

WŁODZIMIERZ ŁOGINOW

EWA SPYCHAJ-FABISIAK

Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

CHEMICZNE PRZEMIANY ZWIĄZKÓW AZOTU W GLEBIE*)

W złożonym układzie różnorodnych przemian zachodzących stale w glebie można wyróżnić procesy biologiczne, bezpośrednio związane z funkcjonowaniem żywych organizmów oraz pośrednio od nich uzależnione procesy biochemiczne z udziałem różnych egzoenzymów. Obok nich spotykamy jednak także procesy chemiczne o całkowicie abiotycznym charakterze.

Gleba jako środowisko reakcji chemicznych ma swoją, nie zawsze zresztą należycie docenianą specyfikę. Wynika ona z jej trójfazowego, labilnego charakteru oraz z dużej zmienności i niejednorodności warunków. Większa jest tu także możliwość przesuwania równowagi reakcji chemicznych przez usuwanie ich produktów nie tylko na drodze wytrącania czy ulatniania, ale i dzięki procesom sorpcyjnym i zjawiskom powierzchniowym. Należy też zawsze liczyć się z udziałem w reakcjach różnych substratów ubocznych, modyfikujących ich przebieg, a także z możliwością procesów katalitycznych. Warto też zwrócić uwagę, że do wymiernych efektów mogą prowadzić w glebie nawet reakcje o nikłej wręcz wydajności, na co wpływa równolegle duża objętość środowiska reakcji, jak i dający się uwzględnić czas jej przebiegu. W końcu powstawaniu w ciągu godziny 0,01 mg produktu reakcji na kg gleby odpowiada ponad 260 kg na hektar rocznie.

Wszystko to różni niewątpliwie wybitnie reakcje chemiczne prowadzone w warunkach laboratoryjnych, głównie w homogenicznym środowisku roztworów wodnych, od reakcji przebiegających w glebie, utrudnionych ponadto ograniczeniami swobody dyfuzji. Dlatego też niezbędna jest duża ostrożność w przenoszeniu na naturalne warunki glebowe ustaleń wynikających z prostych badań laboratoryjnych.

Szczególą pozycję zajmują w glebie przemiany azotu, ze względu na swoją złożoność oraz wyjątkowe znaczenie tego pierwiastka dla wszystkich organizmów żywych. Gleba nie jest układem zamkniętym, lecz uczestniczy aktywnie w ogólnym obiegu azotu w przyrodzie. Po-

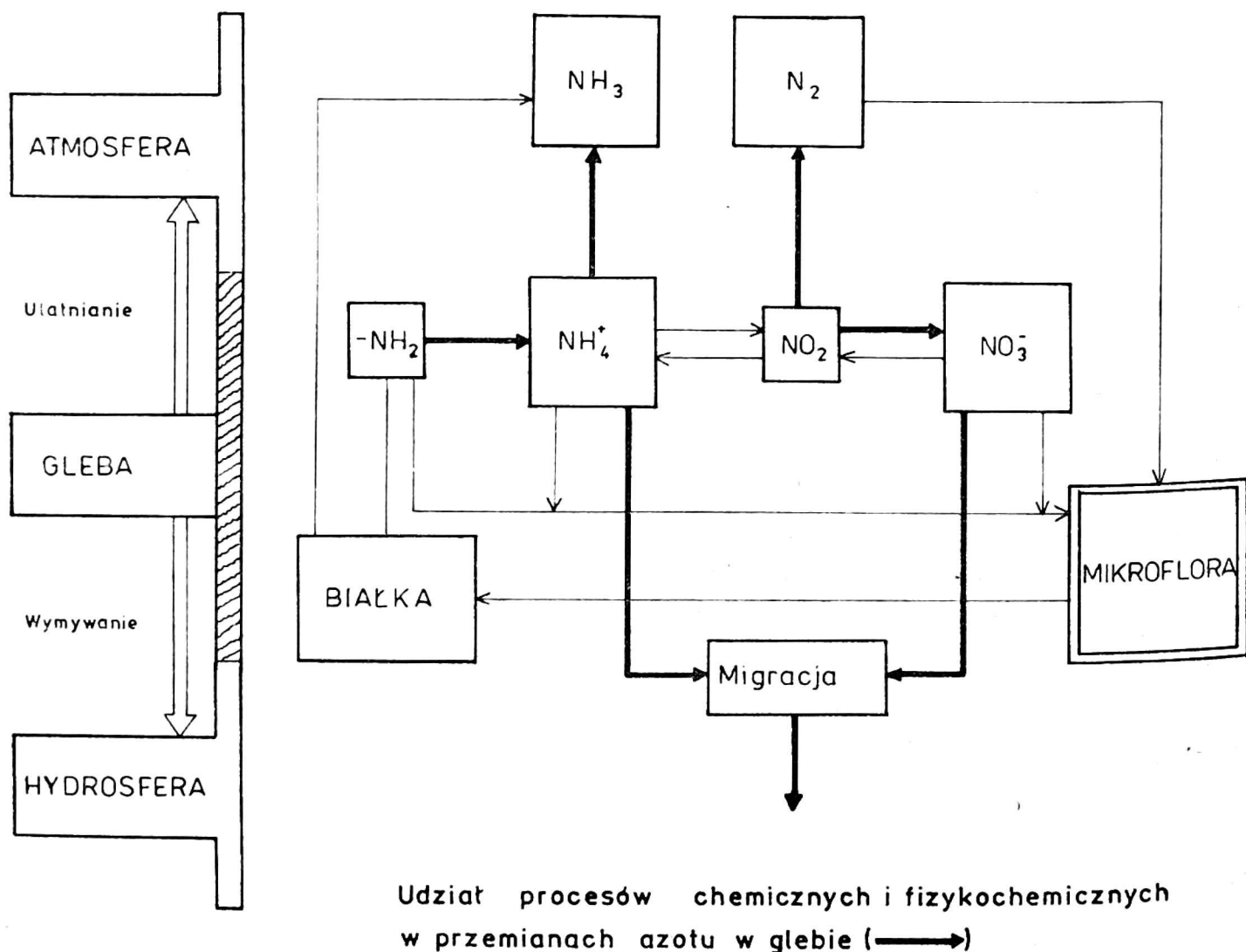
*) Przygotowano w ramach prac Komitetu do Gleboznawstwa i Chemii Rolnej PAN związanych z III Kongresem Nauki Polskiej



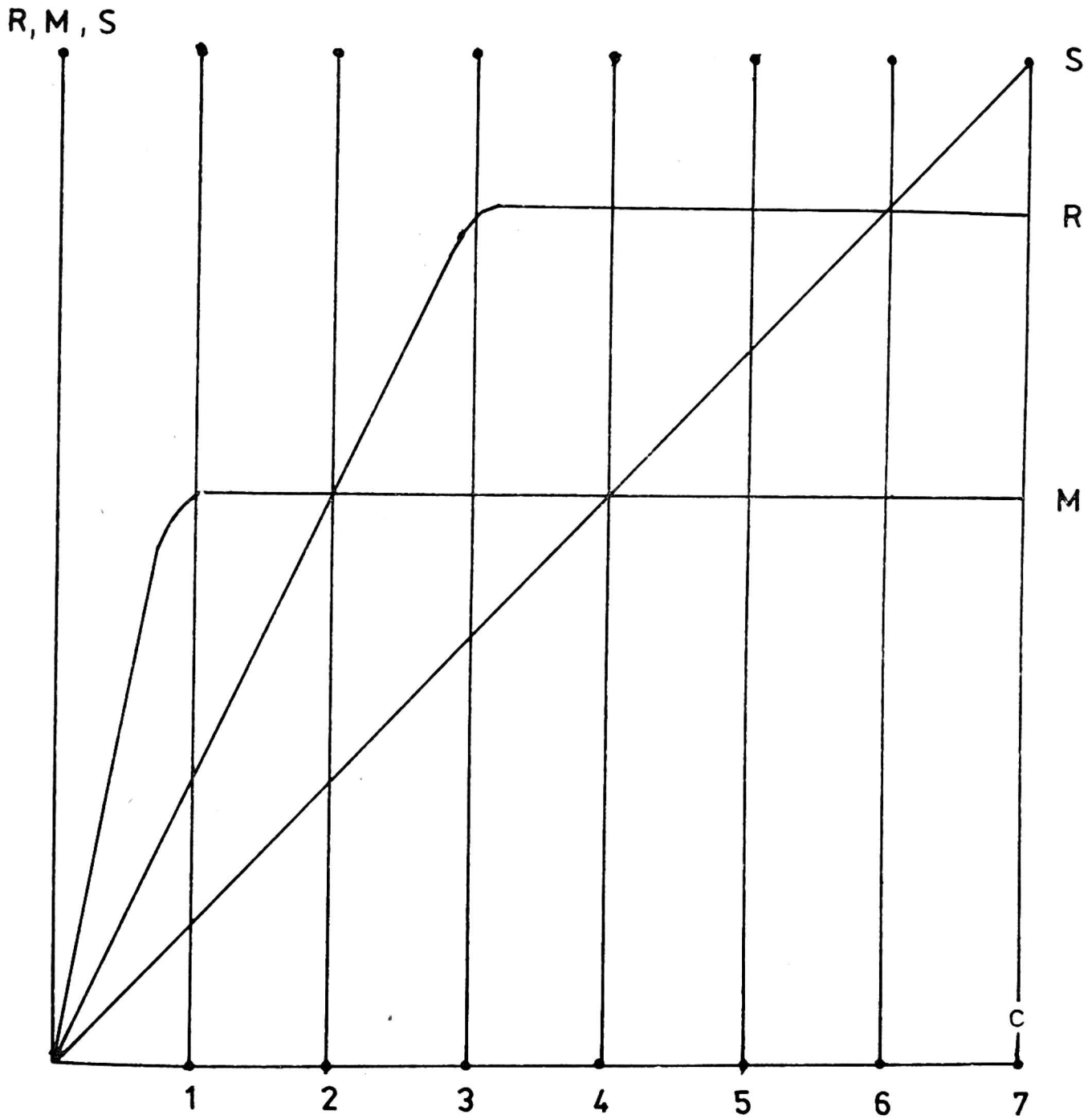
FAC-2472

nadto funkcjonuje w niej własny obieg wewnętrzny, na który składa się odwracalny proces mineralizacji azotu i jego ponownego włączenia w skład związków organicznych. Wiąże się z tym daleko idące wzajemne uwarunkowanie przemian azotu i węgla [6, 10, 13]. Dodatkowo wyróżnić trzeba cykl przemian oksydacyjno-redukcyjnych azotu, związany z możliwością jego występowania na licznych stopniach wartościowości.

Rezultatem wszystkich, często bardzo dynamicznych przekształceń związków azotu jest ogromne bogactwo form w jakich występują one w glebie [10, 13]. Zdecydowanie dominującą pozycję zajmują tu jednak związki organiczne, a wśród nich białka pochodzenia mikrobiologicznego i specyficzne dla gleby substancje humusowe [5, 15]. W związku z tym w przemianach azotu przeważają też wyraźnie procesy biologiczne, możemy wręcz mówić o uzależnieniu przebiegu tych przemian od mikroflory glebowej [6, 10]. Nie wyklucza to jednak występowania również reakcji typowo chemicznych, wspomagających często procesy biologiczne, a niekiedy wypełniających odrębne, specyficzne zadania.



Rys. 1. Udział procesów chemicznych i fizykochemicznych w przemianach azotu w glebie.



/ rośliny - R , mikroflora - M , straty - S /

Rys. 2. Schemat oceny ilościowej pobierania i strat azotu w zależności od jego stężenia (c).

Schemat przemian azotu ujęty na rysunku 1 został skonstruowany w sposób uwidaczniający możliwości udziału procesów chemicznych i fizykochemicznych. Łatwo zauważyć, że procesy takie nie uczestniczą w akumulacji azotu w glebie, natomiast wiążą się blisko z jego stratami przez ulatnianie i wymywanie. Z tego właśnie względu zasługują one na szczególną uwagę w warunkach rosnącego poziomu nawożenia azotowego, kiedy właśnie straty azotu mogą stawać się istotną przyczyną zaniżania stopnia wykorzystania nawozów przez rośliny uprawne.

Jak zmienia się zagrożenie stratami w miarę wzrostu nawożenia azotowego podaje rysunek 2. Przy dawkach niskich dominuje pobieranie azotu przez aktywniejszą mikroflorę, co powoduje niegroźne, bo przejściowe tylko uwstecznianie biologiczne. Stopniowo rośnie udział pobierania przez rośliny, aż do osiągnięcia pułapu plonu maksymalnego. Straty rosną natomiast stale liniowo i stąd wysuwają się wreszcie na plan pierwszy.

Reakcje chemiczne w podstawowym cyklu przemian azotu

Odwracalny cykl przemian białko—azot mineralny jest w zasadzie domeną działalności mikroflory [6], która ma oczywistą wręcz wyłączność w syntezie białka. Dlatego udział reakcji chemicznych może sprowadzać się tu tylko do wspomaganie procesu mineralizacji organicznych związków azotu. Na mineralizację, określaną często jako amonifikacja, składa się hydroliza białek oraz dezaminacja powstających aminokwasów.

Hydroliza ma w warunkach glebowych oczywiście charakter procesu enzymatycznego, zachodzącego głównie przy udziale egzoenzymów pochodzenia mikrobiologicznego. Jest to więc proces typowo biochemiczny, jednak wyraźnie uzależniony od działalności mikroflory [6]. W ogólnym zakresie podobne stwierdzenie mogłoby dotyczyć również dezaminacji. W zasadzie całość rozkładu białek należałoby tym samym traktować jako efekt ataku mikroflory na zespół substancji zawartych w materii organicznej dostającej się do gleby, w celu wykorzystania jej bądź tylko jako źródła węgla, bądź również jako źródła azotu. Przebieg i rezultaty tego ataku uzależnione są przede wszystkim od stosunku C/N w materii organicznej.

Dezaminacja może jednak zachodzić na bardzo różnych drogach, jako proces hydrolityczny, oksydacyjny i redukcyjny [6, 10, 11]. Decyduje to zresztą o jej uniwersalności i wyklucza nagromadzenie się w dowolnych warunkach glebowych większych ilości wolnych aminokwasów. Właśnie w odniesieniu do dezaminacji nie można wykluczyć uczestnictwa reakcji chemicznych, z ewentualnym udziałem prostych układów

katalitycznych. Przykładem może tu być całkowicie abiotyczna dezaminacja oksydacyjna w obecności aktywnych polifenoli, blisko związanych z substancjami humusowymi [11, 15].

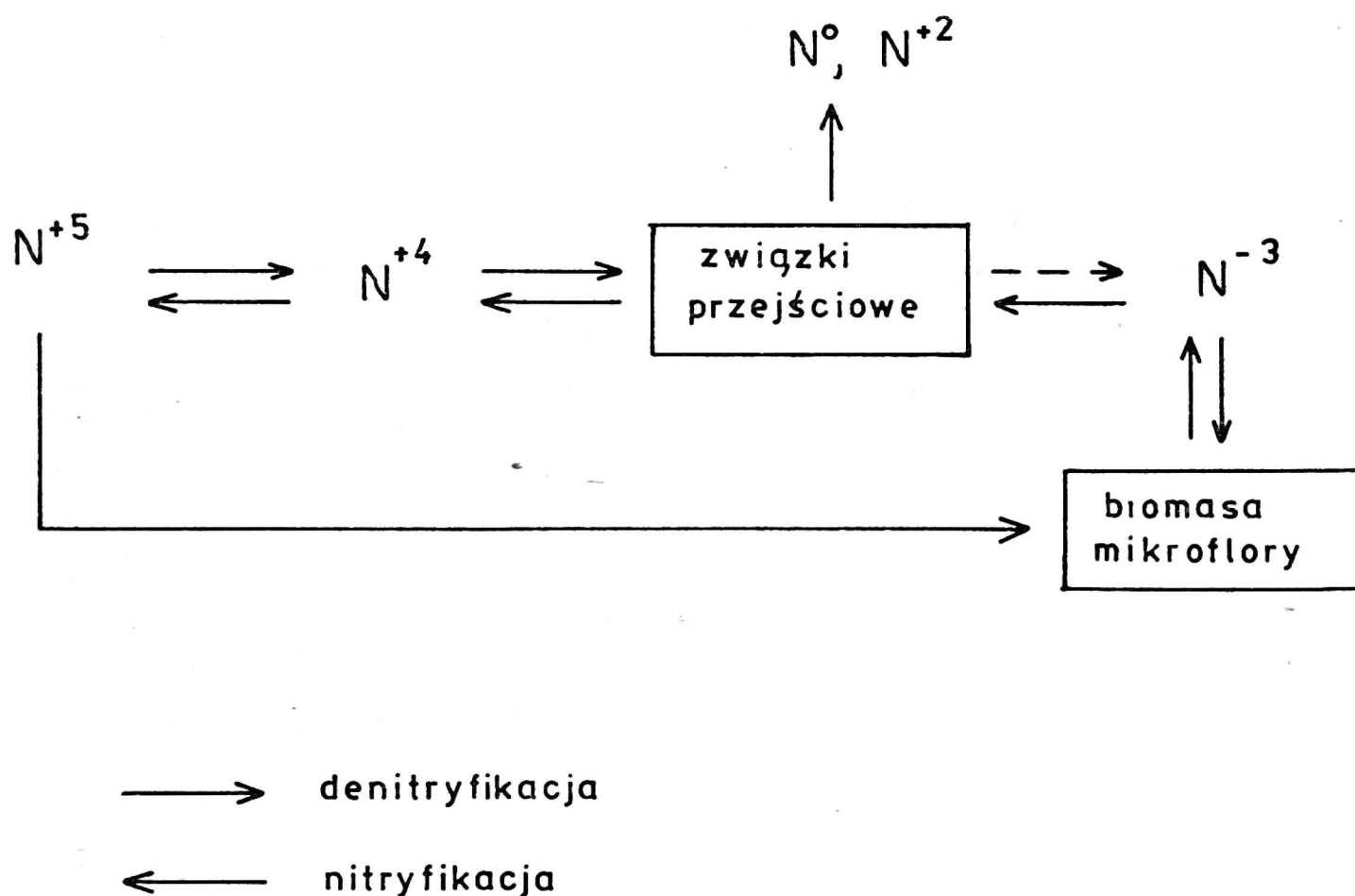
Warto dodać, że substancje humusowe mogą w ogóle w istotny sposób oddziaływać na przebieg przemian białek przez tworzenie swoistych kompleksów białkowo-humusowych, co dość skutecznie hamować może procesy hydrolityczne. Podobnie fizykochemiczny proces niewymiennego wiązania azotu amonowego przez minerały ilaste [10] ogranicza jego zbiłczanie. Oba czynniki łącznie mogą więc powodować pewne zahamowanie tempa wewnętrznego obiegu azotu w glebie, a jednocześnie odgrywać rolę regulatora ilości aktywnych jonów amonowych. W świetle tego mamy więc prawo mówić o pośrednim wpływie procesów fizykochemicznych na podstawowy cykl przemian azotu.

Związane z tym cyklem odgałęzienie wynikające z udziału azotu w procesie humifikacji [5, 15] również nie odbywa się bez przemian fizykochemicznych, czy wręcz chemicznych. Niezależnie od ich udziału w tworzeniu różnorodnych polifenoli, jako substratu dla syntezy substancji humusowych, na humifikację składają się przecież procesy polikondensacji i oksydacyjnej modyfikacji jej produktów.

Reakcje chemiczne w przemianach redukcyjno-oksydacyjnych

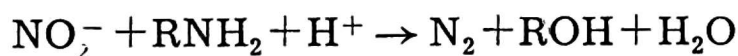
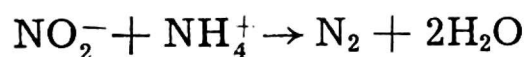
Ogólny schemat przemian redukcyjno-eksydacyjnych azotu w glebie podaje rysunek 3. Chodzi tu o cykl procesu nitryfikacji i odwrotnie skierowanej denitryfikacji wspomaganej dodatkowo przez możliwość wewnątrzkomórkowej redukcji azotanów pobieranych przez mikroflorę [6, 10]. Cykl ten nie jest niestety w pełni zamknięty, gdyż związki przejściowe powstające przy redukcji azotynów mogą ulegać przekształceniu w podtlenki azotu lub azot elementarny, zamiast redukować się całkowicie do azotu amonowego. Jest to znaną przyczyną strat azotu przez ulatnianie związanych z procesem denitryfikacji. Niekiedy podnosi się również, że nitryfikacja azotu amonowego zachodzi poprzez te same związki przejściowe, a więc tym samym może być także przyczyną strat.

W glebie brak jest w zasadzie silniejszych reduktorów i utleniaczy, choć zwraca się niekiedy uwagę na możliwość występowania nadtlenczków [5]. Stąd przeprowadzenie na drodze czysto chemicznej pełnej przemiany N^{-3} do N^{+5} i odwrotnie nie wydaje się możliwe. Tak nitryfikacja, jak i denitryfikacja mają charakter procesów mikrobiologicznych. Prawdopodobnie jest jednak chemiczne przekształcenie produktów pośrednich powstałych na drodze procesów mikrobiologicznych i enzymatycznych. Produkty te są z reguły bardziej reaktywne niż azotany i azot amonowy.

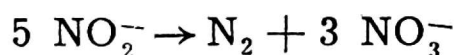


Rys. 3. Schemat przemian redukcyjno-oksydacyjnych azotu w glebie

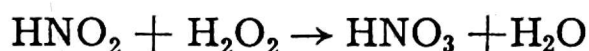
Najbardziej znane są reakcje redukcji azotynów do azotu elementarnego [6, 10], określane nawet mianem denitryfikacji chemicznej. Jako reduktory mogą tu przy tym wystąpić sole amonowe i aminy:



Znana jest też reakcja samoutleniania azotynów, której produktami są azotany i azot elementarny:



Utlenianie azotynów do azotanów na drodze chemicznej może zachodzić w glebie w ogóle stosunkowo łatwo, choćby przy udziale nadtlenku wodoru:



Można przyjąć, że wiele jeszcze nowego do pełnego poznania przemian redukcyjno-oksydacyjnych azotu wniosą badania nad reakcjami zachodzącymi w glebie z udziałem wolnych rodników [5].

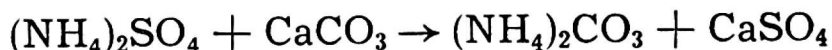
Rozkład soli amonowych i ulatnianie amoniaku

Proces ulatnianie amoniaku z gleby obejmuje dwa podstawowe etapy:
 — powstawanie amoniaku w wyniku hydrolizy soli amonowych,
 — proces ulatniania poza środowisko glebowe, związany z ograniczeniem wtórnego wiązania amoniaku.

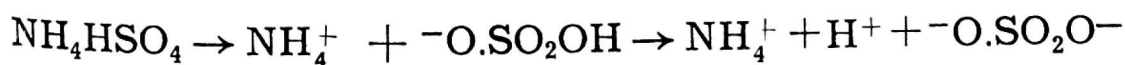
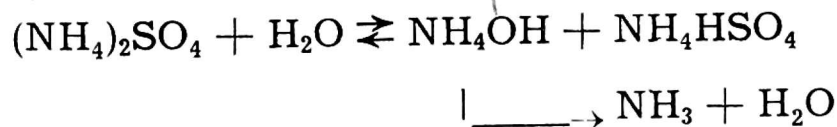
Oba etapy łączono jeszcze niedawno z wyraźnie alkalicznym odczynem gleb, ograniczając możliwość strat przez ulatnianie amoniaku do gleb zdecydowanie alkalicznych. Badania przeprowadzone w ostatnich latach doprowadziły do modyfikacji tego stanowiska. Rozszerzono przede wszystkim możliwości powstawania amoniaku [3, 4, 7, 9, 14]. Obejmują one:

- reakcje wymiany pomiędzy solami amonowymi a węglanami prowadzące do powstawania łatwo hydrolizującego węglanu amonu,
- hydrolizę soli amonowych opartą o różne mechanizmy przesuwania równowagi reakcji specyficzne dla gleby,
- łączenie jonów amonowych ze słabymi kwasami organicznymi na sole ulegające łatwo hydrolizie,
- wydzielanie znacznych ilości amoniaku w toku rozkładu materii organicznej bogatej w azot.

Pierwsza z wymienionych możliwości sprowadza się do następującego zespołu reakcji chemicznych:

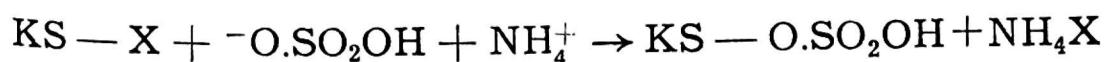
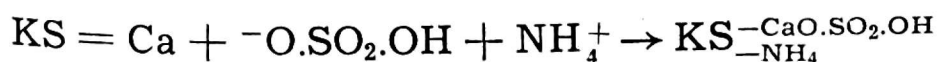


Hydroliza soli amonowych przebiega w myśl schematów:



Przesunięcie równowagi tych reakcji umożliwia w glebie udział zjawisk sorpcyjnych prowadzących do usuwania ich produktów.

(KS = kompleks sorpcyjny):



Przy tym dla $\text{X} = \text{OH}^-$ $\text{NH}_4\text{X} = \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Wiązanie tych produktów przez kompleks sorpcyjny na drodze bezpośredniej reakcji wymiany z wysycającym go wapniem, na drodze łączenia poprzez mostek wapniowy, a w szczególnych wypadkach przez wymianę anionową, stwarza zawsze szanse na powstawanie amoniaku.

W zakresie możliwości ulatniania amoniaku poza środowisko glebowe ujawniają się znów specyficzne właściwości gleby. Jako układ trójfazowy umożliwia ona ogólnie cząsteczkom amoniaku wyjście na zewnątrz. Ewentualność ich wtórnego wiązania jest ograniczona, przez stosunkowo niskie stężenie czynnych jonów wodorowych. Warto zwrócić uwagę, że nawet w warunkach laboratoryjnych płuczka wypełniona roztworem kwasu o pH 4—6 nie byłaby również w stanie przechwycić całość przepuszczanego przez nią amoniaku.

W oparciu o te rozważania można stwierdzić, że ulatnianie amoniaku nie ogranicza się wcale wyłącznie do gleb wyraźnie alkalicznych, choć sprzyja mu oczywiście alkaliczny odczyn gleby i jej wapnowanie. Trzeba dodać, że ulatnianie amoniaku ułatwia równoległe parowanie gleb, w rezultacie czego powinno ono być uzależnione również od wilgotności i warunków termicznych [9, 14].

Tabela 1

Ulatnianie amoniaku w zależności od temperatury, wilgotności
i wapnowania gleby (1,5 kg)
mg N (NH₃)

Dawka azotu)	Wilgot- ność % ppw.	Wapno- wanie	Temperatura				
			3°C	18°C		40°C	
			czas pomiaru w tygodniach				
			1	1	3	1	
0	20	—	0,10	0,05	0,26	0,28	
		—	0,05	0,06	0,21	0,29	
	60	1	—	0,10	1,08	—	
		2	—	0,25	1,35	—	
	80	—	—	0,16	0,13	0,35	1,84
		—	—	0,30	2,85	6,45	5,34
150	20	—	0,31	2,70	5,71	4,68	
		—	—	—	—	—	
	60	1	—	3,60	11,80	—	
		2	—	4,13	14,84	—	
	80	—	—	0,43	3,13	8,16	7,00
		—	—	—	—	—	—

*) jako siarczan amonu

Autorzy przeprowadzili w tym kierunku badania, które są przedmiotem szczegółowych publikacji skierowanych już do druku (Pamiętnik Puławski 1976). Badaniami objęto proces ulatniania amoniaku w warunkach laboratoryjnych, w doświadczeniach wazonowych i w warunkach polowych.

W tabeli 1 przedstawiono skrócone wyniki doświadczeń laboratoryjnych dotyczących wpływu na ulatnianie amoniaku temperatury i wilgotności gleby oraz jej wapnowania. Stwierdzono ogólnie, że ulatnianie rośnie silnie w miarę wzrostu temperatury oraz pod wpływem wapnowania. Najkorzystniejsze warunki dla ulatniania stwarza przy tym niska lub skrajnie wysoka wilgotność gleby. Przy wilgotności niskiej jest to wynikiem dużej drożności przestworów powietrznych, przy wysokiej rezultatem intensywnego parowania wody.

Wyniki badań laboratoryjnych znalazły pełne potwierdzenie w doświadczeniach wazonowych. Jednocześnie doświadczenie te wprowadziły dodatkowy element wpływu roślin, których obecność znacznie ograniczała ulatnianie amoniaku. Jego istotność potwierdziło także w pomiarach polowych [7], wykazując jednocześnie zależność od stosowanego nawożenia. Jako przykład mogą tu służyć dane z doświadczenia z nawożeniem obornikiem i azotem mineralnym przedstawione w tabeli 2.

Jest oczywiście nieco ryzykowne przeliczanie wyników takich pomiarów na większe powierzchnie i dłuższe okresy czasu. Przy całej ostrożności można jednak stwierdzić orientacyjnie, że w doświadczeniu, którego dotyczy tabela 2, ulatnianie amoniaku objęło w ciągu miesiąca 1—3 kg N/ha. Przyjmując nawet wydatne obniżenie poziomu ulatniania

Tabela 2

Ulatnianie amoniaku w zależności od nawożenia
(doświadczenie polowe)
mg N/350 cm²/ 4 tygodnie

Obornik t/ha	Nawożenie azotowe kg/ha				Średnie
	0	40	80	120	
0	5,93	6,63	7,77	9,99	7,58
30	6,02	3,66	4,67	6,44	5,20
Średnie	5,98	5,15	6,22	8,22	6,39

NUR (p=0,05) dla obornika — 2,19
LSD dla azotu — 0,84

w miesiącach następnych, możemy założyć, że sięgało ono co najmniej 15—20 kg rocznie, co jest oczywiście ilością znaczącą.

Ten rząd wielkości ulatniania potwierdziły również pomiary na obszarze innych doświadczeń polowych. Natomiast doświadczenia wazonowe zwróciły jednocześnie uwagę na bardzo istotne znaczenie głębokości umieszczania azotu w glebie [4, 9]. Ulatnianie było wielokrotnie silniejsze przy płytkim umieszczeniu nawozu azotowego, niż przy wymieszaniu go z całą masą gleby, a szczególnie przy umieszczaniu głębiej.

Trzeba dodać, że zjawisko ulatniania amoniaku ma, wbrew rozpowszechnionym poglądom, charakter powszechny. Jego występowanie potwierdzono dla kilkunastu gleb o bardzo zróżnicowanych właściwościach, w tym również dla gleb obojętnych i kwaśnych. Wszystko to świadczy, że wtórne wiązanie już powstałego amoniaku nie ma praktycznie większego znaczenia, na co zwracano już uwagę poprzednio. Z tych też względów możemy liczyć się ze znacznymi stratami amoniaku powstającego w glebie, w dużych ilościach w okresach gwałtowniejszej mineralizacji materii organicznej. Tym więcej, że są to zwykle okresy wyższych temperatur, co w świetle przeprowadzonych badań szczególnie sprzyja ulatnianiu amoniaku.

Problem strat azotu z gleby

Straty azotu wiążą się z jego wyjściem poza środowisko glebowe w rezultacie ulatniania lub wymywania. Możliwości ulatniania wiązano dotąd zwykle niemal wyłącznie z denitryfikacją i powstawaniem azotu elementarnego, bądź podtlenków azotu. W świetle przeprowadzonych badań własnych, a także skąpych jeszcze danych literaturowych [7, 9, 14], należy jednak brać poważnie pod uwagę ulatnianie amoniaku.

Wymywanie azotu z gleby, wobec łatwości sorpcji azotu amonowego ograniczone zwykle do formy azotanowej, uważano do niedawna w zasadzie za główną przyczynę strat [1, 2, 16, 17, 18]. Stąd też cała technologia nawożenia azotowego była nastawiana na zapobieganie wymywaniu azotanów, przy poświęceniu znacznie mniejszej uwagi ryzyka strat przez ulatnianie. Niebezpieczeństwa dopatrzono się też w procesie nitryfikacji i stąd wszczęto intensywne badania nad stosowaniem jego inhibitorów.

Wymywanie jest oczywiście uzależnione od ruchów wody w glebie związanych z opadami atmosferycznymi. W naszych warunkach przesunięcia wody w dół profilu glebowego przeważają rzeczywiście nad jej podsiąkaniem w wyniku procesu parowania i zjawisk fizycznych zachodzących w glebie. Jednak nie można nie liczyć się zupełnie z faktem,

że obok ruchów wody, a w ślad za tym i azotanów, skierowanych ku dołowi, występują i ruchy odwrotne. Trzeba zwrócić uwagę, że okresy sprzyjające wymywaniu nie pokrywają się zwykle z terminami stosowania nawożenia azotowego oraz okresami nasilenia procesu nitryfikacji. Ogranicza to niewątpliwie ryzyko strat azotanów.

Potwierdzenia takiego stanowiska można doszukać się w wynikach analiz wód drenarskich, sugerujących wymywanie roczne nie więcej niż kilka kg azotu z hektara [8, 16]. Natomiast wyższy poziom wymywania sugerowany przez wyniki badań lizymetrycznych [18], a szczególnie modelowych doświadczeń laboratoryjnych, może budzić pewne wątpliwości. W doświadczeniach tego typu stwarza się zwykle warunki jednokierunkowego przepływu wody, zupełnie nie odpowiadające naturalnym warunkom glebowym. Uzyskuje się wprawdzie wiele cennych informacji jednak odnoszenie wynikających z nich wniosków bezpośrednio do gleby jest niezwykle ryzykowne.

Do pewnych modyfikacji poglądów na wymywanie azotu prowadzą też badania nad wpływem na ten proces różnych czynników dodatkowych. Ilustrują to wyniki uzyskane przez autorów w doświadczeniach laboratoryjnych, zaprezentowane częściowo w tabeli 3. Obliczając procent strat azotu dodawanego do różnych gleb odjęto uprzednio wynik prób kontrolnych, bez dodatku azotanu amonu. Warto dodać, że wpływ czynników doświadczeń przedstawiał się podobnie również dla azotu mineralnego zawartego w samych glebach.

Okazuje się przede wszystkim, że możliwość wymywania nie ogranicza się wyłącznie do azotanów. Mogą mu ulegać również związki amonowe, jeżeli wprowadza się je do gleby w dawkach przekraczających jej aktualną zdolność sorpcyjną (gleby lekkie), lub stwarza warunki szczególnie sprzyjające desorpcji azotu amonowego. W praktyce może

Tabela 3

Wymywanie azotu z 6 gleb z dodatkiem azotanu amonu
%

Forma azotu	Wapnowanie	Wymywanie			
		H ₂ O		1 M KCl	
			średnia		średnia
NH ₄ ⁺	—	1,4—33,2	9,8	40,4—62,9	54,1
	+	2,3—31,4	10,9	53,8—88,1	78,2
NO ₃ ⁻	—	20,9—44,3	34,6	6,1—42,0	26,6
	+	39,9—68,5	52,1	2,7—31,9	23,8

do tego prowadzić choćby wapnowanie oraz stosowanie wysokich dawek potasu, co sugerują właśnie wyniki podane w tabeli 3. Co ciekawe wapnowanie gleb sprzyjało również wymywaniu azotanów wodą, nie oddziałując na ich wymywanie roztworem KCl.

Wydaje się, że niewątpliwie istniejącym różnicom w zachowaniu się w glebie azotu amonowego i azotanów, przypisuje się niekiedy zbyt wielkie znaczenie, zwłaszcza w warunkach intensywnego nawożenia. Nie chodzi tu tylko o to, że jony amonowe pozostające w roztworze glebowym mogą być nawet z uwagi na swoje rozmiary ruchliwsze od jonów azotanowych. Ważniejszy jest fakt ogromnej dynamiki przemian obu form azotu [6, 13], w jej rezultacie ilościowe proporcje pomiędzy nimi układają się po stosunkowo krótkim okresie w sposób właściwy dla danej gleby i panujących w niej warunków, a nie zgodnie ze składem stosowanych nawozów. Warto zwrócić uwagę, że w Polsce pomimo znacznego udziału azotanów w nawożeniu, zawartość azotu amonowego w glebach jest wielokrotnie wyższa niż azotu azotanowego. Natomiast w Zachodniej Europie sytuacja jest dokładnie odwrotna pomimo nie różniącej się zasadniczo struktury nawożenia azotowego.

Problem strat azotu, niezależnie od szczegółowych przyczyn ich występowania, stał się aktualnie jednym z najważniejszych problemów chemii rolnej. Na potwierdzenie tego warto przypomnieć, że straty azotu wprowadzanego z nawozami ocenia się nawet na 20—30%, a stopień wykorzystania azotu przez rośliny na zaledwie 50—60%. Do tego dochodzi jeszcze związana ze stratami przez wymywanie możliwość zanieczyszczenia środowiska wodnego, realna nawet gdy udziałowi wymywania w ogólnych stratach przypiszemy mniejszą rolę [12]. Wydaje się, że badania prowadzące do poprawy tej sytuacji i do oszczędniejszej i bezpieczniejszej gospodarki azotem powinny obejmować równolegle zagadnienia wprowadzania nowych form nawozów azotowych oraz zmian w technologii ich stosowania.

LITERATURA

1. Bartoszewicz A.: Roczn. AR Poznań, t. 159, z. 28, 1985.
2. Borowiec S., Skrzeczyński T., Kucharska T.: Migracja składników mineralnych z gleb Niziny Szczecińskiej. Szczec. Tow. Nauk. Wydział Nauk Przyr.-Roln. 1, 3—66, 1978.
3. Feagley S.E., Hossner L.R.: Soil. Sci. Soc. Amer. Jour. t. 42, m. 2, 364—366, 1978.
4. Fenn L.P., Kissel D.E.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. t. 39, nr 4, 631—633, 1975.
5. Gołębiowska D.: AR Szczecin. Rozprawy, nr 83, 3—300, 1982.
6. Gołębiowska J.: Mikrobiologia rolnicza. PWRiL. Warszawa 1975.
7. Kissel D.E., Fenn L.P.: Agron. Jour. t. 69, nr 3, 473—476, 1977.
8. Kostrzewa S., Pływaczyk A.: Zesz. Nauk. WSR Wrocław 90, 67—74, 1970.
9. Lippold H., Herbern R.: Arch. f. Acker. Pflban. t. 19, nr 9, 619—630, 1975.
10. Lityński T., Jurkowska H.: Żyzność gleby i odżywiania się roślin. PWN, Warszawa 1982.
11. Łoginow W.: Pamiętnik puław. 29, 3—43, 1967.
12. Łoginow W.: Zesz. Probl. Podst. Nauk. Roln. z. 217, 186—199, 1979.
13. Łoginow W., Witaszek J.: Pamiętnik puław. 24, 5—23, 1966.
14. Mills A., Barker A.V.: Agron. Journ. t. 66, nr 3, 353—358, 1974.
15. Myśków W.: Substancje organiczne gleby ich właściwości i oddziaływanie na rośliny. Wydawnictwo IUNG. Puławy 1976.
16. Pondel H., Terelak H.: Pam. Puław. Prace IUNG, 75, 149—167, 1981.
17. Popławski Z., Filipiak K.: Roczn. Gleb. 1, 33—63, 1981.
18. Ruszkowska M.: Roczn. Nauk roln. 173, 7—53. 1979.

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO ROLNICZE I LEŚNE POLECA

DR INŻ. FRANCISZEK KAGAN, DR INŻ. ANDRZEJ STUDZIŃSKI

TERMINARZ OCHRONY WARZYW

WARSZAWA 1986 R. NAKŁ. 40 000 EGZ., STRON 180, CENA ZŁ 650,—

Obecnie, kiedy chemizacja pól, ogrodów i upraw szklarniowych jest nadmierna, zmierza się do ograniczenia środków chemicznych do niezbędnego minimum. Drugie wydanie omawianej publikacji, które zostało uzupełnione i uaktualnione omawia w sposób najbardziej właściwy zwalczanie chorób i szkodników warzyw. Nowoczesny program ochrony roślin jest realizowany poprzez prognozowanie pojawu i szkodliwości agrofagów oraz ustalenie najbardziej optymalnych terminów zwalczania. Nie wyklucza to chemicznej walki z chorobami i szkodnikami, jednak wyklucza niebezpieczeństwo bezmyślnego zanieczyszczenia środowiska.

Terminarz ochrony warzyw ma ułatwić pracownikom służby rolnej oraz terenowej służbie ochrony roślin, a także ogrodnikom, stosowanie prawidłowej ochrony przed chorobami i szkodnikami.

Na wstępie omówiono zabiegi agrotechniczne, te które mogą znacznie wpłynąć na wyniszczenie pasożytów, regulowanie terminów wysiewu, zaprawianie nasion, dezynfekcję i dezynsekcję ziemi, mechaniczne metody zwalczania a następnie chemiczne metody zwalczania. Podano preparaty do zwalczania chorób i szkodników warzyw. Omówione środki chemiczne ujęto alfabetycznie omawiając najpierw insektycydy, akarycydy a następnie nematocydy, rodentocydy, limacydy, preparaty odstrasżające ptaki — avirepenty, preparaty do zaprawiania i inkrustowania nasion warzyw i wreszcie fungicydy.

Szczególą uwagę zwrócono na środki ostrożności przy stosowaniu preparatów chemicznych stosowanych w warzywnictwie i okresy karencji ze względu na krótki okres wegetacji niektórych warzyw, zwłaszcza uprawianych pod szkłem i folią. Autorzy udzielają praktycznych wskazówek przy posługiwaniu się środkami chemicznymi zwłaszcza silnych trucizn. Ostrożności i zachowanie daleko idącej rozwagi nigdy nie za dużo, zwłaszcza jeśli chodzi o zdrowie i życie ludzi oraz zwierząt. Część tę kończy krótka informacja na temat udzielenia pierwszej pomocy osobom, które uległy zatruciu.

Następna część obejmuje ramowy program ochrony warzyw. Podano w sposób dokładny ochronę poszczególnych warzyw — w ujęciu alfabetycznym — najczęściej uprawianych w naszych warunkach. Główną część publikacji stanowią barwne tablice obrazujące rozwój chorób i szkodników oraz podano sposoby ich zwalczania. Zilustrowano rośliny żywicielskie, rodzaj uszkodzeń a następnie fazy rozwojowe chorób i szkodników poszczególnych warzyw w poszczególnych miesiącach od kwietnia do grudnia i marca następnego roku. Materiał podano w 61 barwnych tablicach.

Terminarz zalecany jest dla bibliotek wojewódzkich, miejskich i gminnych.

Publikację kończy alfabetyczny spis polskich nazw chorób i szkodników podanych w tablicach barwnych oraz alfabetyczny spis łacińskich nazw chorób i szkodników podanych w tablicach barwnych. Informacje te znacznie ułatwiają korzystanie z Terminarza.