

Rhizobien und Lupinen

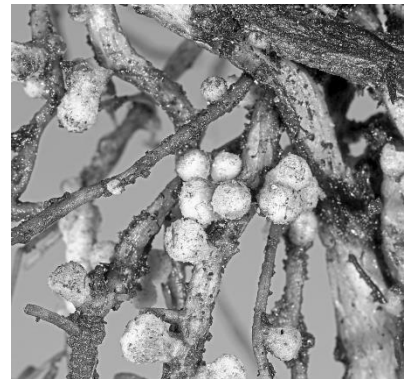
Knöllchenbakterien sind sehr weit verbreitete Bodenbakterien und werden auch als *Rhizobien* bezeichnet. Rhizobien können mit Pflanzen aus der Familie der Hülsenfrüchtler (*Leguminosen*) eine Symbiose eingehen (Abb. 1 und 2). Sie können Stickstoff (N_2) binden, indem sie diesen zu Ammoniak (NH_3) bzw. Ammonium-Ionen (NH_4^+) reduzieren und so der Pflanze Stickstoff zur Verfügung stellen. Die Energie für diesen Vorgang stammt aus der Fotosynthesereaktion der Pflanze. Diese Art der Stickstofffixierung findet nur innerhalb dieser symbiontischen Lebensbeziehung statt. Sie bietet beiden Partnern einen Vorteil.

Die Knöllchenbildung an den Wurzeln der Leguminose läuft in mehreren Schritten ab. Die Rhizobien erkennen anhand von speziellen Proteinen ihren Symbiose-Partner und heften sich an dessen Wurzelhaarzellen an (Abb. 3). Im weiteren Verlauf dringen die Bakterien durch einen Infektionskanal über die Wurzelhärchen in die Hauptwurzel der Leguminose ein. Der Infektionskanal besteht aus Cellulose, die von den Wurzelhaarzellen infolge der Infektion gebildet wird.

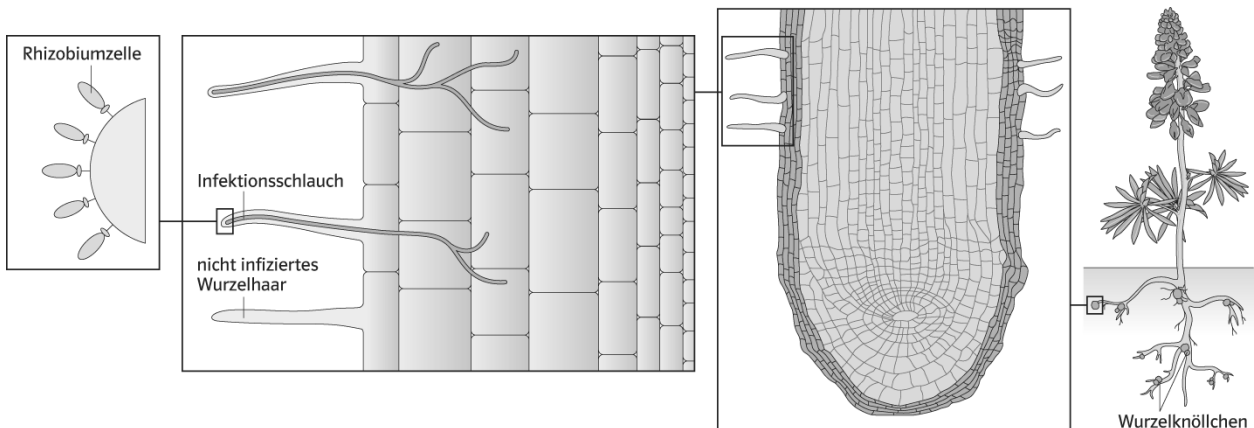
Im weiteren Verlauf der Infektion finden Zellteilungen der Bakterien und der umliegenden Pflanzenzellen statt, es bilden sich die sichtbaren Wurzelknöllchen. Ausschlaggebend für diese Knöllchenbildung (Nodulation) ist die Ausschüttung von speziellen bakteriellen Genprodukten. Die von den Rhizobien gebildeten *nod-Proteine* werden auch aus den Zellen geschleust und wirken auf die umliegenden Pflanzenzellen. Sie initiieren bei den umliegenden Zellen sowohl eine Zellteilung als auch ein Wachstum der Zellen.



1 Lupinen



2 Wurzelknöllchen



3 Entstehung von Wurzelknöllchen

- 1 Beschreiben Sie die Symbiose zwischen Lupinen und Knöllchenbakterien.
- 2 Erläutern Sie den Vorgang der Nodulation mithilfe des Informationstextes und Abb. 3.
- 3 Recherchieren Sie, welche Bedeutung Lupinen für die Lebensmittelindustrie haben.

ARBEITSBLATT

Rhizobien und Lupinen

Lösungen

- 1 Rhizobien können Stickstoff (N_2) binden, indem sie diesen zu Ammoniak (NH_3) bzw. Ammonium (NH_4^+) reduzieren. Der so fixierte Stickstoff kann nun auch von der Pflanze zur Deckung des Stickstoffbedarfs genutzt werden. Die Energie für die Fixierung stammt aus der Fotosynthese der Pflanze, denn die Bakterien erhalten Nährstoffe von der Pflanze. Die Rhizobien können nur in der Symbiose mit Pflanzen Stickstoff fixieren. Es handelt sich um eine Symbiose, da beide Organismen von der Lebensform profitieren.
- 2 Die Rhizobienzellen erkennen die Wurzelhaarzellen des Symbiosepartners anhand spezieller Proteine und verbinden sich mit den Wurzelhaarzellen. Nach der Anheftung dringen die Rhizobien in die Wurzelhaarzelle ein, und es bildet sich ein aus Cellulose bestehende Infektionskanal, durch den die Rhizobien zur Hauptwurzel gelangen. Aufgrund der Ausschüttung von *nod-Proteinen* werden die umliegenden Wurzelzellen zur Zellteilung und zum Wachstum veranlasst. Es entstehen die charakteristischen Wurzelknöllchen.
- 3 Lupinen sind wertvolle Eiweißlieferanten. Ähnlich wie Sojabohnen enthalten Sie ca. 40% Eiweiß. Das Eiweiß der Lupinen enthält alle für den Menschen lebensnotwendigen Aminosäuren. Darüberhinaus enthalten Lupinen Vitamin E, Kalium, Magnesium, Calcium und Eisen. Die zu Mehl verarbeiteten Samen sind reich an Stärke und glutenfrei.

Zusatzinformation

Rhizobien

Bei Rhizobien handelt es sich um gramnegative, aerobe und chemoorganotrophe Bakterien, die zur Familie der *Rhizobiaceae* gehören. Rhizobien können sich aufgrund ihrer Flagellen aktiv fortbewegen. Rhizobien befinden sich in großer Anzahl im Boden und können mit Hülsenfrüchtlern eine Symbiose eingehen. Hierbei handelt es sich um einen Mutualismus, der zu physiologischen und morphologischen Veränderungen bei den Rhizobien führt. Im Jahr 1866 wurde die Symbiose zwischen Rhizobien und Lupinen erstmals beschrieben. Seitdem wird auch der Begriff „Knöllchenbakterien“ verwendet.



1 Rhizobien

Praktische Tipps

Mikroskopieren Sie mit Ihren Schülerinnen und Schülern die Wurzelknöllchen von Lupinen.

Material:

Lupinenpflanze, Styropor, Rasierklinge, Pinzette.

Durchführung:

Legen Sie die Wurzeln der Lupine frei und zählen Sie die vorhandenen Wurzelknöllchen. Schneiden Sie anschließend vorsichtig ein Wurzelknöllchen mit einem kleinen Teil der Wurzel ab. Fertigen Sie ein möglichst feines Dünnschnitt-Präparat oder ein Quetschpräparat an, mikroskopieren Sie das Wurzelknöllchen und fertigen Sie eine Zeichnung an. Für das Zeichnen sollte die stärkste Vergrößerung gewählt werden.

Für diese Aufgabe sollte eine Unterlage verwendet werden. Häufig finden sich Dünger-Kügelchen im Substrat. Man sollte die Schülerinnen und Schüler darauf hinweisen, da sonst diese Kügelchen leicht für Rhizobien gehalten werden können

Lösung:

individuelle Lösung