

WPLYW NAWOŻENIA NPK STOSOWANEGO W UPRAWIE ZIEMNIAKA NA ZAWARTOŚĆ N-NO₃ ORAZ N-NH₄ W GLEBIE

*Zdzisław Ciećko*¹, *Andrzej C. Żołnowski*¹, *Władysław Krajewski*²

¹ Katedra Chemii Środowiska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

² Wszechnica Mazurska w Olecku

Wstęp

W warunkach glebowo-klimatycznych Polski azot jest czynnikiem, który w decydujący sposób wpływa na wielkość i jakość uzyskiwanych plonów. Według danych literaturowych zapasy azotu glebowego wynoszą od 0,02% do 0,35%, a ich wielkość uzależniona jest od rodzaju gleby oraz głębokości w profilu glebowym [GORLACH, GRZYBOWICZ 1989]. Azot występuje w glebie przede wszystkim w formie połączeń organicznych i tylko niewielką jego część – około 1–5% stanowią formy mineralne bezpośrednio dostępne dla roślin [ŁOGINOW i in. 1987]. Wykorzystanie azotu z nawozów w I roku po wprowadzeniu do gleby z reguły nie przekracza 60% i spada w miarę zwiększania ich dawek. Azot pozostały w glebie wzbogaca zapasy glebowe w łatwo przyswajalne formy tego składnika. Zawartość azotu glebowego uzależniona jest od wysokości dawek nawozów zawierających ten pierwiastek, rodzaju uprawy, strat na drodze gazowej, odczynu gleby, zawartości substancji organicznej oraz warunków klimatycznych [CHMIELEWSKA, DECHNIK 1987]. Niekorzystne warunki klimatyczne m.in. wysokie ilości opadów mogą powodować migrację tych form do wód wglębnych obniżając ich jakość oraz do cieków wodnych przyczyniając się do eutrofizacji środowiska. Zjawisko to dotyczy głównie gleb lżejszych charakteryzujących się mniejszą pojemnością wodną. W związku z powyższym bardzo istotnym jest dostosowanie dawek nawozów (zwłaszcza azotowych) do potrzeb pokarmowych roślin i zasobności gleby w ten składnik [CIEĆKO i in. 1996].

Celem prezentowanych badań było określenie wpływu zróżnicowanego nawożenia NPK stosowanego w uprawie trzech odmian ziemniaka oraz występujących w tym okresie opadów atmosferycznych na kształtowanie się zawartości mineralnych form azotu w glebie.

Materiał i metody badań

Za podstawę badań przyjęto doświadczenie polowe, które przeprowadzono w Zakładzie Dydaktyczno-Doświadczalnym w Tomaszowie k/Olsztyna. Doświad-

czenie wykonano na glebie brunatnej właściwej klasy IVa, o niskiej zasobności w przyswajalny fosfor, potas i magnez. Odczyn gleby mierzony w H_2O wynosił 6,5. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków w czterech powtórzeniach. Schemat doświadczenia uwzględnił dwa czynniki. Czynniki I obejmował trzy poziomy nawożenia NP. W obrębie każdego poziomu zastosowano proporcjonalnie do N i P wzrastające dawki potasu w stosunku równym 0, 1, 2 i 3. Rzeczywiste dawki składników nawozowych przedstawiały się następująco:

poziom I – $N_{40}P_{17}$	dawki potasu $K_0, K_{33}, K_{66}, K_{99}$
poziom II – $N_{80}P_{34}$	dawki potasu $K_0, K_{66}, K_{132}, K_{198}$
poziom III – $N_{120}P_{51}$	dawki potasu $K_0, K_{99}, K_{198}, K_{297}$

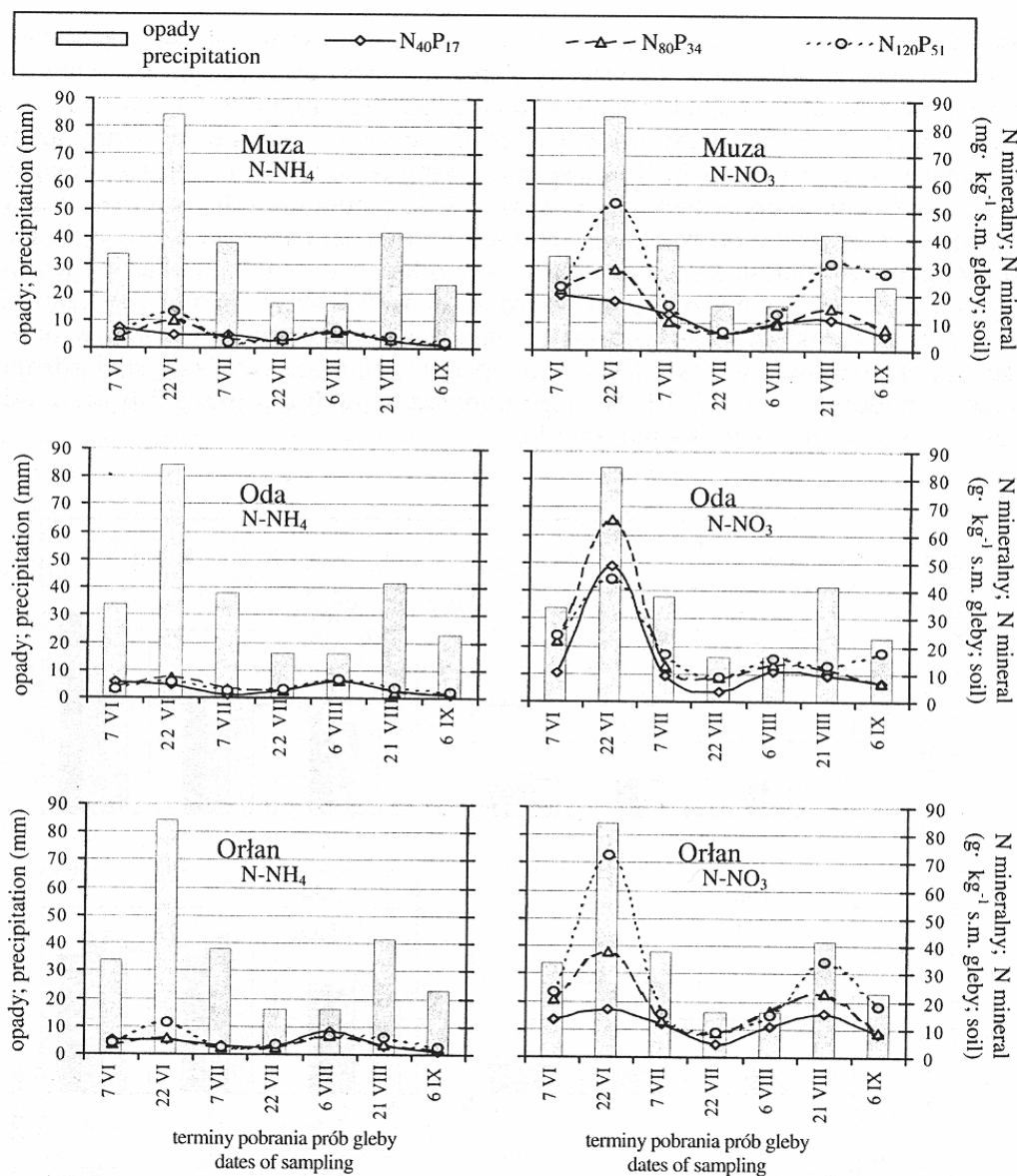
Czynnikami II rzędu były odmiany ziemniaka: Muza, Oda i Orlan.

Ziemniaki uprawiano po pszenzycie ozimym na obroniku, który stosowano jesienią w dawce $25 t \cdot ha^{-1}$. Bulwy sadzono w rozstawie rzędów $62,5 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$. Wiosną przed sadzeniem wysiewano nawozy mineralne: superfosfat potrójny 46%, sól potasową 57% oraz połowę dawki azotu w formie mocznika 46%. Drugą dawkę azotu stosowano po wschodach, zgodnie ze schematem doświadczenia.

W czasie wegetacji z poletek doświadczalnych z warstwy ornej pobierano glebę do badań. Pierwszy pobór wykonano 7 czerwca, tj. w pełni wschodów, co nastąpiło 30 dni po sadzeniu. Kolejne pobory wykonywano w odstępach dwutygodniowych. Zawartość formy amonowej i azotanowej oznaczano bezpośrednio po pobraniu w świeżej masie gleby. Zawartość $N-NH_4$ oznaczono metodą mikrodyfuzji [CONWAY 1962], natomiast $N-NO_3$ oznaczono kolorymetrycznie metodą z kwasem fenolodwusulfonowym [TARAS 1950]. Uzyskane wyniki przeliczono na suchą masę gleby, która określono metodą suszarkową w temperaturze $60^\circ C$. W czasie wegetacji mierzono ilość opadów deszczomierzem Hellmanna, których sumy za badane 15-dniowe okresy przedstawiono na rysunku 1.

Omówienie wyników

Zawartość mineralnych form azotu była zróżnicowana w poszczególnych terminach pobrania prób glebowych (rys. 1). Zarówno forma $N-NH_4$ jak i $N-NO_3$ ulegały znacznej fluktuacji podczas sezonu wegetacyjnego. W badaniach GORLACHA i GRZYWNOWICZA [1989] we frakcji N min. dominował $N-NH_4$ niewymiennie związany z glebą. Jego zawartość wynosiła od 93 do $179 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby. Dla porównania zawartość $N-NH_4$ wymiennie związanego z glebą w tych badaniach wynosiła od 4 do $9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby. Azot azotanowy stanowił od 8 do $29 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby w zależności od jej rodzaju i głębokości pobrania próby. W prezentowanych badaniach zawartość formy amonowej ($N-NH_4$ wymiennego) w glebie podobnie jak w badaniach cytowanych autorów była kilkukrotnie niższa niż formy azotanowej. Nie stwierdzono wyraźnego wpływu uprawianej odmiany ziemniaka na zawartość poszczególnych form azotu, co może oznaczać, że nie jest ona czynnikiem decydującym w znaczący sposób o ilości N glebowego. Uzyskane wyniki badań jednoznacznie wykazują uzależnienie ilości dostępnych form azotu od występującej ilości opadów, a co za tym idzie od wilgotności gleby. Szczególnie widoczny wpływ tego czynnika stwierdzono w odniesieniu do $N-NO_3$.



Współczynniki korelacji prostej r pomiędzy wielkością opadów a zawartością N mineralnego w glebie na tle zróżnicowanych poziomów nawożenia NP; Correlation coefficients r between the precipitation and the content of mineral N in soil against the differentiated levels of N fertilization

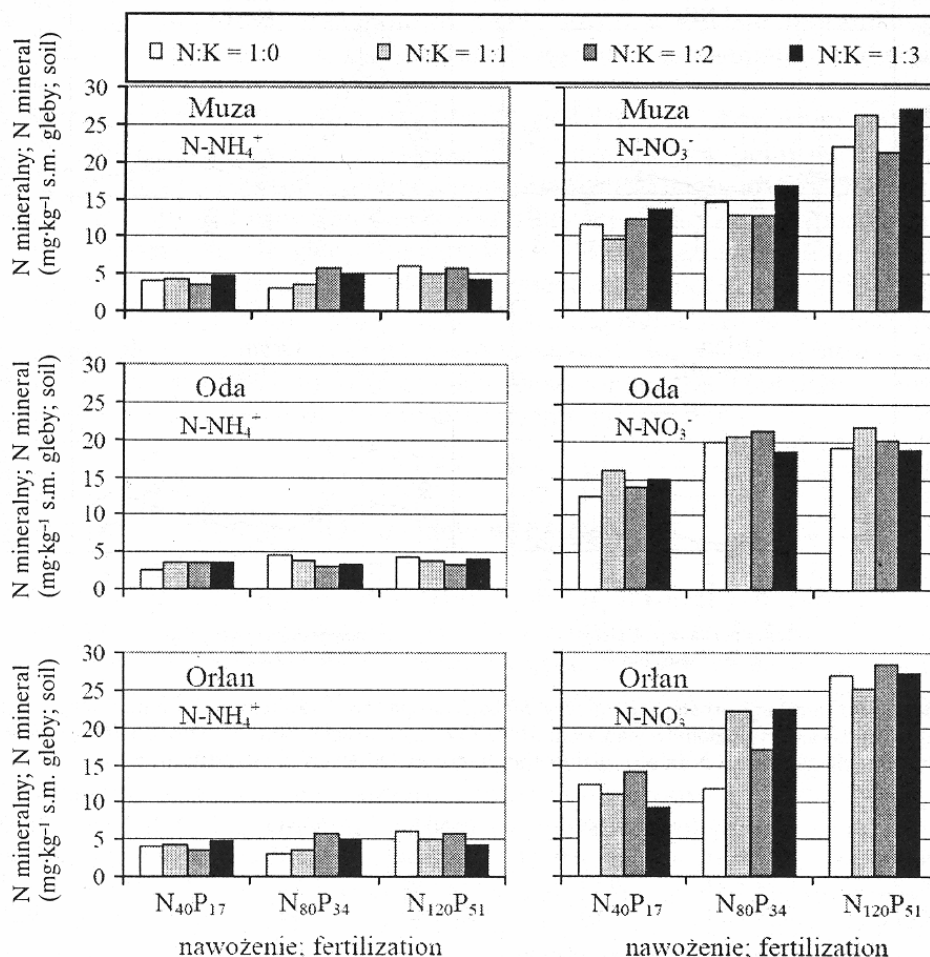
NP	Muza		Oda		Orłan	
	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃
N ₄₀ P ₁₇	0,12 n.ist.	0,65 n.ist.	0,12 n.ist.	0,92*	0,09 n.ist.	0,79 n.ist.
N ₈₀ P ₃₄	0,74 n.ist.	0,87*	0,53 n.ist.	0,92*	0,31 n.ist.	0,91*
N ₁₂₀ P ₅₁	0,79 n.ist.	0,90*	0,23 n.ist.	0,88*	0,75 n.ist.	0,96*

* korelacja istotna; significant correlation
 n.ist. korelacja nieistotna; not significant correlation

Rys. 1. Dynamika zawartości N-NO₃ i N-NH₄ w glebie w czasie wegetacji trzech odmian ziemniaka przy różnych poziomach nawożenia NP

Fig. 1. Dynamics of N-NO₃ i N-NH₄ content in soil during vegetation of three potato cultivars under different levels of NP fertilization

Świadczą o tym wysokie współczynniki korelacji, mieszczące się w zakresie od $r = 0,65$ do $r = 0,96$. Ilość $N-NH_4^+$ w glebie nie była tak znacząco skorelowana z wielkością opadów, niemniej jednak, analizując wyniki badań, można zauważyć dużo mniejsze, ale podobne tendencje, co do kształtowania się tej formy azotu w glebie w czasie wegetacji. Zamieszczone współczynniki korelacji wskazują, że siła związku pomiędzy wilgotnością gleby a ilością mineralnych form azotu uzależniona jest zarówno od wielkości opadów, jak i dawki nawozów azotowych. Dla każdej gleby w odniesieniu do analizowanych odmian ziemniaka obliczony współczynnik korelacji był najwyższy na obiektach nawożonych wysokimi dawkami N. Szczególnie wysoką zawartość formy azotanowej w glebie obserwowano w okresach poprzedzonych wysokimi sumami opadów. Najwięcej $N-NO_3^-$ stwierdzono podczas poboru w dniu 22 VI. W ciągu poprzedzających ten okres 2 tygodni odnotowano w sumie około 84 mm opadu.



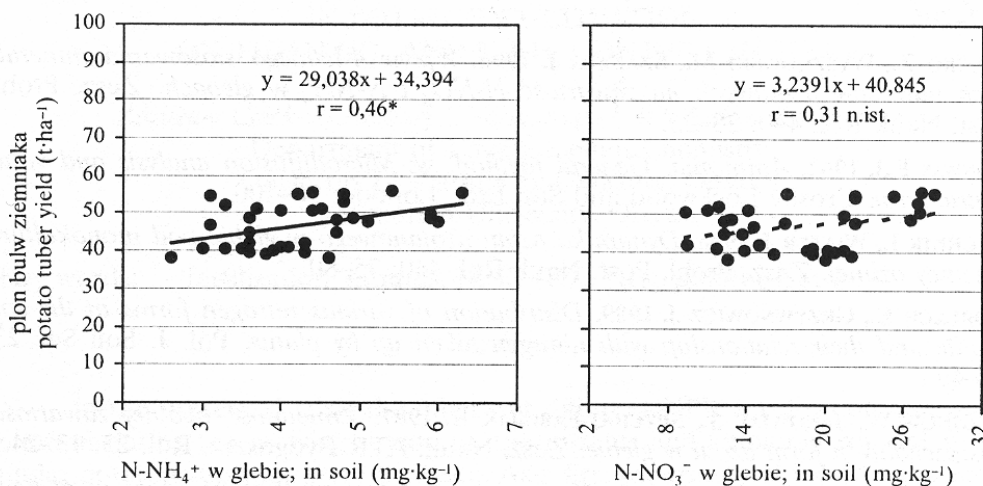
Rys. 2. Wpływ nawożenia potasem na kształtowanie się zawartości $N-NO_3^-$ i $N-NH_4^+$ w glebie w czasie wegetacji trzech odmian ziemniaka

Fig. 2. Influence of potassium fertilization on $N-NO_3^-$ and $N-NH_4^+$ in soil during vegetation of three potato cultivars

Zawartości N-NO_3^- w tym czasie w zależności od zastosowanej dawki azotu wynosiły od 73,0 do 17,0 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. gleby, podczas gdy średnia zawartość N-NO_3^- w glebie za cały okres wegetacji w odniesieniu do poszczególnych odmian wynosiła: Muza – 16,8; Oda – 18,2 i Orłan 19,0 $\text{mg}\ \text{N-NO}_3^-\cdot\text{kg}^{-1}$. Drugi, nieco słabszy wzrost zawartości azotanów w glebie stwierdzono 21 VIII – także po okresie większych opadów. Uzyskane zależności sugerują, że w warunkach większego uwilgotnienia gleby dochodzi do uwalniania azotu na skutek przemian związków organicznych, a następnie powstawania form mineralnych na drodze procesu amonifikacji i dalej nityfikacji. W warunkach zwiększonych opadów przemiany te mogą skutkować wymywaniem z wierzchniej warstwy gleby większych ilości azotu przekraczających aktualną zawartość form mineralnych. Szczególnie istotne znaczenie ma to w przypadku gleb lekkich o małej pojemności wodnej, z których w okresach opadów wymywanie azotu jest duże [MAZUR i in. 1991]. DECHNIK i WIATER [1996] również wskazują, że ilość azotanów jest uzależniona od warunków pogodowych w sezonie wegetacyjnym, przy czym w badaniach autorów zawartość N-NO_3^- była ujemnie skorelowana z wielkością opadów. W stosunkowo suchym sezonie wegetacyjnym występowała większa koncentracja azotanów w glebie, natomiast w latach mokrych dochodziło do rozcieńczenia tej formy w roztworze glebowym oraz przesunięcia ruchliwych jonów NO_3^- w głąb gleby, a także zwiększonego pobierania przez rośliny.

Przedstawione wyniki badań nie wykazały wpływu wzrastającego nawożenia potasem, w żadnym przedziale NP, na zawartość azotu amonowego i azotanowego w glebie (rys. 2).

Analizując wielkość uzyskanych w prezentowanych badaniach plonów bulw stwierdzono, że uzależniona ona była od zastosowanego nawożenia azotowego (rys. 3).



* korelacja istotna; significant correlation
n.ist. korelacja nieistotna; not significant correlation

Rys. 3. Zależność pomiędzy zawartością N-NH_4^+ i N-NO_3^- w glebie a wielkością plonu bulw (średnio dla trzech odmian ziemniaka)

Fig. 3. Correlation between soil N-NH_4^+ and N-NO_3^- content and the tubers yield (mean for three potato cultivars)

Nawożenie to skutkowało określonym zaopatrzeniem gleby zarówno w formę N-NO₃ jak i N-NH₄. Wykazana wcześniej silna zależność pomiędzy dawką azotu, wielkością opadów a ilością N-NO₃ w glebie nie znalazła jednak odbicia w plonowaniu badanych odmian ziemniaka. Wielkość plonu uzależniona była w większym stopniu od ilości azotu amonowego w glebie. Wyższy i istotny współczynnik korelacji stwierdzono porównując wielkość plonu z zawartością N-NH₄ ($r = 0,46^*$) niż z zawartością N-NO₃ ($r = 0,31$ n.ist.).

Wnioski

1. Zawartość form azotu mineralnego w glebie w warunkach polowych ulegała silnej fluktuacji. Szczególnie dotyczyło to formy azotanowej N-NO₃, której ilość silnie rosła na skutek zwiększenia uwilgotnienia gleby.
2. Uwilgotnienie gleby w znacznie mniejszym stopniu oddziaływało na zawartość formy N-NH₄, niemniej jednak to właśnie ta forma w istotny sposób wpłynęła na kształtowanie się plonu bulw ziemniaka.
3. Nie stwierdzono istotnej zależności pomiędzy ilością potasu w dawce nawozowej a kształtowaniem się zawartości azotu azotanowego i amonowego w odniesieniu do trzech uprawianych odmian ziemniaka.

Literatura

- CHMIELEWSKA B., DECHNIK J. 1987. *Wpływ nawożenia mineralnego na zawartość niektórych form azotu w brunatnej glebie lessowej*. Roczn. Nauk Rol. Ser. A 106(2): 197–205.
- CIEĆKO Z., WYSZKOWSKI M., SZAGAŁA J. 1996. *Wpływ 4-letniego stosowania mineralnych nawozów azotowych na zawartość N-NO₃ i N-NH₄ w glebach*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 440: 28–33.
- CONWAY E.J. 1962. *Ammonia. General method*, w: *Microdiffusion analysis and volumetric error*. Crosby Lockwood and Son Ltd., London: 98–100.
- DECHNIK I., WIATER J. 1996. *Dynamika azotu azotanowego w glebie pod monokulturą pszenicy ozimej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 440: 75–80.
- GORLACH E., GRZYBNOWICZ J. 1989. *Distribution of various nitrogen forms in the soil profile and their relationship with nitrogen taken up by plants*. Pol. J. Soil Sci. 23: 43–49.
- ŁOGINOW W., JANOWIAK J., SPYCHAJ-FABISIAK E. 1987. *Zmienność ogólnej zawartości poszczególnych form azotu w glebie*. Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, Rol. 23: 13–24.
- MAZUR T., CZUBA R., GORLACH E., KALEMBASA S., ŁOGINOW W. 1991. *Azot w glebach uprawnych*. PWN Warszawa: 239 ss.
- TARAS J.M. 1950. *Phenoldisulphonic acid method of determining nitrate in water*. J. Anal. Chem. 22(8): 1020–1022.

Słowa kluczowe: azotany, gleba, nawożenie, NPK, NO₃, NH₄, ziemniak

Streszczenie

W pracy przedstawiono badania dotyczące wpływu zróżnicowanego nawożenia NPK stosowanego w uprawie trzech odmian ziemniaka oraz występujących w tym okresie opadów atmosferycznych na kształtowanie się zawartości mineralnych form azotu w glebie. Badania oparto na doświadczeniu polowym II czynnikowym obejmującym trzy poziomy nawożenia NP oraz trzy odmiany ziemniaka – Muza, Oda i Orłan. W obrębie każdego poziomu nawożenia NP zastosowano proporcjonalnie do N i P wzrastające dawki potasu w stosunku równym 0, 1, 2 i 3. W czasie wegetacji z poletek doświadczalnych siedmiokrotnie pobierano glebę do badań. Oznaczoną zawartość formy amonowej i azotanowej przeliczono na suchą masę gleby. W czasie wegetacji równolegle mierzono ilość opadów, których sumy za badane 15-dniowe okresy wykorzystano do obliczenia współczynników korelacji z wybranymi parametrami. Zawartość form azotu mineralnego w glebie w warunkach polowych ulegała silnej fluktuacji. Szczególnie dotyczyło to formy azotanowej $N-NO_3$, której ilość silnie rosła na skutek zwiększenia uwilgotnienia gleby. W znacznie mniejszym stopniu uwilgotnienie wpływało na zawartość formy $N-NH_4$, niemniej jednak to właśnie ta forma w istotny sposób wpłynęła na kształtowanie się plonu bulw ziemniaka. Wyższy i istotny współczynnik korelacji stwierdzono porównując wielkość plonu z zawartością $N-NH_4$ ($r = 0,46^*$) niż z zawartością $N-NO_3$ ($r = 0,31$ n.ist.). Nie stwierdzono istotnej zależności pomiędzy udziałem potasu w dawce nawozowej a kształtowaniem się zawartości azotu azotanowego i amonowego w glebie w odniesieniu do trzech uprawianych odmian ziemniaka.

THE EFFECTS OF NPK FERTILIZATION IN POTATOE CULTIVATION ON THE $N-NO_3$ AND $N-NH_4$ CONTENT IN SOIL

Zdzisław Ciećko¹, Andrzej C. Żołnowski¹, Władysław Krajewski²

¹ Department of Environmental Chemistry,
University of Warmia and Mazury, Olsztyn

² Mazurian University, Olecko

Key words: fertilization, nitrates, NPK, NO_3 , NH_4 , potatoes, soil

Summary

In the presented trials the effects of different NPK fertilization and precipitation during the growing season on the nitrates and ammonia content in soil under potato cultivation were analysed. As a first experimental factor three series of NPK fertilization were tested. The second experimental factor was three cultivars of potatoes – Muza, Oda i Orłan. Within the range of each NP fertilization level the increasing rates of potassium to N and P in the proportion of 0, 1, 2 and 3 were used. Soil samples were collected seven times per growing season. The determined amounts of N forms were calculated using a dry mass of soil. During the vegetation 15 day intervals the precipitations were noted. The nitrate content in the field conditions highly depended on rainfalls. Especially the

amount of N-NO₃ form was elevated under a higher soil moisture. A much lower influence of soil moisture was noted in the case of N-NH₄ form. But that N form significantly shaped a potato tuber yield. The correlation coefficient noted by comparing the tuber yield and N-NH₄ ($r = 0.46^*$) content was higher and significant, than the amount of N-NO₃ ($r = 0.31$ not significant). We did not observe a significant dependence between the potassium dose in NPK rate and nitrates and ammonium nitrogen content in soil under potato plant cultivation.

Prof. dr hab. Zdzisław Ciećko
Katedra Chemii Środowiska
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
Plac Łódzki 4
10-718 OLSZTYN
e-mail: zdzislaw.ciecko@uwm.edu.pl