

Een aantal waarnemingen aan *Leucojum aestivum* L.

door

J. WIEGERS en M. MENSCHAAR (Hugo de Vries-laboratorium, Amsterdam)

Inleiding

Het zomerklokje (*Leucojum aestivum* L.), de enige met zekerheid in Nederland inheemse vertegenwoordiger van de *Amaryllidaceae* (MENNEMA, 1965b), is in zijn huidige voorkomen zeer sterk gebonden aan de benedenlopen van het riviersysteem van de Rijn. Het komt daar voor „min of meer in relatie met het contact tussen zoute en zoete levensomstandigheden” (Westhoff c.s. in VAN OOSTSTROOM & REICHGELT, 1964). Van Wirdum in WERKGROEP OUDE MAAS (1977) en Van Wirdum-Daan & Van Wirdum in WERKGROEP OUDE MAAS (1977) maken duidelijk dat het zomerklokje indicatief is voor initiale veenvorming. Om verder inzicht in de autoecologie van deze soort te krijgen, zijn in 1977 en 1978 verkennende waarnemingen gedaan op een aantal uiteenlopende groeiplaatsen (MENSCHAAR, 1979). De groeiplaatsen langs de Oude Maas werden hierbij niet betrokken, omdat in vervolg op eerder onderzoek (MENNEMA, 1963; VAN WIRDUM, 1972; DAAN, 1975; WERKGROEP OUDE MAAS, 1977) reeds onderzoek werd uitgevoerd (TEN WINKEL, in voorber.).

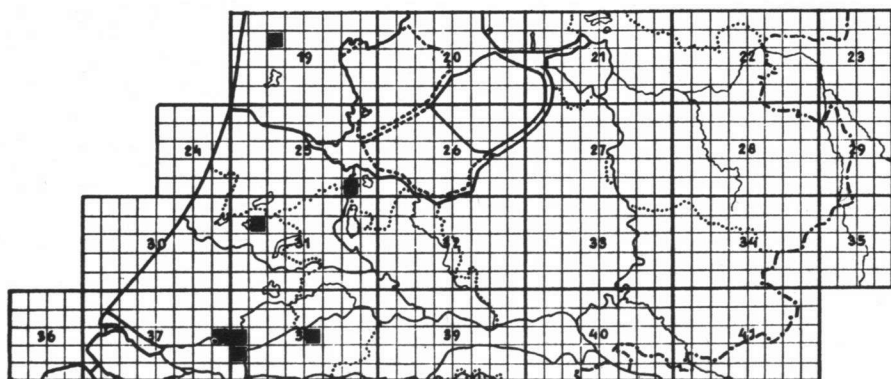


Fig. 1. Ligging van de onderzochte groeiplaatsen van *Leucojum aestivum* L.

Methoden

Op tien groeiplaatsen van het zomerklokje werden vegetatie-opnamen gemaakt m.b.v. de Engelse schattingsschaal (TANSLEY & CHIPP, 1926). Deze opnamen werden verwerkt tot een tabel. In elke onderzochte populatie werden de lengten van bladeren en bloeistengels gemeten en het aantal bloemen per bloeiwijze geteld bij 10 tot 50 volgroeide exemplaren. De grootte van de populatie werd geteld of geschat en er werd gekeken naar de relatieve hoeveelheid kiemplanten. Van een, met een guts gestoken, bodemonmonster werd een profielschets gemaakt. Het geleidingsvermogen van het grondwater werd in het veld bepaald met een Cenco-meetapparaat.

Plaatsen van onderzoek en grootte van de populaties

Bij de bespreking van de groeiplaatsen wordt de volgorde en nummering van MENNEMA (1965a) aangehouden. De uurhokken, waarin groeiplaatsen van *Leucojum aestivum* zijn aangetroffen, zijn in fig. 1 gemarkeerd. Voor zover ons gegevens bekend waren over de grootte van de populaties in vroegere jaren zijn deze hier vermeld.

3.b. Uitermeer (Vecht, uurhok 25.57). In 1964 kwam het zomerklokje hier in vijf terreinen voor (OBER, 1965), in 1978 nog in drie. Onze waarnemingen werden gedaan in twee hiervan. Het aantal planten bedroeg in 1964 ruim 3200. In 1965 werd de grootte van de totale populatie op de vijf terreinen op 18.000 geschat. In 1978 schatten wij het totaal op 27.500 exemplaren.

3.c. Hinderdam (Vecht, uurhok 25.57). In 1978 werden op twee groeiplekken 450 planten geteld. Op deze plaatsen bedroegen de aantallen in 1963, '64 en '65 resp. 55, 575 en 200. Voor een derde plek werden toen resp. 2200, 4100 en 6000 stuks opgegeven (OBER, 1965).

4.d. Goudriaan (uurhok 38.35). In 1977 werd de grootte van de hier aanwezige populatie op enkele tienduizenden geschat.

6.a. Stormpolder (Nieuwe Maas, uurhokken 37.38, 38.31 en 38.41). Volgens een ongesigioneerde kaart van deze groeiplaatsen (Archief Rijksherbarium) bestond de westelijke deelpopulatie op de Grote Zaag (uurhokken 37.38 en 38.31) in 1971 uit tenminste 67 exemplaren. In 1977 telden wij er 200 en in 1978 250. De oostelijke deelpopulatie (uurhok 38.41) telde in 1971 10 en in 1977 60 exemplaren.

11.a. Woubrugge (Braassemmermeer, uurhok 31.22). Op twee plekken, waar de soort in 1962 met rietzoden uit de Rhoonse Grienden aangevoerd was (MENNEMA, 1963), kwamen in 1977 ca. 2100 planten voor. Sinds enkele jaren is op een tweede eilandje een nieuwe vestiging aanwezig. Hier stonden in 1977 ongeveer 100 zomer-klokjes.

16.a. Lekkerkerk (Lek, uurhok 38.41). Volgens MENNEMA (1965a) was de soort hier waarschijnlijk verdwenen. In 1977 werden 3 km ten westen van Lekkerkerk op het eiland De Hoop ca. 250 exemplaren geteld.

19.a. Alkmaar (Schermer Ringvaart, uurhok 19.23). Deze groeiplaats werd in 1967 aan het Rijksherbarium gemeld. In 1977 stonden hier ongeveer 125 planten.

Beschrijving van de vegetatie op de onderzochte groeiplaatsen en vergelijking met literatuurgegevens

De gemaakte vegetatie-opnamen zijn bijeengebracht in *tabel 1*. *Leucosium aestivum* komt in de onderzochte terreinen meestal voor in niet-geëxploiteerde rietlanden en -ruigten en zeggenrijke vegetaties. De groeiplaats bij Lekkerkerk ligt deels binnen en deels buiten een wilgenstruweel; die bij Goudriaan betreft een boezemhooiland.

Vergelijking van de onderzochte vegetaties met de syntaxa van WESTHOFF & DEN HELD (1969) laat zien, dat we in een aantal gevallen te maken hebben met complexen van verschillende vegetatietypen. De opnamen 1, 2 en 3 kunnen gerekend worden tot het *Caricetum ripariae*. Opnamen 4 en 5 zijn een complex van deze associatie met elementen die karakteristiek zijn voor de *Convolvuletalia sepium*. Opnamen 6 en 7 vertonen dit karakter nog sterker en lijken tevens aan te sluiten bij het *Valeriano-Filipenduletum*. Opname 8 vertoont een overgang tussen deze laatste associatie en de sociatie van *Epilobium hirsutum*. De vegetatie van opname 9 bestaat voor een deel uit soorten die in de aangevoerde rietzoden aanwezig waren en voor een deel uit soorten die zich daar later tussen hebben gevestigd. De opname kan het best tot het *Phragmitetum* worden gerekend. Opname 10 vertoont een mengeling van elementen die kenmerkend zijn voor het *Junco-Molinion* en voor het *Caricion curto-nigrae*.

Langs de Oude Maas komt *Leucosium aestivum* voor in vegetaties welke een complex zijn van het *Filipendulion* en de *Convolvuletalia sepium* (WERKGROEP OUDE MAAS, 1977). De door VAN DONSELAAR (1961) gepubliceerde opname kan het best tot het *Scirpo-Phragmitetum calthetosum* worden gerekend. De gegevens van FARRELL (1979b) lijken te leiden tot de veronderstelling dat het zomer-klokje in Engeland in andere vegetatietypen voorkomt dan bij ons. Deze auteur vermeldt als belangrijkste groeiplaats wilgenbroekbossen. Slechts één van de onderzochte

Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Datum	19.V	19.V	19.V	18.V	19.V	18.V	18.V	2.V	17.V	18.V
	1978	1978	1978	1977	1978	1977	1977	1977	1977	1977
Plaats	V4	V3	V1	ZW	V5	H	ZO	A	B	G
Opp. (m ²)	9	6	6	9	4	8	6	4,5	8	9
Totale bedekking (%)	60	65	45	40	90	50	55	75	75	95
Hoogte kruidlaag (cm)	70	75	60	95	75	80	70	50	55	45
Geleidingsvermogen grondwater ($\times 10 \mu\text{S}$ bij 25° C)	88	87	85	84	86	87	90	88	90	85
<i>Leucojum aestivum</i>	d	a	o	a	d	f	f	a	a	a
<i>Phragmites australis</i>	f	o	f	d	f	f		f	f	o
<i>Ficaria verna</i>	f	f			a	a		cd	o	
<i>Carex riparia</i>	r		o		f			o	o	
<i>Cardamine flexuosa</i>	f	a	a						o	
<i>Urtica dioica</i>		a	f	f		f	a	a	a	
<i>Phalaris arundinacea</i>		o	o	o		f	a	a		
<i>Symphytum officinale</i>		o				o	o			o
<i>Chamaenerion angustifolium</i>		o	o						r	
<i>Iris pseudacorus</i>			a				f	o	r	o
<i>Galium aparine</i>				f	f		f	a	f	
<i>Calystegia sepium</i>				o	f	o	o		o	
<i>Lycopus europaeus</i>				o	o	f	o			
<i>Caltha palustris</i>					o	f	a	f	r	a
<i>Cardamine pratensis</i>					f			r	r	a
<i>Solanum dulcamara</i>						o	o		r	
<i>Dactylis glomerata</i>							r		f	r
<i>Rumex hydrolapathum</i>					o			o		
<i>Equisetum fluviatile</i>					o					f
<i>Rumex obtusifolius</i>						o				o
<i>Rumex crispus</i>							r			r
<i>Anthriscus sylvestris</i>						a	f			
<i>Stellaria media</i>						f	o			
<i>Angelica archangelica</i>						o	o			
<i>Epilobium hirsutum</i>								cd	o	
<i>Valeriana officinalis</i>								a	a	
<i>Poa trivialis</i>								o	a	
<i>Cirsium palustre</i>									o	o
<i>Ranunculus acris</i>									r	a
<i>Taraxacum</i> Sect. <i>Vulgaria</i>									r	r

In de volgende opnamen werden voorts aangetroffen:

(1) *Lysimachia nummularia* r; (2) *Eupatorium cannabinum* f, *Sonchus palustris* o; (3) *Carex paniculata* o; (5) *Sium latifolium* r; (6) *Ornithogalum umbellatum* o, *Heracleum sphondylium* o; (8) *Nasturtium officinale* f; (9) *Glechoma hederacea* f, *Cardamine amara* f, *Agrostis stolonifera* f, *Dryopteris carthusiana* o, *Glyceria maxima* r; (10) *Rhinanthus serotinus* a, *Anthoxanthum odoratum* a, *Holcus lanatus* a, *Alopecurus pratensis* a, *Trifolium pratense* f, *Rumex acetosa* f, *Plantago lanceolata* f, *Galium palustre* f, *Filipendula ulmaria* f, *Carex nigra* f, *Valeriana dioica* o, *Carex acuta* o, *Lythrum salicaria* o, *Menyanthes trifoliata* o, *Orchis praetermissa* o, *Hydrocotyle vulgaris* o, *Angelica sylvestris* o, *Carex disticha* o, *Juncus effusus* r, *Bellis perennis* r.

Tabel 1. Vegetatiesamenstelling op enkele groeiplaatsen van *Leucojum aestivum* L. De onderzochte groeiplaatsen zijn: V1–5: vijf groeiplaatsen aan de Vecht nabij Hinderdam; ZW, ZO: de west- resp. oostzijde van de Groote Zaag bij Krimpen aan de Lek; H: De Hoop bij Krimpen aan de Lek; A: aan de Schermerringvaart bij Alkmaar; B: op een eilandje in de Braassemermeer; G: bij Goudriaan.

populaties is in open grasland gelegen. Vergelijking van de lijst van begeleidende soorten van FARRELL (1.c.) (48 taxa) met soortenlijsten van Nederlandse opnamen (90 taxa) laat een aantal opvallende verschillen zien en slechts weinig overeenkomsten. In de Engelse soortenlijst komen tenminste 15 soorten bomen en struiken voor (binnen de genera *Salix* en *Ulmus* is geen nader onderscheid gemaakt), terwijl in het hier verzamelde Nederlandse opnamen-materiaal slechts eenmaal een combinatie van *Leucojum aestivum* en *Salix* voorkomt. De, in Nederlandse situaties, algemene begeleiders *Angelica archangelica*, *Calystegia sepium*, *Cardamine amara* en *Valeriana officinalis* ontbreken in de Engelse lijst geheel. *Caltha palustris*, *Epilobium hirsutum*, *Ficaria verna*, *Galium aparine*, *Phalaris arundinacea*, *Phragmites australis* en *Poa trivialis* komen in de Engelse lijst veel minder voor dan in de Nederlandse. Van de 25 taxa welke op beide lijsten voorkomen, hebben *Carex riparia*, *Dactylis glomerata*, *Symphytum officinale* en *Urtica dioica* een ongeveer gelijke presentie.

De gegevens omtrent het milieu waarin *Leucojum aestivum* in Engeland (FARRELL, 1979b) en Ierland (FARRELL, 1979a) voorkomt, zijn te fragmentair voor een verdere vergelijking met Nederlandse situaties.

De resultaten van metingen en tellingen aan het zomerklokje

De gemiddelde en uiterste waarden van blad- en bloeistengellengte en het aantal bloemen per bloeistengel zijn weergegeven in fig. 2. Op de groeiplaatsen Zaag-West en Hoop overschrijden de lengten van blad en bloeistengel ruimschoots de door VAN OOSTSTROOM & REICHGELT (1964) vermelde maximumwaarden. Op de eerstgenoemde plek komen ook veel planten voor met een groter aantal bloemen per stengel (tot 10 stuks) dan door hen is opgegeven. De in de literatuur vermelde minimumwaarden worden in alle gevallen bereikt. Het aandeel van vegetatieve en juveniele planten in de populaties werd niet nauwkeurig bepaald. De indruk bestaat dat wanneer er overschaduwning is door wilgen (groeiplaats H) of veel overjarig dood riet en ruigt (B en A) het percentage bloeiende planten geringer is.

In fig. 2 zijn de groeiplaatsen in volgorde van afnemende gemiddelde bladlengte gezet. In deze figuur blijken drie groepen groeiplaatsen te kunnen worden onderscheiden. De populaties met een gemiddelde bladlengte van meer dan 55 cm (gem. lengte bloeistengel meer dan 60 cm) liggen in vegetaties die een mengeling van vooral Convolvulalia- en Filipendulion-elementen vertonen (ZW, H en ZO). De populaties met een gemiddelde bladlengte van 45 tot 50 cm (gem. lengte bloeistengel 50 tot 65 cm) waren aanwezig op groeiplaatsen met Caricetum ripariae-vegetaties (V4, V1 en V3). Bij een gemiddelde bladlengte van minder dan 45 cm is de lengte van de bloeistengel vaak groter dan die van het blad (V5, G en A). De opnamen van deze laatste groep groeiplaatsen vertonen nauwelijks gemeenschappelijke kenmerken. Het aantal bloemen per bloeistengel lijkt nergens een correlatie mee te vertonen.

Correlaties met abiotische factoren

Het elektrische geleidingsvermogen van het grondwater op de onderzochte groeiplaatsen loopt slechts uiteen van 84×10 tot $90 \times 10 \mu\text{S/cm}$ bij 25°C . Een nadere

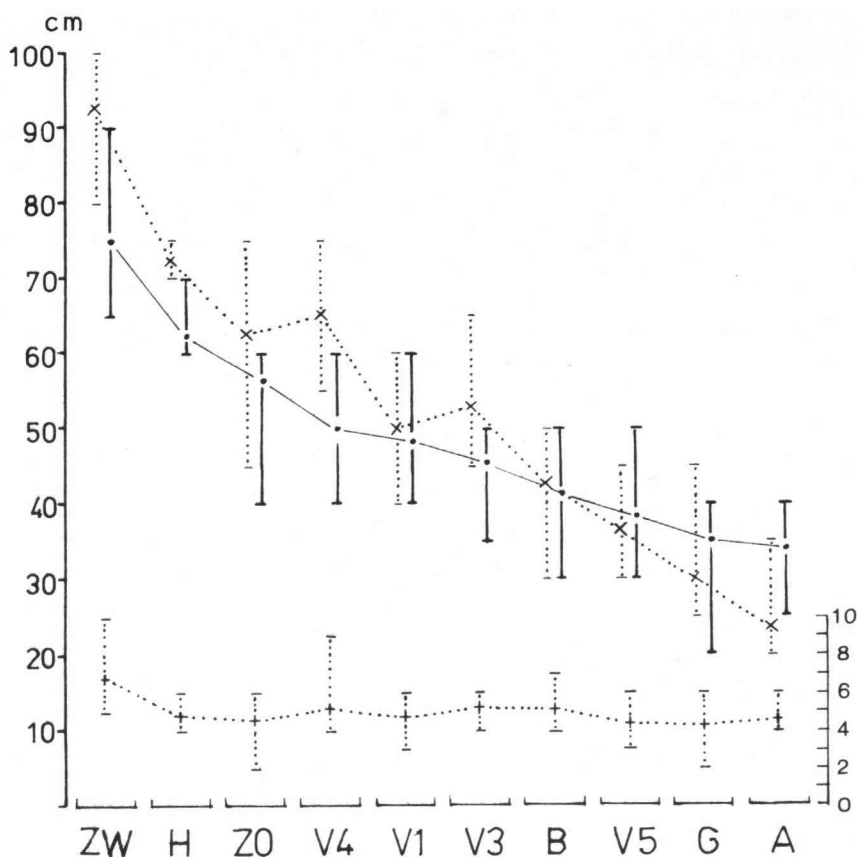


Fig. 2. Gemiddelde en uiterste waarden van ●: de lengte van bladeren; ×: bloei-stengels; +: aantal bloemen per stengel van *Leucojum aestivum* L. Voor de betekenis van de symbolen voor de groeiplaatsen zie tabel 1.

analyse van de samenstelling daarvan is alleen voor de groeiplaats aan de Braassemermeer uitgevoerd. Vergelijking met analyses van grondwater met een overeenkomstig geleidingsvermogen uit West-Nederland (ten dele niet-gepubliceerde analyse-resultaten van het Hugo de Vries-laboratorium) en de geleidingsfactor van Cl^- (STANDARD METHODS, 1976) leidt tot de (voorzichtige) conclusie dat dit grondwater, gezien de ligging van de monsterplaatsen in het westelijke deel van het Fluviatiele en het Hafdistrict, een zoet tot zwak brak karakter heeft. In fig. 3 zijn sterk geschematiseerde bodemprofielen van de tien plaatsen van onderzoek afgebeeld. Aan de hand van de beschrijvingen van DE BAKKER & SCHELLING (1966) kunnen de bodems in drie groepen ingedeeld worden. De binnen de getijdeninvloed gelegen plaatsen kunnen worden gerekend tot de gorsvaaggronden (ZW, H en ZO), de overige tot de vlieveengronden (V4, V3, V1, V5 en G), met uitzondering van die welke kunstmatig zijn opgehoogd (A en B) en als gevolg daarvan niet goed zijn te classificeren. Dit stemt

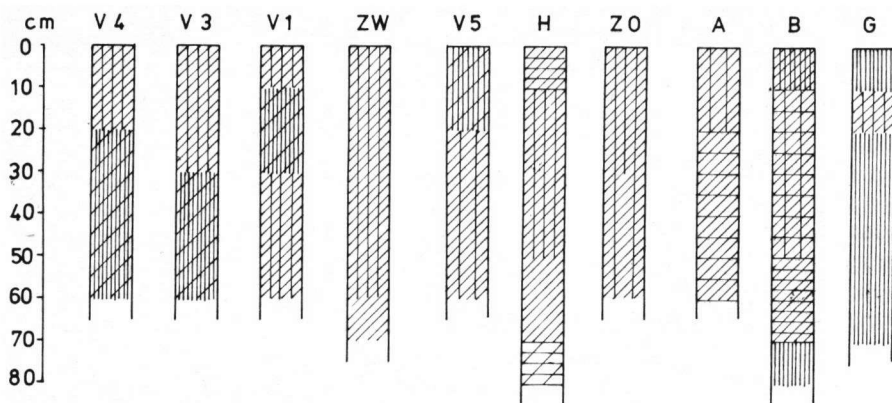


Fig. 3. Sterk geschematiseerde bodemprofielen van de onderzochte groeiplaatsen van *Leucojum aestivum* L.; ///
klei; ||| : organisch materiaal; ≡ : zand. Een hoger gehalte is weergegeven door een dichtere arcering. Voor de betekenis van de symbolen voor de groeiplaatsen zie tabel 1.

goed overeen met de bevindingen van Van Wirdum in WERKGROEP OUDE MAAS (1977), die wijst op het voorkomen van *Leucojum aestivum* op bodems met een initiale veenvorming.

De aard van de bodems vertoont een zekere correlatie met de onderscheiden vegetatie-eenheden. De bodems met hoge gehalten aan organisch materiaal en een op geringe diepte reeds sterk weinig karakter (V4, V3 en V1) dragen de vegetaties van het Caricetum ripariae. De bodems met een minder sterk organisch karakter en beïnvloeding door getijdenbewegingen (ZW, H en ZO) dragen een mengvegetatie. Op de twee plaatsen waar bodemophoging heeft plaatsgevonden (A en B) komt de soortencombinatie *Epilobium hirsutum*-*Valeriana officinalis* voor. De (nagenoeg geheel) venige bodem van groeiplaats G draagt een geheel eigen type vegetatie.

De verticale waterbeweging in (en boven) het substraat loopt uiteen van een verschil tussen zomer- en winterpeil van ongeveer 1 dm (A) tot een dagelijks verschil van enkele decimeters (ZW, H en ZO). Op alle groeiplaatsen bevinden de bollen zich tenminste in het winterhalfjaar permanent of zeer regelmatig beneden de grondwaterspiegel.

Enkele waarnemingen aan de reproductie van het zomer-klokje

Op de meeste groeiplaatsen komt *Leucojum aestivum* voor in pollen die soms uit enkele tientallen exemplaren bestaan. Meestal zullen deze gevormd zijn door vegetatieve vermenigvuldiging. Op het terrein aan de Braassemermeer werden echter ook polletjes kiemplanten gevonden die juist onder de strooisellaag uit één vrucht bleken te ontspruiten. De mate van polvorming varieerde van duidelijke, zeer grote, tamelijk verspreide concentraties (ZW), via door de grote dichtheid nauwelijks meer afzonderlijk te onderscheiden middelgrote pollen (V4) tot zeer kleine, slechts uit enkele individuen bestaande groepjes (G).

Tijdens het veldwerk werd vastgesteld dat rijpe vruchten in hun geheel afvallen en dat de zaden pas later vrijkomen. Ze behouden in water nog één à twee maanden hun drijfvermogen en kunnen in die tijd door stroming of golfslag verplaatst worden. Op deze wijze is waarschijnlijk de nieuwe vestiging aan de Braassemermeer ontstaan. Na de kieming blijft de kiemplant nog enige tijd verbonden met de zaadhuid. Uit de plaats hiervan in het substraat kan geconcludeerd worden dat het zaad aan of vlak onder het bodemoppervlak kiemt. Van jonge planten bleek de bol zich tot 5 cm beneden het maaiveld te bevinden en van oudere 10 tot 20 cm. Waarschijnlijk wordt de bol door contractie van wortels de – vaak zeer weke – bodem in getrokken.

Niet op alle terreinen werden kiemplanten aangetroffen. In dit opzicht kunnen de groeiplaatsen in drie groepen verdeeld worden:

- a. geen kiemplanten en jonge planten aangetroffen (ZO en H);
- b. geen kiemplanten waargenomen, maar wel enkele alleenstaande jonge individuen (ZW, A en V5);
- c. veel kiemplanten en jonge exemplaren aanwezig (V1, V3, V4, B en G).

Uit de veldwaarnemingen kregen we de indruk dat voor een succesvolle vestiging het grondwater tijdens de kiemingsperiode aan of even boven het bodemoppervlak dient te staan. Op de onderzochte groeiplaatsen blijkt de verjonging uit zaad het beste plaats te vinden op sterk organische bodems zonder grote wisselingen in de grondwaterstand. Zowel tijdens de bloei als tijdens de rijping van de vrucht werden bij vochtig weer veel naaktslakken in de bloeiwijzen aangetroffen die zich tegoed deden aan de bloemen en de onrijpe en rijpende vruchtbeginsels. In hoeverre dit een beperking betekent voor de mogelijkheid van generatieve voortplanting werd niet nader onderzocht.

Besluit

De autoecologische positie van *Leucojum aestivum* kan door bovenstaande gegevens niet volledig duidelijk worden. Nader onderzoek van de groeiplaatsen langs de Oude Maas is nodig om de analyse van Van Wirdum in WERKGROEP OUDE MAAS (1977) verder te onderbouwen en uit te werken. De resultaten van het hier gepubliceerde onderzoek zijn niet in tegenspraak met de door hem geformuleerde hypothesen.

Drs. G. van Wirdum (RIN, Leersum), die de aanzet heeft gegeven tot dit onderzoek, willen wij gaarne bedanken voor het plaatsen van enige kritische kanttekeningen bij het oorspronkelijke manuscript.

Literatuur

- BAKKER, H. DE & J. SCHELLING, 1966. Systeem van bodemclassificatie voor Nederland. Wageningen.
- DAAN, C., 1975. Kartering en waardering van de buitendijkse vegetatie langs de Oude Maas. Intern rapp. Hugo de Vries-Laboratorium 20, Amsterdam.
- DONSELAAR, J. VAN, 1961. On the vegetation of former river beds in the Netherlands. Wentia 5, p. 1-85.
- FARRELL, L., 1979a. Summer Snowflakes in Ireland (or the peculiar spring of 1979). BSBI-News 1979 no. 22, p. 24.

- , 1979b. The distribution of *Leucojum aestivum* L. in the British Isles. *Watsonia* 12 (4), p. 325–332.
- MENNEMA, J., 1963. De Oude Maas. *Nat. & Landsch.* 17 (2), p. 66–84.
- , 1965a. De verspreiding van *Leucojum aestivum* L. in Nederland en België. *Gorteria* 2 (10), p. 121–128.
- , 1965b. *Leucojum aestivum* L. indigee in Nederland en België. *Gorteria* 2 (12), p. 149–153.
- MENSCHAAR, M., 1979. Autoecologisch onderzoek aan *Leucojum aestivum* L. Intern rapp. Hugo de Vries-Laboratorium 70, Amsterdam.
- OBER, H., 1965. Excursierapport N.J.N. Archief Rijksherbarium, Leiden.
- OOSTSTROOM, S. J. VAN & TH. J. REICHGELT, 1964. *Amaryllidaceae*, in *Flora Neerlandica* 1 (6), p. 147–155. Amsterdam.
- STANDARD METHODS for the Examination of Water and Wastewater, 1976. Amer. Publ. Health Ass., Washington.
- TANSLEY, A. G. & T. F. CHIPP, 1926. *Aims and Methods in the Study of Vegetation*. London.
- WERKGROEP OUDE MAAS, 1977. *De Oude Maas als Groene Rivier*. Rijswijk.
- WESTHOFF, V. & A. J. DEN HELD, 1969. *Plantengemeenschappen in Nederland*. Zutphen.
- WINKEL, E. TEN, 1980. Vegetatiekartering van enige gebieden langs de Oude Maas. Intern rapp. Hugo de Vries-Laboratorium, Amsterdam (in voorber.).
- WIRDUM, G. VAN, 1972. Rapport over vegetatie-onderzoek langs de Oude Maas. 1969–1971. Stencil Staatsbosbeheer, Den Haag/Hugo de Vries-Laboratorium, Amsterdam.

Some observations on *Leucojum aestivum* L.

On ten localities where *Leucojum aestivum* occurs, vegetation and soil profile were described, the length of leaves and flower stalks was measured, and the number of flowers per inflorescence was counted. The accompanying species were characteristic for *Convolvuletalia*-, *Phragmitetalia* and *Magnocaricetalia*- or *Molinietalia*-vegetations. On the three sites within the tidal area individual plants and tufts of plants tended to attain the greatest dimensions. The substrate on these sites was a nearly unripened clayey soil with a high percentage of organic material, strongly resembling the soils on the other sites, which were initial raw peat soils, sometimes more or less clayey. Seedlings of *L. aestivum* were most common on undisturbed waterlogged peaty soils.

To gain a fuller insight in the autecology of this interesting species the forthcoming results of investigations in the area of the 'Oude Maas' are essential.