

WPLÝW FOSFORANU MOCZNIKA NA WŁAŚCIWOŚCI
FIZYKOCHEMICZNE SUBSTRATU TORFOWEGO W WARUNKACH
LABORATORYJNYCH

Sławomir Krzebietke, Zofia Benedycka

Katedra Chemii Rolnej i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
ul. Oczapowskiego 8, 10-744 Olsztyn-Kortowo
e-mail: slawomir.krzebietke@uwm.edu.pl

Streszczenie. W doświadczeniu inkubacyjnym badano wpływ fosforanu mocznika na właściwości fizykochemiczne kwaśnego substratu torfowego ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 5,23$). Doświadczenie obejmowało 6 obiektów, do których w postaci fosforanu mocznika dodano 0; 94,68; 189,54; 284,22; 378,90; 473,76 mg N-dm⁻³ oraz 0; 100; 200; 300; 400 i 500 mg P-dm⁻³ podłoża. Inkubacja trwała 96 dni w temperaturze pokojowej (19-21°C). Wskaźniki cech fizykochemicznych określono standardowymi metodami stosowanymi w analizie podłoży w ogrodnictwie (metoda uniwersalna). Substrat torfowy po zastosowaniu najwyższej dawki tego nawozu w najmniejszym zakresie obniżył swój odczyn. Zawartość N-NO₃ istotnie była odpowiedzialna za stan zakwaszenia podłoża ($r = 0,75$). Wzrastające dawki fosforanu mocznika powodowały znaczny spadek przyswajalnego wapnia dla roślin. Wykazano istotną dodatnią korelację ($r = 0,73$) pomiędzy sumą azotu mineralnego (N-NH₄+N-NO₃) a EC w substracie. Najmniejsze wahania zawartości azotanów w podłożu w czasie inkubacji następowały po zastosowaniu 2 i 3 dawki fosforanu mocznika. Wraz z zwiększaniem dawki nawozu wzrastała koncentracja N-NH₄ w analizowanym podłożu. W wyniku inkubacji podłoży z 5 i 6 kombinacji, niezależnie od czasu, przekroczenia liczb granicznych względem azotu amonowego były znaczne, nawet 10-krotne.

Słowa kluczowe: fosforan mocznika, substrat torfowy, inkubacja, EC, pH, N-NH₄, N-NO₃.

WSTĘP

Fosforan mocznika jako związek całkowicie rozpuszczalny w wodzie, powodujący rozkład węglanów, stanowi cenny nawóz w produkcji ogrodniczej, szczególnie z uwzględnieniem fertygacji [8,9]. Dostępność fosforu dla roślin z tego nawozu jest większa niż z monofosforanu amonu i dwufosforanu wapnia [1,7]. Znacząca rola żywieniowa fosforanu mocznika może wiązać się z jego wpływem na obniżenie pH, a przez to na lepszą rozpuszczalność związków chemicznych

zawierających mikroelementy [5]. Grata i in. [4] podają również doskonałe właściwości odkażające tego związku.

Większość badań dotyczących fosforanu mocznika dotychczas została przeprowadzona na glebach słonych, wapiennych, zasadowych lub zbliżonych do obojętnego odczynu [1,2,9-11]. Brak natomiast jest badań nad wpływem fosforanu mocznika na właściwości fizykochemiczne podłoża ogrodniczych o odczynie kwaśnym i jego wykorzystaniem w ogrodnictwie. Skłoniło to do badań nad wpływem tego nawozu na właściwości chemiczne substratu torfowego.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie inkubacyjne z fosforanem mocznika zmieszany z podłożem torfowym zostało założone w 2005 roku. Do badań wykorzystano uniwersalny substrat do uprawy kwiatów i warzyw *Agrohum* wyprodukowany na bazie torfu pochodzącego z torfowiska wysokiego Karaska. Substrat ten charakteryzował się następującymi właściwościami fizykochemicznymi: $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} - 5,23$; $\text{EC} - 0,6 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-3}$; zasolenie 0,9 g, N- $\text{NO}_3 - 80 \text{ mg}$, N- $\text{NH}_4 - 130 \text{ mg}$, P - 73 mg, K - 170 mg, Ca - 1100 mg, Mg - 51 mg i Cl⁻ - 5 mg w dm^3 podłoża.

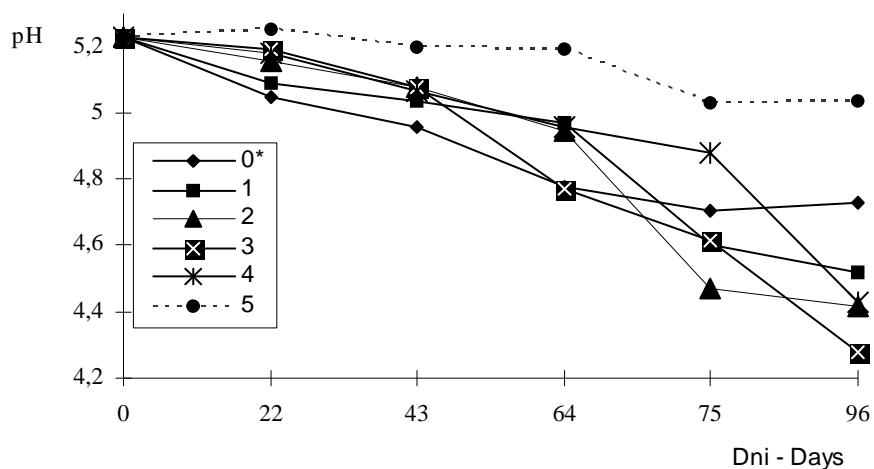
Doświadczenie obejmowało 6 obiektów w czterech powtórzeniach. W szczelnych pojemnikach typu PET umieszczono 1 dm^3 podłoża i dodano różnicując: 0 - 0 g, 1 - 0,526 g, 2 - 1,053 g, 3 - 1,579 g, 4 - 2,105 g, 5 - 2,632 g fosforanu mocznika - UP (ang. urea phosphate - 18% N, 19% P) rozpuszczonego przed wprowadzeniem w 50 cm^3 wody dejonizowanej. Wraz z tą dawką nawozu wprowadzono odpowiednio 0; 94,68; 189,54; 284,22; 378,90; 473,76 mg $\text{N}\cdot\text{dm}^{-3}$ substratu oraz 0; 100; 200; 300; 400 i 500 mg $\text{P}\cdot\text{dm}^{-3}$ podłoża. Inkubacja trwała 96 dni w temperaturze pokojowej (19-21°C). W trakcie trwania doświadczenia, co trzy tygodnie dokonywano pomiaru zawartości N- NO_3 i N- NH_4 jak również pH oraz przewodności właściwej. Po zakończeniu inkubacji w substracie ponownie określono parametry fizykochemiczne. Zawartość jonów N- NO_3 oraz N- NH_4 oznaczono elektrodami jonoselektywnymi, natomiast pozostałe wskaźniki cech fizykochemicznych określono standardowymi metodami stosowanymi w analizie podłoża w ogrodnictwie (metoda uniwersalna).

Wyniki opracowano statystycznie z wykorzystaniem pakietu Statistica v. 7.1.

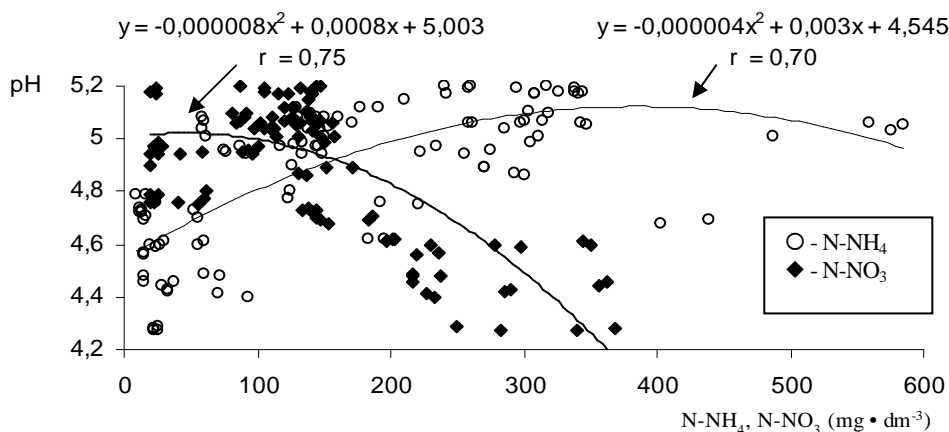
WYNIKI I DYSKUSJA

Zastosowany w doświadczeniu inkubacyjnym fosforan mocznika silnie różnicował właściwości fizykochemiczne testowanego podłoża. Substrat torfowy po zastosowaniu najwyższej dawki tego nawozu nieznacznie obniżył swój odczyn (rys. 1). Zjawisko takie należy tłumaczyć znaczną ilością jonu amonowego utrzymującego się w roztworze glebowym, który posiada właściwości alkalizujące. Zależność tę

przedstawiono na rysunku 2, na którym jony $N-NH_4$ utrzymują odczyn na zbliżonym poziomie ($r = 0,70$), natomiast zawartość $N-NO_3$ istotnie wpłynęła na stan zakwaszenia podłoża ($r = 0,75$). Najbardziej wyraźnie na analizowane środowisko w czasie 96-dniowej inkubacji oddziaływała aplikacja $284,22 \text{ mg N}$ i 300 mg P-dm^{-3} podłoża obniżając wartość pH o 0,95 jednostki. Odczyn podłoża dla większości roślin, powinien mieścić się w zakresie 5,5-6,5 [3].

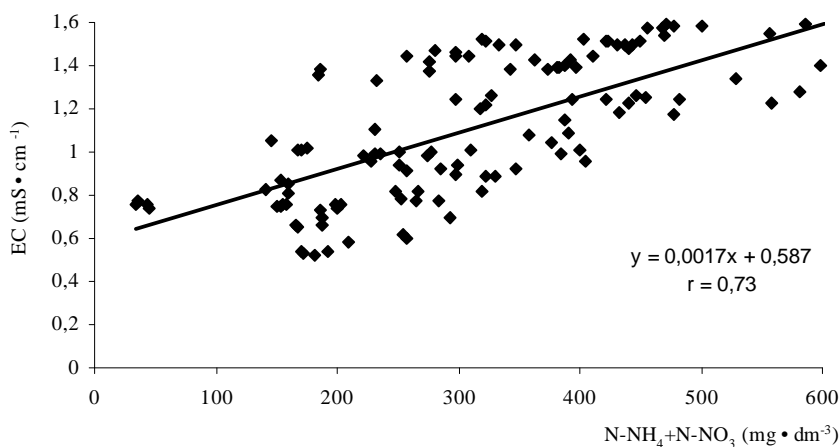


Rys. 1. Zmiany odczynu w czasie (* – dawki fosforanu mocznika)
Fig. 1. Changes of soil reaction in the time (* – doses of urea phosphate)

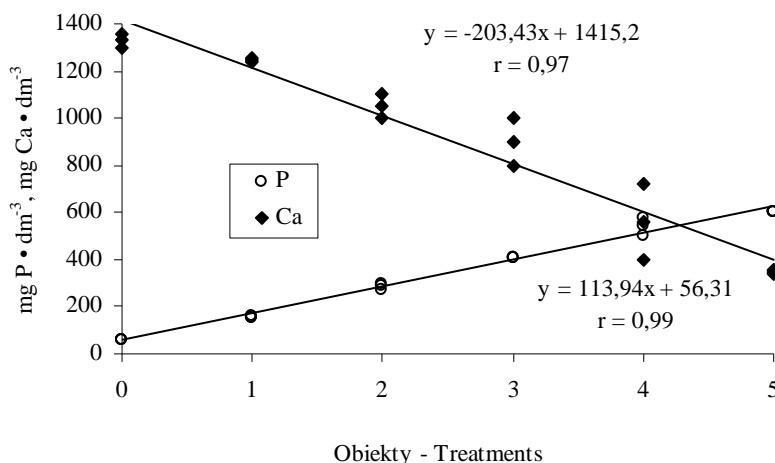


Rys. 2. Zależność pH od zawartości $N-NH_4$ i $N-NO_3$ w podłożu
Fig. 2. Relation between pH and content of $N-NH_4$ and $N-NO_3$ in the substrate

Wzrastające dawki azotu wpływały znacząco na elektryczną przewodność właściwą (EC) (rys. 3). Wykazano istotną dodatnią korelację ($r = 0,73$) pomiędzy sumą azotu mineralnego ($N-NH_4+N-NO_3$) a EC w substracie. Zastosowany fosforan mocznika w analizowanym podłożu nieznacznie wpływał na przewodność właściwą, która zmieniała się w zakresie od 0,6 do 1,4 $mS \cdot cm^{-1}$ tj. w zakresie stężeń dla większości roślin ogrodniczych [3].



Rys. 3. Zależność przewodności właściwej (EC) w podłożu od zawartości azotu mineralnego
Fig. 3. Relation between electrical conductivity (EC) in the substrate and content of mineral nitrogen

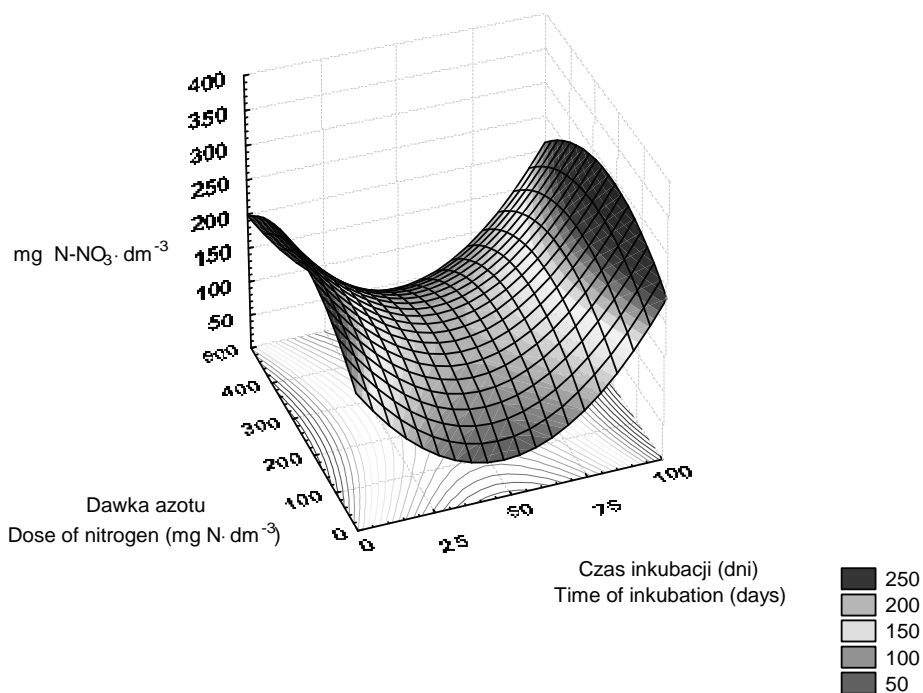


Rys. 4. Zależność między fosforem a wapniem po 96-dniowej inkubacji
Fig. 4. Relationship between phosphorus and calcium 96-days after incubation

Wzrastające dawki fosforanu mocznika powodowały znaczny spadek ilości przyswajalnego wapnia dla roślin (rys. 4). Wapń wiązany przez aniony fosforanowe podlegał sorpcji chemicznej tworząc nierozpuszczalne związki. Zastosowanie dawek od 0 do 1,053 g UP pozwalało na utrzymanie optymalnej zawartości wapnia w podłożu [3].

Dynamikę zmian zawartości azotu azotanowego w analizowanym substracie torfowym po zastosowaniu fosforanu mocznika przedstawiono na rysunku 5. Szybkie tempo przemian azotu do formy N-NO₃ zaobserwowano już w początkowym okresie inkubacji. Podobne wyniki otrzymała również Kowalska [6] w swoich badaniach nad podłożami. Około 50 dnia inkubacji drastycznie spadła ilość dostępnego dla roślin azotu azotanowego(V). Takie zjawisko można tłumaczyć nadmiernym rozwojem bakterii celulolitycznych, blokujących rozwój bakterii biorących udział w procesie nityfikacji. Najmniejsze wahania zawartości azotanów w podłożu w czasie inkubacji następowały po zastosowaniu 2 i 3 dawki fosforanu mocznika.

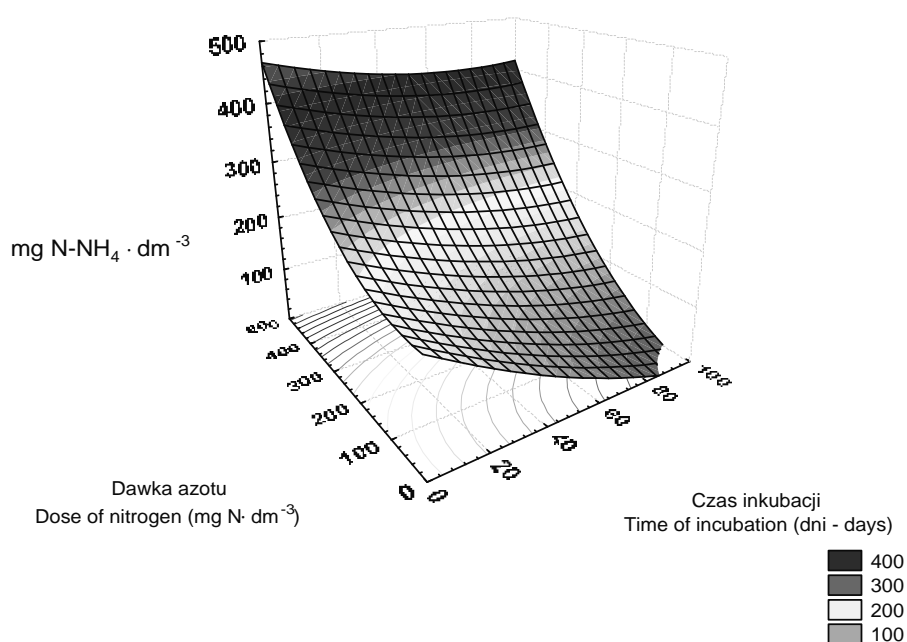
$$\text{N-NO}_3 = 200,0128 - 6,1658x + 0,5471 \cdot y + 0,0653 \cdot x^2 - 0,0004 \cdot x \cdot y - 0,0011 \cdot y^2$$



Rys. 5. Zmiany zawartości N-NO₃ podczas inkubacji
Fig. 5. Changes of N-NO₃ content during incubation

Mocznik z testowanego nawozu pod wpływem enzymu ulegał bardzo szybko uległ amonifikacji do formy amonowej (rys. 6). Wraz z zwiększaniem dawki nawozu wzrastała koncentracja N-NH₄ w podłożu. Wyższe poziomy nawozu (UP) nie zmieniły zawartości N-NH₄, natomiast zastosowanie mniejszych dawek (0,526 g i 1,53 g UP) powodowały systematyczny spadek zawartości poniżej 20 mg N-NH₄·dm⁻³ podłoża. W przypadku zastosowania 2,105 g i 2,632 g fosforanu mocznika, niezależnie od czasu trwania doświadczenia, stwierdzono nawet 10-krotne przekroczenia optymalnej zawartości azotu amonowego w podłożu [3].

$$\text{N-NH}_4 = 194,547 - 3,058 \cdot x - 0,0858 \cdot y + 0,0092 \cdot x^2 + 0,0033 \cdot x \cdot y + 0,0013 \cdot y^2$$



Rys. 6. Zmiany zawartości N-NH₄ podczas inkubacji
Fig. 6. Changes of N-NH₄ content during incubation

WNIOSKI

1. Fosforan mocznika niezależnie od dawki powodował dalsze zakwaszenie już kwaśnego substratu torfowego.
2. W kwaśnym środowisku podłoża wzrastające dawki fosforanu mocznika systematycznie ograniczały dostępność wapnia dla roślin.
3. Zastosowanie nawozu w ilości powyżej 0,526 g UP·dm⁻³ podłoża powodowało znaczne przekroczenia dopuszczalnych zawartości N-NH₄ szczególnie w początkowym okresie inkubacji.

PIŚMIENNICTWO

1. **Ali A.M.S.:** Reactions of urea phosphate in calcareous and alkaline soils: ammonia volatilization and effects on soil sodium and salinity. University Microfilms International, 1989.
2. **Ali A.S., Stroehlein J.L.:** Reactions urea phosphate in calcareous and alkaline soils. I. Ammonia volatilization. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 22, 11/12, 1243-1256, 1991.
3. **Breś W., Golcz A., Komosa A., Kozik E., Tyksiński W.:** Nawożenie roślin ogrodnich. Wydawnictwo AR w Poznaniu, 131-152, 2003.
4. **Grata K., Latała A., Krzyśko-Łupicka T., Nabradalik M.:** Wpływ fosforanu mocznika z bentonitem na mikroflorę gnojowicy drobiowej. *Med. Wet.*, 55(8), 546-549, 1999.
5. **Hodge C.A., Faulkner L.C., Motes T.W.:** Solubility of metallic – salt in acid nutrients in acid fertilizer solutions of urea phosphate, urea sulfate and urea nitrate. *Fertilizer – Research* 39, 1, 71-75, 1994.
6. **Kowalska I.:** Przemiany azotu w podłożach z uprawą pomidora szklarniowego. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*, 320, *Ogrodnictwo*, 23, 81-91, 1997.
7. **Mashali S.A.:** Solubility and availability of urea phosphate as phosphate fertilizer in an alluvial soil of Egypt. *Egyptian Journal of Soil Science*, 35, 3, 325-336, 1995.
8. **Nowak R., Kotula E.:** USP a new urea superphosphate fertilizer. *Folia Univ. Agric. Stetin. Agricultura*, 72, 235-237, 1998.
9. **Papadopoulos I., Ristimaki-Leena M., Sonneveld C. (ed), Berhoyen M.N.J.:** Nitrogen and phosphorus fertigation of tomato and eggplant. *Acta Horticulturae*, 511, 73-79, 2000.
10. **Rubeiz I.G., Stroehlein J.N., Oebker N.F.:** Effect of irrigation methods urea phosphate reactions in calcareous soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 22, 5/6, 431-435, 1991.
11. **Yerokun O.A.:** Ammonia volatilization from ammonium nitrate, urea and urea phosphate fertilizers applied to alkaline soils. *South African Journal of Plant and Soil*, 14, 2, 67-70, 1997.

THE INFLUENCE OF UREA PHOSPHATE ON THE PHYSICO-CHEMICAL
PROPERTIES OF PEAT SUBSTRATE UNDER LABORATORY
CONDITIONS

Sławomir Krzebietke, Zofia Benedycka

Chair of Agricultural Chemistry and Environment Protection, The University of Warmia and Mazury
ul. Oczapowskiego 8, 10-744 Olsztyn-Kortowo
e-mail: slawomir.krzebietke@uwm.edu.pl

Abstract. The influence of urea phosphate on physicochemical properties of acid peat substrate ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 5.23$) was examined in an incubation experiment. The experiment included six objects which received, together with urea phosphate, 0; 94.68; 189.54; 284.22; 378.90; 473.76 mg N dm^{-3} of the substrate and 0; 100; 200; 300; 400 and 500 mg P dm^{-3} of the bedding. The incubation was carried out for 96 days at room temperature (19-21°C). The indicators of physicochemical features were determined by standard methods used in the analyses of substrates in horticulture (a universal method). After the application of the highest dose of this fertilizer, the peat substrate lowered its reaction the least. N-NO₃ content was significantly responsible for the acidification of the bedding ($r = 0.75$). Increasing doses of urea phosphate resulted in a significant, almost two-fold, drop in available calcium for plants. A significant positive correlation ($r = 0.73$) was demonstrated between the amount of mineral nitrogen (N-NH₄+N-NO₃) and EC in

the substrate. The smallest fluctuations related to the occurrence of nitrates content in the bedding over time were found after applying doses 2 and 3 of urea phosphate. As the dose of the fertilizer increased, the concentration of N-NH_4 in the analysed environment of the tested bedding grew. Incubation of peat substrate of combinations 5 and 6, regardless of the time, resulted in considerably exceeded limits, even by a factor of 10.

Key words: urea phosphate, peat substrate, incubation, EC, pH, N-NH_4 , N-NO_3