

Uit deze opsomming van vindplaatsen blijkt wel, dat *Wahlenbergia hederacea* een plantje is, dat in ons land thuis hoort en te verwachten was in moerassige streken.

Een aardige bijzonderheid is nog dat de soort, volgens de *Prodromus Florae Batavae*, al eerder in ons land gevonden is, n.l. door Clemens Maria Friedrich von Boenninghausen, arts te Münster in Westfalen. In zijn „*Prodromus Florae Monasteriensis Westphalorum*”, Münster, Regensberg 1824, zegt hij (p. 68), dat hij de bewoners van Westfalen verzoekt eens te letten op „*Campanula hederacea* L.”, die hij zich herinnert gezien te hebben, niet lang geleden in de nabijgelegen veengebieden van Holland.

Nu is von Boenninghausen geboren op het landgoed Herinckhave bij Tubbergen, dus niet ver van de tegenwoordige vindplaats van *Wahlenbergia*. De genoemde naburige Hollandsche venen zijn natuurlijk de Twentsche venen, zoodat het zeer goed mogelijk is, dat von Boenninghausen de plant aangetroffen heeft op, of in de buurt van de nu ontdekte vindplaats. Sedert dien is *Wahlenbergia* nooit meer in Nederland aangetroffen, maar aangezien de verdere verspreiding bewees, dat de plant in ons land ook te verwachten was, bleef steeds de mogelijkheid de soort nog eens terug te vinden. Dit is nu dan — meer dan honderd jaar na de vondst van von Boenninghausen — geschied.

Met de belangrijke vondsten in Drente, de laatste jaren, die beschreven zijn in de laatste jaargangen van *De Levende Natuur*, bewijst deze vondst weer eens, dat het oosten van ons land botanisch nog onvoldoende bekend is en dat bij nauwkeurig onderzoek merkwaardige dingen aan het licht kunnen komen.

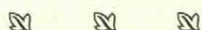
Het geslacht *Wahlenbergia* onderscheidt zich van de vertegenwoordigers van het geslacht *Campanula*, waar het door zijn blauwe klokjes veel op lijkt, door de bolvormige vrucht, waarvan de top vrij is van de kelk. Aan deze vrije top springt de vrucht open met kleppen en niet zooals de *Campanula*-vruchten met zijdelingsche poriën.

De plant heeft een overblijvende wortelstok.

Tot slot zal het de lezers interesseeren, dat reeds pogingen aangewend worden, de vindplaats te behouden. Mogen deze pogingen met succes bekroond worden, dan gaat deze plant niet opnieuw voor de Nederlandsche flora verloren, wat anders hoogstwaarschijnlijk wel het geval zou zijn en dan wellicht voorgoed.

Utrecht, Botanisch Museum.

F. P. JONKER.



SPHAGNUM EN SPHAGNETUM.

III. HET SPHAGNETUM (slot).

Ten slotte zullen wij het sphagnetum bezien vanuit den oecologischen gezichtshoek en er dan onder verstaan: een vegetatiedek, waarvan de *Sphagnum*-soorten niet alleen het kenmerkende bestanddeel vormen, maar waarin zij bovendien dusdanig de overhand hebben, dat zij als gesloten „dek”, als „zode”, „kussen”, „bult” of „submerse kwab” optreden.

De oecologische eigenaardigheden van zoo'n sphagnumvegetatie, die ik hier dus ter verkor-

ting „sphagnetum” noem, zijn zóó in het oog loopend, dat daaraan wel in de eerste plaats onze aandacht gewijd mag worden.

Reeds bij de bespreking van den bouw en de levenswijze van de Sphagnum-plant heb ik terloops gewezen op de eigenaardige organisatie dezer mossen, waardoor zij in staat zijn:

1^e. buitengewoon veel water vast te houden, voor zooverre zij niet meer geheel onder water leven en zich aan het luchtlevens hebben aangepast. (Bij *Sph. papillosum* vond ik, dat een luchtdroog plantje van 50 mgr. gewicht, na zich vol gezogen te hebben met water, 2050 mgr. woog, d.i. 41 maal het eigen gewicht.)

2^e. zich onafhankelijk te maken van de rhizoïden, die bij de andere mossen de functie der wortels overnemen;

3^e. te leven in een omgeving, waar buitengewoon weinig oplosbare minerale bestanddeelen, met name phosphor, kali, kalk en magnesium, voorkomen.

Deze drie punten nu zullen wij wat nader bezien.

Waar de minerale ondergrond nog in directe verbinding staat met het daarboven vegeteerende Sphagnum, zien wij, dat die ondergrond steeds uiterst arm is aan anorganische voedingszouten. Nergens, waar een zekere maat van in water oplosbare minerale zouten wordt overschreden, komt Sphagnum voor, hoe gunstig overigens de milieufactoren ook mogen zijn. Op de sterk uitgeloopte fijnkorrelige oud-diluviale zand- en leemgronden en in het oligotrophe neerslagwater, dat zich daarboven heeft verzameld en dat een totale hoeveelheid van minerale zouten bevat van ca. 3 per 100.000 deelen water, is Sphagnumgroei mogelijk, maar meestal in een nog slechts armelijke ontwikkeling. Pas als door hun afgestorven materiaal of door dat van andere planten een grondslag is gelegd, een z.g. humusbedding is gevormd, die dan meestal tevens als isolatielaag dienst doet tusschen den mineralen ondergrond en de levende Sphagnum-vegetatie, zien wij de ontwikkeling bij ook overigens gunstige condities (vooral een blijvende hooge vochtigheidsgraad) snel toenemen. Dan kan de Sphagnum-vegetatie zoodanig gaan overheerschen, dat uitgestrekte gebieden, ja heele landstreken (o.a. in Siberië en Kamschatka) er door bedekt worden over vele mijlen afstand, een Sphagnum-toendra vormende. Iets dergelijks zien wij in de door Sphagnum begroeide venen van Europeesch Rusland, Scandinavië en van de Noord-Duitsche laagvlakte. Bij ons te lande bestaat die massa-vegetatie nog slechts op zeer kleine schaal, al moet in vroegere millenniën ook hier het Sphagnum een belangrijke rol hebben gespeeld als veenvormer en bodem-verhooger.

Deze voorkeur van het Sphagnum voor mineraal-arme gebieden is wel de eerste en belangrijkste eigenaardigheid. In 1908 publiceerde H. Paul een verhandeling over de z.g. kalkvijandigheid der Sphagna. Hij toonde aan dat een oplossing van 0,03—0,008 % koolzure kalk reeds schadelijk was voor sommige Sphagna, terwijl een verzadigde oplossing van zwavelzure kalk(gips) niet schadelijk was. Het schadelijk zijn zou dus niet zoozeer berusten op de werking van de kalk als wel op de alkaliteit. Dit is ook in overeenstemming met hetgeen wij in de natuur opmerken, n.l. het mijden van wateren met hoogere zoutenconcentratie, vooral indien daardoor een neutrale of alkalische reactie van het water is ontstaan. Onderzoekingen over den zuurheidsgraad (waterstof-ionen-concentratie) van het water gaven dan ook een duidelijk inzicht in de correlatie, die er bestaat tusschen het optreden van Sphagnum en de waterstof-ionen in het water. Zelfs konden Paul, Booberg e.a. de Sphagnumsoorten indeelen in groepen, wier optreden o.m. gebonden is aan bepaalde zuurheidsgraden van het water. Uit de eerste kolom van tabel I blijkt, dat onze Sphagna voorkomen in wateren, wier waterstof-ionen-concentratie niet beneden $\text{pH}' = 6,7$ komt. Bij een blijvende $\text{pH}' = 7$ en daarboven is Sphagnumgroei ten eenen male onmogelijk, d.w.z. juist als de wateren neutraal beginnen te worden of overhellen tot alkaliteit, is het uit met de Sphagnum-vegetatie. Ik heb dit door herhaalde pH' -bepalingen in het vrije veld bevestigd gevonden.

In het eigenlijke hoogveengebied heeft het water, waarin het Sphagnum leeft een pH' van doorgaans om en bij de 4 of < 4 . Regenwater daarentegen heeft een pH' van 5, 4—5, 6. Nu is

de vraag, hoe komt het dat in het Sphagnetum de waterstofionen-concentratie aanmerkelijk grooter is dan in regenwater? Vroeger nam men aan, dat dit kwam doordat z.g. humuszuren uit de onderliggende, afgestorven maar slechts ten deele omgezette plantenmassa's (het veen) in het water uitdiffeundeerden. Nu heb ik echter van verschillende Sphagnumsorten levende groene topjes en afgestorven materiaal afzonderlijk in kolven met regenwater gebracht om te zien wat er zou gebeuren. Daarbij bleek, dat vooral het levende materiaal der luchtsphagna wel degelijk in staat is de pH te veranderen. Zoo was na 24 uren regenwater met een pH = 5,4 veranderd in 4,5 door *Sph. magellanicum*, 4,2 door *Sph. recurvum*, 4,1 door *Sph. rubellum* en 4,3 door *Sph. fimbriatum*, en dat nadat het uitgangsmateriaal voor de proef goed was uitgewaschen en de glazen kolven op hun betrouwbaarheid waren gecontroleerd. Bovendien was er een controle-kolf met enkel regenwater opgesteld. Bij een watersoort (*Sph. cuspidatum*, var. *plumosum*) was de werking van het levende materiaal veel zwakker. Hieruit bleek dus dat de levende delen van de plant wel degelijk aan de verhooging van de waterstofionen-concentratie kunnen deelnemen. Maar ook het afgestorven materiaal en het jonge mosveen veroorzaakten een daling

van de pH; het veen zelf zeer snel en krachtiger dan de andere materialen. Hieruit wordt waarschijnlijk dat de hoofdoorzaak inderdaad wel gelegen is in de uit het veen diffundeerende zuren maar toch schijnen ook de levende planten, vooral bij de luchtsphagna, zuurvorming te bewerken. Of dit rechtstreeks geschiedt door de plant, dan wel indirect door het opnemen van basen en het achterlaten van zuurresten of door de bacteriënflora, die in de hyaline cellen rijkelijk voorkomt (zie fig. 50) moet nog nader worden onderzocht. Wel heeft Waksman aangetoond dat in het veen een levende bacteriënflora voorkomt, zelfs tot 5,60 m diepte, dus in veenlagen, die duizendtallen van jaren oud zijn en die schijnbaar zijn afgesloten van de buitenwereld! Deze en andere verrassende ontdekkingen gaven dezen onderzoeker dan ook aanleiding tot de aanname, dat

de bacteriën (hoe wonderlijk dit ook moge klinken voor het zure veen-milieu) een belangrijke rol spelen bij de veenvorming (Waksman, 1932)¹⁾. Verder heeft men in veenwater verschillende organische zuren aangetoond, zoo als: mierenzuur, azijnzuur, propionzuur, appelzuur, oxaalzuur, barnsteenzuur e.a.. Dit zijn niet erg sterk dissocierende zuren, die in het aan bufferstoffen (basen) zoo arme water niet geneutraliseerd kunnen worden en dus als zoodanig moeten blijven bestaan. Die zuren nu kunnen zeer goed als eindproducten van bacterieele processen worden opgevat, evenals dit het geval is met het H₂S en het CH₄ (methaan of moerasgas), dat wij in het Sphagnetum ook veelvuldig tegenkomen.

Behalve bacteriën leven in het sphagnetum echter ook andere hoogere fungi en actinomyceten, die tot zuurvorming aanleiding kunnen geven. Wieren, protozoën, rotatoriën en nog hoogere organismen leveren bovendien allerhande, vooral stikstofhoudende, voedingsstoffen voor de sphagna. Voor een belangrijk deel komen deze organismen voor in de hyaline cellen of in het capillair gebonden water daarbuiten, tusschen de blaadjes en takjes. De stofwisselingspro-

1) De veenvorming wordt echter hoogstwaarschijnlijk niet door bacteriën veroorzaakt, maar een fysisch-chemisch inkolingsproces, gepaard gaande met de vorming van huminzuren en afhankelijk van temperatuur en tijd (Bergius). Zoolang geen humuszuur-vormende bacteriën gevonden zijn houd ik mij aan de opvatting van Bergius (1928).

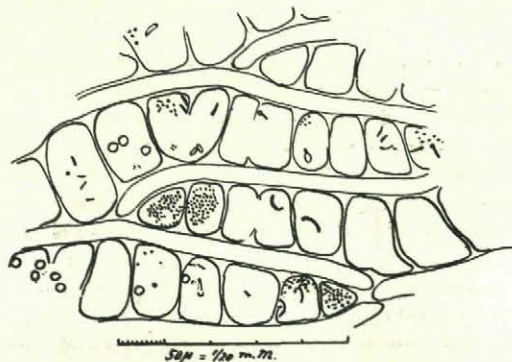


Fig. 50. Bacteriën-flora in de hyaline cellen van afgestorven *Sphagnum recurvum* op 1 dm diepte in het *Sphagnum*-kussen. Direct naar versch materiaal geteekend; zwakke methyleenblauwe kleuring, in water, olie-immersie; vergr. 900 ×.

cessen, die zich in het sphagnetum afspelen zijn dus volstrekt niet zoo eenvoudig als zij oogenschijnlijk lijken en er is zelfs een treffende gelijkenis met wat zich tusschen de wortels der hoogere planten, in den bodem afspeelt met het edaphon. Verschilpunten zijn echter:

1°. dat in het sphagnetum het gehalte aan anorganische stoffen relatief zeer gering is, terwijl er een overvloed aan organische verbindingen is; 2°. dat de actueele reactie van het milieu steeds zuur is; 3°. het ontbreken van het wortelstelsel als zoodanig. In den bodem zien wij een metaalion-opname door de wortels en zuurvorming. Feitelijk doen de Sphagnum-bladen iets dergelijks, maar er is toch een verschil. De worteldragende plant heeft een veel grooter aanpassingsvermogen en is daardoor minder gevoelig voor wijzigingen van het milieu, in casu den bodemtoestand, terwijl het Sphagnum uitermate gevoelig is daarvoor.

Dit laatste punt zou nu aldus eenigermate begrijpelijk worden:

Wegens de sterk verdunde oplossingen van minerale stoffen, die haar omringen, is de Sphagnumplant gedwongen deze op een heel bijzondere wijze te bemachtigen. Zij heeft in de eerste plaats bezuinigd op haar eigen stofverbruik, door uit te sparen: den opbouw van een wortel, hier rhizoïd-stelsel en van een stelsel van transportbanen (vaatbundels). Daar tegenover heeft zij echter iets anders moeten stellen, n.l. de hyaline cellen van de bladeren en van den stam- en takepidermis. Dit netwerk van hyaline cellen, dat zich, met uitzondering van de groeispijten en embryonale organen over de geheele plant uitstrekt en het oppervlak van de plant reusachtig vergroot, functioneert dus rechtstreeks (imbibitie en osmose door de colloïdale celwanden in geltoestand). De verdere verschijnselen van de stofwisseling zullen hier niet besproken worden, daar zij te ver zouden voeren; vermoedelijk berusten zij voor een belangrijk deel op de specifieke semi-permeabiliteit van het protoplasma der chlorophylcellen.

Om ons nu een voorstelling te kunnen maken van het groote aanrakingsvlak waarmede de sphagnumplant in rechtstreeksch contact staat met het milieu, heb ik getracht bij benadering de totale celwand-oppervlakte te berekenen voor een éénstengelig Sphagnumplantje van 6 cm lengte en kom dan tot een oppervlak, dat wisselt tusschen de 2 en 4 dm², al naar de soort. In het Sphagnetum staan de plantjes dicht opeengedrongen. Stellen wij, dat ons plantje aan ruimte inneemt: een zuiltje met één cm² grondvlak en 6 cm hoogte en stellen wij onze planten nu voor als volkomen platte vlakken, naast elkaar geplaatst in dezelfde ruimte, dan komen wij, bij een gemiddeld oppervlak van ieder plantje van 3 dm², tot een onderlinge afstand dier vlakken van 0,2 mm. We kunnen dus het Sphagnetum voorstellen als een stelsel van colloïd-membranen met onderlingen afstand van 0,2 mm. Dit doet zien hoe intens het contact hier moet zijn met het milieu. Kleine milieuveranderingen moeten hier dan ook een plotselingen en zeer krachtigen invloed uitoefenen op de geheele plant, althans veel plotselinger en over een relatief veel grooter oppervlak van de plant dan bij gewassen met een afzonderlijk, feitelijk in een ander milieu (den bodem) werkend wortelstelsel.

Of deze zienswijze juist is en of ook niet andere, meer soorteigene eigenschappen van de plant (waaronder bijv. een zekere traagheid van het eenmaal op het extreme milieu ingestelde plasma) een rol spelen, zullen verdere onderzoekingen moeten uitwijzen. In ieder geval is wel een karakteristieke trek van het sphagnetum, dat het zich zelf een zeer bepaald milieu met vrij constante eigenschappen weet te scheppen. Is eenmaal het sphagnetum gevormd, dan leeft de sphagnum-vegetatie door onder bijzonder regelmatige condities, voor zooverre het betreft de stofhuishouding. Daarentegen zijn de temperatuur- en lichtschommelingen juist zeer groot in het Sphagnetum, — ook dit is een typische trek, die een aparte beschouwing overwaard is. Hier kan ik slechts enkele punten aanstippen. Zeer groote temperatuurverschillen worden door verschillende sphagnumsoorten, met name de hoogveen- en toendrasoorten verdragen. Zij kunnen een groot deel van het jaar stijf bevroren zijn zonder daardoor blijkbaar beschadigd te worden. Daartegenover staan de hooge zomertemperaturen die in het sphagnetum kunnen optreden en die dikwijls meer dan dertig graden Celsius bedragen. Ook op groote lichtschommelingen zijn deze soorten ingesteld. Ik beschouw de sphagnaceën dan ook als planten, die zijn aangepast

TABEL I.

De inlandsche Sphagna, gerangschikt naar enkele milieu-factoren.

A. Volgorde der soorten naar stijgende pH' (gewijzigd naar H. Paul.)	B. Volgorde der soorten naar stijgende trophie.	C. Volgorde naar stijgende hydro- en hydrophilie (gewijzigd naar H. Paul)	D. Volgorde naar afnemende photophilie.
<i>Sph. fuscum</i> <i>Sph. molluscum</i> <i>Sph. rubellum</i>	<i>Sph. compactum</i> <i>Sph. molluscum</i> <i>Sph. fuscum</i> <i>Sph. rubellum</i>	<i>Sph. compactum</i> <i>Sph. fuscum</i> <i>Sph. fimbriatum</i> <i>Sph. imbricatum</i> <i>Sph. acutifolium</i> <i>Sph. palustre</i>	<i>Sph. fuscum</i> <i>Sph. rubellum</i> <i>Sph. magellanicum</i> <i>Sph. imbricatum</i> <i>Sph. papillosum</i> <i>Sph. compactum</i> <i>Sph. pulchrum</i> <i>Sph. molle</i>
<i>Sph. compactum</i> <i>Sph. molle</i> <i>Sph. cuspidatum</i> <i>Sph. pulchrum</i> <i>Sph. magellanicum</i> <i>Sph. papillosum</i> <i>Sph. fimbriatum</i> <i>Sph. palustre</i>	<i>Sph. molle</i> <i>Sph. magellanicum</i> <i>Sph. imbricatum</i> <i>Sph. cuspidatum</i> <i>Sph. papillosum</i> <i>Sph. pulchrum</i>	<i>Sph. squarrosom</i> <i>Sph. molluscum</i> <i>Sph. magellanicum</i> <i>Sph. papillosum</i> <i>Sph. molle</i> <i>Sph. rubellum</i> <i>Sph. pulchrum</i>	<i>Sph. molluscum</i> <i>Sph. inundatum</i> <i>Sph. auriculatum</i> <i>Sph. recurvum</i> <i>Sph. cuspidatum</i> <i>Sph. subsecundum</i> <i>Sph. acutifolium</i>
<i>Sph. acutifolium</i> <i>Sph. recurvum</i> <i>Sph. inundatum</i> <i>Sph. auriculatum</i>	<i>Sph. fimbriatum</i> <i>Sph. inundatum</i> <i>Sph. auriculatum</i>	<i>Sph. contortum</i> <i>Sph. auriculatum</i> <i>Sph. inundatum</i> <i>Sph. subsecundum</i> <i>Sph. recurvum</i> <i>Sph. teres</i>	<i>Sph. palustre</i> <i>Sph. rufescens</i> <i>Sph. platyphyllum</i> <i>Sph. contortum</i> <i>Sph. squarrosom</i> <i>Sph. teres</i> <i>Sph. fimbriatum</i> <i>Sph. crassycladum</i>
<i>Sph. squarrosom</i> <i>Sph. plumulosum</i>	<i>Sph. subsecundum</i> <i>Sph. rufescens</i> <i>Sph. crassycladum</i> <i>Sph. platyphyllum</i> <i>Sph. squarrosom</i> <i>Sph. teres</i> <i>Sph. contortum</i>	<i>Sph. platyphyllum</i> <i>Sph. rufescens</i> <i>Sph. crassycladum</i> <i>Sph. cuspidatum</i>	
<i>Sph. subsecundum</i> <i>Sph. rufescens</i> <i>Sph. crassycladum</i> <i>Sph. platyphyllum</i> <i>Sph. contortum</i> <i>Sph. teres</i>	Min of meer ubiquistisch zijn: <i>Sph. acutifolium</i> , <i>Sph. recurvum</i> en <i>Sph. palustre</i> , terwijl ook <i>Sph. cuspidatum</i> grootere speling vertoont.		

aan groote wisselingen voor zoover het betreft warmte en licht, terwijl zij, zoowel wat betreft den vochtigheidsgraad als de voedings-condities (de voedselhuishouding), aan vrij constante toestanden zijn gebonden. Honderden jaren aaneen kunnen de Sphagnumplanten doorgroeien onder nagenoeg gelijk-blijvende voedingscondities, getuige de mosveenvormingen. Het behoeft dan ook feitelijk geen al te groote verwondering te wekken, dat zij hun plasticiteit, met betrekking tot wisselende voedingsomstandigheden, voor een groot deel hebben verloren.

Wijster (Dr.), 25 Oct. 1933.

Dr. W. BEIJERINCK.



ZIJN HET PADDENSTOELEN?

De natuur blijft altijd bekoorlijk; waar men haar ook aanschouwt en tot diep in haar ziel peilt, steeds is zij stemmingsvol en zij blijft dit door alle tijden en getijden heen, vol tinten, tonen en aspecten, nu eens schoon en charmant, dan weer grillig en mysterieus. En speciaal met deze laatste, merkwaardige eigenschap, waardoor zij ons boeit en vasthoudt in haar greep — teeder maar toch stevig — willen wij ons ditmaal bezighouden.



Fig. 1. *Monstrueuze vorm van Lentinus lepideus (op $\frac{2}{3}$ van de ware grootte), aangetroffen in een keukenkast op een boerderij te Nieuwendijk.*

Heel vaak is zij een geheimzinnige bron, vol raadselen, die ons, puzzle-uitpluizers als wij zijn, tot nadenken en overweging stemt. En zoo ging het ook mij, toen ik onlangs weer tegenover een van haar mysterieuze uitingen geplaatst werd. En welke deze was? Niets anders dan eenige witte steeltjes op een muur, doch waaraan bij diepere beschouwing en nader inzicht zooveel problemen verbonden waren, dat zij ongetwijfeld op een artikeltje in dit tijdschrift recht hebben.

Maar nu ter zake. De plaats van handeling was een groote boerenhofstede bij Nieuwendijk, gelegen in het land van Altena, ten Zuiden van Werkendam (aan den Oostrand van den Biesbosch), en wel in het bijzonder de keuken. In een keukenkast groeiden op een hoogte van ongeveer anderhalven meter enkele witte steeltjes tegen een uit planken bestaanden muur. Hun eigenaardige vindplaats en vorm deden onmiddellijk de nieuwsgierigheid van den natuuronderzoeker ontwaken. Was men minder met de afwijkingen, welke de natuur ons talloze malen biedt, op de hoogte, dan zou men daaraan wellicht niet de minste aandacht geschonken hebben. Voor een rustig onderzoek — de moeder van de porceleinkast deed zich zoowel in letterlijke als figuurlijke beteekenis gelden — was het echter noodig, hen van den muur, waar zij bovendien

in het duister groeiden, te verwijderen.

En hoe zagen zij er nu precies uit? De steeltjes waren maximum 10 cm lang; de grootste was tevens de dikste en ongeveer rond, aan het uiteinde echter eenigszins afgeplat en omgebogen (tengevolge van indroging is deze oprolling — zie foto — verder gegaan dan dit oorspronkelijk het geval was). Ook zijn zij een weinig gedraaid, getordeerd om het zoo maar eens uit te drukken, wat vooral bij den aan de langsten verbonden en er tot bijna halverwege mee vergroeiden kleinen steel duidelijk te zien is (halverwege slaat natuurlijk op den laatstgenoemden). Aan hun oppervlak vertoonen zij een min of meer regelmatige, gestreepte structuur, vooral aan het afzonderlijke steeltje duidelijk te zien. Hun voet is verbreed en steviger van samenstelling dan de rest. De kleur is helder wit behalve het uiteinde, dat geelachtig is.