 0,48% zawartości próchnicy, spowodowana jest pewną hydromorficznością gleby bielcowej i wywołanym tym ściemnieniem jej próchnicy. Podobnie w przypadku czarnej ziemi zdegradowanej (próbka 5=1,96% próchnicy) i czarnoziemiu zdegradowanego (próbka 6=2,48% próchnicy). Przy różnicy 0,5% w zawartości próchnicy nie ma różnicy w gęstości optycznej. Spowodowane jest to wyższym stosunkiem  $h/f$  w czarnej ziemi.

4. Zmiana gęstości optycznej negatywu równa trzykrotnemu średniemu błędowi średniej arytmetycznej z 10 pomiarów odpowiada zmianie w zawartości próchnicy średnio o:

— 0,3% dla błony panchromatycznej w przedziale prób od 1 do 8,

-- 0,15% dla błony ortochromatycznej w przedziale prób od 1 do 8.

Wartości te modyfikują się nieco w poszczególnych przedziałach próchniczności.

5. Zwiększenie wilgotności gleby zmniejsza różnice w jasności ich powierzchni i już przy zawartości około 10% wody niemożliwe jest rozróżnienie poszczególnych gleb na podstawie różnic w próchniczności. Przy

wilgotności około 20% dochodzi błyszczenie fragmentów powierzchni. Wyników pomiarów przy tej wilgotności nie przedstawiono na wykresie.

6. Z ustaleń punktu 5 wynika, że dla uchwycenia różnic w próchniczności gleb najkorzystniejszy będzie okres, kiedy gleba nie jest pokryta zieloną roślinnością, a jej powierzchnia jest wysuszona. W Polsce bywa tak najczęściej przy końcu okresu wegetacyjnego, zwykle we wrześniu.

Do uzyskania wzorców mogących służyć do automatycznego kartowania próchniczności gleb z zastosowaniem mikrodensytometrów współpracujących z komputerami potrzeba jeszcze obszernych badań na większym materiale, uwzględniających skład próchnicy i krzywe spektrofotometryczne gleb. Konieczne jest również powiązanie badań laboratoryjnych z pomiarami z pewnej wysokości, ponieważ niektóre wzorce uzyskane w laboratorium są mało przydatne do analizy obrazów otrzymanych ze znacznych wysokości, obciążonych wpływem szeregu czynników atmosferycznych.

#### LITERATURA

- [1] Białousz S., Mirosz K., Simla M.: Wpływ wilgotności gleby na zróżnicowanie tonu zdjęcia lotniczego. W druku.
- [2] Girard M. C.: Interprétation de quelques facteurs pédologiques a partir de photographies aériennes, en relation avec différentes saisons et différentes émulsions. Actes du III-e Symposium International de Photo-Interprétation Dresden 1970, 925—947.
- [3] Kononowa M.: Substancje organiczne gleby. PWRiL, Warszawa 1968.
- [4] Metodika sostawlenija krupnomassztabnych poczwiennych kart s primienieniem matieriałow aerofotosjomki. Moskwa 1965.
- [5] Musierowicz A.: Próchnica gleb. PWRiL, Warszawa 1960.
- [6] Tolchielnikow J.: Optičeskije swojstwa łańszafťa. Leningrad 1974.

C. Биалоуш, К. Козей, Х. Пжевоска

#### ВЛИЯНИЕ ПЕРЕГНОЙНОСТИ ПОЧВ НА ДИФФЕРЕНЦИАЦИЮ ТОНА АЭРОФОТОСНИМКА

Лаборатория почвоведения института хозяйственной геодезии,  
Варшавская политехника

#### Резюме

В лабораторных условиях фотографировали на панхроматической и ортохроматической эмульсии образцы почв с разным содержанием гумуса и при трех вариантах влажности. Пытались выяснить какая имеется связь между обогащенностью почв гумусом и оптической плотностью негатива при разных уровнях влажности.

В сухих образцах изменению оптической плотности на величину равную утроенному значению ошибки среднего измерений соответствовали разницы в содержании гумуса: 0,3% для панхроматической пленки и 0,15% для ортохро-

матической пленки. При 10% влажности оптическая плотность негатива была одинаковой для всех почв.

Результаты могут быть использованы для уточнения эталонов при автоматическом оконтуривании почв с одинаковым содержанием перегноя (гумуса) применяя анализ аэроснимков по методу эквиденситометрии.

S. BIAŁOUSZ, W. KOZIEJ, H. PRZEWOSKA

EFFECT OF HUMUS CONTENT IN SOIL ON THE TONE DIFFERENTIATION  
OF THE AERIAL PHOTOGRAPHS

Institute of Applied Surveys, Soil  
Science Laboratory, Warsaw Technical University

S u m m a r y

At use of the film covered with panchromatic or orthochromatic emulsy, soil samples with different humus content and three moisture variants, were photographed. The relationship between the humus content in soil and the optical density of the negative was determined for different soil moisture levels.

In dry soil samples, the change of the optical density by the value equal to the threefold mean error of arithmetic mean of the measurement, corresponded with differences in the humus content, viz.: 0.3% for the panchromatic and 0.15 for the orthochromatic film.

At the moisture of 10% the optical density of the negative was similar for all soils.

The results can be used for the establishment of patterns in automatical plotting contours of soils with an equal humus content, at the analysis of aerial photographs by the equidensitometry method.

*Dr Stanisław Białousz  
Instytut Geodezji Gospodarczej  
Politechniki Warszawskiej  
Warszawa, plac Jedności Robotniczej 1*