

Diss. ETH ex. B

DISS. ETH No. 10667

**Ecology and sociology of macromycetes in snow-beds
with *Salix herbacea* L. in the alpine Valley of Radönt
(Grisons, Switzerland)**

A

DISSERTATION

submitted to the

SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ZURICH

for the degree of

DOCTOR OF NATURAL SCIENCES

presented by

Frank GRAF



dipl. Natw. ETH
born 19th of September 1961
citizen of Mühlethurnen BE

accepted on the recommendation of
Prof. Dr. E. Horak, examiner
Prof. Dr. E. Landolt, co-examiner
Dr. I. Brunner, co-examiner

1994

Summary

During a three year period (1988-90) macromycetes were investigated and mapped in 13 permanent plots of 50 m² each. The plots were situated in the Valley of Radönt (Grisons, Switzerland) between 2400 and 2500 m. Nine plots were located in snow-bed communities of which six in *Salicetum herbaceae* and three in *Polytrichetum sexangularis* associations. For comparison, one plot each was chosen in closely related plant communities, viz. *Eriophoretum scheuchzeri*, *Oxyrietum digynae*, *Caricetum curvulae* and *Loiseleurio-Cetrarietum*. The plant association analysis of the 13 plots resulted in 63 phanerogams, 23 mosses, 39 lichens, and one pteridophyte. The evaluation of the weekly recorded field data (in 1988 occasionally also fortnightly) provided the source material for the elucidation of the following mycoecological and mycosociological aspects:

- analysis of the influence of climatic (precipitation, maximum-minimum air temperatures) and edaphic parameters (physical and chemical soil properties) on carpophore phenology and productivity.
- abundance, frequency, dynamics, spatial distribution, and phenology of macromycetes in snow-beds on siliceous rock material, with focus on the species associated with *Salix herbacea*.
- relationships between snow-melting zones (isochiones) and spatial distribution of macromycetes, especially ectomycorrhizal partners associated with *S. herbacea*.
- synthesis experiments between selected ectomycorrhizal macromycetes and their natural host plant, *S. herbacea*.
- to check the aptitude of the dwarf willow in connection with its ectomycorrhizal partners regarding alpine restoration.

Besides the 35 field trips during winter time to check snow conditions, 47 collecting excursions to the 13 plots took place, lasting one to three days each. As a result, 94 fungal taxa were registered, represented by a total of 26'413 carpophores. Of those, 21'883 individuals were mapped in 10'497 records. The highest diversity was noticed for the Basidiomycetes which constituted 85 species (90%) followed by the Ascomycetes with 7 spp. (8%) and the Gastromycetes and the Myxomycetes with 1 sp. (1%) each. The ectomycorrhiza forming partners of *S. herbacea* were represented by 60 species (64%). The evaluation of the sampled data resulted in the following major characteristics for macromycetes in snow-beds with *S. herbacea*:

- dependence of the start of major carpophore production on a time sequence of minimum temperatures above zero and a slightly positive correlation between the productivity and precipitation.
- one single significant aspect of carpophore productivity with its maximum between the end of August and the beginning of September.
- overwhelming dominance of ectomycorrhizal species in the *Salicetum herbaceae* mostly belonging to the genera *Astrosporina*, *Cortinarius*, *Hebeloma*, *Inocybe*, *Laccaria* and *Russula*.
- absence of typical saprobic (parasitic) macromycetes in the *Salicetum herbaceae* except for scattered occurrence of *Entoloma atropellitum* and *Hypholoma myosotis* and of some moss specific species such as *Galerina* spp. and *Psilocybe* spp.
- relationships between snow (duration of permanent snow covering, melting process, and isochiones), fructification season of the macromycetes, and spatial distribution of selected ectomycorrhizal species.
- a check list of selected macromycetes with indicator function based on mapping cards of spatial distribution and results of soil analyses.

The study of pertinent literature about arctic and alpine macromycetes in Europe which are associated with *S. herbacea* proceeded in 296 species. The comparison with four mycoecological and mycosociological investigations carried out in the Alps resulted in 95 taxa

reported from the *Salicetum herbaceae* association of which 60 species were also registered during the present study. As a result of this comparison, 19 species (16 ectomycorrhizal partners of *S. herbacea*) with a significantly higher frequency are proposed as characteristic taxa of the *Salicetum herbacea*. Furthermore, interspecific association was tested between selected macromycetes resulting also in distinct negative co-occurrences with *Inocybe* spp. as one partner.

Three axenic cultures of potential ectomycorrhizal symbionts (*Cortinarius favrei*, *Hebeloma repandum*, *Hymenogaster saliciphilus*) of *S. herbacea* and sterile and non-sterile seedlings of the dwarf willow have been maintained. Furthermore, successful cutting experiments were carried out with *S. herbacea*. The ectomycorrhizal synthesis between *Hebeloma repandum* and *S. herbacea* was successful for sterile seedlings and sterile and non-sterile cuttings of the dwarf willow respectively.

Analysis and comparison between mapping cards of isochiones and ectomycorrhizal macromycetes and soil properties uncovered interesting relationships such as the restriction of *Entoloma alpicola* and *Inocybe lacera* to spots of shortest and longest snow covering, respectively. A selection of the most powerful ectomycorrhizal macromycetes regarding alpine restoration is proposed here. Depending on climatic and edaphic parameters these are the following combinations: *Salix herbacea* with *Cortinarius favrei*, *Entoloma alpicola*, *Hebeloma marginatum*, *H. repandum*, *Hymenogaster saliciphilus*, *Inocybe lacera*, *Laccaria montana*, and *Russula norvegica*.

Furthermore, during the present study two unknown macromycetes were discovered and described. In the case of *Hymenogaster saliciphilus*, it was the first time that in the alpine zone a hypogeous Basidiomycete had been registered associated with *S. herbacea*. *Sclerotinia glacialis* (Ascomycetes, Helotiales) was exclusively found in close association with *Ranunculus glacialis*.

Zusammenfassung

Ökologie und Soziologie von Makromyceten in Schneetälchen mit *Salix herbacea* L. (Krautweide) aus dem alpinen Radönter Tal (Graubünden, Schweiz).

Von 1988 bis 1990 wurden während der schneefreien Vegetationsperioden die Makromyceten in 13 permanenten Untersuchungsflächen von je 50 m² ökologisch und soziologisch analysiert. Alle Flächen wurden in Höhen von 2400 bis 2500 m im alpinen Radöntertal eingerichtet, welches sich nahe dem Flüelapass im Kanton Graubünden befindet. Neun davon wurden in Schneetälchen-Gesellschaften plaziert: sechs in die *Salicetum herbaceae* und drei in die *Polytrichetum sexangularis* Assoziation. Zu Vergleichszwecken wurde zudem je eine Fläche in nah verwandten Pflanzengesellschaften untersucht, bei welchen es sich um ein *Eriophoretum scheuchzeri*, ein *Oxyrietum digynae*, sowie um ein *Caricetum curvulae* und ein *Loiseleurio-Cetrarietum* handelte. Die pflanzensoziologische Untersuchung der 13 Flächen ergab insgesamt 63 Phanerogamen, 23 Moose, 39 Flechten und einen Pteridophyten. Die Auswertung der wöchentlich (1988, gelegentlich zweiwöchentlich) erhobenen Felddaten lieferte die Grundlagen für die Abklärung folgender mykoökologischer und mykosoziologischer Aspekte:

- eine detaillierte Analyse der Einflüsse klimatischer (Niederschlag, Maximum- und Minimum-Temperaturen), sowie edaphischer Parameter (physikalische und chemische Bodeneigenschaften) auf die Entwicklung und Produktion von Grosspilzen.
- eine genaue Erfassung von Abundanz, Frequenz, Dynamik, räumlicher Verteilung und Phänologie der Grosspilzflora von Schneetälchengesellschaften auf Silikat; insbesondere im Zusammenhang mit der Zwergweide *Salix herbacea*.

- für die Abklärung eventueller Zusammenhänge zwischen dem Ausaperungsprozess (Isochionen) im Frühjahr und der räumlichen Verteilung der Makromyceten, insbesondere der Ektomykorrhizapartner von *S. herbacea*.
- für die Durchführung von Synthese Experimenten zwischen ausgewählten Ektomykorrhizapilzen und deren Wirtspflanze *S. herbacea*.
- zur Abklärung der potentiellen Eignung der Zwergweide für Renaturierungsversuche in der alpinen Stufe.

In den drei Untersuchungsjahren wurden während der schneefreien Zeit 47 Sammelexkursionen von jeweils ein bis drei Tagen durchgeführt. Zusätzlich fanden 35 eintägige Exkursionen zur Erfassung der Schneebedingungen während der Winterhalbjahre 88/89 und 89/90 statt. Die mykologische Ausbeute ergab 94 Arten, welche mit insgesamt 26'413 Fruchtkörpern registriert wurden. Davon fanden 21'338 Individuen in 10'497 Fundpunkten Aufnahme in der Fruchtkörperkartierung. Die höchste Diversität wurde mit 85 Arten (90%) für die Basidiomyceten festgehalten, gefolgt von den Ascomyceten mit sieben Taxa (8%) und den Gastromyceten und Myxomyceten mit je einer Art (1%). Die Ektomykorrhiza bildenden Partner von *S. herbacea* wurden mit 60 Vertretern (64%) registriert. Die Auswertung der aufgenommenen und gesammelten Daten resultierte in den folgenden Resultaten und Charakteristika für Grosspilze in Schneetälchen mit *S. herbacea*:

- Der Hauptschub der Fruktifikationsperiode der Makromyceten und insbesondere der Ektomykorrhiza bildenden Arten steht in Abhängigkeit einer vorausgehenden Zeitspanne mit Minimumtemperaturen über dem Gefrierpunkt und ist schwach positiv mit Vorangangsniederschlag korreliert.
- Während der kurzen schneefreien Vegetationsperiode in der alpinen Stufe kommt es nur zu einem deutlichen Fruktifikationsaspekt, welcher in der Zeit von Ende August bis anfangs September sein Maximum erreicht.
- In den Saliceten dominieren die Ektomykorrhizapartner der Zwergweide, vor allem Vertreter der Gattungen *Astrosporina*, *Cortinarius*, *Hebeloma*, *Inocybe*, *Laccaria* und *Russula*.
- Typisch saprobe (parasitäre) Makromyceten im *Salicetum herbaceae* werden nur durch beschränkte Vorkommen von *Entoloma atropellitum* und *Hypholoma myosotis*, sowie durch vereinzelte Moos-spezifische Arten der Gattungen *Galerina* und *Psilocybe* repräsentiert.
- Die Vermutung einer Korrelation zwischen Schnee (Dauer der winterlichen Schneebedeckung, Ausaperungsprozess, Isochionen) und der Fruktifikationsperiode der Grosspilze und deren räumlichen Verteilung, insbesondere der Ektomykorrhizapilze, konnte untermauert werden.
- Eine Liste ausgewählter Pilzarten mit deren ökologischen Indikator-Funktion wurde aufgrund der Fruchtkörperkartierung und der Bodenanalysen aufgestellt.

Das Studium relevanter Literatur über arktisch-alpine Grosspilze in Europa, welche mit *S. herbacea* im Zusammenhang stehen, ergab eine Liste von 296 Arten. Der Vergleich von vier mykoökologischen und mykosoziologischen Arbeiten, die in den Alpen durchgeführt wurden, resultierte in 95 gesammelten Taxa aus der *Salicetum herbaceae* Assoziation, wovon 60 Arten im Verlaufe dieser Arbeit registriert wurden. Daraus werden 19 Taxa (16 Ektomykorrhiza bildend) mit deutlich höherer Frequenz als Charakterarten für das *Salicetum herbaceae* in den Alpen vorgeschlagen.

Zusätzlich wurden Assoziationsanalysen für ausgewählte Pilzartenpaare durchgeführt, welche, neben anderen Resultaten, eine signifikant negative Vergesellschaftung ergab, wenn eine Art der Gattung *Inocybe* angehörte.

Drei Reinkulturen von potentiellen Ektomykorrhizapartnern (*Cortinarius favrei*, *Hebeloma repandum*, *Hymenogaster saliciphilus*) von *S. herbacea*, sowie Keimlinge der Zwergweide unter sterilen und nicht sterilen Bedingungen, wurden erfolgreich synthetisiert. Zusätzlich waren Versuche zur Vermehrung von *S. herbacea* mit Stecklingen erfolgreich. Ektomykor-

rhiza-Syntheseversuche zwischen *S. herbacea* und *Hebeloma repandum* waren sowohl mit sterilen Keimlingen, als auch mit sterilen und nicht sterilen Stecklingen der Zwergweide erfolgreich.

Vergleiche von Fruchtkörperkartierungsdaten mit Isochinonenkarten und Resultaten der Bodenanalysen, resultierten in interessanten Korrelationen: so etwa die Beschränkung der Vorkommen von *Entoloma alpicola* und *Inocybe lacera* auf Kleinhabitate mit kürzester, respektive längster Schneebedeckung.

Im Hinblick auf die alpine Renaturierung wurde eine Auswahl der am besten geeigneten Ektomykorrhizapartner von *S. herbacea* getroffen. Abhängig von klimatischen und edaphischen Faktoren sind dies die folgenden Kombinationen: *Salix herbacea* mit *Cortinarius favrei*, *Entoloma alpicola*, *Hebeloma marginatum*, *H. repandum*, *Hymenogaster saliciphilus*, *Inocybe lacera*, *Laccaria montana* sowie *Russula norvegica*.

Zudem wurden während der Feldstudien der vorgestellten Arbeit zwei neue Pilztaxa gefunden und beschrieben. Im Falle von *Hymenogaster saliciphilus* handelt es sich um den ersten Fund eines hypogäischen Ektomykorrhizapartners von *S. herbacea* aus den Alpen. *Sclerotinia glacialis* (Ascomycetes, Helotiales) wurde in Vergesellschaftung mit *Ranunculus glacialis* entdeckt.