

OKREŚLENIE „NATYWNYCH” ZAWARTOŚCI AZOTANÓW (V) W GLEBACH UPRAWNYCH POLSKI

Z. Stepniewska^{1,2}, A. Szmagara¹, J. Ostrowski³

¹Katedra Biochemii i Chemii Środowiska, Katolicki Uniwersytet Lubelski
al. Kraśnicka 102, 20-718 Lublin

²Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27

³Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Falenty, 05-090 Raszyn

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczących zawartości azotanów (V) w glebach Polski bez dodatkowych wzbogaceń w okresie wiosennym. Badaniami objęto poziomy próchniczne gleb pochodzących z 30 jednostek glebowych. Stwierdzono największą zawartość azotanów (207 g N-NO₃⁻·Mg⁻¹ gleby) w glebie należącej do grupy mad. Wartości średnie mieściły się w granicach od 1,63 do 26,57 g N-NO₃⁻·Mg⁻¹ gleby, zaś średnia zawartość dla wszystkich gleb wynosiła 8,53 g N-NO₃⁻·Mg⁻¹ gleby.

Słowa kluczowe: gleby mineralne Polski, azotany (V), poziom próchniczny.

WSTĘP

Azotany w glebie pochodzą ze źródeł związanych z mineralizacją glebowej substancji organicznej oraz wprowadzane są z nawozami azotowymi. Inne postacie azotu stosowane w nawozach, jak sole amonowe i mocznik mogą ulegać w glebie nityfikacji w sprzyjających warunkach aeracyjnych do azotanów. Podobnie dzieje się po zastosowaniu nawozów organicznych, w których azot występuje najczęściej w postaci grupy -NH₂, jednakże czas tych przemian jest dłuższy.

Nawożenie nie decyduje jednak bezpośrednio o zawartości azotanów w glebie, ponieważ ulega ona dużym wahaniom w ciągu roku, związanym z pobieraniem N-NO₃⁻ przez system korzeniowy roślin. Azotany pochodzące z nawozów, zastosowanych głównie porą wiosenną, są szybko pobierane przez będące w okresie szybkiego wzrostu rośliny. Nadmiar niepobranego azotu jest wiązany na drodze

sorpcji biologicznej przez organizmy żywe. Przetwarzają one pobrany składnik na biomasę, która po ich obumarciu i ponownym uwolnieniu jest wykorzystywana przez nową generację mikroorganizmów i rośliny. Ten rodzaj sorpcji ma szczególne znaczenie w zapobieganiu wymywania z gleby azotanów, które są doskonale rozpuszczalne w wodzie. W glebach Polski, charakteryzujących się niskim kompleksem sorpcyjnym wobec anionów, podlegają one w znikomym stopniu sorpcji wymiennej. Zdecydowana większość koloidów glebowych tworzących kompleks sorpcyjny jest nośnikami dużej ilości ładunków ujemnych. Ładunki dodatnie wykazują niekiedy koloidy z grupy tlenków żelaza i glinu, występujące jednak w większych ilościach jedynie w glebach tropikalnych, tak zwanych glebach laterytowych (Oxisols) [5]. Ponadto pewna ilość dodatnich ładunków, zdolnych do sorpcji jonów azotanowych, powstaje na krawędziach części ilastych gleby i fragmentach substancji organicznej [2].

W okresie późniejszym zmniejsza się pobieranie azotanów, a nasila mineralizacja azotu organicznego w glebie, ponieważ rośliny nie nadążają z pobieraniem uwalnianego azotu mineralnego. Powoduje to zwiększanie się stężenia azotanów w glebie. Jest to zbieżne w czasie ze zwiększoną ilością opadów i ich przesiąkaniem do wód gruntowych.

Wymywanie zatem przeważającej ilości azotanów następuje wiosną, po zastosowaniu nawozów oraz jesienią i zimą, kiedy to zwiększone stężenie azotanów w glebie zbiega się z odnawianiem wody gruntowej [6].

Azotany w profilu glebowym przemieszczają się powoli do głębszych warstw, a prędkość ta jest uzależniona od zagęszczenia i uziarnienia gleby. W glebach piaszczystych współczynnik przemieszczania się $N-NO_3^-$ jest 2,8 razy większy niż w ilach [3] (Tab. 1).

Tabela 1. Współczynniki przemieszczania azotanów (V)

Table 1. Coefficients of migration of nitrates (V)

Skład mechaniczny gleby	Głębokość przemieszczania [cm·mm ⁻¹ opadu]
piasek luźny	0,70
piasek gliniasty, piasek gliniasty lekki, piasek gliniasty mocny	0,65
glina lekka	0,50
glina średnia	0,45
glina ciężka	0,30
il	0,25

Celem badań było określenie „natywnego” (bez dodatkowych wzbogaceń w okresie wiosennym) poziomu azotanów (V) w próbach gleb, reprezentujących 30 jednostek gleb ornych Polski.

MATERIAŁ

Gleby wybrane do badań pochodziły ze zbiorów zgromadzonych w IA PAN w Banku Gleb Mineralnych Polski. Wszystkie próby pobrane zostały w tym samym okresie wiosennym i przechowywane do momentu analizy w stanie powietrznie suchym. Badaniami objęto poziomy próchniczne 681 gleb pochodzących z 30 jednostek glebowych [4], z których każda reprezentowana była przez liczbę prób proporcjonalną do obszaru zajmowanego przez daną jednostkę (Tab. 2).

Tabela 2. Średnie zawartości azotanów (V) w badanych grupach gleb

Table 2. Mean contents of nitrates (V) in studied soil units

Lp.	Grupa gleby		Liczba gleb	Przedział zawartości N-NO ₃ ⁻ [g·Mg ⁻¹ gleby]	Średnia zawartość N-NO ₃ ⁻ [g·Mg ⁻¹ gleby]
1	Rędziny "czyste"	Rendzin Leptosols IB 1a	8	0-50,6	17,27 ±16,55
2	Rędziny "mieszane"	Rendzin Leptosols IB 1b	8	0-36,2	15,45 ±10,25
3	Czarnoziemy	Haplic Phaeozem	10	0,94-51,5	15,29 ±18,7
4	Gleby brunatne wytw. z piasków luźnych i słabogliniastych	Haplic Luvisols and Dystric Cambisols - loose sands	169	0-96,3	5,45 ±12,23
5	Gleby brunatne wytw. z piasków słabogliniastych i gliniastych lekkich	Haplic Luvisols and Dystric Cambisols - light loamy sands	16	0-60,8	10,72 ±16,64
6	Gleby brunatne wytw. z piasków gliniastych	Haplic Luvisols and Eutric Cambisols - loamy sands	7	0-27,1	8,03 ±9,16
7a	Gleby pseudobielicowe wytw. z piasków gliniastych na zwięźl. podłożu	Eutric Cambisols - loamy sands over loams	47	0-37,2	7,94 ±11,16
7b	Gleby brunatne wytw. z piasków gliniastych na zwięźl. podłożu	Haplic Podisols - loamy sands	33	0-25,4	4,89 ±6,29
8a	Gleby pseudobielicowe wytw. z glin lekkie	Eutric Cambisols - light loams	43	0-94,1	10,5 ±19,29
8b	Gleby brunatne wytw. z glin lekkie	Haplic Podisols - loamy sands	39	0-96,3	9,11 ±17,49

cd. Tabeli 2.

9a	Gleby pseudobielicowe wytw. Z glin średnie	Eutric Cambisols – medium loams	13	0-15,2	3,63 ±4,19
9b	Gleby brunatne wytw. z glin średnie	Haplic Podisols – medium loams	33	0-27,3	5,98 ±10,93
10	Gleby brunatne wytw. z glin ciężkie	Eutric Cambisols and Haplic Luvisols – heavy loams	9	0,275-58,9	11,41 ±18,41
11	Gleby brunatne wytw. z glin niecałkowite	Eutric Cambisols and Haplic Luvisols – non uniform loams	10	0-44,8	11,11 ±14,04
12	Gleby brunatne wytw. ze żwirów	Haplic Luvisols and Distric Cambisols – gravels	23	0-82,8	6,18 ±17,05
13a	Gleby pseudobielicowe wytw. Z pyłów wodnego poch.	Eutric Cambisols – hydrogenic silts	13	0-85,3	12,04 ±24,89
13b	Gleby brunatne wytw. z pyłów wodnego poch.	Haplic Podisols – hydrogenic silts	7	0-35,8	8,10 ±13,02
14	Gleby brunatne wytw. z lessów i utworów lessowatych	Haplic Luvisols and Eutric Cambisols – loess	24	0-155	26,57 ±41,69
15	Gleby brunatne wytw. z ilów	Haplic Luvisols and Eutric Cambisols – clays	7	0-5,73	2,45 ±2,62
16	Gleby brunatne wytw. ze skał masywnych gliniaste i szkieletowo-gliniaste	Haplic Luvisols and Eutric Cambisols – loams and skeleton loams	7	0-5,79	1,63 ±2,23
17a	Gleby pseudobielicowe wytw. ze skał masywnych gliniaste	Eutric Cambisols – loams	3	0,556-6,86	3,52 ±3,17
17b	Gleby brunatne wytw. ze skał masywnych gliniaste	Haplic Luvisols – loams	3	0-22,8	3,88 ±5,56
18	Gleby brunatne wytw. ze skał masywnych ilaste	Haplic Luvisols and Eutric Cambisols – clays	7	3,89-19,7	9,44 ±6,83
19	Gleby brunatne wytw. ze skał masywnych pyłowe	Haplic Luvisols and Eutric Cambisols – silts	15	0-18,6	4,81 ±6,25
20	Mady	Eutric Fluvisols – loams and silts	11	0-207	20,02 ±62,05
21	Mady lekkie i bardzo lekkie	Distric Fluvisols – sands	12	0-18,9	3,42 ±6,02
22	Mady lekkie, średnie i ciężkie	Distric Fluvisols – sands	7	5,44-26,5	11,34 ±7,65

cd. Tabeli 2.

23	Czarne ziemie	Mollic Gleysols – dev. from loams and silts	27	0-49,3	10,78 ±12,5
24	Czarne ziemie wytw. z piasków	Mollic Gleysols – dev. from sands	31	0-93,7	14,32 ±22,00
25	Gleby murszowe i murszowate	Terric Histosols	11	0-17,8	7,21 ±6,32
Razem			681	0-207	8,53 ±17,59

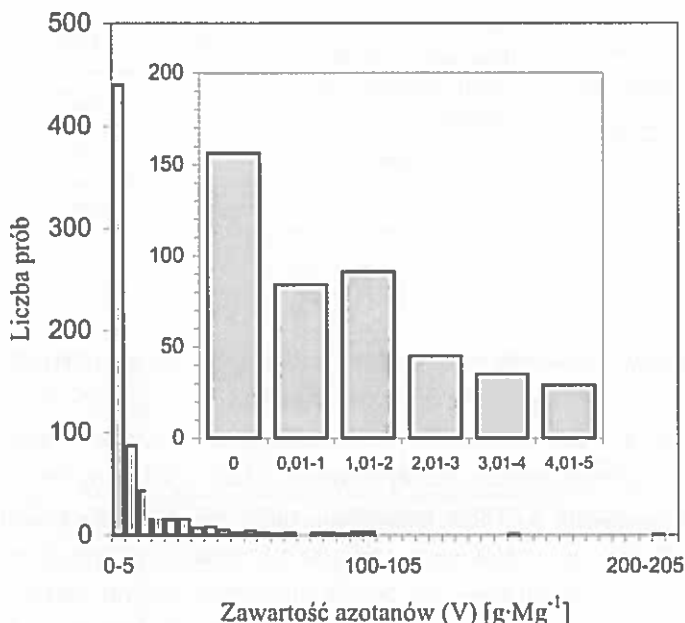
METODY

Do badań użyto naważek gleb powietrznie suchych (2,5 g). Ekstrakcję azotanów (V) prowadzono przy użyciu 25 cm³ roztworu CaCl₂ o stężeniu 0,0125 mol·dm⁻³ przez 1 godzinę. Zawartość azotanów (V) określano w przesączach metodą spektrofotometryczną (spektrofotometr przepływowy FIA-Star 5010 firmy Tecator).

Za pomocą aparatu FIAStar oznaczano sumę stężenia azotu w formie jonu azotanowego (V) i jonu azotanowego (III), po uprzedniej redukcji azotanów (V) do azotanów (III) przy użyciu kolumny wypełnionej metalicznym kadmem w postaci granulatu. Do określenia stężenia wykorzystano reakcję barwną z utworzeniem związku diazowego po dodaniu sulfanilamidu, który następnie reagował z dichlorowodorkiem N-(1-naftylo)-etylenodiaminy. Pomiary absorbancji powstałego purpurowego kompleksu przeprowadzono przy długości fali $\lambda = 540$ nm. Pomiar analityczny polegał na rejestracji zmian absorbancji w funkcji czasu [1].

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Zawartość azotanów (V) w badanym materiale wahała się w szerokich granicach od 0 do 207 g N-NO₃⁻·Mg⁻¹ gleby. Najszerszy zakres ich zawartości wystąpił wśród gleb należących do grupy mad. Spośród wszystkich prób, 156 nie zawierała azotanów, co stanowiło 23% ogółu, zaś w ponad połowie pozostałych prób zawartość N-NO₃⁻ nie przekroczyła 5 g·Mg⁻¹ gleby. Rozkład wszystkich wyników przedstawiono na histogramie (Rys. 1).

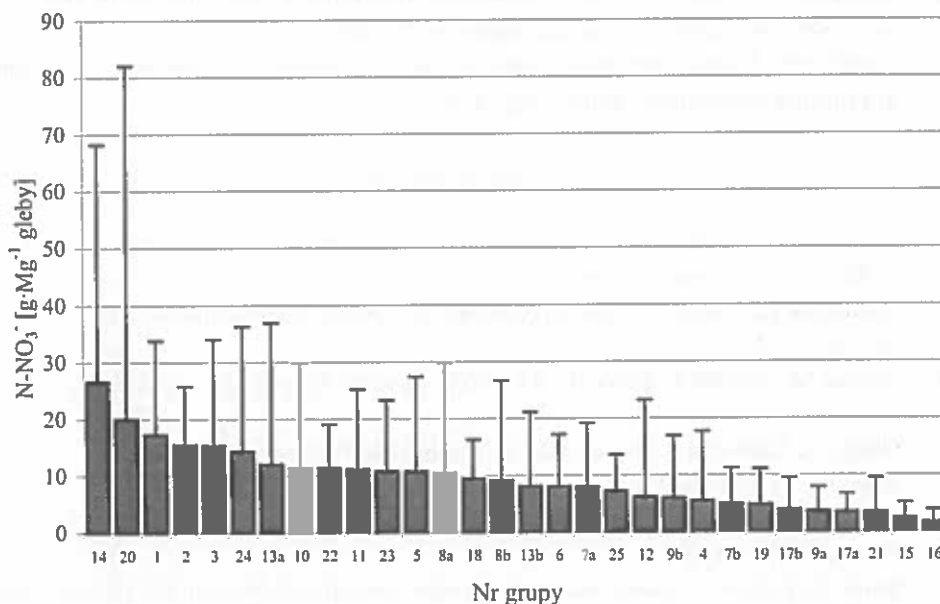


Rys. 1. Histogram częstości wyników.

Fig. 1. Histogram of frequency of results.

Wartości średnie w poszczególnych grupach gleb mieściły się w granicach od 1,63 g $\text{N-NO}_3^- \cdot \text{Mg}^{-1}$ gleby dla grupy gleb brunatnych utworzonych ze skał masywnych gliniastych i szkieletowo-gliniastych do 26,57 g $\text{N-NO}_3^- \cdot \text{Mg}^{-1}$ w grupie gleb brunatnych utworzonych z lessów i utworów lessowatych, zaś średnia zawartość dla wszystkich gleb wynosiła 8,53 g $\text{N-NO}_3^- \cdot \text{Mg}^{-1}$ (Tab. 1).

Największą średnią zawartość „natywnych” azotanów (V) wykazywały kolejno gleby: brunatne utworzone z lessów > mady > rędziny czyste i mieszane > czarnoziemy > czarne ziemie utworzone z piasków > gleby pseudobielicowe utworzone z pyłów, najmniejsze zaś wartości N-NO_3^- stwierdzono: w glebach brunatnych utworzonych ze skał masywnych gliniastych < brunatnych utworzonych z ilów < lekkich i bardzo lekkich mad < glebach pseudobielicowych utworzonych ze skał masywnych < glebach pseudobielicowych utworzonych ze skał masywnych pyłowych (Rys. 2).



Rys. 2. Poziom zawartości azotanów (V) w badanych grupach gleb.

Fig. 2. Level of contents of nitrates (V) in studied soils.

Otrzymane przez Autorów wyniki są zbieżne z Sapek [7], która w swoich badaniach stwierdziła, że zawartość azotu azotanowego w poziomie próchnicznym gleb wynosiła w okresie wiosennym w przypadku łąk 45,5, pastwisk 46,2 zaś renowacji 57,2 kg N-NO₃·ha⁻¹, natomiast w okresie jesiennym odpowiednio 62,4, 48,9 i 64,4 kg N-NO₃·ha⁻¹ [7]. W przypadku badanych prób glebowych średnia zawartość azotanów (V) w poszczególnych grupach mieściła się w zakresie 4,89-79,71 kg N-NO₃·ha⁻¹, średnia dla wszystkich prób wynosiła 25,59 kg N-NO₃·ha⁻¹, zaś wartość maksymalna 621 kg N-NO₃·ha⁻¹.

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że:

1. Największą średnią zawartością azotanów (V) charakteryzowały się gleby brunatne wytworzone z lessów i utworów lessowatych.
2. Spośród wszystkich przebadanych poziomów próchnicznych gleb 23% (156 prób) nie zawierała „natywnej” azotanów.

3. Zawartość azotanów (V) w badanych poziomach próchnicznych nie była skorelowana z zawartością substancji organicznej.
4. Konieczne byłoby przeprowadzenie dalszych badań w kierunku określenia anionowej pojemności sorpcyjnej gleb.

PIŚMIENNITWO

1. Application Note 1992. ASN 110-01/92 TECATOR. Determination of the Sum Nitrate and Nitrite in Water by Flow Injection Analysis.
2. Camberato J.J.: Nitrogen in Soil and Fertilizers, SC Turfgrass Foundation News, January - March 2001, 8, 1, 6-10.
3. Fotyma M., Mercik S., Faber A.: Chemiczne podstawy żyzności gleb i nawożenia, PWRiL, Warszawa 1987.
4. Gliński J., Ostrowski J., Stępniewska Z., Stępniewski W.: Bank próbek glebowych reprezentujących gleby mineralne Polski. Problemy Agrofizyki, 66, 1-57, 1991.
5. Mocek A., Drzymała S., Maszner P.: Geneza, analiza i klasyfikacja gleb. Wydawnictwo AR w Poznaniu, Poznań 2000.
6. Sapek A.: Zagrożenie zanieczyszczenia wód azotem w wyniku działalności rolniczej, Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 440, 309-329, 1996.
7. Sapek B.: Zagrożenie zanieczyszczenia wód azotem w wyniku działalności rolniczej, Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 440, 331-341, 1996.

DETERMINATION OF „NATIVE” CONTENTS OF NITRATE (V) IN ARABLE SOILS OF POLAND

Z. Stępniewska^{1,2}, A. Szmagara¹, J. Ostrowski³

¹Department of Biochemistry and Chemistry of Environment, Catholic University of Lublin
Al. Kraśnicka 102, 20-718 Lublin

²Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27

³Institute for Land Reclamation and Grassland Farming, Falenty, 05-090 Raszyn

Abstract. In this paper contents of nitrates in soils of Poland without additional enrichment in spring season are presented. Researches included soil surface horizons of soils derived from 30 soil units. It is affirmed the greatest content of nitrates (207 g N-NO₃·Mg⁻¹ soil) in soil numbered among Eutric Fluvisols – loams and silts. Mean values were in the range 1,63-26,57 g N-NO₃·Mg⁻¹ soil, and mean content for all soils 8,53 g N-NO₃·Mg⁻¹ soil.

Key words: mineral soils of Poland, nitrates, surface horizons.