

Rolnicze i środowiskowe znaczenie próchnicy glebowej i metodyka jej bilansu

Tadeusz Pałosz
Politechnika Koszalińska

1. Próchnica i jej znaczenie dla rolnictwa i środowiska

Próchnica (humus) jest bezpostaciową substancją organiczną (SO) o ciemnej barwie występującą w glebie, powstająca z rozłożenia martwych resztek roślinnych i zwierzęcych. Stanowi ona 70÷80% całości SO gleby [2] i stąd przyjmuje się w ogólnym znaczeniu, że SO jest synonimem próchnicy. Pojęciem szerszym jest natomiast materia organiczna (MO) gleby, która oprócz próchnicy obejmuje wszystkie inne glebowe składniki organiczne, takie jak: nawozy organiczne, resztki poźniwne i zwierzęce oraz produkty działalności życiowej organizmów glebowych [15]. Budowa chemiczna próchnicy jest skomplikowana i jeszcze nie w pełni poznana, chociaż wiadomo że podstawowymi jej składnikami są stabilne związki polifenolowe, chinony i in. W laboratoriach badawczych przyjęto wyróżniać różne związki próchnicowe (kwasy fulwowe, huminowe, huminy) według ich rozpuszczalności w kwasach i zasadach.

Za jeden ze wskaźników jakości próchnicy uznaje się stosunek zawartości węgla kwasów huminowych do węgla kwasów fulwowych; większe wartości tego stosunku są charakterystyczne dla gleb żyzniejszych [21].

Zasoby próchnicy w poziomie próchnicznym gleb mineralnych Polski stanowią 0,6 do 2,0% i wahają się od 40 t/ha dla gleb płowych, 80 t/ha dla gleb brunatnych do ponad 200 t/ha dla czarnoziemów i 80÷100 t/ha dla gleb leśnych [2].

Próchnica jest nieodzownym czynnikiem decydującym o żyzności gleby, ze względu na swoje unikalne cechy fizyko-chemiczne, a mianowicie:

- koloidalna struktura próchnicy sprawia że olbrzymie powierzchnie wewnętrzne cząstek próchnicy są zdolne zatrzymywać wodę w ilości kilkakrotnie większej od swojej masy;

- struktura taka pozwala także na sorpcję wielu składników pokarmowych w stopniu 4÷12 razy większym niż części mineralne;
- próchnica wraz z wydzielinami śluzowymi drobnoustrojów stanowi lepszycze strukturotwórcze dla fazy stałej gleby;
- próchnica posiada dużą zdolność do adhezji na swej powierzchni wielu substancji szkodliwych (np. pestycydów) aż do momentu ich rozkładu przez mikroorganizmy;
- ze względu na ciemne zabarwienie próchnica absorbuje promienie ciepłne i przyspiesza nagrzewanie się gleby;
- próchnica zwiększa zdolności buforowe gleb, regulując i stabilizując ich odczyn;
- próchnica i inne rodzaje MO są źródłem węgla dla mikroorganizmów bytujących w glebie;
- próchnica jest rezerwuarem wszystkich niezbędnych dla roślin składników pokarmowych [16].

Skład chemiczny próchnicy jest w przybliżeniu następujący: 60% C, 30% O₂, 6% N, 1,2% P, 0,9% S oraz wiele mikroelementów. Proporcjonalny stosunek najważniejszych makroelementów w próchnicy C:N:P:S wynosi więc odpowiednio 10:1:0,2:0,15. Globalnie rzecz biorąc gleby zawierają dwa razy więcej węgla niż atmosfera ziemiska (odpowiednio 1500 mld t i 700 mld t), stąd też nic dziwnego że próchnica wzbudza wielkie zainteresowanie ekologów jako ważne medium sekwestracji CO₂.

Ekologiczna rola próchnicy poprzez sekwestrację CO₂ polega więc na wykorzystaniu dodatkowej możliwości ograniczenia koncentracji tego gazu w atmosferze. Ocenia się że obecnie globalna sekwestracja węgla w glebach wynosi 2,4 g C na m² rocznie [20]. Ostatnio pojawiły się opinie o możliwości zwiększenia sekwestracji CO₂ w glebie poprzez uprawę niektórych roślin (np. turzycowate – *Cyperaceae*, wiechlinowate – *Poaceae*, w tym m.in. wybrane odmiany zbóż), które unieruchamiają duże ilości węgla w tzw. skamieniałościach roślinnych (fitolity) zbudowanych z krzemionki. Po obumarciu takich roślin, fitolity dostają się do gleby, gdzie mogą wiązać i unieruchamiać węgiel na tysiąclecia [17]. Również ekologiczny system gospodarowania w rolnictwie daje o wiele większe możliwości sekwestracji CO₂ w próchnicy glebowej w porównaniu do systemu konwencjonalnego i integrowanego [22]. Zgodnie z badaniami tych autorów z lat 2004÷2005 bilans MO w gospodarstwach ekologicznych z rejonu kujawsko-pomorskiego był dodatni i wynosił 1,07 t ha⁻¹ rok⁻¹, gdy tymczasem w badanych gospodarstwach konwencjonalnych tego rejonu zaznaczył się bilans lekko ujemny (-0,02 t ha⁻¹ rok⁻¹). Było to spowodowane większym udziałem w plodozmianie roślin pastewnych i większą obsadą inwen-

tarza w gospodarstwach ekologicznych w porównaniu do gospodarstw konwencjonalnych.

Według szacunków dla Europy Północnej przejście z systemu rolnictwa konwencjonalnego do ekologicznego może skutkować corocznym wzrostem zapasu MO w glebie o 100 do 400 kg ha⁻¹ rok⁻¹ w ciągu pierwszych 50 lat [4].

2. Procesy rozkładu i reprodukcji próchnicy

Zasoby SO gleby i w tym próchnicy podlegają ciągłym, dynamicznym procesom przemian ilościowych i jakościowych. Sytuacją optymalną w danych warunkach glebowo-klimatycznych jest stan równowagi między dopływem SO do gleby i stopniem jej mineralizacji. Ponadto stanem idealnym z punktu widzenia rolnictwa i środowiska byłby stan przybliżonej równowagi między różnymi formami próchnicy, lecz z pewną przewagą aktywnych frakcji próchnicy w okresie największego zapotrzebowania na składniki pokarmowe przez rośliny i z przewagą bardziej stabilnych jej form (huminy) w okresie spoczynku wegetacyjnego.

Zapewnienie ciągłości przemian próchnicy jest możliwe przy wysokiej aktywności biologicznej gleby (obecność drobnoustrojów) oraz pod warunkiem cyklicznego dostarczania świeżej MO. Jeśli coś zakłóci proces przemian, np. nastąpi wniesienie dużych dawek mineralnych nawozów azotowych to rozwój bakterii odpowiedzialnych za rozkład białek do N-NH₄ zostanie wstrzymany. Po pewnym czasie procesy przemian powrócą do normy, jeśli jednak sytuacja taka będzie się powtarzać z roku na rok to zdolność gleby do przetwarzania świeżej MO będzie poważnie ograniczona.

Mineralizacja MO jak również próchnicy przebiega w przyspieszonym tempie w następujących warunkach: temperatura ok. 20°C, zwiększona aeracja, odpowiednia wilgotność (50÷70% PPW) i pH ok. 7,0, zbilansowana zawartość składników pokarmowych oraz odpowiedni stosunek C:N masy organicznej (węższy niż 30:1). Świeża MO posiada zwykle szeroki stosunek C:N, który wynosi 500:1 (trociny), 100:1÷60:1 (słoma zbóż) i 25:1 (obornik). Jeśli więc wprowadzimy do gleby MO o szerokim stosunku C:N (szerszym niż 30:1), to drobnoustroje glebowe mając do dyspozycji dużo węgla lecz mało azotu będą pobierać brakujący azot z zasobów glebowych, co może prowadzić do deficytu tego pierwiastka dla roślin. Aby temu zapobiec mamy do dyspozycji dodanie do takiej MO azotu w formie mineralnej (1÷1,5% wagowo) lub jej uprzednie prekompostowanie przed wprowadzeniem do gleby.

Stopień mineralizacji próchnicy w glebie jest ściśle uzależniony od stopnia zaopatrzenia roślin w azot mineralny [14]. Im większy deficyt dostępnego dla roślin azotu w glebie, tym większa część zasobów próchnicy ulega procesowi mineralizacji i na odwrót im większe nawożenie azotem tym mniej-

szy ubytek substancji organicznej, a wyższy współczynnik humifikacji MO. Można to wyrazić wzorem [6]:

$$B_{SO} = \frac{D_m + R_n}{100} - (N_b \cdot s) \quad (1)$$

gdzie:

B_{SO} – prognozowany bilans (saldo) SO w t ha⁻¹

D – dawka obornika (nawozów org.) w t ha⁻¹,

R – masa resztek poźniwnych w t ha⁻¹,

m, n – współczynniki humifikacji obornika (m) i resztek poźniwnych (n) w%,

N_b – ilość brakującego azotu z nawozów na pokrycie pełnego zapotrzebowania na ten składnik,

s – stosunek C:N w próchnicy (średnio 10).

Zahamowaniu procesu mineralizacji MO i próchnicy sprzyja natomiast oszczędna uprawa roli. Ostatnie badania [7, 19] wykazały że przy zastąpieniu orki płytszymi i bezodkładnicowymi uprawkami można zmniejszyć straty C w glebie o około 30%. Według innych opinii uprawa zerowa prowadzi jedynie do redystrybucji masy organicznej gleby i jej skoncentrowania w przypowierzchniowej warstwie gleby [23]. Uważa się również, że proces mineralizacji SO ulega zahamowaniu praktycznie do zera w okresie tzw. miesięcy spoczynkowych – bez uprawy roli (jesień, zima ; *ang. soil resting months*) [24]. Każde przedłużenie tego okresu np. przez uprawę roślin wieloletnich (motylkowate, trawy) wpływa więc pozytywnie na saldo próchnicy w glebie.

Proces tworzenia się próchnicy w glebie nazywamy humifikacją. W wyniku tego procesu tworzą się nowe zapasy próchnicy w miejsce tych, które uległy mineralizacji, a w przypadku zastosowania zwiększonych dawek świeżej MO następuje stopniowy wzrost zasobów próchnicy w stosunku do stanu początkowego. W końcu procesu humifikacji dochodzi do zawężenia stosunku C:N do wartości 10:1 i stabilizacji procesu. Efektywność tworzenia się próchnicy z MO zależy m.in. od rodzaju tych substancji, co wyrażamy tzw. współczynnikami humifikacji. Wartości tych współczynników wynoszą: 8% dla resztek poźniwnych z roślin okopowych, 15% dla resztek z kukurydzy, 20÷25% dla słomy zbóż, 35% dla obornika i 40% dla łubinu i seradeli uprawianych na zielony nawóz [1, 3, 15]. W średnich warunkach agrotechnicznych humifikacja ma stosunkowo mały udział w przemianach MO, o czym świadczą następujące liczby: około 60÷70% węgla zawartego w MO idzie do atmosfery w formie CO₂, 5÷10% jest asymilowane przez biomasę i reszta, to jest około 20% jest zawarte w nowo wytworzonej próchnicy [25].

3. Metody bilansu próchnicy

Celem bilansu próchnicy jest ocena zmian w zapasie próchnicy, które są wynikiem uprawy różnych roślin w płodozmianie i wprowadzenia do gleby MO.

Niezależnie od stosowanej metody bilansu próchnicy jego zasada ideowa może być przedstawiona następującym równaniem:

$$\text{Saldo (SD)} = (a - b) \quad (2)$$

gdzie:

SD – saldo próchnicy,

a – przychód próchnicy z MO w glebie,

b – ubytek próchnicy w wyniku jej mineralizacji.

Uprawiane rośliny wpływają na przyrost netto lub ubytek próchnicy w glebie zarówno poprzez swój specyficzny system korzeniowy (masa korzeniowa, depozyty korzeni w glebie) jak również specyficzne wymagania co do uprawy roli (intensywność uprawy, przerwy w uprawie) i stosowanego nawożenia organicznego i mineralnego. Na podstawie ilości i rodzaju pozostawianych resztek poźniwnych i stosowanych nawozów organicznych można oszacować wpływ danej rośliny na reprodukcję próchnicy w glebie. Jeśli ilość dostarczonej do gleby MO jest znacznie niższa lub znacznie przekracza zapotrzebowanie na próchnicę w danych warunkach, to może to stwarzać brzemienne w skutki problemy rolnicze i środowiskowe. Wiadomo na przykład, że pod wpływem nawożenia organicznego, zwłaszcza obornikiem zawartość azotu mineralnego w glebie wzrasta bardziej niż przy równoważnym nawożeniu azotowym mineralnym [16]. Wychodzi temu naprzeciw obowiązująca od 2004 r. Dyrektywa Azotanowa UE, określająca maksymalną dawkę N, ha⁻¹, rok⁻¹ w nawozach organicznych na 170 kg (=30 t obornika x 0,59% N ≈ 170 kg N).

Impulsem do bilansowania próchnicy glebowej stało się opracowanie począwszy od 1977 roku teoretycznych i eksperymentalnych modeli, takich jak: model Rothamsted i modele symulacyjne degradacji materiału organicznego [18].

Jedną z pierwszych, bardziej udanych prób oceny bilansu próchnicy w płodozmianach była zaproponowana przez Łykowa [13] metoda azotowo-węglowa przydatna dla gleb o niskim poziomie nawożenia azotem. Była to interesująca, chociaż pracochłonna i wymagająca wielu danych wyjściowych i wprowadzenia wielu zmiennych współczynników metoda bilansowa. Kolejne etapy obliczeniowe tej metody dla każdej rośliny w płodozmianie są następujące: 1) przewidywany plon rośliny (dt/ha), 2) szacowany wywóz azotu z plonem (w kg/ha i przy uwzględnieniu rodzaju gleby), 3) przychód azotu w uprawie w kg/ha (obornik, nawożenie mineralne N, resztki poźniwne i suma przychodu), 4) różnica między wywozem i sumarycznym przychodem N w kg/ha, 5) dziesięć-

ciokrotna wartość tej różnicy (zakładając, że C:N w próchnicy wynosi 10:1), 6) ilość nowo wytworzonej próchnicy w kg/ha (uwzględniając takie źródła przychodu jak: resztki poźniwne i nawozy organiczne i odpowiednie współczynniki humifikacji) i 7) saldo próchnicy jako różnica wartości dla etapów 5 i 6.

Biorąc pod uwagę obecny stan wiedzy trzeba zaznaczyć, że w metodzie Łykowa nie została uwzględniona taka pozycja bilansu azotu jak mobilny N_{\min} występujący w osadach w zasobach gleb, który w naszych warunkach kształtuje się na poziomie 40÷60 kg/ha.

Za podstawową jednostkę w obliczeniach bilansu próchnicy przyjmuje się obecnie zwykle 1 kg węgla C_{org} w shumifikowanej masie organicznej. W 1 kg próchnicy znajduje się 0,58 kg węgla a więc 1 kg C odpowiada 1,72 kg próchnicy. Jednostką pochodną stosowaną w Niemczech jest też: 1 HE (niem. *Humuseinheit*) odpowiadająca 1 t s. m. próchnicy i 580 kg C_{org} [12].

W Polsce przyjęła się metoda bilansowania próchnicy przy zastosowaniu tzw. współczynników reprodukcji lub degradacji SO (niem.: *Ersatz- und Bedarfskoeffizienten*, Kundler i in. 1981) (tabela 1). Współczynniki te przyjęto w Kodeksie Dobrej Praktyki Rolniczej, opublikowanym przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi w 2004r. Wartości tych współczynników dla różnych roślin i różnych rodzajów gleb odpowiadają ilości s. m. SO w t/ha, o jaką gleba zostanie wzbogacona (+) lub zubożona (-) w wyniku jednorocznej uprawy danej rośliny [6]. Porównując te współczynniki z jednostką HE, można stwierdzić że ich wartość bezwzględna „1,0” odpowiada w przybliżeniu 1 HE (=580 kg C).

Tabela 1. Współczynniki reprodukcji i degradacji glebowej substancji organicznej (wg [11]; cyt. za [5])

Table 1. Reproduction and degradation coefficients of a soil organic matter (according to [11]; after [5])

Roślina lub nawóz organiczny	Jedn.	Współczynniki reprodukcji (+) lub degradacji (-) w t SO dla gleb:		
		lekkie	średnie	ciężkie
Okopowe	1 ha	-1,26	-1,40	-1,54
Kukurydza	1 ha	-1,12	-1,15	-1,22
Zboża, oleiste	1 ha	-0,49	-0,53	-0,56
Strączkowe	1 ha	+0,32	+0,35	+0,38
Trawy w polu	1 ha	+0,95	+1,05	+1,16
Motylkowate, mieszanki	1 ha	+1,89	+1,96	+2,10
Obornik (25% s.m.)	10 t		+0,70	
Gnojowica (7% s.m.)	10 t		+0,28	
Słoma (86% s.m.)	10 t		+1,80	

Przykład obliczenia salda wg tabeli 1 i dla następującego płodozmianu na glebie lekkiej: ziemniak 1 ha (25 t obornika) – kukurydza 1 ha – owies 1 ha – żyto 1 ha.

Zgodnie z wzorem (2), $a = 25 \cdot 0,07 = 1,75$, $b = 1,26 + 1,12 + 0,49 + 0,49 = 3,36$, $SD = 1,75 - 3,36 = -1,61$, a więc SD jest ujemne. Aby uzyskać zerowe saldo należy zmodyfikować płodozmian lub wprowadzić dodatkową ilość MO (np. przyorać ok. 10 t słomy).

Bardziej kompleksowa metoda bilansu próchnicy opracowana została w Niemczech w 2004 r. przez Stowarzyszenie Niemieckich Instytutów Rolniczych (VDLUFA) [10]. Zalecane dla tej metody wartości w kg Humus-C podano jako wartości dolne i górne. Wartości dolne dotyczą głównie gleb w dobrej kulturze przy optymalnym mineralnym nawożeniu N, a wartości górne dla gleb z wieloletnim niedoborem próchnicy (tabela 2).

Tabela. 2. Zmiany zasobów próchnicy glebowej w kg Humus-C, ha⁻¹, rok⁻¹ dla różnych upraw i MO wnoszonej do gleby [10]

Table 2. Changes of soil humus resources in kg of humus-C, ha⁻¹. year⁻¹ for different crops and organic matter given to soil [10]

Rodzaje upraw i MO	kg Humus-C	
	Wart. dolna	Wart. górna
Buraki cukrowe	-760	-1300
Ziemniak	-760	-1000
Kukurydza na ziel./kiszonkę	-560	-800
Zboża, oleiste, włókniste	-280	-400
Strączkowe	160	240
Wieloletnie pastewne w plonie głównym	600	800
Wsiewki motylkowatych	200	300
Masa organiczna (MO) t ⁻¹ :		
Słoma	80÷110	
Liście buraczane	8	
Obornik świeży	34	
Obornik przefermentowany	40	
Obornik przekompostowany	62	
Gnojowica świńska	8	
Gnojowica bydłęca	9	
Pomiot ptasi	22	
Kompost	58	

Przykład obliczenia salda (SD) wg tabeli 2 i dla następującego płodozmianu, ha⁻¹ dla gleb w dobrej kulturze (wartości dolne): ziemniak (20 t oborni-

ka) – pszenica oz. (3 t słomy) – jęczmień oz. – peluszką – żyto/wsiewka – koniuczyna z trawami.

Zgodnie z wzorem (2), $a = (20 \cdot 40) + (3 \cdot 110) + 160 + 200 + 600 = 2090$, $b = 760 + 280 + 280 + 280 = 1600$, $SD = 2090 - 1600 = +490$, a więc dzięki nawożeniu obornikiem i słomą oraz uprawie roślin motylkowatych bilans jest dodatni.

Metoda VDLUFA przewiduje następującą ocenę sald bilansu próchnicy podaną w tabeli 3.

Tabela 3. Ocena sald próchnicy (SD) dla metody VDLUFA
Table 3. Assessment of humus balance for VDLUFA method

SD		Ocena
kg C ha ⁻¹ rok ⁻¹	Grupa	
<-200	A bardzo niskie	Niekorzystny wpływ na glebę i plony
-200 do -76	B niskie	Średniookresowo tolerowane, szczególnie na glebach bogatych w próchnicę
-75 do 100	C optymalne	Optymalne plony przy małym ryzyku strat
101 do 300	D wysokie	Średniookresowo tolerowane, szczególnie na glebach ubogich w próchnicę
>300	E bardzo wysokie	Zwiększone ryzyko wymywania N, mała efektywność nawożenia N

Ponieważ wynik bilansu podany w przykładzie do tabeli 2 wyniósł **490** dla 6 lat, a rocznie wynosi około **82** kg C, co kwalifikuje go do grupy C (optymalnej).

Ostatnie badania w zakresie doskonalenia bilansowania próchnicy [8, 9] wykonane w Niemczech koncentrowały się na weryfikacji metody VDLUFA w odniesieniu do wartości dolnych i górnych tej metody. Wykazano, że celu utrzymania na tym samym poziomie inicjalnych zasobów próchnicy wartości dolne były bardziej adekwatne dla gleb lekkich środkowo-wschodnich Niemiec, natomiast wartości górne dla gleb gliniastych zachodnich i wschodnich Niemiec a także dla gleb lekkich wilgotnego klimatu zachodnich i południowych Niemiec. Zweryfikowane i uściślone zostały również współczynniki humifikacji dla różnych nawozów organicznych w zależności od ich dawek (wraz ze wzrostem dawki współczynniki maleją, przy czym w największym stopniu dla nawozów zielonych). Zróznicowano ponadto dynamikę wartości C_{org} w glebach w zależności od ich składu mechanicznego. Zaproponowano także uwzględnić mineralne nawożenie azotem przez przyjęcie minimalnej dawki 50 kg N-Saldo

na 1 ha rocznie, aby zakwalifikować uzyskane średnioroczne saldo próchnicy do grupy E ($SD > 300 \text{ kg C ha}^{-1}$) w metodzie VDLUFA. Natomiast dla rolnictwa ekologicznego proponuje się przyjąć znacznie wyższe wartości dodatnie salda próchnicy (SD), niż podane w tabeli 3 dla metody VDLUFA.

Literatura

1. **Asmus F., Görlitz H.:** *Einfluss organischer und mineralischer Düngung auf die organische Substanz und den Stickstoffgehalt einer Tieflehm-Fahlerde.* Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, 22(2), 123-129, 1978.
2. **Bednarek R., Dziadowiec H., Pokojka U., Prusinkiewicz Z.:** *Badania ekologiczno-gleboznawcze.* Wydawnictwo PWN, Warszawa 2005.
3. **Dietz Th., Bachtaler G.:** *Auswirkungen unterschiedlicher Fruchtfolge, Düngung und Bodenbearbeitung auf den Humusgehalt der Böden.* Landwirtschaftliches Jahrbuch 55, 368-377, 1978.
4. **Foeroid B., Høgh-Jensen H.:** *Carbon sequestration potential of organic agriculture in northern Europe – a modelling approach.* Nutr. Cycl. Agroecosyst. 68(1), 13-24, 2004.
5. **Fotyma M., Mercik S.:** *Chemia rolno.* PWN Warszawa, 1992.
6. **Gorlach E., Mazur T.:** *Chemia rolno.* PWN Warszawa, 2001.
7. **Johnson J. M.F., Allmaras R.R., Reicosky D.C.:** *Estimating source carbon from crop residues, roots and rhizodepositis using the national grain-yield database.* Agron. J.89, 622-636, 2006.
8. **Kolbe H.:** *Verification of the VDLUFA humus balance method using long-term field trials.* Archives of Agronomy and Soil Science, vol. 51(2), 221-239, 2005.
9. **Kolbe H.:** *Einfache Methode zur standortangepassten Humusbilanzierung von Ackerland unterschiedlicher Anbauintensität*
<http://orgptints.org/view/projects/wissenschaftstagung-2007.html>
10. **Körschens M. (red.):** *Humusbilanzierung. Methode zur Beurteilung und Bemessung der Humusversorgung von Ackerland. Standpunkt VDLUFA,* Bonn, 2004.
11. **Kundler P., Eich D., Liste H-J., Rauhe K.:** *Mehr tun als nur ersetzen.* Neue Deutsche Bauernzeitung 36, 8-9, Berlin 1981.
12. **Leithold G., Hülsbergen K.J., Michel D., Schönmeier H.:** *Humusbilanz- Methoden und Anwendung als Agrar- Umweltindikator,* Initiativen zum Umweltschutz, Osnabrück, 5, 43-54, 1997.
13. **Lykov A.M.:** *K mietodikie rascziotnogo opriedielenia gumusowogo balansa poczvy v intiensivnom ziemliedeli.* Izviestija TSHA, 6, 14-20, Moskva 1979.
14. **Mazur T. (red.)** *Azot w glebach uprawnych.* PWN Warszawa, 1991.
15. **Mazur T.:** *Stan i perspektywa bilansu substancji organicznej w glebach uprawnych.* Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 421a, 267-276, 1995.
16. **Mazur T.:** *Rolnicze i ekologiczne znaczenie glebowej substancji organicznej.* Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 422, 9-19, 1995.

17. **Parr J.F., Sullivan L.A.:** *Deposition of plant silica: a long-live soil fraction containing easily quantifiable carbon.* International Symposium on Organic Matter Dynamics in Agro-Ecosystems 16th-19th July, Poitiers France (INRA), 2007.
18. **Paul E.A., Clark F.E.:** *Mikrobiologia i biochemia gleb*, Wyd. Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin 2000.
19. **Reicosky D.C.:** *Effect on conservation tillage on soil organic carbon dynamics.* In: Sustaining the global farm, Selected papers from 10th International Soil Conservation, 1999.
20. **Schlesinger W.H.:** *Evidence from chronosequence studies for a low carbon storage potential of soils.* Nature, 348, 232-234, 1990.
21. **Skowrońska M.:** *Wpływ stosowania odpadów na wybrane wskaźniki jakościowe gleby.* Proceedings of ECOpole, vol. 1. No. 1/2 227-232, 2007.
22. **Stalenga J., Kawalec A.:** *Emission of greenhouse gases and soil organic matter balance in different farming systems.* Int. Agrophysics, 22, 287-290, 2008.
23. www.gga.org.kirkby
24. www.greengard.se/cperspapp.htm
25. www.nofa.org/tnf/humus.php

Agricultural and Environmental Significance of Soil Humus and Methods of Its Balance

Abstract

In the present paper the significance of a soil humus for agriculture and environment with a consideration of a modern approaches in this area is presented.

The agricultural significance of the humus is appreciated since a long time but its environmental importance was noticed only in a recent time. It concerns mainly the hopes promised in a sequestration increasing of CO₂ by the humus thanks to an increase of its resources or by cultivation of selected plants strongly binding C_{org} in so called phytoliths.

Ecological role of soil humus by sequestration of CO₂ consists in usage of additional possibility of limiting of CO₂ concentration in the atmosphere. It is estimated that global sequestration of carbon in soils is 2.4 g C per m² annually [20].

Also ecological system of management in agriculture gives much bigger possibilities of CO₂ sequestration in soil humus, when compared to the conventional and integrated system [22].

In the paper the optimal conditions accelerating and optimizing the process of humification of organic matter in soil was also characterized.

In the third chapter of the paper a short survey and evaluation of balance methods of the soil humus elaborated and used in Europe since 1970's years was presented.