

南非国际大豆会议有关大豆轮作与施肥研究的综述

邹文秀, 严君, 苑亚茹, 尤梦阳, 张志明, 杨春葆, 王影, 韩晓增

(中国科学院 东北地理与农业生态研究所 黑土区农业生态国家重点实验室, 海伦农田生态系统国家野外观测研究站, 黑龙江 哈尔滨 150081)

摘要: 第九届世界大豆研究大会于2013年2月17~22日在南非共和国德班召开, 大会的主题为“从中国到南非——科研跨越大豆产需的鸿沟”。期间有来自美国、巴西、阿根廷、中国、肯尼亚和加拿大等全球22个国家的约500位代表参加了会议, 其中中国代表近50位。在大会上, 有12位专家做了大会报告, 167位(次)专家做了分组报告。报告涉及大豆基因与育种、耕作与栽培、植物保护、运输储藏、加工利用等方面。文章对与大豆耕作栽培及土肥营养相关的会议摘要进行了综述。

关键词: 大豆; 轮作; 耕作与栽培

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-9841(2013)06-0852-02

A Review on World Soybean Research Conference IX in South Africa on the Rotation and Fertilization of Soybean

ZOU Wen-xiu, YAN Jun, YUAN Ya-ru, YOU Meng-yang, ZHANG Zhi-ming, YANG Chun-bao, WANG Ying, HAN Xiao-zeng

(Key Laboratory of Mollisols Agroecology, National Observation Station of Hailun Agroecology System, Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, Harbin 150081, China)

Abstract: World Soybean Research Conference IX was held in Durban South Africa on February 17-22nd, 2013, with the theme of ‘From China to South Africa-Can research close the gap between soy production and increasing global demand?’. About 500 delegates from all over the world including America, Brazil, Argentina, China, Kenya and Canada participated in this conference. Totally 179 scientists gave important reports, respectively. The reports included soybean genetics and breeding, tillage and cultivation, plant protection, soybean transport, store and proceeding, the human utilization of soybean. We summarized the reports related to the tillage and cultivation, as well as soil fertility and plant nutrition of soybean.

Key words: Soybean; Rotation; Tillage and cultivation

1 世界大豆主产国的大豆生产现状

美国中西部地区自20世纪中叶以来一直被认为是美国的玉米带, 但是在当时大豆种植面积已接近玉米面积, 玉米-大豆轮作体系成为主要种植制度。由于玉米价格的提高, 近10年玉米的种植面积不断扩大, 而大豆面积逐渐缩小。到2012年, 在12个地处玉米带的州, 玉米面积达到了3 040万 hm^2 , 大豆种植面积仅为2 450万 hm^2 。在玉米生产最大的两个州(伊利诺斯州和爱荷华州)玉米种植面积为1 050万 hm^2 , 而大豆种植面积仅为720万 hm^2 。巴西自1960年开始大面积种植大豆, 10年间大豆种植面积从17.1万 hm^2 增加到90.6万 hm^2 , 增加了5.3倍。从1970到2011年, 大豆总产增加了50倍, 种植面积增加了1.72倍。巴西是排在美国之后的第二大豆生产国, 占全球大豆生产总量的

28%。高成交价格和强大的需求量, 促使大豆种植面积与产量不断增加, 预计到2020年, 巴西大豆总产将达到1.05亿t, 届时巴西将会成为第一大豆生产国。阿根廷是全世界第三大豆生产地和出口国, 大豆的种植面积一直处于增加的趋势, 预计2013年大豆的种植面积将达到1 936万 hm^2 , 占阿根廷总耕地面积的68.1%。大豆也是乌拉圭的主要作物, 大豆种植面积从2001年的0.3万 hm^2 增加到2011年的9.0万 hm^2 , 2012年大豆的种植面积达到了13.0万 hm^2 , 大豆的出口量占总出口量的15%, 成为主要的出口作物。

从20世纪90年代中期开始, 中国的大豆产业经历了巨大的变化。尽管对食用油和植物蛋白需求的增加, 但大豆的自给率下降, 中国成为世界上最大的大豆进口国, 2011年中国进口大豆5 264万t。与1996~1998年相比, 2009~2011年国内大豆种植面积、总产仅增加了5.25%和3.35%, 而单产下

收稿日期: 2013-03-26

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“973计划”(2011CB100506); 现代农业产业技术体系建设专项(CARS-04); 中国科学院黑土区农业生态重点实验室基金(2012ZKHT-01)。

第一作者简介: 邹文秀(1982-), 女, 博士, 副研究员, 主要从事农田土壤水分研究。E-mail: zouwenxiu@hotmail.com。

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

降了 1.44%。为了明确中国大豆生产中存在的主要驱动因素和技术需求,促进中国大豆产业发展,国家大豆产业技术研发中心于 2009、2010 和 2011 年,分别在北方春大豆区、黄淮海夏大豆区和南方多作大豆区对 2 268 个农民、加工商、消费者和有关专家进行了全面的调查。经系统的分析调查资料发现,在大豆生产中的技术需求主要包括 6 个方面:改良品种、农业管理、植物保护、机械化、加工、政策和信息服务。在主要的大豆生产区新品种、农田管理技术和害虫控制是主要的技术需求。

2 大豆耕作与施肥研究进展

2.1 耕作与轮作

耕作措施能够影响土壤的物理和化学环境,进而影响作物产量。与免耕条件下大豆连作相比,免耕大豆-玉米轮作能够增加残茬还田量和土壤有机碳含量,耕翻土壤能够减小土壤的容重、减小作物根系的穿插阻力。与大豆连作相比,在免耕和耕作条件下大豆-玉米轮作能够显著增加大豆产量。大豆不仅能够影响土壤环境,还会对下茬玉米的产量产生一定的影响。南非谷物研究所的研究表明,在传统犁耕方式下大豆茬种植玉米,玉米的产量能够增加 11% ~ 13%;玉米连作和玉米-大豆轮作玉米产量对氮肥的响应曲线存在显著差异。在美国伊利诺洲的试验表明,与玉米和大豆连作相比,玉米-大豆二年轮作玉米和大豆的产量分别增加了 1.0 和 0.4 t·hm⁻²;当加入小麦作为玉米-大豆轮作的第三作物时,大豆和玉米的产量对比各自连作增产了 12% ~ 15%;同时在大豆-玉米-玉米轮作系统中玉米的产量较大豆-玉米轮作系统增加 0.4 t·hm⁻²,大豆-玉米轮作比连作玉米产量增加了 0.4 t·hm⁻²,玉米-大豆轮作较大豆连作大豆产量增加 0.7 t·hm⁻²。同样在美国密苏里州的长期试验表明,大豆-玉米轮作中大豆的产量高于大豆连作,平均每年增加 7.3%;耕作对产量的影响表现为 13 年免耕的产量高于耕作的产量,增产幅度为 4%~14%。

目前,在南非玉米-大豆轮作已经成为主要的种植方式。对南非自由州北部和东部农民调查的数据表明,轮作系统在 8 年里创造的收益远大于单一种植玉米。同样在美国伊利诺洲的一些生产者为了获得在大豆之后种植玉米的增产效果,增加了大豆的种植面积。

播种时间、密度和行距是影响大豆产量的重要因素。但是因地制宜是关键,不能盲目。在南非东北部的研究表明适宜的播种日期是提高大豆产量的主要因子。同样,在阿根廷潘帕斯草原地区的研究表明,单位面积荚数和单株荚数对播种日期非常敏感,

同时在夏季提前播种可以得到最高的产量潜力。而美国国家大豆生产研究计划在 2009 ~ 2011 年进行的研究表明窄行间距能够增加大豆的产量。在马拉维的 Dowa 和 Salima 地区大豆生产者主要通过改善品种和提高种植密度提高大豆产量,而 Mchinji 地区则通过提高种植密度和喷灌处理来提高大豆产量。

2.2 肥料的施用

大豆共生固氮不能替代作物从生态系统中带走的氮肥。阿根廷的科学家研究了种植大豆对作物系统中氮素平衡的影响,结果表明,增加大豆的种植年限,能够降低氮素平衡值;在南非比利陀利亚进行的试验表明,钾肥的施用主要影响大豆的株高和百粒重,而磷肥则主要影响荚数;随着钾肥施用量的增加,大豆产量明显增加,当施用量为 100 kg·hm⁻²时,大豆产量达到最高值;而随着磷肥施用量的增加,大豆产量没有明显的变化。在巴西的研究表明,植物调节剂(包括 0.009% 的咪喃甲基腺嘌呤、0.005% 的赤霉素和 0.005% 的吲哚丁酸)500 mL/100 粒种子与磷钾肥 300 kg·hm⁻² 共同施用能够显著增加大豆产量。为了减少化肥对环境的影响,2009 ~ 2011 年在印度达尔瓦德进行了厩肥对大豆生长影响的试验研究,结果表明 100% RDF + 厩肥 5 t·hm⁻² 处理显著增加了大豆荚数、产量和经济效益。因此与单独施用有机肥相比,有机肥和无机肥料的配合施用更有助于提高大豆的产量。

微量元素也是大豆生产中需要的营养元素。在印度进行的研究表明,当施硫量为 20 kg·hm⁻² 时能显著提高大豆产量,同时提高大豆含油量、净回报率 and 效益成本比率,所以在印度硫的应用已经被作为发展大豆综合营养的一种策略。在中国东北地区进行的研究发现,该区域大部分土壤存在缺锌的问题,大豆产量与可交换态锌含量的正相关性最好,其次是有机态的锌的含量;同时各种形态锌均对大豆生长具有一定的影响。在施用锌肥的方法中叶面喷肥和种子包衣能显著增加大豆的产量和锌的有效性。

2.3 根瘤菌剂的应用

大豆与根瘤中的根瘤菌存在共生关系。大豆通过根瘤菌进行生物固氮,可以节约氮肥施用量,在减少生产成本的同时也降低了环境污染的风险。因此,接种根瘤菌的研究已经受到越来越多的关注。在马拉维的研究表明接种根瘤菌能够达到增加大豆产量的目的。在莫桑比克大豆是一种新的作物,研究表明,大豆品种、氮磷水平及是否接种根瘤菌对大豆结瘤、植株生长和籽粒产量具有显著的影响。施用磷肥(40 kg·hm⁻²)、氮肥(40 kg·hm⁻²)、接种根瘤菌均能促进植株生长,提高根瘤数量和籽粒产量。

(下转第 861 页)

- 852-859.)
- [3] 宫占元. 调节剂对不同芽位马铃薯苗建成及产量品质调控效应的研究[D]. 大庆:黑龙江八一农垦大学,2008. (Gong Z Y. Regulation of PGRs on the seedling of different buds, yield and quality of potato[D]. Daqing: Heilongjiang Bayi Agricultural University, 2008.)
 - [4] 黄卫东,张平,李文清. 6-BA 对葡萄果实生长及碳、氮同化物运输的影响[J]. 园艺学报,2002,29(4):303-306. (Huang W D, Zhang P, Li W Q. The effects of 6-BA on the fruit development and transportation of carbon and nitrogen assimilates in grape[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2002, 29(4): 303-306.)
 - [5] 于翠玲,李明. 6-BA 和 KT 对设施黄瓜幼苗生长的影响[J]. 内蒙古农业大学学报,2009,30(1):29-31. (Yu C L, Li M. Effect of 6-BA and KT on growing up of seedling of cucumber in greenhouse[J]. Journal of Inner Mongolia Agricultural University, 2009, 30(1): 29-31.)
 - [6] 廖永霞,康玉凡,王保民,等. 乙烯、6-BA 对大豆幼苗生长、生化成分及细胞组织结构的效应[J]. 大豆科学,2009,28(1):41-45. (Liao Y X, Kang Y F, Wang B M, et al. Effects of ethyl and 6-BA on growth, chemical composition and anatomical structure of soybean seedling[J]. Soybean Science, 2009, 28(1): 41-45.)
 - [7] 宋春艳,冯乃杰,郑殿峰,等. 植物生长调节剂对大豆叶片碳代谢相关生理指标的影响[J]. 干旱地区农业研究,2011,29(3):91-95. (Song C Y, Feng N J, Zheng D F, et al. Effects of plant growth regulators(PGRs) on carbon metabolism related indicators in soybean leaves[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2011, 29(3): 91-95.)
 - [8] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2001:128-129. (Zhang Z L. Experimental technology of plant physiology [M]. Beijing: Higher Education Press, 2001: 128-129.)
 - [9] 何钟佩. 农作物化学控制实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,1993:23-26. (He Z P. Experimental directions of crop chemical control[M]. Beijing: China Agriculture Press, 1993: 23-26.)
 - [10] 赵黎明,郑殿峰,杜吉到,等. 植物生长调节剂对大豆叶片同化物及内源激素代谢影响[J]. 大豆科学,2008,27(4):593-598. (Zhao L M, Zheng D F, Du J D, et al. Effects of plant growth regulators(PGRs) on metabolism of assimilation and endogenous hormone in soybean leaves[J]. Soybean Science, 2008, 27(4): 593-598.)
 - [11] 冯亚楠,李璨,冯乃杰,等. 不同植物生长调节剂浸种对大豆子叶碳代谢影响[J]. 大豆科学,2009,28(6):1016-1020. (Feng Y N, Li C, Feng N J, et al. Effects of seed soaking with plant growth regulators (PGRs) on the carbon metabolism of soybean seedling cotyledon [J]. Soybean Science, 2009, 28(6): 1016-1020.)
 - [12] 刘晓冰,李文雄. 春小麦籽粒灌浆过程中淀粉积累和蛋白质积累规律的初步研究[J]. 作物学报,1996,22(6):736-740. (Liu X B, Li W X. Preliminary studies on the accumulation of grain starch and protein during grain filling in wheat[J]. Acta Agronomica Sinica, 1996, 22(6): 736-740.)
 - [13] 王书丽,郭天财,王晨阳,等. 两种筋力型小麦叶、粒可溶性含量及与籽粒淀粉积累的关系[J]. 河南农业科学,2005,34(4):12-15. (Wang S L, Guo T C, Wang C Y, et al. Soluble sugar contents in leaf and grain in two gluten wheats and its relationship with grain starch accumulation[J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2005, 34(4): 12-15.)
 - [14] 曹国军,杜立平,李刚,等. 不同钾素营养水平对春玉米碳代谢的影响[J]. 玉米科学,2008,16(4):46-49. (Cao G J, Du L P, Li G, et al. Effects of different potassium level on carbon metabolism of spring maize[J]. Journal of Maize Sciences, 2008, 16(4): 46-49.)
 - [15] 郑殿峰,赵玖香,赵黎明. 植物生长调节剂对大豆光合作用和同化物分配的影响[J]. 西南农业学报,2008,21(5):1265-1269. (Zheng D F, Zhao J X, Zhao L M. Effect of plant growth regulator(PGRs) on photosynthesis and assimilate distribution of soybean[J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2008, 21(5): 1265-1269.)
 - [16] 张春娟. 植物生长调节剂对马铃薯生长发育及产品品质的影响[D]. 大庆:黑龙江八一农垦大学,2009. (Zhang C J. Effect of plant growth substances on the growth, yield and quality of potato[D]. Daqing: Heilongjiang Bayi Agricultural University, 2009.)
 - [17] 罗兴录. 不同植物生长调节剂对木薯生长发育和淀粉积累影响的研究[J]. 中国农学通报,2002,18(3):30-33. (Luo X L. Studies on the effects of different plant growth regulators on the growth and starch accumulation of cassava[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2002, 18(3): 30-33.)
 - [18] 李成军. 新型植物生长调节剂 HHPS-1 和 HHPS-2 对马铃薯产量及品质影响的研究[J]. 中国马铃薯,2007,21(3):160-161. (Li C J. Study on the effects of yield and quality of potato with the new plant growth regulators HHPS-1 and HHPS-2[J]. Chinese Potato Journal, 2007, 21(3): 160-161.)

(上接第 853 页)

大豆根瘤的存活时间很短,只有 11~13 周。随着根瘤的老化,固氮能力迅速下降,并在大豆鼓粒初期时完全停止。根瘤老化和环境胁迫引起早期固氮能力下降,导致供给大豆植株的氮量减少,并直接对大豆籽粒产量和品质产生影响。半胱氨酸蛋白酶和它的抑制剂(胱蛋白)在植物生长发育过程中具有重要的作用,根瘤老化和环境胁迫引起大豆根瘤中的蛋白酶活性增加,胱蛋白能够调节半胱氨酸蛋白酶的活性。南非比勒陀利亚大学的学者研究表明,在干旱胁迫下,根瘤中至少有一种胱蛋白含量被上调。大豆基因组包含 52 个公认的半胱氨酸蛋白酶和 19 个胱蛋白序列,但其在大豆根瘤发育和衰老中的作用却不清楚。近期的研究重点就是辨别胁迫引

起根瘤老化过程中关键蛋白酶的表达,以及在引起老化过程中抗胁迫蛋白的表达。

3 小 结

恰当的栽培措施和肥料施用是稳定和提高大豆产量与品质的重要因素。一直以来研究者们对氮、磷、钾肥的合理配施,叶面肥、硫和锌等微肥的施用开展了大量的研究。但是纵观此次世界大豆会的报告发现,在大豆参与下的轮作对土壤环境、大豆产量、玉米产量和经济效益的影响得到了广泛的关注。这也是国家大豆产业技术体系在稳定大豆种植面积、增加大豆产量和提高大豆生产效益等方面一直努力在做的工作。