

ZAWARTOŚĆ WĘGLA I AZOTU OGÓŁEM ORAZ WŁAŚCIWOŚCI MATERII ORGANICZNEJ W GLEBACH UPRAWNYCH

Jolanta Janowiak, Ewa Spsychaj-Fabisiak, Barbara Murawska

Katedra Chemii Rolnej, Zakład Podstaw Chemii Rolnej
Akademia Techniczno-Rolnicza im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy

Wstęp

Intensywna uprawa zbóż i okopowych stanowiąca w Polsce odpowiednio około 70 i 20% struktury zasiewów, prowadzi do zubożenia gleb w materię organiczną. Przybliżone wskaźniki ubytku materii organicznej zaproponowane przez ASMUSA i in. [1979] pod uprawą roślin zbożowych wynoszą $-0,53 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, natomiast okopowych $-1,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Ujemny bilans materii organicznej w glebach polskich skłania do prowadzenia badań mających na celu utrzymanie zasobów humusu na określonym poziomie i niedopuszczenie do degradacji gleb wskutek ich wadliwego użytkowania [KUSIŃSKA 1993; MAZUR 1995; MERCIK 1995]. Substancje humusowe są specyficzną grupą związków wchodzących w skład materii organicznej jako najbardziej aktywny jej składnik. W glebach mineralnych występują one w niewielkich ilościach, mimo to ze względu na swój specyficzny charakter determinują właściwości biologiczne, chemiczne i fizyczne biorąc udział w procesach glebotwórczych. Zawartość próchnicy w glebach w znacznym stopniu decyduje o ich potencjalnej żyzności, gdyż stymuluje właściwości sorpcyjne, buforowe oraz potencjał redox [GONET 1989, 1995].

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu wybranych właściwości gleb na zawartość C i N ogółem i jakości materii organicznej w glebach uprawnych regionu Pomorsko-Kujawskiego.

Materiały i metodyka

Próby glebowe pobrano z warstwy ornej pól uprawnych regionu Pomorsko-Kujawskiego po uprawie zbóż w trzecim roku po zastosowaniu obornika. Reprezentują one główne typy gleb występujących na tym terenie i charakteryzują się dużym zróżnicowaniem zawartości C i N ogółem. Oznaczono w nich uziarnienie, zawartość C i N ogółem, pH oznaczono w roztworze KCl o stężeniu $1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$, kwasowość hydrolityczną (Hh) oraz stopień wysycenia gleb zasadami. Badania

właściwości materii organicznej obejmują oznaczenia składu grupowego materii organicznej metodą Schnitzera [SCHNITZER, SKINER 1968] oraz zawartości „ruchomych” form węgla organicznego metodą Andrzejewskiego w modyfikacji Mysłkowa jak również podatność materii organicznej na utlenianie 1/60 mol $K_2Cr_2O_7 \cdot dm^{-3}$ w środowisku kwaśnym ($pH=1$). W wyizolowanych metodą Schnitzera kwasach huminowych oznaczono skład pierwiastkowy oraz podatność ich na utlenianie 2% H_2O_2 poprzez pomiar obniżenia absorbancji mierzonej przy długości fali 465 i 665 nm 0,02% roztworu kwasów huminowych w 0,05 mol $NaHCO_3 \cdot dm^{-3}$ po 24h działania utleniacza.

Wyniki i dyskusja

Przedstawione w tabeli 1 wyniki badań wybranych parametrów charakteryzujących gleby wskazują na dużą ich różnorodność.

Tabela 1; Table 1

Charakterystyka badanych gleb
The characteristics of soils

Gleby * Soils *	Fracja <0,02 Fraction <0.02 (%)	pH_{KCl}	Hh ¹⁾ $cmol(+)\cdot kg^{-1}$	Zawartość; Content ($mg\cdot 100\ g^{-1}$)		C/N	V ²⁾ (%)
				C og.; total C	N og.; total N		
1	34	6,9	0,49	771	144	5	98
2	20	6,2	1,26	1192	156	8	87
3	17	5,4	2,34	552	121	5	74
4	14	5,0	2,30	1328	131	10	70
5	11	6,0	1,39	948	170	6	88
6	11	4,6	2,77	932	112	8	57
7	12	5,7	1,53	1468	148	10	85
8	9	5,4	1,64	272	66	4	59
9	2	4,0	2,83	326	47	7	49
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}			0,05	81,3	15,9		

* 1 – mada; alluvial soil

2, 3 – czarne ziemie; black earths

4, 5, 6 – gleby brunatne; brown soils

7, 8, 9 – gleby bielcowe; podzol soils

¹⁾ Kwasowość hydrolityczna; Hydrolytic acidity

²⁾ Wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi; Base cation saturation

Zawartość węgla i azotu ogółem w badanych glebach wahała się w szerokich granicach odpowiednio: od 326 do 1468 $mg\cdot 100\ g^{-1}$, i od 47 do 170 $mg\cdot 100\ g^{-1}$. Wartości te okazały się wysoko istotnie skorelowane ($r=0,76$), co potwierdzają wyniki badań innych autorów [JANOWIAK 1993; MERCIK 1995; JANOWIAK 1996]. Kierunki zmian zawartości C i N ogółem w glebie w dużej mierze determinowane są właściwościami materii organicznej, gatunkiem uprawianej rośliny oraz stosowanym nawożeniem [ŁOGINOW i in. 1981; FOTYMA 1988; ŁOGINOW i in. 1991]. Uprawa zbóż i roślin okopowych stanowi pewne zagrożenie w przypadku nieodpowiedniego użytkowania gruntów ornych, dlatego ważne jest kontrolowanie najważniejszych parametrów żyzności szczególnie na glebach lekkich. Gleby o wysokiej za-

wartości C organicznego posiadają wyższą potencjalną możliwość do uruchamiania składników pokarmowych aniżeli gleby o niższej zawartości węgla.

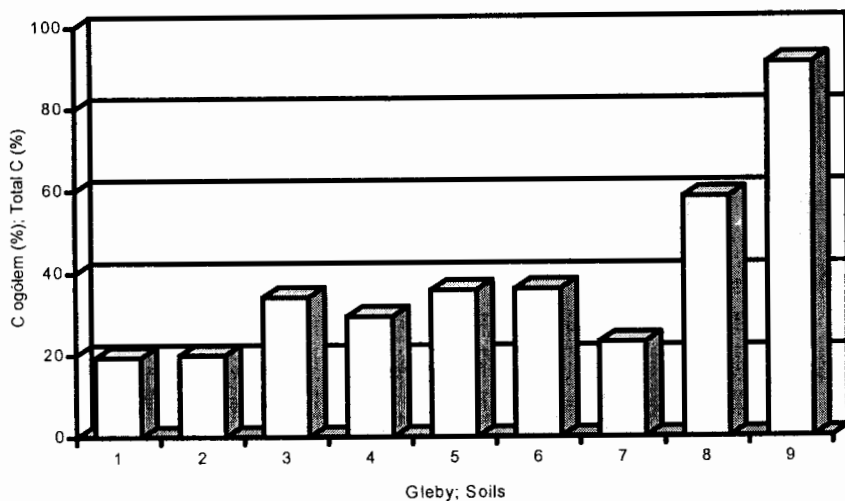
Tabela 2; Table 2

Skład frakcyjny materii organicznej
The fractional composition of organic matter

Gleby * Soils *	$C_{KH}+C_{KF}$ $C_{HA}+C_{FA}$	C_{KH} C_{HA}	C_{KF} C_{FA}	$C_{KH}:C_{KF}$ $C_{HA}:C_{FA}$
	% C _l			
1	24,26	17,26	7,01	2,46
2	36,66	25,17	11,49	2,19
3	61,78	39,31	22,46	1,76
4	27,18	16,87	10,32	1,64
5	21,52	12,97	8,54	1,52
6	26,40	16,09	10,30	1,56
7	23,16	14,17	8,99	1,58
8	69,49	36,76	32,72	1,12
9	60,43	26,99	33,44	0,81

* oznaczenia jak w tabeli 1; explanations see Table 2

O jakości materii organicznej decyduje jej skład frakcyjny, miarą którego jest stosunek węgla kwasów huminowych (C_{KH}) do fulwowych (C_{KF}) przedstawiony w tabeli 2. Wartości stosunku $C_{KH}:C_{KF}$ w badanych glebach układają się kolejno, począwszy od wartości najniższych: gleby bielcowe < gleby brunatne < czarne ziemie < mada, i wynoszą średnio: 1,17; 1,57; 1,98; 2,46. Uzyskane wyniki potwierdzają badania Orłowa, który określił na czarnych ziemiach stosunek $C_{KH}:C_{KF}$ w granicach 1,6–2,2, natomiast dla bielicy na poziomie 1,1 [ORŁOW 1990]. Jak wskazuje analiza statystyczna wartość stosunku $C_{KH}:C_{KF}$ była dodatnio istotnie skorelowana z zawartością C ogółem ($r=0,67$), N ogółem ($r=0,74$), zawartością frakcji <0,02 mm ($r=0,94$) oraz ze stopniem wysycenia gleb zasadami V ($r=0,82$).



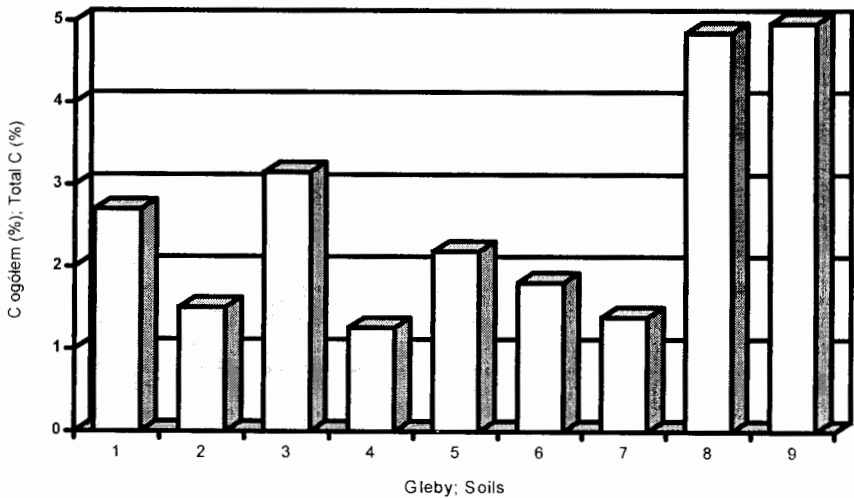
Rys. 1. Zawartość C ruchomego w glebach (w % C ogółem)
Fig. 1. The content of labile C in soils (in % total C)

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że najwięcej węgla ruchomego znajdowało się w glebach bielcowych (średnio – 57,5), mniej w glebach brunatnych i czarnych ziemiach odpowiednio – 33,9 i 27,1 a najmniej w mady 19,49 (rys. 1). W glebach bielcowych (niska zawartość frakcji <0,02 mm) C ruchomego znajdowało się czterokrotnie więcej w porównaniu z mada, która frakcji <0,02 mm zawierała najwięcej).

Zawartość „ruchomych” form węgla okazała się ujemnie istotnie skorelowana z frakcją <0,02mm ($r=-0,73$), ze stopniem wysycenia gleb zasadami (V) ($r=-0,80$) oraz z zawartością C i N ogółem odpowiednio ($r=-0,73$), ($r=-0,88$).

Podatność materii organicznej na utlenianie $1/60$ mol $K_2Cr_2O_7 \cdot dm^{-3}$ przedstawiono na rys. 2. Łagodne utlenianie prowadzi do rozkładu związków próchnicznych wolnych i słabo związanych z mineralną częścią gleby jak również prostych węglowodanów [JANOWIAK i in 1988; GONET 1989]. Najbardziej podatna na utlenianie okazała się materia organiczna gleb bielcowych, a najbardziej odporna czarnej ziemi. Obliczone współczynniki korelacji między C i N ogółem a zawartością labilnych – łatwo utleniających form węgla organicznego wynoszą odpowiednio $r=0,95$ i $r=0,84$.

Badania wielu autorów dowodzą, że gleby czarnoziemne posiadają materię organiczną o względnie trwałej strukturze, która wynika z udziału w niej połączeń aromatycznych charakteryzujących się pewną odpornością na procesy oksydacyjne [ORŁOW 1990; JANOWIAK 1993; GONET 1995; JANOWIAK 1996].



Rys. 2. Podatność materii organicznej na utlenianie $1/60$ mol $K_2Cr_2O_7 \cdot dm^{-3}$ (w % C ogółem)

Fig. 2. Organic matter susceptibility to oxidation $1/60$ mol $K_2Cr_2O_7 \cdot dm^{-3}$ (in % total C)

Skład pierwiastkowy kwasów huminowych przedstawiony w tab. 3 zależy przede wszystkim od warunków siedliska, w którym przebiega proces humifikacji oraz od typu gleby [TURSKI, CHMIELEWSKA 1986; GONET 1989; ORŁOW 1990; JANOWIAK 1993]. Stosunek H:C w kwasach huminowych jest miarą „aromatyczności” lub stopnia skondensowania pierścieni aromatycznych w ich cząsteczkach [TURSKI, CHMIELEWSKA 1986; ORŁOW 1990; KUSIŃSKA 1993; GONET 1995]. W badanych próbach kwasów huminowych stosunek H:C był wyższy od 1 co świadczy o przewadze

struktur alifatycznych. Zróżnicowanie składu pierwiastkowego kwasów huminowych znalazło odbicie w ich podatności na utlenianie. Najbardziej podatne na działanie H_2O_2 okazały się kwasy huminowe wyizolowane z bielej a najmniej z czarnej ziemi i mady. Proces ten modyfikować mogą takie czynniki jak rodzaj nawożenia i sposób uprawy, jednak istotny wpływ wywiera na niego typ gleby [JANOWIAK i in. 1988; GONET 1989; ORŁOW 1990; KUSIŃSKA 1993]. Zależność tę potwierdzają obliczone ujemne istotne współczynniki korelacji między podatnością kwasów huminowych na utlenianie a zawartością frakcji $<0,02$ mm ($r=-0,66$), zawartością N ogółem ($r=-0,62$) i ze stopniem wysycenia gleb zasadami ($r=-0,85$). Kwasy huminowe o najszerszym stosunku H:C były zdecydowanie bardziej podatne na utlenianie, co potwierdza wysoki istotny współczynnik korelacji ($r=0,88$).

Tabela 3; Table 3

Skład pierwiastkowy kwasów huminowych (w przeliczeniu na bezpopielną substancję) i ich podatność na utlenianie

Elementary composition of humic acids (in scaling of the ashless substance) and their susceptibility to oxidation

Gleby Soils	C	H	N	O	H:C	Podatność na utlenianie po 24h Susceptibility to oxidation after 24h (%) *
1	50,88	5,17	5,89	38,06	1,21	44,75
	34,86	42,13	3,46	19,55		
2	51,31	4,64	4,35	39,70	1,08	43,29
	36,70	39,37	2,37	21,29		
3	49,99	5,30	4,95	39,76	1,26	67,31
	33,99	42,84	2,90	20,28		
4	50,71	5,74	5,44	38,11	1,35	68,00
	33,30	44,85	3,08	18,78		
5	50,19	5,17	4,87	39,77	1,23	52,45
	34,42	42,21	2,89	20,49		
6	49,48	5,86	5,04	39,62	1,41	89,60
	31,87	44,91	2,75	19,14		
7	50,08	5,53	5,54	38,85	1,31	65,39
	33,46	43,88	3,17	19,50		
8	50,45	5,35	4,70	39,50	1,26	71,03
	34,13	43,07	2,73	20,07		
9	50,55	5,84	5,51	38,10	1,38	74,31
	32,95	45,32	3,09	18,65		
NIR _{0,05}	0,278	0,187	0,140	0,481	0,04	11,96
LSD _{0,05}	0,689	1,254	0,112	0,475		

W liczniku w % wagowych; Numerator in weight percentage

W mianowniku w % atomowych; Nominator in atom percentage

$$* E_{465}^{ox} = (E_0 - E_{ox}) E_0^{-1} 100\%$$

gdzie: where: E_0 – ekstynkcja roztworu przed utlenieniem; extinction of solution before oxidation

E_{ox} – ekstynkcja roztworu po utlenieniu H_2O_2 ; extinction of solution after oxidation with H_2O_2

Uzyskane wyniki badań potwierdzają, że gleby lekkie czyli gleby o największej podatności na utlenianie i zawartości C „ruchomego” narażone mogą być w sposób istotny na szybsze wyczerpywanie się składników pokarmowych w porównaniu z glebami cięższymi. Perspektywa degradacji gleb szczególnie lekkich pod uprawą zbóż i roślin okopowych skłania do poszukiwania mechanizmów uzupełniających ubytki materii organicznej przeciwdziałających powstawaniu jej deficytu. Prowadzone przez wielu autorów badania pozwalają stwierdzić, że stosowany obornik w dawce 6–10 t·ha⁻¹ rocznie zabezpiecza bezdeficytowy bilans próchnicy [GONET 1995]. Przy bilansowaniu próchnicy w glebach istnieje konieczność uwzględnienia gatunku uprawianej rośliny, a w przyszłości konieczna będzie zmiana konstrukcji płodozmianów [MAZUR 1995].

Wnioski

1. Zróżnicowanie zawartości ogółem C i N w glebie było modyfikowane przez warunki siedliska i zależało od jej typu.
2. Wartość stosunku $C_{KH}:C_{KF}$ (najwyższa w madzie i czarnych ziemiach) okazała się istotnie dodatnio skorelowana z zawartością frakcji <0,02 mm z zawartością C i N ogółem oraz ze stopniem wysycenia gleb zasadami.
3. Najwięcej ruchomych form węgla znajdowało się w glebach bielcowych, mniej w glebach brunatnych i czarnych ziemiach a najmniej w madzie. Zawartość ta była ujemnie istotnie skorelowana z frakcją <0,02 mm, ze stopniem wysycenia gleb zasadami i z zawartością C i N ogółem.
4. Podatność wyizolowanych kwasów huminowych na utlenianie była istotnie dodatnio skorelowana ze stosunkiem H:C. Najbardziej podatne na utlenianie okazały się kwasy huminowe wyizolowane z bielicy a najmniej z czarnej ziemi i mady.

Literatura

- ASMUS F., GOERLITZ H., KORIATH H. 1979. *Ermittlung des Bedarfes der Boden an organischer Substanz*. Arch. Acker-u. Pflanzenbau u. Bodenkunde, 23: 13–20.
- GONET S.S. 1989. *Właściwości kwasów huminowych gleb o zróżnicowanym nawożeniu*. ATR Bydgoszcz, Rozprawa habil. 55 ss.
- GONET S.S. 1995. *Rola substancji humusowych w glebach*. Ekologia i Technika 4(16): 25–28.
- FOTYMA M. 1988. *Nawożenie roślin w zmianowaniach specjalistycznych i w monokulturach*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 331: 205–215.
- JANOWIAK J., ŁOGINOW W., MURAWKA B. 1988. *Zawartość podatnych na utlenianie związków węgla i azotu w glebie pod monokulturami zbożowymi*. Mat. Symp. Nauk. pt. „Rola nawożenia w podniesieniu produktywności i żywności gleb”. 24–25. VI.1988 ART Olsztyn: 103–109.
- JANOWIAK J. 1993. *Właściwości substancji humusowych czarnych ziem i gleb pływowych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 411: 182–188.
- JANOWIAK J. 1996. *Wpływ typu gleby na właściwości fizyko-chemiczne materii organicznej*. Zesz. Nauk. AR Szczecin, LXII(172): 173–179.

KUSIŃSKA A. 1993. *Wpływ systemu uprawy roślin na zawartość substancji organicznej w glebie, skład frakcyjny próchnicy, strukturę i właściwości fizyko-chemiczne kwasów huminowych*. SGGW Warszawa, Rozprawa habil.: 72 ss.

ŁOGINOW W., WIŚNIEWSKI W., JANOWIAK J. 1981. *Zmienność ogólnej zawartości węgla w glebie*. Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, 88: 5–16.

ŁOGINOW W., ANDRZEJEWSKI J., JANOWIAK J. 1991. *Rola nawożenia organicznego w utrzymaniu zasobów materii organicznej w glebie*. Roczn. Gleb. 42(3–4): 19–25.

MAZUR T. 1995. *Stan i perspektywa bilansu substancji organicznej w glebach uprawnych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 421A: 267–276.

MERCIK S. 1995. *Dynamika zmian zawartości węgla i azotu w glebie oraz losy N z nawozów mineralnych i organicznych w statycznych doświadczeniach nawozowych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 421A: 277–283.

ORŁOW D.S. 1990. *Gumusowyje kisloty poczw i obszczaja teoria gumifikacji*. Izd. MGU Moskwa.

SCHNITZER M., SKINNER S.I.M. 1968. *Alkali versus acid extraction of soil organic matter*. Soil Sci. 105(6): 392–396.

TURSKI R., CHMIELEWSKA B. 1986. *Kwasy huminowe gleb czarnoziemnych*. Roczn. Gleb. 37(2–3): 107–126.

Słowa kluczowe: materia organiczna, węgiel „ruchomy”, kwasy huminowe, podatność na utlenianie

Streszczenie

W przeprowadzonych badaniach określono wpływ wybranych parametrów gleby na zawartość C i N ogółem oraz na właściwości materii organicznej. Okazało się, że zawartość ruchomych form węgla oraz wartość $C_{KH}:C_{KF}$ były istotnie skorelowane z zawartością frakcji <0,02 mm oraz C i N ogółem w glebie. Stwierdzono również, że podatność kwasów huminowych na utlenianie była istotnie dodatnio skorelowana ze stosunkiem H:C.

TOTAL CONTENT OF CARBON AND NITROGEN AND THE PROPERTIES OF ORGANIC MATTER IN ARABLE SOILS

Jolanta Janowiak, Ewa Szychaj-Fabisiak, Barbara Murawska

Department of Agricultural Chemistry,
Academy of Agriculture and Technology, Bydgoszcz

Key words: organic matter, labile carbon, humic acids, susceptibility to oxidation

Summary

The influence of selected soil parameters on organic matter properties and total content of C and N was determined in this study. It was observed that

the contents of labile form of carbon and $C_{HA}:C_{FA}$ were correlated with the <0,02 mm fraction and with the total content of C and N. It was also observed that the humic acids susceptibility to oxidation was significantly positively correlated with the H:C ratio.

Dr inż. Jolanta **Janowiak**

Katedra Chemii Rolnej, Zakład Podstaw Chemii Rolnej

Akademia Techniczno-Rolnicza im. J.J. Śniadeckich

ul. Seminaryjna 5

85-326 BYDGOSZCZ