

verschijnt driemaandelijks

COOLIA

Kontaktblad van de

Nederlandse Mycologische Vereniging

DEEL 19, NR. 3

JULI 1976

DE OECOLOGIE EN SOCIOLOGIE VAN MACROFUNGI

LEZINGEN GEHOUDEN OP DE MYCOLOGENDAG VAN DE NMV
TE WAGENINGEN, 10 APRIL 1976

ALGEMENE INLEIDING TOT DE OECOLOGIE EN SOCIOLOGIE VAN MACROFUNGI

door J.J. Barkman

(Mededeling no. 177 van het Biologisch Station, Wijster; mededeling nr. 20 van de Afdeling Vegetatiekunde en Plantenoecologie van de Landbouwhogeschool, Wageningen).

Alle fungi maken deel uit van levensgemeenschappen (b i o - c o e n o s e n). Elke biocoenose bestaat uit drie grote functionele elementen, nl. de p r o d u c e n t e n (groene planten), de c o n s u m e n t e n en de r e d u c e n t e n. Feitelijk zou men in de synoecologie òf gehele biocoenosen òf een van deze drie groepen moeten bestuderen. De fungi maken, samen met vele dieren, parasitaire bakteriën en dito hogere planten deel uit van de groep der consumenten (nl. de parasieten), en samen met vele bakteriën, protozoa, nematoden, enz. van de groep der reducenten (nl. de saprophyten en mycorrhizavormers).

Zelfstandige schimmelgemeenschappen bestaan dus niet. Het is meer op praktische gronden dat men van de wetenschap der *mycosociologie* of *mycocoenologie* spreekt. *Mycocoenosen* zijn vergelijkbaar met algen-, slakken- en kevergezelschappen. Het zijn *taxocoenosen*. En het zijn de vereiste taxonomische specialisatie van de onderzoeker alsmede de van hogere planten geheel afwijkende inventarisatietechnieken die tot aparte bestudering hebben geleid.

Voor een goede bestudering van mycocoenosen moet men zowel mycoloog als vegetatiekundige zijn. Deze combinatie is zeldzaam. Mycocoenologie wordt dan ook nog weinig beoefend, in Europa vnl. in Polen, voorts in Estland, de D.D.R., Tsjecho-Slowakije en Hongarije, incidenteel ook in Zweden, Denemarken, West-Duitsland, Engeland, België, Frankrijk en Spanje. In ons land vooral vanuit het Biologisch Station, Wijster.

Lang niet alle fungi worden in het mycosociologisch onderzoek betrokken. De mikrobodemfungi (*Phycomycetes* en *Fungi Imperfecti*) worden stelselmatig uitgesloten (uitzondering o.a. *Apinis* in Engeland); ondergrondse, kleine en parasitaire *Asco's* en roest- en brandzwammen worden ook vrijwel steeds genegeerd en zelfs de resupinate *Basidio's* (*Corticaceae*, *Thelephoraceae*, *Tulasnellaceae*, etc. Uitz. B.W.L. de Vries, zie zijn bijdrage tot dit *Coolia*-nummer). Mycosociologie wordt zo tot een soort "Agaricosociologie", waarbij het opvalt dat zelfs binnen deze groep de zeer kleine vertegenwoordigers uit geslachten als *Mycena*, *Delicatula*, *Marasmius*, *Galerina* en *Coprinus* dikwijls onvoldoende aandacht krijgen.

Bestudering van mycocoenosen mag er nooit toe leiden dat het verband met de hogere planten en met de plantengemeenschappen als geheel (dus incl. de mossen en lichenen) uit het oog verloren wordt.

Dit verband kan variëren van zeer eng (aan één boomsoort gebonden mycorrhizaflora) via tamelijk eng (aan één gezelschap gebonden saprofytenflora) tot zeer los (fungi op een koeienvlaai of een rottende boomstronk in een weiland). De laatstgenoemde "mycocoenosen" zijn vrijwel niet afhankelijk van een bepaalde associatie van hogere planten. Dit is echter een onafhankelijkheid in typologisch-vegetatiekundige zin. In oecologische zin zijn mycocoenosen als heterotrofe groeperingen natuurlijk altijd van hogere planten of dieren afhankelijk en dus uiteindelijk van groene planten.

Men kan plantengemeenschappen naar hun structuur in de tijd verdelen in *seizoenaspecten*, naar de structuur in de ruimte in *lagen* (vertikaal) en in *mikrogezeelschappen* (horizontaal). Binnen de gemeenschappen laten ook de fungi zich volgens deze categorieën rangschikken. Zo onder-

scheiden wij in vele gezelschappen een voorjaarspaddestoelenflora, een vroege herfst-aspekt en een late herfst-winter-aspekt. Strooiselfungi zoals *Mycena mucor* hebben hun mycelia in een andere (meer oppervlakkige) laag dan de dieper in de humus levende fungi zoals *Mycena galopus*. En de vruchtlichamen van deze twee soorten en van een boleet en een *Macrolepiota* bevinden zich in vier verschillende lagen boven de grond. De moslaag tussen de bomen en het kale droge naaldendek rond de voet der stammen in een sparrenbos herbergen ten dele verschillende fungi. Evenzo de plekken met dikke laag blad en de bultjes met mos in een zuur eiken- of beukenbos, de N- en Z-zijde en het inwendige van de struiken in een jeneverbesstruweel.

Een combinatie van de criteria van seizoenaspecten, laaggezelschappen en mikrogezelschappen leidt tot het begrip *synusia*. Een *synusia* is een groep van planten binnen een levensgemeenschap van dezelfde levensvorm, hetzelfde seizoenritme en dezelfde mikrohabitat. Naast de genoemde, in ruimte of tijd gescheiden *synusiae* zijn er nog *synusiae* van speciale substraten (bijv. excrementen), die verspreid door de gehele biocoenose voor kunnen komen. In de praktijk kunnen wij de volgende *synusiae* van makrofungi onderscheiden: 1. mycorrhizasymbionten (in gemengde bossen eventueel te splitsen naar boomsoorten); 2. humussaprofyten; 3. saprophyten (s) op dierlijke excrementen; 4. s. op dierenlijken; 5. s. en parasieten (p) op fungi; 6. s. op dood gras; 7. s. op afgevalen bladeren en naalden; 8. s. op afgevalen vruchten en twijgjes; 9. s. op rotte stronken; 10. s. op stammen en takken; 11. p. op dieren (insektenlarven); 12. p. op grassen en kruiden; 13. p. op bladeren van bomen en struiken; 14. dito op twijgen; 15. dito op stammen en dikke takken. Daarnaast kunnen nog associatievreemde *synusiae* voorkomen, zoals de groepen 1, 7, 8, 9, 10, 13, 14 en 15 van vreemde houtsoorten (geplant of toevallig opgeslagen), *synusiae* van kaal zand (molshopen, konijnenholen), brandplekken e.d.

Sommige soorten fungi behoren tot meer dan één groep. Parasieten zetten na de dood van hun gastheer hun leven vaak voort als saprofyt. Het verschil tussen 1 en 2 is in het veld niet te zien, evenmin dat tussen 10 en 15. In een grasland, veen of heide ontbreken uiteraard vele van deze groepen. In een bos kunnen alle genoemde *synusiae* voorkomen, maar slechts 1, 2, 7 en 8 zijn obligaat (altijd aanwezig). In een kultuurbos, waar men bomen tijdig kapt, ontbreekt vaak 10.

Bij vergelijking van de mycoflora van verschillende biocoenosen dient men er steeds op bedacht te zijn, dat de niet-gemeenschappelijke soorten zowel tot obligate als tot fakultatieve en zelfs tot associatievreemde *synusiae* kunnen behoren. Alleen in het eerste geval hebben zij in het algemeen diagnostische waarde.

Als bijv. in het ene bos *Cystoderma amianthinum* voorkomt en in het andere bos *Cystoderma cinnabarinum*, dan is dit in hoge mate indikatief voor het milieu en de vegetatiekundige positie van deze bossen, maar als in het ene bos rotte stronken voorkomen met *Hypholoma fasciculare* (synusia 9), in een ander bos niet, maar wel toevallig konijnenkeutels met *Stilbella fimetaria* (synusia 3), dan zijn dit uiteraard geen differentiërende soorten voor de twee bossen. Nog sterker geldt dit voor soorten van associatievreemde synusiae, zoals de mycorrhizasymbionten en parasieten van eik en den in een heide met opslag van deze bomen.

Toch is ook hier een zekere voorzichtigheid geboden. *Cordiceps militaris* bijv. is door ons uitsluitend in beweide (d.w.z. grazige) jeneverbesstruwelen gevonden, niet in de onbeweide (heideachtige). Toch parasiteert deze soort op begraven poppen van nachtvlinders (synusia 11). Volgens de heer Lempke (mondelinge mededeling) komen nachtvlinders in alle mogelijke biotopen in het hele land voor. Rupsen en poppen van deze dieren treft men ook in de heide aan (de rupsen van sommige nachtvlinderssoorten leven zelfs specifiek van struikheide).

De relatieve onafhankelijkheid van fungus-synusiae bracht Höfler (1937) ertoe om ze alle als aparte, zij het afhankelijke, associaties te beschouwen. Het andere uiterste is het standpunt van Ubriszy (1956), nl. dat alle fungi zonder meer deel uitmaken van hogere plantenassociaties. Favre (1948) sprak wel van "associations fongiques", maar verklaarde tevens dat zij beter als synusiae binnen de grotere fytocoenosen beschouwd kunnen worden. Ook Kalamees (1965) huldigt dit standpunt, maar acht mycosynusiae door hun afwijkende ontwikkelingsritme toch wel zo verschillend van mos- en kruidensynusiae, dat hij ze met een aparte term, consortia, aanduidt. Ook Darimont (1973) is deze mening toegedaan. Fungussynusiae staan qua niveau tussen associatie en soort in en vormen z.i. een onderdeel van plantenassociaties. Maar hij beschouwt fungi als zo verschillend van groene planten, dat hij niet van paddestoelenvegetatie, maar van "mycetatie" spreekt. Deze bestaat uit konkrete synusiae ("mycosynecieën"), waaruit zich abstrakte vegetatietypen ("sociomycieën") laten afleiden, vergelijkbaar met de associaties van de fytocoenosen. Evenals laatstgenoemde verenigt hij deze sociomycieën tot verbonden, orden en klassen, die echter niet identiek zijn met de gelijknamige eenheden uit het fytocoenosensysteem (de uitgangen van de namen zijn ook anders). Zo ontwikkelt hij een hierarchisch systeem van synusiae naast dat van de fytocoenosen, waarvan zij deel uitmaken. Dit is ongetwijfeld een aantrekkelijke gedachte (vgl. ook Du Rietz, 1965, en Barkman, 1968, 1970 en 1973).

Een tussenstandpunt wordt ingenomen door de Braun-Blanquet-school. Deze school beschouwt fungi als een onderdeel van fyto-

coenosen en beschrijft ze zelfs niet als aparte synusiae, behalve in het geval van afwijkende substraten, in welk geval men van aparte associaties spreekt, bijv. het *Trametetum gibbosae* op rotte beukenstompen en het *Coprinetum ephemeroidis* op koeien-vlaaien (Pirk, 1952; Pirk en Tüxen, 1949 en 1957). Voor Lisiewska (1974) is alleen bij houtbewonende synusiae sprake van aparte (afhankelijke) associaties, dus bij onze synusiae 9, 10, 13, 14 en 15.

De mycosociologie kent echter meer problemen dan die van de status en de plaats van paddestoelengezelschappen binnen het systeem van syntaxa, een probleem dat pas in de eindfase van een moeizaam en tijdrovend onderzoek opdoemt. Daarvóór heeft de mycosocioloog talloze andere problemen moeten oplossen. Daar zijn in de eerste plaats de welbekende *t a x o n o m i s c h e* problemen van de mycologie, die voor de mycosocioloog nog extra zwaar tellen omdat hij in vele groepen fungi thuis moet zijn en ook jonge, heel oude en verdroogde exemplaren moet kunnen determineren.

In de tweede plaats is er het *e p h e m e r e* optreden van veel soorten, waardoor men gedwongen is een proefvlakte vele malen per jaar en vele jaren achtereenvolgens te onderzoeken. Een lange bemonsteringstijd kan echter problemen geven, als het milieu aan verandering of de vegetatie aan successie onderhevig is.

In de derde plaats is er het probleem van het *m i n i - m u m a r e a a l*, d.w.z. de minimum oppervlakte waarop vrijwel alle soorten van een bepaald plantengezelschap te vinden zijn. Dit is voor fungi veel groter dan voor hogere planten, bijv. in graslanden resp. 100-200 m² en 5 m², in bossen 1000.-4000 m² resp. 200 m². Niet alleen wordt daardoor de analyse van een proefvlakte zeer tijdrovend, maar ook doet zich het probleem voor van de homogeniteit: er is niet altijd een zo grote proefvlakte te vinden die toch qua milieu én vegetatie homogeen is.

Om een vegetatietype mycologisch te karakteriseren, heeft men trouwens aan één proefvlakte niet genoeg, maar moet men er eigenlijk minstens 10 hebben, op uiteenlopende plaatsen in het gebied dat men onderzoekt. Zelfs dan is nog alleen de mycoflora van dat type van dat gebied bekend. Men zou alle plantengezelschappen van dat gebied moeten onderzoeken om te weten, of en zo ja, wat het specifieke karakter van de mycoflora van een bepaalde associatie is. Dit is op korte termijn zelfs voor een team van onderzoekers niet mogelijk. Vandaar dat wij in Wijster telkens gedurende een aantal (3-4) jaren slechts een beperkte groep plantengezelschappen intensief onderzoeken. Achtereenvolgens waren en zijn dit: droge heiden (R.N.A. Kramer), naaldbossen (R.N.A. Kramer), mosrijke eikenstrubben of stuifzand (P. IJpe-laar), half-natuurlijke en cultuurgraslanden en enige aanverwante

typen (E.J.M. Arnolds) en arme eikenbossen (mw. A.E. Jansen). Het nadeel hiervan is dat verschillende jaren niet helemaal vergelijkbaar zijn. Daarnaast loopt het jeneverbesstruweelonderzoek al 13 jaar. Maar hier is het onderzochte gebied en het aantal terreinen zo groot, dat elk struweel i.h.a. slechts eens per 1-2 jaar bezocht wordt, zodat een lange onderzoeksperiode nodig is. Een roulatieschema zorgt ervoor dat elk struweel in steeds wisselende perioden (vóór-, hoog- en naseizoen) bezocht wordt.

Een vijfde probleem is de vraag welke k w a n t i t a t i e v e maatstaven men voor fungi moet aanleggen. In de vegetatiekunde werkt men met a b u n d a n t i e A (aantallen exemplaren per opp. eenheid), b i o m a s s a B (drooggewicht van alle boven- en ondergrondse plantendelen per opp.), b e d e k k i n g C (percentage van de proefvlakte bedekt door de verticale projectie van alle bovengrondse plantendelen op de grond) en f r e q u e n t i e F (verdeling over het terrein, te meten aan percentage van aantal kleine deelploegvlakjes waarin een soort voorkomt).

Biomassa en (ondergrondse) bedekking zijn bij fungi vanwege de ondergrondse mycelia in het veld niet te bepalen. Alleen bij duidelijke heksenkringen zou men de oppervlakte van een mycelium kunnen bepalen, aangenomen althans dat dit overal binnen de kring voorkomt. Dikwijls echter is het in het centrum afgestorven. Bovengrondse bedekking (dus die van de vruchtlichamen) te bepalen heeft geen enkele zin. Wel bepaalde Sadowska (1973) in graslanden bij Warschau de biomassa der carpoforen (vers en drooggewicht per m²).

Bij de a b u n d a n t i e rijst de vraag: aantallen vruchtlichamen of aantallen mycelia? Het laatste zou juist zijn want dit zijn de eigenlijke individuen. G.S. de Hoog (ongepubl.) heeft als eerste getracht dit in het Kootwijkerveld te doen en wel door de vruchtlichamen van elke soort bij elk bezoek op een kaart in te tekenen, waardoor tenslotte groepen afgegrensd konden worden. Ook J. Hendriks werkt in het Mantinger Zand met groepen carpoforen. Wat echter bij één bezoek twee groepen lijken te zijn, kan bij een volgend bezoek één groep vormen. Ook is het vaak moeilijk de grenzen tussen nabije losse groepen aan te geven. En het is niet zeker dat één groep niet uit twee of meer aaneensluitende mycelia bestaat. De grootte van de mycelia is ook van belang en misschien mogen we aannemen dat aantal mycelia én gemiddelde grootte samen tot uiting komen in het m a x i m a l e a a n t a l c a r p o f o r e n (MAC). We zullen dus steeds óók met aantallen carpoforen (geteld of geschat) moeten werken.

Bij de schatting maken wij gebruik van de volgende schaal:
 r (rare) = 1 - 2 exx. per 1000 m², o (occasional) = 3 - 10 exx.,
 f (frequent) = 10 - 100 exx., a (abundant) = 100 - 500 exx. en

va (very abundant) = meer dan 500 exx. per 1000 m². Toch maakt het een groot verschil of er in een bosperceel op vijftig plaatsen telkens één *Mycena epipterygia* staat of in één hoekje een groep van vijftig. Vandaar dat het aanbeveling verdient naast de abundantie van carpoforen (AC) ook de frequentie (RFC) te bepalen. Aangezien men bij fungi ook van frequentie van optreden in de tijd (TF) kan spreken, noem ik deze frequentie r u i m t e l i j k e f r e q u e n t i e (RF).

Wij hebben er bij ons jeneverbessenonderzoek in zoverre mee rekening gehouden, dat we ook onderscheiden lf (locally frequent) en la (locally abundant). Darimont ontkent de waarde van de grootheid AC geheel en werkt alleen met RFC, maar deelt daarvoor de proefvlakte niet in vakken in, doch telt het aantal vindplaatsen ("stations") per soort per ha. Daarbij komt dus weer de moeilijkheid: wat is een vindplaats? Het kan een enkel vruchtlichaam of een groep zijn, maar wat is een groep?

Bij de abundantie moeten wij ons afvragen op welk tijdstip deze bepaald wordt, want zij wisselt in de loop van het jaar en van jaar tot jaar. Stel dat wij steeds elke 10 dagen alle vruchtlichamen wegplukken, zodat wij ze nooit dubbel tellen, dan kunnen de aantallen van een soort in één proefvlakte bijv. als volgt over de decaden verdeeld zijn (vermeld zijn alleen de maanden waarin de soort optrad):

Jaar:	1972				1973		1974	
Maand:	VIII	IX	X	XI	X	XI	IX	X
Decade:	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3
AC:	- 1 5	2 1 -	2 10 3	1 - -	2 8 12	3 - -	1 2 3	10 22 6

Van belang zijn nu de volgende grootheden:

TAC = t o t a l e a b u n d a n t i e der carpoforen per jaar, resp. 25, 25 en 44.

GAC = g e m i d d e l d e a b u n d a n t i e der carpoforen over het hele jaar, d.w.z. in ons voorbeeld:

$$\frac{25 + 25 + 44}{3 \times 12 \times 3} = \frac{94}{108} = 0.87 \text{ (3 jaar, elk jaar heeft 3 x 12 decaden).}$$

KAC = k a r a k t e r i s t i e k e a b u n d a n t i e, d.i. gemiddeld aantal in de decaden, waarin de soort fructificeert = $\frac{94}{18} = 5.2$.

GMAC = g e m i d d e l d e m a x i m a l e a b u n d a n t i e = $\frac{10 + 12 + 22}{3} = 14.7$.

AMAC = absolute maximale abundantie
= 22.

Men kan dezelfde grootheden ook gebruiken voor groepen paddestoelen (GAG, KAG, enz.). Zoals men een vegetatieopname bij voorkeur maakt in de tijd van het jaar waarin de vegetatie optimaal ontwikkeld is, zou men dus hier ook steeds moeten werken met de AMAC als uitdrukking van de potentiële abundantie van een soort in een bepaalde biotoop bij optimale weersomstandigheden. Maar als men niet alle PQ's in dezelfde reeks van jaren heeft opgenomen, kan hierdoor een fout ontstaan en is het beter te werken met de GMAC.

Een theoretisch niet onjuiste kritiek van Darimont is dat men de abundantie niet zou moeten betrekken op het totale oppervlak, maar op dat van de synusia waartoe de soort in kwestie behoort. In een dennenbos van 1000 m² zou men de abundantie van *Gymnopilus penetrans* alleen moeten betrekken op de totale oppervlakte van alle dennenstompen en dode takken. In de praktijk levert deze werkwijze echter vaak onoverkomelijke moeilijkheden op.

Voor het bepalen van het plantengezelschap waarin een fungus zijn optimum heeft, kan het ook van belang zijn de lengte van de fructificatieperiode (FP) te bepalen, zowel de gemiddelde (GFP, in ons voorbeeld: $\frac{8 + 4 + 6}{3} = 6$ decaden per jaar,

ofwel: $\frac{6}{3 \times 12} \times 100\% = 16\%$ van het jaar) alsook de maximale

fructificatieperiode (MFP, in ons voorbeeld 8 decaden of 22%).

Tenslotte kan van groot belang zijn de constantie waarmee een soort verschijnt, oftewel zijn jaarfrequentie (JF), d.i. het percentage van het aantal onderzochte jaren waarin de soort verscheen. In ons voorbeeld (3 jaren) is JF dus 100%. Het spreekt vanzelf dat het alleen bij een langjarig onderzoek zin heeft de JF te bepalen.

Als men een aantal (n) bestanden van één vegetatietype onderzocht heeft, en een bepaalde paddestoel komt in a terreinen voor, dan kan men niet alleen van zijn presentie (P) spreken: $P = \frac{a}{n} \times 100$, maar men kan ook de hierboven genoemde

grootheden gaan middelen, en wel over n opnamen (= gemiddelde waarde) en over a opnamen (= karakteristieke waarde).

Voorbeeld. Soort x heeft een AMAC van resp. 34, 52, 15, 0 en 12 individuen in de opn. 1 t/m 5 van een Quercus-Carpinetum. Zijn gemiddelde waarde (GAMAC) is nu $\frac{34 + 52 + 15 + 12}{5} = 22,6$, zijn ka-

rakteristieke waarde (KAMAC) = $\frac{34 + 52 + 15 + 12}{4} = 28,3$.

Hieruit volgt $KAMAC = GAMAC \times \frac{100}{P}$.

In onze jeneverbesstruwelen werken wij vnl. met P en GAMAC. Lisiewska (1965 en 1974) gebruikt P en GFP, Darimont (1973) P en AMRFC, alsmede AMS, waarbij S de sociabiliteit der vruchtlichamen vertegenwoordigt, d.w.z. de grootte van de groepen waarin zij optreden.

Summary:

This paper deals with general aspects of the ecology and phytosociology of "larger" fungi. It is argued that fungi do not form communities of their own. The parasites among them participate, together with parasitic bacteria, higher plants, and animals, in parasitic synusia, the saprophytic species belong to the group of reducers (along with bacteria and small animals). Mycocoenoses or fungus communities are in fact taxocoenoses. They are studied separately for practical reasons. They belong to different synusia which should be studied (and possibly classified) as such, apart from and in addition to the study and classification of whole communities (phytocoenoses) on which they are ecologically dependent. In a typological sense all possible degrees of (in)dependence of fungus synusia in relation to phytocoenoses can be observed.

An enumeration of 15 different types of fungus synusia is given. Only woods and forests may contain them all. A distinction is made between alien, facultative and obligate synusia. Generally speaking, only the last-named may have diagnostic value for vegetation types.

The difficulties to be overcome in mycosociological research are discussed: taxonomic problems, invisibility of mycelia, ephemeral and irregular appearance of carpophores, large minimum areas of fungus communities, problem of the definition of an individual in mycology. An attempt has been made to give a consistent and systematic account of the various parameters that can be used as quantitative measures in fungus ecology in the hope to achieve some uniformity among the workers in the field.

Literatuur:

- Barkman, J.J., 1968. Das synsystematische Problem der Mikrogesellschaften innerhalb der Biozönosen. In: "Pflanzen-soziologische Systematik" Ber. int. Symp. Vegetationskunde Stolzenau/Weser 1964: 21-48.
- Barkman, J.J., 1970. Enige nieuwe aspecten inzake het probleem van synusia en microgezelschappen. Miscell. Papers Land-

- bouwhogeschool 5: 95-116.
- Barkman, J.J., 1973. Synusial Approaches to Classification. In: R.H. Whittaker, Ordination and Classification of Vegetation. Handbook of Vegetation Science 5: 437-491.
- Darimont, F., 1973. Recherches mycosociologiques dans les forêts de Haute Belgique. Mém. Inst. R. Sci. nat. Belg. 170. XIV + 220 pp., 26 photo's, 24 planches, 68 tabl.
- Du Rietz, G.E., 1965. Biozönosen und Synusien in der Pflanzensoziologie. In "Biosociologie" Ber. int. Symp. Vegetationskunde Stolzenau/Weser 1960: 23-42.
- Favre, J., 1948. Les associations fongiques des hauts-marais jurassiens et de quelques régions voisines. Beitr. Krypt. Flora Schweiz 10 (3): 1-228.
- Höfler, K., 1937. Pilzsoziologie. Ber. deutsch. bot. Ges. 55: 606-622.
- Kalamees, K., 1965. On problems and methods in mycosociology. Akad. Nauk, Eston. SSR, Tartu: 14-22.
- Lisiewska, M., 1965. Udział grzybów wyższych w gradach Wielkopolski. Acta mycol. 1: 169-268.
- Lisiewska, M., 1974. Macromycetes of beech forests within the eastern part of the Fagus area in Europe. Acta mycol. 10: 3-72.
- Pirk, W., 1952. Die Pilzgesellschaft der Baumweiden im mittleren Wesertal. Mitt. flor.-soz. Arb.-gemeinschaft. Niedersachsen, N.F. 3: 93-96.
- Pirk, W. und Tüxen, R., 1949. Das Coprinetum ephemeroidis, eine Pilzgesellschaft auf frischem Mist der Weiden im mittleren Wesertal. Ibidem, N.F. 1: 1-7.
- Pirk, W. und Tüxen, R., 1957. Das Trametetum gibbosae, eine Pilzgesellschaft modernder Buchenstümpfe. Ibidem, N.F. 6/7: 120-126.
- Sadowska, B., 1973. Preliminary evaluation of the productivity of fungi (Agaricales and Gasteromycetes) on the Kazuń meadows. Acta mycol. 9: 91-100.
- Ubriszy, G. de, 1956. Újabb vizsgálatok az erdőtípusok talajlakó nagygombáinak társulási viszonyairól. Acta geobot. hung. 2: 391-424.

=====