

ANNA KIEPAS-KOKOT, ANDRZEJ ŁYSKO

Presja azotogenna fermy norek na las*

Nitrogen pressure of the minks farm on forest

ABSTRACT

Kiepas-Kokot A., Łysko A. 2011. Presja azotogenna fermy norek na las. Sylwan 155 (6): 429-434.

The paper verifies the hypothesis about the cause-effect relationship of forest decline, on the basis of the observed retreat of the forest edge line from a mink farm contaminating the nearby soils with excessive mineral nitrogen concentrations. Soil analyses were carried out along with an analysis of elemental composition of pine needles which showed and increased content of nitrogen exceeding the tolerance threshold level for the occurrence of mycorrhizal associations.

KEY WORDS

forest soil, mineral nitrogen, animal excrements

ADDRESSES

Anna Kiepas-Kokot – e-mail: anna.kiepas-kokot@zut.edu.pl
 Andrzej Łysko

Katedra Ochrony i Kształtowania Środowiska; Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny
 w Szczecinie; ul. Słowackiego 17; 71-434 Szczecin

Wstęp

Działalność rolnicza w zakresie produkcji zwierzęcej jest istotnym źródłem związków azotu w środowisku. Zarządzanie nim i jego umiejętne wykorzystywanie w produkcji roślinnej pozwala na korzystny dla produkcji biomasy i środowiska bilans tego składnika. Tam, gdzie nie udaje się zrównoważyć wytwarzania z zapotrzebowaniem na azot, powstają problemy środowiskowe. Większość z nich dotyczy zagrożeń związanych ze wzrostem trofii zbiorników wodnych i wzbogaceniem w azot wód gruntowych [Soroko, Strzelczyk 2009], głównie na skutek stosowania gnojowicy do nawożenia roślin [Borowiec i in. 2005]. Poza zagrożeniami obszarowymi, coraz więcej uwagi poświęca się skutkom punktowych źródeł zanieczyszczenia związkami azotu, będących często efektem niewłaściwej gospodarki odchodami zwierzęcymi w skoncentrowanej produkcji nie tylko trzody chlewnej, ale także np. zwierząt futerkowych, głównie w procesie magazynowania odchodów. Punktowy charakter zagrożenia jest w środowisku rzeczą umowną, ponieważ możliwość transportu zanieczyszczeń w glebie skutkuje zwiększaniem się obszaru zagrożenia i szkód zarówno w układzie pionowym, jak i poziomym. Szczególnie korzystne warunki transportu stwarzają gleby leśne, kwaśne, o składzie mechanicznym piasku luźnego. Trafiające do takiego środowiska nadmierne ilości składników pokarmowych przyczyniają się do poważnych szkód.

Oddziaływanie związków azotu na lasy jest szeroko opisywane w literaturze. Szczególnym poligonem badawczym w tym zakresie są obszary znajdujące się pod wpływem emisji z Zakładów Azotowych w Puławach [Kowalkowski i in. 1996] i we Włocławku [Sienkiewicz i in. 1996].

* Badania sfinansowano ze środków Nadleśnictwa Kliniska

Na tym terenie stwierdzono, że dominujący wpływ na otoczenie (leśne) wywierają związki azotu, zwłaszcza pyły saletry amonowej [Barzdajn i in. 1996]. Depozycja zanieczyszczeń z atmosfery powoduje wizualne zmiany aparatu asymilacyjnego w postaci nekroz i chloroz. Przy dopływie nadmiernych ilości azotu przez glebę, objawy uszkodzeń nie są tak widoczne i nie pozwalają na wystarczająco wczesną interwencję, np. w postaci uzupełniającego nawożenia innymi składnikami. Przy dopływie składników nawozowych z głębszych warstw gleby interwencja taka jest wręcz niemożliwa.

Celem niniejszej pracy jest scharakteryzowanie stanu środowiska glebowego w warunkach presji azotogennej wywołanej oddziaływaniem fermy nerek w Stumianach (woj. zachodniopomorskie), powodującej stopniowe zamieranie lasu w jej sąsiedztwie.

Obszar badań

Badaniami objęto teren fermy nerek w Stumianach i przylegający do niej teren leśny. Obszar ten porasta 50-letni bór sosnowy z niewielką domieszką brzozy. Na badanym terenie stwierdzono zamieranie drzewostanu sosnowego oraz pojedynczych okazów brzozy znajdujących się w bezpośrednim otoczeniu fermy, czego wynikiem jest stopniowe cofanie się ściany lasu. Przeprowadzona wizja terenowa wykazała, że w pobliżu strefy zamierania lasu, jedynym czynnikiem, który mógłby negatywnie oddziaływać na drzewostan, jest bezpośrednie sąsiedztwo fermy nerek w Stumianach. Postawiono hipotezę, że najbardziej prawdopodobną przyczyną zamierania lasu jest nadmiar mineralnych form azotu w glebie, pochodzących z odchodów nerek gromadzonych na terenie fermy. Za prawdopodobną drogę transportu mineralnych form azotu przyjęto ich transport przez glebę, w wyniku błędów w magazynowaniu odchodów, co mogło spowodować ukształtowanie się warstwy z fitotoksycznym stężeniem azotanów i jonów amonowych w strefie korzeniowej nasadzeń sosny i brzozy w glebowej strefie aeracji.

Materiały i metody

W celu weryfikacji postawionej hipotezy, ręcznym świdrem glebowym (o długości końcówki zbierającej 20 cm) wykonano w układzie liniowym do głębokości graniczącej z lustrem wody gruntowej odwierty glebowe na terenie: fermy nerek w Stumianach (I), strefy zamierania pobliskiego lasu w odległości około 10-15 m od fermy (II) i lasu jeszcze bez wyraźnych oznak postępującego procesu zamierania około 50 m od fermy (III). Laską glebową Egnera pobrano także zbiorcze próbki z powierzchniowej warstwy gleby (0-20 cm) z trzech wyznaczonych miejsc.

Analizy próbek glebowych obejmowały oznaczenie poziomu przewodnictwa elektrycznego właściwego metodą konduktometryczną w zawiesinie wodnej przy zachowaniu stosunku między glebą a wodą 1:2,5 (v/v). W tej samej zawiesinie potencjometrycznie oznaczono pH. Zawartość azotu mineralnego w formie amonowej i azotanowej oznaczono po ekstrakcji składników słabym kwasem octowym ($0,03 \text{ mol/dm}^3$). Analizy wykonano metodą destylacyjną.

Poza próbkami glebowymi z terenu badań (II, III) pobrano także szpilki sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris*) I i II rocznika. W materiale tym po doprowadzeniu do stanu powietrznie suchego oznaczono koncentrację azotu, węgla i siarki, metodą bezpośredniego spalania z wykorzystaniem analizatora elementarnego CNS.

Wyniki i dyskusja

Wśród badanych parametrów charakteryzujących właściwości środowiska glebowego, zaznacza się wyraźna prostoliniowa zależność poziomu przewodnictwa elektrycznego właściwego badanych

próbek glebowych od odległości od fermy, co może wskazywać na źródło ich dopływu właśnie z tego obiektu (tab. 1).

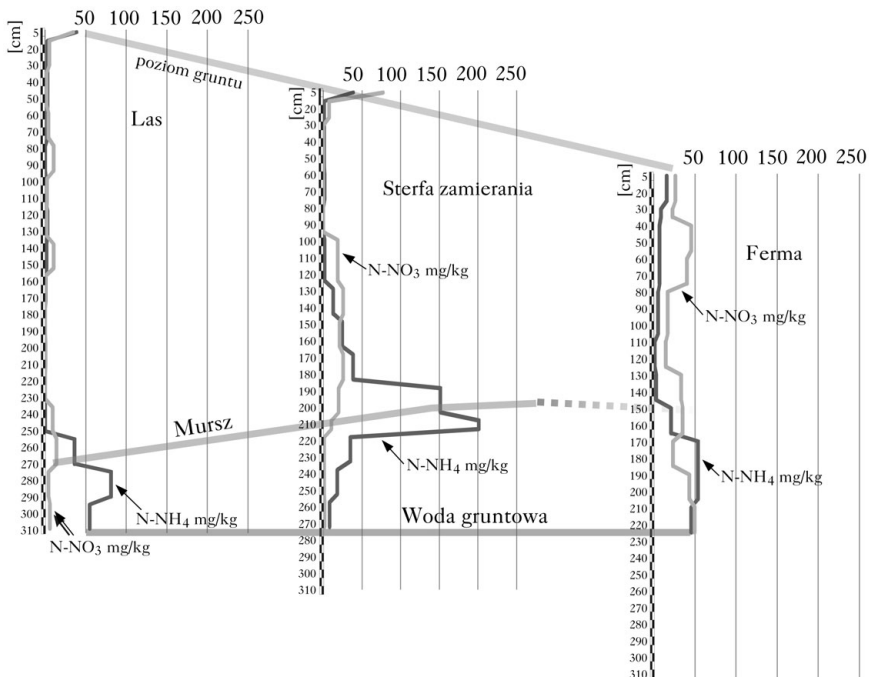
Odczyn badanych próbek glebowych z obszaru leśnego (II i III) można uznać za typowy dla siedlisk borowych, które tworzą gleby bielcowe wykształcone z piasków luźnych. Podwyższona wartość pH próbki zbiorczej pobranej z terenu fermy wskazuje na antropogeniczny charakter zmian, co może wiązać się także z częściową wymianą (nawiezieniem) gruntu podczas budowy fermy. Wśród mineralnych form azotu w warstwie powierzchniowej gleb przeważa azot azotanowy, a największe ilości tych składników stwierdzono w strefie zamierania lasu (tab. 1).

W badaniach profilowych stwierdzono występowanie wglębnej warstwy gleby istotnie wzbogaconej związkami azotu (powyżej 50 mg N-NH₄/kg gleby). Warstwa ta ma zróżnicowaną miąższość w zależności od poziomu zalegania wody gruntowej, co jest wynikiem niewielkich różnic wysokości terenu (ryc.). Konfrontując uzyskane wyniki badań z twierdzeniem Rutkowskiej i in. [2002 za Falkowska, Filipek 2009], że nie stwierdza się przemieszczania jonów

Tabela 1.

Charakterystyka badanych parametrów w zbiorczych próbkach glebowych
Characteristics of the tested parameters in bulk soil samples

	Ferma (I)	Strefa zamierania (II)	Las (III)
Przewodnictwo el. właściwe [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	158,61	108,55	70,92
pH w H ₂ O	6,11	4,48	4,07
N-NH ₄ [mg/kg św. masy]	5,90	17,50	4,44
N-NO ₃ [mg/kg św. masy]	35,43	22,75	10,60



Ryc.

Profilowy układ koncentracji azotu azotanowego i amonowego w próbkach gleb
Profile distribution of nitrate and ammonium nitrogen concentrations in soil samples

amonowych w głąb profilu glebowego nawet przy dużych dawkach azotu stosowanego na powierzchni gleby, stwierdzone wzbogacenie w azot amonowy na głębokości 150-300 cm wskazuje na wglębne źródło tego składnika. W przypadku jednak stałego dopływu mineralnych form azotu z obiektów gospodarczych na fermach, Bekier-Jaworska i Szostak [2006] stwierdzili transport wglębny zarówno formy azotanowej, jak i amonowej, przy wyraźnej większej migracji form azotanowych niż amonowych. Autorzy ci wskazują, że duże ilości amoniaku w glebie świadczą o jej zanieczyszczeniu substancjami organicznymi pochodzenia zwierzęcego, a obecne w glebie azotany (końcowy produkt procesu nitrifikacji) wskazują, że proces zanieczyszczenia nastąpił dawno. Takie stanowisko potwierdza hipotezę postawioną w niniejszych badaniach o związku obecności mineralnych form azotu w glebie z obecnością fermy nerek i długookresowym wpływem tego sąsiedztwa na gleby leśne.

Stwierdzona maksymalna koncentracja azotu amonowego w odwiercie glebowym wykonanym w strefie zamierania lasu (200 N-NH₄ mg/kg św. masy) jest wyższa niż podawane w literaturze [Bekier-Jaworska, Szostak 2006]. Zawartość związków azotowych w badanych glebach w miarę oddalania się od fermy maleje, co może wskazywać na pionowy i poziomy przepływ mineralnych form azotu ze strony fermy w kierunku lasu. Wysoka zawartość azotu na obszarze lasu występuje pomimo kierunku spływu wody gruntowej do doliny Iny, znajdującej się w przeciwnym kierunku do lasu. Istnieje duże prawdopodobieństwo lokalnego przepływu wody gruntowej na odległości kilkudziesięciu metrów od fermy w stronę lasu. Potwierdzeniem tego stanowiska może być występująca nad lustrem wody gruntowej warstwa murszu (od około 150 cm na terenie fermy do około 270 cm na terenie lasu), nachylona właśnie w przeciwnym do powierzchni gruntu kierunku (ryc.).

Igły sosny, zwłaszcza dwuletnie, są dobrym materiałem bioindykacyjnym. Analiza składu chemicznego szpilek pozwala na ocenę stanu odżywienia (stopnia zaopatrzenia) roślin w makroelementy, a przy ich nadwyżce pozwala na określanie progów toksyczności. Z wieloletnich badań środowiska leśnego Puszczy Białowieskiej wynika, że średnia zawartość azotu w dwuletnich szpilkach sosny wynosi 1,52% s.m, a siarki 0,1% [Malzahn 1996]. Analiza składu elementarnego szpilek sosny na badanym obszarze, wskazująca na wysoką koncentrację azotu, potwierdza zaburzenie, jakie nastąpiło w ubogim siedlisku borowym na skutek dopływu mineralnych form azotu z fermy. Nieco niższa koncentracja azotu w szpilkach pobranych ze strefy zamierania (o większym dopływie składników) oraz w szpilkach dwuletnich (o dłuższym okresie wegetacji w warunkach wzbogacenia w azot), jest wynikiem zachodzących procesów fizjologicznych determinowanych nadmiarem azotu. Szpilki te w okresie poboru charakteryzowały się już zaawansowanym brązowieniem potwierdzającym przyspieszone tempo ich zamierania (tab. 2).

Stwierdzona wysoka koncentracja azotu sosny (1,77-2,57%) potwierdza przypuszczenia co do mechanizmu zamierania lasu. Ponieważ stwierdzona wysoka koncentracja azotu w szpilkach

Tabela 2.

Skład elementarny [%] zebranych roczników szpilek sosny
Elemental composition [%] of collected pine needles in year-classes

Składnik	Strefa zamierania lasu (II)		Las (III)	
	I rocznik	II rocznik	I rocznik	II rocznik
N	2,07	1,77	2,57	1,86
C	53,55	53,24	50,41	52,63
S	0,08	0,08	0,09	0,07

sosny przekracza w każdej badanej próbie wartość 1,6%, podawaną za graniczną dla ewidentnego zaniku mikoryzy [Białobok i in. 1993], z dużym prawdopodobieństwem można założyć, że wysoka koncentracja azotu mineralnego, a zwłaszcza amonowego, przyczyniły się do całkowitego zaniku mikoryzy. Ten prawdopodobny przebieg zdarzeń potwierdza hipoteza amonowa zamierania lasów sosnowych przywoływana w literaturze przez Białoboka [1989]. Autor ten wskazuje na fakt, że jony amonowe zmniejszają aktywność mikroorganizmów w glebie i zwiększają uwalnianie się toksycznych jonów glinu, które z kolei powodują zakłócenie w pobieraniu i translokacji innych pierwiastków, zwłaszcza Ca, Mg, K i P, a także zahamowanie wzrostu i uszkodzenia korzeni, a w konsekwencji obniżenie żywotności drzew [Kieliszewska-Rokicka i in. 1996].

Wnioski

- ✦ Na badanym terenie stwierdzono istotne zaburzenie naturalnej charakterystyki właściwości fizyko-chemicznych występujące w profilach gleb bielcowych wytworzonych z piasków luźnych, szczególnie w zakresie występowania w warstwie aeracji na granicy z lustrem wody gruntowej wysokiej koncentracji azotu w formie mineralnej (amonowej i azotanowej).
- ✦ Skład mechaniczny gleb obszaru leśnego (piasek luźny) przylegającego do fermy stwarza bardzo korzystne warunki do migracji węglębnej azotu zarówno pionowej, jak i poziomej. Występowanie w profilu warstwy murszu na głębokości około 2 m świadczy o małoobszarowym i przykrytym w chwili obecnej zagłębieniu w strefie objętej procesem zamierania lasu, z lokalnym kierunkiem spływu wody gruntowej w stronę lasu.
- ✦ Za najbardziej prawdopodobną przyczynę zamierania lasu można uznać nadmiar mineralnych form azotu w strefie głębokiego korzenienia sosny (na granicy z lustrem wody gruntowej). Mechanizm zamierania lasu dokonuje się w tym przypadku na drodze zaniku procesów mikoryzujących przez toksyczność nadmiaru mineralnych form azotu, a zwłaszcza jonów amonowych.
- ✦ Zagrożenie środowiska, jakie stwierdzono na obszarze leśnym w sąsiedztwie fermy, ma szerszy charakter i na skutek węglębnego przemieszczania się azotanów i jonów amonowych oraz ich wędrowki za pośrednictwem wody gruntowej, może dotyczyć także obszaru zamieszkałej wsi Strumiany, położonej na głównym kierunku spływu wody gruntowej.

Literatura

- Barzdajn W., Ceitel J., Sienkiewicz A., Zientarski J. 1996. Reakcja wybranych gatunków drzewiastych na zróżnicowane nawożenie w warunkach emisji Zakładów Azotowych Włocławek. W: Siwecki R. [red.]. III Krajowe Sympozjum „Reakcje biologiczne drzew na zanieczyszczenia przemysłowe”. Kórnik 23-26 maja 1994. Wyd. Sorus, Poznań. 267-272.
- Bekier-Jaworska E., Szostak B. 2006. Zawartość mineralnych form azotu w glebie na fermie świń. *Acta Agrophysica* 8 (2): 299-308.
- Białobok S. 1989. Zagrożenia lasów w Polsce przez zanieczyszczenia powietrza. W: *Życie drzew w skażonym środowisku*. PWN, Warszawa-Poznań. 9-48.
- Białobok S., Boratyński A., Bugała W. 1993. *Biologia sosny zwyczajnej*. Poznań.
- Borowiec J., Gajda J., Miłoś A. I. 2005. Zmiany chemizmu wód powierzchniowych w strefie rolniczego wykorzystania gnojowicy. *Przegląd Geologiczny*. 53 (11): 1071-1072.
- Falkowska K., Filipek T. 2009. Dynamika zmian zawartości azotu mineralnego w wierzchniej warstwie gleb rejonu oddziaływania Zakładów Azotowych „Puławy” S.A. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych* 40: 96-102.
- Kieliszewska-Rokicka B., Rudawska M., Leski T. 1996. Wpływ glinu na wzrost grzybni i aktywność kwaśnej fosfatazy ektomikoryzowych symbiontów sosny. W: Siwecki R. [red.]. III Krajowe Sympozjum Reakcje biologiczne drzew na zanieczyszczenia przemysłowe. Kórnik 23-26 maja 1994. Wyd. Sorus, Poznań. 471-479.
- Kowalkowski A., Miazga S., Stryjowski J. 1996. Wyniki 20-letnich obserwacji nad względną odpornością wybranych gatunków drzew i krzewów na trwałą imisję azotową. W: Siwecki R. [red.]. III Krajowe Sympozjum Reakcje biologiczne drzew na zanieczyszczenia przemysłowe. Kórnik 23-26 maja 1994. Wyd. Sorus, Poznań. 313-324.

- Malzahn E. 1996. Bioindykacja środowiska leśnego Puszczy Białowieskiej. W: Siwecki R. [red.], III Krajowe Sympozjum Reakcje biologiczne drzew na zanieczyszczenia przemysłowe. Kórnik 23-26 maja 1994. Wyd. Sorus, Poznań. 75-86.
- Sienkiewicz A., Cichocka I., Szamańska M., Barzdajn W., Ceitel J., Zientarski J. 1996. Wpływ imisji Zakładów Azotowych we Włocławku i nawożenia kompensacyjnego na zawartość związków azotu w liściach brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth.). W: Siwecki R. [red.], III Krajowe Sympozjum Reakcje biologiczne drzew na zanieczyszczenia przemysłowe. Kórnik 23-26 maja 1994. Wyd. Sorus, Poznań. 415-420.
- Soroko M., Strzeleczyk M. 2009. Zawartość azotu mineralnego w wodach gruntowych i powierzchniowych na obszarach nawożonych gnojowicą. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. 9 (3): 179-186.

SUMMARY

Nitrogen pressure of the minks farm on forest

The purpose of the study was to characterise the soil environment under nitrogen pressure caused by the impact of a mink farm in Stumiany, West Pomerania, resulting in a gradual forest decline in its neighbourhood. The research was conducted both on the farm premises and in the adjacent area covered by a 50-year-old pine forest (age class IIIb) with a small admixture of birch. In the area under study, a decline of pine trees and single specimens of birch trees in the immediate surroundings of the farm was observed resulting in a gradual retreat of the forest edge line. The field inspection carried out in the area under study showed that the only factor that might have adversely affected the forest stand was its immediate proximity to the mink farm in Stumiany. A hypothesis was formulated that the most likely cause of forest decline was the excess of mineral nitrogen compounds in the soil coming from the manure accumulated in the mink farm. The most likely transport of mineral nitrogen was assumed to go through the soil as a result of an inappropriate storage of excrements, which might have caused the formation of a layer of phytotoxic concentrations of nitrate and ammonium ions in the rhizosphere of pine and birch trees planted in the soil aeration zone.

In order to verify this hypothesis, soil core samples were taken from the holes drilled in a linear arrangement (I-II-III) down to a depth close to the groundwater table using a hand soil auger (collector length – 20 cm): in the area of a mink farm in Stumiany (I), in the adjacent forest decline zone at a distance of approx. 10-15 metres from the farm (II), in the forest without clear symptoms of forest decline, approx. 50 metres away from the farm (III). Bulk soil samples were taken from the top soil (0-20 cm) from three selected sites, using an Egner's soil sampler. The profile studies indicated the occurrence of a deep soil layer significantly enriched with nitrogen compounds (over 50 mg N-NH₄/kg of soil). Its thickness varied depending on the depth of the groundwater level as a result of slight differences in altitude. The nitrogen content in the forest was high despite the groundwater flowing into the Ina Valley situated in the opposite direction to the forest. There is a high likelihood of that the local groundwater flows several dozen meters away from the mink farm towards the forest. The moorsh layer which had developed over the groundwater table (from ca 150 cm in the farm area to ca 270 cm in the forest area) inclined in the opposite direction to the ground surface seems to support this.

The high nitrogen concentrations found in the pine needles (1.77-2.57%) may explain the mechanisms of forest decline. As the observed nitrogen concentrations in the needles of each tested sample exceed 1.6 per cent of nitrogen regarded as a threshold value for the clear disappearance of mycorrhizae [Białobok et al. 1993] one may accept, with high probability, the hypothesis that high concentrations of mineral nitrogen, especially ammonium, have contributed to the complete disappearance of mycorrhizae.