

淹水大豆的生长与固氮研究*

王国法

B. Rerkasem

(浙江农业科学院)

(泰国清迈大学农学院)

摘 要

试验于1989年7月至10月在泰国清迈大学农学院多熟制研究中心的农业试验场进行。在淹水栽培与常规栽培条件下,对二个大豆品种SJ5和NW1的生长与产量、根瘤生长与固氮率和固氮量及其对增施每公顷50kg氮素肥料的反应进行测定。结果表明,淹水能促进根瘤生长,增加固氮率、比常规栽培法多固定氮素44%以上。但是淹水栽培法对干物质和产量的增加并不显著。增施氮肥能防止淹水初期的植株落黄现象,但抑制根瘤生长和固氮。

关键词 淹水栽培;根瘤;固氮率;固氮量

一、引 言

大豆淹水栽培首先由澳大利亚的研究者于1980年提出^[3]。所谓淹水栽培是将出苗2~3周的大豆幼苗灌以深水,使大豆生长于地下水位高的环境下。通常,从第一次灌水到成熟、大豆田间的地下水位,要求保持离地表3~15cm的范围。据报道,大豆能够适应这种环境且生长良好。在大田和温室条件下,淹水栽培获得的产量比常规栽培平均增加22%^[1,2],甚至高达68%^[4]。

Nathanson等^[4]认为,淹水大豆的增产是由于该方法促进根瘤与作物生长,但固氮能力与常规栽培没有什么差异(以乙炔还原法测定)。Troedson等(1986)同样以乙炔还原法测得的固氮能力则显示出淹水栽培的强于常规栽培的大豆。然而,由于测定方法的限制,这些研究都不能从定量方面对淹水大豆的固氮进行深入研究。本试验旨在观测淹水栽培大豆,在砂壤土上的适应性和生产,根瘤的生长,并用根伤流量法(XYLEM SAP METHOD)测定淹水大豆与常规栽培在固氮上的差异性。同时早期增施氮肥对淹水大豆的作用也作

* 本文于1991年4月10日收到。

This paper was received on April 10, 1991.

些探索。

二、材 料 和 方 法

试验于 1989 年下半年,在泰国北部的清迈大学农学院多熟制研究中心的试验场进行。北纬 19°,东经 99°。土壤为砂壤土;pH5.7~5.9;总氮 0.05~0.06%;磷(P_2O_5)34~57ppm;钾(K_2O)91~124ppm^[6]。作物生长期:7月4日~10月10日。正值雨季,降雨量 653mm,占全年降水总量的 50%。日平均气温 25℃以上。

试验设水分、品种与氮肥三个因子,每因子二水平。裂区设计,主区为淹水与不淹水,亚区为品种,亚亚区为氮肥。三个重复,共二十四个小区。小区面积 35.2m²,由 8m×2.2m 的二条畦组成,每畦筑有排水沟,宽 0.6m、深 25cm。

选择的二个大豆品种是早熟的 NW1 和中熟的 SJ5,均属当地生产当家品种。于 1989 年 7 月 4 日播种。穴播,穴距为 10cm×40cm。每穴下种 5~6 粒,出苗后定至 2 株。氮肥设每公顷 50kg 与不施肥二水平,使用尿素肥料,在播种两天后条施于大豆行间。

水分管理。播种 12 天后开始灌水,以后每天灌二次,早上 7~8 时和下午 16~18 时,直至大豆生理成熟。这样大田沟里的水位始终保持离畦面 5~15cm。常规栽培采用农场的灌溉技术,使大豆有充足的水分供应而不让沟里积水。

田间取样共八次,每次每小区随机选取 1m²。主要测定根瘤数量与干重,植株地上部干物重与含氮量,固氮率和固氮量。具体方法参见 Peoples 等^[5]编著《大田豆科作物的固氮测定法》。

三、结 果 与 讨 论

(一)干物质积累与作物体氮状况

淹水对大豆干物质的积累比不淹水,仅显示出早期低一点,后期高一点的趋势,统计测定并不显著。植株含氮量的测定表明,淹水大豆的含氮量明显下降(表 1)。从表 1 可知,灌水一周后,不施氮肥的淹水大豆地上部含氮量 3.3~3.4%,比不淹水的 3.7~3.8 低得多。这个差异在数周后逐渐消失。进一步分析可知,增施氮肥可以增加大豆植株含氮量。表 1 反映出施肥的淹水大豆含氮量与不施肥不淹水的相近。这表明淹水引起的低氮状况

表 1 淹水与施氮对大豆氮量(%)的影响^[1,2]

Table 1 Effects of SSC and N fertilizer on soybean shoot nitrogen concentration(%)

	SJ5		NW1	
	淹 水 SSC	不 淹 水 CI	淹 水 SSC	不 淹 水 CI
不 施 氮	3.26	3.84	3.38	3.68
施 氮	3.87	4.53	3.74	4.74

(1)在大豆营养生长早中期(V₁)、取每小区 1m² 地上部样品,用 Kjeldahl 法定氮。

(2)淹水与不淹水,施氮与不施氮间的差异在 $\alpha=0.05$ 水平显著。

可以通过增施氮肥来补充。

上述变化也从大豆叶色上反映出来。灌水一周后,大豆叶色转黄,持续大约一周而消失。施尿素的小区,黄色并不很明显,且持续时间短。淹水对叶色一植株氮状况的影响,主要有二方面的原因。一是淹水引起土壤有效氮减少^[4],直接影响大豆所需的无机氮源。二是淹水后形成的高水位导致根系往下伸展受阻,且部分根系死亡,总根量减少,使植株在土体中的吸收面减小。

(二)根瘤生长

试验测定,大豆淹水促进根部结瘤增多。在营养生长早中期(V₄),品种 SJ5 的淹水处理比不淹水的增加根瘤干重 4~6 倍,NW1 品种增加 2~5 倍(表 2)。但施氮肥抑制根瘤生长。在淹水条件下,施肥的 SJ5 根瘤比不施肥的下降 14%,NW1 施肥后下降 34%。根瘤数量也有同样的趋势。淹水处理增加根瘤数 50~70%。资料表明,淹水对根瘤干重和根瘤数量的作用持续到作物生长后期。例如,在籽粒充实期(R₅),淹水 SJ5 单株根瘤干重 0.4~0.6g,不淹水的 0.2~0.3g,单株根瘤数也比不淹水的增加一倍。NW1 的反应也一样(表 2)。

表 2 淹水与施氮对不同生育期大豆根瘤干重和数量的影响¹

Table 2 Effects of SSC and fertilizer on the nodule weight and number at different stages

水分 Water	氮肥 N—fert.	营养生长期(V ₄) Mid—vegetative stage		籽粒充实期(R ₅) Bean filling stage	
		SJ5	NW1	SJ5	NW1
		根瘤干物重 (g/plant)			
淹 水	不 施 氮	0.0632	0.0723	0.4871	0.4243
	施 氮	0.0597	0.0567	0.5955	0.4043
不 淹 水	不 施 氮	0.0153	0.0320	0.2260	0.2301
	施 氮	0.0077	0.0123	0.2817	0.1666
		根瘤数量 (no. /plant)			
淹 水	不 施 氮	38	47	86	125
	施 氮	33	39	106	100
不 淹 水	不 施 氮	23	30	38	62
	施 氮	19	25	61	54

* 从前述 1m² 的样本中,随机选取 5 穴(10 株),掘取 10cm 宽、30cm 长、20cm 深的土体,淘洗后采集根瘤、测定数量与干重。

淹水大豆多结瘤、结大瘤的现象主要由二方面的因素所致。一是淹水大豆能调节其根系生长适应于地下水位高的环境。淹水数周后,可观测到在不浸水的表土层内,侧根数增多。二是淹水后土壤有效氮的减少引起植株氮饥饿。这种现象会促进大豆根瘤生长^[7]。后一个因素主要对早期根瘤生长产生作用,前一个因素主要作用于维持后期旺盛的根瘤生长。

(三)固氮率与固氮量

本试验的大豆固氮能力以固氮率表示。即根据 Peoples 等的方法,将根伤流量分析中

的酰胺含量转换成固氮百分比。结果显示,淹水大豆促进提早固氮,延续固氮能力的衰退,而使整个生育期有较高的固氮率。大豆根瘤生长与固氮率呈正相关($r=0.89>y_{0.01}=0.87$)。

固氮量是固氮率乘以二个取样间隔期的累积总氮得到的。从表 3 可知,大豆生理成熟期所累积的总固氮量,淹水栽培显著地高于常规栽培。淹水 SJ5 固定氮素每公顷达 151~174kg,非淹水小区仅 123~127kg。NW1 品种也显示同样的差异性。

表 3 淹水对大豆固氮量(kg/ha)的影响^[1,2]

Table 3 Effects of SSC on the amount of soybean nitrogen fixed

	SJ5		NW1	
	淹 水 SSC	不 淹 水 C1	淹 水 SSC	不 淹 水 C1
不 施 氮	174	151	106	105
施 氮	127	123	68	55

(1)表中的数字是生理成熟期(R₇)累积固氮量。

(2)淹水与不淹水的差异在 $\alpha<0.05$ 的水平上显著。

(四)产量

本研究的试验结果是淹水栽培的产量并不显著地高于常规栽培,这主要由于产量的形成是受众多因素影响,例如品种,土壤氮的供应状况、气候等,而根瘤、固氮多则是有利于提高产量的因素之一。

四、结 论

大豆淹水栽培增加固氮。因为由淹水引起的低土壤有效氮与大豆早期吸收土壤氮能力的减弱,造成作物的氮饥饿,促进大豆早结瘤、多结瘤,增加固氮率。淹水比不淹水增加固氮量 44%。

增施氮肥能防止大豆淹水后的缺氮状况,同时抑制根瘤生长和固氮,但是对后期的生长及固氮不产生明显影响。故一般情况下淹水大豆不必多施氮肥。

试验的淹水处理并不显著增产,但是该技术尚可在地下水位高,旱地作物生长受限制或产量低的地区,如浙江省抗嘉湖平原稻区推广应用,以解决由于长期种植禾本科作物所引起的土壤肥力衰退、种植制度单一等问题。

参 考 文 献

[1] Garside, A. L., R. J. Jawn, and D. E. Byth. 1980. Irrigation management in soybeans. CSIRO, Division of Tropical Crops and Pastures, Division Report. 1978~79. 94

[2] Garside, A. L. 1987. Irrigation management of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) in a semi-arid tropical environment. Ph. D. thesis, The University of Queensland, Australia

[3] Hunter, M. N., P. L. M. de Jabrum, and D. E. Byth. 1980 Response of nine soybean lines to soil moisture conditions close to saturation. Australia Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 20;339~345

- [4] Nathanson, K. R. , J. Lawn, P. L. M. de Jebrum, and D. E. Byth. 1984. Growth, nodulation and nitrogen accumulation by soybean in saturated soil culture. *Field Crop Research*. 8;73~92
- [5] Peoples, M. B. , D. M. Hebb, A. H. Gibson, and D. F. Herridge. 1989. Development of the xylem ureide assay on the measurement of nitrogen fixation by pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). *Journal of Experimental Botany*. 40; 535~542
- [6] P. Virripipal, S. 1988. Response to boron application in vigna. M.S. thesis. Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Thailand
- [7] Wilson, P. W. 1940. The biochemistry of symbiotic nitrogen fixation. The University of Wisconsin Press, Madison. 114~141

THE RESEARCH ON SOYBEAN CROWTH AND NITROGEN FIXATION UNDER WATER SATURATED SOIL CULTURE

Wang Guofa

*(Institute of Agricultural Resources Utilization and
Regionalization, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences)*

Benjavan Rerkasem

(College of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai Thailand)

Two soybean varieties, SJ5 and NW1, were cultivated under water saturated soil culture (SSC) method and conventional irrigation (CI) method in the experimental farm, Multiple Cropping Center of Chiang Mai University, Thailand, from July to October in 1989. Soybean growth, yield, nodulation and nitrogen fixation affected by the application of 50 kg N/ha and non-application of N under SSC were measured and compared. The results show that SSC increased nodulation and nitrogen fixation. The amount of nitrogen fixed in SSC increased 44% over that of CI. However, there were no significant effect of SSC on the increase of dry matter and yield. The application of nitrogen fertilizer prevented plant nitrogen shortage after water was imposed, but it suppressed nodulation and nitrogen fixation.

Key words Water saturated soil culture; Nodulation; Nitrogen fixation ratio; Amount of nitrogen fixed