

长期施肥对大豆生长状况及产量的影响

丁 娇^{1,2}, 韩晓增², 邹文秀², 严 君²

(1. 东北农业大学 资源与环境学院, 黑龙江 哈尔滨 150030; 2. 中国科学院 东北地理与农业生态研究所, 黑龙江 哈尔滨 150081)

摘 要:以海伦农田生态系统国家野外科学观测研究站长期定位试验为平台, 选择了5个不同施肥处理, 包括无肥(CK), 单施氮肥(N), 氮肥+有机肥(N+OM), 氮、磷、钾配合施用(NPK), 氮、磷、钾+有机肥(NPK+OM), 研究了连续27年不同施肥处理对大豆生长和产量的影响。结果表明:长期施用有机肥能够明显增加大豆株高和荚数, 并且能增加植株的生长速度, 氮磷钾肥配合施用能增加大豆根瘤干重和根瘤数, 而有机肥对根瘤的作用不显著。与单施化肥和无肥相比, 施用有机肥处理大豆的根冠比较小, 说明有机肥能够促进地上部干物质的积累。长期施肥对大豆产量构成因子的影响表现为: NPK+OM > NPK > N+OM > N > CK, 大豆产量也表现出相似趋势, 说明有机肥的施用能够改善大豆的产量性状, 同时氮肥配施有机肥的大豆产量低于氮、磷、钾平衡施肥的处理, 说明在东北黑土区有机肥不能代替磷钾肥施用。

关键词:大豆; 长期施肥; 生长状况; 产量

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-9841(2012)05-0778-06

Effect of Long-term Fertilization on Growth and Yield of Soybean

DING Jiao^{1,2}, HAN Xiao-zeng², ZOU Wen-xiu², YAN Jun²

(1. Northeast Agricultural University, College of Resources and Environment, Harbin 150030; 2. Northeast Institute of Geography and Agro-ecology, CAS, Harbin 150081, Heilongjiang, China)

Abstract: To study the effect of long-term fertilization on growth and yield of soybean, a field experiment was conducted for twenty-seven years in Hailun Agricultural Ecology Station of Chinese Academy of Sciences. The results indicated that long-term application of organic manure could significantly increase plant height and the number of pod, with high growth rate. More nodulation (both the number and biomass) were observed in the plots received NPK, but both of these were not significant in NPK + OM. Soybean received NPK + OM obtained lest root-shoot ratio, compared with other treatments, indicating that organic fertilizer application combined with NPK could promote the root growth of soybean. The soybean yield components was shown in decreasing order of NPK + OM > NPK > N + OM > N > CK, the similar trend was found in the yield of soybean, which indicated that long-term combining application of organic manure and N, P, K fertilizer could increase the yield of soybean. P and K fertilizer could not be replaced by organic manure in study area deriving from the comparative yield of soybean between N + OM and NPK.

Key words: Soybean (*Glycine max* L. Merrill); Long-term fertilization; Growth; Yield

大豆除了含有丰富的油脂、蛋白质等营养元素外, 还含有一些对人体有特殊生物学作用的活性物质, 如低聚糖、大豆皂苷、大豆异黄酮、大豆磷脂和维生素E等。因此, 大豆作为高蛋白高油作物, 其重要性越来越被世界各国所认识^[1]。基于提高大豆产量的目的, 化肥的施用量逐年增加, 导致产量对化肥的依赖性也日益增强, 同时也引起了土壤养分比例失调, 质量下降和地下水污染等一系列的环境问题^[2]。因此, 为了平衡土壤养分, 有机无机复混肥的施用愈来愈受到人们的重视, 并且成为近年来我国肥料研究与开发的热点^[3]。许多研究表明, 有机肥中含有丰富的有机质和各种养分, 它不仅是作物养分的直接给源, 又可活化土壤中潜在养分和

增强生物学活性^[4-5], 进而增加作物的生物量, 从而提高作物产量^[6]。施用有机肥不仅可以改良连作大豆的土壤理化性质, 还可以控制根腐病的发生, 为大豆的稳产提供了保证^[7]。韩秉进等^[8]指出, 施用有机肥会明显促进叶片生长, 增大叶面积指数, 增加干物质积累、荚数和单株粒数等。朱宝国等^[9]认为, 合理配施有机肥和无机肥能够增加株鲜重。但是上述试验中有机肥施用的年限均比较短, 目前国内对长期施用有机肥条件下大豆生长和产量构成因子的研究比较少。因此, 本研究利用中国科学院海伦农田生态系统野外科学观测研究站内的长期定位试验, 研究长期施用有机肥对大豆生长状况和产量的影响, 为提高大豆产量提供科学依据。

收稿日期: 2012-06-20

基金项目: 国家自然科学基金(41101208); 国家重点基础研究发展计划(2011CB100506)。

第一作者简介: 丁娇(1988-), 女, 在读硕士, 研究方向为大豆营养。E-mail: dingjiao126@163.com。

通讯作者: 韩晓增(1957-), 男, 研究员, 主要从事土壤生态方面的研究。E-mail: xzhan@neigae.hrb.ac.cn。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验地点位于中国科学院海伦农田生态系统国家野外科学观测研究站(47°27'N,126°55'E)。该站处于我国东北黑土区的中心,海拔高度 240 m 左右,属于温带大陆性季风气候,冬季寒冷干燥,夏季高温多雨,四季分明,雨热同季,年平均气温 1.5℃,活动积温 2 600 ~ 2 800℃,无霜期 125 ~ 135 d,降雨量 500 ~ 600 mm。试验区地形较为平坦,供试土壤为典型黑土,土壤母质为第四纪黄土状母质。

1.2 试验设计

试验开始于 1985 年,设 5 个处理:(1)无肥(CK);(2)单施氮肥(N);(3)氮肥 + 有机肥(N + OM);(4)氮磷钾肥(NPK);(5)氮磷钾肥 + 有机肥(NPK + OM)。2006 年之前的施肥量参照文献[10-13],2006 年之后施肥量改为重过磷酸钙(磷肥)97.32 kg·hm⁻²,硫酸钾(钾肥)43.39 kg·hm⁻²,硫酸锌(锌肥)15 kg·hm⁻²。1985 年试验开始时耕层土壤的肥力性状:pH6.2,有机质 54.0 g·kg⁻¹,全 N 3.0 g·kg⁻¹,有效 P 25.8 mg·kg⁻¹,速效 K 191 mg·kg⁻¹。

1.3 测定项目与方法

大豆始花期、鼓粒期取样测定叶绿素含量、株高、根瘤重、根干重、地上部分干重;收获时在小区中除边行外的任意中间行连续取 10 株进行室内考种,考种产量计入原小区产量,考种项目包括株高、单株荚数、单株粒数、百粒重;每小区收获中间 6 行进行测产。

1.4 数据分析

运用 Microsoft Excel 2003 和 Origin 8.5 进行数据整理分析与绘图。不同处理间数据的差异显著性(Duncan 法)采用 SPSS17.0 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 长期施肥对大豆生长的影响

2.1.1 叶绿素含量 大豆叶片中叶绿素含量在不同生育期内呈现出一定的差异^[14]。从图 1 可以看出,在始花期随着化学肥料和有机肥的施用,大豆叶片叶绿素含量有增加的趋势,其中与 CK 相比,N 和 N + OM 处理叶绿素含量分别增加了 3.1% 和 1.3%;而 NPK 和 NPK + OM 则分别增加了 14.5% 和 16.1%,说明单施氮肥虽然能够增加大豆初花期叶片中叶绿素含量,但是氮、磷和钾配合施用的效果更加明显。方差分析结果显示,在初花期各处理间叶绿素含量差异不显著;在大豆鼓粒期,与 CK 相比,N 和 N + OM 则显著增加了叶片中叶绿素含量($P < 0.05$)。

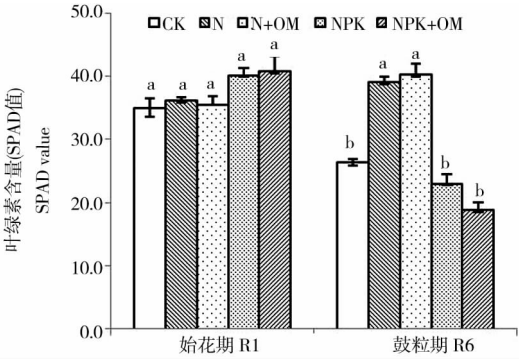


图 1 长期施肥对大豆不同时期叶绿素含量的影响
Fig. 1 Effect of long-term fertilization treatment on soybean SPAD value

2.1.2 株高和荚数 长期施肥对大豆株高的影响表现为:NPK + OM > NPK > N + OM > N > CK(表 1)。与 CK 相比,在初花期 N、N + OM、NPK、NPK + OM 的株高分别增加了 17.7%、40.9%、52.0% 和 61.3%;而鼓粒期株高分别增加了 17.5%、42.6%、46.9% 和 66.8%。方差分析结果显示肥料的施用能显著增加大豆的株高($P < 0.05$),其中有机肥和

表 1 长期施肥对大豆不同时期株高和荚数的影响

Table 1 Effect of long-term fertilization treatment on soybean plant height and pods

处理 Treatments	始花期 R1	鼓粒期 R6	
	株高 Plant height/cm	株高 Plant height/cm	荚数 Pods per plant
CK	37.76 ± 0.25 d	63.13 ± 2.31 c	27.33 ± 4.93 c
N	44.43 ± 2.14 c	74.20 ± 2.54 c	37.00 ± 5.57 bc
N + OM	53.20 ± 2.50 b	90.00 ± 4.26 b	44.67 ± 2.08 b
NPK	57.40 ± 1.11 ab	92.73 ± 5.68 ab	43.00 ± 5.57 b
NPK + OM	60.93 ± 1.72 a	105.33 ± 5.13 a	57.67 ± 2.52 a

不同字母表示同一取样时间不同处理差异显著($P < 0.05$),下同。
Different letters represent significant difference at 0.05 level among treatments. The same below.

无机肥的配合施用效果最明显,说明在研究区域内长期施有机肥能够促进大豆植株生长,为大豆高产奠定良好的基础。

肥料的施用显著增加了大豆荚数(表1),与CK相比,N、N+OM、NPK、NPK+OM分别增加了35.4%、63.4%、57.3%和111%,说明有机肥的施用能够显著增加大豆荚数,改善大豆的产量性状。

2.1.3 根瘤干重和根瘤数 不同施肥处理对根瘤干重的影响见图2。在大豆始花期,各处理根瘤干重表现为NPK > NPK+OM > CK > N > N+OM,与CK相比,NPK和NPK+OM根瘤干重分别增加了63.8%和4.2%;而N和N+OM的根瘤干重则分别减少了72.3%和70.2%,说明单施氮肥对始花期大豆根瘤的形成和生长具有一定的抑制作用,增施有机肥和磷钾肥能促进该时期根瘤的形成和生长。大豆进入鼓粒期,由于氮肥的挥发和吸收利用等原因,土壤中氮的浓度降低,抑制作用减弱,N和N+OM的根瘤干重与CK基本持平,然而与N相比,NPK增加了大豆根瘤干重,增幅为67.9%,NPK+OM进一步提高了根瘤干重,较NPK处理,增加了22.0%,说明NPK配施以及NPK配施有机肥有利于提高鼓粒期根瘤干重。

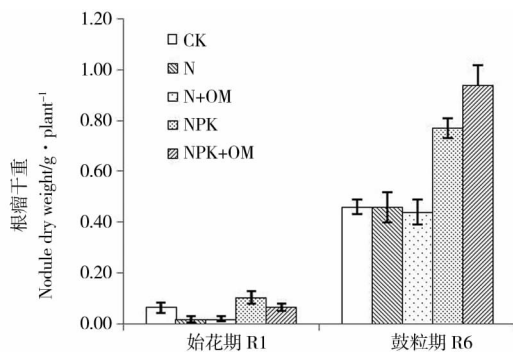


图2 长期施肥对大豆不同时期根瘤干重的影响

Fig. 2 Effect of long-term fertilization treatment on soybean nodule dry weight

不同施肥处理下大豆根瘤数的变化与根瘤干重的变化趋势基本相同(图3),随着大豆生长,根瘤数逐渐增加。在始花期,有机肥的施用显著增加了大豆根瘤数,与N相比,N+OM的根瘤数增加了64.2%,而在氮、磷和钾肥联合施用时,增施有机肥,大豆的根瘤数则表现为下降。同时与N相比,NPK显著增加了大豆根瘤数,增幅为82.7%,说明磷肥能够促进根瘤形成。进入鼓粒期,大豆的根瘤数在NPK+OM处理中达最大值,其次是NPK,其中在N+OM处理中大豆的根瘤数最少,可能是由于氮的浓度高,而又缺少磷肥对根瘤菌繁殖的刺激,抑制了根瘤的形成。

Olayinka等^[15]指出在有机质含量低的土壤中

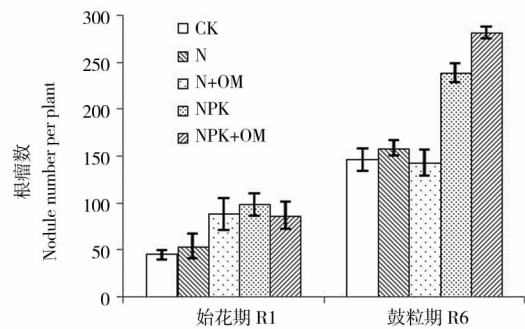


图3 长期施肥对大豆不同时期根瘤数的影响

Fig. 3 Effect of long-term fertilization treatment on nodule number

施用有机肥有益于生物固氮,而Mandal等^[16]研究表明,氮磷钾肥配合施用能增加大豆根瘤的数量和重量,化肥和有机肥的配合施用对根瘤菌的作用不明显。在本试验中,有机肥与化肥配合施用和单施化肥相比,大豆根瘤干重和根瘤数差异不显著,这可能是由于有机质中能量和碳源的多少对根瘤菌分布,种群密度和存留时间的限制所导致的^[17]。

2.1.4 生物量和根冠比 不同施肥处理影响了大豆的地上干物质积累(图4)。始花期在单施氮肥和氮、磷、钾肥配合施用的情况下增施有机肥,与单施化肥相比,大豆地上部分干重分别增加了37.9%、10.1%,说明有机肥的施入能够增加植株地上部分生物量。大豆生长进入鼓粒期,与单施化肥(N和NPK)相比,有机肥的施用(N+OM和NPK+OM)显著增加了大豆的地上部分干重,平均高出49.8%,可以看出有机肥的施用可以促进植物地上部分的生长,进而积累更多的生物量。朱宝国等^[9]认为,有机肥和无机肥合理配施能够增加植株鲜重,化肥和有机肥各按用量的50%施用,植株鲜重最高,比不施肥增加74.1%,比常规施肥增加62.6%。本试验结果与之相似。

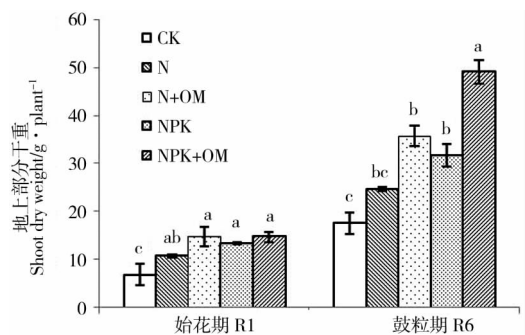


图4 长期施肥对大豆不同时期地上部分干重的影响

Fig. 4 Effect of long-term fertilization treatment on soybean shoot dry weight

不同施肥处理根干重表现出了与地上生物量相似的趋势,即大豆根干重随着生育时期的推进逐

渐上升。在始花期,各施肥处理与 CK 相比差异均达到了显著水平($P < 0.05$)。进入鼓粒期,施肥对大豆根系干重的影响更加显著,与 CK 相比,N 的地下部分干重增加了 33.2%,而与 N 相比,NPK 则增加了 31.7%。同时,与单施化肥相比,有机肥与化肥的配合施用显著地增加了地下部分干重,增幅为 30.9%,说明有机肥和化肥的配合施用促进了根系的生长。

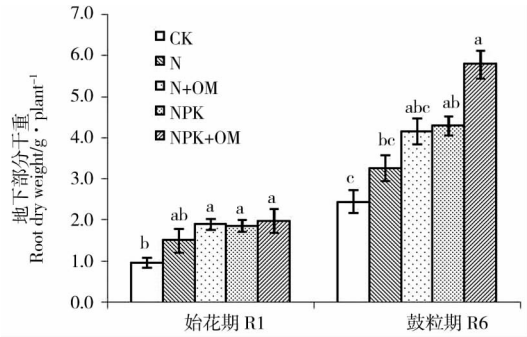


图 5 长期施肥对大豆不同时期地下部分干重的影响
Fig. 5 Effect of long-term fertilization treatment on soybean root dry weight

不同施肥处理对大豆根冠比的影响见图 6。在没有肥料施入的情况下(CK)大豆的根冠比达到了最大值,初花期为 0.142,鼓粒期为 0.139。随着肥料的输入大豆的根冠比开始降低,与 CK 相比,N、N + OM、NPK、NPK + OM 在初花期降低了 1.1%、9.8%、2.1%、49.6%,在鼓粒期降低了 5.2%、16.6%、2.7%、15.6%。虽然有机无机肥料的配合施用均能促进大豆地上部分和根系的生长,但是与根系相比有机肥添加更有利于促进地上部的生长,增加地上生物量,进而显著降低大豆的根冠比,使其在各处理中表现为最小值。始花期各处理根冠比与鼓粒期相对比,分别高出 2.1%、6.5%、10.4%、2.8%、15.0%,一般在大豆植株生长的早期是以根系生长为主,到了花期,外界气温不断升高,生长中心移至地上部,为鼓粒期地上部的生殖生长奠定了基础。

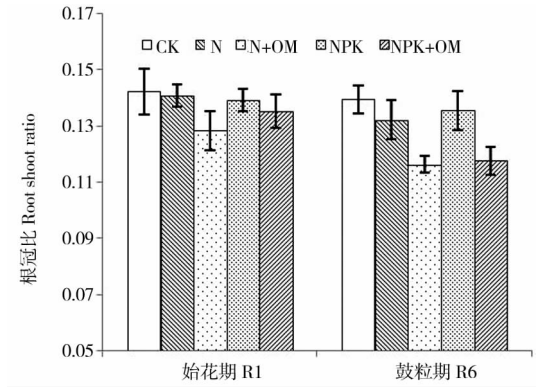


图 6 长期施肥对大豆不同时期根冠比的影响
Fig. 6 Effect of long-term fertilization treatment on soybean root to shoot ratio

Bandyopadhyay 等^[18]认为,氮磷钾肥处理与氮磷钾肥和有机肥配合施用能够显著增加大豆的生物量,同时促进根部下扎。特别是鼓粒期有机肥的施用能够促进根部生长^[8]。本试验中,长期有机无机肥配合施用与单施化肥相比,地上部分平均增加了 36.9%,地下部分平均增幅为 23.5%,增施有机肥的根冠比低于单施化肥和对照处理,进入鼓粒期后,有机无机肥配合施用的根冠比明显低于始花期。

2.2 长期施肥对大豆产量的影响

由表 2 可知,大豆的株高、单株荚数、单株粒数和百粒重均在 NPK + OM 处理中达到了最大值,与 CK 相比,分别增加了 90.6%、77.1%、160%、22.0%;与 N 相比分别增加了 47.2%、57.3%、55.6%、16.6%;与 NPK 相比,分别增加了 10.3%、36.6%、32.7%、1.0%。NPK 与 N + OM 处理相比在大豆的株高、单株荚数和单株粒数上没有显著差异,但 NPK 处理显著增加了百粒重,为大豆产量的提高奠定了基础。在氮、磷和钾肥的基础上配施有机肥使大豆的各产量性状均达到了最佳,说明从提高大豆产量性状的角度分析,氮、磷和钾肥配施有机肥是一种最佳的施肥方式。

表 2 长期施肥对大豆产量性状及产量的影响

Table 2 Effect of long-term fertilization treatment on soybean yield components and yield

处理 Treatment	株高 Plant height /cm	单株荚数 Pods per plant	空荚数 Empty pods per plant	单株粒数 Seeds per plant	百粒重 100-seed weight/g	产量 Yield /kg·hm ⁻²
CK	49.7 ± 1.3 d	21.4 ± 1.3 c	1.1 ± 0.1 d	54.1 ± 1.1 c	12.8 ± 0.6 e	1496.2 ± 10.3 e
N	64.3 ± 1.7 c	38.7 ± 2.6 b	1.6 ± 0.2 c	91.9 ± 2.6 b	13.4 ± 0.9 d	1652.5 ± 13.6 d
N + OM	81.4 ± 2.3 b	38.8 ± 2.3 b	0.7 ± 0.3 e	100.6 ± 3.2 b	14.3 ± 0.7 c	1827.6 ± 9.8 c
NPK	85.9 ± 3.5 b	43.4 ± 1.0 b	2.4 ± 0.2 b	110.1 ± 1.7 b	15.5 ± 1.1 b	2224.8 ± 11.4 b
NPK + OM	94.7 ± 2.2 a	59.3 ± 1.1 a	2.6 ± 0.4 a	143.0 ± 1.2 a	15.6 ± 0.7 a	2694.1 ± 12.1 e

肥料的施用能够显著提高大豆的产量。方差分析结果显示各处理大豆产量间的差异达显著水平($P < 0.05$)。与 CK 相比, N、N + OM、NPK、NPK + OM 的大豆产量分别提高了 10.4%、22.2%、48.7% 和 80.1%。在氮肥的基础上配合施用磷钾肥和有机肥均能提高大豆的产量, 但配合磷钾肥施用产量提高的幅度更大, 因此, 从提高大豆产量的角度分析, 有机肥不能代替磷钾肥。各处理中氮磷钾肥配合施有机肥的大豆产量达到了最大值, 说明在平衡施肥的基础上配施有机肥能够使大豆产量达到最佳。

由于肥料养分残效叠加作用的存在, 长期施肥和养分循环再利用对作物产量影响与短期试验所获结果迥然不同^[19]。孙贵荒等^[20]通过对干物质积累与产量的相关性分析得出, 前期干物质积累对产量影响不大, 后期干物质积累对产量的形成起较大作用。因此后期养分的供给尤为重要, 而有机肥具有肥效长, 养分缓慢释放的特征, 与无机肥配合施用能够满足作物生长的需要。本试验中, 有机肥和化肥配施与对照处理相比, 各产量构成因子的增幅均达到了显著水平, 与单施化肥相比, 株高、荚数、粒数和百粒重分别增加了 18.4%、19.8%、19.7% 和 3.8%。不施肥对照区土壤的养分供给能力随着试验年限延长而不断下降, 而长期施用有机肥能够显著增加单株荚数、粒数、百粒重, 为产量的增加奠定了基础。施用有机无机复混肥较不施肥处理增产 80.1%, 与单施化肥相比, 平均增产 20.2%, 达 1% 的显著水平, 这与沈善敏等^[21]、周宝库等^[22] 的研究结果一致。

3 结 论

以长期定位试验为基础, 分析了施用不同肥料对大豆生长状况和产量的影响, 得到如下结果: (1) 有机无机肥的长期配合施用能够增加株高、荚数, 显著地提高大豆地上及地下部分干重, 降低根冠比。在施用氮肥的基础上配合施用磷钾肥能够增加大豆根瘤的数量和干重。(2) 通过对比分析大豆的产量性状, 特别是百粒重得出在施用氮肥的基础上配施磷钾肥比配施有机肥效果更加明显, 表明在研究区域内有机肥不能代替磷钾肥施用。而氮磷钾肥配施有机肥明显改善了大豆的各产量性状。(3) 化肥和有机肥配施显著增加了大豆产量, 以化肥平衡施肥配施有机肥效果最佳; 而氮肥配施有机肥处理的大豆产量要明显小于化肥平衡施肥处理。说明从提高大豆产量多角度分析在研究区域内有机肥不能代替磷钾肥施用。

参考文献

- [1] 常汝镇. 国内外大豆生产动态及研究进展[J]. 中国食物与营养, 2000(1): 13-15. (Chang R Z. Advance in dynamics of soybean production at home and abroad[J]. Food and Nutrition in China, 2000(1): 13-15.)
- [2] 孙建利. 对过量使用化肥危害的思考[J]. 现代农业科技, 2010: 278-279. (Sun J L. Discussion on hazards from application of excess chemical fertilizers[J]. Modern Agricultural Sciences and Technology, 2010: 278-279.)
- [3] 李鸣雷, 谷洁, 高华, 等. 不同有机肥对大豆植株性状、品质和产量的影响[J]. 西北农林科技大学学报, 2007, 35(9): 67-72. (Li M G, Gu J, Gao H, et al. Effects of different organic fertilizer on plant character, quality and yield of soybean[J]. Journal of Northwest A & F University (Natural Science Edition), 2007, 35(9): 67-72.)
- [4] Ganeshamurthy A N, Reddy S K. Effect of integrated use of farmyard manure and sulphur in a soybean and wheat cropping system on nodulation, dry matter production and chlorophyll content of soybean on well-shrink soils in central India[J]. Journal of Agronomy and Crop Science, 2000, 185(2): 91-97.
- [5] Van der Linden A M A, Van Veen J A, Friessell M J. Modelling soil organic matter levels after long-term applications of crop residues, and farmyard and green manures[J]. Plant Soil, 1987, 101(1): 21-28.
- [6] 韩晓增, 王凤仙, 王凤菊, 等. 长期施用有机肥对黑土肥力及作物产量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2010, 28(1): 66-70. (Han X Z, Wang F X, Wang F J, et al. Effects of long-term organic manure application on crop yield and fertility of black soil[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2010, 28(1): 66-70.)
- [7] 台莲梅, 郭永霞, 范文艳, 等. 有机肥对连作大豆根腐病、生育及产量影响的研究[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2001, 13(4): 28-31. (Tai L M, Guo Y X, Fan W Y, et al. Studies on root rot, development and yield of soybean under organic fertilizers in continous cropping[J]. Journal of Heilongjiang August First Land Reclamation University, 2001, 13(4): 28-31.)
- [8] 韩秉进, 陈渊, 赵殿臣. 大豆施用有机肥增产效果研究[J]. 大豆科学, 2001, 20(4): 305-308. (Han B J, Chen Y, Zhao D C. Study on the effect of organic manure on soybean production[J]. Soybean Science, 2001, 20(4): 305-308.)
- [9] 朱宝国, 于忠和, 王囡囡, 等. 有机肥和化肥不同比例配施对大豆产量和品质的影响[J]. 大豆科学, 2010, 29(1): 97-100. (Zhu B G, Yu Z H, Wang N N, et al. Effect of different proportion combined application of organic and chemical fertilizer on soybean yield and quality[J]. Soybean Science, 2010, 29(1): 97-100.)
- [10] 刘鸿翔, 王德禄, 王守宇, 等. 黑土长期施肥及养分循环再利用的作物产量及土壤肥力质量变化 I. 作物产量[J]. 应用生态学报, 2001, 12(1): 43-46. (Liu H X, Wang D L, Wang S Y, et al. Changes of crop yield and soil fertility under long-term application of fertilizer and recycled nutrients in manure on a black soil[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2001, 12(1): 43-46.)
- [11] 刘鸿翔, 王德禄, 王守宇, 等. 黑土长期施肥及养分循环再利用的作物产量及土壤肥力质量变化 III. 土壤养分收支[J]. 应用生态学报, 2002, 13(11): 1410-1412. (Liu H X, Wang D L,

- Wang S Y, et al. Changes of crop yield and soil fertility under long-term application of fertilizer and recycled nutrients in manure on a black soil III. Soil nutrient budget[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2002, 13(11): 1410-1412.)
- [12] 王德禄, 刘鸿翔, 王守宇, 等. 黑土长期施肥及养分循环再利用的作物产量及土壤肥力质量变化 II. 养分在作物体内分配[J]. 应用生态学报, 2001, 12(6): 845-848. (Wang D L, Liu H X, Wang S Y, et al. Changes of crop yields and soil fertility under long-term fertilization and recycled nutrients in manure on black soil II. Distribution of nutrients in crops[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2001, 12(6): 845-848.)
- [13] 赵丽娟, 韩晓增, 王守宇, 等. 黑土长期施肥及养分循环再利用的作物产量及土壤肥力变化 IV. 有机碳组分的变化[J]. 应用生态学报, 2006, 17(5): 817-821. (Zhao L J, Han X Z, Wang S Y, et al. Changes of crop yield and soil fertility under long-term fertilization and nutrients-recycling and reutilization on a black soil IV. Soil organic carbon and its fractions[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2006, 17(5): 817-821.)
- [14] 刘春梅, 张兴梅, 王鹏, 等. 不同施肥处理对大豆生理性状及产量的影响[J]. 辽宁农业科学, 2010(4): 28-30. (Liu C M, Zhang X M, Wang P, et al. Effect of different fertilizer treatments on physiological character and yield of soybean[J]. Liaoning Agricultural Sciences, 2010(4): 28-30.)
- [15] Olayinka A, Adetunji A, Adebayo A. Effect of organic amendments on nodulation and nitrogen fixation by cowpea[J]. Journal of Plant Nutrition, 1998, 21(24): 55-64.
- [16] Mandal K G, Hati K M, Misra A K. Biomass yield and energy analysis of soybean production in relation to fertilizer-NPK and organic manure[J]. Biomass and Bioenergy, 2009, 33(12): 1670-1679.
- [17] Veteri E L, Schmidt J S. Ecology of indigenous soil rhizobia: response of *Bradyrhizobium japonicum* to readily available substrates[J]. Applied and Environmental Microbiology, 1987, 53: 1872-1875.
- [18] Bandyopadhyay K K, Misra A K, Ghosh P K, et al. Effect of integrated use of farmyard manure and chemical fertilizers on soil physical properties and productivity of soybean[J]. Soil and Tillage Research, 2010, 110(1): 115-125.
- [19] Shen S M. Fertility of Chinese soils[M]. Beijing: China Agricultural Press, 1998.
- [20] 孙贵荒, 刘晓丽, 董丽杰, 等. 高产大豆干物质积累与产量关系的研究[J]. 大豆科学, 2002, 21(3): 199-202. (Sun G H, Liu X L, Dong L J, et al. Studies on the relationship between yield and dry matter accumulation high yield potential soybean[J]. Soybean Science, 2002, 21(3): 199-202.)
- [21] 沈善敏, 殷秀岩, 宇万太, 等. 农业生态系统养分循环再利用作物产量增益的地理分异[J]. 应用生态学报, 1998, 9(4): 379-385. (Shen S M, Yin X Y, Yu F T, et al. Geographic differentiation of yield-increase efficiency caused by recycled nutrients in agro-ecosystems[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 1998, 9(4): 379-385.)
- [22] 周宝库, 张喜林. 黑土长期施肥对农作物产量的影响[J]. 农业系统科学与综合研究, 2005, 21(1): 31-39. (Zhou B K, Zhang X L. Effect of long-term fertilization on crop yield in black soil[J]. System Sciences and Comprehensive Studies in Agriculture, 2005, 21(1): 31-39.)

《大豆科学》第八届编委会第三次会议纪要

2012年8月22日,值《大豆科学》创刊30周年庆典之际,《大豆科学》第八届编委会第三次会议在黑龙江省农业科学院召开。参加会议的有刘忠堂主编,韩天富副主编、邱丽娟副主编、刘丽君副主编,包括俄罗斯全俄大豆研究所吉利巴院士在内的23位编委和黑龙江省农业科学院编辑出版中心全体编辑。

会议由刘忠堂主编主持。首先,由责任编辑宋显军向与会编委汇报了《大豆科学》近年办刊现状和期刊发展中面临的问题。随后,全体与会编委就如何吸纳优秀稿源、提高期刊学术质量等建言献策。大家一致认为,在中英文摘要撰写、参考文献引用等方面要进一步加强。同时,编委们还对如何提高期刊的经济效益、提升期刊国内外影响力等提出了相应的建设性意见和建议。副主编韩天富认为:编委成员应以第一作者身份为本刊多撰稿、多组稿,尤其是撰写高水平的综述性文章;同时期刊应适当刊登新品种、新技术类文章,使文章内容更贴近生产实际。

最后,刘忠堂主编对编委会会议进行了总结。刘主编首先向各位编委能在百忙中参加编委会会议表示感谢,同时对各位编委提出的良好建议给予充分肯定。刘主编代表《大豆科学》向与会编委表示,一定要认真领会总结编委意见,努力把《大豆科学》办成国内一流期刊。

《大豆科学》编辑部

宋显军