

OKRES POJAWIANIA SIĘ MAKSYMALNYCH STĘŻEŃ AZOTANÓW W WODACH POWIERZCHNIOWYCH ¹

Krzysztof Pulikowski, Julian Paluch, Adam Paruch, Stanisław Kostrzewa

Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

Wstęp

Azotany odpływające z użytków rolnych są jednym z podstawowych zagrożeń dla wód podziemnych i powierzchniowych w zlewniach użytkowanych rolniczo, pobieranych na cele związane z zaopatrzeniem ludności. Obecnie obowiązujące przepisy dopuszczają w wodzie przeznaczonej do spożycia stężenia azotanów nie przekraczające $50 \text{ mg NO}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$. W celu zapewnienia odpowiedniej jakości zasobów wodnych wykorzystywanych lub mogących być wykorzystywanych do tych celów, prowadzi się działania zmierzające do ograniczenia odpływu azotu zarówno ze źródeł rolniczych, jak również ilości związków azotu wprowadzanych do wód wraz ze ściekami. W pracy podjęto próbę określenia szczególnie niebezpiecznych okresów, w których występują najwyższe stężenia azotu azotanowego w wodach powierzchniowych.

Materiał i metody badań

W pracy przeanalizowano wyniki badań prowadzonych w różnych okresach, w 4 zlewniach użytkowanych rolniczo na Dolnym Śląsku.

Obiekt Bogaczowice jest położony na Przedgórzu Sudeckim, badania na nim były realizowane w latach 1996–2002 i obejmowały zlewnię o powierzchni 29 ha ograniczoną przekrojem B-II, w której dominują pola orne odwadniane za pomocą drenowania. W górnej części tej zlewni wyodrębniono zlewnie o powierzchni 6,6 ha (ograniczona przekrojem B-I), która obejmuje grunty nie zdrenowane [KOSTRZEWA i in. 2001; PULIKOWSKI i in. 2001; PULIKOWSKI 2004].

Następny obiekt – Pustelnik jest położony w niewielkiej odległości od Bogaczowic, badania na tym obiekcie prowadzono w latach 1987–1989. Obejmowały one zlewnię użytkowaną jako łąki oraz las o powierzchni 491 ha ograniczoną przekrojem P-II, w górnej jej części wyodrębniono zlewnię leśną (87% lasu) o powierzchni 183 ha ograniczoną przekrojem P-I [PALUCH 1994].

Trzeci obiekt badawczy stanowiły użytki rolne położone w rejonie wsi Szewce koło Wrocławia. Badaniami objęto dwie zlewnie: S-II o powierzchni 100,7 ha,

¹ W pracy wykorzystano wyniki badań wykonanych w ramach projektów badawczych nr 5 P06H 006 11 oraz 5 P06H 045 17 finansowanych przez Komitet Badań Naukowych.

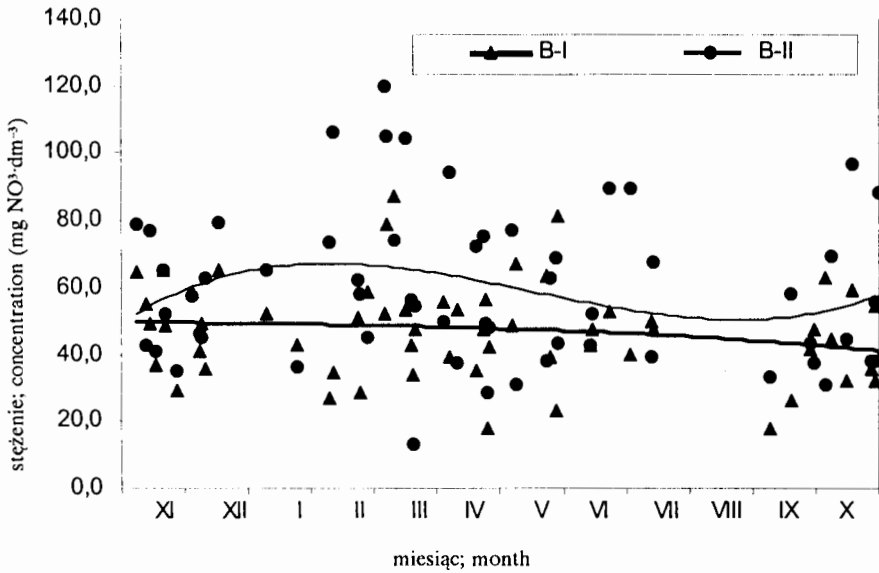
w której dominują grunty orne w 40% zdrenowane i S-III o powierzchni 65,3 ha – grunty orne odwadniane za pomocą rowów. Badania na tym obiekcie realizowano w latach 1999–2002 [PULIKOWSKI 2004], jak również w latach 1978–1981, kiedy obiekt był nawadniany ściekami miejskimi z Wrocławia i użytkowany jako łąki kośne (dla tego okresu przyjęto oznaczenia odpowiednio S-II/s i S-III/s) [PALUCH 1984].

W wodzie pochodzącej ze wszystkich przekrojów oznaczano stężenie azotanów stosowanymi powszechnie metodami. Liczebność serii pomiarowych wynosiła od 23 do 58. Dla poszczególnych serii pomiarowych poszukiwano linii trendu (wielomian 3-stopnia) pozwalającej określić okres wystąpienia maksymalnych stężeń azotanów.

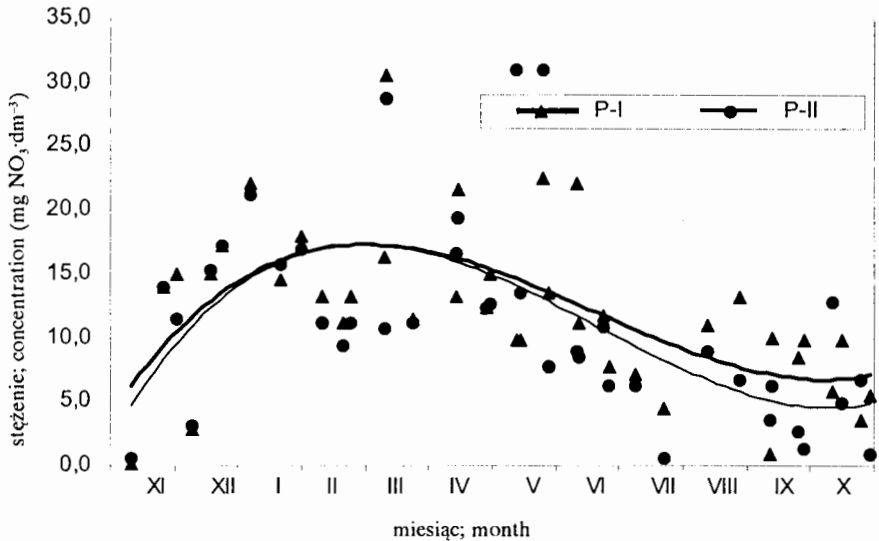
Wyniki i dyskusja

Stężenie azotanów, jak również innych zanieczyszczeń, w wodach powierzchniowych ulega znacznym wahaniom w ciągu roku. Powoduje to, że analiza wartości stężeń dla całego roku może być wystarczająca do wykonania oceny ogólnej zanieczyszczenia (klasyfikacji), natomiast jest nie wystarczająca do oceny okresowego zagrożenia związanego z pojawianiem się najwyższych stężeń zanieczyszczeń. W przypadku zlewni użytkowanych rolniczo należy się liczyć (nawet przy tak niskim poziomie nawożenia jaki obecnie w Polsce), że stężenia azotanów w wodach na tych terenach będą lub mogą być podwyższone. Przeciwdziałanie temu jest bardzo trudne. Należy jednak podejmować działania mające na celu organicznie odplywu azotanów poza zlewnię. Do tego celu ważnym jest poznanie okresów krytycznych tzn. takich, w których jeden z czynników odplywu lub stężenie przybiera wartości maksymalne.

Stężenia azotanów w badanych wodach na obiekcie Bogaczowice i Szewce były bardzo wysokie i przekraczały nawet $100 \text{ mg NO}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$, najniższe wartości stwierdzono na obiekcie nawadnianym ściekami – nie przekraczały one $20 \text{ mg NO}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$. Wraz ze ściekami dostarczano azot w formie organicznej i amonowej, powolny przebieg procesów amonifikacji i nitryfikacji powodował, że większość powstających azotanów była pobierana przez rośliny. Wyniki analizy trendu dla posiadanych zbiorów danych przedstawiono na rysunkach 1–4. Uzyskane zależności nie zawsze były istotne ($R^2 = 0,04\text{--}0,38$) jednak pozwoliły na wyznaczenie okresu, w którym występują maksymalne stężenia azotanów. Dla 7 z 8 przeanalizowanych przypadków (nawet dla zlewni leśnej – P-I) uzyskano zbliżone wyniki – maksymalne stężenia azotanów wystąpiły w lutym lub w pierwszej dekadzie marca, a więc przed rozpoczęciem jakichkolwiek prac agrotechnicznych. Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w literaturze [KOC i in. 1996; WITKOWSKI 1997]. Nieco inaczej przedstawiają się stężenia uzyskane dla przekroju B-I na obiekcie Bogaczowice (rys. 1) i na tym etapie trudno je wyjaśnić. Dość zastanawiającym może być fakt, że również na obiekcie Szewce, kiedy stosowano nawodnienie ściekami stężenie maksymalne azotanów w wodach odprowadzanych z tego obiektu przypadło na ten sam okres. Badania przeprowadzone przez WITKOWSKIEGO [1997] wykazały, że maksimum stężenia azotanów występuje bezpośrednio przed pojawieniem się maksymalnych przepływów, a więc wzrost stężenia w okresie od listopada do lutego nie wynika ze zmniejszania się ilości wody odprowadzanej ze zlewni, wręcz przeciwnie stężenia azotanów wykazują wprost proporcjonalny związek z wielkością odplywu [PAWLIK-DOBROWOLSKI 1990; PULIKOWSKI 2004].

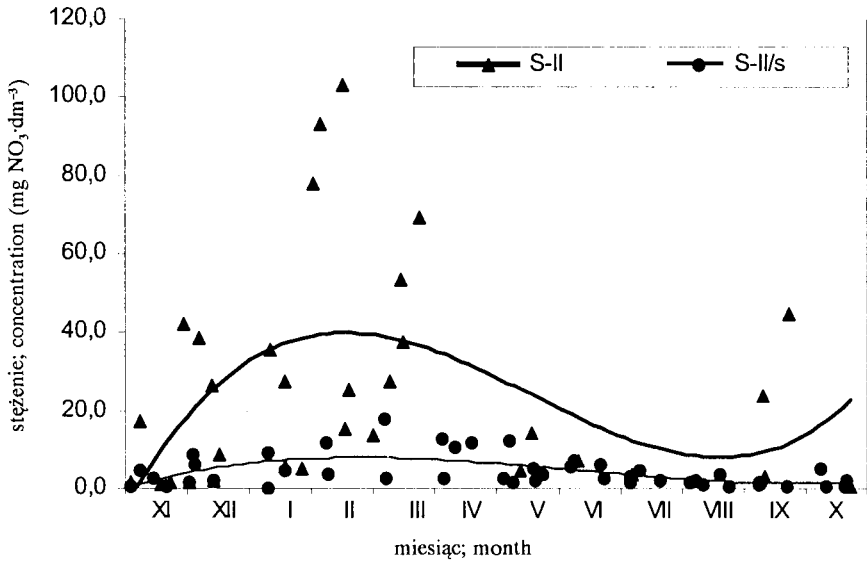


Rys. 1. Stężenia azotanów na obiekcie doświadczalnym Bogaczowice
 Fig. 1. Concentrations of nitrates on the experimental object Bogaczowice



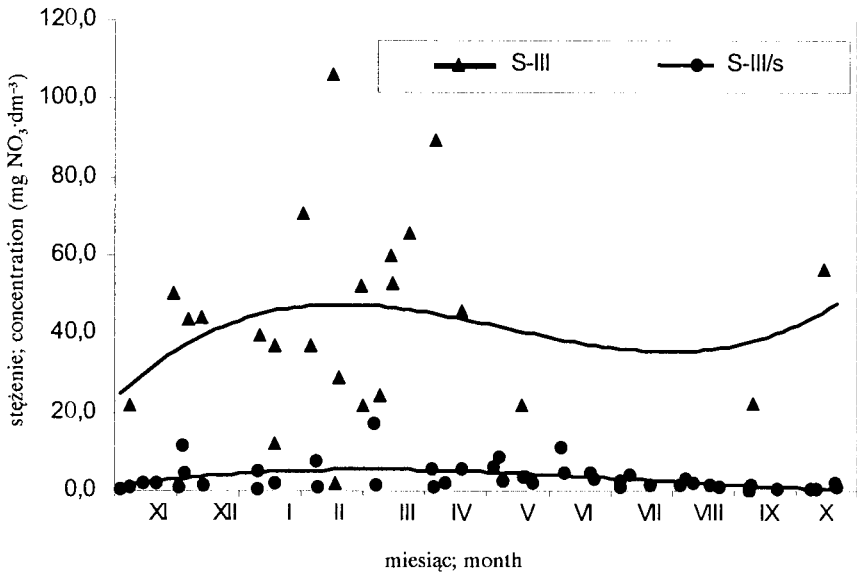
Rys. 2. Stężenia azotanów na obiekcie doświadczalnym Pustelnik
 Fig. 2. Concentrations of nitrates on the experimental object Pustelnik

W związku z powyższym przyczyna wzrostu stężenia azotanów w wodach powierzchniowych może tkwić w procesach zachodzących w glebie, ewentualnie w akumulacji azotanów w pokrywie śnieżnej. Azotany stanowią bardzo niewielki udział (od 1 do 6%) w ogólnej masie azotu znajdującego się w profilu glebowym [MAZUR 1991].



Rys. 3. Stężenia azotanów na obiekcie doświadczalnym Szewce w zlewni ograniczonej przekrojem S-II w latach: 1999–2002 (S-II), 1978–1981 (S-II/s)

Fig. 3. Concentrations of nitrates on the experimental object Szewce, in the catchment area limited by section S-II, in the years: 1999–2002 (S-II), 1978–1981 (S-II/s)



Rys. 4. Stężenia azotanów na obiekcie doświadczalnym Szewce w zlewni ograniczonej przekrojem S-III w latach: 1999–2002 (S-III), 1978–1981 (S-III/s)

Fig. 4. Concentrations of nitrates on the experimental object Szewce, in the catchment area limited by section S-III, in the years: 1999–2002 (S-III), 1978–1981 (S-III/s)

Okres zimowy, kiedy nie następuje pobieranie azotu przez rośliny sprzyja jego wymywaniu do wód, jednak biorąc pod uwagę powszechnie panujący pogląd, że procesy mineralizacji, szczególnie nityfikacja, ulega całkowitemu zahamowaniu przy temperaturze niższej od 5°C dość trudno wytłumaczyć wzrost stężeń azotu wraz ze zmniejszaniem się temperatury powietrza i gleby [KOŚCIELNIAK i in. 1987]. Badania polegające na ocenie zawartości azotu azotanowego w profilu glebowym jesienią i wczesną wiosną wykazały, że w okresie zimy z profilu wymyciu ulegało od 11,9 do 74,7 kg NO₃ [SAPEK 1996]. Jednak brak oceny zawartości wszystkich form azotu, jak również zmian zachodzących w okresie zimowym, nie pozwala wyjaśnić przyrostu stężenia azotanów w wodach powierzchniowych w kolejnych miesiącach półrocza zimowego.

Wnioski

1. Maksymalne stężenia azotanów w wodach powierzchniowych na terenach użytkowanych rolniczo, jak i w zlewni leśnej, występują w lutym i na początku marca, przed rozpoczęciem zabiegów agrotechnicznych.
2. Uzyskane stężenia wykazują, że są to wody w znacznym stopniu zanieczyszczone azotanami, wyjątek stanowią wody z obiektu Szewce w okresie, gdy był on nawadniany ściekami.
3. Występowanie maksymalnych stężeń azotanów i równocześnie największej objętości odpływu powoduje, że znaczna część ładunku jest odprowadzana ze zlewni w lutym i marcu.
4. W okresie występowania maksymalnych stężeń azotanów należałoby wody odpływające ze zlewni rolniczych skierować do zbiorników gromadzących wodę, np. na potrzeby rolnictwa, do wiosennego zalewu stawów rybnych i w miarę możliwości ograniczyć jej dopływ do zbiorników stanowiących źródło wody do zaopatrzenia ludności.

Literatura

- KOC J., CIEĆKO CZ., JANICKA R., ROCHWERGER A. 1996. Czynniki kształtujące poziom mineralnych form azotu w wodach obszarów rolniczych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 440: 175–183.
- KOSTRZEWA S., PULIKOWSKI K., STRZELCZYK M. 2001. Oddziaływanie odpływów drenarskich na jakość wód w małej zlewni rolniczej Sudetów Środkowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 477: 73–80.
- KOŚCIELNIAK H., KUSZNIK W., SIKORA J. 1987. *Odnowa wody*. Wyd. Politechniki Śląskiej w Gliwicach: 183.
- MAZUR T. 1991 (red.). *Azot w glebach uprawnych*. PWN Warszawa: 239 ss.
- PALUCH J. 1984. *Oczyszczanie ścieków miejskich w środowisku glebowym*. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rozpraw 41: 151.
- PALUCH J. 1994. *Porównanie jakości wód odpływających z sąsiadujących ze sobą zlewni rolniczej i zalesionej w Kotlinie Marciszowskiej w latach 1987–1989*. Instytut

Badawczy Leśnictwa, Prace IBL nr 21/1, seria B (numer specjalny): 129–143.

PAWLIK-DOBROWOLSKI J. 1990. *Zależność stężenia składników chemicznych od wielkości przepływu jako element badań rolniczych zanieczyszczeń obszarowych*. Mat. Sem. IMUZ 26: 37-44.

PULIKOWSKI K. 2004. *Zanieczyszczenia obszarowe w małych zlewniach rolniczych*. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, ser. Rozprawy CCXI(479): 137.

PULIKOWSKI K., KOSTRZEWA S., PALUCH J., PARUCH A. 2001. *Odptyw zanieczyszczeń z mikrozwlewni rolniczej położonej na Przedgórzu Sudeckim*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 475: 489–496.

SAPEK B. 1996. *Potencjalne wymycie azotanów na tle dynamiki mineralizacji azotu w glebach użytków zielonych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 440: 331–341.

WITKOWSKI D. 1997. *Wybrane czynniki kształtujące jakość wód powierzchniowych w małych zlewniach nizinnych*. Roczn. Glebozn. XLVIII(3/4): 5–21.

Słowa kluczowe: azotany, wody powierzchniowe, stężenia maksymalne, okresy

Streszczenie

Maksymalne stężenia azotanów w wodach powierzchniowych na terenach użytkowanych rolniczo jak i w zlewni leśnej występują w lutym i na początku marca, przed rozpoczęciem zabiegów agrotechnicznych. W okresie występowania maksymalnych stężeń azotanów należałoby wody odpływające ze zlewni rolniczych skierować do zbiorników gromadzących wodę, np. na potrzeby rolnictwa, do wiosennego zalewu stawów rybnych i w miarę możliwości ograniczyć jej dopływ do zbiorników stanowiących źródło wody do zaopatrzenia ludności.

TIME OF APPEARING THE HIGHEST CONCENTRATIONS OF NITRATES IN THE SURFACE WATERS

Krzysztof Pulikowski, Julian Paluch, Adam Paruch, Stanisław Kostrzewa
Institute for Development and Protection of Environment,
Agricultural University, Wrocław

Key words: nitrates, surface water, highest concentration, period

Summary

Highest concentration of nitrates in surface waters on lands of agricultural use as well as in forest catchment area appear in February and at the beginning of March, before the beginning of any agrotechnical actions. In the period of peak concentrations of nitrates, waters running off from agricultural catchment

areas should be collected in storage tanks (e.g. for agricultural purposes, for spring filling of fish ponds) and as far as possible the water inflow into reservoirs for domestic purposes should be, limited.

Dr hab. inż. Krzysztof **Pulikowski**
Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska
Akademia Rolnicza
Plac Grunwaldzki 24
50-363 WROCŁAW
e-mail: pulik@miks.ar.wroc.pl