

Untersuchungen über den Einfluss des Genotyps beider Partner und der Umweltbedingungen auf die Symbiose von *Rhizobium leguminosarum* mit Ackerbohnen (*Vicia faba* L.)

Doctoral Thesis

Author(s):

Oberholzer, Hans R.

Publication date:

1983

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000300549>

Rights / license:

In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

Diss. ETH Nr. 7396

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN EINFLUSS DES GENOTYPS BEIDER
PARTNER UND DER UMWELTBEDINGUNGEN AUF DIE SYMBIOSE
VON RHIZOBIUM LEGUMINOSARUM MIT ACKERBOHNEN (VICIA
FABA L.)

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels eines
DOKTORS DER NATURWISSENSCHAFTEN
der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

HANS RUDOLF OBERHOLZER

Dipl. Natw. ETH Zürich
geboren am 7.2.1954
von Goldingen (SG)

angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. L. Ettliger, Referent
Prof. Dr. H. Hennecke, Korreferent

1983

Zusammenfassung

Der Einfluss der Faktoren "Genotyp Pflanze", "Genotyp Rhizobium" und "Umwelt" auf die Symbiose von Rhizobium leguminosarum mit Ackerbohnen (Vicia faba L.) wurde untersucht.

Im ersten Teil wurden verschiedene Böden mit unterschiedlichem pH-Wert verwendet, um die Leistungsfähigkeit ihrer Rhizobiumpopulationen unter den gegebenen bodenchemischen Bedingungen aufzuzeigen. Das Wachstum der Ackerbohnen auf diesen Böden wurde hauptsächlich durch das Ausmass der Stickstoffbindung bestimmt. Vor allem das Boden-pH mit allen damit zusammenhängenden Eigenschaften schien dafür verantwortlich zu sein.

Im weiteren ergab eine genaue Analyse der Knöllchen in bezug auf ihre Grösse und Verteilung an der Wurzel, dass die Mehrfachknöllchen sowie die Knöllchen im Zentrum der Wurzel den grössten Einfluss auf die Stickstoffbindung hatten und damit eine frühe Knöllchenbildung sehr wichtig für die Entwicklung der Pflanzen war.

Im zweiten Teil wurden verschiedene in den obigen Versuchen isolierte Rhizobiumstämme unter axenischen Bedingungen auf ihre Symbioseeigenschaften getestet.

Neben guten und ineffektiven Stämmen befanden sich darunter auch solche, die als potentiell gute Stämme bezeichnet wurden. Da diese nur mit einem Teil der Pflanzen eine leistungsfähige Symbiose bildeten, wurde daraus gefolgert, dass der Genotyp der Pflanze sowohl für die Knöllchenbildung wie auch für das Ausmass der Stickstoffbindung entscheidend war.

Einige unter axenischen Bedingungen schlechte Stämme waren unter Bodenbedingungen - möglicherweise durch einen positiven Einfluss der Bodenmikroflora - trotzdem zu einer Symbiose fähig. Zwischen den Symbioseeigenschaften der Stämme und ihrer Herkunft ergab sich kein Zusammenhang.

In einem Versuch mit Kleeclonen wurde direkt der entscheidende Einfluss des Genotyps der Pflanzen auf die Ertragsbildung gezeigt, einerseits durch die Fähigkeit mit der vorhandenen Rhizobiumpopulation eine Symbiose zu bilden und andererseits durch ihre Anpassung an die jeweils herrschenden Bodenbedingungen.

In den Versuchen zur Bedeutung der H_2 -Aufnahme-Hydrogenase bei Ackerbohnen zeigte sich, dass hier im Gegensatz zu den Sojabohnen kaum die Produkte der Photosynthese für die Stickstoffbindung limitierend waren. Die Fähigkeit zur Wasserstoffaufnahme einzelner Rhizobiumstämme konnte damit keinen grossen Vorteil bringen. Die geringe Bedeutung der H_2 -Aufnahme-Hydrogenase zeigte sich auch darin, dass nur wenige Stämme diese Hydrogenase besaßen und diese in den Knöllchen nicht nachgewiesen werden konnte.

Summary

The influence of the factors "plant genotype", "Rhizobium genotype" and "environment" on the symbiosis of Rhizobium leguminosarum with Faba beans (Vicia faba L.) is discussed.

In the first section, soils with different pH values were tested for the potency of their Rhizobium population. This test was done under conditions given by the soil. The nitrogen fixation rate was the determining growth factor for Faba beans in these soils. Nitrogen fixation itself largely seems to be a function of the soil reaction and of related properties.

A thorough analysis of the size and distribution of the root nodules of Vicia faba led to the conclusion, that multiple nodules and nodules in the root centre have the main influence on the nitrogen fixation rate. Therefore, an early formation of these nodules was critical for plant development.

The second section deals with tests of different strains of Rhizobium under axenic conditions. The different rhizobia were isolated in experiments mentioned in Section one. Besides obvious effective strains or ineffective strains, there were potentially effective ones. These strains only underwent efficient symbiosis with some of the Faba bean plants. Therefore, it was concluded that the plant genotype is decisive for both the formation of the nodules and for their efficiency of nitrogen fixation.

Some strains that proved to be ineffective under axenic conditions were effective under soil conditions - possibly due to the positive influence of the soil microflora - and, therefore, were capable of undergoing symbiosis. There was no correlation observed between the symbiotic properties and the origin of the different strains.

In an experiment with cloned clover lines, the decisive influence of the plant's genotype regarding the yield, was clearly demonstrated. The yield was a function of the plant's ability to undergo symbiosis with the available Rhizobium trifolii population and of its capacity to adapt to given soil conditions.

Experiments to investigate the influence of H₂-uptake hydrogenase demonstrated that - in contrast to soybean - the photosynthates were not the limiting factor for nitrogen fixation in Faba bean. The ability for hydrogen uptake by some Rhizobium strains, therefore, does not represent a big advantage. The low importance of the H₂-uptake hydrogenase was further demonstrated by the fact that only a few strains possessed this capability, supported by the fact that no such hydrogenase-activity could be detected inside the nodules.