

Wpłynęło 05.05.2014 r.
Zrecenzowano 25.11.2014 r.
Zaakceptowano 28.11.2014 r.

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

KSZTAŁTOWANIE SIĘ STANU ILOŚCIOWEGO AZOTU MINERALNEGO W GLEBACH ORGANICZNYCH POD UŻYTKAMI ZIELONYMI W POLSCE

Stefan PIETRZAK ^{ABCDEF}

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Zakład Jakości Wody

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki rozpoznania nagromadzenia azotu mineralnego w glebach organicznych pod użytkami zielonymi w Polsce. Rozpoznanie to przeprowadzono na podstawie wyników badań monitoringowych realizowanych w latach 2008–2012 przez Krajową Stację Chemiczno-Rolniczą w Warszawie i podlegające jej stacje okręgowe, we współpracy z Instytutem Technologiczno-Przyrodniczym w Falentach. Stwierdzono m.in., że w analizowanym okresie w badanych glebach: 1) przeciętna zawartość azotu mineralnego i zasoby tego składnika w profilu do 30 cm pod powierzchnią terenu wynosiły odpowiednio ok. 51 mg N·kg⁻¹ s.m. i ok. 118 kg N·ha⁻¹ w okresie wiosennym oraz ok. 55 mg N·kg⁻¹ s.m. i ok. 130 kg N·ha⁻¹ w okresie jesiennym, 2) udział azotu amonowego w całkowitej zawartości azotu mineralnego wynosił średnio ok. 77% w okresie wiosennym i ok. 66% w porze jesiennej, 3) w sezonie letnim zawartość azotu azotanowego oraz zasoby azotu mineralnego ulegały zwiększeniu, a w okresie zimowym – zmniejszeniu, natomiast zawartość azotu amonowego zmieniała się w odwrotnym kierunku, 4) przeciętnie w sezonie wegetacyjnym zasoby azotu mineralnego w warstwie 0–30 cm zwiększały się o 12,1 kg N·ha⁻¹, a w okresie po nim następującym – zmniejszały o 11,9 kg N·ha⁻¹, 5) istotny wpływ na stan zasobów azotu mineralnego miały temperatura powietrza oraz opady atmosferyczne.

Słowa kluczowe: azot mineralny, gleby organiczne, monitoring, użytki zielone

WSTĘP

Mineralizacja organicznych związków azotu w glebach użytków zielonych powstałych z utworów organicznych prowadzi do uwalniania się z nich znacznych

Do cytowania For citation: Pietrzak S. 2015. Kształtowanie się stanu ilościowego azotu mineralnego w glebach organicznych pod użytkami zielonymi w Polsce. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 15. Z. 2 (50) s. 87–96.

ilości azotu dostępnego dla roślin w formie amonowej ($N-NH_4$) i azotanowej ($N-NO_3$). Proces mineralizacji przebiegający w tego rodzaju glebach jest korzystny ze względu na wzrost i plonowanie roślinności łąkowej, jednak niekiedy może też powodować niekorzystne skutki środowiskowe, np. zanieczyszczenie wód gruntowych azotanami [GOTKIEWICZ 1996; KIRYLUK 2003; PAWLUCZUK, GOTKIEWICZ 2003; SAPEK 1996]. Ze względu na dużą dynamikę mineralizacji organicznych związków azotu podaż $N-NO_3$ uwalnianego w tym procesie może przewyższać potrzeby pokarmowe roślin. Znajomość stanu nagromadzenia azotu mineralnego w organicznych glebach pod użytkami zielonymi jest jednym z kluczowych czynników pozwalających na prowadzenie ich racjonalnego użytkowania. Wiedza, którą zgromadzono dotychczas na ten temat jest już znaczna, tym niemniej wymaga dalszego pogłębiania i rozwijania (m.in. w zakresie uwarunkowań, wskaźników ilościowych i skutków uwalniania azotu mineralnego z materii organicznej gleb). Tym potrzebom wychodzi naprzeciw niniejsza praca. Jej celem jest rozpoznanie stanu nagromadzenia azotu mineralnego i dynamiki jego sezonowych zmian w wierzchniej warstwie organicznych gleb pod użytkami zielonymi w Polsce.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

W pracy wykorzystano wyniki monitoringu zawartości azotu mineralnego w organicznych glebach użytków zielonych, prowadzonego przez Krajową Stację Chemiczno-Rolniczą (KSChR) i okręgowe stacje chemiczno-rolnicze, we współpracy z Instytutem Technologiczno-Przyrodniczym (ITP).

Badania przeprowadzono w latach 2008–2012. Próbkę gleb do badań pobierano z ponad 160 stałych punktów monitoringowych, rozmieszczonych na glebach organicznych pod użytkami zielonymi w całej Polsce. Sieć monitoringu gleb użytków zielonych zaprojektowano i wdrożono na podstawie kryteriów opracowanych w ITP [PIETRZAK 2012].

Na początku monitoringu, w 2008 r., oznaczono zawartość materii organicznej w próbkach gleby pobranej z głębokości 30 cm w poszczególnych punktach sieci kontrolno-pomiarowej – na podstawie straty ich masy podczas prażenia w temperaturze $550^{\circ}C$ przez 7 godz. (straty masy podczas prażenia przyjęto za zawartość materii organicznej) [IUNG 1983].

Próbki gleby do badań na zawartość azotu mineralnego pobierano z warstwy 0–30 cm, dwukrotnie w ciągu roku: wczesną wiosną – przed zastosowaniem nawozów azotowych (tj. przed lub bezpośrednio po rozpoczęciu wegetacji) i jesienią – po zbiorze roślin. Oznaczano w nich zawartość azotu azotanowego i amonowego metodą kolorymetrii przepływowej wg PN-R-04028:1997. Próbkę gleb pobierano i ich analizy wykonano w okręgowych stacjach chemiczno-rolniczych. Wyniki badań zgromadzono w bazie danych prowadzonej przez KSChR.

Na podstawie uzyskanych wyników oznaczeń zawartości N-NO₃ i N-NH₄ w glebie (w mg·kg⁻¹ s.m.) określono zasoby azotu mineralnego – N_{min}. (N-NO₃ + N-NH₄) występujące w jej 30-centymetrowej wierzchniej warstwie, tj. ilość azotu mineralnego zakumulowaną w tej warstwie na powierzchni 1 ha użytków zielonych (w kg N·ha⁻¹). Zasoby te obliczono jako iloczyn zawartości azotu mineralnego w glebie i jej gęstości objętościowej¹⁾ [FOTYMA i in. 2010], przy czym gęstość gleb organicznych wyznaczano stosując następujące równanie:

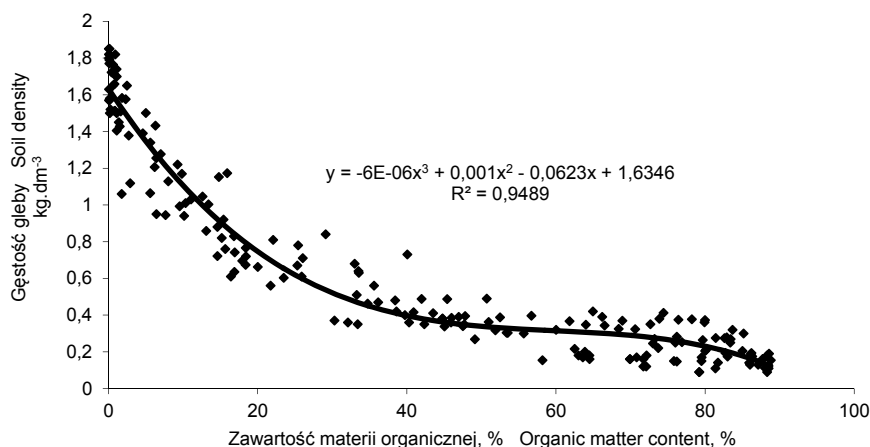
$$y = -0,000006x^3 + 0,001x^2 - 0,06235x + 1,6346$$

gdzie:

y – gęstość objętościowa gleby, kg·dm⁻³ s.m.;

x – zawartość materii organicznej glebie, %.

Powyższą zależność wyznaczono na podstawie analizy statystycznej wyników empirycznych badań różnych autorów, obejmujących 186 par danych: gęstość objętościowa gleby – zawartość materii organicznej w glebie (rys. 1).



Rys. 1. Gęstość objętościowa gleby w zależności od zawartości materii organicznej; źródło: opracowanie własne na podstawie: BIENIEK, ŁACHACZ [2012]; GAJEWSKI [2012]; GOTKIEWICZ i in. [2006]; GRZELAK i in. [2012]; JURCZUK [2005]; KACZMAREK i in. [2010]; KIRYLUK [2008]; OW CZARZAK i in. [2003]; PAWLUCZUK [2004]; PAWLUCZUK i in. [2009]; ROJ-ROJEWSKI i in. [2012]; STĘPIEŃ, PAWLUCZUK [2011]

Fig. 1. Soil bulk density in relation to organic matter content; source: own study based on BIENIEK, ŁACHACZ [2012]; GAJEWSKI [2012]; GOTKIEWICZ *et al.* [2006]; GRZELAK *et al.* [2012]; JURCZUK [2005]; KACZMAREK *et al.* [2010]; KIRYLUK [2008]; OW CZARZAK *et al.* [2003]; PAWLUCZUK [2004]; PAWLUCZUK *et al.* [2009]; ROJ-ROJEWSKI *et al.* [2012]; STĘPIEŃ, PAWLUCZUK [2011]

¹⁾ Gęstość objętościowa gleby (dawniej zwana ciężarem objętościowym) jest to stosunek suchej masy utworu glebowego do jego objętości w stanie maksymalnego nasycenia wodą, z zachowaniem naturalnej struktury [ZAWADZKI 2002].

W szczegółowym ujęciu zasoby azotu mineralnego w warstwie gleby 0–30 cm, wyrażone w $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, obliczono stosując formułę:

$$z = y \cdot c_{N_{\min.}} \cdot 3$$

gdzie:

z – zasoby azotu mineralnego w warstwie gleby 0–30 cm, $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$

y – gęstość objętościowa gleby, $\text{kg}\cdot\text{dm}^{-3}$ s.m.,

$c_{N_{\min.}}$ – zawartość azotu mineralnego w warstwie gleby 0–30 cm, $\text{mg N}_{\min.}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.;

3 – współczynnik przeliczeniowy²⁾.

Uzyskane wyniki badań, dotyczące zawartości azotu azotanowego i amonowego w glebach użytków zielonych i ich zasobności w azot mineralny opracowano statystycznie w programie Microsoft Excel, obliczając ich wartości średnie arytmetyczne i mediany (jako miary średnie) oraz odchylenia standardowe (jako miare rozproszenia). Analizę statystyczną wyników przeprowadzono z uwzględnieniem okresu pobrania próbek gleby oraz rodzaju gleb. Ustalono ponadto korelacje między zasobnością gleb w azot mineralny a temperaturą powietrza i wysokością opadów atmosferycznych.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

W latach 2008–2012 średnia ze wszystkich punktów pomiarowo-kontrolnych zawartość azotu mineralnego w organicznych glebach użytków zielonych w Polsce, w ich wierzchniej 30-centymetrowej warstwie, wynosiła od 47,5 do 51,8 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. w okresach wiosennych i od 52,2 do 57,4 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. w okresach jesiennych, zaś zasobność tych gleb w azot mineralny w wymienionych okresach osiągała odpowiednio wartości od 113,4 do 122,5 $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ i od 126,6 do 131,4 $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ (tab. 1). W glebach tych, zarówno wiosną, jak jesienią, azot mineralny w większości w występował postaci azotu amonowego. Udział tej formy azotu w azocie mineralnym wynosił średnio ok. 77% wiosną i ok. 66% jesienią. Zawartość azotu azotanowego w glebie była większa w okresie jesiennym, natomiast azotu amonowego – w okresie wiosennym. W porównaniu z mineralnymi glebami użytków zielonych zawartość i zasoby $N_{\min.}$ w glebach organicznych były odpowiednio 3,2 i 1,7 razy większe [PIETRZAK 2014].

²⁾ Mnożąc gęstość objętościową gleby (w $\text{kg s.m.}\cdot\text{dm}^{-3}$) przez zawartość azotu w glebie wyrażoną w $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m., oblicza się zawartość tego składnika w glebie wyrażoną w $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$. Uzyskany wynik stanowi równowartość liczby kilogramów azotu zakumulowanego w warstwie gleby o miąższości 1 dm na powierzchni 1 ha (co wynika z odpowiedniego przeliczenia). Mnożąc ten wynik przez 3, określa się zasoby azotu mineralnego zawarte w 0–30-centymetrowej warstwie na powierzchni 1 ha (w $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Tabela 1. Statystyki opisowe zawartości azotu azotanowego, azotu amonowego oraz zasobów azotu mineralnego w organicznych glebach użytków zielonych w warstwie 0–30 cm w latach 2008–2012**Table 1.** Descriptive statistics of the concentration of nitrate-nitrogen, ammonium-nitrogen and inorganic nitrogen content in 0–30 cm layer of organic meadow soils in the years 2008–2012

Czynnik Factor	Wiosna Spring						Jesień Autumn					
	rok year											
	2008	2009	2010	2011	2012	2008–2012	2008	2009	2010	2011	2012	2008–2012
<i>n</i>	162	161	164	162	162	811	162	162	165	163	162	814
	Zawartość N-NO₃, mg·kg⁻¹ s.m.						Concentration of N-NO₃, mg·kg⁻¹ DM					
\bar{x}	13,4	13,8	13,1	8,6	9,6	11,7	22,6	21,1	18,6	12,3	18,9	18,7
Mediana Median	9,3	8,1	7,4	4,4	4,9	6,5	11,0	11,6	8,4	7,4	8,7	9,2
<i>SD</i>	15,1	16,4	17,4	14,2	11,1	15,1	35,4	29,2	36,4	18,3	27,7	30,3
	Zawartość N-NH₄, mg·kg⁻¹ s.m.						Concentration of N-NH₄, mg·kg⁻¹ DM					
\bar{x}	34,1	35,0	38,6	45,4	42,2	39,0	31,9	36,3	37,0	39,9	35,2	36,1
Mediana Median	26,8	28,1	29,9	34,8	35,1	30,4	26,1	29,2	32,9	29,7	30,2	30,2
<i>SD</i>	28,3	33,9	31,9	44,6	37,4	35,8	25,3	29,5	25,7	36,7	25,7	28,9
	Zasoby N_{min.}, kg·ha⁻¹						Resources of N_{min.}, kg·ha⁻¹					
\bar{x}	113,7	113,4	122,3	122,5	116,9	117,8	129,6	131,3	131,4	130,4	126,6	129,9
Mediana Median	93,3	97,6	101,2	100,3	111,0	101,7	104,0	116,7	108,6	103,1	110,6	109,1
<i>SD</i>	82,0	101,1	90,2	90,8	67,6	86,9	113,7	79,7	97,0	148,3	87,5	107,8

Objaśnienia: *n* – liczba próbek, \bar{x} – średnia arytmetyczna, *SD* – odchylenie standardowe.

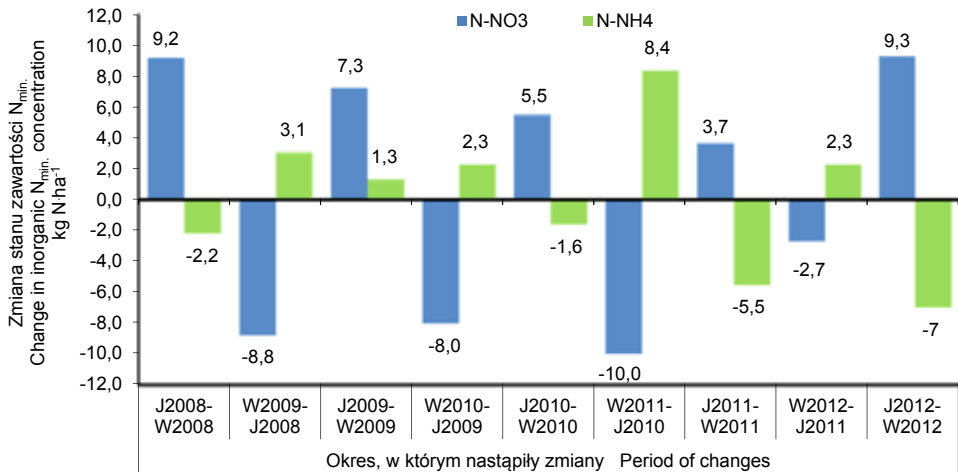
Explanations: *n* – number of samples, \bar{x} – arithmetic mean, *SD* – standard deviation.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych KSChR.

Source: own elaboration based on data from NC-AS.

W latach badań (2008–2012) w okresie między wiosną a jesienią tego samego roku zawsze następował przyrost zawartości azotu azotanowego w glebach organicznych, a w okresie między jesienią a wiosną roku następnego – jego ubytek (rys. 2). Kierunek zmian zawartości azotu amonowego był odwrotny (z wyjątkiem okresu między jesienią a wiosną 2009 r.). Jak można sądzić, skutkiem zmniejszania się zawartości azotu azotanowego w glebach organicznych w półroczach zimowych (po ustaniu wegetacji roślin) było zwiększanie koncentracji azotanów w zalegających pod nimi wodach w następstwie ich wymycia. PAWLUCZUK [2012] wykazał, że istnieje ścisła dodatnia współzależność między zawartością N-NO₃ w glebach organicznych a stężeniem azotanów w wodach gruntowych tych gleb.

Zmiany zasobów azotu mineralnego w organicznych glebach użytków zielonych miały podobny przebieg jak zmiany zawartego w nich N-NO₃. W sezonie wegetacyjnym ilość N_{min.} zwiększała się o ok. 8–18 kg N·ha⁻¹, a w okresie po nim następującym – zmniejszała w granicach 9–16 kg N·ha⁻¹ (rys. 3).



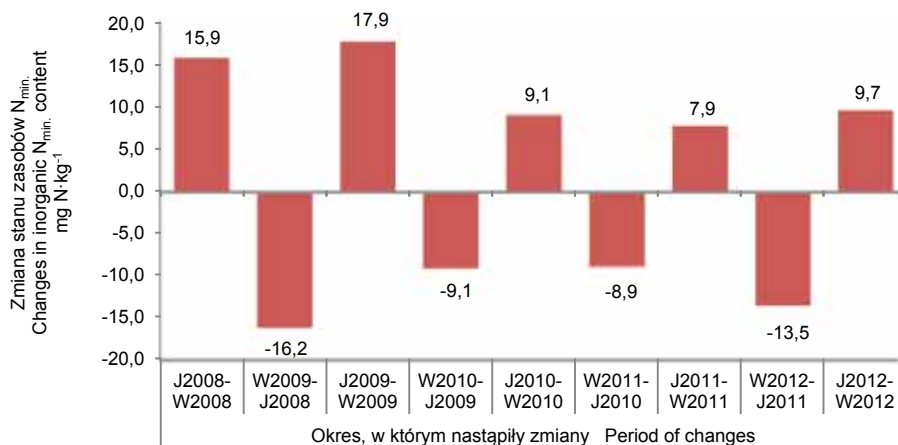
Rys. 2. Sezonowe różnice zawartości azotu mineralnego w 0–30 cm warstwie organicznych gleb użytków zielonych; J2008–W2008, ..., J2012–W2012 – różnica zawartości azotu mineralnego w glebie w okresie między jesienią i wiosną danego roku; W2009–J2008, ..., W2012–J2011 – różnica zawartości azotu mineralnego w glebie w okresie między wiosną danego roku a jesienią poprzedniego roku; źródło: opracowanie własne na podstawie wyników KSchR

Fig. 2. Differences in inorganic nitrogen concentration in the upper 30 cm soil layer of organic meadow soils; J2008–W2008, ..., J2012–W2012 – difference in the soil inorganic nitrogen concentration between autumn and spring of the same year, W2009–J2008, ..., W2012–J2011 – difference in the soil inorganic nitrogen concentration between spring and autumn of the previous year; source: own study based on data from NC-AS

Biorąc pod uwagę, że w okresach zimowych zasoby N_{\min} zmniejszały się średnio o $11,9 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ i przyjmując, że powierzchnia użytków zielonych usytuowanych na glebach organicznych w Polsce wynosi $1016,8 \text{ tys. ha}$ [MIATKOWSKI i in. 2010], można obliczyć, że każdego roku, w półroczu zimowym, z wierzchniej 30-centymetrowej warstwy tych gleb ubywa przeciętnie $12,1 \text{ tys. t}$ azotu mineralnego.

Na obserwowany w kolejnych latach badań zróżnicowany zakres zmian zasobów azotu mineralnego w dużym stopniu wpływały warunki meteorologiczne. Stwierdzono, że między zasobnością w N_{\min} gleb użytków zielonych wiosną i jesienią (tab. 1) a średnimi opadami i temperaturą w związanych z tymi okresami miesiącach półroczy letnich i zimowych (tab. 2) występują istotne statystycznie zależności (tab. 3) – założono, że zasobność gleb w N_{\min} w porze jesiennej była związana z warunkami meteorologicznymi panującymi w półroczu letnim, a zasobność gleb w N_{\min} w porze wiosennej – z warunkami meteorologicznymi w półroczu zimowym.

Reasumując uzyskane wyniki badań, można stwierdzić, że w wyniku procesu mineralizacji organicznych związków azotu w organicznych glebach użytków zielonych w Polsce, uwalniają się zasoby azotu mineralnego w ilościach, które można



Rys. 3. Sezonowe różnice zasobności 0–30 cm warstwy organicznych gleb użytków zielonych w azot mineralny; J2008–W2008, ..., J2012–W2012 – różnica zasobności gleby w azot mineralny w okresie między jesienią i wiosną danego roku; W2009–J2008, ..., W2012–J2011 – różnica zasobności gleby w azot mineralny w okresie między wiosną danego roku a jesienią poprzedniego roku; źródło: opracowanie własne na podstawie wyników KSchR

Fig. 3. Differences in inorganic nitrogen content in the upper 30 cm soil layer of organic meadow soils; J2008–W2008, ..., J2012–W2012 – difference in the soil inorganic nitrogen content between autumn and spring of the same year, W2009–J2008, ..., W2012–J2011 – difference in the soil inorganic nitrogen content between spring and autumn of the previous year; source: own study based on data from NC-AS

Tabela 2. Średnie opady i temperatura w miesiącach półroczy letnich i zimowych w Polsce w okresie od 2007 do 2012 r.

Table 2. Mean precipitation and temperature in months of the summer and winter half-years in Poland since 2007 till 2012

Okres	Period	Opady, mm Precipitation, mm	Temperatura, °C Temperature, °C
	2008	360	15,0
	2009	473	14,6
Półrocze letnie (maj–październik)	2010	569	14,5
Summer half-year (May–October)	2011	423	15,2
	2012	398	15,2
	2007/2008	247	3,2
	2008/2009	197	2,8
Półrocze zimowe (listopad–kwiecień)	2009/2010	218	1,3
Winter half-year (November–April)	2010/2011	243	1,6
	2011/1012	194	2,3

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [2010; 2013].

Source: own study based on data from GUS [2010; 2013].

Tabela 3. Współczynniki korelacji między zasobnością w N_{\min} organicznych gleb użytków zielonych wiosną i jesienią a średnimi opadami i temperaturą w związanych z tymi okresami miesiącach półroczy letnich i zimowych

Table 3. Coefficients of correlation between inorganic nitrogen content in grassland soils in spring and autumn and mean precipitation and temperature in respective months of summer and winter half-years

Zmienne Variables	Współczynnik korelacji Correlation coefficient
Opady, mm	0,87
Temperatura, °C	0,85

$n = 10; p < 0,05$.

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

uznać za nadmierne w stosunku do możliwości pobrania tego składnika przez roślinność łąkową w okresie wegetacyjnym. Niewykorzystany przez roślinność azot stanowi potencjalne zagrożenie dla zasobów wód gruntowych. Do zapewnienia zrównoważonego systemu gospodarowania na użytkach zielonych położonych na glebach organicznych konieczne jest opracowanie metod kontroli wydajności procesu mineralizacji zawartej w nich substancji organicznej i sterowania nią.

WNIOSKI

1. Przeciętna w latach badań (2008–2012) zawartość azotu mineralnego i zasoby tego składnika w warstwie 0–30 cm organicznych gleb użytków zielonych w Polsce wynosiły odpowiednio ok. 51 mg N·kg⁻¹ s.m. i ok. 118 kg N·ha⁻¹ w okresie wiosennym oraz ok. 55 mg N·kg⁻¹ s.m. i ok. 130 kg N·ha⁻¹ w okresie jesiennym.

2. Azot mineralny w organicznych glebach użytków zielonych występował głównie w postaci azotu amonowego. Udział tej formy azotu w N_{\min} wynosił średnio ok. 77% w okresie wiosennym i ok. 66% w porze jesiennej.

3. W sezonie letnim zawartość azotu azotanowego w organicznych glebach użytków zielonych ulegała zwiększeniu, a w okresie zimowym – zmniejszeniu, natomiast zawartość azotu amonowego zmieniała się w odwrotnym kierunku. Przebieg zmian zasobów azotu mineralnego w tych glebach miał podobny charakter jak zmian zawartości N-NO₃.

4. Średnio w sezonie wegetacyjnym zasoby N_{\min} w warstwie 0–30 cm organicznych gleb użytków zielonych zwiększały się o 12,1 kg N·ha⁻¹, a w okresie po nim następującym – zmniejszały o 11,9 kg N·ha⁻¹.

5. Istotny wpływ na stan zasobów azotu mineralnego w organicznych glebach użytków zielonych miały temperatura powietrza oraz opady atmosferyczne.

LITERATURA

- BIENIEK A., ŁACHACZ A. 2012. Ewolucja gleb murszowych w krajobrazie sandrowym. W: Wybrane problemy ochrony mokradeł. Pr. zbior. Red A. Łachacz. Współczesne Problemy Kształtowania i Ochrony Środowiska. Monografie. Nr 3p. Olsztyn. UWM s. 111–131.
- FOTYMA M., KĘSIK K., PIETRUCH CZ. 2010. Azot mineralny w glebach jako wskaźnik potrzeb nawozowych roślin i stanu czystości wód glebowo-gruntowych. Nawozy i Nawożenie – Fertilizers and Fertilization. Nr 38 s. 5–83.
- GAJEWSKI P. 2012. Właściwości fizyczne i wodne gleb sąsiadujących z odkrywką węgla brunatnego „Władysławów”. Nauka Przyroda Technologie. Dział: Rolnictwo. T. 6. Z. 4
- GOTKIEWICZ J. 1996. Uwalnianie i przemiany azotu mineralnego w glebach hydrogenicznych. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. Z. 440 s. 121–129.
- GOTKIEWICZ J., PAWLUCZUK J., PIWOWARSKA M. 2006. Zawartość składników mineralnych w glebach gytioowo-murszowych obiektu Gązawa. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 6. Z. 2 (18) s. 65–75.
- GRZELAK M., KACZMAREK Z., GAJEWSKI P. 2012. Zróżnicowanie glebowe i florystyczne ekologicznych zbiorowisk łąkowych na glebach organicznych. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering. Vol. 57(3) s. 142–146.
- GUS 2010. Rolnictwo w 2009 r. Warszawa. ISSN 1507-9724 ss. 171.
- GUS 2013. Rolnictwo w 2012 r. Warszawa. ISSN 1507-9724 ss. 179.
- IUNG 1983. Metody badań laboratoryjnych w stacjach chemiczno-rolniczych. Cz. IV. Badania gleb, ziem i podłoży spod warzyw i kwiatów oraz części wskaźnikowych roślin w celach diagnostycznych. Puławy s. 28–45.
- JURCZUK S. 2005. Rola nawodnień podsiąkowych w zwiększaniu retencji wodnej małych dolin rzecznych. Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska. Z. 1 (31) R. 14 s. 140–148.
- KACZMAREK Z., GRZELAK M., GAJEWSKI P. 2010. Warunki siedliskowe oraz różnorodność florystyczna ekologicznych siedlisk przyrodniczych w Dolinie Noteci. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering. Vol. 55 (3) s. 142–147.
- KIRYLUK A. 2003. Wpływ sposobu użytkowania torfowiska niskiego na zawartość biogenów i innych składników w wodach gruntowych i w wodach z rowów melioracyjnych na obiekcie Supraśl Dolna. Acta Agrophysica. Vol. 1(2) s. 245–253.
- KIRYLUK A. 2008. Wpływ 20-letniego użytkowania łąk pobagiennych na zmianę niektórych właściwości fizyczno-wodnych gleb oraz kształtowanie się zbiorowisk roślinnych. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 8. Z. 1 (22) s. 151–160.
- MIATKOWSKI Z., TURBIAK J., BURCZYK P., MYCZKO A., KARŁOWSKI J. 2010. Prognozy zmian aktywności w sektorze rolnictwa, zawierające informacje niezbędne do wyliczenia szacunkowej wielkości emisji gazów cieplarnianych. Raport. Bydgoszcz, Poznań. ITP ss. 50.
- OWCZARZAK W., MOCEK A., GAJEWSKI P. 2003. Właściwości wodne gleb organicznych Doliny Grójeckiej w sąsiedztwie projektowanej odkrywki węgla brunatnego „Drzewce”. Acta Agrophysica. Vol. 1(4) s. 711–720.
- PAWLUCZUK J. 2004. Mineralizacja azotu w glebach torfowo-murszowych strefy morenowej Pojezierza Mazurskiego. Annales UMCS. Sec. E. Vol. 59. Nr 2 s. 559–567.
- PAWLUCZUK J. 2012. Azot i fosfor w glebach organicznych na tle zróżnicowanych warunków siedliskowych oraz sposobów ich użytkowania w obszarach młodogłacjalnych Polski Północno-Wschodniej. Rozprawy i Monografie. Nr 174. Olsztyn. Wydaw. UWM. ISBN 978-83-7299-794-4 ss. 178
- PAWLUCZUK J., ALBERSKI J., STĘPIEŃ A. 2009. Fizyczne i chemiczne właściwości gleb gytiowych a roślinność łąk ekstensywnych i nieużytkowanych. Fragmenta Agronomica. Vol. 26 (1) s. 76–83.

- PAWLUCZUK J., GOTKIEWICZ J. 2003. Ocena procesów mineralizacji w glebach wybranych ekosystemów torfowiskowych Polski Północno-Wschodniej w aspekcie ochrony zasobów glebowych. *Acta Agrophysica*. Vol. 89 s. 721–728.
- PIETRZAK S. 2012. Odczyn i zasobność gleb łąkowych w Polsce. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 12. Z. 1 (37) s. 105–117.
- PIETRZAK S. 2014. Kształtowanie się ilości azotu mineralnego w mineralnych glebach łąkowych w Polsce w latach 2008–2012. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 14. Z. 3 (47) s. 113–124.
- PN-R-04028:1997. Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Metoda pobierania próbek i oznaczanie zawartości jonów azotanowych i amonowych w glebach mineralnych.
- ROJ-ROJEWSKI S., KOROL A., ZIENKIEWICZ A. 2012. Wpływ warunków wodnych na właściwości fizyczne i pokrywę roślinną gleb murszowych położonych na odwodnionych siedliskach mułowych. *Inżynieria Ekologiczna*. Nr 29 s. 141–152.
- SAPEK B. 1996. Potencjalne wymycie azotanów na tle dynamiki mineralizacji azotu w glebach użytków zielonych. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. Z. 440 s. 331–341.
- STĘPIEŃ A., PAWLUCZUK J. 2011. Wpływ różnych warunków siedliskowych na zawartość makro- i mikroelementów w roślinności łąkowej gleb organicznych. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 11. Z. 4 (36) s. 197–208.
- ZAWADZKI S. 2002. *Podstawy gleboznawstwa*. Warszawa. PWRiL. ISBN 83-09-01762-6 ss. 177.

Stefan PIETRZAK

THE AMOUNT OF INORGANIC NITROGEN IN ORGANIC SOILS UNDER GRASSLANDS IN POLAND

Key words: *grasslands, inorganic nitrogen, monitoring, organic soils*

S u m m a r y

The paper presents accumulation of inorganic nitrogen in organic soils under grasslands in Poland. The recognition of nitrogen status was made based on results of monitoring carried out in the years 2008–2012 by the National Chemical-Agricultural Station in Warsaw and its subordinate regional stations in cooperation with the Institute of Technology and Life Sciences in Falenty. It was found that in the study period: 1) mean concentration of inorganic nitrogen and its resources in the upper 30 cm soil layer were 51 mg N·kg⁻¹ DM and 118 kg N·ha⁻¹, respectively, in spring and 55 mg N·kg⁻¹ DM and 130 kg N·ha⁻¹ in autumn, 2) ammonium-nitrogen constituted on average 77% and 66% of the total soil inorganic nitrogen in spring and autumn, respectively, 3) concentrations of nitrate-nitrogen and resources of inorganic nitrogen increased in summer and decreased in winter while concentrations of ammonium-nitrogen changed in opposite direction, 4) resources of inorganic nitrogen in the upper 30 cm soil layers increased by 12.1 kg N·ha⁻¹ in the vegetation season to decrease by 11.9 kg N·ha⁻¹ afterwards, 5) air temperature and atmospheric precipitation significantly affected inorganic nitrogen resources.

Adres do korespondencji: dr hab. S. Pietrzak, prof. nadzw., Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Zakład Jakości Wody, al. Hrabka 3, 05-090 Raszyn; tel. +48 22 735-75-62, e-mail: S.Pietrzak@itp.edu.pl