

MICHAŁ FIEDLER

Katedra Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

ZAWARTOŚĆ AZOTU MINERALNEGO W WODZIE GRUNTOWEJ MIKROZLEWNI ŚRÓDPOLNEGO OCZKA WODNEGO I W OCZKU NA POJEZIERZU GNIEŹNIEŃSKIM

THE CONTENT OF NITROGEN IN GROUND WATER AND MIDFIELD
POND WATER IN THE AGRICULTURAL MICROCATCHMENT
IN THE GNIEZNO LAKELAND AREA

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki, prowadzonych w latach 1994-2003 na terenie Doświadczalnej Stacji Badawczej Mokronosy, badań nad zmiennością zawartości substancji biogennych w wodzie gruntowej i w wodzie śródpolnego oczka wodnego. Wartości średnich z okresów dwumiesięcznych stężeń mineralnych form azotu wskazują na istnienie cyklicznych w roku zmian zawartości azotu azotanowego i amonowego w wodzie gruntowej i w wodzie oczka. W wodzie gruntowej dominującą formą azotu są azotany, których zawartość jest od 21 do 45 razy większa niż zawartość azotu amonowego, natomiast w wodzie oczka zawartość azotanów w miesiącach letnich stanowiła 30% zawartości jonów amonowych. W okresie dopływów drenarskich do oczka średnia zawartość azotanów w jego wodzie 11-krotnie przewyższała zawartość amonowej formy azotu. W całym okresie badań średnia suma zawartości azotanów i jonu amonowego w wodzie gruntowej mieściła się w granicach od $7,4 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ w dwóch ostatnich miesiącach roku do $14,3 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ we wrześniu i październiku. Zawartości te były od dwóch do osiemnastu razy większe niż w wodzie oczka.

Słowa kluczowe: jakość wody gruntowej, jakość wody w oczku, azotany, jony amonowe

Wstęp

Śródpolne oczka wodne spełniają ważną rolę w krajobrazie rolniczym terenów młodo-glacialnych, wpływając na obieg wody i związane z nim przemieszczanie się sub-

stacji biogennych w mikrozelewniach rolniczych. Położenie na terenach intensywnej produkcji rolniczej powoduje powstawanie zagrożenia zanieczyszczeniem związkami biogennymi, dopływającymi przez spływy powierzchniowe lub dopływ gruntowy (RICHARDSON i IN. 1994). Wprowadzenie do oczek dopływów z sieci drenarskiej może znacznie zwiększyć to zagrożenie, szczególnie zwiększonymi ładunkami azotanów (DURKOWSKI i WORONIECKI 2001, FIEDLER 2004, KOC i Solarski 2005). Dodatkowymi czynnikami wpływającymi na przemieszczanie się zanieczyszczeń między oczkiem a jego mikrozelewnią są czynniki antropogeniczne, np. sposób i terminy prowadzenia zabiegów agrotechnicznych, oraz warunki naturalne, takie jak m.in. terminy i intensywność opadów atmosferycznych czy budowa profilu glebowego (KOMISAREK 2000). Zwłaszcza na terenach użytkowanych rolniczo duże znaczenie odgrywa prawidłowe prowadzenie zabiegów agrotechnicznych, w tym w szczególności terminy i dawki nawożenia mineralnego i naturalnego. Wymywanie związków azotu, szczególnie azotanów, a także fosforu prowadzi do eutrofizacji wód powierzchniowych (BARTOSZEWICZ 1994).

Celem badań, których wyniki przedstawiono w niniejszej pracy, była analiza zmienności różnych form azotu mineralnego w wodzie śródpolnego oczka wodnego i w wodzie gruntowej w jego mikrozelewni.

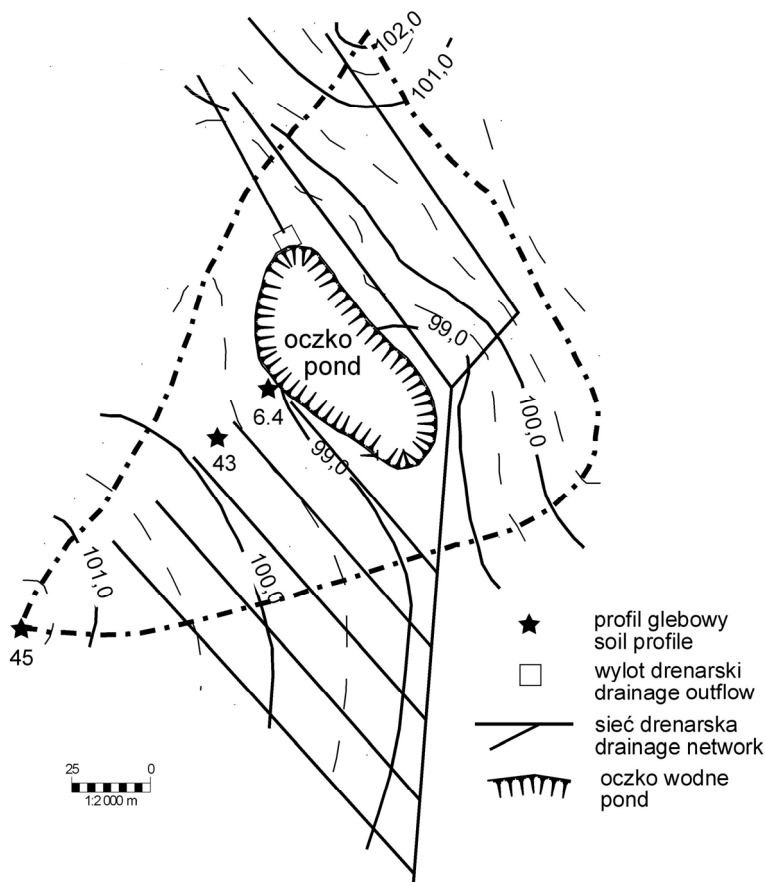
Miejsce i metody badań

Badana mikrozelewnia jest położona na terenie Doświadczalnej Stacji Badawczej Mokronosy na Pojezierzu Gnieźnieńskim, w gminie Damasławek ($\phi - 52^{\circ}53' N$, $\lambda - 17^{\circ}28' E$). Mapę badanej mikrozelewni przedstawiono na rysunku 1. Geomorfologicznie obszar stacji stanowi falistą wysoczyznę dennomorenową zlodowacenia Wisły fazy poznańskiej (STARKEL 1987). Charakterystyczne dla tego obszaru jest silne pofałdowanie terenu z licznymi zagłębieniami bezodpływowymi, w których w najniższych częściach znajdują się śródpolne oczka wodne.

W pokrywie glebowej badanej mikrozelewni dominują gleby płowe, a w niższej położonych partiach terenu, w sąsiedztwie oczek, występują czarne ziemie zbrunatniałe. Gleby są zbudowane w wierzchniej warstwie z glin piaszczystych i lekkich, przechodzących w położone głębiej gliny średnie i ły piaszczyste. Powierzchnia mikrozelewni wynosi 2,06 ha, z czego 12% stanowi śródpolne oczko wodne.

Próbki wody gruntowej pobierano okresowo, w latach 1994-2003, ze studzienki położonej w odległości około 25 m od oczka, po uprzednim odpompowaniu wód stagnujących. Próbki wody z oczka pobierano z jego centralnej części.

Analizą objęto stężenia azotu amonowego i azotanowego, natomiast pominięto stężenia azotu azotynowego, gdyż nie odgrywały one istotnej roli w bilansie mineralnych form azotu.



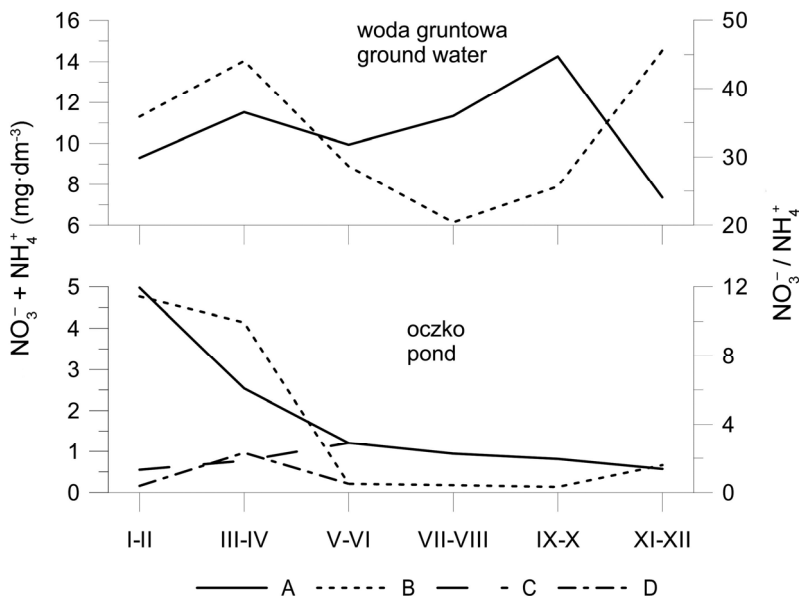
Rys. 1. Mapa badanej mikrozelewni (wykonana programem Map Maker Gratis)

Fig. 1. Map of the analysed microcatchment (drawn using Map Maker Gratis)

Wyniki

Badana mikrozelewnia jest położona w obrębie jednego pola płodozmianowego. W okresie badań oraz lat poprzedzających uprawiano ośmiokrotnie pszenicę ozimą, dwukrotnie rzepak ozimy oraz jednokrotnie jęczmień jary i pszenżyto. Stosowane dawki nawożenia w latach poprzedzających rozpoczęcie badań wynosiły: 40-60 kg N, 15-20 kg P i 20-35 kg K na 1 ha, a od roku 1994: 120-180 kg N, 32-90 kg P i 44-100 kg K na 1 ha. Równocześnie w badanej mikrozelewni nie stosowano nawożenia organicznego. Jak widać, dawki nawożenia nie są zbyt duże.

Na rysunku 2 przedstawiono średnią z okresów dwumiesięcznych sumaryczną zawartość jonów azotanowych i amonowych w wodzie gruntowej i w oczku oraz stosunek ich stężeń. Zawartość azotu w wodzie gruntowej wykazuje sezonową zmienność. Średnia suma stężeń obydwu form azotu w wodzie gruntowej wynosi od $7,4 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$



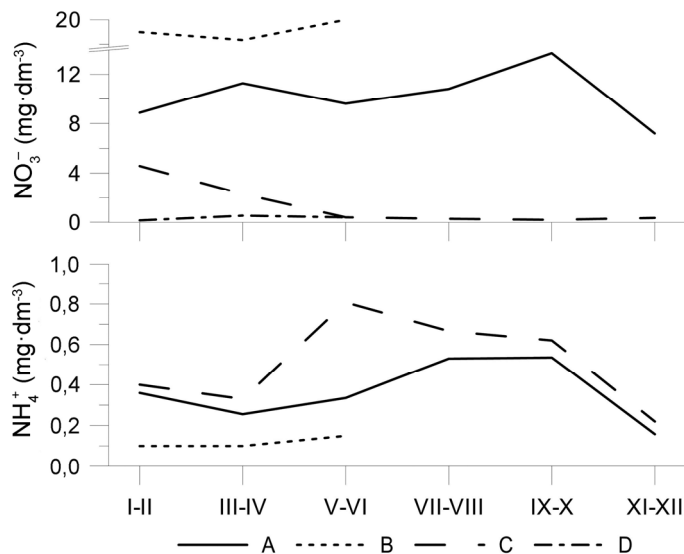
Rys. 2. Średnie dwumiesięczne sumy stężeń azotu azotanowego i amonowego (A) oraz stosunek obu form azotu (B) w wodzie gruntowej i w śródpolnym oczku wodnym, a także sumy stężeń (C) i ich stosunek (D) przy pominięciu okresów z dopływem wód drenarskich do oczka

Fig. 2. Mean for two-month periods sums of nitrate and ammonia concentrations (A) and relation between both forms of nitrogen (B) in ground water and in water of midfield pond and sum of concentrations (C) and their relationship (D) excluding observations during drainage water flow into the pond

w okresie listopad-grudzień do 14,3 mg·dm⁻³ w okresie wrzesień-październik. Równocześnie formą dominującą są azotany, których stężenia od 21 do 45 razy przewyższają stężenia azotu amonowego. Małe stężenia azotu amonowego w wodzie gruntowej wynikają głównie z procesów sorpcyjnych, ograniczających jego migrację w głąb profilu glebowego, pomimo dobrej rozpuszczalności. Z kolei azotany charakteryzują się intensywną migracją wraz z wodami filtrującymi w profilu glebowym i w ograniczonym zakresie podlegają adsorpcji, co sprzyja ich przemieszczaniu się z wierzchnich warstw profilu glebowego do wód gruntowych.

Największa średnia zawartość azotanów w wodzie gruntowej wystąpiła w okresie wrzesień-październik – 13,7 mg·dm⁻³, a najmniejsza – w okresie listopad-grudzień – 7,4 mg·dm⁻³. Największą zawartość azotu amonowego zaobserwowano w okresie maj-czerwiec – 0,81 mg·dm⁻³, a najmniejszą, podobnie jak w przypadku azotanów, w dwóch ostatnich miesiącach roku (rys. 3).

Odmienne przedstawia się zmienność azotu azotanowego i amonowego w wodzie śródpolnego oczka wodnego (rys. 2). Przedstawiono zmienność zawartości azotu w wodzie oczka dla wszystkich pomiarów oraz z pominięciem pomiarów wykonanych w trakcie występowania dopływów wody drenarskiej do oczka.



Rys. 3. Średnie dwumiesięczne stężenia jonów azotanowych i amonowych w wodzie gruntowej (A), w odpływie drenarskim (B) i w wodzie śródpolnego oczka wodnego (C) z uwzględnieniem wszystkich pomiarów oraz z pominięciem okresów z dopływem drenarskim (D)

Fig. 3. Mean for two-month periods concentrations of nitrates and ammonia in ground water (A), in drainage outflow (B) and in mid-field pond water (C) for all observations and excluding observations during drainage outflows (D)

Największe zawartości azotanów i jonu amonowego w wodzie oczka, uwzględniając wszystkie pomiary, występowały w okresie od stycznia do kwietnia, na co wpływ miały występujące wówczas odpływy z sieci drenarskiej. Średnia w okresie styczeń-luty zawartość analizowanych form azotu wyniosła $5,0 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, w kolejnych dwóch miesiącach $2,5 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Począwszy od maja średnia zawartość obu mineralnych form azotu wynosiła od $0,6$ do $1,2 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Z pominięciem pomiarów wykonywanych w czasie trwania odpływów drenarskich okazało się, iż największa zawartość NO_3^- i NH_4^+ w wodzie oczka wystąpiła w okresie marzec-kwiecień, osiągając $1,2 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, a w okresie styczeń-luty była ponad dwudziestokrotnie mniejsza niż z uwzględnieniem okresów dopływu drenarskiego, i wyniosła $0,55 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (rys. 2).

Także udział poszczególnych form azotu zależał od dopływu wód drenarskich. W pierwszych dwóch miesiącach roku azot występował głównie w formie azotanów, których zawartość prawie dwunastokrotnie przewyższała zawartość jonów amonowych (rys. 2). Główne źródło azotanów w wodzie śródpolnego oczka wodnego w tym okresie stanowiła woda dopływająca z sieci drenarskiej, w której średnie stężenie azotanów wynosiło $18,7 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, a objętość dopływających wód stanowiła większość wody retencjonowanej w oczku. Od tego momentu stosunek azotanów do jonów amonowych stopniowo zmniejszał się, a w okresie od maja do października zawartość jonów amo-

nowych była większa niż azotanów. Jeśli pominie się obserwacje uwzględniające dopływ drenarski, to okaże się, iż stężenia azotu azotanowego były większe niż azotu amonowego w okresie lutego i marca oraz listopada-grudnia. W pozostałych okresach dominowała forma amonowa, maksymalnie trzykrotnie przewyższając zawartość azotanów.

Z danych przedstawionych na rysunku 2 widać, że w miesiącach letnich znacznie się zmniejsza udział azotanów w ogólnej puli azotu mineralnego w wodzie śródpolnego oczka wodnego. Średnie stężenie azotanów w wodzie oczka zmniejsza się w tym okresie do $0,19 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, z maksymalnej wartości $4,58 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ występującej w okresie styczeń-luty (rys. 3). W przypadku nieuwzględniania obserwacji w okresie dopływów drenarskich największe średnie stężenie azotanów, wynoszące $0,54 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, wystąpiło w okresie marzec-kwiecień. Największe stężenie azotu amonowego w wodzie oczka występowało w okresie maj-czerwiec: $0,81 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, natomiast mniejsze – w okresie listopad-grudzień, i było czterokrotnie mniejsze (rys. 3).

Dyskusja

Stężenia azotu azotanowego i amonowego w wodach powierzchniowych są ważnym wskaźnikiem zagrożenia tych wód eutrofizacją. W wodzie oczka przez większość okresu dominowały jony amonowe, jedynie w okresach dopływów wód drenarskich nastąpił znaczny wzrost azotanów. Podobny wpływ odpływów drenarskich na stężenia azotanów w małych ciekach śródpolnych obserwowali BARTOSZEWICZ (1994) oraz DURKOWSKI i IN. (2007).

Przepływy wody w obrębie mikrozelewni i doprowadzenie wód drenarskich powoduje konieczność uwzględniania wpływu jakości wód gruntowych na jakość wody w śródpolnych oczkach wodnych. Obserwowana w latach 1994-2003 suma stężeń jonów azotanowych i amonowych wynosiła maksymalnie $14 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, co wskazuje na stosunkowo niewielkie zanieczyszczenie tymi związkami w porównaniu do innych obszarów Wielkopolski. BARTOSZEWICZ (1994) podaje, że w latach 1986-1990 na terenie Równiny Kościańskiej stężenia azotanów w wodzie gruntowej kształtowały się na poziomie $20-40 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, maksymalnie osiągając $100 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Badania KOMISAREK (2000) wykazały, że średnie stężenia azotanów w wodach gruntowych przekraczały $21 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ w czarnych ziemiach zbrunatniałych, a w glebach płowych sięgały $124 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$.

Wnioski

1. W wodzie gruntowej dominującą mineralną formą azotu są azotany, przewyższając zawartość azotu amonowego o 21 do 45 razy, natomiast w wodzie śródpolnego oczka wodnego przez większość roku dominują jony amonowe. Zależność ta ulega zmianie jedynie w okresach dopływu wód drenarskich do oczka.

2. Wody drenarskie powodują znaczący wzrost stężenia azotanów w śródpolnym oczku wodnym w pierwszych czterech miesiącach roku; średnio zawartość azotanów wzrasta 30-krotnie w stosunku do ich zawartości w analogicznych okresach bez dopływu drenarskiego.

3. Analiza średnich dwumiesięcznych stężeń azotanów i jonu amonowego wskazuje na cykliczne zmiany ich zawartości w okresie roku. Największe stężenia mineralnych form azotu w wodzie gruntowej występują w końcu letniego półrocza hydrologicznego, a w wodzie oczka, w warunkach braku dopływu wód drenarskich, na początku tego półrocza.

4. Wyczerpywanie mineralnych form azotu w wodzie śródpolnego oczka wodnego, obserwowane w półroczach letnich, następowało głównie kosztem azotanowej formy azotu.

Literatura

- BARTOSZEWICZ A., 1994. Skład chemiczny wód powierzchniowych zlewni intensywnie użytkowanych rolniczo w warunkach glebowo-klimatycznych Równiny Kościańskiej. *Rocz. AR Pozn. Rozpr. Nauk.* 250.
- DURKOWSKI T., BURCZYK P., KRÓLAK B., 2007. Stężenie wybranych składników chemicznych w wodach gruntowych i roztworze glebowym w małej zlewni rolniczej. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* 7, 1: 5-15.
- DURKOWSKI T., WORONIECKI T., 2001. Jakość wód powierzchniowych na terenach rolniczych Pomorza Zachodniego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 476: 365-371.
- FIEDLER M., 2004. Zmienność zawartości różnych form azotu w wodzie śródpolnego oczka wodnego. *Acta Sci. Pol. Form. Circumieci.* 3, 1: 95-100.
- KOC J., SOLARSKI K., 2005. Odpływ wód z obszarów rolniczych w zależności od warunków meteorologicznych i systemu melioracyjnego. *Rocz. AR Pozn. 365, Melior. Inż. Środ.* 26: 207-215.
- KOMISAREK J., 2000. Kształtowanie się właściwości gleb pływających i czarnych ziem oraz chemizmu wód gruntowych w katenie falistej moreny dennej Pojezierza Poznańskiego. *Rocz. AR Pozn. Rozpr. Nauk.* 307.
- RICHARDSON J.L., ARNDT J.L., FREELAND J., 1994. Wetland soils of the prairie potholes. *Adv. Agron.* 52: 121-171.
- STARKEL L., 1987. Przeglądowa mapa geomorfologiczna Polski w skali 1:500 000. Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Warszawa.

THE CONTENT OF NITROGEN IN GROUND WATER AND MIDFIELD POND WATER IN THE AGRICULTURAL MICROCATCHMENT IN THE GNIEZNO LAKELAND AREA

Summary. The study on nitrogen content in ground and pond water was conducted at the Mokronosy Experimental Station in the years 1994-2003 as a part of long-term investigations of ground water and pond water quality. Mean content of nitrates and ammonia for two-month periods showed periodical variations during year in the ground water as well as in water in pond. In the ground water the contents of nitrates were 21 to 45 times higher than the ammonia content. During summer months the ammonia content in the pond was three times higher than that of nitrates. On the other hand during drainage water inflow mean concentration of nitrates in pond was 11-times higher than ammonia. During the investigation period the sum of nitrates and ammonia

in ground water varied from $7.4 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ in two last months of the year, to $14.3 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ in September and October and were from two to eighteen times higher than the concentration in the pond water.

Key words: ground water quality, pond water quality, nitrates, ammonia

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Michał Fiedler, Katedra Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Piątkowska 94, 60-649 Poznań, Poland, e-mail: fiedler@up.poznan.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:

28.09.2011

Do cytowania – For citation:

*Fiedler M., 2011. Zawartość azotu mineralnego w wodzie gruntowej mikrozelewni śródpolnego oczka wodnego i w oczku na Pojezierzu Gnieźnieńskim. *Nauka Przyr. Technol.* 5, 6, #104.*