

# 保护性施氮对大豆氮素同化影响的研究

徐凤花 崔占利 刘永春 汤树德

(黑龙江八一农垦大学植物科技学院微生物系, 密山 158308)

**摘要** 通过高 C/N 比值麦秸的“氮因子效应”调控土壤(肥料)氮固定-矿化动态作为大豆保护性施氮的手段。从大豆结瘤、固氮活性、木质部溶质氮形态以及植株同化氮量论证了保护性施氮的生物学效应。

试验表明, 保护性施氮不仅颇大缓解乃至完全消除了氮肥对大豆结瘤和固氮活性的抑制, 提高了木质部中酰胺态氮的相对丰度和有机态氮含量, 保护了共生固氮体系正常发育及其功能发挥的前提下, 又提高了土壤的供氮水平, 从而为大豆籽实蛋白质的合成创造了一个根瘤氮和土壤(肥料)氮协调供应的营养条件。因此, 在田间施氮 20 和 40kg / hm<sup>2</sup>条件下, 保护性施氮处理比常规施氮处理, 秸秆氮产量分别相对提高了 5.1 和 23.0%; 种子氮产量分别相对提高了 52.4 和 32.6%。

**关键词** 大豆, 保护性施氮, 结瘤, 固氮

**中图分类号** S143.1

早期研究就已指出, 化合态氮尤其是硝酸盐对豆科作物根瘤形成的抑制影响在于减少根毛数量并使根毛变形(Lie, 1974)<sup>[1]</sup>, 即使根瘤菌已入侵也会“流产”而不成瘤。当硝酸根离子浓度达 1mmol / L 时就很大阻滞固氮酶活性的增长, 在生长的根瘤内, 由于豆血红蛋白合成将会减少, 从而导致根瘤活性下降, 加速根瘤衰老(Gibson, 1985)<sup>[2]</sup>

田间土壤中化合态氮过高或施用氮肥对大豆结瘤和固氮活性的抑制性影响是普遍存在的现象, 而其抑制程度, 不仅决定于土壤、氮肥品种以及施用方法和时期, 同时也因大豆品种不同表现出差别(汤树德, 1985)<sup>[3]</sup>。一般说来, 土壤肥料氮对大豆共生固氮体系发育的抑制影响, 在大豆生育前期表现较重, 随着生育进程而趋向减轻, 乃至恢复正常水平。虽然从大豆生长发育和植株干物质累积来看氮肥效果是明显的, 但往往是以损失根瘤固氮为代价, 最终也并非得到预想的产量效果。

鉴于大豆具有同时同化根瘤氮和土壤(肥料)氮的双重氮源的生理特性, 并随大豆产量的提高对根瘤氮的依赖度又有随之提高的趋势, 故在大豆生产中, 为了满足高产大豆的氮素需求并要避免施氮对其结瘤和固氮的抑制, 国内外常采用以少量氮作种肥, 以及避开结瘤集中区而采用侧施、深施和侧深施氮的方法, 只因化学氮肥随土壤溶液而移动, 终究不能解脱无机态氮对大豆结瘤和固氮的抑制。

为了同时满足高产大豆一生中根瘤固氮和土壤(肥料)供氮的最大需求,克服施氮同根瘤固氮的矛盾,通过利用高 C/N 比值谷物秸秆的“氮因子效应”来调控土壤(肥料)氮固定-矿化动态<sup>[4,5]</sup>,作为大豆保护性施氮中的主要手段,从而达到充分发挥大豆共生固氮体系发育的前提下,同时提高土壤供氮水平,以满足高产大豆整个发育过程中对根瘤氮和土壤(肥料)氮源的协调供应之目的<sup>[6]</sup>。

本文仅从大豆结瘤、固氮活性、木质部溶质氮形态以及植株同化氮量进行分析讨论,以论证保护性施氮的生物学效应。

## 1 研究方法

试验采用土壤为白浆土和冲积性砂壤土。

盆栽试验布置方法:将定量硫酸铵溶于水后分别拌入占盆土风干重 2% 的粉碎麦秸与全层盆土混合,所有处理同时拌入过磷酸钙含  $P_2O_5$  30mg / 100g 土。

田间小区试验布置方法:将定量尿素水溶液拌入粉碎麦秸(5000kg /  $hm^2$ ),然后开沟条施入种床土中,所有处理同时施入重过磷酸钙 150kg /  $hm^2$ 。

按 Walter R. Fehr 方法划分大豆生育期<sup>[7]</sup>,各生育期代号:  $V_5$ —第五节期,  $R_1$ —开花始期,  $R_2$ —开花盛期,  $R_3$ —结荚始期,  $R_4$ —结荚盛期,  $R_5$ —鼓粒始期,  $R_6$ —鼓粒盛期,  $R_7$ —成熟始期,  $R_8$ —成熟期。于不同生育期从田间挖取大豆全根系样本(5株 × 5点)或倒盆(2盆)冲洗获得全根系-根瘤样本。

根瘤固氮酶活性测定:采用根系-根瘤乙炔还原法,气相色谱仪检测气样。

固氮活性表示单位:  $C_2H_4 \mu mol / L \cdot h$ , SNA 为克干瘤活性, TNA 为单株瘤总活性。固氮量计算按各生育期固氮活性经日变化系数校正后累加而得<sup>[3]</sup>。

木质部溶质氮测定:称取烘干粉碎的茎和叶柄,缓冲溶液提取,按 Vogels 和 Vander Drift 方法<sup>[8]</sup>测定尿囊素和尿囊酸总量;按常规方法测定全氮和硝态氮,将全氮减去硝态氮即为有机态氮。

## 2 结果与讨论

### 2.1 氮肥对大豆结瘤固氮的抑制以及保护性施肥的缓解效应

从表 1 中数据明显看出,白浆土盆栽条件下施用硫酸铵含 N 10mg / 100g 土在结荚盛期( $R_4$ )已严重抑制了大豆结瘤量,同时降低了根瘤固氮酶活性(SNA),使单株固氮总活性(TNA)大幅度下落,故单株阶段累积固氮量损失了 4 / 5。其抑制作用,虽然至大豆鼓粒盛期( $R_6$ )有所减轻,但仍然使固氮损失 1 / 2 以上。当施氮量增至 50mg / 100g 土时,就已完全丧失了根瘤固氮作用。然而,在配施粉碎麦秸的基础上施氮 10mg / 100g 土,不仅可以完全解除氮肥的抑制作用,还可颇大改善其固氮性状,从而使单株累积固氮量增加近 50%。不过,施高氮虽然也观察到明显的缓解效应,但终究不能补救其严重损失。

通过白浆土盆栽条件下施用系列剂量硫酸铵态氮的试验中(表 2)进一步表明,施氮量小于 7mg / 100g 土,对初荚期( $R_3$ )大豆结瘤量和固氮总活性产生正效应,当施氮量达 7mg 并随氮量逐渐增加,大豆结瘤量和固氮总活性呈现有规律下降的负效应。但是,大豆进入鼓粒期( $R_5$ )后,氮肥的抑制效应只是在大于施氮 20mg 处理中才观察到。此外,氮肥对大

豆根瘤固氮酶活性(SNA)的负影响仅在高氮 30mg 处理中才能表现出来。说明适量氮肥由于促进了光合器官的发育而增强了固氮酶活性以补偿瘤量的损失,并为生育后期固氮性状的改善和延长产生了效果。

表 1 施用高氮和麦秸对大豆固氮性状的影响(白浆土盆栽)

Table 1 Effect of large amount N and wheat straw applications on N-fixing characteristic of soybean (Pot experiment with an albic soil)

生育期 Growing period	处理 Treatment	植株干重 D.W.of plant (g/plant)		根瘤干重 D.W.of nodules (mg/plant)	固氮活性 N-fixing activity (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> μmol/L · h)		阶段累积固氮量 Accumulated amount of N-fixing in two stages. (mg/plant)
		地上部 Aerial part	根系 Roots		SNA	TNA	
		结荚 盛期 (R <sub>4</sub> )	CK	10.33	3.28	527	5.07
	N <sub>10</sub>	11.99	2.92	137	4.15	0.57	2.54
	N <sub>50</sub>	20.34	4.66	0	0.00	0.00	0.00
	麦秸+N <sub>10</sub>	9.35	3.57	591	6.60	3.90	17.47
	麦秸+N <sub>50</sub>	13.35	4.60	11	0.00	0.00	0.00
鼓粒 盛期 (R <sub>6</sub> )	CK	14.32	2.51	678	22.55	15.29	48.17
	N <sub>10</sub>	19.45	3.84	395	18.36	7.26	21.75
	N <sub>50</sub>	30.27	6.04	49	5.10	0.25	0.51
	麦秸+N <sub>10</sub>	22.52	3.65	1091	21.01	22.90	71.50
	麦秸+N <sub>50</sub>	24.31	4.78	114	5.88	0.67	1.35

表 2 系列施氮量对大豆结瘤和固氮活性的抑制及麦秸的缓解效应(白浆土盆栽)

Table 2 Inhibiting effect of amount of N application on nodulation ability and N-fixing activity of soybean and a moderating influence of wheat straw (Pot experiment with an albic soil)

施氮量 Amount of N applied (mg/100g)	结荚始期(R <sub>3</sub> )			鼓粒始期(R <sub>5</sub> )		
	根瘤干重 D.W.of nodules (g/plant)	固氮活性 N-fixing activity (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> μmol/L · h)		根瘤干重 D.W.of nodules (g/plant)	固氮活性 N-fixing activity (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> μmol/L · h)	
		SNA	TNA		SNA	TNA
0	0.42 <sup>1)</sup>	18.3	7.7	0.16	31.9	5.1
	0.63	17.0	10.7	0.26	31.9	8.3
3	0.57	17.7	10.1	0.24	30.8	7.4
	0.72	16.4	11.8	0.28	36.8	10.3
5	0.51	17.8	9.1	0.27	35.9	9.7
	0.62	18.4	11.4	0.37	30.5	11.3
7	0.27	27.4	7.4	0.20	37.5	7.5
	0.50	22.0	11.0	0.29	30.0	8.7
10	0.24	27.1	6.5	0.16	41.9	6.7
	0.43	19.1	8.2	0.23	30.9	7.1
15	0.21	21.0	4.4	0.15	39.3	5.9
	0.39	17.2	6.7	0.22	33.2	7.3
20	0.18	20.6	3.7	0.15	29.3	4.4
	0.36	17.2	6.2	0.20	27.5	5.5
30	0.12	12.5	1.5	0.14	25.0	3.5
	0.31	17.4	5.4	0.18	15.6	2.8

1) 线上为未施麦秸; 线下为施麦秸(2%)。以下表皆同

从表 2 中资料也进一步表明,在施用麦秸的基础上,硫酸铵对大豆结瘤和固氮活性的抑制便得到颇大程度的缓解,不仅大大减轻了高氮的抑制效应,也明显提高了低-中氮的正效应。

在砂壤土盆栽条件获得的资料(表 3)表明,由于砂壤土对无机氮肥的固定保持性较差,故作物对施氮反应较敏感,并持续时间较短。例如,施氮 15mg / 100g 土时,虽然初花期( $R_1$ )使单株结瘤量减少了 93%,但进入初荚期( $R_2$ )后瘤量回升迅速;同时氮肥促进了大豆光合器官的发育而增强了根瘤固氮酶活性(SNA);因此,单株固氮总活性(TNA)未受到损失。至鼓粒盛期( $R_3$ ),不仅瘤量继续增加并超出未施氮植株,同时也增强了固氮酶活性,从而使单株固氮总活性(TNA)获得大幅度提高(为对照植株的 3 倍)。就是施氮量增至 25mg / 100g 土,虽然已使结荚之前的固氮性状遭到严重恶化,但至籽粒发育时期就已完全恢复,也超出对照植株的水平。

从表 3 中已清楚看出,砂壤土中施用麦秸对氮肥抑制大豆结瘤固氮的缓解效应远较白浆土中更为显著,其缓解效应随施氮量提高而提高。例如,同样施入 15mg / 100g 土尿素氮,不但未损失结瘤量和固氮活性,于  $R_1$  和  $R_3$  期的单株根瘤干重反而较无氮对照植株分别提高 80% 和 24%,单株固氮总活性于  $R_3$  和  $R_5$  期也分别提高 65% 和 93%。

表 3 砂壤土施氮对大豆结瘤和固氮活性的抑制及麦秸的缓解效应

Table 3 Inhibiting effect of applied N on nodulation ability and N-fixing activity of soybean and a moderating influence of wheat straw (Pot experiment on a sandy loam soil)

施氮量 Amount of N applied (mg/100g soil)	开花始期( $R_1$ )	结荚始期( $R_2$ )		鼓粒始期( $R_3$ )			
	根瘤干重	根瘤干重	固氮活性		根瘤干重	固氮活性	
	D.W.of nodules (g/plant)	D.W.of nodules (g/plant)	SNA ( $C_2H_4$ $\mu$ mol/L · h)	TNA (mol/L · h)	D.W.of nodules (g/plant)	SNA ( $C_2H_4$ $\mu$ mol/L · h)	TNA (mol/L · h)
0	0.034	0.373	27.50	10.30	0.239	6.50	1.60
	0.113	0.380	37.90	14.40	0.260	7.20	1.90
5	0.014	0.316	34.40	10.80	0.295	6.00	1.80
	0.105	0.362	35.90	13.00	0.232	7.30	1.70
15	0.002	0.174	55.40	9.60	0.530	9.20	4.90
	0.052	0.462	36.70	17.00	0.314	9.50	3.00
25	0.001	0.054	39.60	2.50	0.323	10.10	3.20
	0.007	0.170	58.00	9.80	0.418	12.60	5.30

## 2.2 保护性施氮对大豆株体氮素形态的影响

鉴于大豆吸收同化不同来源的氮素在其株体内的运转形态的差别,来源于土壤(肥料)的氮素多以铵态氮和硝态氮进入植株体内,再以酰胺态氮和硝态氮经木质部随蒸腾流运往地上部;而根瘤固定的氮则主要以酰胺(尿囊酸和尿囊素)形态运输(串崎光男等, 1964<sup>[9]</sup>; Herridge, 1982<sup>[10]</sup>)。因此,分析大豆伤流液中或水抽提液中氮的形态及其浓度便可判断大豆植株对土壤供氮和根瘤固氮的依赖程度,并以酰胺与硝酸盐氮的相对丰度作为大豆共生固氮程度的指标(Herridge, 1982<sup>[10]</sup>; patterson, 1983<sup>[11]</sup>)。

从我们的试验表明,在大豆生育过程中,其茎和叶的水溶质中硝态氮含量,无论在有(或无)施用麦秸的情况下,皆随着氮肥施用量的增加而提高,二者呈显著的正相关性

( $r = 0.9405-0.9932$ ,  $p < 0.01-0.02$ );与此相反,大豆茎叶溶质中的有机态氮含量,则随施氮量而相应下降,呈现显著的负相关( $r = -0.9273-0.9544$ ,  $p < 0.02-0.05$ )。从表4中资料看出,大豆营养生长末期( $V_5$ ),所有处理植株茎中硝态氮含量为生育中最高水平;而叶中硝态氮浓度的最高测定值是在结荚初期( $R_3$ )出现的。大豆进入鼓粒盛期( $R_6$ ),茎叶中硝态氮浓度便普遍下降。

表4 施用硫酸铵和麦秸对大豆木质部中硝态氮和有机态氮含量的影响

Table 4 Effect of applied  $(NH_4)_2SO_4$  and wheat-straw on the content of  $NO_3^-N$  and organic-N in xylem of soybean

生育期 Growing period	施氮量 Amount of N applied (mg/100g soil)	茎		叶	
		Stem $NO_3^-N$ (mg/100g干物)	Leaf $NO_3^-N$ (mg/100g干物)	Stem 有机态N (mg/100g干物)	Leaf 有机态N (mg/100g干物)
第五节期 ( $V_5$ ) (7月5日)	0	36.7/36.3	45.3/61.9	191.1/273.2	209.3/315.3
	5	100.0/56.5	81.3/49.7	192.3/611.0	258.5/404.8
	10	195.3/56.3	114.1/46.6	221.6/571.2	559.6/794.8
	30	232.8/354.2	293.8/281.3	130.9/303.4	576.6/1162.9
结荚始期 ( $R_3$ ) (7月26日)	0	11.3/47.5	167.1/85.0	47.2/435.7	332.3/887.8
	5	9.3/19.0	100.6/105.0	278.8/397.0	101.6/803.8
	10	12.8/19.5	180.2/140.2	191.6/249.3	376.8/807.2
	30	53.3/65.0	302.5/230.1	474.8/568.6	190.3/516.0
鼓粒盛期 ( $R_6$ ) (8月26日)	0	21.0/16.0	35.4/33.2	916.6/936.0	698.5/524.4
	5	26.3/14.8	35.2/30.0	925.7/807.6	822.1/444.7
	10	32.0/16.1	36.7/36.0	808.0/752.1	616.6/436.0
	30	41.7/17.8	30.0/42.5	258.3/759.8	575.3/370.8

茎中有机态氮含量,皆随着大豆生育进程而提高。然而,特别在第五节期施麦秸各处理的茎中有机态氮含量更显著高于无麦秸的相应处理,随着生育进程,二者差值缩小。

叶中有机氮含量,在第五节期(即营养生长末期)和结荚始期( $R_3$ )测定,施麦秸区各处理有机氮含量皆明显高于无麦秸相应处理;到鼓粒盛期( $R_6$ ),麦秸区各处理皆低于无麦秸相应处理,这同籽粒发育阶段叶中所储存的有机氮转化并向豆荚中转移有关。

在砂壤土盆栽条件下,于 $V_5$ 期测定大豆茎(包括叶柄在内)水溶质中的酰胺氮含量(表5)进一步表明,常规施氮大豆植株中硝态氮含量随施氮量增加而提高;而酰胺氮含量及其相对丰度则随施氮量增加而降低。保护性施氮的大豆植株中,各处理硝态氮含量皆大幅度低于相应常规施氮处理;与此相反酰胺氮含量及其相对丰度皆显著高于相应的常规施氮处理,并随施氮量增加其相对比值急剧增大。本试验说明,由于施用氮肥抑制了大豆结瘤和固氮,导致大豆的氮素营养以根瘤氮为主转为以土壤供氮为主的氮同化过程。当在施有麦秸的盆土中施用氮肥,由于高C/N比值麦秸的“氮因子效应”而大大降低了土壤的供氮水平,从而保护了共生固氮体系的正常发育而不受氮肥损伤的同时,提高了大豆同化根瘤氮的依赖度。当施用高氮(50mg/100g土)处理中,虽然也能明显缓解对大豆固氮性状的严重影响,但因施氮量已大大超出了麦秸最大固定氮容量,所以土壤中仍富集了过多的无机氮而阻抑了共生固氮功能的发挥。

在白浆土田间试验中,于结荚初期( $R_3$ )获得了与上述完全类似的资料(表6)。试验表

明,白浆土田间施尿素氮量达  $60\text{kg} / \text{hm}^2$ 时,大豆的氮素营养主要来源于土壤(肥料)供氮,如采用保护性施用等量氮时,不仅可以增加固氮产物在株体内的累积,提高大豆对根瘤氮的依赖度,以根瘤氮为主要氮源的同时也提高了大豆植株对土壤(肥料)氮的摄取量,这就为高产大豆籽实蛋白质的合成创造了一个协调供氮的根际微生态营养条件。

表 5 保护性施氮对大豆木质部中酰胺-N 丰度的影响(砂壤土盆栽  $V_5$ )

Table 5 Effect of protectively applied N on relative abundance of ureide-N in xylem of soybean (Pot experiment on a sandy loam soil,  $V_5$  period)

施氮量 Amount of N applied (mg/100g土)	常规施N	保护施N	常规施N	保护施N	常规施N	保护施N
	Normally applied-N	Protectively applied-N	Normally applied-N	Protectively applied-N	Normally applied-N	Protectively applied-N
	$\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/100g)		酰胺N Ureide-N (mg/100g)		酰胺N相对丰度 Relative abundance of Ureide-N(%)	
0	21.7	5.3	27.6	18.9	83.6	93.4
5	57.9	4.5	18.8	22.4	56.6	95.2
15	68.8	5.2	12.5	22.5	42.0	94.6
25	98.7	38.7	3.2	16.0	11.5	62.3

表 6 保护性施氮对田间大豆木质部酰胺-N 丰度的影响(白浆土小区  $R_3$ )

Table 6 Effect of protectively applied N on relative abundance of ureide-N in xylem of soybean (Field experiment on an albic soil)

施氮量 Amount of N applied (kg/hm <sup>2</sup> )	常规施N	保护施N	常规施N	保护施N	常规施N	保护施N
	Normally applied-N	Protectively applied-N	Normally applied-N	Protectively applied-N	Normally applied-N	Protectively applied-N
	$\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/100g)		酰胺N Ureide-N (mg/100g)		酰胺N相对丰度 Relative abundance of Ureide-N(%)	
0	10.4	12.2	11.3	7.8	81.2	71.9
20	14.5	14.3	10.2	12.1	73.6	77.2
40	15.0	14.1	8.4	21.0	69.1	85.6
60	35.8	25.6	7.3	24.4	44.9	79.1

### 2.3 保护性施氮对大豆氮素同化量的影响

从大豆进入盛花期至种子成熟后获得全氮测定的资料(表 7)表明,由于常规施氮促进了营养生长,在整个生育期中,茎叶同化的全氮量随施氮量增加而提高,但种子含氮量和单株种子同化氮总量并未因施氮而提高,然而,在保护性施氮条件下,由于缓解了氮肥对营养生长时期共生固氮体系正常发育及其功能发挥的抑制效应,同时有效控制了过度的营养生长,当大豆进入籽实发育阶段时期,前期储集的根瘤氮以及“氮因子效应”所固定肥料氮的释放,也就为籽粒蛋白质的合成提供了充足的氮源,从而为高产大豆的氮素同化创造了一个共生固氮和土壤肥料氮二者协调供氮的条件。以施氮  $15\text{mg} / 100\text{g}$  土为例,开花盛期( $R_2$ )大豆单株茎叶同化的全氮量,保护性施氮较常规施氮减少了 30.4%,但至鼓粒初期( $R_3$ )和成熟期时则分别提高了 10.1% 和 13.0%。单株种子同化总氮量,前者比后者提高了 48.8%,单株种子产量提高 28.5%(表 7)。

表 7 保护性施氮对大豆茎叶和种子同化氮量的影响(砂壤土盆栽)

Table 7 Effect of protectively applied N on amount of nitrogen assimilation of stem, leaf and seed in soybean (Pot experiment on a sandy loam soil)

施氮量 Amount of N applied (mg/100g soil)	开花盛期(R <sub>2</sub> )		鼓粒始期(R <sub>5</sub> )		成熟期(R <sub>8</sub> )		种子seed	
	茎叶 stem-leaf (g/plant)	N% N (mg/plant)	茎叶 stem-leaf (g/plant)	N% N (mg/plant)	茎叶 stem-leaf (g/plant)	N% N (mg/plant)	干重 D.W. (g/plant)	N% N (mg/plant)
无N	2.79	$\frac{2.69}{75.1}$	9.05	$\frac{2.14}{193.9}$	6.94	$\frac{0.76}{52.7}$	7.48	$\frac{6.15}{460.6}$
常规施N5	4.39	$\frac{3.02}{132.6}$	11.29	$\frac{2.05}{231.1}$	8.04	$\frac{0.84}{67.5}$	8.31	$\frac{5.93}{492.8}$
常规施N15	5.66	$\frac{2.68}{151.5}$	10.56	$\frac{2.50}{263.5}$	7.68	$\frac{0.87}{66.8}$	8.39	$\frac{5.31}{445.5}$
保护施N5	3.56	$\frac{3.01}{106.9}$	8.99	$\frac{2.48}{222.7}$	7.53	$\frac{0.95}{71.5}$	9.36	$\frac{6.11}{571.9}$
保护施N15	3.46	$\frac{3.05}{105.5}$	11.39	$\frac{2.55}{290.0}$	7.47	$\frac{1.01}{75.5}$	10.78	$\frac{6.05}{663.0}$

白浆土田间试验获得的资料(表 8)表明,保护性施氮较相应的常规施氮虽然降低了豆秸含氮量,但由于增加了豆秸产量,故豆秸氮产量仍然有所提高。保护性施氮不仅提高了种子含氮量,也显著提高了种子产量,故大幅度增加了种子氮的产量。例如,在施氮 40 和 60kg / hm<sup>2</sup>条件下,保护性施氮较常规施氮每公顷分别增产种子氮 92.4 和 68.5kg(即相对提高 52.4 和 32.6%)。

表 8 保护性施氮对田间大豆产量及氮素同化量的影响(白浆土田间小区)

Table 8 Effect of protectively applied N on yield and amount of nitrogen assimilation of soybean (Field experiment on albic soil)

处理 Treatment	豆 秸 Legume-straw			种 子 Seed			
	产量 Yield (kg/hm <sup>2</sup> )	含N量 Content of N (%)	N量 N (kg/hm <sup>2</sup> )	产量 Yield (kg/hm <sup>2</sup> )	含N量 Content of N (%)	N量 N amount (kg/hm <sup>2</sup> )	N总量 Total N (kg/hm <sup>2</sup> )
常规施N	2510	1.17	29.4	3227	5.47	176.5	205.9
40kg/hm <sup>2</sup>			(100)	(100)	(100)	(100)	(100)
常规施N	3262	1.06	34.6	3546	5.93	210.3	244.9
60kg/hm <sup>2</sup>			(100)	(100)	(100)	(100)	(100)
保护施N	3722	0.83	30.9	4542	5.92	268.9	299.8
40kg/hm <sup>2</sup>			(105.1)	(140.8)	(108.2)	(152.4)	(145.6)
保护施N	3765	1.01	38.0	4562	6.11	278.8	316.8
60kg/hm <sup>2</sup>			(123)	(128.7)	(103)	(132.6)	(129.4)

### 3 结 论

由于保护性施氮有效缓解大豆生育前-中期化学氮肥对大豆结瘤和固氮活性的抑制,

提高大豆对其共生固氮的依赖度同时,并为大豆生育后期提供了丰富的土壤氮源,从而为高产籽粒蛋白质的合成创造了一个根瘤氮和土壤(肥料)氮二者协调供应的根际微生态条件。因此,在保护性施氮条件下,不仅可显著提高大豆产量,同时也提高了大豆含氮量,使单位面积同化氮的总量大幅度增加。

### 参 考 文 献

1. Lie T A. 环境对根瘤形成和固氮作用的影响. 《土壤农化》参考资料, 1978, (5): 13
2. Gibson A H, Harper J E. Nitrate effect on nodulation of soybean by *Bradyrhizobium japonicum*. *Crop Science*, 1985, 25(3): 497—501
3. 汤树德, 石晶波, 英瑞竹. 田间大豆根瘤固氮活性日变化动态的研究. *大豆科学*, 1985, 4(3): 176—183
4. 吕晓波, 汤树德. 麦秸和氮肥对大豆结瘤固氮和植株氮形态的影响. *黑龙江八一农垦大学学报*, 1989, 4(1): 99—112
5. 汤树德, 石晶波, 英瑞竹. 秸秆还田对大豆结瘤状况、固氮活性和生育产量的影响. *黑龙江八一农垦大学学报*, 1986, 1(1): 9—17
6. Tang Sude, Xu Fenghua, Sui Wenzhi. Mechanic studies on protectively applied nitrogen to soybean. Dou Xintian. ed. *Current Developments in Soybean-Rhizobium Symbiotic Nitrogen Fixation*. Harbin: Heilongjiang Science & Technology Publishing House, 1993. 168—174
7. Walter R. Fehr 大豆的发育时期. *国外农学: 大豆*, 1981, (5): 17
8. 徐志伟. 豆科植物中酰胺含量的测定. *植物生理学通讯*, 1986, 22(4): 60
9. 串崎光男. 大豆营养生理学研究. II. 根瘤形成对大豆含氮组分的影响. *日本土壤肥料科学杂志*, 1964, 35(9): 323—327
10. Herridge D F. Use of the ureide technique to describe the nitrogen economy of field-grown soybean. *Plant Physiology*, 1982, 70(1): 1—11
11. Patterson T G.  $N_2$  fixation ( $C_2H_2$ ) and ureide content of soybean ureides as an index of fixation. *Crop Science*, 1983, 23(5): 825

## STUDY ON EFFECT OF PROTECTIVELY APPLIED NITROGEN ON THE NITROGEN ASSIMILATION OF SOYBEAN

Xu Feng-hua Cui Zhan-li Liu Yong-chun Tang Shu-de

(College of Plant Science and Technology, Heilongjiang August First Land Reclamation  
University, Mishan, Heilongjiang 158308)

### Summary

This paper deals with the reasonable (protective) application of nitrogen fertilizer for soybean. It was by means of the 'nitrogen-factor effect' of wheatstraw with a high ratio of C / N to regulate the immobilization mineralization process of soil or fertilizer nitrogen. The biological effect of protectively applied nitrogen on nodulation N-fixing activity, nitrogen forms in Xyloid liquid, and amount of assimilated nitrogen

in soybean were studied. Results indicated that protectively applied nitrogen could decrease even eliminate the inhibiting effect of nitrogen fertilizer on nodulation and N-fixing activity of soybean, condinate the supply of nitrogen from nodule and soil and increase the relative content of ureide-N and the content of organic nitrogen in its xylon. The normal development and function of symbiotic nitrogen fixation system would be protected. It is beneficial for the synthesis of soybean protein.

Therefore, as 20kg / hm<sup>2</sup> and 40kg / hm<sup>2</sup> of nitrogen fertilizer were applied, N in the straw of soybean increased by 5.1% and 23.0% and N in the seed increased by 23.0% and 32.6% respectively with protectively application of nitrogen.

**Key words** Soybean, Protectively applied nitrogen, Nodulation, Activity of fixed-N<sub>2</sub>