

大豆保护性施氮技术及其应用前景^{*}

吕晓波

(黑龙江省农业科学院生物技术中心 哈尔滨 150086)

STUDY ON NITROGEN APPLICATION TO AVOID INHIBITING NODULATION OF SOYBEAN AND THE FUTURE OF THESE MEASURES IN SOYBEAN PRODUCTION

Lu Xiaobo

(Biotechnology Research Center, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086)

中图分类号 S565.1 S143.1 文献标识码 A 文章编号 1000-9841(2001)02-0138-03

大豆籽实的需氮量相当于一般禾谷类作物的二倍,淀粉类作物的三倍,但由于大豆具有根瘤共生固氮,其氮素营养特性与其它作物不同^[1]。加之作为肥料的化合态氮时常对根瘤的固氮作用产生强烈地抑制,从而使大豆的氮素施肥技术更为复杂。自 20 世纪 60 年代以来发展的大豆保护性施氮技术已成为大豆氮素营养与施肥研究的热点,并将在大豆的优质、高产栽培中发挥巨大的作用。

1 大豆保护性施氮技术的理论依据

大豆生育初期依靠消耗种子储藏氮素维持根瘤固氮是可能的,但发芽数周后开始出现氮素缺乏症,施用氮素基肥又往往抑制根瘤的着生、肥大和固氮活性。因此,为了解共生固氮、化合态氮和大豆产量的关系,研究者进行大量的各种试验。桑原真人^[2]采用同品种的有根瘤和无根瘤等位基因系做的试验表明,在不施氮肥的情况下,无根瘤系(仅靠土壤氮素)的平均产量为 $2\text{t}/\text{hm}^2$,有根瘤系为 $3.78\text{t}/\text{hm}^2$,即由于根瘤固氮增收 $1.78\text{t}/\text{hm}^2$,固定氮素占全部同化氮素的 47%,土壤氮素占 53%。在大量施用氮肥的情况下,土壤、肥料和固定氮素占全部同化氮素的比例,有根瘤系分别为 49%,42%和 9%,无根瘤系分别为 54%,46%和 0%。利用¹⁵N 示踪技术,研

究了不同 $\text{NH}_4\text{-N}$ 施用量对大豆前期氮素吸收和固氮性能的影响,结果表明:基肥氮素在发芽初期无生理影响,发芽后第 7 天便开始明显吸收氮素,全株干物质积累量较不施氮肥的高 30%。7—14 日间,根瘤菌开始浸染、根瘤分化并逐渐肥大,施氮肥的处理,植株根部的根瘤数明显减少。14—21 日间,基肥氮素主要用于增加新生器官含氮率和提高单位叶面积的光合能力,说明此时子叶贮藏氮素几乎耗尽。到第 21 日,处理间根瘤数的差异缩小,但根瘤重量的差异始终较大。0—14 日间所有处理的植株含氮量均有一个从下降到上升的变化过程,14 天后不施氮者由于固氮作用含氮率迅速上升,施氮区上升过程减慢,施用量越高差别越大。到第 34 日高量和低量区基肥氮量的利用率均在 65%左右,即有 1/3 左右的肥料残存,此时根瘤中来源于基肥的氮素量以高施肥量处理的为高,说明在碳素能源充分时化合态氮的存在对根瘤固氮作用已无阻碍了^[3]。

进一步的研究表明,施氮越多对共生固氮的抑制越大,且在植株生长前期的抑制作用大于后期,不同品种间受抑制的程度明显不同^[4]。对高产大豆来说,根瘤固氮虽对提高产量有重要的作用,但还必须施用氮肥,然而氮肥对根侵染、瘤发育、固氮作用和类菌体蛋白(包括固氮酶)均有抑制作用^[2,5]。依据大量的研究资料和生产实践,窦新田^[6]主编了《大豆保护性施氮原理的研究》,具体收编总结上述

* 收稿日期:2001-02-21

作者简介:吕晓波(1964—)女,硕士,副研究员,研究方向植物生物技术。

各方面的基础研究。汤树德^[7]进一步总结为, 必须同时满足大豆一生中中对根瘤固氮和土壤(肥料)氮的需求才能获得较高的籽实产量。因为通过氮肥完全取代根瘤固氮并不能获得理想的产量和高蛋白质大豆的效果, 何况随着大豆产量的提高, 大豆对其共生固氮的依赖程度又有随之提高的趋势。然而, 在土壤氮素有效转化速率较低的高寒地区, 土壤的供氮水平又不能适时地完全弥补高产条件下根瘤固氮之不足部分。当施用氮肥后, 由于土壤中一时累积过高浓度的无机态氮又必然难免将强烈抑制大豆共生固氮体系的建立及其功能的发挥。因此, 与其说氮素的供应往往成为高产大豆的限制因素, 不如说协调大豆对共生固氮和土壤(肥料)供氮的最大需求, 乃是高产大豆籽粒蛋白合成的关键所在。因此, 大量的研究工作建立完善了大豆保护性施氮技术的理论依据。

2 保护性施氮技术的策略

保护性施氮技术的主体思路可归纳为两大类, 即根据大豆的栽培生理需求分期、多次、适量地施用氮肥的栽培方式, 及改造氮素的供应形式, 一次施氮可满足大豆一生的生长需求。无论何种策略, 最终目的都是为达到增产、增收。

2.1 按大豆生育需求施氮

在了解到大豆的特殊需氮要求后, 大量的研究报道了大豆不同生长阶段施用氮肥对生长、结瘤及产量的影响, 提出大豆栽培施氮的新措施。甘银波等^[8]以两种不同基因型的大豆品种为试材得出: 每公顷仅施 25 kg 的启动氮, 两大豆品种虽获得较高的根瘤干重, 但仅靠其自身固氮功能不能满足大豆生长丰产的要求。在大豆开花期(R_1)或种子形成始期(R_5), 每公顷再追施 50 kg 氮肥, 两个品种都获得了最高的干物质和产量。他们进一步研究提出, 大豆营养生长阶段的最佳追肥时间是根瘤形成始期(二片复叶期 V_2), 这与 Demooy 和 Sutherland 的结论相同^[9]。其主要原因是此期追肥不仅促进植株生长, 同时为根瘤的形成和发育提供养分, 从而促进根瘤形成^[9]。生殖生长期最佳追肥期, 春大豆为开花期, 但开花期追施铵态氮和硝态氮的增产效果不同^[10]; 夏大豆的最佳追肥期为结荚末期^[11]。时期虽略有不同, 但花荚期追肥的效果是肯定的, 大豆籽实产量提高 26.6—47.8%^[12]。

按需施肥技术已在生产中应用, 并取得一定的

成绩, 但受生产条件和农民知识水平的限制, 在选择施肥量、施肥时期等方面还存在着具体问题。

2.2 调控氮肥的释放时间

通过对土壤中有有机氮组成, 腐殖质氮更新机理, 有机氮化合物的矿质固定, 微生物体氮, 硝化与反硝化作用等的研究, 使人为控制氮肥的释放时间成为可能^[13]。目前, 在大豆上应用的措施有两种, 一是用秸秆还田固定无机氮, 二是施用控效氮肥。

2.2.1 秸秆还田

秸秆还田后, 为土壤微生物的活动提供了丰富的有效能源, 在适宜的温度水分条件下, 将刺激相关菌群的土壤微生物的大量繁殖。由于秸秆(尤其是谷物秸秆)的 C/N 比值较高, 自身的氮不能满足大量微生物繁殖的需求, 从而利用土壤中的游离态氮, 使土壤中的无机氮含量降低, 减缓无机氮对大豆结瘤、固氮的影响。待微生物死亡后, 大量的有机氮被分解成无机氮返还土壤, 成为大豆籽实发育时期的氮源。以此达到在充分发挥大豆共生固氮作用的基础上, 满足大豆对土壤氮素的需求。此外, 秸秆还田可改良土壤, 秸秆分解的中间产物和产生的 CO_2 等, 对土壤中根瘤菌的繁殖、成瘤过程, 以及豆科植株的光合作用等都产生良好的影响^[7]。

这一技术在国营农场等机械化生产水平较高的地区以推广 20 多年, 在白浆土地地区, 施尿素 7.2 kg/667 m² 可使大豆增产 6.7%, 而等量氮肥配合麦秸还田施用, 可使固氮量提高 48.2%, 大豆增产 40.3%, 氮肥效益提高了 11.8 倍^[14]。但受机械条件的限制, 广大农村的秸秆多被烧掉, 未能直接还田。

2.2.2 控效肥料

控效肥料具有养分释放与作物吸收(需求)相同步的功能, 一次施用能满足作物整个生长期不同的需求损失(淋失、挥发、固定等)小或不损失, 施用方便, 不污染环境等优点, 是 80 年代后化肥革新研究的热点^[15]。这也为保护性施氮技术提供了新途径。如长效尿素是在普通尿素生产过程中添加一定比例的尿酶抑制剂制成的, 其主要特点是减缓尿素分解速度, 肥效期可达 100—120 天, 其供氮过程与大豆需肥规律基本趋于同步。在不同土壤条件下, 十个单位联合试验, 施 56 kg/667 m², 深施于 10—12 cm 土层中, 施长效尿素比普通尿素的大豆增产 5.8—25.3%^[16]。类似的缓效氮肥、尿素增效剂等都有缓解施用氮肥与根瘤固氮之间矛盾的作用。在生产上可以通过基(种)肥一次施用, 节省大豆生育期追肥

的费用。90 年代以来提出的控释肥(指以某种调控机制使肥料养分在作物生长季节逐渐释放出来的一类肥料)必将为大豆生产提供更理想的氮肥^[17]。

此外,育种学家为解决施氮与固氮的矛盾,正在选育耐受氮肥的大豆品种和根瘤菌。

3 应用前景分析

随着人口的增长及耕地面积的减少,增加作物单产是满足粮食需求增长的最佳途径之一。解决大豆施氮与固氮的矛盾不仅可提高大豆产量,也可更有效地利用氮肥,减轻或免除肥料的污染^[13],从而为发展可持续、高效、绿色的大豆生产产业提供技术保证,这也是世界农业发展的趋势。受市场经济和环保意识的影响,农民更重视适用的新技术。黑龙江是我国大豆的主产区,大豆种植面积在 400 万亩左右,因此,保护性施氮技术具有广泛的应用前景。

目前,在对大豆需氮规律的理论研究基础上,结合平衡施肥理论,已总结出一些有适用价值的按需施肥的技术方法,并在高产大豆栽培上发挥了一定的作用。随着农民知识水平的提高,尤其是精细农业的发展,按需施肥技术将更进一步发展。随着农业机械化水平的提高,秸秆还田是应广泛推广,但受畜牧业发展的影响及秸秆发酵技术的提高,秸秆将更可能被用于经济效益更高的饲料业。国内的肥料产业还缺乏高质量的既包容平衡施肥原理与技术,又便于农民施用的产品。专用复混肥发展虽很快,而多数厂家缺乏大豆生产知识,产品的实用性差,加之假劣产品的影响^[17],控效肥料在大豆上的应用占

的比例还很小。控效肥料是肥料发展的热点^[18],发展迅速,且能满足绿色大豆生产^[19]及环保的要求,不久将可能成为保护性施氮大豆高产生生产的重要方法。

参 考 文 献

- 1 Marscher H. Mineral Nutrition of Higher Plant[J]. Academic Press, Inc., London, UK. 1986; 673—676
- 2 桑原真人[J]. 農業および芸, 1986, 61(4): 473—479
- 3 解惠光[J]. 大豆科学, 1990, 9(2): 163—166
- 4 李新民, 窦新田, 王玉峰, 等[J]. 中国油料, 1997, 1: 16—18
- 5 Peoples M. B., Gibson A. H[C]. Proceedings of World Soybean Research Conference IV, Buneons Aires—Argentina, 1989; 196—211
- 6 窦新田主编. 大豆保护性施氮原理的研究[M]. 黑龙江科技出版社, 1991
- 7 汤树德, 王凤书. 秸秆还田原理及其应用[M]. 北京农业大学出版社, 1993; 108—119
- 8 甘银波, 陈静, Ineke Stulen[J]. 大豆科学, 1997, 16(2): 125—130
- 9 甘银波, 涂学文, 田任久[J]. 大豆科学, 1998, 17(4): 287—291
- 10 宋海星, 申斯乐, 马淑英, 等[J]. 大豆科学, 1997, 16(4): 283—287
- 11 李永孝, 李佩钡[J]. 大豆科学, 1995, 14(2): 119—125
- 12 王瑛, 王辅仁[J]. 中国油料, 1984, 2: 55—56
- 13 张夫道[J]. 植物营养与肥料学报, 1998, 4(4): 331—338
- 14 汤树德, 石晶波[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 1986, 1: 9—16
- 15 何绪生, 李素霞, 李旭辉, 等[J]. 植物营养与肥料学报, 1998, 4(2): 97—106
- 16 莫虹, 赵秀春, 王凤书[J]. 大豆科学, 1991, 10(4): 335—338
- 17 樊小林, 廖宗文[J]. 植物营养与肥料学报, 1998, 4(3): 219—223
- 18 Rajendra Prasad[J]. Current Science, 1998, 75 (7): 677—683
- 19 叶景学, 张广臣, 李凯, 等[J]. 黑龙江农业科学, 2000, 6: 42—44