

源库对不同生长习性 大豆固氮酶活性的影响

李雪梅 朱长甫* 苗以农* 张立宏

(辽宁大学生物系)

提 要

本文研究了摘荚、摘心和去叶处理对不同生长习性大豆根瘤固氮酶活性的影响,结果表明:摘荚处理对无限型大豆固氮酶活性(ARA)无明显影响,而使有限型和亚有限型大豆的ARA明显降低。摘心和去叶处理使三种生长习性大豆ARA降低;摘荚、摘心和去叶处理使三种生长习性大豆根瘤中酰胺含量增加;去叶处理使有限型大豆幼茎中酰胺含量明显增加,但对无限型和亚有限型大豆影响不大。摘荚处理使有限型和亚有限型大豆幼茎中酰胺含量明显增加,而对无限型大豆无太大影响;摘心处理使三种生长习性大豆茎中酰胺含量明显增加。

关键词 大豆;固氮酶活性;酰胺

酰胺(尿囊素和尿囊酸)是大豆固定氮素的主要产物,大豆植株的酰胺含量可以作为估测根瘤固氮能力的间接指标^[9,10],Crafts-Brandner等^[4]观察到鼓粒期摘荚对大豆根瘤ARA没有影响,但增加茎中酰胺浓度,部分去叶降低ARA。而Tanaka等人研究表明摘荚降低有限型大豆的ARA^[11],Fujita等人报道,去叶明显降低ARA,摘荚和完全去叶增加根瘤中酰胺浓度^[6]。

本文对无限型、有限型和亚有限型三种不同生长习性大豆进行摘荚、摘心和去叶处理,进一步测定了各处理对不同生长习性大豆的根瘤固氮酶活性、酰胺含量的影响。

材料和方法

试验材料取自生长在田间的大豆[*Glycine max* [L.]Merr.]吉林3号(无限型)、长农5号(亚有限型)和通农9号(有限型)三个品种,设置如下处理:(1)对照;(2)去叶:盛花期将

* 工作单位:东北师范大学生物系,邮编 130024。

本文于1996年1月30日收到。

This paper was received on Jan. 30, 1996.

完全展开复叶中的两侧小叶去掉;(3)摘心:盛花期将植株主茎尖端剪掉;(4)摘荚:从结荚开始相继去掉植株上所有的荚;在去叶和摘荚小区新长成的叶和新出现的幼荚每隔一天处理一次直至实验结束。

从处理开始每隔一周左右采样测定酰脲含量和固氮酶活性(ARA)。

测定固氮酶活性:采用乙炔还原法测定^[1]。

测定酰脲含量时:植株组织用含 50%乙醇的 KH_2PO_4 (pH7.0) 于 80℃ 下萃取 10min, 1800g 离心 15min, 即上清液按徐志伟等^[2]的方法测定。

结果与分析

一、不同处理对三种生长习性大豆固氮酶活性的影响

1. 去叶(限源):去掉 66%的小叶对三种生长习性大豆 ARA 的影响趋势相同(图 1)。除处理后 21 天通农 9 号和长农 5 号处理植株根瘤 ARA 比对照稍有增加外,去叶植株 AR

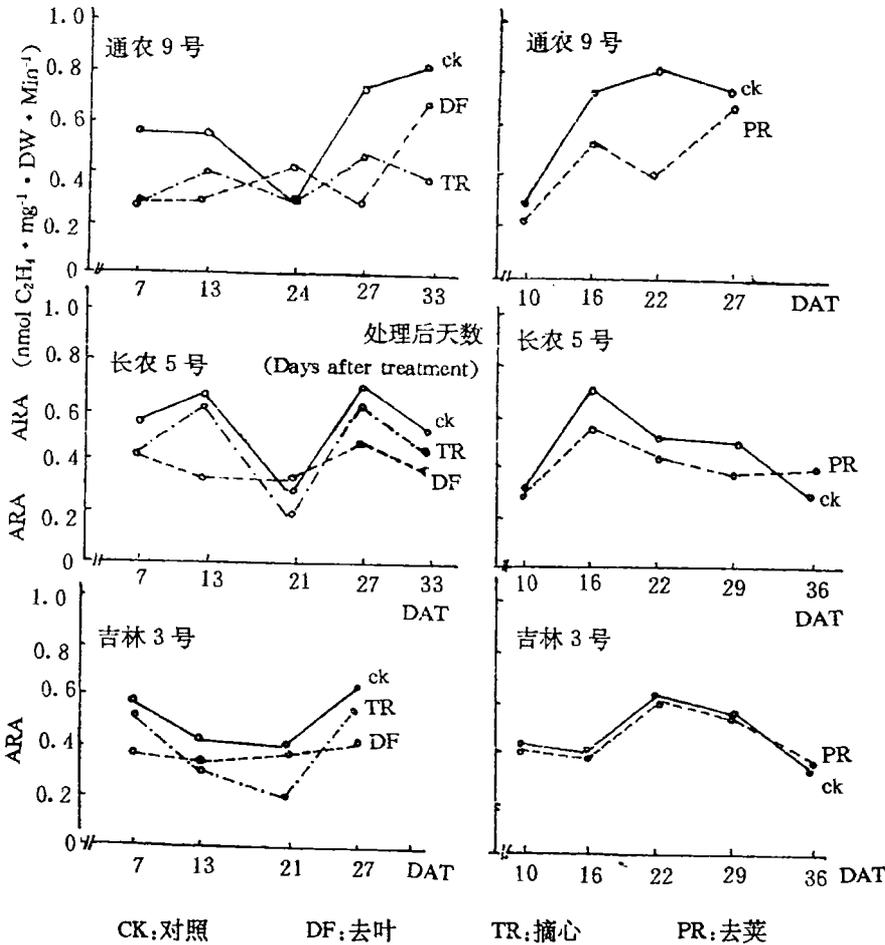


图 1 不同处理对大豆根瘤 ARA 的影响

Fig. 1 Effect of different treatment on Acetylene Reduction of different soybean varieties

都低于对照,这与 Fujita 等^[5]和 Patterson 等^[10]的研究结果相似。

去掉 66% 的小叶,光合器官(源)减少,因而运输到根瘤的光合产物不足^[7],从而导致 ARA 降低。

2. 摘心(限源):三种生长习性大豆摘心后,根瘤 ARA 与对照相比都有不同程度的降低(图 1)。摘心一方面减少了光合产物(源)向根瘤的运输,另一方面也降低了根瘤产物酰胺的利用,使其在体内积累,导致根瘤 ARA 降低。

3. 摘荚(限库):相继摘荚对三种生长习性大豆根瘤 ARA 的影响不同。通农 9 号根瘤 ARA 在处理一个月时间里都低于对照;长农 5 号根瘤 ARA 除处理后 36 天比对照增加外,其余都比对照低;而吉林 3 号根瘤 ARA 与对照相比几乎没有变化(图 1)。这些结果与 Patterson 等^[10]、Tanaka 等^[11]和 Masuda 等^[9]的研究结果一致。

摘荚降低有限型和亚有限型大豆根瘤的 ARA,这是因为荚皮降解酰胺的能力最强^[3],摘荚后使酰胺利用率降低,导致酰胺在大豆植株中大量积累。但摘荚对于无限型大豆根瘤 ARA 无明显影响,可能因无限型大豆营养器官对失去荚的补偿性生长加强,酰胺利用率的降低比合成速率降低的少^[8],酰胺无明显积累。

二、不同处理对三种生长习性大豆茎中酰胺含量的影响

1. 去叶:通农 9 号去叶植株幼茎中酰胺含量比对照明显增加,总平均值分别为 $106.05 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{DW}$ 和 $72.25 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{DW}$,约增加 47%;长农 5 号去叶植株幼茎中酰胺含量总平均值较对照降低 6%;吉林 3 号去叶植株幼茎中酰胺含量总平均值为 $30.39 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{DW}$,对照为 $28.62 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{DW}$,约增加 6%(表 1)。

表 1 去叶对不同生长习性大豆幼茎酰胺的影响 单位: $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{DW}$

Table 1 Effect of pod removal on young stem ureide content of different growth habit soybeans

| 品种 Varieties | 处理 Treatment | 处理后天数 Days after treatment | | | | | 平均 Mean |
|-----------------------|-------------------|----------------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | | 7 | 13 | 21 | 27 | 33 | |
| 通农 9 号 Tongnong 9 | 对照 Control | 41.21 | 55.21 | 42.90 | 77.75 | 144.18 | 72.25 |
| | 去叶 Defoliation | 79.34 (+93) | 86.41 (+57) | 89.58 (+109) | 92.28 (+19) | 182.65 (+27) | 106.05 (+47) |
| | 对照 Control | 36.18 | 16.12 | 48.58 | 30.81 | 39.60 | 34.26 |
| 长农 5 号 Changnong 5 | 去叶 Defoliation | 31.80 (-12) | 17.20 (+7) | 45.97 (-5) | 28.23 (-8) | 38.45 (-3) | 32.33 (-6) |
| | 对照 Control | 15.61 | 25.91 | 31.39 | 41.58 | — | 28.62 |
| | 去叶 Defoliation | 18.69 (+20) | 26.62 (+3) | 30.74 (-2) | 45.50 (+9) | — | 30.39 (+6) |

* 括号内数字分别表示比对照增加(+)或减少(-)的百分数(下同)。

* The figure in parentheses represents the percentage of the treatment higher or lower than the control.

去叶使有限型大豆茎中酰胺明显增加,可能是因为有限型干物质补偿性积累能力差,酰胺利用率低,而无限型和亚有限型干物质补偿性积累能力强,酰胺利用率高的缘故。无限型和亚有限型大豆茎中酰胺不断被利用,故无大量积累^[8]。

2. 摘心:摘心植株 6—7 节间的酰胺含量显著高于对照植株(表 2)。通农 9 号、长农 5

号和吉林 3 号处理植株总平均值分别比对照增加 70%、85%、48%。这可能是由于摘除茎生长点后植株主茎向上生长终止,从而导致利用酰胺的器官减少而使下部茎中酰胺含量相对积累。

表 2 摘心对不同生长习性大豆 6—7 节间酰胺含量的影响

单位: $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{DW}$

Table 2 Effect of tip removal on 6-7 internode ureide content of different growth habit soybeans

| 品种 Varieties | 处理 Treatment | 处理后天数 Days after treatment | | | | | 平均 Mean |
|-----------------------|-------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| | | 7 | 13 | 21 | 27 | 33 | |
| 通农 9 号 Tongnong 9 | 对照 Control | 30.30 | 37.03 | 17.28 | 36.24 | 66.63 | 37.50 |
| | 摘心 Tip removal | 56.74 (+87) | 65.55 (+77) | 46.07 (+167) | 39.06 (+8) | 112.21 (+68) | 63.93 (+70) |
| 长农 5 号 Changnong 5 | 对照 Control | 20.10 | 18.91 | 31.25 | 15.59 | 16.98 | 20.57 |
| | 摘心 Tip removal | 30.87 (+54) | 50.47 (+167) | 56.06 (+79) | 32.35 (+108) | 20.91 (+23) | 38.13 (+85) |
| 吉林 3 号 Jilin 3 | 对照 Control | 12.70 | 13.10 | 12.60 | 11.52 | — | 12.48 |
| | 摘心 Tip removal | 16.78 (+32) | 21.43 (+64) | 21.90 (+74) | 13.86 (+20) | — | 18.49 (+48) |

3. 摘荚: 相继摘荚对三种生长习性大豆幼茎中酰胺含量的影响是不同的。通农 9 号摘荚植株幼茎酰胺含量总平均值较对照增加 21%; 长农 5 号增加 12%, 但摘荚对吉林 3 号几乎没有影响, 只比对照增加 1% (表 3)。

表 3 去荚对不同生长习性大豆幼茎酰胺含量的影响 单位: $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{DW}$

Table 3 Effect of pod removal on young stem ureide content of different growth habit soybeans

| 品种 Varieties | 处理 Treatment | 处理后天数 Days after treatment | | | | | 平均 Mean |
|-----------------------|-------------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| | | 10 | 16 | 22 | 29 | 36 | |
| 通农 9 号 Tongnong 9 | 对照 Control | 42.90 | 77.75 | 144.18 | 97.37 | — | 90.55 |
| | 去荚 Pod removal | 88.46 (+106) | 90.59 (+17) | 154.07 (+7) | 105.59 (+8) | — | 109.68 (+21) |
| 长农 5 号 Changnong 5 | 对照 Control | 48.58 | 30.81 | 39.60 | 90.02 | 105.80 | 62.96 |
| | 去荚 Pod removal | 55.98 (+15) | 44.22 (+44) | 57.40 (+45) | 87.26 (-3) | 109.07 (+3) | 70.79 (+12) |
| 吉林 3 号 Jilin 3 | 对照 Control | 25.91 | 31.39 | 41.58 | 119.39 | 126.30 | 68.91 |
| | 去荚 Pod removal | 32.67 (+26) | 31.12 (-1) | 45.06 (+8) | 115.35 (-3) | 125.51 (-1) | 69.94 (+1) |

三、不同处理对三种生长习性大豆根瘤中酰胺含量的影响

1. 去叶: 通农 9 号去叶植株根瘤中酰胺含量除处理后 21 天比对照降低 2% 以外, 其余都比对照高; 长农 5 号去叶植株除处理后 27 天比对照降低外, 总平均值与对照相比增加 20%; 而吉林 3 号植株除处理后 27 天比对照高外, 其余都比对照低 (表 4)。这与 Fuji-

ta^[6]的部分去叶对根瘤酰脲无影响的结果不同,但与其它完全去叶增加根瘤中酰脲的结果则是一致的。

2. 摘心:摘心后通农9号、长农5号和吉林3号根瘤中酰脲含量总平均值分别比对照增加20%、10%、5%。摘心处理后,三个品种大豆根瘤中酰脲积累程度不同这可能与不同生长习性大豆营养器官对酰脲利用率不同有关^[8](表4)。

表4 去叶、摘心对不同生长习性大豆根瘤酰脲含量的影响 单位: $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{DW}$

Table 4 Effect of defoliation and tip removal on nodule ureide content of different growth habit soybeans

| 品种 Varieties | 处理 Treatment | 处理后天数 Days after treatment | | | | | 平均 Mean |
|---------------------|-------------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|------------|
| | | 7 | 13 | 21 | 27 | 33 | |
| 通农9号 Tongnong 9 | 对照 Control | 6.18 | 6.39 | 13.40 | 8.92 | 27.80 | 12.54 |
| | 去叶 Defoliation | 10.50 | 9.46 | 13.15 | 13.50 | 31.69 | 15.64 |
| | | (+70) | (+48) | (-2) | (+51) | (+14) | (+25) |
| | 摘心 Tip removal | 7.71 | 7.82 | 13.48 | 14.26 | 32.14 | 15.08 |
| | | (+25) | (+22) | (+1) | (+60) | (+16) | (+20) |
| 长农5号 Changnong 5 | 对照 Control | 7.46 | 10.85 | 14.46 | 13.59 | 15.06 | 12.28 |
| | 去叶 Defoliation | 8.59 | 11.34 | 16.30 | 8.09 | 29.30 | 14.72 |
| | | (+15) | (+5) | (+13) | (-40) | (+95) | (+20) |
| | 摘心 Tip removal | 6.63 | 9.86 | 14.33 | 11.47 | 17.46 | 11.95 |
| | | (-11) | (-9) | (+1) | (+44) | (+16) | (+10) |
| 吉林3号 Jilin 3 | 对照 Control | 14.23 | 11.54 | 18.37 | 17.71 | — | 15.46 |
| | 去叶 Defoliation | 11.56 | 9.63 | 18.18 | 29.23 | — | 17.15 |
| | | (-19) | (-17) | (-1) | (+65) | — | (+11) |
| | 摘心 Tip removal | 14.49 | 11.15 | 13.81 | 25.75 | — | 16.30 |
| | | (+2) | (-3) | (-25) | (+45) | — | (+5) |

表5 摘荚对不同生长习性大豆根瘤酰脲含量的影响 单位: $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{DW}$

Table 5 Effect of pod removal on nodule ureide content of different growth habit soybeans

| 品种 Varieties | 处理 Treatment | 处理后天数 Mays after treatment | | | | | 平均 Mean |
|---------------------|-------------------|----------------------------|--------|--------|-------|--------|------------|
| | | 10 | 16 | 22 | 29 | 36 | |
| 通农9号 Tongnong 9 | 对照 Control | 13.40 | 8.92 | 27.80 | 62.20 | — | 28.08 |
| | 摘荚 Pod removal | 20.63 | 18.92 | 51.31 | 67.72 | — | 39.65 |
| | | (+54) | (+112) | (+85) | (+9) | — | (+41) |
| 长农5号 Changnong 5 | 对照 Control | 12.86 | 7.97 | 15.06 | 12.27 | 40.63 | 22.20 |
| | 摘荚 Pod removal | 16.07 | 8.91 | 42.24 | 23.83 | 83.88 | 34.99 |
| | | (+25) | (+12) | (+180) | (+94) | (+106) | (+58) |
| 吉林3号 Jilin 3 | 对照 Control | 12.08 | 20.51 | 17.71 | 24.02 | 29.98 | 20.86 |
| | 摘荚 Pod removal | 10.55 | 12.55 | 28.46 | 25.44 | 59.56 | 27.31 |
| | | (-13) | (-39) | (+61) | (+6) | (+99) | (+31) |

3. 摘荚:通农9号和长农5号摘荚植株根瘤中酰脲含量都比对照高;而吉林3号在摘荚后10天和16天时根瘤中酰脲含量比对照低,以后有所增加,酰脲在根瘤中积累,这与

Fujita^[6]等关于摘荚增加大豆根瘤酰脲浓度的研究结果相一致(表 5)。

结 语

人为改变大豆源库关系对大豆固氮酶活性、酰脲等指标都会产生影响,国外有很多人对此做过大量研究。但是,把有限型、亚有限型和无限型三种不同生长习性大豆同时作比较研究还未见报道。本文对此做了研究,结果表明:通过摘心、去叶二种方法来限源,光合产物减少,三种不同生长习性大豆的固氮酶活性都降低,但降低幅度并不完全相同。而通过摘荚方法来限库,导致酰脲的利用率降低,并在植株体内大量积累从而使有限型和亚有限型大豆的 ARA 降低。但是摘荚限库后对无限型大豆 ARA 无明显影响,无限型大豆在开花结荚后仍能进行很长时间的营养生长,即营养生长和生殖生长同时进行,这样植株营养器官对失去荚的补偿性生长加强,所以根瘤中酰脲不会大量积累,ARA 无明显变化。限源、限库处理后大豆幼茎中酰脲含量也有不同的变化,但对不同生长习性大豆的 ARA 与茎中酰脲含量的影响并不完全一致,加之大田中自然环境如虫害、风雨等对大豆植株叶片及花荚的损坏是很常见的,所以利用大豆茎中酰脲含量作为估测根瘤固氮酶活性的指标还有待进一步证实。

参 考 文 献

- [1] 顾俭本,1985,植物生理学实验手册,上海科学技术出版社,259
- [2] 徐志伟,刘承宪,1986,豆科植物中酰脲含量的测定,植物生理学通讯,4,60
- [3] Coker G. T. and Schaefer T. 1985,¹⁵N and¹³C NMR determination of allantoin metabolism in developing soybean cotyledons. *Plant Physiol.* 77,129
- [4] Crafts-Brandner S. J., Below F. E., Harper J. E. et al. 1984, Effect of nodulation on assimilate remobilization in soybean. *Plant Physiol.* 76,452
- [5] Fujita K., Masuda T. and Ogata S. 1988, Dry matter production and dinitrogen fixation of wild and cultivated soybean varieties as effected by pod removal. *Soil Sci. Plant Nutr.* 34(2),255
- [6] Fujita K., Masuda T. and Ogata S. 1988, Dinitrogen fixation, ureide concentration in xylem exudate and translocation of photosynthates in soybean as influenced by pod removal and defoliation. *Soil Sci. Plant Nutr.* 34(2),265
- [7] Hardy R. W. F. and Havelka U. D. 1976, Photosynthate as a major factor limiting nitrogen fixation by field-grown legumes with emphasis on soybean. In "Symbiotic nitrogen fixation in plants" Int. Biol. Programme. (P. S. Nutman ed) Cambridge Univ. Press London. PP,421
- [8] Herridge D. F. 1982, Relative abundance of ureides and nitrate in plant tissues of soybean as a quantitative assay of nitrogen fixation. *Plant Physiol.* 70,1
- [9] Masuda T. et al. 1989, Effect of pod removal on dinitrogen fixation of soybean plants differing in growth habit. *Soil Sci. Plant Nutr.* 35(2),245
- [10] Patterson T. G. and Larue T. A. 1983, N₂ fixation (C₂H₂) and ureide content of soybean; Environmental effects and source-sink manipulations. *Crop Sci.* 23(5),819
- [11] Tanaka A. Fujita K. and Okumura. M. 1982, Effect of partial removal of leaves, pod and nodules on dinitrogen-fixing activities in soybean. In Abstr. Jpn. Soc. Sci. Plant Nutr. 28,88(in Japanese)

EFFECT OF SOURCE-SINK MANIPULATIONS ON DINITROGEN-FIXING ACTIVITY OF DIFFERENT GROWTH HABIT SOYBEANS

Li Xuemei Zhu Changfu Miao Yinong Zhang Lihong

(*Biology Department, Liaoning University*)

Abstract

In this paper, we studied the effect of pod removal, tip removal and defoliation on dinitrogen-fixing activity of different growth habit of soybean nodules. The results showed that dinitrogen-fixing activity of indeterminate soybean did not change markedly by pod removal, while that of determinate and semideterminate soybeans decreased significantly. Dinitrogen-fixing activity of different growth habit of soybeans decreased by tip removal and defoliation. Ureide content in soybean nodules of different growth habit soybeans increased by all treatments. Ureide content in young stem of determinate soybean increased obviously by defoliation, but in indeterminate and semideterminate soybeans had little change. Ureide content in young stem of determinate and semideterminate soybeans increased obviously by pod removal, but little effect on indeterminate soybean. Ureide content in the stems of three growth habit of soybeans increased markedly.

Key words Soybean; Dinitrogen-fixing activity; Ureides

欢迎订阅 1997 年《大豆科学》

《大豆科学》是由黑龙江省农科院主办的学术性期刊。国内外公开发行人,季刊,16开本,每期12万字左右。国内每期订价:3.50元,全年14.00元,邮发代号:14-95。国外每期订价:10.00美元(包括邮资),全年40美元。国外总发行由中国国际图书贸易总公司,北京399信箱。国外代号:Q4162。

《大豆科学》刊登有关大豆的遗传育种,品种资源,生理生态,耕作栽培,病、虫、杂草防治,营养施肥及生物学等方面的科研报告,学术论文,国内、外研究进展评述,研究简报,学术活动简讯、新品种介绍等。

《大豆科学》主要面向从事大豆科学研究的科技工作者,农业院校师生、国营农场及各级农业技术推广部门的技术人员、干部。

订阅办法:全国各地邮局,如在邮局漏订,可到编辑部补订。通过邮局汇款至哈尔滨市学府路368号《大豆科学》编辑部。邮政编码:150086。