



Doctoral Thesis

Rhizomatous ecotypes and symbiosis with endophytes as new possibilities of improvement in competitive ability of meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.)

Author(s):

Malinowski, Dariusz

Publication Date:

1995

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-001575829> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

DISS. ETH No. 11397

**RHIZOMATOUS ECOTYPES AND SYMBIOSIS WITH ENDOPHYTES AS
NEW POSSIBILITIES OF IMPROVEMENT IN COMPETITIVE ABILITY OF
MEADOW FESCUE (*Festuca pratensis* Huds.)**

A dissertation submitted to the

**SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY
ZURICH**

for the degree of
DOCTOR OF NATURAL SCIENCES

presented by

DARIUSZ MALINOWSKI

MSc. Ing. of Horticulture, SGGW Warsaw

born on April 6th, 1966

citizen of POLAND

accepted on the recommendation of

PROF. DR. J. NÖSBERGER

examiner

PROF. DR. P.J. EDWARDS

co-examiner

DR. A. LEUCHTMANN

co-examiner

1995

SUMMARY

Meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.) is an important pasture grass of the temperate regions. However, the persistence of this species in grasslands is low due to its poor competitive ability. Rhizome production and symbiosis with endophytes are possible mechanisms that could improve the competitive ability of meadow fescue. Therefore, experiments were conducted under controlled and field conditions to investigate:

- (1) The advantage of rhizomes in the enhancing the competitive ability of meadow fescue under intensive and extensive management systems,
- (2) The influence of the symbiosis with endophytes on drought resistance characteristics and the competitive ability of this species.

Rhizomatous ecotypes of meadow fescue collected from natural pastures of the Jura Mountain (1020m asl, Switzerland) produced more tillers (1.5 - 3 times) and total dry matter (34% - 41%) than a non-rhizomatous cultivar when grown as single plants. The rhizomatous ecotypes were less sensitive to intensive management, as defined by frequent cutting and high nitrogen supply. These advantages of the rhizomatous ecotypes did not enhance competitive ability when grown with orchard grass (*Dactylis glomerata* L.) (cock's foot) under field conditions. This was due to a high susceptibility of these meadow fescue forms to bacterial wilt caused by *Xanthomonas campestris* pv. *graminis*.

The growth of a non-rhizomatous cultivar was continuously suppressed by orchard grass (*Dactylis glomerata* L.) both at low and high altitudes resulting in the disappearance of fescue plants from binary mixtures. However, the competitive ability of the non-rhizomatous cultivar was similar, or even higher than orchard grass in the spring, and also over a longer period in summer at the higher altitude. The subsequent decline in the competitive ability of this non-rhizomatous cultivar of meadow fescue in relation to orchard grass during following growing seasons was attributed to higher temperatures in summer, bacterial wilt and morphological and physiological differences between the

species.

Due to the presence of endophyte infection in the meadow fescue ecotypes, the influence of this symbiosis on competitive relationships between these species was evaluated.

The endophytes found in the rhizomatous ecotypes of meadow fescue were *Acremonium uncinatum* and *Phialophora*-like endophyte. The *Acremonium*-endophyte (a-endophyte) and the *Phialophora*-like endophyte (p-endophyte) promoted root and shoot growth respectively, in two clones obtained from the meadow fescue collection of Agriculture Research Station (RAC) Changins, Switzerland. The root:shoot ratio was also increased (11% - 19%). The differences in dry matter partitioning were especially pronounced during recovery, and could be associated with the higher (12% - 16%) accumulation of water soluble carbohydrates in infected plants during moisture stress. The endophytes also increased tiller numbers of meadow fescue plants (8% - 13%).

The presence of the a-endophyte increased stomatal resistance and reduced leaf xylem potential of meadow fescue plants. These alterations of the water status were not observed in non-infected plants or in plants infected by the p-endophyte. The enhanced turgid weight:dry weight ratios in plants infected with the a-endophyte suggested an influence on the cell wall characteristics in response to drought.

The a-endophytes either increased or decreased the leaf elongation rates in the two clones of meadow fescue. This indicated a natural variation in the expression of grass/endophyte interactions.

Enhanced root growth due to infection by the a-endophyte resulted in a greater competitive ability of meadow fescue when grown with orchard grass. This was evident by the greater nitrogen content or the increased osmotic potential in the leaves of infected meadow fescue plants, which suggested an enhanced utilization of resources from the rhizosphere. The greater herbage yield during the early stage of development also validated the greater competitive ability of

the infected plants. The maintenance of proline concentration in leaves of infected meadow fescue plants during recovery also confirmed the beneficial effects of the symbiosis in enhancing the drought resistance and the competitive ability of this species.

Intensive management as defined by high N input and frequent defoliation reduced growth and development of the non-rhizomatous cultivar to a greater extent than the rhizomatous ecotypes of meadow fescue. However, the rhizomatous ecotypes were susceptible to bacterial wilt, which affected growth at lower altitudes.

Infection by the *Acremonium uncinatum* endophyte enabled meadow fescue plants to maintain growth under drought stress. This symbiosis also conferred a competitive advantage to meadow fescue plants when grown with orchard grass. Therefore, infection of meadow fescue plants by an appropriate endophyte may facilitate the survival of this species in grasslands of Switzerland.

ZUSAMMENFASSUNG

Wiesenschwingel (*Festuca pratensis* Huds.) ist ein wichtiges Gras der kühlen Regionen. Aufgrund seiner schwachen Konkurrenzkraft wird er jedoch aus den Pflanzenbeständen schnell verdrängt. Die Bildung von Rhizomen und die Symbiose mit Endophyten sind Mechanismen, die die Konkurrenzkraft der Art verbessern könnten. In Klimakammer- und Feldexperimenten wurden folgende Aspekte untersucht:

- (1) Einfluss der Rhizome auf die Konkurrenzkraft von Wiesenschwingel unter intensiver und extensiver Bewirtschaftung,
- (2) Einfluss der Symbiose mit zwei verschiedenen Endophyten auf die Trockenheitsresistenz und die Konkurrenzkraft von Wiesenschwingel.

Die Einzelpflanzen von rhizombildenden Ökotypen des Wiesenschwingels aus den Naturwiesen im Jura (1020 m üM, Schweiz) produzierten 1.5 bis 3 mal mehr Triebe und einen grösseren TS-Ertrag (34-41%) als die nicht rhizombildende Sorte 'Prédix'. Die rhizombildenden Ökotypen reagierten weniger empfindlich auf häufigen Schnitt und erhöhte Stickstoffdüngung. Diese Vorteile hatten keinen entscheidenden Einfluss auf das Konkurrenzverhalten des Wiesenschwingels im Gemenge mit Knautgras (*Dactylis glomerata* L.) unter Feldbedingungen. Der Grund dafür war ein temperaturbedingter Bakterienbefall der Jura-Ökotypen mit dem Bakterium *Xanthomonas campestris* pv. *graminis* in dem Freilandversuch. In der Mischung mit Knautgras, war der Wachstum der Sorte 'Prédix' sowohl in tieferen als auch in höheren Lagen so stark eingeschränkt, dass Wiesenschwingel aus den Mischungen verschwand. Obwohl im ersten Versuchsjahr die Konkurrenzkraft von Wiesenschwingel im Frühjahr sowie in höheren Lagen gleich gross oder sogar grösser war als die von Knautgras, führten warme Temperaturen in der Sommerperiode sowie der damit verbundene Bakterienbefall zu einer verminderten Konkurrenzkraft von Wiesenschwingel. Als weiterer Grund für das Verschwinden von Wiesenschwingel können auch morphologische und physiologische Unterschiede verantwortlich sein.

Da die rhizombildenden Ökotypen von Grasendophyten infiziert waren, wurde der Einfluss der Endophyten auf die Konkurrenzkraft dieser Art in weiteren Klimakammerexperimenten untersucht.

Die im Wiesenschwingel gefundenen Endophyten konnten als *Acremonium uncinatum* und *Phialophora*-Endophyt identifiziert werden. Beide Endophyten forderten die Wurzel- (*A. uncinatum*) bzw. Spross-TS Produktion (*Phialophora*-Endophyt) von zwei verschiedenen Wiesenschwingelklonen. Ebenso vergrößerte sich das Wurzel:Spross-Verhältniss in den infizierten Pflanzen (11-19%). Der Einfluss der Endophyten auf die TS Verteilung in den Pflanzen war besonders gross in der Nachwuchphase nach dem Trockenheitstress. Dies könnte im Zusammenhang mit dem erhöhten Gehalt der infizierten Pflanzen an wasserlöslichen Kohlenhydraten (12-16%) während der Stressperiode stehen. Die Infektion stimulierte auch die Triebbildung (8-13%).

Die Präsenz des *Acremonium*-Endophyten verursachte einen grösseren stomatären Widerstand und ein negativeres Xylempotential in den Pflanzen. Der *Phialophora*-Endophyte verursachte keine Veränderungen des Wasserstatus. Das erhöhte Turgidgewicht:Trockengewicht-Verhältniss in den Blättern der mit dem *Acremonium*-Endophyt infizierten Pflanzen konnte auf einen möglichen Einfluss des Endophyten auf die Zellwandcharakteristiken hinweisen.

Der *Acremonium*-Endophyt beeinflusste die Blattwachstumsrate in zwei Klonen des Wiesenschwingels unterschiedlich. Das ist ein Beweis für die natürliche Variabilität in der Expression der Wechselwirkungen zwischen Gras- und Pilzgenotypen.

Wegen des grösseren Wurzelwachstums der durch den *Acremonium*-Endophyt infizierten Pflanzen war Wiesenschwingel im Gemenge mit Knautgras konkurrenzfähiger. Der höherer Stickstoffgehalt und die rasche Reduktion des Blattxylempotentials nach der Trockenheitsperiode beweisen auch eine erhöhte Nutzung der Ressourcen in der Rhizosphäre. Infizierte Pflanzen hatten schon in der Etablierungsphase eine grössere Konkurrenzkraft, was sich in einer grösseren Ertrag-TS zeigte. Ein weiterer Vorteil der Symbiose besteht auch in

einer frühzeitigen Anpassung der Pflanzen an Trockenheitstress durch einen veränderten Prolinmetabolismus.

Im Vergleich zu beiden rhizombildenden Wiesenschwingelökotypen, wirkten sich höhere N-Gaben and häufiger Schnitt stärker negativ auf das Wachstum der nicht rhizombildenden Sorte aus. Der Vorteil der Rhizombildung für die Konkurrenzkraft des Wiesenschwingsels konnte jedoch unter der Mittellandbedingungen nicht nachgewiesen werden.

Die Infektion mit dem Endophyt *Acremonium uncinatum* ermöglicht Wiesenschwingel ein Wachstum auch unter Trockenheitstress. Die Konkurrenzkraft der infizierten Pflanzen gegen Knautgras wurde erhöht. Die Infektion des Wiesenschwingsels mit entsprechenden Endophyten könnte deswegen seine Überlebenschancen im Grünland deutlich erhöhen.