

ZRÓŻNICOWANE UŻYTKOWANIE ŁĄKI A ZAWARTOŚĆ ROZPUSZCZALNEGO WĘGLA ORGANICZNEGO W CZARNEJ ZIEMI ZDEGRADOWANEJ

Irena BURZYŃSKA

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Laboratorium Badawcze Chemii Środowiska

Słowa kluczowe: czarna ziemia zdegradowana, doświadczenie łąkowe, rozpuszczalny węgiel organiczny (RWO)

Streszczenie

Przedmiotem badań była ocena zróżnicowanego użytkowania łąki na zawartość rozpuszczalnego węgla organicznego w czarnej ziemi zdegradowanej. Badania prowadzono na długoletnim doświadczeniu łąkowym, usytuowanym na czarnej ziemi zdegradowanej w Laszczkach w woj. mazowieckim.

Długookresowe nawożenie azotem w formie saletry amonowej wpływało na zakwaszenie gleby oraz zwiększało zawartość RWO w glebie, bardziej niż po nawożeniu saletrą wapniową. Systematyczne koszenie i pozostawianie rozdrobnionej roślinności łąkowej na powierzchni poletek, zwiększało zawartość biomasy łatwo podatnej na procesy jej rozkładu. W wyniku czego zwiększyła się zawartość RWO w glebie łąkowej.

WSTĘP

Zwartość węgla organicznego w glebie zależy od „wprowadzanej i wyprowadzanej” biomasy LAL [2000]. Niewiele prac naukowych poświęconych jest zabiegowi „mulczowania” na łąkach bez użytkowania produkcyjnego, jako metody alternatywnej dla łąk nie użytkowanych. Wspomniane prace zwykle skupiają się na ocenie sukcesji gatunkowej, w tym zanikaniu gatunków łąkowych światłolubnych

oraz traw wysokich [GAISLER i in. 2004; TONN, BRIEMLE 2008]. W literaturze brak badań dotyczących wpływu koszenia i pozostawiania rozdrobnionej roślinności łąkowej na zawartość rozpuszczalnego węgla organicznego (RWO). ZSOLANY [2001] i SILVEIRA [2005] stwierdzili, że rozpuszczalna materia organiczna może być traktowana jako indyktor zmian w środowisku, a zwłaszcza w glebie. Łatwo rozpuszczalne formy węgla organicznego mogą być również wymywane do wód gruntowych [BURZYŃSKA 2004; 2009].

Celem pracy była ocena sposobu użytkowania łąki na zawartość rozpuszczalnego węgla organicznego (RWO) w czarnej ziemi zdegradowanej.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono na długoletnim doświadczeniu łąkowym założonym w 1981 r. w miejscowości Laszczki w woj. mazowieckim. Doświadczenie założono metodą bloków losowanych w czterech powtórzeniach na czarnej ziemi zdegradowanej o składzie granulometrycznym gliny lekkiej pylastej. Wierzchnia warstwa gleby do 10 cm charakteryzowała się odczynem kwaśnym (pH w 1 mol KCl·dm⁻³ – 4,3) oraz zawartością części < 0,02 mm – 22,4 %. Zawartość C_{org} – 33,0 g·kg⁻¹ i N_{og} – 2,80 g·kg⁻¹, a wartość wskaźnika C:N wynosiła 11,8.

Wapnowanie wykonano jednorazowo, na początku doświadczenia, na zadarnioną powierzchnię gleby. Zastosowano węglan wapnia (49,8% CaO) w dwóch dawkach (Ca₁ i Ca₂), według kryterium kwasowości hydrolitycznej: 1 Hh – 3,6 t CaO·ha⁻¹ oraz 2 Hh – 7,2 t CaO·ha⁻¹. Obiekty doświadczalne były jednolicie nawożone fosforem – 34,9 kg P·ha⁻¹ i potasem – 149,4 kg K·ha⁻¹, a nawożenie azotem wynosiło N₁ = 120 i N₂ = 240 kg N·ha⁻¹. Nawożenie azotem stosowano w formie saletry amonowej (AN), a od 1992 r. na połowie poletka zastosowano saletrę wapniową (CN). Szczegółowy opis doświadczenia zawiera praca SAPEK [2006]. W latach 2004–2008 na doświadczeniu łąkowym utrzymywano stan zaniechania użytkowania produkcyjnego łąki. Zaprzestano nawożenia i zbioru runi łąkowej w pokosach, na rzecz systematycznego koszenia i pozostawiania roślinności łąkowej na poletkach. W 2009 r. na doświadczeniu wprowadzono trzy obiekty o zróżnicowanym użytkowaniu, tj:

- dwa obiekty nienawożone: Kp (roślinność systematycznie koszona i pozostawiana na poletku) i Kz (roślinność zbierana w pokosach i wynoszona z poletka);
- jeden obiekt nawożony mineralnie: N120 (120 kg N·ha⁻¹; 80 kg P₂O₅·ha⁻¹ i 180 kg K₂O·ha⁻¹). Nawożenie azotem stosowano w formie saletry amonowej (AN) i saletry wapniowej (CN).

W latach 2009 i 2010 z doświadczenia łąkowego w Laszczkach pobierano wczesną wiosną próbki z 5 cm warstwy gleby do głębokości 25 cm. Próbkę gleby po ich wysuszeniu do stanu „powietrznie suchego” ekstrahowano za pomocą wy-

ciągu $0,01 \text{ mol CaCl}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, według metody HOUBY i in. [1990]. Analizy wykonano w Laboratorium Badawczym Chemii Środowiska w Falentach, oznaczając:

- pH w $0,01 \text{ mol CaCl}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ – metodą potencjometryczną;
- RWO w wyciągu glebowym – metodą kolorymetrii przepływowej z segmentowanym strumieniem (SFA), zgodnie z procedurą Skalara (Breda);
- C_{org} – metodą Tiurina w mieszaninie dichromianu (VI) potasu i stężonym kwasie siarkowym;
- N_{og} – według zmodyfikowanej metody Kjeldahla [SAPEK, SAPEK 1997].

Otrzymane wyniki poddano obróbce statystycznej za pomocą programu STATISTICA 7.0. Wykonano analizę wariancji jednoczynnikowej ANOVA dla zawartości RWO w glebie obiektów doświadczalnych oraz obliczono korelacje liniowe Pearsona między pH gleby a zawartością RWO w glebie pobranej w latach 2009–2010.

WYNIKI I Dyskusja

Średnia zawartość rozpuszczalnego węgla organicznego (RWO) w glebie łąkowej do głębokości 15 cm była zróżnicowana na obiektach nawożonych w przeszłości saletrą amonową (AN) i wapniową (CN) (tab. 1). Długookresowe stosowanie AN przyczyniło się do zakwaszenia gleby oraz zwiększało zawartość RWO. SAPEK i BURZYŃSKA [2009] w pracy poświęconej zawartości węgla organicznego w glebie łąkowej wykazały, że zapas jonów wapnia, zgromadzony w wyniku długotrwałego nawożenia saletrą wapniową, działał stabilizująco na strukturę materii organicznej. Efektem tego była mniejsza zawartość rozpuszczalnych form węgla organicznego w glebie. Systematyczne wynoszenie skoszonej roślinności z poletek nawożonych w przeszłości saletrą amonową na obiekcie Kz przyczyniło się do mniejszej zawartości RWO w glebie niż z pozostałych obiektów doświadczenia. Natomiast zwiększanie się zawartości biomasy w wyniku systematycznego pozostawiania skoszonej i rozdrobnionej roślinności łąkowej na powierzchni poletek (obiekt Kp), zwiększało zawartość RWO, zwłaszcza na obiektach nawożonych w przeszłości saletrą amonową.

Oceniając zawartość RWO w glebie do głębokości 25 cm wykazano, że najwięcej RWO zanotowano w wierzchniej warstwie do 5 cm głębokości na obiekcie nawożonym mineralnie (N120), a najmniej na obiekcie Kz. Ze wspomnianego obiektu wynoszono skoszoną roślinność (rys. 1). Zawartość RWO na obiekcie Kz nie różniła się w 5-centymetrowych warstwach do głębokości 25 cm. Można przypuszczać, że usuwanie roślinności w znaczny sposób przyczyniło się do zahamowania obiegu materii organicznej. Efektem tego jest zubożenie gleby w węgiel organiczny, a zwłaszcza w wierzchniej warstwie gleby.

Największą liczbę próbek zawierających RWO zanotowano w mineralnej glebie łąkowej, gdy odczyn był lekko kwaśny ($\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ 5,5–6,0), a zawartość RWO

Tabela 1. Odczyn i zawartość RWO w glebie z warstwy 0–15 cm na doświadczeniu łąkowym (2009–2010)**Table 1.** pH and DOC content of in the 0–15 cm soil layer from meadow experiment (2009–2010)

Obiekt Object	Liczba próbek <i>n</i> Number of samples <i>n</i>	Gleba łąkowa nawożona Meadow soil fertilised with			
		saletą amonową (AN) ammonium nitrate (AN)		saletą wapniową (CN) calcium nitrate (CN)	
		\bar{x}	<i>SD</i>	\bar{x}	<i>SD</i>
$\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$					
Kp	32	5,35 a	0,48	6,11 a	0,30
Kz	32	5,62 a	0,46	6,38 b	0,25
N120	32	4,92 b	0,60	6,07 a	0,25
\bar{x}	96	5,30 a		6,19 b	
RWO, $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ DOC, $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$					
Kp	32	202,94 a	40,29	171,66 a	32,64
Kz	32	182,48 b	43,10	166,90 a	38,61
N120	32	215,92 a	51,46	187,82 b	50,32
\bar{x}	96	200,40 a		174,50 b	

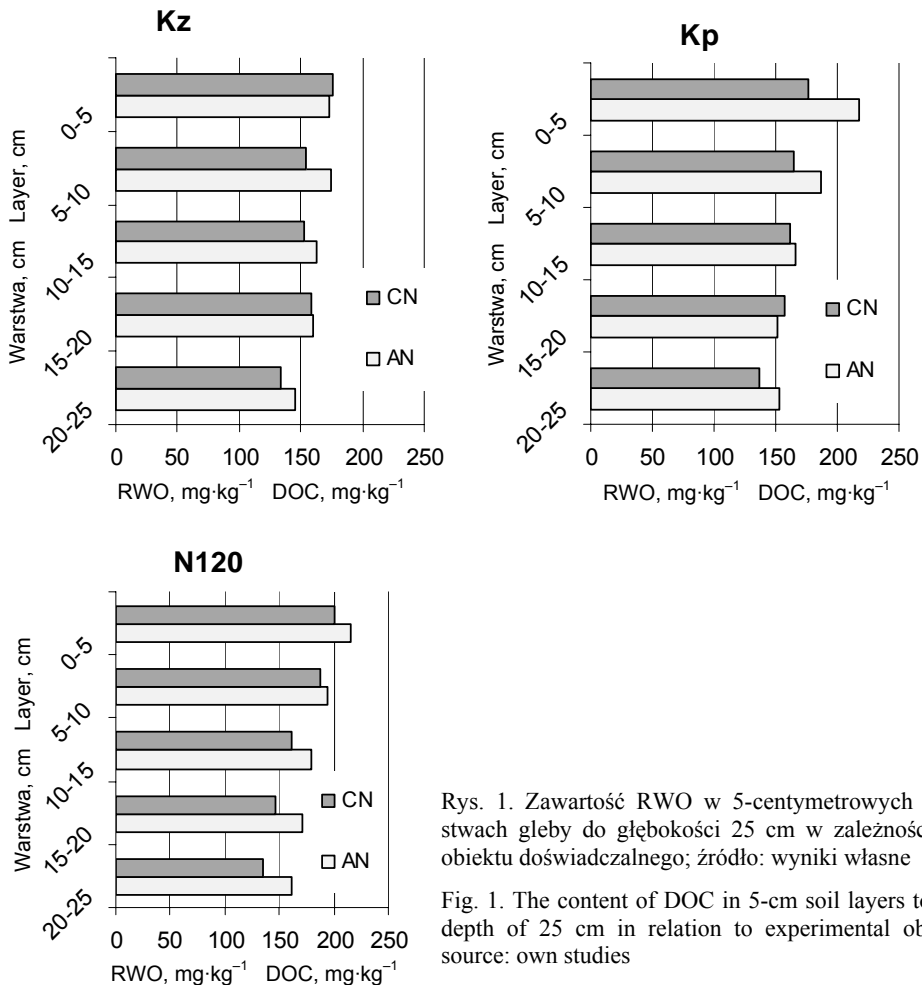
Objaśnienia: \bar{x} – średnia, *SD* – odchylenie standardowe, Kp – roślinność łąkowa systematycznie koszona i pozostawiana na poletkach, Kz – roślinność łąkowa po skoszeniu wynoszona z poletek, N120 – nawożenie mineralne: 120 $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$; 80 $\text{kg P}_2\text{O}_5\cdot\text{ha}^{-1}$ i 180 $\text{kg K}_2\text{O}\cdot\text{ha}^{-1}$, a, b – różnica istotna statystycznie.

Explanations: \bar{x} – mean, *SD* – standard deviation, Kp – meadow plants systematically mown and left on the plots; Kz – meadow plants mown and removed from the plots; N120 – mineral fertilisation with 120 $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, 80 $\text{kg P}_2\text{O}_5\cdot\text{ha}^{-1}$ and 180 $\text{kg K}_2\text{O}\cdot\text{ha}^{-1}$; a, b – statistically significant difference.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

wynosiła od 200 do 260 $\text{mg RWO}\cdot\text{kg}^{-1}$ dla obiektów nawożonych w przeszłości saletą amonową oraz gdy $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ wynosił 6,2–6,6 a zawartości RWO ok. 200–240 $\text{mg RWO}\cdot\text{kg}^{-1}$ na obiektach z saletą wapniową (rys. 2).

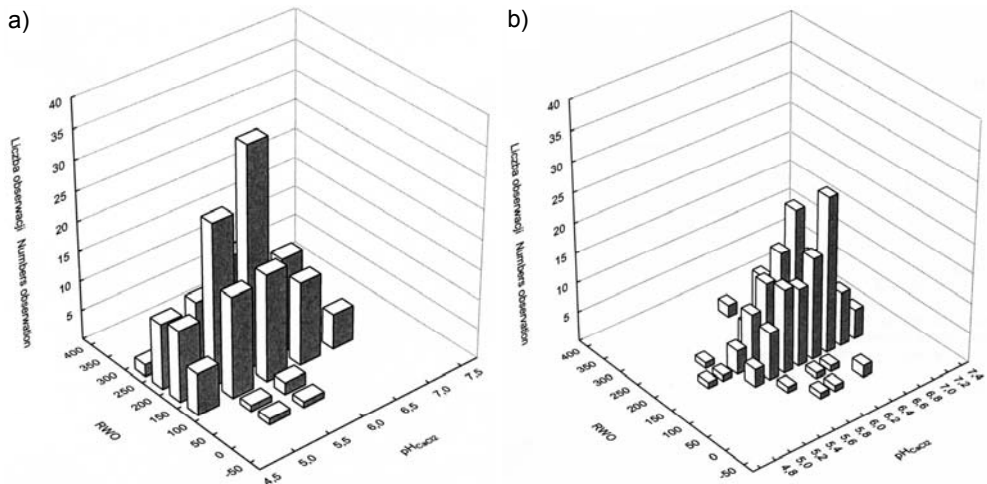
W celu oceny wpływu odczynu gleby na uwalnianie RWO, obliczono korelacje liniowe Pearsona między pH w roztworze 0,01 $\text{mol CaCl}_2\cdot\text{dm}^{-3}$ a zawartością RWO w glebie łąkowej (rys. 3). Okazało się, że odczyn gleby był czynnikiem istotnym w procesie uwalniania RWO z gleby łąkowej. Ujemna wartość współczynnika korelacji świadczy o tym, że zmniejszeniu kwasowości gleby towarzyszyło mniejsze uwalnianie RWO z gleby. Mała wartość współczynnika determinacji ($r^2 = 0,047$) wskazuje, że zależność między kwasowością gleby a uwalnianiem RWO słabo wyjaśnia występowanie tego związku. W pracy wcześniejszej SAPEK i BURZYŃSKA [2009], wykazały, że z upływem czasu od zaniechania użytkowania łąki, tj. nawożenia i zbioru plonu, wpływ odczynu gleby zanika.



Rys. 1. Zawartość RWO w 5-centymetrowych warstwach gleby do głębokości 25 cm w zależności od obiektu doświadczalnego; źródło: wyniki własne

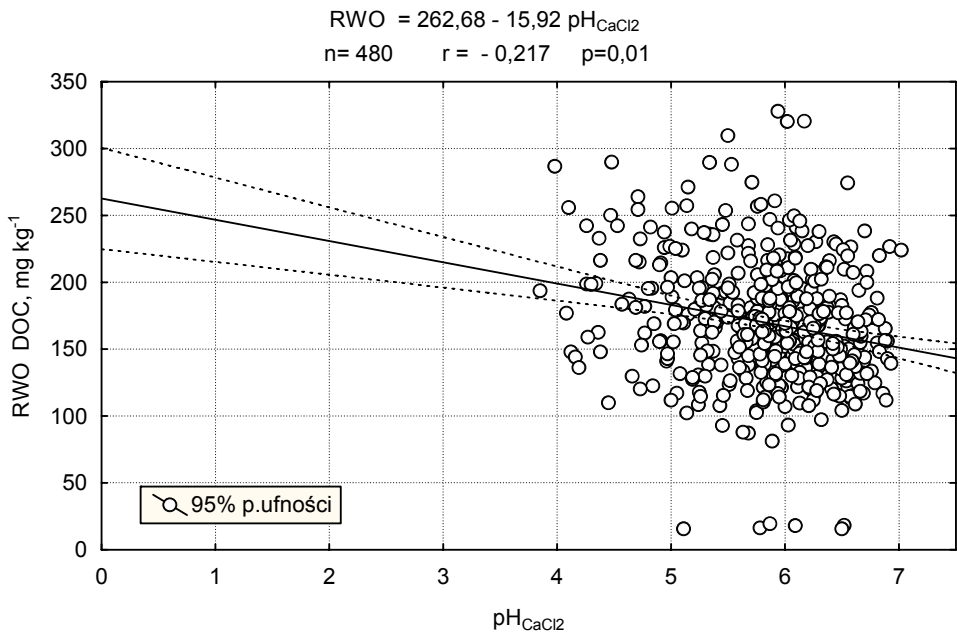
Fig. 1. The content of DOC in 5-cm soil layers to the depth of 25 cm in relation to experimental object; source: own studies

Proces rozkładu materii organicznej oraz uwalnianie RWO w dużym stopniu zależy od aktywności mikrobiologicznej oraz wprowadzanej biomasy roślinnej, podatnej na rozkład. KALBITZ i in. [2000] wykazali, że głównym źródłem uwalniania RWO jest proces humifikacji materii organicznej, pochodzącej z resztek roślinnych, a także substancje wydzielane przez korzenie roślin. Natomiast BRADY i WEIL [1999] wymienili trzy główne etapy przemian glebowej materii organicznej w zależności od okresu ich trwania, tj. przemiany aktywne, tzw. „active” (trwające 1–2 lata); powolne „slow” (15–100 lat) oraz długotrwałe tzw. „passive” (500–5000 lat). Wykazano również, że „aktywna” glebowa materia powstaje przede wszystkim ze świeżych resztek roślinnych oraz pozostałości obumarłej fauny glebowej.



Rys. 2. Histogram W-3 zawartości RWO w glebie łąkowej na tle odczynu gleby doświadczenia łąkowego: a) saletra amonowa, b) saletra wapniowa; źródło: wyniki własne

Fig. 2. Histogramme W-3 of the DOC content in meadow soil in relation to soil pH from meadow experiments: a) ammonium nitrate, b) calcium nitrate; source: own studies



Rys. 3. Zależności między pH i zawartością RWO w glebie doświadczenia łąkowego; źródło: wyniki własne

Fig. 3. Relationships between pH and DOC content in meadow soil; source: own studies

WNIOSKI

1. Zawartość RWO w glebie łąkowej zależała od sposobu użytkowania łąki, nawożenia w przeszłości zróżnicowanymi formami azotu (saletra amonowa i wapniowa) oraz od kwasowości gleby.

2. Na podstawie obliczeń korelacji liniowych Pearsona między $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ i zawartością RWO w glebie łąkowej, wykazano słaby wpływ pH gleby na uwalnianie RWO z czarnej ziemi zdegradowanej. Ujemna wartość współczynnika korelacji między badanymi parametrami świadczy o zmniejszaniu się zawartości RWO w glebie wraz ze zmniejszaniem się zakwaszenia gleby.

3. Systematyczne koszenie i pozostawianie rozdrobnionej roślinności łąkowej na powierzchni poletek, zwiększało zawartość biomasy podatnej na rozkład. Efektem tego było uwalnianie większej ilości RWO z gleby, w odróżnieniu od obiektów, z których roślinność była usuwana.

LITERATURA

- BRADY N. C., WEIL W. 1999. The nature and properties of soil. 12th Edition. Upper Saddle River, NJ. Prentice-Hall, Inc. ss. 881.
- BURZYŃSKA I. 2004. Współzależność między zawartością RWO w roztworze ekstrakcyjnym 0,01 mol CaCl_2 a wybranymi składnikami mineralnymi w wodach gruntowych. Woda Środowisko Obszary Wiejskie. T. 4 z. 2a(11) s. 525–535.
- BURZYŃSKA I. 2009. Wpływ zaniechania nawożenia oraz zbioru runi łąkowej na zawartość RWO oraz rozpuszczalnych form potasu i magnezu w glebie i w płytkich wodach gruntowych. Woda Środowisko Obszary Wiejskie. T. 9 z. 3 (27) s. 19–28.
- GAISLER J., HEJCMAN M., PAVLU V. 2004. Effect of different mulching and cutting regimes on the vegetation of upland meadow. Plant, Soil and Environment. No. 50(7) s. 324–331.
- HOUBA V. J. G., NOVOZAMSKI I., LEXMOND TH., VAN DER LEE J., 1990. Applicability of 0.01 M CaCl_2 as single extraction solution for the assessment on the nutrient status of soil and other diagnostic purposes. Communications in Soil Science and Plant Analysis 21 s. 19–20.
- KALBITZ K., SOLINGER S., PARK J. H. 2000. Mechanism on the dynamic of dissolved organic matter in soils: a review. Soil Science. Vol. 165 s. 277–304.
- LAL R. 2000. Węgiel glebowy i nasilenie efektu cieplarnianego. Rolnictwo polskie i ochrona jakości wody. Zeszyty Edukacyjne 6. Falenty. Wydawnictwo IMUZ s. 22–36.
- SAPEK A., SAPEK B. 1997. Metody analizy chemicznej gleb organicznych. Falenty. Wydaw. IMUZ ss. 80.
- SAPEK B., 2006. Przedmowa. Woda Środowisko Obszary Wiejskie. T. 6 z. specj. (17) s. 5–6.
- SAPEK B., BURZYŃSKA I. 2009. Węgiel organiczny w glebie organicznej na tle jej użytkowania nawożenia i uwilgotnienia. Woda Środowisko Obszary Wiejskie. T. 9 z. 1(25) s. 111–128.
- SILVEIRA M.L. A. 2005. Dissolved organic carbon and bioavailability of N and P as indicators of soil quality. Scientia Agricola. Vol. 62 s. 502–508.
- TONN B., BRIEMLE G. 2008. Long-term effects of mulching on botanical composition, yield and nutrient budget of permanent grassland. W: Biodiversity and Animal Feed. Future Challenges of Grassland Production. Vol. 13 s. 180–182.
- ZSOLANY A. 2001. The prediction of the environmental function of the dissolved organic matter (DOM) in ecosystems. ESF Exploratory Workshop. Scientific Report. Beilngries s. 1–18.

Irena BURZYŃSKA

**DIFFERENT MEADOW USE AND THE CONTENT OF DISSOLVED ORGANIC CARBON
IN BLACK DEGRADED EARTH**

Key words: black degraded earth, dissolved organic carbon (DOC), meadow experiment, mineral soil

S u m m a r y

The objective of this study was to assess the effect of different use of a meadow on dissolved organic carbon (DOC) content in mineral soil. Studies were carried out in a long-term grassland experiment on black degraded soil in Laszczki (Masovian Province).

Long-term nitrogen fertilisation with ammonium nitrate contributed more to soil acidification and increased DOC content than fertilisation with calcium nitrate. Systematic mowing and leaving the meadow vegetation on the plots increased the content of biomass susceptible to degradation. This resulted in the increased DOC content in meadow soil.

Recenzenci:

prof. dr hab. Janusz Gotkiewicz

prof. dr hab. Lech W. Szajdak

Praca wpłynęła do Redakcji 19.04.2011 r.