

专题报告

发展我国大豆遗传改良事业 解决国内大豆供给问题

盖钧镒

(南京农业大学国家大豆改良中心, 南京 210095)

[摘要] 文章从近年我国大豆生产状况及进口大豆增长速率提出我国面临的大豆供给问题, 从大豆在国人营 养的历史地位和现代加工利用地位论证了保障供给的必要性, 指出只有立足本国生产适当进口调济, 才能真正 保障供给。提出发展我国大豆生产的五方面措施, 并就发展我国大豆遗传改良这个最重要的技术方面, 提出了 建立并完善我国大豆育种研究体系; 围绕大豆遗传改良建设多学科相互交叉渗透的研究队伍和研究氛围; 对高 产材料与高产理想型的塑造、杂种种子生产与杂种优势利用、重要品质性状指标的突破等关键问题组织协同攻 关, 突破一点带动全面; 发展我国大豆基因组学研究, 促进大豆育种技术革新等4点建议。

[关键词] 大豆生产; 保障供给; 进口调控; 发展措施; 遗传改良

[中图分类号] S-339 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2003)05-0001-06

引言

国务院研究室一篇题为“调控大豆进口, 促进 生产发展”的文章引起了国家领导同志和有关职能 部门的重视, 提出了“主要立足国内解决大豆供给 问题”的方针。表1统计数字显示的我国近年大豆 生产、供给的基本情况和趋势为: 1) 我国大豆生 产的发展远远落后于世界大豆生产发展的步伐, 远 远落后于国内其他粮食作物发展的步伐。近50年 来大豆生产仅增长62%, 而其他粮食作物已增长

5倍以上。2) 我国大豆从原产国、最大的出口国 变为进口国、世界最大的进口国, 成为美国、巴 西、阿根廷大豆的主要国际市场。3) 我国大豆人 均生产量从1938年的23.4 kg下降为2000年的 10.8 kg, 加上进口量, 到2001年人均占有量才恢 复到接近早年的水平22.5 kg。4) 目前人均大豆 占有量的水平对满足人民需要来说还不够充足, 若 以30 kg/人为尺度, 则13亿人口应有 $4\,000 \times 10^4$ t 大豆的供给, 若以未来16亿人口计则应有 $5\,000 \times 10^4$ t 大豆的供给。

表1 我国近年大豆生产、进口及人均占有量的动态

Table 1 Recent soybean production, import and production per capita in China

项 目	1938	1952	1996	1997	1998	1999	2000	2001
世界生产量 / 10^4 t	1 060	1 900	13 061	14 441	16 002	15 619	16 248	18 250
我国生产量/ 10^4 t	940	950	1 323	1 474	1 515	1 390	1 410	1 541
进口量/ 10^4 t	0	0	111	296	320	432	1 042	1 394
我国合计/ 10^4 t	940	950	1 434	1 770	1 835	1 822	2 452	2 935
我国人均生产量 kg/人	23.4	19.2	11.0	12.3	12.6	11.6	10.8	10.8
我国人均占有量 kg/人	23.4	19.2	12.0	14.8	15.3	15.2	18.8	22.5

[收稿日期] 2002-08-28

[作者简介] 盖钧镒(1936-), 男, 江苏无锡市人, 中国工程院院士, 南京农业大学教授

面对国人的这种需求,是否应该努力保障?如何弥补巨大的供需缺口?发展本国生产还是依靠进口?如何从长期战略出发根本提高我国大豆生产?其中特别是如何发展我国大豆遗传改良事业?本文将就上述问题进行探讨,提出建议。

1 大豆在国人食品营养中的特殊地位决定了必须保障供给

1.1 大豆在国人食品营养中的历史地位

大豆 [*Glycine max* (L.) Merr.] 起源于我国,据李长年(1957)^[1]的查考,中国古典文献(经、史、子、集)记载,古代中国菽、粟在粮食作物构成中占有举足轻重的地位。“蕪之荏菽,荏菽旆旆”(《诗经》)、“圣人治天下,使有菽粟如水火”(《孟子》)、“菽粟不足,末生不禁,民必有饥饿之色”(《管子》)、“天子居明堂太庙,…食菽与鸡”(《周书》)、“君子啜菽饮水”(《荀子》)、“民之所食,大抵豆饭藿羹(指熬豆为饭,煮豆叶为羹)”(《战国策》)。所以中国古代大豆曾经是主食品,随着禾谷类作物的发展和豆加工、利用的发展,特别是汉代豆腐的发明,大豆转为副食品。中国大豆的传统利用和加工方法,包括 a. 豆腐、豆乳类制品; b. 酱及酱油类制品; c. 豆豉、腐乳等发酵食品; d. 直接食用,包括与粮食混合食用,毛豆、豆芽等东方传统的食品; e. 榨油,油脂食用,豆饼作饲料或肥料等。大豆为古代国人提供了多方面不可替代的生活必需品^[2]。

1.2 大豆的营养价值和在现代加工利用中的地位

大豆是具有重大营养保健价值的作物(表2、表3)。

1) 大豆是国人主要的植物蛋白营养来源作物,大豆蛋白含有全部人体必需的8种氨基酸,非常接近于理想蛋白的要求,优于其他作物,只是含硫氨基酸(蛋氨酸与胱氨酸)相对比重略低些,因此,汉代淮南王刘安发明的豆腐是中华民族的食品营养中基本的、经久不衰而且为国际推崇的蛋白食品。

2) 豆油是国人的主要优质油脂营养来源,不饱和脂肪酸,尤其亚油酸含量较高,有益于心血管系统(亚麻酸不饱度高,但易氧化使油变味)。

3) 大豆还是多种重要生物活性物质的原料作物,除卵磷脂外,近年医学和营养学界特别重视大豆异黄酮的保健功能研究。

鉴于豆腐类食品是国人的传统蛋白食品,连西方以肉食为主要蛋白质营养的国家都在大力推广豆腐,国人对豆腐的需求自然应该保证供给。豆油是国人喜爱的油脂,豆粕是我国动物生产必需的饲料,榨油与饲料一举两得当然也应该保证其供给。大豆蛋白质工业是新兴的加工工业可以分流对肉食的需要,大豆各种生物活性物质是新兴的保健品工业,这些新兴工业对大豆的需求正在发展,当然也应有充足的供给。近年一旦市场向国际开放,便有大量大豆进口,说明的确是人民的需要,必须保障其供给。

表2 大豆与其他食品的营养保健价值的比较

Table 2 The nutritional factors of soybeans in comparison with other food crops

营养成分	含量(干基%)					氨基酸(mg/g蛋白质)							
	蛋白质	脂肪	糖类	粗纤维	灰分	缬氨酸	异亮氨酸	赖氨酸	亮氨酸	蛋+胱氨酸	苯丙+酪氨酸	苏氨酸	色氨酸
大豆	43.6	20.8	25.1	5.6	4.8	47	48	73	72	21	78	38	9
大米	9.2	1.6	87.4	2.3	5.8	55	34	38	90	41		39	16
小麦粉	11.3	2.1	85.2	0.7	1.3	42	36	24	71	39		31	11
理想蛋白						50	40	55	70	35	60	40	10
脂肪酸组成	饱和脂肪酸					不饱和脂肪酸							
	4:0~10:0	月桂酸	豆蔻酸	棕榈酸	硬脂酸	油酸	亚油酸	亚麻酸					
大豆油		0.1	0.2	10.7	3.9	22.8	50.8	6.8					
菜油				3.9	1.9	64.1	18.7	9.2					
奶油	9.2	3.1	11.7	6.2	12.5	28.2	2.9	0.5					
橄榄油				13.7	2.5	71.1	10.0	0.6					

表3 大豆生物活性物质来源及作用

Table 3 Sources and roles of biologically active materials existed in soybeans

	原料	主要生物作用
大豆卵磷脂	制油下脚料	健脑、增智
大豆低聚糖	分离蛋白废液	改善胃肠功能、缓肠通便
大豆皂甙	豆粕	降脂、抗肿瘤、提高免疫力、抗病毒
大豆异黄酮	豆粕	降脂、心血管保健、抗肿瘤、预防骨质疏松
大豆膳食纤维	豆渣、豆皮	抗癌、促进肠蠕动
大豆活性肽	豆粕	降脂、降压、提高机体耐力
维生素 E	制油废液回收	抗氧化、抗不孕症、抗肿瘤

2 发展我国生产才能保障供给

2.1 发展生产保障供给的依据

保障我国大豆供给必须立足在发展我国大豆生产的基础上。依据如下:

1) 我国农村要求发展大豆生产, 因为我国农村人口多、经济水平低、大豆、豆腐及大豆食品将是农村价廉物美的优质蛋白主要来源。要保障农村的大豆供给, 必须发展当地大豆生产。

2) 我国农业要求发展大豆生产, 因为我国目前大豆面积约 $866.7 \times 10^4 \sim 1\,000 \times 10^4 \text{ hm}^2$ (1.3~1.5 亿亩), 大豆产业的毁灭将影响大豆产业的产业结构, 乃至全国的农业生产。实际上大豆由于根瘤固氮作用, 是生态农业、有机农业的重要作物。而且我国大豆为非转基因作物, 目前正值国际市场的抢手机会。

3) 若进口大豆作为调济供给的手段, 只有在发展我国大豆生产的基础上, 才可能保证进口大豆的低价、优质水平。

2.2 发展我国大豆生产的措施

1) 加大对大豆生产的支持力度, 鉴于我国“入世”后大豆不是关税配额管理的产品, 国家应以比支持其他粮食作物更大的力度来支持大豆生产, 包括 a. 在综合开发、农田水利建设上给予倾斜, 以改善生产条件, 提高单产; b. 东北等主产区继续实行大豆种植补贴, 适当提高补助标准, 使大豆的收益不低于其他粮食作物; c. 改善农业生产资料的供应, 减轻农民负担, 降低大豆成本, 提高大豆生产效率和效益。

2) 调整大豆生产布局, 按生态区建立优质大豆商品生产基地, 加快黄淮、南方地区大豆生产发展步伐, 防止混仓收贮, 减少长途运输, 保证就近供应油脂、蛋白质等加工工业的优质大豆原料。

3) 通过转基因大豆“贴标签”制度等控制大豆进口, 推动我国非转基因大豆出口, 从而促进本国大豆生产。

4) 根据北方一熟制春豆、北方二熟制夏豆、南方多熟制春、夏、秋豆的特点研究规模化大豆生产的优质、高产、低成本生产技术。目前国际最大产大豆国依次为美国、巴西、阿根廷、中国, 分别占世界总产 48.6%, 19.5%, 12.0% 和 8.7%, 单产依次为 $2\,353.5 \text{ kg/hm}^2$ 、 $2\,350.5 \text{ kg/hm}^2$ 、 $2\,353.5 \text{ kg/hm}^2$ 、 $1\,561.5 \text{ kg/hm}^2$, 中国的总产、单产均低于美、巴、阿三国。要发展大豆生产必须研究提高单位面积产量的技术。

5) 产量提高的关键是品种的遗传基础, 改进大豆生产技术必须首先发展大豆遗传改良研究。

3 发展我国大豆遗传改良事业

我国大豆遗传育种研究始于 20 世纪初, 1949 年前的工作非常浅薄, 新中国建立后资源征集和育种工作有所发展。得到国家的重视并确立全国性大豆研究计划是从“六五”开始的四期全国大豆育种攻关项目。18 年来, 优质育种方面, 主要以提高大豆脂肪及蛋白质产量为目标, 育成了油脂含量达 23% 及蛋白质含量达 47% 的商用品种。抗病虫育种方面, 育成了一批抗大豆花叶病毒、孢囊线虫、灰斑病的品种及一批抗上列 3 病及 2 虫 (豆秆蝇、食叶性害虫) 的品系和中间材料。“六五”到“九五”共育成大豆新品种 388 个。最具有突破性意义的进展除初步建成上述育种体系外, 主要是新疆达 $5\,956.2 \text{ kg/hm}^2$ 、东北达 $4\,923 \text{ kg/hm}^2$ 、黄淮海达 $4\,837.5 \text{ kg/hm}^2$ 和南方达 $3\,750 \text{ kg/hm}^2$ 的高产育种记录, 和创造并实现了质核互作不育系、保持系、恢复系三系配套^[3, 4]。

近 20 年大豆改良研究的进展是显著的, 但与国际大豆发展和我国需要相比是远远不够的。以下将就我国大豆遗传改良事业的发展提出一些看法和建议。

3.1 建立并完善我国大豆育种研究体系

品种选育是建筑在种质创新和育种理论、方法、技术 (统称育种基础研究) 基础上的。国外品

种选育工作 70%~80% 已转入种子公司, 而国家或州(省)的研究机构和高等院校更多地侧重在种质创新提供育种素材和有关的育种基础研究。我国目前种子公司一般只着重在种子经营, 未形成新品种选育体系, 因而所有三个层次的育种研究都集中在研究单位和高等院校。由于大部分力量均投在品种选育上, 种质创新与育种基础研究微乎其微, 因而中央、省、地研究机构的工作“上下一般粗”, 缺乏现代育种气息。为改变这种状况, 建议:

1) 鼓励发展具有自主育种体系的国营或私营种子公司, 逐步将主要的大豆品种选育、种子生产、种子销售纳入种子公司的渠道, 形成新的种子产业体系。同时进行大豆生产与加工企业的区域规划, 推动形成大豆产业带, 使种子产业与加工利用产业紧密配合。

2) 在中央和大豆主产省区设置的研究机构和高等院校建立种质创新和育种基础研究的计划。目前农业部已经建立了国家大豆改良中心和 6 个分中心, 承担有关种质创新和育种基础研究方面的工作, 其任务和人力资源有待进一步落实。

3) 围绕产量、品质、抗病虫、耐逆、生育期、育性等育种目标性状筛选有利基因资源, 揭示遗传机制, 通过基因聚合进行种质改良和创新, 为新品种选育提供新的改良亲本, 这应该列为常设课题。育种目标性状不断发展, 对资源的鉴定筛选不断有新内容。我国作为大豆资源大国的地位, 一度反而束缚了广泛利用世界资源服务于中国育种思路的开拓, 今后应将利用世界资源纳入我国种质研究的范畴。

4) 建立全国大豆育种专家委员会, 赋予一定的责任以筹划、落实全国大豆育种研究体系的建设和分工。对大豆育种中的种质创新和育种基础研究, 可采取组织攻关队伍的形式, 它可以促成参研单位研究人员间的经常性交流和合作。“十五”废除了这种组织形式, 建议予以恢复、改进。

3.2 围绕大豆遗传改良建设多学科相互交叉渗透的研究队伍和研究氛围

目前大豆遗传育种在地市级研究机构以上和高等学校的专业人员全国只有约 200 人, 主要从事品种选育兼从事种子销售。20 世纪 80 年代还有若干病理、昆虫、生理、生态、气象等方面的专家相配合, 后来一些老年专家退休后, 后继缺钱缺人。现代育种要求采用多种相关学科的先进理论与技术,

但我国大豆育种实际状况缺乏这种学科间的相互交叉和渗透, 这便难以实现现代抗病育种、抗虫育种、生理营养育种, 难以实现育种突破。基于此, 建议从速采取举措, 围绕大豆遗传改良促成建设起一支育种、资源、遗传、病、虫、生理乃至农业机械相互配合, 交叉渗透的研究队伍, 形成一种学科交叉渗透的研究氛围。这种举措可以通过各级科研部门立题资助的导向来实现。

3.3 选定重点内容, 组织协同攻关, 突破一点带动全面

大豆生产最关键的问题是产量和品质, 因此建议先就以下三方面的内容组织重点攻关:

3.3.1 突破性高产材料的选育与高产理想型的塑造 “八五”设定的突破性高产指标东北 4 875 kg/hm²、黄淮海 4 500 kg/hm²、南方 3 750 kg/hm²、西北有灌溉条件的旱区 5 625 kg/hm², 经 10 年努力四个区域指标个别年份、地点虽均已实现, 但未见重现, 因此突破性高产材料的进一步要求应是在相同地点条件下稳定地重现, 同时还须考虑利用各种特异株型性状的搭配以创造革新的株型。在此基础上才能研究高产的田间群体组成、不同时期的形态生理生化特点、动态的产量发展过程等, 从而建立高产理想型的形态生理生化模型, 进一步揭示高产的遗传组成。这项研究需组织育种、栽培、生理生化、生物技术等多方面人员协同攻关。

3.3.2 杂种种子生产与杂种优势利用 迄今已有 4 个单位育成一批质核互作雄性不育系、保持系和恢复系, 3 个单位筛选得光、温敏雄性不育材料。目前的障碍是质核互作不育系的繁殖系数和各类不育系的异交结实率均太低, 形成不了生产力。虽然已经进行了多种昆虫传粉授粉技术的研究, 但还达不到商用要求。一旦这个难关能够解决, 便可将已测定的优势组合转育成三系, 付之生产应用。为此, 应该组织育种、遗传、资源、昆虫、生物技术等多方面人员, 就开花授粉特性的遗传改良, 昆虫传粉的技术、特异资源的发掘利用、优势组合的筛选转育、新型不育材料的发掘以及遗传转化等多方面进行探索、研究。

3.3.3 主要品质性状指标的突破 从今后大豆加工利用和食品工业需要出发, 希望能在表 4 所列性状的种质创新上突破, 创造出自然变异中并不存在的新种质。

3.4 发展我国大豆基因组学研究, 促进大豆育种

技术革新

2000年1月美国大豆联合委员会发布了大豆基因组白皮书^[5], 启动了一项大豆基因组研究计划。他们认为大豆改良的关键在于新的科学发展并由之产生技术上的革新; 由一项科学发现到生产者应用新的技术至少有5~10年的时间差, 抓住了基因组研究便抓住了未来大豆育种技术革新的核心。这不仅可促进利用来源更为广泛的基因资源, 而且

具有大规模与高速度的特点, 从而使大豆育种产生飞跃。我国科技管理部门已经零星设置了一些与大豆基因组研究有关的项目和课题, 但尚缺少一个专门组织和一个系统完整的计划, 这是我国与国外差距的主要所在。中国科学院遗传研究所、南京农业大学国家大豆改良中心已联合国内有关专家, 向科技部提出了一项大豆基因组学的项目建议书, 第一阶段主要内容如下:

表4 大豆品质创新有待突破的性状和指标

Table 4 The quality traits and targets suggested for breakthrough in soybean germplasm enhancement

性 状	种质资源中已有最高含量	创新指标
油脂、蛋白质含量	23%, 52%	24%~25%, 54%~55%
油酸亚油酸含量、亚麻酸含量	83%, 4.5%	90%~92%, 1.5%~2%
硫氨基酸含量及其中甲硫氨基酸含量	2.8%, 1.6%	4.0%~4.2%, 2.4%~2.6%
11S/7S 比值	2.59	3.0~3.5
异黄酮含量/ $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$	5	6~8

1) 研制一批用于构建大豆遗传图谱、标记主基因和 QTLs 的分子标记, 包括简单序列重复 (SSR) 和单核苷酸多态性标记 (SNP) 等。

2) 构建包含我国大豆主要育种目标性状多态性的多种 RIL 作图群体, 从而构建包含国际、国内已有遗传图谱信息, 使标记间平均距离小于 1 cM 的大豆基因组公共图谱。

3) 发掘大豆产量、品质、抗病虫、耐逆、生育期、育性等重要育种目标性状的优异基因资源载体, 研究其遗传体系, 对有关主基因或 QTLs 进行分子标记及基因定位。将所获分子标记和定位信息用于进行标记辅助选择及基因积聚, 创造具有多种优良性状的优异种质。

4) 创造大豆重要性状 (形态、农艺、品质、抗性等) 突变体, 建立突变体库, 为基因的标记、定位、克隆提供新材料。

5) 建立改良的转基因技术体系, 为育种目标基因的转化及转入基因的功能与表达研究奠定基础。主要内容有: a. 高效转基因体系的确立; b. 转基因质粒中启动子、选择性标记及基因编码终止子的优化设计; c. 转基因片断的精细插入, 包括特定位置插入、单拷贝插入技术等。

6) 克隆重要农艺性状相关基因或主效基因, 获得有自主知识产权的基因, 并运用转基因技术鉴定基因的功能; 对重要基因进行等位基因序列特征

研究, 以便于提高克隆和转基因的效率。

7) 大豆 EST 的测定, 累积不少于 12 万个 EST 的信息, 从而构建大豆转录图谱, 为全基因组分析打好基础。

8) 进行大豆基因组有关的生物信息学研究, 包括建立大豆作图群体检验与调整的软件体系, 遗传图谱构建、基因定位以及图谱综合方法软件的比较与改进, 建立大豆基因组数据库并与国际大豆基因组数据库接轨, 根据已测定的 EST 和所构建的转录图谱与拟南芥、截叶苜蓿和其他植物的基因组序列相对照, 进行比较基因组研究和基因排列顺序的比较研究等。

参考文献

- [1] 李长年主编. 豆类[M]. 北京: 农业出版社, 1957
- [2] Gai J Y, Guo W T. History of maodou production in China [A]. Lumpkin T A, Shanmugasundaram (compilers). Second International Vegetable Soybean Conference [C], Washington State University, Pullman, WA. USA, 2001
- [3] 盖钧镒. 我国大豆遗传改良和种质研究[A]. 中国科学技术前沿 5[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002
- [4] Palmer R G, Gai J Y, Sun H. Production and evaluation of hybrid soybean [A]. 264~307. Jules Janick (ed.). Plant Breeding Reviews[M], Vol. 21. New York: John Wiley & Sons. Inc, 2001

[5] Anonym. Soybean genomics—White Paper. United

Soybean Board Production Committee, USA, 2000

Expanding and Enhancing the Research Allocation on Soybean Breeding and Genetics for the Establishment of Market Supply Based on Domestic Production

Gai Junyi

(Chinese National Center for Soybean Improvement, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

[Abstract] The serious soybean supply problem was called for attention according to an analysis of current soybean production in China and growing import from outside world. It was pointed out that for ensuring soybean supply, the only way is to keep basically self-sufficiency with some reasonable amount of supplement from import as soybean has been being the most important nutrition source in the long Chinese history and has taken the unsubstitutional position in modern food processing industry. Based on the above facts, five facets of suggestions and measures for developing domestic soybean production were raised. Furthermore, on expanding and enhancing the most important and powerful technological aspect, soybean breeding and genetics, four suggestions were put forward for the related authority's reference. They are: (1) to further establish and improve the soybean cultivar development and breeding research systems; (2) to further establish and optimize the soybean research team with multiple discipline interaction and research atmosphere; (3) to organize some breakthrough programs with multiple disciplinary cooperation, such as those in high yield ideal type establishment, hybrid soybean production and utilization of heterosis, and creation of specific quality trait mutants; and (4) to establish an advanced soybean genomic study program for future improvement of breeding technologies.

[Key words] soybean production; supply security; import control; management for development; genetic improvement

中国工程科学 2003 年第 5 卷第 6 期要目预告

三峡工程的决策和实践	陆佑楣	接触冲刷发展过程模拟研究	陈建生等
中国新一代多普勒天气雷达网的建设与 技术应用	许小峰	创造性思维的应用实例及其启示作用	黎 强
新一代煤化工和洁净煤技术利用现状 分析与对策建议	谢克昌	基于知识的卫星故障诊断与预测方法	杨天社等
区域地质调查现代化与加强深部调查	赵文津	处理我国高浓度工业废水的工艺 技术研究	孙珮石等
中国红树林湿地与生态工程的几个问题	林 鹏	开放的深井开采复杂巨系统中岩爆灾害 研究方法	贾明涛等
用经典力学计算氢分子的键长键能及力常数	陈 景	大型水电工程土石方调配系统分析及其 优化调配模型	曹生荣等
薄膜润滑径向轴承特性分析	曲庆文等	大气悬浮颗粒 PM10 对感烟火灾探测器本底 效应研究	谢启源等
基于知识库的知识发现(KDK)的结构模型 与挖掘算法研究	杨炳儒等	数据包络分析法(DEA)的研究与 应用	李美娟等