



Strooizout veroorzaakt variatie binnen zuringsoorten

Strooizout heeft een aantal directe en indirecte effecten op de bermflora, die zichtbaar worden in bepaalde patronen in de verspreiding van plantesoorten langs onze wegen. Een van de mogelijke oorzaken van deze patronen is de aanpassing aan hoge natrium- en de daarbij behorende lage kaliumconcentraties. Dit is uitgewerkt voor twee zuringsoorten, nl. Schapezuring (*Rumex acetosella* L.) en Veldzuring (*R. acetosa* L.).

A. van Ast,
J. M. van Groenendaal
& S. J. ter Borg

Potentieel vormen de ca. 52.000 ha wegbermen in ons land een groot reservoir voor een, zij het beperkt, aantal natuurwaarden (Zonderwijk, 1981; Sykora et al., 1988). De mogelijkheden van dit reservoir worden beperkt door een aantal randvoorwaarden, die in verband staan met verkeerstechnische aspecten en met de middelen die beschikbaar zijn voor beheer en kwaliteitsverbetering van de bermvegetatie. Een van de verkeerstechnische aspecten is de gladheidsbestrijding met behulp van strooizout, dat in de meeste gevallen bestaat uit gedenatureerd natriumchloride (NaCl). Voor NaCl bestaan vooralsnog geen even goede als goedkope alternatieven, hoewel sinds enige jaren wordt geëxperimenteerd met o.a. zgn. 'nat zout', waarbij calciumchloride (CaCl₂) wordt toegepast in een hoeveelheid van 7 g per m² wegdek (Van der Burg, 1988). Van het gewone strooizout wordt momenteel 22 g per m² wegdek en per strooibeurt gebruikt (Hoekstra, 1984). Uit onderzoek is gebleken dat 88% hiervan door afspoeling vlak naast de weg terecht komt (Werkgroep Zoutbalans, 1977).

Grondmonsters, verzameld op 7 april 1983 in de berm langs de A1 ter hoogte van Barneveld, gaven vlak langs de wegrand een gehalte van ongeveer 250 mg zout per kg droge grond te zien (Clevering, 1985). Dit is een waarde die

kan worden vergeleken met die op de hogere gedeelten van de kwelders, die één of enkele malen per jaar met zeewater worden overspoeld. In de helmduinen is de zoutbelasting aanzienlijk lager, nl. ca 100 mg per kg droge grond (Roze-ma, 1978). De hoeveelheid zout bleek snel af te nemen met de afstand tot de weg, en was op 10 meter van de wegrand al gedaald tot 50 mg per kg droge grond.

De zoutbelasting van bermen is voornamelijk geconcentreerd in het rustseizoen van planten (Liem et al., 1985; Thompson et al., 1986). De meeste effecten van zout zijn dan ook indirect, met uitzondering van directe schade door spat-zout aan knoppen van bomen en struiken en aan de altijd groene planten zoals sommige naaldbhoutsoorten (Van der Burg & Kopinga, 1981). De indirecte werking speelt voornamelijk via de bodem, waar veranderingen optreden in o.m. structuur en nutriëntengehaltes. Een bodem kan, afhankelijk van het humus- en kleigehalte meer of minder (voedings-)ionen vasthouden, zodat deze niet wegspoelen buiten het bereik van plantewortels. Dit geldt vooral voor de positieve ionen, minder voor de negatieve. Het maakt dat het negatieve chloride-ion, dat een minstens tweemaal zo grote mobiliteit in de bodem heeft als het positieve natrium-ion, door de eerste lenteregens uit de bovenlagen wordt

weggespoeld (Fitter en Hay, 1981; Thompson et al., 1986); er worden dan ook lage residuwaarden gemeten. In diepere lagen neemt de concentratie van de chloride-ionen wel toe, en het zijn de daar wortelende bomen en struiken die daarvan de schade ondervinden. Deze schade uit zich in — vaak slecht waarneembare — groeiafname, bladverkleuringen en bladschade (Van der Burg, 1988).

In tegenstelling tot chloride accumuleert natrium boven in de bodem. In lage concentraties kan natrium, evenals chloride, soms een positieve werking hebben, maar bij hogere waarden ontstaan osmotische problemen; daardoor wordt de wateropname bemoeilijkt, worden metabolische processen in de plantecellen ontregeld, en wordt de structuur van membranen en eiwitten aangetast. Deze schade uit zich vooral bij kieming van zaden en bij jonge kiemplanten (Liem et al., 1985). Daarnaast worden door ophoping van natrium andere positieve ionen uit de bodem verdrongen, o.a. kalium en calcium.

Figuur 1 laat de waarden zien zoals gemeten in het proefgebied langs de A1. De ophoping van natrium en de ermee gepaard gaande verdringing van kalium en calcium bleken, zoals te verwachten was, het sterkst vlak langs de wegrand (K/Na verhouding 0,21); het effect nam af met de afstand tot de weg (K/Na verhouding 3,06 op 18 meter). Er was sprake van een tweede (kleine) Na-ophoping en K- en Ca-verdringing op 21 meter. Zoals aangegeven door Thompson et al. (1986) kan deze het gevolg geweest zijn van invang van verneveld pekelwater door de houtwal die de berm ter plaatse afsluit.

Kalium is naast fosfor en stikstof een van de drie essentiële macronutriënten voor planten, en ook calcium is, hoewel in geringere hoeveelheden, onmisbaar. Bovendien bepaalt calcium in belangrijke mate de bodemstructuur van kleigronden, die dan ook door werking van zout snel verslechtert, met als gevolg dat zowel de vocht- als de zuurstofvoorziening voor planten onvoldoende wordt.

Zoals geïllustreerd met behulp van gegevens van het proefgebied (fig. 2) wordt langs de meeste wegen een duidelijke zonering in de vegetatie waargenomen, parallel aan de weg. Deze kan het gevolg zijn van verschillende facto-

ren. Dat het strooizout hierbij een rol speelt wordt o.m. gedemonstreerd door het steeds verder in het binnenland voorkomen van echte zoutplanten zoals Deens lepelblad (*Cochlearia danica*) en Stomp kweldergras, (*Puccinellia distans subs. distans*) juist in de zone vlak langs de weg (Scott en Davison, 1985). Moeilijker aantoonbaar is het verdwijnen van soorten o.i.v. zout en andere effecten van verkeer. Een ander, en nog minder opvallend, maar daarom niet minder belangrijk verschijnsel is, dat van gewone bermsoorten zoals Veldzuring en Schapezuring dichtbij de weg een ander type wordt gevonden dan verder van de weg af. Op het eerste gezicht heeft het zout, c.q. het verkeer, hier geen effect, maar nadere beschouwing laat iets anders zien. In het veld waargenomen variatie in de bladmorphologie (Rijnders, 1984) suggereerde, dat hier verschillende populaties aanwezig zijn, waarvan de een beter is aangepast aan de wegrandsituatie, en de ander beter aan de situatie verder van de wegrand af. Van beide Zuringsoorten werden daarom in 1984 in het veld van een aantal individuen stekken genomen, zowel op 1 meter als op 18 meter van de wegrand (35 individuen per soort en per afstand). Deze stekken zijn, om een indicatie te krijgen van mogelijke genetische verschillen, onder uniforme omstandigheden in de proeftuin opgekweekt en van ieder individu zijn aan vijf blaadjes metingen verricht (fig. 3 en tabel 1). Uit de gegevens blijkt dat er inderdaad significante morfologische verschillen bestaan.

Om na te gaan of er naast deze morfologische ook fysiologische verschillen aanwezig waren, werden stekken van het proeftuinmateriaal op een voedingsoplossing opgekweekt. Daarbij werd het aanbod aan natrium en kalium gevarieerd, en wel dusdanig dat hun gezamenlijke concentratie constant werd gehouden (vervangingsreeks). Er werd gewerkt met vier verschillende K/Na-verhoudingen, en vijf herhalingen; iedere herhaling omvatte drie stekken van een bepaald type. De verwachting hierbij was dat planten uit de populatie dichtbij de weg (1 m-type) beter in staat zijn kalium op te nemen als er weinig kalium en veel natrium in de bodem aanwezig is dan planten uit de populatie verder van de weg af (18 m-type). Van de kaliumopname door planten is bekend dat deze bij een lage kaliumconcentratie selectief plaats heeft, maar bij

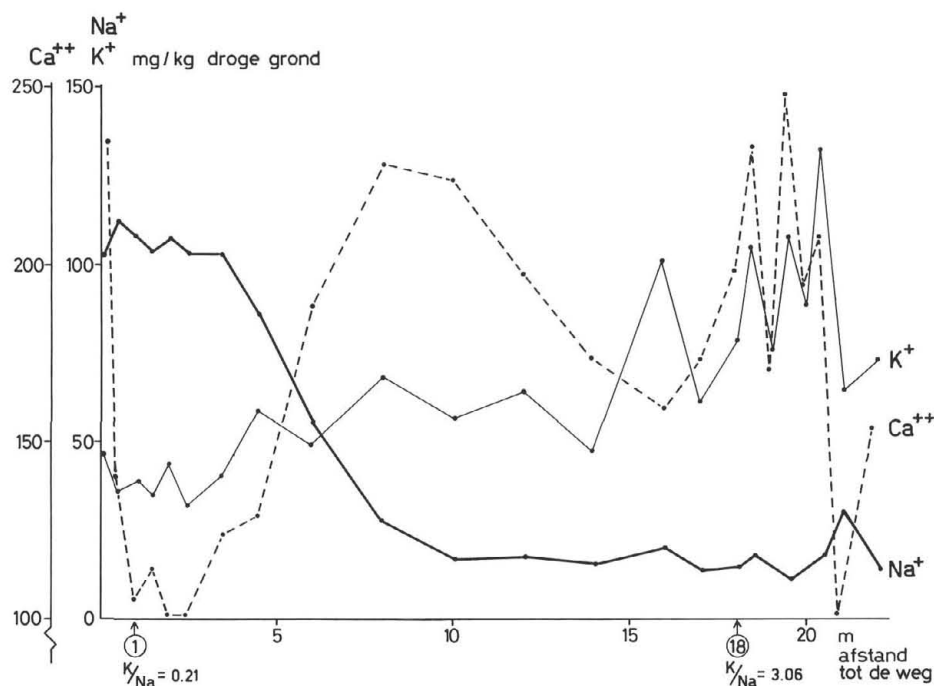


Fig. 1

Het verloop in de gehalten aan uitwisselbaar kalium, natrium en calcium met de afstand tot de wegrand. De gegevens betreffen een berm op humeuze zandgrond, langs de A1 ter hoogte van Barneveld. Monsters verzameld op 7 april 1983 (Clevering, 1985).

Variation in exchangeable Potassium, Sodium and Calcium with distance to the road surface, in soil samples taken from the road verge along the A1 near Barneveld on April 7, 1983 (Clevering, 1985).

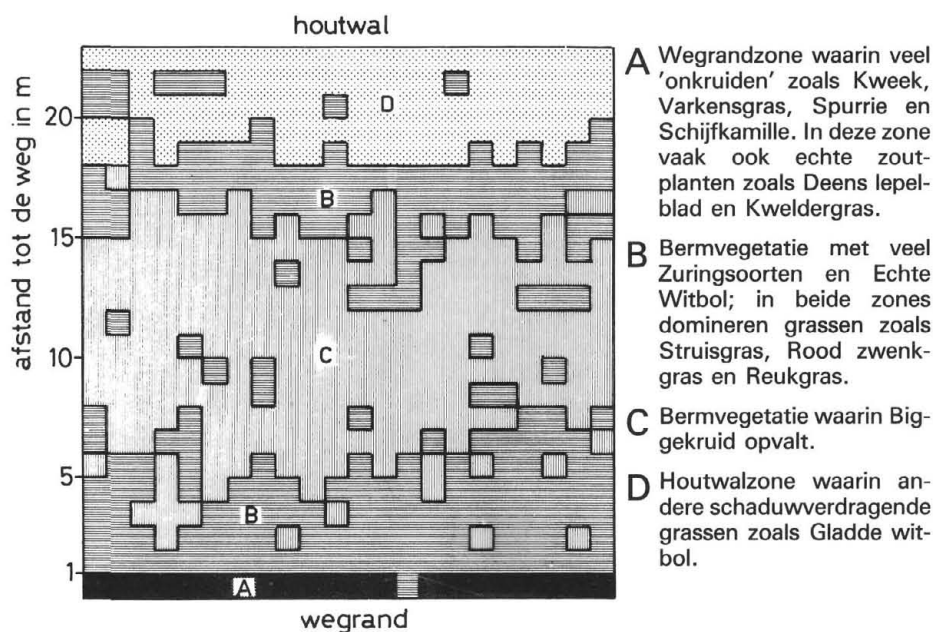


Fig. 2

Vegetatiezonering in een berm op humeuze zandgrond langs de A1 ter hoogte van Barneveld. Rangschikking uitgevoerd m.b.v. het programma TWINSpan (Hill, 1979). De kleinste oppervlakte-eenheid is 1 m² (Clevering, 1985).

Pattern of zonation in the road verge vegetation along the A1 near Barneveld. The data were clustered using TWINSpan (Hill, 1979). Smallest quadrat size is 1 m². (Clevering, 1985).

A Wegrandzone waarin veel 'onkruiden' zoals Kweek, Varkensgras, Spurrie en Schijfkamille. In deze zone vaak ook echte zoutplanten zoals Deens lepelblad en Kweldergras.

B Bermvegetatie met veel Zuringsoorten en Echte Witbol; in beide zones domineren grassen zoals Struisgras, Rood zwenkgras en Reukgras.

C Bermvegetatie waarin Biggekruid opvalt.

D Houtwalzone waarin andere schaduwverdragende grassen zoals Gladde witbol.

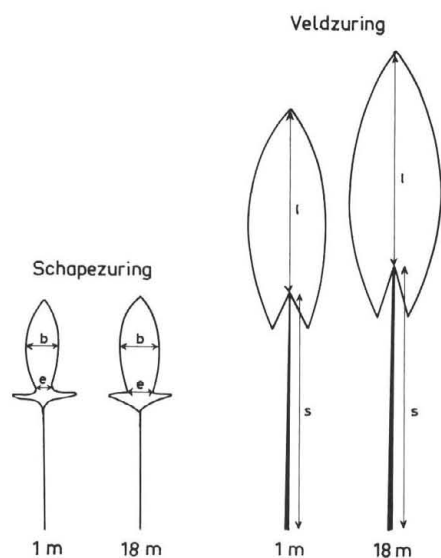


Fig. 3
Bladmorfologie bij Schapezuring en Veldzuring gemeten aan planten afkomstig van 1 m resp. 18 m van de wegrand, en daarna opgekweekt in de proeftuin. De resultaten zijn gebaseerd op gemiddeld 5×35 metingen per populatie.

l: bladlengte; b: bladbreedte; s: steellengte; e: bladsmalte. (Rijnders, 1984).

Variation in the leaf morphology of plants of Sheep's sorrel and Common sorrel taken from a road verge at 1 m and 18 m distance from the road surface respectively, and subsequently grown under uniform conditions in an experimental garden. Results are based on measurements of 175 different leaves taken from 35 individual plants of each group.

l: leaf length; b: leaf width; s: petiole length; e: leaf narrowness.

hogere concentraties kan worden geremd door natrium.

De resultaten van de proef staan weergegeven in figuur 4 en tabel 2. Op de stippellijn in figuur 4 is de verhouding tussen kalium en natrium in de voedingsoplossing gelijk aan die in het plantmateriaal, m.a.w. kalium en natrium worden naar rato van het aanbod in de voedingsoplossing ook opgenomen door de plant. Hoe hoger een punt boven de stippellijn ligt, des te meer kalium is opgenomen in vergelijking tot natrium. Er is echter verschil in de reacties van de vier plantengroepen, hetgeen kan worden afgeleid uit de verschillen in de posities van de afzonderlijke punten ten opzichte van elkaar. Bijna overal blijken de waarden voor het 1 m-type boven die voor het 18 m-type te liggen; hieruit kan worden afgeleid dat bij de 1 m-typen de kaliumopname relatief groter en de natriumopname relatief lager is dan bij de 18 m-typen. Uit deze resultaten mag worden afgeleid dat met name bij Scha-

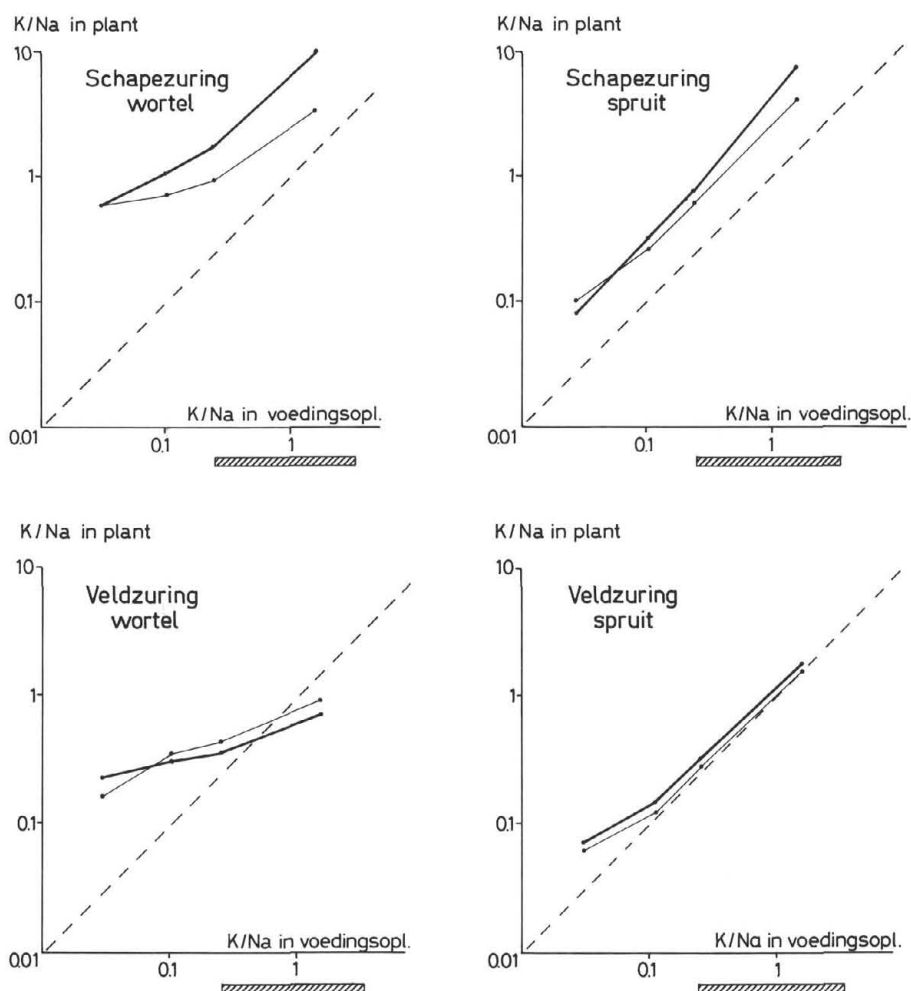


Fig. 4
De verhouding tussen kalium en natrium in plantmateriaal uitgezet tegen de verhouding in de voedingsoplossing.

—: 1m-type; —: 18 m-type. De arcering onder de figuur geeft het bereik van de waarden die in het veld werden waargenomen (zie ook fig. 1) (Smit, 1984).

The K/Na ratio in plantmaterial plotted against the same ratio in the nutrient solution, for Sheep's sorrel and Common sorrel.

—: plants taken at 1 m distance from the road surface;

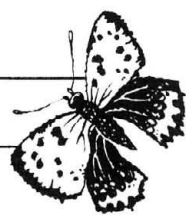
—: plants taken at 18 m distance. The hatched bar indicates the range of the values observed in the field (cf. fig. 1).

	R.acetosella		R.acetosa	
	1-m	18-m	1-m	18-m
bladlengte mm	44,9 a	47,7 a	77,9 a	87,2 b
bladbreedte mm	13,0 a	14,8 b	36,7 a	37,3 a
steellengte mm	55,1 a	48,1 a	86,3 a	95,2 b
bladsmalte	7,7 a	9,9 b		
bl.lengte/bl.breedte	3,6 a	3,2 b	2,1 a	2,4 b
bl.lengte/steellengte	0,9 a	1,1 b	0,9 a	0,9 a
bl.lengte/bl.smalte	6,3 a	4,9 b		
bl.breedte/bl.smalte	1,8 a	1,5 b		

Tabel 1

Verschillen in de morfologische kenmerken van het blad van Schapezuring en Veldzuring bij planten verzameld op 1 m resp. 18 m van de wegrand. De metingen werden verricht aan 5 blaadjes per plant afkomstig van stekken van 35 individuen per groep uit het veld, die waren opgekweekt onder uniforme condities in een proeftuin. Verschillende letters duiden op significante verschillen bij paarsgewijze vergelijking van getallen. ($n = 35$; $p < 0,05$) (Rijnders, 1984).

Pairwise comparison of mean leaf characteristics in populations of Sheep's sorrel and Common sorrel, taken at 1 m and 18 m distance from the road surface and subsequently grown under uniform conditions in an experimental garden. Different symbols indicate significant differences between populations ($p < 0,05$; $n = 35$) (Rijnders 1984).



pezing een kalium-efficiënt type aan de wegrand aanwezig is. De verschillen tussen de typen zijn significant, waarbij bovendien het 1 m-type significant sterker op de behandeling reageert dan het 18 m-type (tabel 2). Voor Veldzuring zijn de resultaten minder eenduidig, alhoewel bij zeer lage K/Na verhouding van de voedingsoplossing, m.a.w. bij re-

latief laag kaliumaanbod, het 1 m-type een iets efficiëntere kaliumopname te zien geeft dan het 18 m-type. Deze verschillen tussen de typen zijn echter niet significant.

De gevonden verschillen moeten zijn ontstaan in de slechts 14 jaren die zijn verlopen sinds de aanleg van de weg.

Samenvatting en conclusies

Het is duidelijk gebleken dat invloeden vanaf de weg bepaalde patronen oproepen in de bermvegetatie. Een van deze invloeden is het strooizout, dat directe effecten kan hebben, maar ook indirecte, zoals het verdringen van kalium uit het bodemcomplex, en het vervangen ervan door natrium. De effecten op de bermvegetatie zijn van diverse aard: sommige soorten breiden zich uit, andere gaan achteruit. Minder zichtbaar zijn aanpassingen die binnen populaties van soorten hebben plaats gevonden. In het artikel wordt een onderzoek besproken, dat laat zien hoe bij Schapezuring, en in mindere mate bij Veldzuring, populaties zijn ontstaan die zijn aangepast aan hoge natrium- en de daarbij behorende lage kaliumconcentraties.

	Rumex acetosella				Rumex acetosa			
	spruit		wortel		spruit		wortel	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Behandeling	50,40	0,001	9,67	0,001	40,45	0,001	18,86	0,001
Type	3,35	0,10	4,07	0,05	0,13	—	0,60	—
Behandeling per type	3,17	0,05	2,53	0,10	0,03	—	0,54	—

Tabel 2

De resultaten van een variantie-analyse van de K/Na-verhouding bij verschillend aanbod van K en Na in de voedingsoplossing (zie figuur 4). De analyse is gebaseerd op vijf herhalingen per type en per voedingsniveau. Weergegeven zijn de F-waarden met hun overschrijdingskans (p).

Analysis of variance of the K/Na ratio in plant material of Sheep's sorrel and Common sorrel, at different supply ratio's in the nutrient solution, as shown in figure 4. The analysis is based on 5 replicates per treatment and per population. F values and levels of significance (p) are presented for the effects of treatment, type of population and their interaction.

Literatuur

Burg, J. van der, 1988. Chloride in strooizout veroorzaakt grootste zoutschade bij bomen. Tuin en Landschap 10: 20-23.

Burg, J. van der & Kopinga, J., 1981. Strooizoutschade bij bomen als gevolg van gladheidsbestrijding. Tuin en Landschap 3: 12-15.

Clevering, O. A., 1985. Een beschrijvend en experimenteel onderzoek naar bodem en vegetatie van een wegberm te Barneveld. Doctoraalverslag Vakgroep Vegetatiekunde, Plantenecologie en Onkruidkunde, LU Wageningen.

Fitter, A. H. & R. K. M. Hay, 1981. Environmental physiology of plants. Academic Press, London.

Hill, M. O., 1979. Twinspan. Ecology and systematics. Cornell University Ithaca, New York.

Hoekstra, H., 1984. Gladheidsbestrijding en de ontwikkelingen ter beperking van het zoutverbruik. Symposium Stichting Studiecentrum Wegenbouw.

Liem, A. S. N., A. Hendriks, H. Kraal & M. Loenen, 1985. Effects of de-icing salt on roadside grasses and herbs. Plant and Soil 84: 299-310.

Rijnders, C. J., 1984. De variabiliteit van *Rumex acetosa* en *Rumex acetosella* in een gradient loodrecht op de weg. Doctoraalverslag Vakgroep Vegetatiekunde, Plantenecologie en Onkruidkunde, LU Wageningen.

Rozema, J., 1978. On the ecology of some halophytes from a beach plain in the Netherlands. Dissertatie VU, Amsterdam.

Scott, N. E. & A. W. Davison., 1985. The distribution and ecology of coastal species on roadsides. Vegetatio 62: 433-440.

Smit, J., 1984. Aanpassingen van zuringsoorten aan de K/Na gradient in de berm. Stageverslag Vakgroep Vegetatiekunde, Plantenecologie en Onkruidkunde, LU Wageningen.

Sykora, K.V., L. de Nijs & T. Pelsma, 1988. Plantengemeenschappen in Nederlandse wegbermen en de zeldzaamheidswaarde van de bermflora. De Levende Natuur 89: 14-20.

Thompson, J. R., A. J. Rutter & P. S. Ridout, 1986. The salinity of motorway soils. I Variation in time and between regions in the salinity of soils on central reserves. Journal of Applied Ecology 23: 251-267.

Werkgroep Zoutbalans van de Stichting relatie gladheidsbestrijding-milieubeheer. 1977. Het effect van wegzout op het zoutgehalte van bodemvocht, grondwater en oppervlaktewater.

Zonderwijk, P., 1981. Linten in het landschap. Tijdschrift Kon. Ned. Heide Mij 92: 183-193, 205-215, 279-286.

Summary

De-icing salts cause variation in species of Sorrel.

Traffic influences the vegetation of road verges in many ways. One major factor is the usage of de-icing salts. De-icing salts affect plants in road verges directly, i.e. the effect of saltspray on buds of trees, but there are also indirect effects, i.e. the replacement of Potassium by Sodium in the soil complex. In this study it has been shown that plants become adapted to shifts in supply of Potassium relative to the supply of Sodium. Especially within Sheep's sorrel (*Rumex acetosella*) a Potassium efficient ecotype is found close to the road surface, whereas some distance apart such efficiency is more difficult to demonstrate. Within Common sorrel (*Rumex acetosa*) selection for Potassium efficiency in the vicinity of the road surface is less obvious.

Met dank aan dr. W. G. Braakhekke (Vakgroep Bodemkunde en Plantenvoeding van de Landbouwwuniversiteit) voor adviezen bij het opzetten van de vervangingsreeks, en aan H. M. Klees voor het vervaardigen van de figuren.

Ing. A. van Ast, Dr. J. M. van Groenendael & mw. Dr. S. J. ter Borg, Vakgroep Vegetatiekunde, Plantenecologie en Onkruidkunde der Landbouwwuniversiteit.

Bornsesteeg 69,
6708 PD Wageningen.