

# 大豆肥田机制的研究

## III. 大豆对耕层土壤含氮物质影响<sup>\*</sup>

迟凤琴

(黑龙江省农业科学院作物营养实用技术研究所 150086)

**摘要** 大豆生育期间能否丰富和积累土壤含 N 物质是决定大豆肥田机制之一。试验结果表明, 1988 年大豆、玉米和休闲对比试验, 在降雨正常情况下, 大豆和玉米秋后土壤有机质分别增加 0.461% 和 0.341%, 全 N 增加 1.1%, 而玉米却亏损了 5.2%。1990 年 6 个处理试验中在深松条件下, 各肥料处理的各土壤含 N 物质皆亏损, 而未深松的, 虽有夏旱, 仍使各土壤含 N 物富集, 尤其是施用有机肥区效果明显, 所以大豆肥沃土壤是有条件的。大豆落叶尚可归还土壤 11.9–18.9 kg/hm<sup>2</sup> 的 N 素。

**关键词** 大豆; 土壤含氮物质; 肥田机制

**中图分类号** S565. S158.3 **文献标识码** A **文章编号** 1000–9841(2001)01–0035–06

## 0 前言

在人类长期农业生产实践中, 认为大豆是一种肥田作物。在我国东北地区素有“油茬、软茬和热茬”的美称, 并在轮作中占有极其重要位置。大豆生育过程中对土壤肥力的影响, 主要是大豆根系对土壤的直接作用。在本课题第一和第二部分, 已阐明了大豆根系有较强的新老更替特点和它们在生长阶段中, 在土壤中的时间动态和土壤层次的分布, 这就是大豆对土壤肥力影响的基本情况。本试验针对大豆根系对土壤化学性质, 更具体的说, 对土壤含氮物质的影响进行探讨。

关于大豆对土壤含氮物质作用, 因其伴有共生固氮的根瘤菌, 情况较为复杂, 现在国际上达到共识的是, 大豆生育期间有固 N 作用, 固氮是随土壤气候区和栽培方式的差异, 大致每公顷可固 N 7–120 kg。但是对大豆生育期在土壤中固定的 N 能否保留给下茬作物, 即大豆能否使 N 素富集于土壤中, 多人的试验结果在这一点上有较大分歧, 甚至相反。谢泽民认为 (1979) 大豆茬有机质高于麦茬,

张相林 (1983) 的研究表明, 大豆茬种春小麦可使春小麦增产 54.5%。如果以后茬作物所吸收的氮量代表前茬所能提供的 N 量, 则大豆茬土壤供后作春小麦的 N 量约高于禾本科作物茬地的 47.43%。李淑贞等 (1984) 盆栽大豆试验, 以休闲为对照, 结果表明大豆茬土壤有机质比休闲增加 2.4%, 全 N 增加 6.9%。美国 S. Maring (1990) 的 6 年试验结果表明, 每生产一英斗大豆, 在土壤中就遗留一磅 N, 他告诉农民对大豆后茬要经济用肥。美国 Donaldw 在 Audorn 大学轮作试验, 禾谷类与大豆轮作可省 N 肥, 又如我国西北地区有“秋豆不肥地”的谚语。王留方等 (1986) 用量差法试验表明, 大豆从土壤中吸收的 N 和空中固定的 N, 有 53% 在籽实中, 20% 在茎叶中, 只有 10% 归还土壤。所以种大豆后土壤肥力降低, 加上根茬也不能使 N 素收支平衡。Rasell E. W (1973) 在其《土壤条件和植物生长》一书中多次提到“收获籽实用大豆, 会使土壤 N 素降低, 程度与一般谷物相同”。他分析的原因是, 大部分 N 素转移到籽实中去。G. W. Weber (1966), Steward (1971) 和 R. J. Rearine (1982) 认为豆科作物固定的 N 被自己利用的只在 40–50%。而

\* 收稿日期: 2000–06–16

基金项目: 国家自然科学基金资助项目的一部分, 本论文是在沈昌蒲教授指导下完成的。

作者简介: 迟凤琴 (1963–), 女, 副研究员, 在读博士, 研究方向土壤肥料及农产品的研究与开发。

Greaves和 Jones( 1950)认为它们是 N的收支平衡或亏损。

大豆在黑龙江省农业生产中是主要而且重要作物,种植面积在总种植面积中的 1/3,甚至 1/2 因此探明种植大豆对土壤 N素是富集,还是亏损在生产中有重要意义。

## 1 材料和方法

1. 1 由于大豆不耐重茬 (连作一年)和迎茬 (隔一年种植大豆), 1988年以春小麦地为前茬,面积 700m<sup>2</sup>,种植大豆,并以种植玉米和休闲地为对照。采取大区种植,无重复,各区均未施肥。大豆品种为黑农 33号,玉米为东农 247号。土壤为淋溶黑土。1990年以玉米地为前茬。试验面积 6000m<sup>2</sup>。设两大处理:一施有机肥 (牛粪 3. 0万 kg /hm<sup>2</sup>), 化肥 (磷酸二铵和硫酸钾,各 135kg /hm<sup>2</sup>和无肥三个因素)。二设大豆苗期垄沟深松 (30cm)和不深松两个水平,共 6个处理。大区种植,无重复。

### 1. 2 取土样方法

1988年试验是在大豆近根区 (5cm)取 0–20cm 耕层土样。1990年取一垄宽 (70cm)各耕层土样。取样点共 60个。

### 1. 3 含 N物质指标

以土壤有机质,全氮和碱解氮为指标,并用常规方法测定。供试土壤含氮物质列于表 1

表 1 供试土壤含氮物质基础含量

Table 1 Basal contents of soil nitrogenous compounds in the experimental field

年份 Year	处理 Treatment	有机质 (%) Organic matter (%)	碱解氮 (mg/kg) Alkaline Total hydrol- yzable N(ppm)	
			全氮 (%) Total N(%)	
1988	大豆 Soybean	3. 59	0. 163	133. 2
	玉米 Corn	3. 56	0. 166	132. 4
	休闲 Fallow	3. 55	0. 161	132. 1
1990	有机肥区 Manure	3. 51	0. 186	113. 1
	化肥区 Chemical fertilizer	3. 11	0. 161	93. 6
	无肥区 No fertilizer	3. 11	0. 161	93. 6

## 2 结果与分析

### 2. 1 大豆茬土壤含 N物质的对比试验

有机质是土壤肥力的重要物质基础。在 1988年正常降雨条件下,大豆、休闲和玉米三处理秋收后的有机质含量较播前均有增加 (表 2)。

表 2 大豆播前收后土壤有机质含量变化 (%)

Table 2 Changes of SOM content in soil before sowing and after harvesting

取样日期 Date of sampling	大豆区 Soybean plot	休闲区 Fallow plot	玉米区 Plot
播种前 Before sowing	3. 586	3. 547	3. 558
收获后 After harvesting	4. 045	3. 741	3. 899
增加值 Increased value	0. 461	0. 194	0. 341

增加的顺序为大豆区>玉米区>休闲区。大豆区的是休闲的 2. 37倍,玉米区是休闲区的 1. 8倍,而大豆区比玉米区增加 35%。除去它们原来的有机质含量的差异外,大豆增加土壤有机质还是显著的。也可能是大豆和玉米的取样是在近根区数值偏高一些。

从大豆苗期至收获期,三个处理的土壤全氮的变化动态 (图 1)中,6月 20日三个处理的全氮都比播种前下降了,其中的大豆下降最明显。在此时期以后,大豆土的全氮迅速增多。至结荚期以后超过原基础全氮量,而且平稳,直到收获。此时大豆土全氮含量比播前增加了 1. 04%。玉米在全生育期中,土壤全氮含量一直呈下降趋势,收获后土壤全氮含量较播前减少了 5. 2%,说明玉米这样的禾谷类作物生育期消耗氮素较多。休闲区 6月 20日全氮稍有下降,8月 8日增多。秋后测定全氮含量比 5月 4日仅下降 2. 5%。

大豆苗期至收获期土壤碱解 N含量的变化 (图 2)与玉米和休闲区的都呈一峰两谷的曲线。高峰的出现是与夏季高温多雨,土壤微生物生命旺盛,促使有机 N素的氧化,获得生命能量,而两个低谷仍是有机 N素氧化的温度不足。导致碱解 N的减少。大豆苗期速效 N比播前减少了 7. 9%,明显低于玉米区,显然是受到这一时期土壤全 N减少的影响。大豆碱解 N高峰期比玉米和休闲区提前,而且比原基础含量相对增加 17%。大豆盛花期以后,土壤碱解 N含量逐渐下降,至收获期已低于原基础含量的 5%,此时,玉米区和休闲区的土壤碱解 N比各自播前基础含量分别减少 20. 7%–30. 4%。

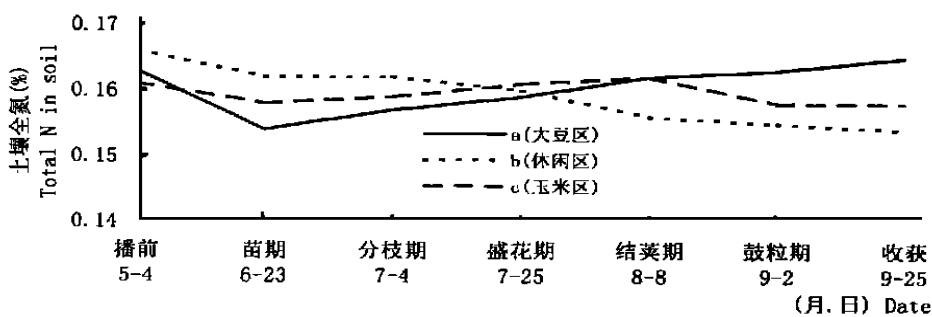


图 1 大豆生育期间土壤全氮含量变化

Fig. 1 Dynamics of total N in soil during soybean growth period

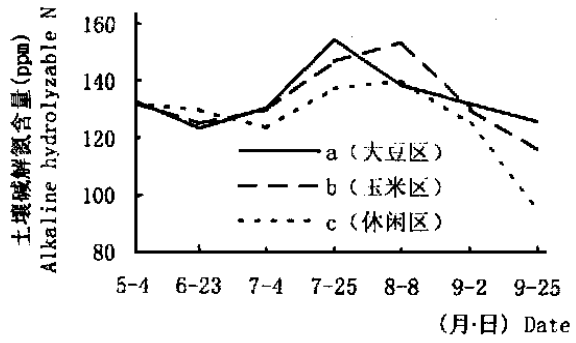


图 2 大豆生育期间土壤碱解氮动态变化

Fig. 2 Dynamic of alkaline hydrolyzable N during soybean growth period

从以玉米休闲为对照,探讨大豆土壤含 N 物质的变化表明,经过大豆的生长过程,最终使土壤有机质,全氮均有富集,比玉米及休闲地土壤含量高。

此外,大豆苗期土壤全 N 及碱解 N 都明显地下降了,它们分别减少 3. 1% 和 5. 0%。从 1990 年不同处理下的大豆含 N 物质在此时期均有一致下降的趋势,看来不是偶然现象,而且这个拐点是否为最低点,可能测定时期更密集一些就可得知 大豆苗期土壤含 N 物质下降的原因,从本课题I (大豆科学, 2000 年 Vol. 19, No. 2) 的表 2 看出,6 月 9 日距大豆植株中心的 0- 5cm 土层已有 23 个根瘤,应已固 N, 或者是所取的土样为 0- 20cm 土层,0- 5cm 和 5-

20cm 土样混合,使平均数降低,或是 6 月雨季来前,土壤温度较高,抑制了根瘤固 N Mener D. R( 1959) 曾报道,地下三叶草的根瘤在 30℃ 时几乎不能固 N 张宏、徐豹和高金方 (1984) 在吉林省盆栽试验大豆固 N 活性时,在大豆播后 40- 50 天 (开花期) 的固 N 活性最低,过此时期固 N 活性迅速增加,越过此时期固 N 活性迅速增加,与本试验的全 N 曲线近似 据桑原真人报导,根瘤的生长速度,在开花前有一阶段受到抑制,到开花期才增长迅速 究竟是何原因,尚有待研究 但是有一点应当肯定,即大豆苗期全 N 降低 3. 1%,而后又比原基础增加 5. 0%。此一减一增,说明大豆土壤 N 素还有更新作用

2.2 1990 年大豆六个处理试验对土壤含 N 物质变化

1990 年降雨不正常,发生了夏旱,对大豆土壤含 N 物质变化与 1988 年不完全一致

1990 年六个处理对土壤有机质动态变化 (图 3), 都有近似的变化趋势,施有机肥区的变幅,不论增或减都比其它二者缓和 因为牛粪的肥效在施用当年是 20%, 第二年达到 40%, 此区正置第二年肥效较高,持水力较强,对前茬残体腐解和大豆生育期间的脱落物的腐解都是重要的,图 A 为苗期整沟深松区,因深松质量较差,深松沟无碎土覆盖,跑墒明

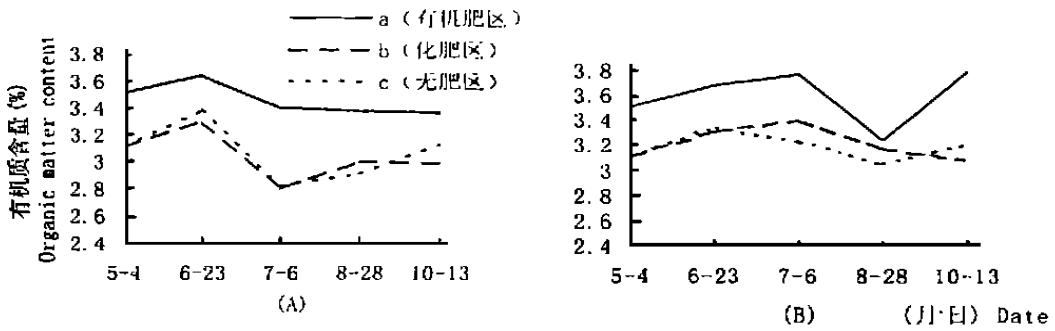


图 3 6 个处理对土壤有机质含量的影响 (A) 深松区 (B) 未深松区

Fig. 3 Influence of six treatments on SOM content (A). Deeply loosened plot (B). Undeeply loosened plot

显,所以曲线下降比图 B提前,而且下降幅度大,致使图 A的三个肥料处理最终有机质都是亏损的。

Flagler B. R. (1987)报道“大豆 N 素代谢,水分的作用比  $O_3$  作用明显。生育期中缺水改变了各器官间 N 的分配。 $O_3$  的作用受到缺水的显著影响。所以图 B 中除 8 月下旬三处理大幅下降解,其它时期皆呈积累的趋势。最终施有机肥区与原基础含量比较稍有增加,未施肥的基本持平。在本试验中出现特殊情况的是,施用化肥的,没有显示出肥效,其有机质含量不论深松或未深松皆有亏损。

六个处理对土壤全氮动态影响,由图 4 可以看出,苗期含量下降,和 1988 年大豆区的动态趋势一

致,只是由于深松质量不佳,在 1988 年 7-8 月土壤全氮继续增多时,1990 年各处理未相应地增多,最后导致三处理比有机质原基础含量皆有亏损。有机肥区由 0.186% 降至 0.172%,化肥区由 0.161% 降至 0.143%,未施肥区由 0.161% 降至 0.152%。图 B 未深松区在 7 月 6 日三处理全 N 均如 1988 年的继续回升。若不是因为 8 月份干旱,根长及根瘤数新生的少,死亡的多(本研究 I,表 4),否则收获期的全 N 含量还可能增多。既使因 8 月份干旱,最终施有机肥的全氮由原基础含量 0.186% 增至 0.190%,未施肥的由 0.161% 增至 0.169%,施化肥区未增减。

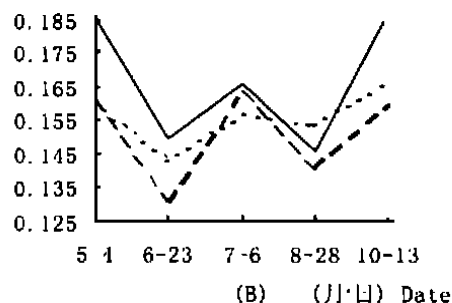
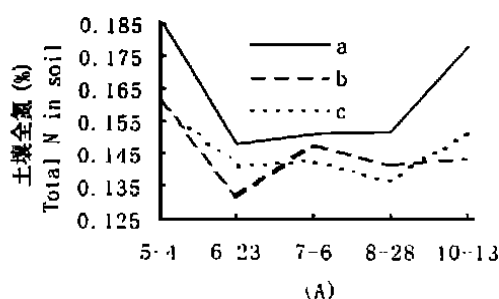


图 4 6个处理土壤全氮含量变化

Fig. 4 The change of total N in soil in six treatments

六处理对土壤碱解 N 的动态影响,从图 5 中可以看出和 1988 年大豆碱解 N 的动态趋势一致。由于 1988 年大豆土壤原基础含量较高,在正常气候条件下,7 月份增加 11ppm,最终亏损也是 11ppm。1990 年原基础含量均较低,深松区苗期下降幅度施有机肥的最多,未施肥的下降还不如施化肥的处理。

但在 7 月份高温少雨,矿化经高时,三处理增加了 40-70ppm。8 月份干旱时未松区的全 N 含量多于深松区的。收获期除深松区施有机肥碱解 N 有亏损 2ppm 以外,其它五处理皆有富集,施有机肥增加 10ppm,化肥区增加 11.4ppm,未施肥增加 14.4ppm。

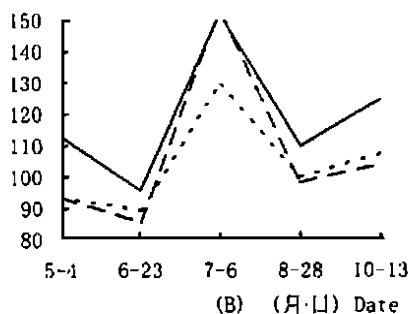
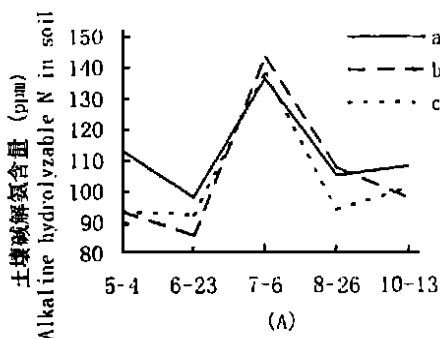


图 5 6个处理土壤碱解氮含量的动态变化

Fig. 5 Dynamics of alkaline hydrolyzable N in six treatments

### 2.3 大豆落叶对耕层土壤含氮物质的影响

大豆从鼓粒期开始下部叶片变黄和脱落,进入成熟期有大量叶片落叶覆于垄上。大豆叶含有较高的 N 素,据 Jame N. G. (1984)报道大豆叶含 N 量最高是在 V12 进入成熟期,叶中含 N 量逐渐减少,至

大豆成熟期,叶中含 N 量仍在 2.9mg/kg 范围内,比此时大豆根系含 N 量还多。本研究 6 个处理大豆落叶量(表 3),平均 1728kg/hm<sup>2</sup>,全 N 含量平均 0.86%,每公顷平均可供 N 15kg。在 6 个处理中的有机肥深松区落叶量大,全 N 含量高,而且 C/N 比最

低,这一区由落叶尚可供  $N\ 18.9\text{kg}/\text{hm}^2$

表 3 6个处理大豆落叶量及含氮量

Table 3 Quantity of fall leaves and nitrogen content in six treatments

处理 Treatment	叶面积 $\text{cm}^2$ /(株) Leaf area ( $\text{cm}^2$ /plant)	落叶量(干) Quant. of follen leaves ( $\text{kg}/\text{hm}^2$ )	全氮(落叶) Total N (%)	C/N	尚可供氮 Return- N ( $\text{kg}/\text{hm}^2$ )
有机肥深松 Manure+ deep loosening	1444.8	1665	0.879	1.84	14.7
有机肥未深松 Manure+ non deep loosening	1632.1	2028	0.935	16.6	18.9
化肥深松 Fer.+ deep loosening	1530.6	2046	0.803	17.8	16.5
化肥未深松 Fer.+ no deep loosening	1506.4	1563	0.761	23.2	11.8
无肥深松 No fer.+ deep loosening	1246.1	1657	0.861	20.0	14.3
无肥未深松 No fer. No deep loosening	1125.4	1414	0.954	18.5	18.3

接近大豆收获期,被多次雨水拍击的大豆落叶,叶片贴附地面,叶肉逐渐腐解,至收获期贴附地面的落叶只残留叶脉,临近大豆收获时测定表土 0—5cm 和 5—10cm 土层的含 N 物,从表中看出 0—5cm 土层的有机质及全 N 普遍高于 5—10cm 土层的含量,产生这种现象的是落叶腐解作用,抑或大豆封垄后表土层湿润使这一土层有频繁的新老根系交替的产物,由于未设对照区(无落叶),尚需进一步研究。

通过两年试验,测定了不同作物和不同处理的土壤含 N 物质的动态变化。由于两年的气候和降雨的差异,使对土壤水分敏感的大豆在土壤含 N 物质变化更加错综复杂。此外深松是采取单层进行的,表土大土块堆叠,不但贮水少反而出现了土壤干旱。在土壤含 N 物质的保失方面,只进行了播种土壤含 N 物质的基本数量和收获后土壤含 N 物质质量的对比来计算的。如季节中反硝化所失去的 N 量未计算在内。本试验目的在于探讨大豆肥田机制中,大豆能否为后茬作物积累土壤含 N 物质,更深入的,如季节中反硝化所失去的 N 量以及大豆根瘤固 N 等未加考虑。

3 结论

3.1 对大豆肥田的机制是否因其能富集土壤含 N 物质。本试验证明,大豆能为后茬作物供应含 N 物质,但是是有条件的。

3.2 在黑龙江省正常降雨条件下,种植大豆能使土壤有机质增加 0.46%,比玉米增加 35%,全氮增加 0.6%,而玉米则减少 5.2%;大豆秋后碱解氮减少 5%,而玉米减少 20.7%。

3.3 在 6 个处理中,因夏季干旱,同时深松质量较差,不论是施有机肥、化肥或不施肥处理的含物质皆有亏损,而未深松的三种处理的含 N 物质皆有增多。

3.4 大豆苗期土壤的全 N 及碱解 N 都有一个下降的过程,而后则迅速增加,说明大豆生育期间有更新土壤含 N 物质的作用。

3.5 大豆落叶含氮 0.76%—0.95%,每公顷落叶可达 1500kg,尤其是 0—5cm 土层增 N 明显。同时收获后气温、土温降低,可抑制硝化损失。

参 考 文 献

1 大久保隆弘 著,作物轮作技术与理论, [M]巴恒修译,农业出版社,1972

2 东北农业大学耕作教研室, [M]耕作学,1987

3 张相林,关于豆科粮食作物养地肥田效果问题的研究, [M]中国土壤的合理利用与培肥,1983

4 E. W. Lassell 著,土壤条件与植物生长, [M]谭世文译,科学出版社,北京,1979

5 王留方等,一年生豆科作物固氮力及后效的研究, [J]西北农业大学学报,1986, (4): 34—39

6 邓新民、韩思明,一年生豆科作物培肥麦田效果之研究, [J]陕西农业科学,1982, (4): 7—10

## STUDY ON MECHANISM OF SOYBEAN FERTILIZING SOIL

## III. THE INFLUENCE OF SOYBEAN ON NITROGENOUS COMPOUNDS IN TILTH SOIL

Chi Fengqin

*(Crop Nutrition and Practical Technology Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Science)*

**Abstract** The study probed the influence of soybean on soil nitrogenous in compounds in Heilongjiang province. The experiment indicated that the soil on increased 0.46% and 0.34% after harvesting the soybean and corn respectively. The soil total N increased 1.1% after harvesting the soybean, but it decreased 5.2% for corn under normal rainfall condition in 1988. By different tillage practices the nitrogenous compound contents all reduced in deeply looseed plots of the three fertilizer treatments, but the contents in undeply loosened plots slightly surpassed in their basal contents in soil of 1990, especially it was very obvious in soil applied with organic manure. So a certain condition is needed on sowing soybean for fertilling soil. As there were many soybean falling leaves in field, they could return N 11.9–18.9 kg/hm<sup>2</sup> to soil.

**Key words** Soybean; Nitrogenous compounds; Mechanism of fertilling soil