

Mineralisatie van organische stof en nitrificatie van ammonium in IJsselwater

Volgens Eggink [7] mag worden aangenomen dat in oppervlaktewater nitrificatie beneden 10° C tot stilstand komt. Door Engelse onderzoekers wordt volgens hem als grens een temperatuur van 8° C aangegeven.

Deze grens zou derhalve in water hoger liggen dan in grond. Gerretsen [10] vond dat in een kalkrijke tuingrond nitrificatie plaatsvond tussen 0° en 35° C. Seifert [17, 18] stelde vast, dat nitrificatie in grond, hoewel in geringe mate, nog kan plaats vinden bij 2° C. Anderson c.s. [1, 2, 3, 4] en Tyler c.s. [20] vermelden nitrificatie in grond bij 3° C, Guistiniani [11] bij 4° C, Schlösing en Müntz [15], Stojanovic en Broadbent [19], Van Schreven [16] en Chandra [5] bij 5° C, Frederik [9] bij 7° C, Sabey c.s. [14] bij 8° C.

In het algemeen bleek de aanloopperiode, welke vooraf ging aan de nitrificatie in de grond, langer te duren naarmate de gronden zuurder en de temperaturen lager waren.

In een voedingsoplossing konden Deppe en Engel [8] nog een geringe, doch merkbare oxydatie van nitriet door *Nitrobacter winogradsky* Buch vaststellen bij 4° C.

Naar aanleiding van het bovenstaande werd een proef genomen waarbij periodiek het verloop van de stikstofmineralisatie, respectievelijk nitrificatie van ammonium in IJsselwater werd nagegaan bij incubatie gedurende 15 weken bij 5° C en bij 29° C na toevoeging van

- 5 gram luzernemeel per liter
- 100 mg N als ammoniumnitraat per liter en
- 50 mg N als ammoniumsulfaat per liter.

Proefopzet

Voor de proef werden jampotten van 1080 ml gebruikt, die gevuld werden met 900 ml water waaraan het organische materiaal, respectievelijk de zouten, werden toegevoegd. De potten werden afgesloten met een deksel voorzien van een gat van ± 8 mm diameter. Periodiek werden ammonium en nitraat in de oplossingen bepaald, waarvoor telkens de inhoud van een jampot, respectievelijk geïncubeerd bij 5° C en bij 29° C, werd gebruikt.

Ammonium werd bepaald door destillatie met MgO en nitraat door de hoeveelheid ammonium, gevonden na destillatie met 33 % NaOH, af te trekken van de totale hoeveelheid minerale stikstof die bepaald werd volgens Cotte en Kahane [6], waarbij een even sterk loog werd gebruikt. In het water waaraan

luzernemeel was toegevoegd werd tevens de BOD₅ bepaald.

Het onbehandelde IJsselwater bevatte per liter 1,6 mg N als NH₄⁺ en 3,0 mg N als NO₃⁻.

Resultaten

De uitkomsten van het onderzoek zijn weergegeven in tabel I. Hieruit blijkt dat bij incubatie bij 5° C de mineralisatie van het toegevoegde luzernemeel pas in de tweede helft van de proef merkbaar op gang kwam. Aan het einde van de proef was iets minder dan 1/3 deel van de met luzerne toegevoegde stikstof (166 mg) omgezet in ammonium. Bij de objecten b en c werd tegen het einde van de proef wat ammonium genitrificeerd. Bij 29° C verliep de mineralisatie van de organische stikstof van het luzernemeel veel sneller. Na 6 weken incuberen was al ongeveer de helft geammonificeerd.

Bij dit object trad na een stijging van het gehalte aan minerale stikstof een geleidelijke afname op, hetgeen òf moet worden toegeschreven aan denitrificatie van gevormd nitraat, òf (en) van vervluchtiging in de vorm van ammoniak. Aangezien het niet waarschijnlijk is dat in de suspensie alle verliezen aan stikstof een gevolg zijn geweest van vervluchtiging in de vorm van ammoniak, ligt het meer voor de hand aan te nemen dat in aanwezigheid van het organische materiaal de denitrificatie bij 29° C zo snel verliep, dat gevormd nitraat onmiddellijk werd ontleed.

Daar denitrificatie bij 5° C te verwaar-

lozen is [Nommik, 12], terwijl nitrificatie bij deze temperatuur wel mogelijk is, zou men verwachten dat een deel van de ammoniumstikstof, gevormd uit het toegevoegde organische materiaal, in nitraat zou zijn omgezet en als zodanig zou toenemen bij object a. Waarschijnlijk was bij 5° C bij aanwezigheid van veel organisch materiaal de nitrificatie echter zowel door de lage temperatuur als door een te laag zuurstofgehalte zodanig geremd, dat nitraat in dit object na 15 weken nog niet was gevormd.

Bij de objecten b en c, geïncubeerd bij 29° C, werd ± 50 % van de toegevoegde ammoniumstikstof genitrificeerd en 10-20 % van de stikstof ging door denitrificatie verloren. Deze processen verliepen voornamelijk in de eerste weken van de proef en gingen daarna niet of nauwelijks verder, vermoedelijk als gevolg van de daling van de pH die bij nitrificatie van toegevoegde ammoniumzouten optreedt. Door toevoeging van 50 mg N als ammoniumsulfaat wordt bij volledige nitrificatie niet minder dan 225 mg salpeterzuur en 175 mg zwavelzuur per liter water gevormd. Aan het eind van de proef was de pH voor de objecten a, b en c, geïncubeerd bij 29° C respectievelijk 8,3, 4,1 en 4,0 en was daarmee voor de objecten b en c dan ook gedaald tot aan de grens waarbij nitrificerende en denitrificerende bacteriën werkzaam kunnen zijn. Bij 29° C ging bij object a de oxydatie van ammonium waarschijnlijk wel door maar verliep, vermoedelijk door gebrek aan zuurstof, traag (om stikstof om te zetten van de ammonium-

TABEL I - Het verloop van de gehalten aan minerale stikstof (mg/l) in IJsselwater over een periode van 15 weken na toevoeging van resp. (a) 5 g luzernemeel per liter (bij dit object ook het verloop van het zuurstofverbruik), (b) 100 mg N als NH₄NO₃ en (c) mg N als (NH₄)₂SO₄.

Datum	a				b			c		
	N als NH ₄ ⁺	N als NO ₃	tot. min. N	BOD ₅	N als NH ₄ ⁺	N als NO ₃	tot. min. N	N als NH ₄ ⁺	N als NO ₃	tot. min. N
bij 5° C										
11/3	3.0	3.0	6.0	1297	51.4	50.3	102.7	51.1	3.0	54.1
1/4	2.7	1.0	3.7	998	50.5	51.6	102.1	53.2	1.7	54.9
22/4	3.8	0.1	3.9	1167	51.3	51.6	102.9	51.2	3.2	54.4
13/5	18.8	0.9	19.7	816	50.4	52.4	102.8	49.9	5.0	54.9
3/6	26.2	0.0	26.2	838	40.0	57.6	101.6	43.1	13.1	56.2
24/6	51.8	0.0	51.8	571	34.6	67.9	102.5	31.5	24.0	55.5
bij 29° C										
11/3	3.0	3.0	6.0	1297	51.4	50.3	101.7	51.1	3.0	54.1
1/4	66.1	0.2	66.3	746	21.0	61.4	82.4	27.0	19.8	46.8
22/4	82.9	0.1	83.0	213	21.6	63.5	85.1	23.9	17.3	41.2
13/5	79.1	0.3	79.4	200	23.3	65.0	88.3	26.4	19.2	45.6
3/6	57.0	0.0	57.0	298	23.2	67.3	90.5	24.6	19.5	44.1
24/6	27.1	0.0	27.1	222	19.8	63.8	83.6	25.2	19.8	45.0

vorm in nitraat is meer dan vijf maal het gewicht van stikstof aan zuurstof nodig) en zeer veel trager dan in grond bij dezelfde incubatiewijze.

Uit de verkregen uitkomsten volgt echter wel, dat bij 5° C nitrificatie in het water kan plaatsvinden mits voldoende zuurstof aanwezig is, hoewel pas na een lange aanloopperiode, zodat het wel waarschijnlijk is dat dit eerst het geval zal zijn wanneer het aantal nitrificerende bacteriën een zekere grens zal hebben overschreden, of (en) de bacteriën zich voldoende hebben aangepast aan deze lage temperatuur. Bij 5° C werden geen stikstofverliezen geconstateerd.

Verder volgt uit de proef dat in oppervlaktewater mineralisatie van organische stof zal plaatsvinden, zowel bij 5° C als bij hogere temperatuur en dat er in stilstaand water bij hogere temperatuur naast nitrificatie ook denitrificatie kan optreden. Op grond van resultaten verkregen bij opslag van water van de Thames en Lee kwam Windle Taylor [22] ook tot de conclusie, dat stikstofverliezen in dit water moesten worden toegeschreven aan denitrificatie. Rook en Oskam [13] vonden stikstofverliezen in het Berenplaat-reservoir, die door hen eveneens werden toegeschreven aan denitrificatie. Of denitrificatie in het vrije stromende water van de IJssel plaatsvindt is echter nog de vraag, aangezien denitrificatie niet of nauwelijks optreedt als het zuurstofgehalte van het water meer is dan 1 mg [Wheatland c.s., 21].

Wel is het waarschijnlijk dat nitraten die in het slib terecht komen worden gedennitrificeerd.

Wat het zuurstofgebruik betreft, dit liep bij object a bij 5° C terug van bijna 1300 mg/l aan het begin van de proef tot beneden de 600 mg/l aan het einde ervan. Bij 29° C was het bij het einde van de proef gedaald tot ruim 200 mg/l.

Literatuur

1. Anderson, O. E. and Purvis, E. R., *Effects of low temperatures on nitrification of ammonia in soils*. Soil Sci. 80, 313-318, 1955.
2. Anderson, O. E., *The effect of low temperatures on nitrification of ammonia in Cecil sandy loam*. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 24, 286-289, 1960.
3. Anderson, O. E. and Boswell, F. C., *The influence of low temperature and various concentrations of ammonium nitrate on nitrification in acid soils*. Soil Sci. Amer. Proc. 28, 525-529, 1964.
4. Anderson, O. E., Boswell, F. C. and Stacy, S. V., *Effect of temperature on nitrification in Georgia soils*. Georgia agric. Exp. Sta. Bull. (n.s.) 130, p. 22, 1965.
5. Chandra, P., *Note on the effect of shifting temperatures on nitrification in a loam soil*. Canad. J. Soil Sci. 42, 314-315, 1962.
6. Cotte, J. et Kahane, E., *Sur une nouvelle méthode de réduction pour le dosage des nitrates*. Bull. Soc. Chim. France, 542-544, 1946.
7. Eggink, H. J., *Het oppervlaktewater als ontvangend water*. Cursus algemene aspecten voor het ontwerpen van zuiveringsinstallaties voor afvalwater, 1967-1968.
8. Deppe, K. und Engel, H., *Untersuchungen über die Temperaturabhängigkeit der Nitritbildung durch Nitrobacter winogradsky Buch. bei ungehemmtem und gehemmttem Wachstum*. Zentr. bl. f. Bakt. etc. II Abt. Bd. 113, 561-568, 1960.
9. Frederick, L. R., *The formation of nitrate from ammonium nitrogen in soils*. I. Effect of temperature. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 20, 496-500, 1956.
10. Gerretsen, F. C., *Enkele waarnemingen betreffende de invloed van de temperatuur op de nitrificatie en vastlegging van de stikstof*. Landb. Tijdschr. 54, 373-383, 1942.
11. Giustiniani, M. E., *L'humidité des terres et la dénitrification*. Ann. Agron. 27, 262-623, 1901.
12. Nommik, H., *Investigations on denitrification in soil*. Acta Agric. Scand. 6, 195-228, 1956.
13. Rook, J. J. en Oskam, G., *Biologisch-chemische ervaringen met opslag van Rijnwater in het Berenplaat-reservoir*. H₂O Tijdschr. voor Drinkwatervoorz. en afvalwaterbeh. 2, 269-278, 1969.
14. Sabey, B. R., Bartholomew, W. V., Shaw, R. and Pesek, J., *Influence of temperature on nitrification in soils*. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 20, 357-360, 1956.
15. Schlösing, Th. et Müntz, A., *Recherches sur la nitrification* Compt. Rend. Acad. Sci. (Paris) 89, 1074-1077, 1879.
16. Schreven, D. A. van, *Proefnemingen in verband met stikstofmineralisatie in grond*. Zwolle. Van Zee tot Land, 26, 26-52, 1958.
17. Seifert, J., *The effect of low temperature on the intensity of nitrification*. Folia microbiol. 6, 350-353, 1961.
18. Seifert, J., *The effect of winter on the number of bacteria and nitrification power of soils*. II. Acta Univ. Carolinae Biol. Duppl. 41-49, 1962.
19. Stojanovic, B. J. and Broadbent, F. E., *Influence of low temperatures on nitrogen transformations in Honeoye silt loam*. Soil Sci. 84, 243-248, 1957.
20. Tyler, K. E., Broadbent, F. E. and Hill, G. N., *Low-temperature effects on nitrification in four California soils*. Soil Sci. 87, 123-129, 1959.
21. Wheatland, A. B., Barret, M. J. and Bruce, A. M., *Some observations on denitrification in rivers and estuaries*, J. Inst. Sew. Purif. Part 2, 149, 1959.
22. Windle Taylor, E., *Thirty-eighth report on the results of the bacteriological, chemical and biological examination of the London waters for the years 1957-1958, 1960*.