

大豆植株木质部汁液中 氮素运输特征的研究

张 红 缨 王 书 锦 张 宪 武

(吉林大学酶工程实验室) (中国科学院林业土壤研究所)

摘 要

本文研究了大豆植株木质部汁液中氮素运输特征。结果表明, 依赖共生固氮作用的大豆植株木质部汁液中, 含有大量的酰胺 (ureide) (尿囊素+尿囊酸), 它是大豆—根瘤菌共生固氮中氮素代谢的中间产物, 是氮素贮藏和运输的主要形式。在不接菌、而接受少量化合态氮的大豆植株木质部汁液中, 只含有少量的酰胺, 但含有相对多的氨基酸。接种快生型和慢生型大豆根瘤菌, 植株木质部汁液中的氮素运输特征基本相同。氨基酸和酰胺各有自己的日变化规律。

自本世纪七十年代, 在大豆植株中发现酰胺后^[1], 引起了许多学者的重视。日本和美国等国家的工作者, 以慢生型大豆根瘤菌接种大豆, 对大豆植株中酰胺的分布、合成部位^[2,3,4]、合成途径^[5,6]、关键酶^[7,8,9,10]等先后进行了研究。现已证明, 酰胺是在根瘤中合成的。根瘤固定的氮素, 立即转变为酰胺, 并以这种形式进行贮藏和运输。酰胺在大豆植株的氮素代谢中起到非常重要的作用。

1982年, Keyser H. H. 等发现了快生型大豆根瘤菌^[12], 并发现快生型大豆根瘤菌具有某些不同于慢生型菌的生理生化特征。本文对大豆根瘤菌——大豆植株共生体系中氮素代谢特征进行了研究。目的在于探索不同接种处理对大豆植株木质部汁液中氮素运输形式有什么影响? 以及由此导致大豆植株木质部汁液中氮素运输特征是什么?

材 料 与 方 法

一、材料

1. 供试菌株及来源:

本文于1987年3月6日收到。This paper was received in March 6, 1987.

快生型大豆根瘤菌 QB 113 由中国科学院林业土壤研究所提供。

快生型大豆根瘤菌 USDA 193 引自中国农科院土肥所。

慢生型大豆根瘤菌 61A76 引自美国。

2. 供试大豆品种及来源:

铁丰18大豆品种引自辽宁省铁岭市农科所。

二、方法

1. 无菌水培试验:

在水培实验中,对铁丰18大豆品种采用接种快生型大豆根瘤菌 QB113、USDA193;接种慢生型大豆根瘤菌 61A76 和不接菌四个处理。其中不接菌处理中加入80ppmKNO₃。每一处理10盆。

2. 木质部汁液的收集及酰胺的定性、定量分析:

于初荚期,从早 6:00 至晚 18:00 按文献^[13]方法从茎基部子叶节处收集汁液,并进行酰胺含量分析。

3. 木质部汁液中氨基酸的定性、定量分析:

样品直接在日立 835 型氨基酸自动分析仪上进行分析。

试 验 结 果

一、不同接种处理的大豆植株木质部汁液中的氨基酸组成和日变化

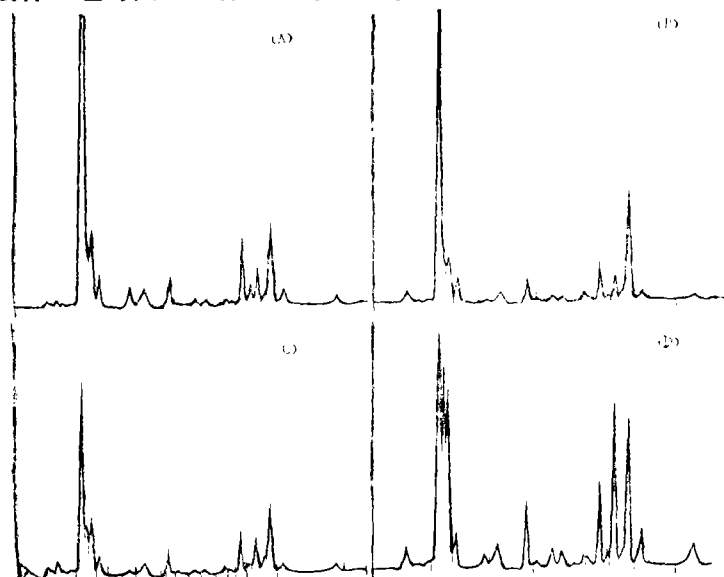


图1 大豆植株木质部汁液中氨基酸图谱。(A) 不接菌; (B) 接种 USDA193; (C) 接种 QB113 (稀释2倍); (D) 接种61A76。 * 样品为十株汁液的混合物。

Fig. 1 The chromatogram of the amino acids in the xylem sap of the soybean plants. (A) uninoculated; (B) inoculated with USDA193; (C) inoculated with QB113 (2-fold dilution); (D) inoculated with 61A76.

* The samples are the mixture of 10 plant xylem saps.

大豆植株生长到初荚期，可测出木质部汁液中含 15—17 种氨基酸（见图 1），其中主要氨基酸是 Asp (Asn)、Thr、Ser、Glu (Gln)、Ala、Lys、His、Arg。

图 2—5 为木质部汁液中的氨基酸日变化。由此可见，植株木质部汁液中氨基酸的日变化规律并不遵循统一的模式。

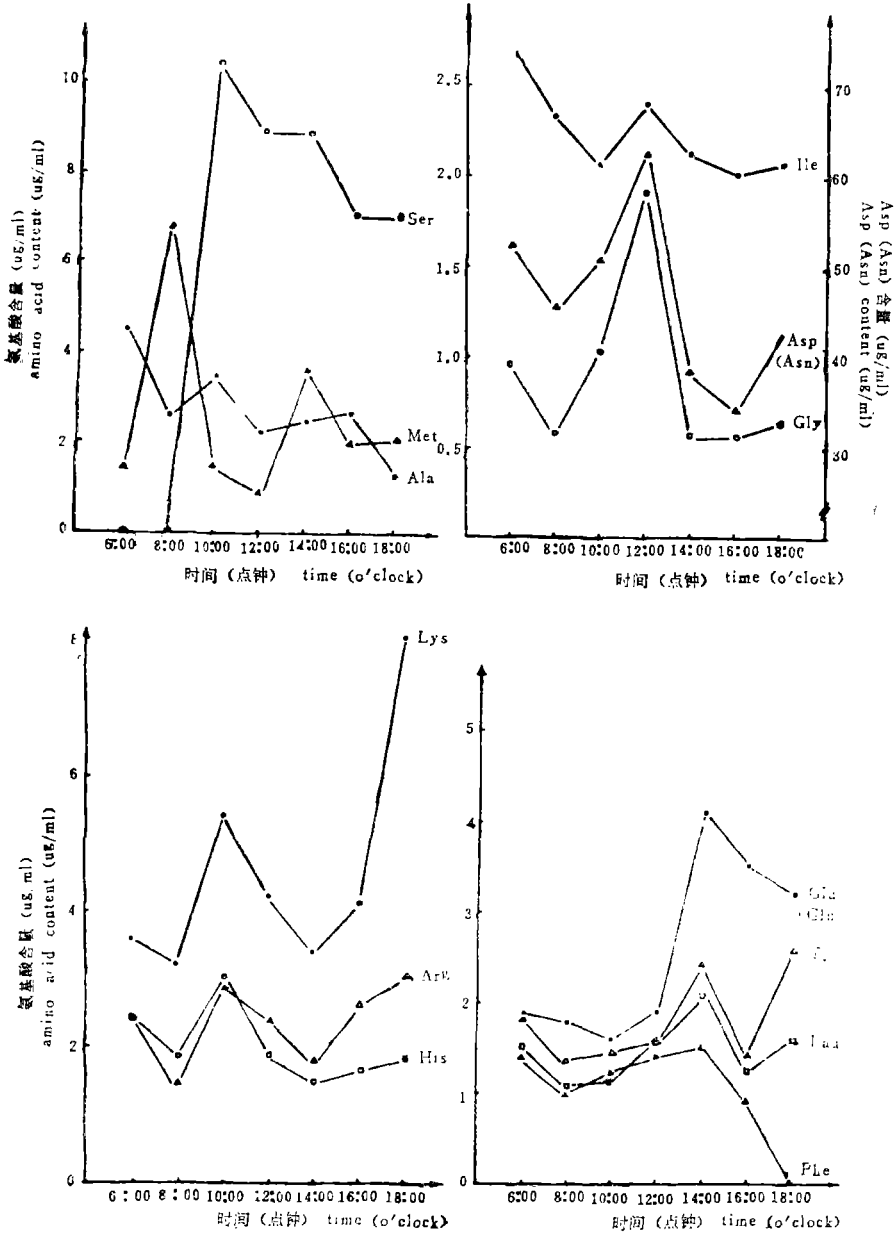


图2—5 接种快生型大豆根瘤菌 QB113 植株木质部汁液中氨基酸的日变化（各点为10株平均值）。

Fig. 2—5 The daily changes in amino acid constituents in the xylem sap of the soybean plants inoculated with the fast-growing *R. japonicum* QB113 (each point is the means of ten plants).

二、不同接种处理的大豆植株木质部汁液中酰胺的组成及其日变化

表 1 列出不同接种处理的大豆植株木质部汁液中含氮有机物组成。可看出，接菌处

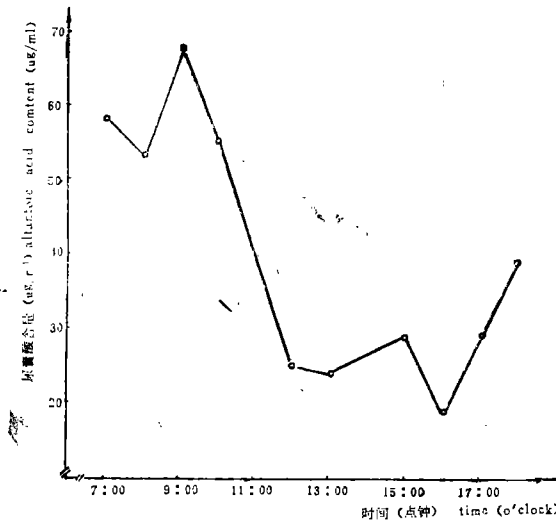


图 6 接种快生型大豆根瘤菌 QB113 植株木质部汁液中尿囊酸的日变化 (各点为 10 株平均值)。

Fig .6 The daily changes of the allantoic acid content in the xylem sap of the soybean plants inoculated with the fast-growing *R. japonicum* QB113 (each point is the means of ten plants).

理植株的木质部汁液中，酰胺含量显著高于不接菌而加入少量化合态氮处理的对照植株；其中尿囊酸含量显著高于尿囊素含量，约占总酰胺的 80—90%；接种 QB113 和接种 61A76，在酰胺含量上差别不大。

尿囊酸含量的日变化如图 6 所示。其结果表明，木质部汁液中酰胺运输也具有自己的规律。于上午 9 时左右，其曲线出现一个高峰，随后降低，到午后 15 时左右，又出现一小峰。

三、不同接种处理的大豆植株木质部汁液中氮素运输形式

由以上结果还可看出，接菌和不接菌处理，导致植株木质部汁液中氮素运输主要形式不同。不接菌处理时，氮素运输的主要形式是氨基酸，特别是 Asp (Asn) 更为重要，它约占总氨基酸的 65% (图 5)。植物根部吸收的化合态氮主要转变成了氨基酸，而酰胺含量甚低，约是接种 QB113 处理结果的 7.4%；在接种处理的植株木质部汁液中，酰胺是氮素运输的主要形式，其中接种 QB113 和 61A76 的植株木质部汁液中，酰胺是氨基酸总量的 40—50 倍左右。

讨 论

1. 接菌、不接菌处理导致大豆植株木质部汁液中氮素运输主要形式不同。依赖共生固氮的植株木质部汁液中，酰胺是氮素的主要贮藏和运输形式，它在大豆植株氮素代谢中起着重要作用。而在不接菌、只加入少量化合态氮的对照植株中，氨基酸起着相对重要的作用。这说明，大豆植株木质部汁液中的运输形式与大豆植株以什么形式摄取氮素有关。植株根瘤固定的氮素主要转变为酰胺；而其根部吸收的化合态氮则主要转变为氨基酸。

2. 接种快、慢生型大豆根瘤菌的大豆植株木质部汁液中，氮素运输特征基本相同。可以认为，植株木质部汁液中氮素运输特征与接种快、慢型大豆根瘤菌无关，但与是否建立共生体系密切相关？

3. 接种处理的植株木质部汁液中的氨基酸和酰胺均有独自的日变化规律。有趣的是，氨基酸的日变化竟呈现出几种不同的类型。为什么会出现这样的规律？两种含氮有机物日变化规律之间有何联系？它们与植株光合作用、固氮作用日变化规律之间关系如何？这些问题有待于进一步探讨。

4. 木质部汁液中酰胺含量与植株共生固氮能力成正相关。因此，我们认为，通过测定植株木质部汁液中酰胺含量来估测根瘤的固氮能力是一个简便易行的方法。

5. 对大豆植株施用氮肥往往不能使之增产。一般认为，这是豆科植物同其他作物的氮素营养不同的独特性质。酰胺在共生固氮的大豆植株氮素代谢中起着极为重要的作用。因此，对它的研究既有一定理论意义，又具有一定实际意义。我们的工作 是粗浅的，还有许多重要且有趣的工作值得进一步探索。

表 1 不同接种处理植株木质部汁液中含氮有机物组成

Table 1 Nitrogenous compounds in the xylem saps of soybean plants inoculated with different Rhizobium strains

测 定 项 目 Determined item	不接菌 (对照) Uninoculated (Control)	接种 USDA193 Inoculated with USDA193	接种 QB113 Inoculated with QB113	接种 61A76 Inoculated with 61A76
尿 囊 素 (μg/ml) Allantoin	7.8	110.0	390.0	580.0
尿 囊 酸 (μg/ml) Allantoic acid	21.0	900.0	3470.0	3680.0
酰 脲 (μg/ml) Ureide	28.8	1010.0	3860.0	4260.0
氨 基 酸 总 量 (μg/ml) Total amino acid	68.0	61.6	98.3	85.4
酰 脲 + 氨 基 酸 (μg/ml) Ureide + amino acid	96.8	1071.6	3958.3	4345.5
植 株 全 氮 量 (克/株) Total N/plant	0.63	0.98	1.53	1.73

* 表中数值为10株平均值。
* The results of this table are the means of ten plants.

参 考 文 献

- [1] Ishizuka, J., Jap. Agric. Res. 05 (1970): 15—20.
- [2] Fujihara, S. et al: Phytochemistry, Vol. 17 (1978): 1239—1243.
- [3] Fujihara, S. et al: Plant and Soil, Vol. 48 (1977): 233—242.
- [4] Matsumoto, T. et al: Plant Cell Physiol, Vol. 18 (1977): 353—359.
- [5] Eric, W. T. et al: Plant Physiol, Vol. 65 (1980): 1203—1206.
- [6] Fujihara, S. et al: Plant Physiol, Vol. 62 (1978b): 134—138.
- [7] Matsumoto, T. et al: Plant Cell Physiol, Vol. 19 (1978): 1161—1168.
- [8] Shigeruki, T. et al: Soil Sci. Plant Nutr., Vol. 23, No. 2 (1977): 225—235.
- [9] Tajima, S. et al: Plant Cell Physiol, Vol. 16 (1975): 271—282.
- [10] Tajima, S. et al: Plant Cell Physiol, Vol. 18 (1977): 247—253.
- [11] McClure, P. R. et al: Plant Physiol, Vol. 66 (1980): 720—725.
- [12] Keyser, H. H. et al: Science, Vol. 215, No. 4540 (1982): 1631—1632.
- [13] 张红缨等: 大豆科学, Vol. 6, No. 1 (1987): 62.

STUDY ON THE TRANSPORT CHARACTERISTICS OF NITROGENOUS COMPOUNDS IN THE XYLEM SAP OF SOYBEAN PLANT

Zhang Hongying

(Laboratory of Enzyme Engineering of Jilin Univ.)

Wang Shujin Zhang Xianwu

(Institute of Forestry & Soil Science, Academia Sinica)

Abstract

In this paper, the transport characteristics of the nitrogenous compounds in the xylem sap of soybean plant were studied. The results showed that N-fixing soybean plants transported predominately allantoic acid and allantoin in the xylem sap. Ureide (allantoic acid and allantoin) was the intermediate product of nitrogenous metabolism, and the major storage and transport forms of nitrogen in the symbiotic N-fixing soybean plants. There were only a very low concentration of ureide and a relative higher concentration of amino acids in the xylem sap of uninoculated soybean plants supplied with a small quantity of combined nitrogen. The nitrogen transport characteristics in the xylem saps of the soybean plants inoculated with fast and slow-growing *R. japonicum* strains were the same. Amino acid and ureide have their own regular pattern of daily variation respectively.