

Ćwiczenie 4: Glebowa materia organiczna

Zalecana literatura:

„Badania ekologiczno-gleboznawcze” - Bednarek i in., PWN, 2004, str. 141-144, 155-158
„Geneza, analiza i klasyfikacja gleb” - Mocek A., Drzymała S., Wyd. UP w Poznaniu, 2010.
„Gleboznawstwo” - red. S. Zawadzki, PWRiL, W-wa 1999, strony 237-260.

ciekawe strony: www.ar.wroc.pl/~weber/humic-pl.htm
www.au.poznan.pl/kgir/dydaktyka/w-2.doc

1. Znaczenie glebowej materii organicznej

Faza stała gleby składa się z cząstek mineralnych i ciemno zabarwionej materii organicznej. W skład materii organicznej wchodzi wszystkie występujące w glebie związki zawierające węgiel organiczny. Zalicza się tu zarówno spotykane w glebie żywe organizmy jak i też obumarłe szczątki organiczne wraz z produktami ich rozkładu i humifikacji, określane mianem substancji organicznej gleby. W glebie substancja ta tworzy jedną genetyczną całość, począwszy od stosunkowo świeżych, nierozłożonych jeszcze resztek roślinnych i zwierzęcych, aż po ciemno zabarwione substancje bezpostaciowe, które są produktami procesów rozkładu i wtórnej syntezy produktów prostszych.

Organizmy żywe (edafon) na ogół nie są zaliczane do substancji organicznej gleby; chociaż w warstwach ornych edafon (głównie mikroorganizmy i części podziemne roślin) stanowią 10-15% całkowitej masy materii organicznej gleby (ogółem martwej i żywej).

Materia organiczna wpływa na fizyczne, chemiczne i biologiczne właściwości gleby w stopniu niewspółmiernie wielkim do jej niskiej zawartości:

1. wpływ na właściwości fizyczne:
 - przyczynia się do tworzenia struktury agregatowej gleby, przez co polepszają się warunki wodno-powietrzne gleb;
 - korzystnie wpływa na porowatość, zwięzłość, lepkość gleb;
 - zwiększa pojemność wodną gleb;
 - zmieniają zabarwienie gleb (zabarwienie gleb od szarego do czarnego) – wiąże się z tym silniejsze i szybsze nagrzewanie się gleby.
2. wpływ na właściwości chemiczne:
 - decyduje o pojemności sorpcyjnej gleb. Materia organiczna wykazuje od 2 do 30 razy większą pojemność sorpcyjną niż koloidy mineralne (150 – 300 cmol₍₊₎/kg)
 - jest skutecznym systemem buforującym (regulującym odczyn gleby)
 - reguluje procesy oksydacyjno-redukcyjne
 - dostarcza składników pokarmowych dla roślin
3. wpływ na właściwości biologiczne:
 - zawiera substancję wzrostowe oddziałujące na rośliny
 - działa fitosanitarnie – niszczenie organizmów patogennych przez organizmy saprofityczne.

Węgiel organiczny w glebie pochodzi z dwóch zasadniczych źródeł:

- pierwotnym źródłem materii organicznej gleb są resztki roślinne:
 - obumarłe części roślin, które opadły w czasie wegetacji,
 - resztki poźniwne i korzenie roślin wyższych.
 - nawozy organiczne (obornik, kompost, nawozy zielone)
- wtórnym źródłem materii organicznej jest świat zwierzęcy:
 - obumarłe ciała makro- i mezofauny glebowej,
 - ekskrementy (odchody i wydzieliny) makro- i mezofauny glebowej.

2. Podział glebowej materii organicznej (wg Webera, <http://www.ar.wroc.pl/~weber>)

Materia organiczna gleby - wszystkie występujące w glebie związki zawierające węgiel pochodzenia organicznego.

Substancja organiczna gleby - suma obumarłych składników organicznych (głównie roślinnych) występujących w glebie, od świeżych, nie rozłożonych resztek roślinnych i zwierzęcych do bezpostaciowych produktów rozkładu i resyntezy. Substancja organiczna występuje w glebie w

zróżnicowanej morfologicznie postaci, na podstawie której wyróżniane są tzw. [formy i typy próchnicy](#).

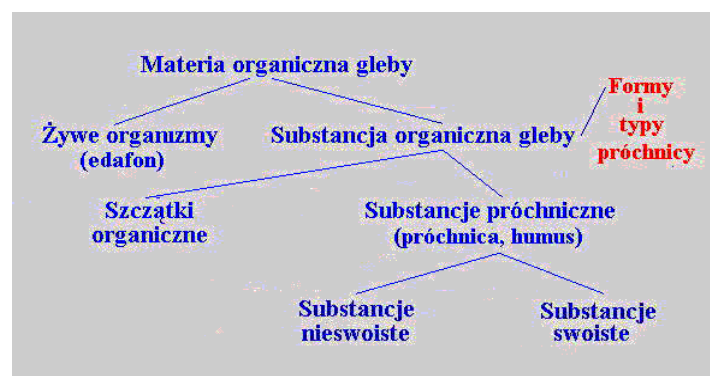
Żywe organizmy (edafon) - na ogół nie są zaliczane do substancji organicznej gleby, chociaż w warstwach ornych edafon (głównie mikroorganizmy i części podziemne roślin) stanowi 10-15 % ogólnej masy martwej i żywej materii organicznej gleby.

Szczałki organiczne - resztki roślinne i zwierzęce zarówno świeże, jak też wykazujące różny stopień rozkładu.

Substancje próchniczne - ciemno zabarwione, bezpostaciowe substancje będące produktami rozkładu resztek organicznych oraz związki będące wynikiem resyntezy powodowanej przez mikroorganizmy w glebie. Dzielone są na swoiste i nieswoiste substancje próchniczne.

Nieswoiste substancje próchniczne - należą tu związki o dobrze rozpoznanej budowie, zaklasyfikowane do różnych w chemii organicznej grup strukturalnych. Stanowią one 10-15 % substancji próchnicznych. Należą tu między innymi: [węglowodany](#), [tłuszczowce](#), [aminokwasy](#), [lignina](#), [garbniki](#)

Swoiste substancje próchniczne - są to wysokocząsteczkowe związki o mało rozpoznanej budowie, które można wyekstrahować 0,1 M roztworem NaOH. Substancje te stanowią 25-90 % substancji próchnicznych.



Rys. 1. podział substancji organicznych występujących w glebie (<http://karnet.up.wroc.pl/~weber>)

3. Powstawanie swoistych substancji próchnicznych (humifikacja)

Części zielne roślin wyższych zawierają około 75% lub więcej wody. Sucha masa netto składa się z C, O, H, N i składników mineralnych – popielnych. Przeciętny skład suchej masy roślin wyższych jest następujący:

Węglowodany	{ cukry i skrobia hemicelulozy Celuloza }	1 – 5% 10 – 28% 20 – 50%
Tłuszcze, woski, taniny itp.		1 – 8%
Ligniny		10 – 30%
Białka		1 - 15%

W glebie zachodzą bezustannie procesy przemiany związków organicznych w mineralne. Procesy te noszą nazwę mineralizacji i są częścią obiegu węgla i innych pierwiastków w przyrodzie. Wszystkie substancje organiczne docierające do gleby podlegają rozkładowi. Jednak ze względu na skład i budowę poszczególne grupy związków organicznych wykazują różną podatność na rozkład- tempo rozkładu maleje w następującej kolejności:

1. [cukry, skrobia i białka proste](#)
 2. [białka złożone](#)
 3. [hemicelulozy](#)
 4. [celuloza](#)
 5. [ligniny, tłuszcze, woski](#)
- ulegają szybkiemu rozkładowi**
- rozkładają się bardzo wolno**

Procesy mineralizacji glebowych substancji organicznych mogą zachodzić w warunkach tlenowych (aerobowych) oraz/lub w warunkach beztlenowych (anaerobowych).

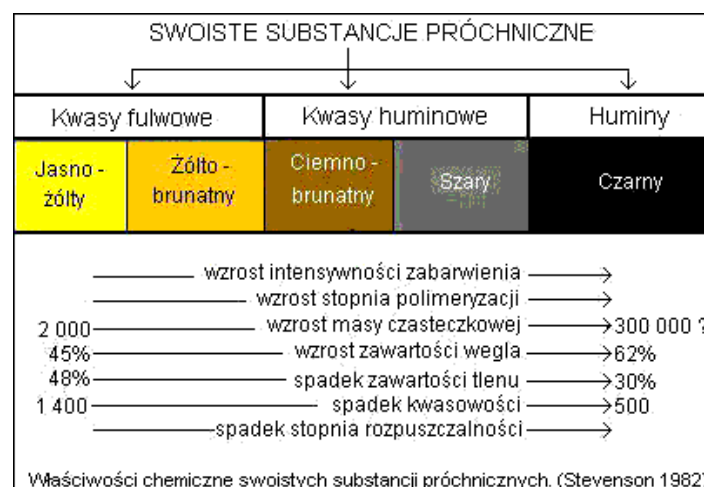
W warunkach tlenowych produktami mineralizacji są: CO_2 , H_2O , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , NO_3^- , kationy oraz znaczna ilość energii.

W warunkach beztlenowych – niedoboru tlenu spowodowanego dużą wilgotnością gleby lub wysoką aktywnością mikroorganizmów i intensywnym zużyciem tlenu przy niedostatecznej wymianie gazowej między glebą i atmosferą, przy kwaśnym odczynie oraz niskiej temperaturze produktami rozkładu są CO_2 i H_2O , a także H_2S (siarkowodór), CH_4 (metan), CS_2 (skatol) oraz indol.

Próchnica w glebie powstaje na skutek **humifiakcji**, czyli szeregu skomplikowanych procesów rozkładu, przebudowy i syntezy różnych związków organicznych, przy współdziałaniu drobnoustrojów oraz mikro- i mezofauny glebowej, które prowadzą do powstania nowych bezpostaciowych (amorficznych) związków organicznych. Główną masę próchnicy stanowią zmodyfikowane związki pochodzenia roślinnego (częściowo utlenione ligniny i związki pokrewne) oraz substancje nowo powstałe w wyniku syntezy bakteryjnej (wielocukrowce i poliuroidy). Wiele informacji na stronie <http://karnet.up.wroc.pl/~weber/powstaw1.htm>.

Proces humifikacji ma charakter przede wszystkim biochemiczny, w którym biorą udział enzymy wydzielane przez mikroorganizmy glebowe. Wśród substancji humusowych wyróżniane są (Brady i Weil 1999, 12 ed):

- **kwasy fulwowe**, rozpuszczalne w wodzie, mobilne i mało trwałe (czas połowicznego trwania 10-15 lat),
- **kwasy huminowe**, rozpuszczalne w NaOH i alkoholu, strącają się po dodaniu HCl; aktywne, o dużej pojemności sorpcyjnej, czas połowicznego trwania ponad 1000 lat,
- **huminy**, nierozpuszczalne, nieaktywne chemicznie, bardzo trwałe.



Rys. 2 Charakterystyka substancji humusowych za **Weberem** (<http://www.ar.wroc.pl/~weber>)

4. Skład próchnicy i stosunek C:N

Pod względem budowy chemicznej próchnica jest bardzo skomplikowanym związkiem. Do tej pory nie wyodrębniono wszystkich związków organicznych budujących próchnicę. Wśród wielu podziałów związków próchnicznych najpopularniejsze są Odena, Tiurina, Springera oraz Scheffera.

Proces humifikacji traktować można jak proces zagęszczania węgla, a skład substancji humusowych znacznie odbiega od składu pierwotnych produktów wyjściowych, średnio zawierają one: **58% C, 28 – 30% O, 5% N, 4% H, 2 – 8% popiołu**. W częściach popielnych występują: P, S, Ca, Mg, K, Na, Mn, Cu, Zn, Mo, Co, B.

Przykład wzoru sumarycznego materii organicznej przedstawili wg **Schultena i Schnitzera (1997, Soil Sci.162:115-130)**: **$\text{C}_{349}\text{H}_{401}\text{N}_{26}\text{O}_{173}\text{S}$**

Stosunek węgla do azotu (C:N) w dobrze zhumifikowanej substancji organicznej wynosi około 10:1.

Relacja C:N w glebach jest ważna ze względu na:

- konkurencję o łatwo dostępny azot. Z chwilą wniesienia resztek poźniwnych lub słomy do gleby o szerokim stosunku C:N, np. 50:1, dostarczana jest duża ilość węgla – czyli energii dzięki której następuje gwałtowny rozwój mikroorganizmów glebowych, zużywających azot glebowy do budowy swoich ciał (białek).
- Ilość węgla w glebie uzależniona jest od ilości azotu, a tym samym od ilości substancji organicznej. W miarę zużywania zasobów węgla występującego w przyoranych resztkach stosunek węgla do azotu C:N stopniowo maleje zbliżając się do wartości determinowanej warunkami mikroklimatycznymi (np. 10:1 lub 8:1). Mikroklimat determinuje poziom stabilizacji stosunku C:N, lecz o ilości węgla zgromadzonego w postaci substancji próchnicznych decyduje ilość azotu – tj. im więcej azotu zawierają resztki roślinne dostające się do gleby, tym większa akumulacja węgla organicznego.

5. Metody oznaczania materii organicznej

5.1. Metody termiczno – wagowe

Metody te polegają na spalaniu substancji organicznej (i zawartego w niej węgla) określeniu ubytku masy po spalaniu lub wychwyceniu CO₂ wydzielonego podczas spalania przy użyciu specjalnych urządzeń odbierających. Wyróżnia się dwie metody spalań:

- **spalania na sucho** (oznaczenie %OM): substancja organiczna spalana jest w piecach muflowych. Około 5 gramowa naważka jest suszona w tem. 105°C przez dwie godziny i ważona (M₁₀₅), następnie próbka jest spalana przez 2-3 godziny w temp. 800-900°C, (w glebach węglanowych 350-360°C by uniknąć termicznego rozkładu węglanów), **piec otwierany jest po ostygnięciu** i próbki są ponownie ważone (M₉₀₀, M₃₆₀).
- **spalania na mokro** (oznaczenie %Corg i następnie przeliczenie na %OM): substancja organiczna zostaje spopielona przy pomocy silnych utleniaczy, zawartość węgla organicznego wyznaczana jest na podstawie ilości wydzielonego (i zaadsorbowanego) CO₂, (w przypadku gleb węglanowych niezbędna jest korekta uzyskiwanych wyników w oparciu o procentową zawartość węglanów lub dodatkowa procedura analityczna w celu określenia ilości CO₂ wydzielonego z węglanów).

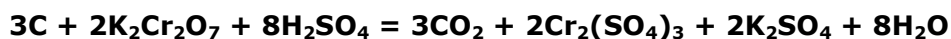
5.2. Metody oksydacyjno-miareczkowe:

Są to metody polegające na oznaczeniu ilości węgla organicznego zawartego w próbce gleby (w materii organicznej). Wyniki oznaczeń węgla organicznego przeliczyć można na procentową zawartość materii organicznej, przyjmując założenie że przeciętny udział węgla w próchnicy wynosi 58 %, zawartość próchnicy w glebie oblicza się ze wzoru:

$$\%OM = \%Corg \times \frac{100}{58} = \%Corg \times 1,724$$

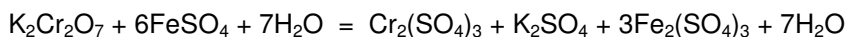
Przeliczenie wyników oznaczeń Corg na OM obarczone jest błędem, bowiem nie znając struktury frakcyjnej humusu, nie znamy też prawdziwego udziału węgla w OM, a operowanie stałym przelicznikiem prowadzi jest zawodne. Stąd, jeśli nie jest to konieczne, lepiej jest operować wartościami bezpośrednio oznaczonymi, czyli udziałem węgla organicznego (%Corg).

Do spalania substancji organicznej stosowane są silne utleniacze. Zawartość C obliczana jest na podstawie ilości utleniacza zużytego do zmineralizowania węgla organicznego zawartego w naważce gleby. Ilość zużytego utleniacza określa się w relacji do próby zerowej, miareczkując związkami redukującymi nadmiar utleniacza pozostały po spalaniu węgla organicznego. Jako związki redukujące nadmiar K₂Cr₂O₇ stosowane są: siarczan żelazawy, FeSO₄×7H₂O (w metodzie Walkleya-Blacka) oraz sól Mohra, FeSO₄(NH₄)₂ × 6H₂O (w metodzie Tiurina). Najczęściej używanym utleniaczem jest dichromian potasu (K₂Cr₂O₇) w obecności H₂SO₄ (jako katalizatora). Utlenienie węgla zawartego w substancji organicznej przebiega zgodnie z reakcją:



Z reakcji wynika, że: Chrom ulega redukcji: $2Cr^{+6} + 6e^- \rightarrow 2Cr^{+3}$
Węgiel ulega utlenianiu: $C^0 - 4e^- \rightarrow C^{+4}$

Do redukcji nadmiaru dichromianu potasu stosowany jest siarczan żelazawy $FeSO_4 \times 7H_2O$, a reakcję tę opisuje równanie:



Z powyższych reakcji wynika 2 mole $K_2Cr_2O_7$ utleniają 3 mole C (2 x 294,2g $K_2Cr_2O_7$ reagują z 3 x 12g C) a do zredukowania 1 mola $K_2Cr_2O_7$ (294,2g) zużywanych jest 6 moli $FeSO_4$ (6 x 151,91g).

1 mol $K_2Cr_2O_7$ utlenia 3/2 cząsteczki C (18g) i jest równoważony przez 6 moli $FeSO_4$, stąd 1 molowi $FeSO_4$ odpowiada 3 g C, a ilości $FeSO_4$ zawartej w 1 cm³ 1molowego (=1N) roztworu stanowiącej 1/1000 mola odpowiada 0,003 g C. Ponadto 1 cm³ 1N roztworu zawiera miligramorównowaznik (mgR) $FeSO_4$, a masa 0,003g C odpowiada zarówno 1mgR reduktora jak i utleniacza potrzebnego do utlenienia, czyli 0,003gC utleniane jest 1 cm³ 1N roztworu $K_2Cr_2O_7$ (mgR).

5.3. Oznaczanie węgla organicznego metodą oksydacyjno –miareczkową z użyciem bloku mineralizacyjnego według Nelsona Somersa (1996).

Metoda zbliżona do Walkleya-Blacka (1946), różnica polega na podgrzewaniu próby, podobna jest również metoda Tiurina, gdzie stosowana jest wyższa temperatura i inny reduktor (sól Mohra).

Opis metody za Nelson i Somers (1996, strony 996-998 w: Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods. S.S.S.A. - A.S. of Agronomy. Book series no 5).

Wykonanie oznaczenia

- odważyć na wadze laboratoryjnej naważkę 0,1 – 0,5 g powietrznie suchej gleby przesianej na sicie 0,25 mm i umieścić w kolbie mineralizacyjnej; wielkość naważki maleje wraz ze wzrostem zawartości węgla i powinna być tak oszacowana by nie przekraczała 20mg Corg,
- dodać 10 cm³ roboczego roztworu 0,167 molowego $K_2Cr_2O_7$ (**substancja toksyczna**) i dobrze wymieszać,
- szybko dodać 20 cm³ stężonego H_2SO_4 (**w dygestorium**) i bardzo dokładnie wymieszać zawartość kolby,
- włożyć kolby do bloku mineralizacyjnego i doprowadzić do temp. 150 °C i zostawić w tej temp. przez 30 minut, następnie odstawić do ostudzenia - wartości temperatury i czasu należy odpowiednio zaprogramować w pamięci mineralizatora,
- zawartość poszczególnych kolb mineralizacyjnych przenieść do kolb stożkowych 300ml dodając 200ml wody destylowanej - jeżeli spodziewamy się dużego zmętnienia roztworu należy przesączyć próbkę na lejku Buchnera używając kolby stożkowej z tubusem i pompki podciśnieniowej.
- bezpośrednio przed miareczkowaniem dodać 3 – 4 krople induktora siarczanu *ferroiny*,
- miareczkować roboczym roztworem $FeSO_4$ (około 0,5M) do końcowej barwy czerwonej - przejściowe zabarwienie: zielone, szafirowe i tuż przed punktem końcowym turkusowe).

Uwaga: Jeśli po spaleniu i dodaniu wody barwa roztworu jest zielona należy powtórzyć oznaczenie z mniejszą naważką gleby. Zielona barwa wskazuje na redukcję ponad 75% $K_2Cr_2O_7$.

W celu oznaczenia mian roztworów i termicznej straty utleniacza wykonujemy trzy próby zerowe:

0z - z mianowanym roztworem 0,0167 M $K_2Cr_2O_7$ na zimno do mianowania roztworu $FeSO_4$,

0Rc - z roboczym roztworem $K_2Cr_2O_7$ z ogrzewaniem - do obliczeń termicznej straty $K_2Cr_2O_7$

0Rz - z roboczym roztworem $K_2Cr_2O_7$ na zimno (bez ogrzewania) – do obliczeń termicznej straty $K_2Cr_2O_7$

Obliczenie wyników

Obliczenie stężenia roztworu $FeSO_4$: $m \left[\frac{Mol}{l} \right] = \frac{0,1 \times k}{0z}$

m - molowość roztworu $FeSO_4$ (Mol/l = Normalności)

k - ml wzorcowego roztworu 0,0167 M $K_2Cr_2O_7$ (0,1 N) użyte do mianowania,

0z - ml roztworu $FeSO_4$ zużyte do miareczkowania roztworu wzorcowego (powyżej).

$$\text{Corg (\%)} = \frac{(0Rc - a) \times m \times 0,003}{s} \times 100$$

- a – ml FeSO₄ zużyte do zmiareczkowania badanej próbki,
0Rc – ml FeSO₄ zużyte do zmiareczkowania gotowanego zerowego roztworu roboczego,
m – molowość roztworu FeSO₄,
s – naważka gleby (g),
0,003 – masa węgla równoważona przez 1 cm³ 1-molowego FeSO₄ (g),
100 – przeliczenie na %.

Odczynniki

- 0,167 molowy K₂Cr₂O₇ (1N): 49,04 g K₂Cr₂O₇ wysuszonego w 105 °C rozpuścić w wodzie destylowanej i rozcieńczyć do 1000ml
- H₂SO₄ – stężony > 96%
- indykator – 0,025 molowy kompleks ortofenantroliny z FeSO₄; rozpuścić 1,485g ortofenantroliny i 0,695g FeSO₄ x7H₂O w wodzie destylowanej i rozcieńczyć do 1000ml (gotowy roztwór występuje pod nazwą - Ferroiny siarczan, producent POCH),
- 0,5 molowy FeSO₄ (0,5 N) – rozpuścić 140 g FeSO₄ x7H₂O w wodzie destylowanej, dodać 15 ml stężonego H₂SO₄, ostudzić i rozcieńczyć do 1000 ml,
- 0,0167 molowy roztwór K₂Cr₂O₇ - naważkę analityczną 4,904 g rozpuścić w wodzie destylowanej i rozcieńczyć do 1000 ml.

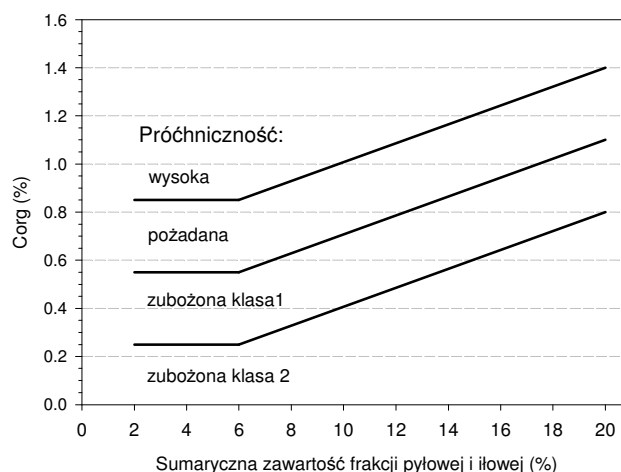
Sprzęt

- waga laboratoryjna (d= 0,001g)
- sito ze stali nierdzewnej o średnicy oczek 0,25 mm
- kolby stożkowe o pojemności 250-300 cm³
- blok mineralizacyjny
- pompa podciśnieniowa lub wodna
- lejek Büchmera
- tryskawka
- cylinder miarowy 250 cm³
- biureta (d <= 0,1 cm³)
- pipeta o pojemności 10 cm³
- naciągacz do pipet
- dozownik do stężonego kwasu siarkowego

6. Interpretacja wyników oznaczeń węgla organicznego

Wyniki oznaczeń zawartości węgla organicznego przedstawić można w formie procentowej zawartości węgla organicznego lub materii organicznej (po odpowiednim przeliczeniu – komentarz wyżej) lub w formie zasobów Corg lub OM w przeliczeniu na jednostkę powierzchni (hektar, m²) w odniesieniu do określonej miąższości gleby lub całego profilu glebowego (solum).

- Ocena próchniczności gleb według zawartości węgla organicznego (%Corg) i sumarycznej zawartości frakcji poniżej 0,063 mm (w praktyce sumarycznej zawartości frakcji pyłowej i iłowej) (opracowanie dla obszarów morenowych, FZB Munchenberg Niemcy).



- Ocena próchniczności gleb na bazie zawartości materii organicznej i uziarnienia gleb według **Sequi i De Nobili*(2000)**. Dla poszczególnych klas próchniczności wartości progowe maleją wraz ze wzrostem średnicy ziaren, np. dla łąw bardzo niska próchniczność odpowiada < 1,2 % OM, a w piaskach stan ten występuje przy zawartościach OM < 0,8 %.

	Uziarnienie		
	PI, Ps, Pg Gp i GI	Gpi, Gz, Ip, Pyg,Pyz, Pyi	Gi, Gpyi, Iz, Ipy, Ic
	Zawartość materii organicznej OM (%)		
Klasa próchniczności	<0,8	<1,0	<1,2
Bardzo niska	0,8-1,4	1,0-1,8	1,2-2,2
Niska	1,5-2,0	1,9-2,5	2,3-3,0
Średnia	>2	>2,5	>3
Wysoka			

*Sequi, P., De Nobili, M. 2000. Carbonio organico. In: Metodi di analisi chimica del suolo (Coordinatore P. Violante). Collana di metodi analitici per l'agricoltura diretta da P. Sequi. Franco Angeli, Milano, Capitolo VII, 1-5.

- Parametryczna ocena próchniczności gleb według liczby lat potrzebnych do zmineralizowania zakumulowanej próchnicy (tzw. miara wewnętrznego zasilania -N), obliczanej na podstawie pedoklimatycznego współczynnika rocznej mineralizacji (K_2), opracowanego dla gleb z obszaru północnej Francji przez **Remy i Martin-Lafleche (1974)**:

$$K_2 = \frac{1200}{(10 \times \% \text{ ilu} + 200) + (0,3 \times 10 \times \% \text{ CaCO}_3 + 200)}$$

%ilu – zawartość frakcji ilastej (%), %CaCO₃ – zawartość węglanów (%), 10 – przeliczenie z % na g/kg.

Miara wewnętrznego zasilania wyznaczana jest według formuły::

$$N = \frac{\%OM}{K_2}$$

%OM - zawartość materii organicznej w %.

Klasy wewnętrznego zasilania gleb w materię organiczną wg N:

Klasa zasilania	niska	średnia	wysoka
N	<2	2<N<4	>4

Wartości miar wewnętrznego zasilania w próchnicę dla wybranych gleb Polski

Profil	Poziom	Głębokość [cm]	%C [%]	N [%]	C/N [-]	%OM [%]	CaCO ₃ [%]	piasku [%]	pyłu [%]	iłu [%]	K ₂ O 2008	N	
Gleba bielnicowa (Krzyż)	A1	0-10	1.18	0.055	21.5	2.03	0	95	5	0	pldr	3.00	0.68
Gleba bielnicowa (Krzyż)	A1	0-10	3.07	0.108	28.4	5.29	0	96	4	0	plsr	3.00	1.76
Gleba rdzawa (kampus UAM)	Apd	0-13	0.66	0.077	8.6	1.15	0	94	6	0	plsr	3.00	0.38
Gleba płowa (Wlkp)	Ap	0-22	1.20	0.102	11.8	2.07	0	73	23	4	gpdr	2.73	0.76
Gleba płowa (Kotł. Sandomierska)	Ap	0-28	1.33	0.117	11.3	2.29	0	6	80	14	pyi	2.22	1.03
Gleba płowa (Lubelszczyzna)	Ap	0-15	1.42	n.o.	n.o.	2.45	0	21	69	10	pyg	2.40	1.02
Czarna ziemia właściwa (Wlkp)	Ap	0-26	1.66	n.o.	n.o.	2.86	2.8	72	19	9	gpdr	2.41	1.19
Czarna ziemia właściwa (Wlkp)	Ap	0-29	2.11	n.o.	n.o.	3.64	1.8	79	17	4	pgrz	2.69	1.35
Czarna ziemia właściwa (Wlkp)	Ap	0-24	4.40	n.o.	n.o.	7.59	0	38	44	18	gz	2.07	3.67
Czarna ziemia zbrunatniała (Wlkp)	Ap	0-25	1.50	n.o.	n.o.	2.59	0	71	21	8	gpdr	2.50	1.03
Czarna ziemia zbrunatniała (Lubuskie)	Ap	0-19	1.09	0.124	8.8	1.88	1.4	63	29	8	gl	2.48	0.76
Gleba deluwialna (kujawy)	Ap	0-30	1.86	0.170	11.0	3.21	0	60	31	9	gl	2.45	1.31
Gleba deluwialna (Wlkp)	Apn	0-29	1.78	n.o.	n.o.	3.07	0	72	25	3	gpbd	2.79	1.10
Mada (Żuławy)	Ap	0-15	7.84	0.857	9.1	13.52	1.4	26	55	19	pyi	2.02	4.73
Mada (Żuławy)	Ap	0-15	2.72	0.395	6.9	4.69	0	10	56	34	pyi	1.62	2.89

Przykład ten wskazuje, że według miary wewnętrznego zasilania Remy i Martin-Lafleche (1974) na obszarze Polski dominują gleby o najniższej klasie zasilania (N < 2 w glebach płowych, rdzawych bielnicowych), natomiast średnia i wysoka klasa wewnętrznego zasilania występować może w glebach o wyższej zawartości próchnicy, m.in. w madach i niektórych czarnych ziemiach.

- **Obiektywną miarą zasobności gleby w węgiel organiczny są zasoby węgla organicznego lub materii organicznej w przeliczeniu na jednostkę powierzchni (np. Mg/ha lub kg/m²).** W obliczeniu zasobów uwzględniana jest miąższość oraz gęstość gleby w poszczególnych poziomach glebowych w obrębie określonej miąższości profilu glebowego (najczęściej w całym profilu do głębokości 120cm). Ograniczone zastosowanie tej formy wyrażania próchniczności gleb związane z częstym brakiem informacji o stanie zagęszczenia poziomów glebowych w których oznaczana jest zawartość węgla organicznego. Pobranie próbek o naturalnej strukturze (do cylinderków) jest czasochłonne, stąd opróbowanie profilu glebowego często ogranicza się do prób o strukturze naruszonej (próbki monolityczne). Operowanie zasobami Corg lub OM przydatne jest w ocenie produktywności gleb, w monitoringu środowiska glebowego oraz analizach z zakresu bilansowania obiegu materii, itp.

Zasoby materii organicznej w poziomach próchnicznych gleb uprawnych Polski (Bednarek i in. 2004)

Typ lub podtyp gleby	Lokalizacja	Zp [t · ha ⁻¹]	Źródło
Czarnoziemy	Ziemia Kielecka	260	obliczone na podstawie danych w: <i>Album gleb Polski</i> (1986) obliczono na podstawie danych: BOROWIEC (1972)
	Pogórze Karpackie	220	
	Wyżyna Lubelska	270	
Gleby płowe	Wielkopolska	62-96	MARCINEK, KOMISAREK (1993)
	Wysoczyzna Chełmińska	67	DZIADOWIEC, PLICHTA (1987)
	Wysoczyzna Kujawska	92	DZIADOWIEC, BEDNAREK, BURNICKA (1996)
Gleby brunatne	Wysoczyzna Kujawska	31-39	CIEŚLA (1968)
	Wysoczyzna Chełmińska	64-92	DZIADOWIEC, PLICHTA (1987)
		101-109	DZIADOWIEC, BEDNAREK, BURNICKA (1996)
Wysoczyzna Kujawska	42-50	CIEŚLA (1968)	
Czarne ziemie właściwe	Wielkopolska	122-201	MARCINEK, KOMISAREK (1993)
	Wysoczyzna Chełmińska	111-235	DZIADOWIEC, PLICHTA (1987)
		123-179	DZIADOWIEC, BEDNAREK, BURNICKA (1996)
Wysoczyzna Kujawska	157-154	CIEŚLA (1968)	
Czarne ziemie murszaste	Wysoczyzna Chełmińska	534	DZIADOWIEC, BEDNAREK, BURNICKA (1996)
	Wysoczyzna Kujawska	325	
Gleby murszowate	Wysoczyzna Chełmińska	256-493	DZIADOWIEC, PLICHTA (1987)

Zadanie

Porównaj zasoby materii organicznej (Mg/ha lub kg/m²) zgromadzonej w trzech glebach:

Gleba A – czarna ziemia

- 0-30 cm, poziom Ap, zawiera 2,8% Corg, gęstość gleby 1,48 Mg×m³;
- 30-45 cm, poziom A2, zawiera 1,2% Corg, gęstość gleby 1,61 Mg×m³;

Gleba B – gleba płowa

- 0-26 cm, poziom Ap, zawiera 1,3% Corg, gęstość gleby 1,56 Mg×m³;
- 26-40 cm, poziom AEagric, zawiera 0,7% Corg, gęstość gleby 1,74 Mg×m³;

Gleba C – Bielica

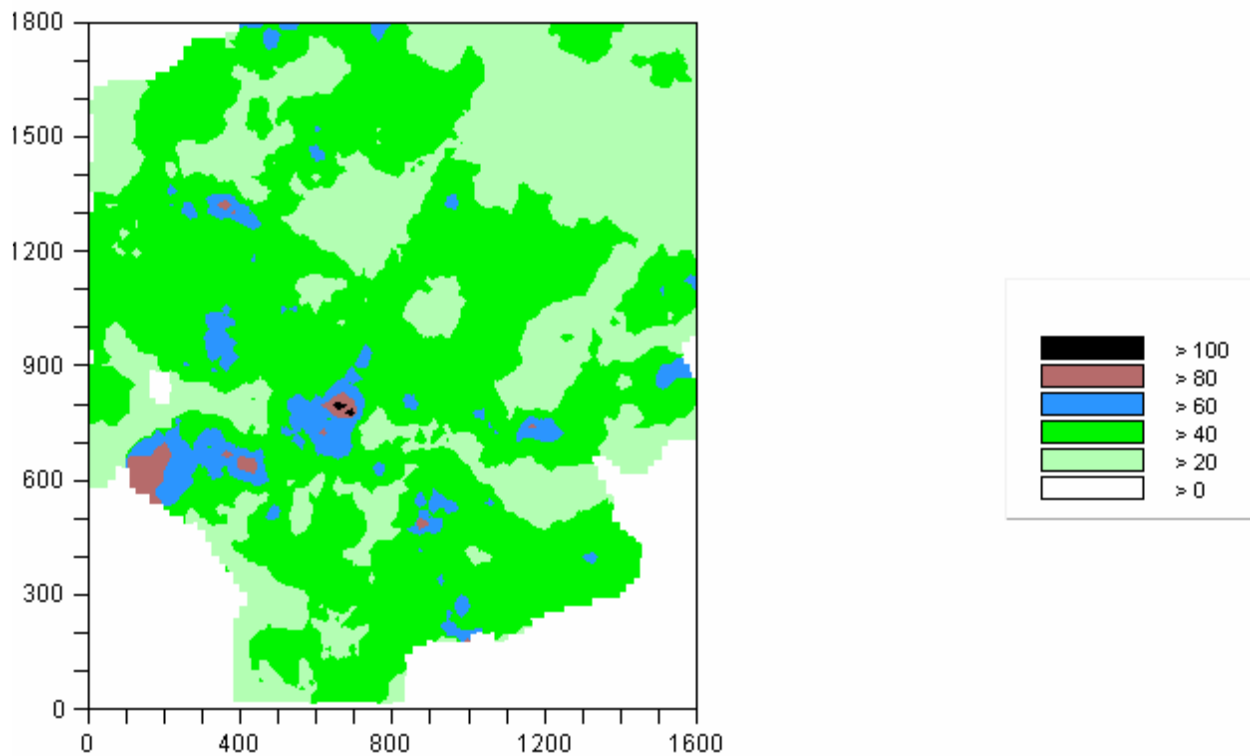
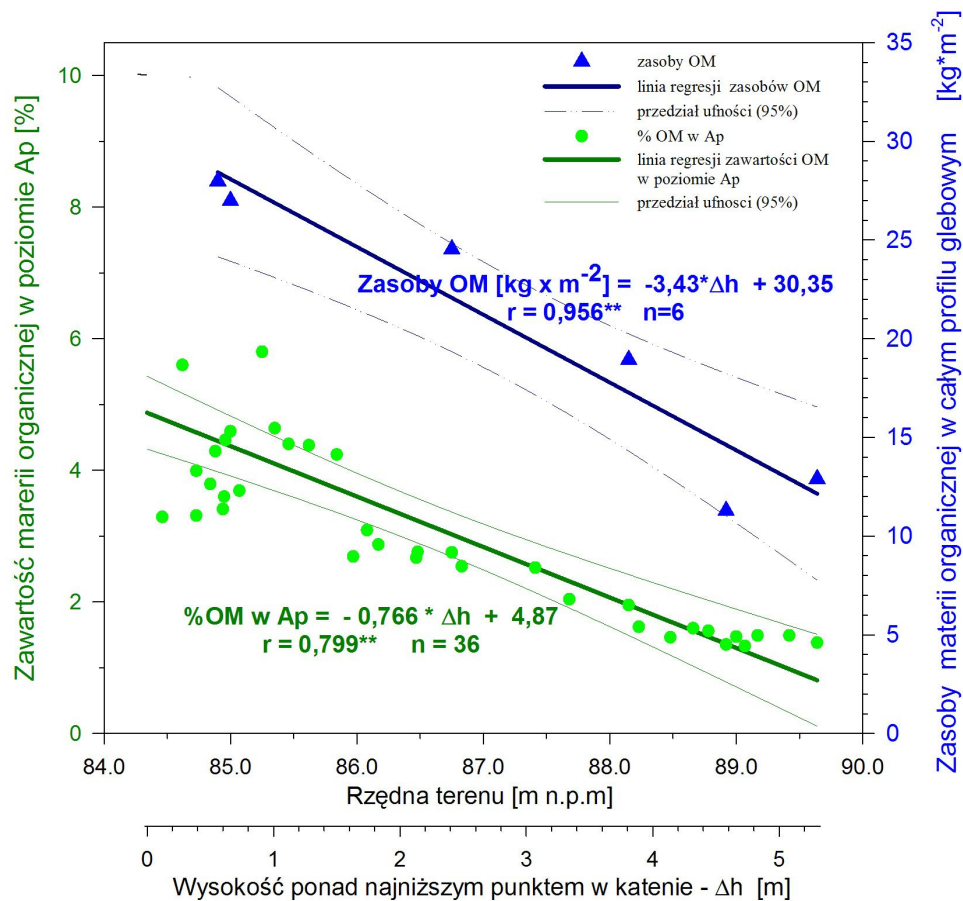
- 0-7 cm, poziom Ah, zawiera 3,9% Corg, gęstość gleby 1,08 Mg×m³;

Obliczenie:

Głębokość (cm)	Masa poziomu M _{poz} (Mg/ha)	Zasoby Corg Z _{Corg} (Mg/ha)	Zasoby OM Z _{OM} (Mg/ha)
Wzór ⇒	$= (100 \times 100 \times z) \times q_c$	$= M_{poz} \times (\%Corg/100)$	$= Z_{OM} \times 1,724$
Profil A			
0-30	$(100 \times 100 \times 0,3) \times 1,48 = 4440$	$= 4440 \times 0,028 = 124,3$	$= 124,3 \times 1,724 = 214,3$
30-40	$(100 \times 100 \times 0,10) \times 1,61 = 1610$	$= 1610 \times 0,012 = 19,3$	$= 19,3 \times 1,724 = 33,3$
Razem	6050	143,6	247,6 (lub 24,8 kg/m ²)
Profil B			
0-26	$(100 \times 100 \times 0,26) \times 1,56 = 4056$	$= 4056 \times 0,013 = 52,7$	$= 52,7 \times 1,724 = 90,9$
26-40	$(100 \times 100 \times 0,14) \times 1,74 = 2436$	$= 2436 \times 0,007 = 17,1$	$= 17,1 \times 1,724 = 29,4$
Razem	6492	69,8	120,3 (lub 12,0 kg/m ²)
Profil C			
0-7	$(100 \times 100 \times 0,07) \times 1,09 = 763$	$= 763 \times 0,039 = 29,8$	$= 29,8 \times 1,724 = 51,3$ (lub 5,1 kg/m ²)

Przykłady

Wpływ położenia w reliefie (warunków drenażu) na zawartość materii organicznej w poziomie uprawnym oraz zasoby OM w profilu glebowym w warunkach falistej moreny dennej (Przybroda k/Poznania, Kaźmierowski 1999). Niżej ilustracja przestrzennego zróżnicowania miąższości poziomu próchnicznego (A) gleb tego obszaru (miąższości w cm, współrzędne w metrach) oraz małego zróżnicowania w glebach równiny sandrowej.



Poniżej przykład małego zróżnicowania miąższości poziomu próchnicznego gleb równiny sandrowej (Chobienice k/ Zbąszynia, skala miąższości w cm, współrzędne w metrach).

