

OP POPULUS EN SALIX VOORKOMENDE MELAMPSORA-SOORTEN IN NEDERLAND

With a summary: Melampsora-species on Populus and Salix

DOOR

J. GREMMEN

Bosbouwproefstation T.N.O., Wageningen

INLEIDING

Het geslacht *Melampsora* omvat roestzwammen, die door het bezit van één-cellige, ongesteelde zuilvormige teleutosporen gekenmerkt zijn. Deze teleutosporen zijn zijdelings met elkaar verbonden tot teliën, zodat aanvankelijk lichtbruine, later donkerbruine tot zwarte korsten ontstaan. Zij worden aangelegd onder de epidermis en blijven door deze lang bedekt. Behalve door de karakteristieke teliën is *Melampsora* gekenmerkt door merkwaardige paraphysen, die tussen de uredosporen in de urediniën worden gevonden. Deze paraphysen zijn duidelijk gesteld en hebben een min of meer knotsvormig of bolvormig lichaam. De uredosporen zijn bol of ellipsoid en voorzien van kleine stekeltjes. De aeciën missen een peridium en worden caeomata genoemd.

Het geslacht *Melampsora* omvat zowel autoecische (alle sporenvormen op één waardplant) als heteroecische soorten. Bij de laatste worden de pycniën en caeomata op de ene, de urediniën en teliën op een andere waardplant gevonden. Tot de autoecische soorten behoort o.a. de bekende vlasroest, *Melampsora lini* (EHRENB.) LÉV. en de roest op kroontjeskruid, *Melampsora euphorbiae* (SCHUM.) CAST. Tot de tweede groep behoort een aantal soorten, waarvan de uredo- en teleutosporen op *Populus*- en *Salix*-soorten worden aangetroffen, terwijl het caeomastadium op uiteenlopende families voorkomt (Coniferae, Liliaceae, Orchidaceae, Euphorbiaceae, Celastraceae, Fumariaceae, Saxifragaceae, Papaveraceae). Op *Populus* en *Salix* worden vooral de bladeren aangetast. Bij *Populus* kan deze aantasting soms zo hevig zijn, dat de bladeren vroegtijdig verdrogen en afvallen, zodat de houtproductie achterblijft. De soorten van deze groep zijn morfologisch vaak niet of moeilijk te onderscheiden, zodat voor identificatie gebruik wordt gemaakt van de pathogene eigenschappen, die de specialisatie ten opzichte van één of enige waardplanten bepaalt.

In Nederland zijn thans 9 soorten met zekerheid aangetoond, terwijl met de mogelijkheid van meerdere rekening moet worden gehouden.

Deze soorten zijn:

Naam	Pycniën/Caeomata	Urediniën/Teliën
1. <i>M. larici-populina</i>	<i>Larix</i> spec.	<i>Populus</i> (<i>Aigeiros</i> , <i>Tacamahaca</i>)
2. <i>M. allii-populina</i>	<i>Allium</i> spec.	<i>Populus</i> (<i>Aigeiros</i>)
3. <i>M. larici-tremulae</i>	<i>Larix</i> spec.	<i>Populus</i> (<i>Leuce</i>)
4. <i>M. pinitorqua</i>	<i>Pinus</i> spec.	<i>Populus</i> (<i>Leuce</i>)
5. <i>M. capraearum</i>	<i>Larix</i> spec.	<i>Salix capraea</i> en andere
6. <i>M. euonymi-capraearum</i>	<i>Euonymus europaeus</i>	<i>Salix capraea</i> en andere
7. <i>M. allii-salicis albae</i>	<i>Allium</i> spec.	<i>Salix alba</i>
8. <i>M. repentis</i>	<i>Orchis</i> spec.	<i>Salix repens</i> , <i>S. rosmarinifolia</i>
9. <i>M. Rostrupii</i>	<i>Mercurialis perennis</i>	<i>Populus</i> (<i>Leuce</i>)

Te verwachten zijn (*to be expected*):

Naam	Pycniën/Caeomata	Urediniën/Teliën
10. <i>M. larici-pentandrae</i>	<i>Larix</i> spec.	<i>Salix pentandra</i> en andere
11. <i>M. allii-fragilis</i>	<i>Allium</i> spec.	<i>Salix fragilis</i> en kruisingen
12. <i>M. larici-epitea</i>	<i>Larix</i> spec.	<i>Salix</i> spec.
13. <i>M. ribesii-purpureae</i>	<i>Ribes</i> spec.	<i>Salix purpurea</i> en andere
14. <i>M. ribesii-viminalis</i>	<i>Ribes</i> spec.	<i>Salix viminalis</i>
15. <i>M. galanthi-fragilis</i>	<i>Galanthus nivalis</i>	<i>Salix fragilis</i> , <i>S. pentandra</i>

Uit dit overzicht blijkt, dat het aantreffen van caeomata op *Larix*, *Allium* of *Ribes* evenmin uitsluitsel kan geven over de soort, als het vinden van urediniën en teliën op *Populus* en *Salix*.

ONDERZOEK VAN HERBARIUMMATERIAAL

Ten einde een indruk te verkrijgen over de verspreiding van deze *Melampsora* soorten in Nederland, werd herbariummateriaal geraadpleegd in het Rijks-herbarium te Leiden en van het Herbarium Oudemans te Groningen ¹⁾.

Dit onderzoek leverde zeer weinig positieve resultaten op omtrent het voorkomen van de soorten in ons land. Door OUDEMANS en zijn tijdgenoten is vrij veel verzameld, maar het is onmogelijk om aan de hand van dit materiaal een juiste diagnose te stellen omtrent de soortnaam. Dit is in de meeste gevallen namelijk alleen mogelijk door experimenteel vast te stellen op welke waardplant de caeomavorm van de zwam leeft. Practisch al het onderzochte materiaal bevat óf urediniën óf teliën, in sommige gevallen beide soorten fructificaties. Op grond van deze sporenvormen was het meestal niet mogelijk de soort roest te identificeren. In enkele gevallen was ook caeoma-materiaal aanwezig, maar ook dit kon zelden positief uitsluitsel geven over de soort. Slechts het voorkomen van caeomata op *Mercurialis*, *Orchis*, *Chelidonium*, *Corydalis*, *Pinus*, *Euonymus* en *Abies* geven bij de huidige kennis van de wetenschap een betrouwbare informatie.

Ten tijde van OUDEMANS (1892) was men nog zeer onvoldoende ingelicht over de zo belangrijke waardwisseling van deze roestzwammen en werd alleen voor determinatie gebruik gemaakt van de morphologische kenmerken. Soorten, zoals *M. farinosa* (PERS.) SCHRÖT., *M. epitea* (KZE. & SCHM.) THÜMEN, *M. vitellinae* (DC.) THÜMEN, *M. tremulae* TUL., *M. aecidioides* (DC.) SCHRÖTER, enz. zijn complexe soorten, die later door KLEBAHN in twee of meer zelfstandige soorten zijn onderscheiden, daar deze morphologisch identieke soorten in hun pathogene eigenschappen ten opzichte van bepaalde waardplanten verschillend blijken te zijn.

MORPHOLOGISCH ONDERZOEK EN ONDERZOEK NAAR DE WAARDPLANT

In het volgende zijn enkele gegevens vermeld betreffende morphologisch onderzoek en betreffende proeven over de waardplanten van de in het overzicht vermelde roestsoorten. Door KLEBAHN worden *M. larici-tremulae*, *M. pinitorqua* en *M. Rostrupii* als afzonderlijke soorten beschouwd, hoewel ze morpho-

¹⁾ De Directeuren van beide Instituten dank ik gaarne voor hun welwillende medewerking.

logisch identiek zijn. Andere auteurs, daarentegen (HYLANDER, JØRSTAD, NANNFELDT) beschouwen ze als rassen, die behoren tot de soort *M. populnea* (PERS.) KARST.

1. *Melampsora larici-populina* KLEB.; Z. Pflkrankh. 12: 43, 1902.

De pycniën en caeomata worden op de jonge naalden van lariks gevormd, terwijl de urediniën en teliën voorkomen op de bladeren van populierensoorten uit de secties *Aigeiros* DUBY en *Tacamahaca* SPACH.

In het laboratorium was het mogelijk om met basidiosporen van overwinterde teleutosporen in het voorjaar in ongeveer 10 dagen pycniën te verkrijgen op de jonge naalden van lariks. De hieruit ontstane caeomata zijn oranjegeel en daardoor te onderscheiden van de crème-geurige caeomata van *M. larici-tremulae* KLEB. en *M. capraearum* (DC.) THÜMEN, welke ook op de naalden van lariks te vinden zijn. Deze roestsoort verschilt bovendien morphologisch van *M. allii-populina* KLEB. door de vorm van de paraphysen. Deze paraphysen, die in min of meer grote aantallen in de urediniën voorkomen, zijn te herkennen aan de typisch afgeplatte kop, waarvan het bovineinde aanmerkelijk verdikt is (soms tot 10 μ). Zie fig. 1a.

De door de zwam aangerichte schade bestaat in een somtijds ernstige aantasting van de bladeren, waardoor deze vroeger dan normaal verdorren en afvallen.

In de kwekerijen van het Bosbouwproefstation T.N.O. komt deze roestzwam algemeen voor. De omstandigheden zijn hier voor hem zeer gunstig, daar beide waardplanten, populier en lariks, hier in grote aantallen worden gekweekt en zelfs vaak dicht bijeen staan. Alle factoren werken dus mede om een regelmatige terugkeer van de parasiet te verzekeren.

Voor de veldproeven worden bovendien de te onderzoeken populieren met uredosporen geïnoculeerd. Deze uredosporen worden in het laboratorium door middel van roestcultures op bladschijfjes (VAN VLOTEN, 1944) verkregen. Op deze wijze is het mogelijk al vroegtijdig (begin Juni) de betreffende populieren buiten te inoculeren. Het voordeel van deze werkwijze is, dat het tijdstip van inoculatie zelf kan worden bepaald en de planten niet aan het toeval van een natuurlijke infectie van de roest behoeven te worden overgelaten.

Wat de verspreiding van deze soort aangaat, hierover bestaat slechts weinig zekerheid. Ongetwijfeld is deze soort zeer algemeen verbreid in ons land. Uit herbariummateriaal is gebleken, dat de zwam met zekerheid kan worden vermeld van de volgende vindplaatsen:

1. te Beek, op *P. monilifera*, verzameld X-1874, leg. van Hall;
2. te Bussum, op *P. balsamifera*, verzameld X-1901, leg. Koning.

Talrijke andere collecties zijn niet met zekerheid te identificeren, daar óf de waardplant geheel onbekend is, óf uit de roestfructificaties geen conclusie ten aanzien van de soort te trekken valt. Ook de vindplaats ontbreekt somtijds.

2. *Melampsora allii-populina* KLEB.; Z. Pflkrankh. 12: 25, 1902.

De pycniën en caeomata worden op de bladeren van *Allium*-soorten aangetroffen. Urediniën en teliën komen op de bladeren van populierensoorten uit de sectie *Aigeiros* DUBY voor.

In het voorjaar was het mogelijk in het laboratorium uit overwinterde teleutosporen na ongeveer 12 dagen pycniën te verkrijgen op *Allium vineale* L. De

hieruit ontstane caeomata zijn evenals die van *M. larici-populina* KLEB. oranje-kleurig. Door middel van deze caemasporen werden bladschijfjes van *P. marilandica* BOSC. geïnoculeerd; na ongeveer 14 dagen vertoonden deze urediniën. Werden de uredosporen hiervan buiten overgebracht op *P. serotina* HART. dan ontstonden al spoedig nieuwe urediniën, in de nazomer gevolgd door teliën. Na overwintering van deze bladeren konden het volgend jaar in het laboratorium nieuwe infecties op *Allium*-plantjes worden verkregen. *Allium Moly* L. een niet-inheemse soort, wordt eveneens door de roestzwam aangetast, hoewel in geringe mate. Morphologisch blijkt het mogelijk deze soort te onderscheiden van *M. larici-populina* KLEB. door middel van de paraphysen. Deze paraphysen zijn in tegenstelling met die van *M. larici-populina* rond of hoepelvormig („racketvormig”) en rondom gelijkmatig verdikt (zie fig. 1b). Van de op het Bosbouwproefstation gevonden urediniën werd een groot aantal onderzocht en het is gebleken, dat onderscheiding op deze wijze mogelijk is.

Gedurende de jaren 1951–1953 werden begin Mei in de Betuwe (Kesteren, Tricht, Est, Neerijnen) een aantal roest-herkomsten op *Allium* (vermoedelijk *A. vineale* L.) verzameld.

Plaatselijk kan deze roest op ui zeer algemeen zijn. De stengels van de planten zijn dan vaak geheel oranje gekleurd door de grote aantallen caeomata, terwijl pycniën van de fungus eveneens werden aangetroffen. Daar *Allium* door verschillende *Melampsora*-soorten kan worden aangetast, waarvan één op *Populus* en tenminste twee op *Salix* overgaan en daar zowel populieren als wilgen (uitsluitend *Salix alba* L.) ter plaatse voorkwamen, was het noodzakelijk beide boomsoorten in het onderzoek te betrekken. Hiervoor werden bladeren van *P. marilandica* BOSC. (deze soort is onvatbaar voor *M. larici-populina* KLEB.) en *Salix alba* L. gebruikt. Caemasporen van de uienroest werden op bladschijfjes van deze planten gebracht; na ongeveer 14 dagen ontwikkelden zich op *P. marilandica* urediniën, terwijl de bladeren van *S. alba* geen reactie vertoonden.

In de veldproeven op het Bosbouwproefstation T.N.O. wordt *M. allii-populina* KLEB., evenals dit het geval is met *M. larici-populina* KLEB. als uredosporenvorm op de te onderzoeken populieren gebracht teneinde de vatbaarheid te bepalen. Daar *Allium* hier van nature ontbreekt wordt de zwam ieder jaar opnieuw verkregen door infectie van *Allium*-plantjes vanaf overwinterde teliën.

Materiaal van *Caeoma alliorum* LK. is in het Rijksherbarium aanwezig. De samenhang met de andere waardplanten was ten tijde, dat dit materiaal verzameld is, nog onvoldoende opgehelderd. Daar *Allium* meer dan één *Melampsora*-soort kan herbergen, is het op grond hiervan niet mogelijk uit te maken welke roestsoort het hier betreft. Bovendien is komen vast te staan na onderzoek van beschikbaar materiaal op *Allium*-soorten, dat in de meeste gevallen geen sprake is van een echt caeoma, maar van een aecidium. De laatste vruchtvorm behoort niet in de levenscyclus van *Melampsora*, maar in die van *Puccinia allii-phalaridis* KLEB.

3. *Melampsora larici-tremulae* KLEB.; Forstl. naturw. Zeitschr. 6: 470, 1897.

Pycniën en caeomata komen voor op de naalden van lariks. Ze hebben een crème tot lichtgele kleur, waardoor deze soort te onderscheiden is van *M. larici-populina* KLEB., echter niet van *M. capraearum* (DC.) THÜMEN. De urediniën en teliën komen voor op de bladeren van populieren, echter alleen op soorten,

die tot de sectie *Leuce* DUBY behoren. De bouw van de paraphysen is dezelfde als die van *M. pinitorqua* ROSTR., maar afwijkend van de soorten *M. larici-populina* en *M. allii-populina* (zie fig. 1c).

Voor de determinatie werden bladeren van *P. tremula* en kruisingen van *P. tremula*, welke teliën droegen na overwintering gebruikt voor infecties op lariks en *Pinus*. Alleen op de lariks ontstonden pycniën en caeomata, waarmee dus is bewezen, dat het materiaal tot *M. larici-tremulae* behoort.

In de kwekerijen van het Bosbouwproefstation T.N.O. komt deze roestsoort algemeen voor.

Herbarium-collecties op *Leuce*-populieren waren op grond van de morphologische kenmerken niet tot een bepaalde soort te brengen, daar slechts uredo- en teleutosporen werden gevonden en niets bekend was over de caeomawaardplant.

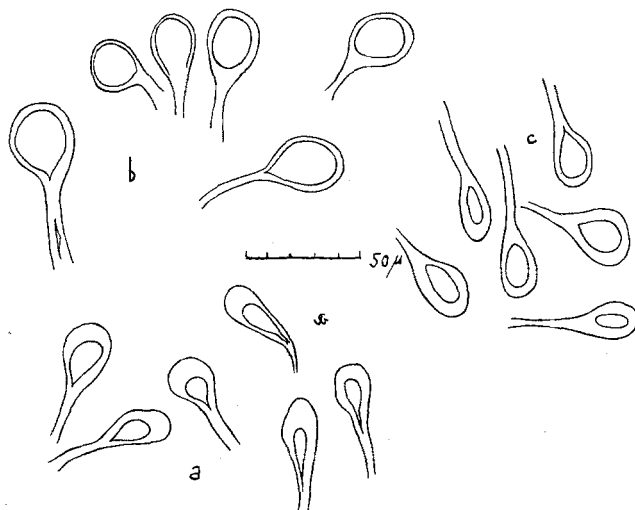


Fig. 1. Paraphysen voorkomende in de urediniën van:
(Paraphyses occurring in the uredinia of:)

- a. *Melampsora larici-populina* KLEB.
- b. *Melampsora allii-populina* KLEB.
- c. *Melampsora larici-tremulae* KLEB.

4. *Melampsora pinitorqua* ROSTR.; Die farligste Snylttere i Danmarks Skove 10, 1889.

De pycniën en de gele, zeer licht oranjekleurige caeomata worden op soorten van het geslacht *Pinus* gevonden. Hoofdzakelijk worden *P. sylvestris* L., *P. montana* MILL. en *P. Pinaster* AIT. aangetast. Urediniën en teliën worden wederom op populieren uit de sectie *Leuce* DUBY aangetroffen. Morphologisch zijn *M. pinitorqua*, *M. larici-tremulae* en *M. Rostrupii* niet te onderscheiden. Dit wordt bepaald door de waardplant, waarop de caeoma-vorm leeft. De basidiosporen van *M. pinitorqua* kunnen slechts dan kiemen als ze terecht komen op de zich juist ontplooiende jonge scheuten van bovengenoemde *Pinus*-soorten. Caeomasporen verzameld op *P. Pinaster* AIT. gaven op bladschijfjes van *P. tremula* L. en *P. canescens* SM. het aanzijn aan urediniën.

Deze roest is in het bijzonder belangrijk, daar het caeomastadium aan de jonge scheuten van *Pinus* ernstige schade kan berokkenen. Deze worden door de zwam gedood of knikken bij minder hevige aantasting om, waardoor de zo typische S-vorm van de scheuten optreedt.

5. *Melampsora capraearum* (DC.) THÜMEN; Mitt. Forst. Versuchsw. Oesterr. 2: 34–36, 1879.

De pycniën en caeomata van deze zwam komen op lariks voor, terwijl de urediniën en teliën op de bladeren van *Salix capraea* L. en andere soorten gevormd worden. Na overwintering van teleutosporen, die in October 1952 in het Encibos (Zuid-Limburg) op *Salix capraea* gevonden werden, was het mogelijk deze in het daarop volgend voorjaar tot kieming te brengen. De bladeren werden zo geplaatst, dat de basidiosporen op jonge naalden van lariks en op bladeren van *Euonymus europaeus* L. vielen. De laatstgenoemde plant werd gebruikt, omdat de teliën van *M. euonymi-capraearum* KLEB. ook op *S. capraea* L. kunnen voorkomen. Na ongeveer 10 dagen werden pycniën op de lariks gevonden, terwijl *Euonymus* niet reageerde. Deze pycniën werden later gevolgd door crème-kleurige caeomata. Met de caeomasporen werden bladschijfjes van *S. capraea* geïnoculeerd. Na enkele weken werden hierop urediniën verkregen.

Morphologisch is deze roestsoort ook nog te herkennen aan de zeer dikwandige teleutosporen.

In het herbarium van OUDEMANS is deze zwam te vinden op bladeren van *S. capraea*, verzameld in 1873 te Beek (Berg en Dal) bij Nijmegen.

6. *Melampsora euonymi-capraearum* KLEB.; Forstl. naturw. Zeitschr. 6: 469, 1897.

Pycniën en caeomata van deze zwam komen voor op de bladeren van *Euonymus europaeus* L.; urediniën en teliën op bladeren van *Salix capraea* L. en andere soorten.

Deze fungus werd in Mei 1949 in de duinen bij Vogelenzang op *Euonymus* aangetroffen (leg. W. C. NIJVELDT). De samenhang van de beide stadia is experimenteel niet nader onderzocht, doch gebaseerd op de beschrijving van KLEBAHN (1914: 800). Daar *Euonymus* volgens de literatuur slechts één *Melampsora* herbergt, is het zeker, dat het deze soort betreft.

Door OUDEMANS werd deze *Melampsora* in 1871 in de duinen bij Haarlem gevonden; later door VAN EYNDHOVEN in 1933 in hetzelfde gebied. In beide gevallen was de caeomavorm op *Euonymus europaeus* L. verzameld.

7. *Melampsora allii-salicis albae* KLEB.; Pringsh. Jahrb. wiss. Bot. 35: 679, 1901.

De pycniën en caeomata komen bij deze soort voor op *Allium* species; de urediniën en teliën uitsluitend op *Salix alba* L.

In de omgeving van Tuil (Gelderland) werden begin Mei 1952 grote aantallen urediniën waargenomen op de nog groene, jonge vruchtjes van *Salix alba*. Daar het nog te vroeg in de tijd was om infecties door caeomasporen van *Allium* te verwachten, moet worden aangenomen, dat de zwam hier in de vorm van mycelium in de twijgen is overwinterd, zoals KLEBAHN (1914: 779) dit heeft waargenomen. Deze auteur schrijft hierover: Ueberwinternde Infektionsstelle in der Rinde, die im ersten Frühjahr Uredolager hervorbringen. Das Mycelium scheint

gelegentlich direkt in die jungen Triebe einzudringen. Die Pilz kann also ohne Wirtswechsel erhalten werden”.

8. *Melampsora repentis* PLOWR.; Z.Pflkrankh. 1: 131, 1891.

De pycniën en caemata komen voor op soorten uit het geslacht *Orchis*; de urediniën en teliën op bladeren van *Salix repens* L. en *Salix rosmarinifolia* L.

De urediniën van de zwam werden in 1953 op de bladeren van *S. repens* L. op Vlieland (Kroonspolders) aangetroffen (leg. H. HEYBROEK).

Door OUDEMANS (1892) wordt *Caeoma orchidis* MART. reeds van enkele vindplaatsen in ons land vermeld. De samenhang met *Salix*-soorten was toen nog onvoldoende bekend. Daar *Orchis*-soorten naar onze huidige kennis één soort *Melampsora* herbergen, is het wel zeker, dat deze caemavorm tot bovengenoemde species behoort. Ook bij deze soort is verwarring mogelijk, namelijk met een roestzwam, die op *Orchis* aecidiën vormt (*Puccinia orchidis-phalaridis* KLEBAHN).

Het geraadpleegde materiaal bestond inderdaad in vele gevallen uit aecidiën, terwijl slechts enkele nummers caemata bevatten.

9. *Melampsora Rostrupii* WAGNER; Oesterr. Bot. Zeitschr. 46: 274, 1896.

Pycniën en caemata komen op bladeren en bladstelen van *Mercurialis perennis* L. voor, terwijl urediniën en teliën gevonden worden op populieren uit de sectie *Leuce* DUBY.

In Nederland is deze roestsoort voor het eerst door WESTERDIJK in 1916 gevonden op *Mercurialis perennis* in het zuiden van Limburg (cf. Nederl. kruidk. Arch., 1916).

In Scandinavië en onze buurlanden komt deze roest algemeen voor, terwijl ze door schrijver in April 1953 in Engeland werd gevonden (Guildford, Surrey).

Volgens KLEBAHN komt de zwam in de uredo- en teleutosporenvorm voor op *P. alba* L. Hij voegt hieraan toe, dat het hem gelukte, de zwam in geringe mate op *P. nigra* L., *P. canadensis* MOENCH. en *P. balsamifera* L. over te brengen (1914: 772).

SUMMARY

In this paper dealing with heteroecious species of *Melampsora*, nine species found in the Netherlands are discussed, four of them viz. *M. allii-populina* KLEB., *M. larici-tremulae* KLEB., *M. pinitorqua* ROSTR. and *M. allii-salicis albae* KLEB. are recorded for the first time.

Material present in dutch herbaria was studied, but generally proved to be incomplete, so that determination was impossible.

Five of the nine *Melampsora* species recorded in this paper have been studied both morphologically and by means of pathogenicity tests.

In some cases the colour of the caemaspores could be used as a differentiating character. Caemaspores of *M. larici-tremulae* KLEB. and *M. capraearum* (DC.) THÜMEN on larch occurring are light yellow, whereas those of *M. larici-populina* have a characteristic orange colour.

In most species studied pathogenicity tests were made to test the relationship between the forms occurring on alternate hosts.

For better isolation of the material to be tested, in many cases the uredospore

generation was cultivated on discs of poplar and willow leaves floating on water in petri dishes (VAN VLOTEN, 1944).

The shape of the paraphyses occurring in the uredinia proved to be a new and reliable character for distinguishing between some species in the uredospore form, when the alternate host is not known.

In this way *M. larici-populina* KLEB. and *M. allii-populina* KLEB. can be distinguished easily in the uredospore generation, which occurs on the leaves of *Populus* belonging to the sections *Aigeiros* and *Tacamahaca*, resp. *Aigeiros* (Fig. 1a and 1b).

The paraphyses of *M. larici-tremulae* KLEB. and *M. pinitorqua* ROSTR., which occur in the uredinia on poplar leaves of the section *Leuce* represent a third type (Fig. 1c).

A number of species which can be expected in the Netherlands is added to the list of species which have already been found.

LITERATUUR

1. HYLANDER, N., I. JØRSTAD & J. A. NANNFELDT. – 1953. Enumeratio Uredinearum Scandinavicarum, Opera Botanica 1: 18–27.
2. KLEBAHN, H. – 1914. Uredineen, in Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. Pilze III, Leipzig.
3. OUDEMANS, C. A. J. A. – 1892. Révision des champignons tant supérieurs qu'inférieurs trouvés jusqu'à ce jour dans les Pays-Bas. Bd. 2.
4. VLOTEN, H. VAN. – 1944. Is verrijking der mycoflora mogelijk? T.o.P.ziekten 50: 49–62.
5. WESTERDIJK, J. & A. VAN LUYK – 1916. Bijdrage tot de Mycologische Flora van Nederland. Nederl. Kruidk. Arch. 92-121.