Acta Agrophysica, 2001, 56, 37-48

ZADRZEWIENIA ŚRÓDPOLNE JAKO SPOSÓB OGRANICZANIA MIGRACJI AZOTU W GLEBACH I WODACH OBSZARÓW WIEJSKICH

A. Bartoszewicz

Katedra Gleboznawstwa, Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu
ul. Mazowiecka 42, 60-623 Poznań
e-mail: bartosza@au.poznan.pl

Streszczenie. Badania dotyczyły stężenia azotanowej i amonowej formy azotu w roztworach glebowych i wodach gruntowych dwóch elementów krajobrazu rolniczego: pola uprawnego i zadrzewienia. Badania prowadzono na trzech obiektach zlokalizowanych na obszarze Równiny Kościańskiej w obrębie Parku Krajobrazowego im. D. Chłapowskiego. W obrębie zlewni znajdują się liczne zadrzewienia w różnym wieku i o różnym składzie gatunkowym. W pokrywie glebowej dominują gleby płowe a w niższych partiach terenu czarne ziemie. Są to gleby typowe dla Niżu Polskiego. Stwierdzono, iż roztwór glebowy i woda gruntowa pod zadrzewieniem (niezależnie od wieku i składu gatunkowego zadrzewienia oraz różnic w pokrywie glebowej) były wyraźnie mniej zasobne w azot mineralny, szczególnie w azotany w porównaniu do sąsiedniego pola uprawnego. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, iż po upływie zaledwie roku od nasadzenia zadrzewienia, w środowisku glebowym zachodzą widoczne zmiany w gospodarce azotowej, prowadzące w konsekwencji do ograniczenia migracji azotu mineralnego w zlewni. Świadczy to, iż nasadzenie zadrzewień na obszarze zlewni intensywnie użytkowanych rolniczo może dać bardzo szybkie pozytywne efekty, w postaci znacznego zmniejszenia ilości azotanów wymywanych z gleby do wód gruntowych i powierzchniowych.

Słowa kluczowe: obszary wiejskie, azotany, bariery, zadrzewienia.

WSTĘP

W klimacie humidowym wymywanie azotanów z gleb uprawnych jest jednym z zasadniczych czynników powodujących eutrofizację wód na obszarach wiejskich. W literaturze krajowej i zagranicznej wymywanie tej formy azotu

z gleb uprawnych oceniane jest, w zależności od warunków glebowo-klimatycznych i poziomu nawożenia, w granicach od 1 kg do 90 kg $N\text{-}NO_3$/ha rocznie. Problem ten dotyczy szczególnie terenów, na których dominują gleby lekkie o dobrych warunkach drenażu. Stwierdzono, iż w warunkach glebowo-klimatycznych Wielkopolski ze zlewni intensywnie użytkowanych rolniczo (z pól uprawnych) może być wymywane około 20 kg N mineralnego z ha [2]. Przy czym większość (16 kg) stanowi forma azotanowa i około 4 kg - forma amonowa. Stężenie azotanów w wodach gruntowych pod polami uprawnymi może sięgać 50-60mg $N\text{-}NO_3$/l (sporadycznie 120 mg $N\text{-}NO_3$/l) [1, 3]. Natomiast w zlewniach, w których znaczny udział mają lasy, łąki lub zadrzewienia, wartości te były od kilku do kilkunastu razy mniejsze [1, 2, 3].

W oparciu o wyniki wcześniejszych badań [1, 2, 3], świadczących iż łąki i kilkudziesięcioletnie zadrzewienia są skuteczną barierą dla biogenów migrujących w glebach i wodach zlewni rolniczych, podjęto badania w odniesieniu do zadrzewień kilkuletnich. Przedstawione w pracy wyniki dotyczą stężenia azotanowej i amonowej formy azotu w roztworach glebowych i wodach gruntowych, w obszarze trzech zadrzewień śródpolnych o różnym wieku i składzie gatunkowym drzewostanu, w porównaniu do sąsiednich pól uprawnych.

OBIEKTY, MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Obiekty

Badania wykonano na obszarze Równiny Kościańskiej, która stanowi południową część Niziny Wielkopolskiej. Jest to marginalna strefa zlodowacenia bałtyckiego, gdzie miąższość czwartorzędu często nie przekracza kilku metrów. Badania prowadzono w obrębie Parku Krajobrazowego im. D. Chłapowskiego na trzech obiektach, z których każdy obejmował dwa elementy krajobrazu: zadrzewienie oraz przylegający do niego fragment pola uprawnego. Na obiekcie I, w składzie gatunkowym 64-letniego drzewostanu dominowała sosna z niewielką domieszką brzozy, modrzewia i dębu. Przy czym obszar zadrzewienia znajdował się na kierunku spływu wód z pola. Na obiektach II i III zadrzewienia pasowe, składające się z 11 rzędów drzew (przeważnie modrzew i świerk), usytuowane były wzdłuż stoku. Na obiekcie II zostały one nasadzone jesienią 1993 r., a na obiekcie III jesienią 1995 r.

Warunki glebowe

Obiekty I i II zlokalizowano na glebach płowych (Ap-Eet-Bt-C), w których poziomy A i Eet, o składzie granulometrycznym piasków gliniastych lekkich, zawierały 2-3% iłu koloidalnego [4, 12]. W głębszych partiach profilu glebowego o składzie granulometrycznym glin lekkich, zalegających na głębokości od 65 do 80 cm, zawartość iłu koloidalnego wahała się w granicach 9-13%.

Ruch pionowy wody w niejednorodnym materiale zwałowym zachodzi głównie w żyłach spiaszczeń. W głębszych warstwach profilu ruch wody jest bardziej utrudniony, ze względu na mniej liczne przewarstwienia piaszczyste. Pomiary infiltracji ustalonej przeprowadzone w terenie wykazały, iż kształtuje się ona najczęściej w granicach od kilku do kilkunastu cm h^{-1} [12]. Pozwala to zaliczyć badane gleby do klasy gleb o średniej i średnio dużej infiltracji ustalonej i świadczy, iż wody opadowe są stosunkowo łatwo wchłaniane. Przy intensywnych opadach może to prowadzić do szybkiego przemieszczania wody wraz z rozpuszczonymi w niej składnikami poza strefę systemów korzeniowych roślin uprawnych, a w konsekwencji do wód gruntowych.

Spośród podstawowych właściwości chemicznych gleb, na podkreślenie zasługują te, które decydują o krążeniu w krajobrazie składników rozpuszczalnych w wodzie. Należą do nich przede wszystkim: zawartość próchnicy, kationowa pojemność sorpcyjna i odczyn gleby. Szczegółowa charakterystyka tych właściwości badanych gleb została przedstawiona w pracach wcześniejszych [1, 2, 3, 4, 12]. W glebach płowych na obiektach I i II, zawartość węgla organicznego w poziomie próchnicznym (o miąższości około 30 cm) wahała się najczęściej od 0,6% do 0,8%, a azotu ogólnego od 0,05% do 0,08%. Kationowa pojemność sorpcyjna w poziomie próchnicznym tych gleb kształtowała się w przedziale 49,2 ± 2,6 mmol (+)/kg. Odczyn w poziomie A i w poziomie Eet wahał się przeważnie w zakresie pH_{KCl} 4,5-5,5. W głębszych partiach profilu glebowego odczyn był zbliżony do obojętnego lub zasadowy. Jest to wynikiem występowania wytrąceń węglanu wapnia w glinie zwałowej.

Obiekt III zlokalizowano w obniżeniu terenu przy cieku śródpolnym, na czarnych ziemiach właściwych (Ap-Aa-Cca-G), wytworzonych z utworów aluwialnych przy udziale procesów deluwialnych. Są to piaski gliniaste z lammelami glin i utworów pyłowych w głębszych partiach profilu glebowego. Gleby te są średnio przepuszczalne, niedostatecznie odwodnione. W okresie badań lustro wody gruntowej w obiekcie III utrzymywało się najczęściej na głębokości 110-150 cm. Gleba w poziomie *mollic* o miąższości 50-60 cm zawierała 3-5% materii organicznej. Kationowa pojemność sorpcyjna gleby w poziomie próchnicznym kształtowała się w granicach 121-188 mmol(+)/kg.

Metody

Na każdym obiekcie, najmniej dwukrotnie – wiosną i jesienią, wykonano odkrywki glebowe (w tym samym terminie w obszarze zadrzewienia i na sąsiednim polu) i pobrano próbki glebowe z każdego poziomu genetycznego do głębokości 150 cm. Jednocześnie określono głębokość lustra wody gruntowej i pobrano próbki wody do analizy chemicznej.

Stężenie azotanowej i amonowej form azotu oznaczono w wyciągu wodnym z nasyconej pasty glebowej. Wyciąg wodny uzyskano po odwirowaniu glebowej pasty nasyconej, przygotowanej z próbek profilowych po ich wysuszeniu i oddzieleniu części szkieletowych [9]. Stężenie form azotu w roztworze glebowym i wodzie gruntowej oznaczono kolorymetrycznie (NO_3 z brucyną i NH_4 metodą nessleryzacji). Wyniki stężenia N-NO_3 i N-NH_4 w roztworze glebowym przedstawiono w przeliczeniu na kg N/ha dla warstwy 0-80 i 0-150 cm, przy uwzględnieniu zawartości wody w glebowej paście nasyconej.

WYNIKI I DYSKUSJA

Na obiekcie I zasobność gleby w azot mineralny na polu i w 64-letnim zadrzewieniu określono w maju i we wrześniu 1998r. Wiosną w warstwie o miąższości 150 cm stwierdzono, w przeliczeniu na 1 ha, 66 kg azotanowej formy azotu w roztworze glebowym, podczas gdy w tym samym terminie pod zadrzewieniem zapasy te były o 30 kg N-NO_3/ha mniejsze (Tab.1). Tak na polu, jak i w zadrzewieniu, zasobność fazy ciekłej gleby w azotany była wyraźnie większa w części profilu glebowego od 80 do150 cm niż od 0 do 80 cm. W glebie uprawnej różnice te były 2-krotne a w glebie pod zadrzewieniem 4-krotne. W końcu okresu wegetacyjnego (28 września), ilość azotanowej formy azotu w całym profilu glebowym na polu, w przeliczeniu na jednostkę powierzchni, była większa o około 10 kg N/ha niż wiosną. Jesienią w glebie pod zadrzewieniem, zawartość N-NO_3 w całym profilu glebowym była mniejsza w porównaniu do okresu wiosennego. W rezultacie różnice w zawartości N-NO_3, pomiędzy polem i zadrzewieniem, były większe w końcu okresu wegetacyjnego i wynosiły 53,2 kg N/ha.

Pod względem zasobności roztworu glebowego w amonową formę azotu, wyraźnie większe ilości charakteryzowały glebę pod zadrzewieniem niż glebę uprawną. W profilu glebowym (do głębokości 150 cm) różnice te wynosiły wiosną 27,2 kg N-NH_4/ha, a jesienią 17,1 kg N-NH_4/ha.

Biorąc pod uwagę sumę obu mineralnych form azotu w roztworze glebowym, w całym profilu wyraźnie większe różnice między glebą uprawną i pod 64-letnim zadrzewieniem obserwowano jesienią (36,1 kg N/ha) niż na wiosnę (2,8 kg N/ha).

W relacjach obu form azotu w fazie ciekłej w glebie uprawnej zdecydowaną przewagę (około 80% wiosną i 70% jesienią) stanowiła forma azotanowa, podczas gdy w glebie pod zadrzewieniem obserwowano odwrotne proporcje (szczególnie w płytszej warstwie 0 - 80 cm).

Tabela 1. Zawartość $N\text{-}NO_3$ i $N\text{-}NH_4$ (kg N/ha) w roztworze glebowym w glebie uprawnej (a) i w glebie pod 64-letnim zadrzewieniem (b) oraz ich stężenie w wodzie gruntowej (mg N/l)

Table 1. Content of $N\text{-}NO_3$ and $N\text{-}NH_4$ (kg N/ha) in arable soil (a) and in the soil under 64-year tree planting (b) and their concentrations in ground waters (mg N/l)

Głębokość (cm)	26.05.1998			28.09.1998		
	(a)	(b)	(b-a)	(a)	(b)	(b-a)
Roztwór glebowy						
$N\text{-}NO_3$ (kg N/ha)						
0-80	21,7	6,9	-14,8	54,6	12,8	-41,8
0-150	66,3	36,3	-30,0	73,2	20,0	-53,2
$N\text{-}NH_4$ (kg N/ha)						
0-80	4,2	23,8	+19,6	18,9	32,7	+13,8
0-150	15,3	42,5	+27,2	31,2	48,3	+17,1
Suma $N\text{-}NO_3 + N\text{-}NH_4$ (kg N/ha)						
0-80	25,9	30,7	+4,8	73,5	45,5	-28,0
0-150	81,6	78,8	-2,8	104,4	68,3	-36,1
% $N\text{-}NO_3$ w sumie ($N\text{-}NO_3 + N\text{-}NH_4$)						
0-80	83,8	22,5		74,3	28,1	
0-150	81,3	46,1		70,1	29,3	
Stężenie $N\text{-}NO_3$ i $N\text{-}NH_4$ w wodzie gruntowej (mg N/l)						
Lustro wody (cm)	170	348	178	226	422	196
$N\text{-}NO_3$	25,2	1,1	-24,1	53,7	2,3	-51,4
$N\text{-}NH_4$	0,37	0,41	+0,04	1,05	0,95	0,1

Zaleganie lustra wody gruntowej pod polem kształtowało się na głębokości od 170 do 226 cm, a pod zadrzewieniem w granicach 348 - 422 cm. Różnice stężeń formy azotanowej azotu w wodzie gruntowej z pola i z obszaru zadrzewionego były bardzo wyraźne (23-krotne). W obydwu przypadkach na uwagę zasługuje

2-krotny wzrost stężenia azotanów od maja do września, co świadczy o znaczącej ich migracji w głąb profilu glebowego w okresie wegetacyjnym. Ilości amonowej formy azotu obserwowane w wodzie gruntowej pod polem, jak i pod zadrzewieniem były niewielkie (w granicach 0,37 - 1,05 mg $N\text{-}NH_4$/l).

Na obiekcie II, po 6-ciu latach wyłączenia gleby z uprawy rolnej i nasadzeniu zadrzewienia wielogatunkowego, w roztworze glebowym stwierdzono bardzo wyraźne zmiany zawartości i relacji podstawowych form azotu mineralnego (Tab. 2).

Tabela 2. Zawartość $N\text{-}NO_3$ i $N\text{-}NH_4$ (kg N/ha) w roztworze glebowym w glebie uprawnej (a) i w glebie pod 64-letnim zadrzewieniem (b) oraz ich stężęnie w wodzie gruntowej (mg N/l)

Table 2. Content of $N\text{-}NO_3$ and $N\text{-}NH_4$ (kg N/ha) in arable soil (a) and in the soil under 64-year tree planting (b) and their concentrations in ground waters (mg N/l)

Głębokość (cm)	12.10.1999			09.05.2000			28.09.2000		
	(a)	(b)	(b-a)	(a)	(b)	(b-a)	(a)	(b)	(b-a)
Roztwór glebowy									
$N\text{-}NO_3$ (kg N/ha)									
0-80	48,1	4,5	-43,6	40,1	10,9	-29,2	50,1	11,4	-38,7
0-150	226,6	11,0	-215,6	155,6	11,5	-144,1	66,5	16,3	-50,2
$N\text{-}NH_4$ (kg N/ha)									
0-80	17,1	10,0	-7,1	11,6	17,0	+5,4	5,5	8,2	+2,7
0-150	20,6	16,2	-4,4	15,7	19,7	+4,0	6,2	8,7	+2,5
Suma $N\text{-}NO_3$ + $N\text{-}NH_4$ (kg N/ha)									
0-80	65,2	14,5	-50,7	51,7	27,9	-23,8	55,6	19,6	-36,0
0-150	247,2	27,2	-220,0	171,3	31,2	-140,1	72,7	25,0	-47,7
% $N\text{-}NO_3$ w sumie ($N\text{-}NO_3$ + $N\text{-}NH_4$)									
0-80	73,8	31,0	-	77,6	39,1	-	90,1	58,2	-
0-150	91,7	40,4	-	90,8	36,9	-	91,5	65,2	-
Stężenie $N\text{-}NO_3$ i $N\text{-}NH_4$ w wodzie gruntowej (mg N/l)									
Lustro wody (cm)	272	287	15	370	368	-2,0	245	277	32
$N\text{-}NO_3$	39,3	15,4	-23,9	48,6	37,2	-11,4	44,5	13,3	-31,2
$N\text{-}NH_4$	1,65	3,21	+1,56	1,25	1,45	+0,2	1,0	1,3	+0,3

Szczególnie duże różnice dotyczyły zawartości azotanów. Jesienią 1999 r. w warstwie gleby 0 - 150 cm, w przeliczeniu na jednostkę powierzchni (1 ha), ilość tej formy azotu w roztworze glebowym, w glebie pod zadrzewieniem, była 20-krotnie mniejsza w porównaniu do gleby sąsiedniego pola uprawnego. Największe zmiany stwierdzono w odniesieniu do głębszych warstw profilu glebowego (80-150 cm). Ilość azotanów, która po zakończeniu okresu wegetacyjnego pozostała w glebie poza główną strefą systemów korzeniowych roślin uprawnych, sięgała 180 kg N/ha. Podczas okresu zimowego i wczesnej wiosny znaczna ich część została wymyta do wód gruntowych, zalegających na tym polu na głębokości 270 cm. Wskazują na to wysokie stężenia $N\text{-}NO_3$ w wodach gruntowych, sięgające jesienią 40 mg N/l a wiosną następnego roku 49 mg N/l. W zawartości amonowej formy azotu w profilu glebowym porównywanych elementów krajobrazu, stwierdzono (podobnie do dwóch pozostałych obiektów) odwrotne relacje. W roztworze glebowym gleby pod zadrzewieniem wyraźnie dominowała forma amonowa.

Udział azotanów w sumie azotu mineralnego, w warstwie 0 - 80 cm gleby pod zadrzewieniem wynosił od 31 do 39%, podczas gdy w glebie uprawnej udział ten, w zależności od terminu, kształtował się w granicach 74 - 78%, a w odniesieniu do całego profilu glebowego przekraczał 90%.

Stężenie azotanów w wodzie gruntowej w pasie 6-letniego zadrzewienia jesienią 1999 r. było 2-krotnie mniejsze w porównaniu do sąsiedniego pola. W dalszym okresie jesienno-zimowym, w wyniku wzmożonych procesów migracji wgłębnej, nastąpił wyraźny wzrost stężenia tej formy azotu w wodzie gruntowej zarówno pod polem, jak i zadrzewieniem. W maju 2000 roku stężenie azotanów w wodzie gruntowej pod polem sięgało już 48 mg $N\text{-}NO_3$/l, pod zadrzewieniem 37 mg N/l. Jesienią 2000 roku zawartość i różnica stężeń tej formy azotu w wodzie gruntowej, pod polem i zadrzewieniem na tym obiekcie, utrzymywała się na zbliżonym poziomie.

W Tab. 3 przedstawiono wyniki charakteryzujące ilości obu mineralnych form azotu w roztworze glebowym, w glebie uprawnej oraz w glebie pod najmłodszym zadrzewieniem (obiekt III). Już jesienią następnego roku po wyłączeniu gleby z uprawy rolnej stwierdzono ponad 2-krotnie mniej azotanów w glebie pod zadrzewieniem, w porównaniu do gleby sąsiedniego pola. Po dwóch latach różnica zasobności roztworu glebowego w azotany, w przeliczeniu na warstwę o miąższości 150 cm i powierzchnię 1 ha, była prawie 9-krotna, a po 3 latach 23-krotna.

Tabela 3. Zawartość $N\text{-}NO_3$ i $N\text{-}NH_4$ (kg N/ha) w roztworze glebowym w glebie uprawnej (a) i w glebie pod 64-letnim zadrzewieniem (b) oraz ich stężenie w wodzie gruntowej (mg N/l)

Table 3. Content of $N\text{-}NO_3$ and $N\text{-}NH_4$ (kg N/ha) in arable soil (a) and in the soil under 64-year tree planting (b) and their concentrations in ground waters (mg N/l)

Głębokość (cm)	14.10.1996			07.05.1998			25.09.1997			20.10.1998		
	(a)	(b)	(b-a)	(a)	(b)	(b-a)	(a)	(b)	(b-a)	(a)	(b)	(b-a)
Roztwór glebowy												
$N\text{-}NO_3$ (kg N/ha)												
0-80	6,2	5,3	-0,9	47,6	5,6	-42,0	48,0	4,2	-43,8	58,1	3,0	-55,0
0-150	35,2	15,7	-19,5	58,3	8,7	-49,6	119,4	13,7	-106	77,6	3,3	-74,3
$N\text{-}NH_4$ (kg N/ha)												
0-80	6,4	10,7	+4,3	6,9	4,2	-2,7	2,1	4,9	+2,8	6,7	7,3	+0,6
0-150	12,9	17,7	+4,8	11,6	6,3	-5,3	4,6	8,3	+3,7	8,3	10,2	+1,9
Suma $N\text{-}NO_3 + N\text{-}NH_4$ (kg N/ha)												
0-80	12,6	16,0	+3,4	54,5	9,8	-44,7	50,1	9,2	-40,9	64,8	10,3	-54,5
0-150	48,1	33,4	-14,7	69,9	15,0	-54,9	127	22,0	-102	85,9	13,5	-72,4
% $N\text{-}NO_3$ w sumie ($N\text{-}NO_3 + N\text{-}NH_4$)												
0-80	49,2	33,1	-----	87,3	57,1	-----	96,0	45,6	-----	89,7	29,1	-----
0-150	73,2	47,0	-----	83,4	58,0	-----	96,2	62,3	-----	90,3	24,4	-----
Stężenie $N\text{-}NO_3$ i $N\text{-}NH_4$ w wodzie gruntowej (mg N/l)												
Lustro wody (cm)	110	116	6	150	146	-4	110	110	0	135	148	+13
$N\text{-}NO_3$	10,6	7,9	-2,7	13,4	0,7	-12,7	19,0	3,0	-16,0	15,6	1,1	-14,5
$N\text{-}NH_4$	0,89	0,97	0,1	1,60	0,95	-0,7	0,7	0,8	+0,1	1,5	1,2	-0,3

W relacjach obu badanych form azotu w glebie uprawnej stwierdzono zdecydowaną przewagę NO_3 (od 73,2% jesienią 1996 r. do 96,2% jesienią 1997 r.). W glebie pod zadrzewieniem, w odniesieniu do 150 cm warstwy, udział azotanowej formy w sumie azotu mineralnego wynosił od 24,4 do 62,3%.

Przy znacznie płytszym zaleganiu lustra wody gruntowej (w porównaniu do innych obiektów) stężenia azotanów były wyraźnie niższe. Po upływie roku od nasadzenia zadrzewienia, różnice w stężeniu obu form azotu mineralnego

w wodzie gruntowej powierzchni zadrzewionej i sąsiedniego pola uprawnego były niewielkie. Natomiast już po dwóch latach, stężenie azotanów w wodzie zalegającej pod zadrzewieniem wynosiło poniżej 1 mg $N\text{-}NO_3/l$ i było prawie 20-krotnie mniejsze, w porównaniu do wody sąsiedniego pola uprawnego.

Na podstawie wyników dotyczących trzech obiektów badań stwierdzono, że suma obu form azotu mineralnego w roztworach glebowych w glebach pod zadrzewieniem była z reguły wyraźnie mniejsza, w porównaniu do sąsiednich gleb uprawnych. Różnica ta (niezależnie od terminu) najwyraźniej uwidoczniła się w obiektach z zadrzewieniami młodszymi (3-6 letnimi), gdzie roztwory glebowe były 5-9-krotnie mniej zasobne w azot mineralny, w porównaniu do roztworów gleb sąsiednich pól uprawnych. Natomiast na obiekcie z zadrzewieniem 64-letnim, różnice w zawartości N mineralnego w roztworach, wynikające ze sposobu użytkowania, były wyraźnie mniejsze, ze względu na wyższą zasobność w azot amonowy gleby pod zadrzewieniem. Jednak nawet na tym obiekcie wymywanie obu mineralnych form azotu z gleby pod zadrzewieniem było niewielkie i ich stężenie w wodzie gruntowej kształtowało się w granicach 0,4-2,3 mg N/l. Natomiast w wodzie pod sąsiednim polem uprawnym stężenie azotanowej formy sięgało 54 mg N/l (Tab.1). Biorąc pod uwagę, że na tym obiekcie woda gruntowa o wysokiej koncentracji azotanów spływa z pola w kierunku zadrzewienia, tak niskie stężenie obu form azotu mineralnego w wodzie gruntowej pod zadrzewieniem świadczy, iż jest ono skuteczną barierą dla azotu migrującego w glebach i wodach zlewni użytkowanych rolniczo.

Na szczególną uwagę zasługują relacje między obu formami azotu mineralnego w roztworze glebowym i wodach gruntowych porównywanych elementów krajobrazu. W obszarze zadrzewionym, niezależnie od wieku i składu gatunkowego drzew, stwierdzono wyraźnie większy udział azotu amonowego w sumie azotu mineralnego, w roztworze glebowym, w porównaniu do sąsiedniego pola uprawnego. Podobne relacje pomiędzy tymi formami azotu w roztworach glebowych gleb leśnych obserwowali również inni autorzy [6, 14, 15]. Ponadto badania Kozaneckiej [10] wykazały, iż również w glebach sadu jabłoniowego ilość formy amonowej przewyższa kilkakrotnie ilość formy azotanowej. Natomiast w glebach uprawnych i wodach gruntowych pod polami uprawnymi dominuje forma azotanowa [1, 3, 7, 13, 14]. Podkreśla się przy tym, iż na ilość azotanów wymywanych do wód gruntowych i powierzchniowych ze zlewni rolniczych, poza warunkami glebowo-klimatycznymi, istotny wpływ mają również poziom nawożenia i rodzaj uprawianych roślin [5, 8, 11, 13].

WNIOSKI

1. Sposób użytkowania gleby (pole uprawne, zadrzewienie) miał wyraźny wpływ na zasobność roztworu glebowego w podstawowe mineralne formy azotu i ich wzajemne relacje.
2. W roztworach glebowych i wodach gruntowych pod zadrzewieniami (niezależnie od ich wieku i składu gatunkowego) stwierdzono od 2 do 24-krotnie mniej azotanów, w porównaniu do sąsiednich pól uprawnych. Największe różnice dotyczyły obiektów z młodszymi (kilkuletnimi) zadrzewieniami.
3. W obszarach zadrzewionych, niezależnie od wieku i składu gatunkowego drzew oraz różnic w pokrywie glebowej, udział azotanowej formy azotu w sumie azotu mineralnego, w roztworze glebowym i wodzie gruntowej, był znacznie mniejszy (24-58%) w porównaniu do sąsiednich gleb uprawnych, gdzie stanowił 73-96%.
4. Sposób użytkowania gleby miał znacznie mniejszy wpływ na zróżnicowanie zawartości rozpuszczalnych w wodzie form $N\text{-}NH_4$, niż $N\text{-}NO_3$. Największe różnice zasobności roztworu glebowego w warstwie 0-150 cm, sięgające 17 kg $N\text{-}NH_4$/ha, stwierdzono na obiekcie z 64-letnim zadrzewieniem.
5. Nasadzenie zadrzewień na obszarze zlewni intensywnie użytkowanych rolniczo może dać bardzo szybkie pozytywne efekty w postaci znacznego zmniejszania ilości azotanów wymywanych z gleby do wód gruntowych i powierzchniowych.

PIŚMIENNICTWO

1. **Bartoszewicz A.:** Chemizm wód gruntowych zlewni użytkowanej rolniczo w warunkach glebowo-klimatycznych Równiny Kościańskiej. W: Obieg wody i bariery geochemiczne w krajobrazie rolniczym, Wyd. Uniw. A. Mickiewicza w Poznaniu, 127-142, 1990.
2. **Bartoszewicz A.:** Skład chemiczny wód powierzchniowych zlewni intensywnie użytkowanych rolniczo w warunkach glebowo-klimatycznych Równiny Kościańskiej. Rocz. Akademii Rolniczej w Poznaniu, Rozprawy Naukowe, 250, 68, 1994.
3. **Bartoszewicz A.:** Effect of the change of soil utilisation on the concentration of nitrogen mineral forms in soil and ground waters. Pol. J. Soil Sci., 33/2, 13-20, 2000.
4. **Bartoszewicz A.:** Zawartość i stosunki ilościowe wymiennych i rozpuszczalnych w wodzie form Ca, Mg, K i Na w uprawnych glebach płowych. Rocz. Akademii Rolniczej w Poznaniu, Rolnictwo 61, 3-12, 2001.

5. **Borowiec S., Zabłocki Z.:** The application of AZZI method for the evaluation of factors affecting the concentrations of the compounds in drainage waters. Zesz. Nauk. Akad. Roln. w Szczecinie, 130, Rolnictwo 43, 1987.
6. **Brożek S.:** Mineralne formy azotu w glebach leśnych Beskidu Zachodniego. Rocz. Glebozn., 3: 91-108, 1985.
7. **Fotyma E., Wilkos G.:** Soil test of mineral nitrogen – possibilities of practical application. IUNG Puławy, 1998.
8. **Gorlach E., Grzywanowicz J.:** Distribution of various nitrogen forms in the soil profile and their relationship with nitrogen taken up by plants. Pol. J. Soil Sci., 23, 1988.
9. **Jackson M.I.:** Soil chemical analysis. Prentice Hall, Englewood Cliffs New Jersey, USA, 1964.
10. **Kozanecka T.:** Zawartośc mineralnych form $N\text{-}NH_4$ i $N\text{-}NO_3$ w glebie sadu jabłoniowego. Rocz. Glebozn. 1/2, 105-117, 1995.
11. **Łabętowicz J.:** Skład chemiczny roztworu glebowego w zróżnicowanych warunkach glebowych i nawozowych. Fundacja „Rozwój SGGW", 1995.
12. **Margowski Z., Bartoszewicz A., Siwiński A.:** Soil formed from boulder loam containing sand the upper layers of the Kościan Plain. Pol. Ecol. Stud., 2,1, 5-13, 1976.
13. **Mazur T.:** Azot w glebach uprawnych. PWN, Warszawa, 1991.
14. **Misztal M., Smal H., Górniak A.:** Changes in the chemical composition of shallow underground waters of the areas utilized in different ways. Pol. J. Soil Sci., 33/1, 37-44, 1990.
15. **Smal H.:** Właściwości chemiczne roztworów glebowych gleb lekkich i ich zmiany pod wpływem zakwaszenia. Rozprawy Naukowe AR w Lublinie, 230, 1999.

MID-FIELD SHELTERBELTS AS A WAY OF CONFINING NITROGEN MIGRATION IN SOILS AND WATERS OF RURAL AREAS

A. Bartoszewicz

Department of Soil Science, August Cieszkowski Agricultural University
Mazowiecka 42, 60-623 Poznań
e-mail: bartosza@au.poznan.pl

Summary. Experiments were carried out on about 10 thousand hectares catchment basin situated on the Kościan Plain (approximately 50 km from Poznań). In general, light textured Udalfs with favour able water infiltration conditions are found in the higher parts of the area. These are soils typical for the Polish Lowland. Aquolls are found in the lower parts of the catchment basin. The average annual precipitation in this region is at the level of 604 mm. The average period of

plant growth lasts for 225 days. Within the catchment basin, there are numerous shelterbelts of varying age and species composition.

Soil samples for the analysis of chemical composition of soil solution and samples of ground water from shelterbelt area were collected in spring and autumn. Soil samples were collected from soil profiles (from each horizon to the depth of 150 cm). For comparison, samples of soil and water were also collected from the adjacent cultivated field.

It was found that the soil solution and ground water under shelterbelts (irrespective of their age and species composition as well as differences in soil cover) were clearly poorer in nitrogen concentration (especially, nitrates) in comparison with the adjacent cultivated field.

On the basis of the obtained results it can be said that, already after one year after shelterbelt planting on cultivated field, evident changes take place in the soil environment of the cultivated field, which confine migration of mineral nitrogen to the catchment basin. This shows that shelterbelts planted in catchment basins with intensive farming practices can rapidly give positive results as evidenced in the reported study by reduced quantities of nitrates leached from soils into ground and surface waters.

Keywords: rural areas, nitrates, shelterbelts, barriers.