

# 大豆产量改良中生物量、收获指数的研究及展望<sup>\*</sup>

崔世友<sup>1, 2</sup> 喻德跃<sup>1</sup>

(1. 南京农业大学国家大豆改良中心, 南京 210095; 2 江苏沿江地区农科所, 南通 226541)

**摘要** 生物量和收获指数是作物产量品种改良中的重要性状, 本文对大豆生物量、收获指数以及生物量密切相关的光合性状(光合速率、叶面积和光合时间)的研究现状作了综述, 并对应用分子标记技术研究生物量和收获指数的前景作了展望。

**关键词** 大豆; 生物量; 收获指数; 分子标记

中图分类号 S 565. 109. 1 文献标识码 A 文章编号 1000—9841(2006)01—0067—06

大豆产量是在一定的环境条件下植物一系列生理过程间复杂的相互作用的结果。生物量的积累依赖于光合作用提供满足植物生长所需的碳、氮的同化是大豆生产的一个最重要限制因素, 因为与其它作物相比大豆种子蛋白质含量较高。另一个重要因素是籽粒灌浆前植株所积累的生物量和叶面积指数(LAI)(Salado—Navarro 等, 1986a, b)。同化物分配到种子的过程也是产量的一个主要决定因素(Hume 等, 1989)。最后, 籽粒产量还与这些同时发生的生理过程的时间和期间有关。本文在对大豆生

物量和收获指数两大性状的研究综述的基础上, 对未来研究作了初步展望。

## 1 生物量、收获指数与产量及其构成因素的关系

### 1. 1 大豆的生物量积累与产量及产量构成因素的关系

较多的研究表明大豆生物量与其产量间存在较

表 1 大豆产量与生物量的相关

Table 1 Relationship between seed yield and biomass in soybean

相关系数 Correlation coefficient	备注 Notes	资料 References	相关系数 Correlation coefficient	备注 Notes	资料 References
0.95 * *	1983 年	顾文祥, 1984	0.72 * *	35 个小粒种	Bhardwaj 等, 1990
0.95 * *	1984 年	顾文祥, 1984	0.89 * *	20 个大粒种	Bhardwaj 等, 1990
0.54—0.97		赵福林等, 1984	0.79 * *	16 个品种	冯其虎等, 1991
0.95 * *		张恒善等, 1985	0.97		赵福林, 1994
0.43 * *	86 个地方种	游明安, 1989	0.905 * *	12 年资料平均	马占峰等, 1995
0.20	61 个地方种	游明安, 1989	0.31	10 个品种	Mehetre 等, 1996
0.43 * *	59 个品系	游明安, 1989	0.40	14 个品种	Morrison 等, 1999
0.75 * *	12 个推广品种	游明安, 1989	0.56—0.84 * *	3 个品种	李远明等, 1999
0.89 * *	28 个品种	Faluyi, 1990	0.66 * —0.90 * *	3 个品种 §	李远明等, 1999

为显著的正相关(表 1), 其中马占峰等(1995)在大垄栽培方式和肥水不高的条件下, 对大豆籽粒产量与

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2005—03—02  
基金项目: 国家自然科学基金重大项目(30490250)、国家“973”项目(2004CB7206)、江苏省自然科学基金(BK2004045)  
作者简介: 崔世友(1964—), 男, 在读博士生, 副研究员, 主要从事分子遗传与作物改良研究, E—mail: cuisy198@yahoo. com  
通讯作者: 喻德跃, dyyu@njau. edu. cn

生物产量间的关系进行了长期的研究,包括 1973 ~ 1982 间连续 10 年以及 1993 ~ 1994 年 2 年的资料,兼有不同的种植方式、材料性质及样本容量等情况,结果均表明大豆籽粒产量与生物产量间存在极显著的正相关。顾文祥(1984)研究表明生物量与产量构成因素间的相关,但是年份间结果有差异,1983 年与单株荚、粒数间存在极显著正相关,而 1984 年则与百粒重间存在极显著正相关。

1.2 收获指数与大豆产量及产量构成因素的关系

生物量在植株各部分中的分配: Mehetre 等(1996)利用 41 个品种测定了生物量在籽粒、荚壳、茎、叶和根中的分配比例,结果见表,在此基础上提出了生物量的优化分配模式:籽粒、荚壳、茎、叶和根中生物量按 30%、10%、25%、25%和 10%的比例分配。

表 2 大豆产量与收获指数的相关

Table 2 Relationship between seed yield and harvest index in soybean

相关系数 Correlation coefficient	资料 References	相关系数 Correlation coefficient	资料 References
0.21	顾文祥, 1984	0.26 *	Bhardwaj 等, 1990
0.09		0.36 **	
0.74 **	赵福林等, 1984	0.54 **	刘晓洁等, 1990
0.87 **		0.985 **	冯其虎等, 1991
-0.35		0.68	Mehetre 等, 1996
0.86 **	张恒善等, 1985	0.59 *	Morrison 等, 1999
		0.65 * - 0.89 **	李远明等, 1999

较多的研究表明大豆收获指数与产量存在中等强度的正相关, 尽管也存在弱相关甚至负相关的试验结果(表 2), 因此在大豆产量改良中应加强收获指数这一综合性状的选择。大豆收获指数与产量构成因素的相关中, 与单株荚、粒数、每荚粒数存在正相

表 3 大豆收获指数与生物量间的相关

Table 3 Relationship between harvest index and biomass in soybean

相关系数 Correlation coefficient	备注 Notes	资料 References	相关系数 Correlation coefficient	备注 Notes	资料 References
-0.85		张国栋, 1981	0.27	12 个推广品种	游明安, 1989
-0.96 **	10 个高产品种	Dong Zuan 等, 1984	-0.44 **	35 个小粒种	Bhardwaj 等, 1990
-0.49	86 个地方种	游明安等, 1988	-0.07	20 个大粒种	Bhardwaj 等, 1990
-0.12	61 个地方种	游明安, 1989	-0.505	14 个品种	Morrison 等, 1999
-0.05	59 个品系	游明安, 1989	-0.41 **		刘晓洁等, 1990

2 生物量和收获指数的遗传研究

2.1 生物量和收获指数基因型间的差异

关(顾文祥, 1984; 游明安, 1989; 刘晓洁等, 1990; Bhardwaj 等, 1991), 而与粒重则正、负相关均存在(顾文祥, 1984; 杨光宇等, 1985; 游明安, 1989)。另有研究表明收获指数与种子油分、蛋白质含量间没有显著的相关(Bhardwaj 等, 1991), 这表明在不影响油分、蛋白质含量的同时可获得较高的 HI。

1.3 大豆品种产量改良中生物量和收获指数的变化

Morrison 等(1999)研究了加拿大 1934 ~ 1992 年有代表性的 14 个品种, 结果发现产量每年提高 0.5%, 而总干物质重却没有随年份而出现一致的变化, 增产主要来自 HI 的提高, 每年增加 0.47%。Karmakar 和 Bhatnagar(1996)报道 1969 ~ 1993 年印度大豆改良中(年增产 1.2%, 即 22kg/hm<sup>2</sup>), 第一轮改良产量和 HI 均较传统品种增加 4 倍, 而在第二轮中产量较第一轮增产 19%, HI 相应提高 16%。我国大豆品种产量改良中同样以 HI 的贡献大于生物量的贡献(Cui & Yu, 2005)。其实这一现象早就在小麦(Austin 等, 1980)、花生(Duncan 等, 1978)、大麦和大豆(Donald 等, 1976)等作物中被发现, Gifford 等(1984)在归纳这一共性后认为应将 HI 作为一个特定的育种选择指标而加以关注。

1.4 收获指数与生物量间的关系

一般认为收获指数与生物量间存在负相关, 表 3 表明在一些试验中大豆收获指数与生物量间仅存在微弱的负相关, 甚至弱的正相关, 这与试验取材有很大关系。由于两者间存在负相关, 则在一个选择群体中产量与收获指数或生物量间为曲线的关系, 存在一个适宜的选择点或区间, 不可一味追求不切实际的高, 以促进产量的同步改良。

Falugi(1990)研究了 28 个不同熟期的大豆品种基因型, 早、中、晚熟品种的单株生物量分别为 21.3、30.2 和 44.0g, 收获指数分别为 0.375、0.362 和

0.321。Dong zuan 等(1984)、吴晓春(1989)和 Bhardwaj 等(1990, 1991)的研究均表明基因型间收获指数的差异低于生物量的差异。

2.2 生物量和收获指数的遗传率

收获指数是一种遗传性状, 已为育种家所公认, 但有多少基因参与, 目前还不太清楚(胡兆华, 1994)。有关大豆生物量和收获指数遗传率的研究报道较少, 顾文祥(1984)在其硕士论文中测算的大豆生物量和收获指数的广义遗传力分别为 0.871 和 0.789。张桂茹等(1992)研究认为大豆表观收获指数属于数量性状遗传, 无母体效应, 广义遗传力为 0.355~0.581, 平均 0.462。

3 与生物量有关的光合性状

3.1 光合速率

光合速率与产量的关系: 作物生长依赖于光合作用, 大豆育种家和生理学家长期以来一直致力于通过提高光合速率的途径来提高产量。早期的研究主要集中在单叶光合作用上, 大量研究表明该性状存在品种间差异(Morrison 等, 1999), 但是没有观察到与干物质生产和籽粒产量间的密切关系(Shibles 等, 1987)。后来更多的注意力便集中在研究冠层光合作用, 观察到基因型间存在差异(Wells 等, 1982), 并与产量间存在正相关(Peet 和 Kramer, 1980; Harrison 等, 1981; Wells 等, 1982; Boerma 和 Ashley, 1982, 1988; Ashley 和 Boerma, 1989; Baker 等, 1989), 很明显 CP 是一个综合参数, 可更为精确地反映作物的总体同化能力。当 CP 在整个生长期积分时与产量高度相关( $r=0.86$ )(Christy 和 Porter, 1982)。

表 4 大豆光合速率与产量的关系

Table 4 Relationship between photosynthetic rate and yield in soybean

相关系数 Correlation coefficient	资料 Notes	相关系数 Correlation coefficient	资料 Notes
0.84—0.94	Schulze, 1978	0.574 **	Morrison 等, 1999
0.545 **	Harrison 等, 1981	0.869	张贤泽等, 1986
0.64 **	Wells 等, 1982	0.929	张贤泽等, 1986
0.86	Chisty 和 Porter, 1982	0.88	邹冬生等, 1990
0.63 *	Boerma 等, 1988	0.796 **	杜维广等, 1999
0.53 **	Ashley 等, 1989	0.497 *	杜维广等, 1999

那么在实际的大豆产量改良中光合速率是否也

同样得到改良呢? Ojima(1972)报道日本高产大豆的育种和选择导致品种具有较大的叶片光合速率。Buttery 和 Buzzell(1972)测定了 30 年间加拿大育成和发放的 21 个品种, 结果表明产量和其它农艺性状的选择将导致较小的叶面积和较高的光合效率(净同化率)。Larson(1981)选择跨度 50 年的 7 个品种, 没有发现叶片光合速率与产量间存在明显的相关。Morrison 等(1999)的研究表明在加拿大随着大豆产量的改良, 光合速率也出现了同步的改良趋势, 每年增加 0.52%, 气孔导度每年增加 0.48%, 叶绿素 a+b 含量增加不显著。

光合速率的遗传: Ojima 和 Kawashima(1969)发现具有高的叶片光合速率的 F<sub>3</sub> 基因型常常来自具有高的叶片光合速率的 F<sub>2</sub> 基因型。Buttery 和 Buzzel(1972)在比较近期育成品种与其亲本时发现净同化率存在超亲分离, 该性状的遗传力为 0.55。Wiebold 等(1981)和 Secor 等(1982)指出叶片光合速率的选择在一个组合的高世代(F<sub>7</sub>)有效, 但在低世代(F<sub>2</sub> 和 F<sub>3</sub>)无效。Harrison 等(1981)研究认为 2 个组合冠层表观光合作用的遗传力分别为 0.41 和 0.65, 而其产量的遗传力仅为 0.28 和 0.14, 并发现该性状存在超亲分离现象, 表明通过间接选择高 CAP 品系而间接选择高产具有可能性。

光合速率的育种选择: 目前在大豆的实际育种中还没有通过有关光合作用性状的选择提高产量的报道。Ma 等(1995)研究了光合作用与叶片其它特性的关系, 结果表明叶片光合速率与用叶绿素计测定(非破坏性)的绿色度读数间存在显著的正相关( $r^2=0.642$ ), 因此可用于育种中鉴定大豆基因型。

3.2 叶面积

叶片是重要的光合器官, 叶面积是影响产量的主要生理指标, 叶面积大小可用叶面积指数(LAI)来衡量。从表 5 可以看出, LAI 与生物量间存在极显著的正相关, 而与 HI 间则为显著、极显著的负相关或弱的负相关, 与经济产量间存在中等程度的正相关或弱的负相关, 对叶面积的选择要适宜, 过高、过低均不理想。杜维广等(1999)指出无名 1 号的光合速率高于黑农 26, 而产量却低于黑农 26, 可能与前者为早熟品种, 叶面积小、光合势较低有关。盖钧镒等(1989)指出适当增加 LAI 是现阶段提高大豆产量的主要途径之一, 高产品种的 LAI 显著高于中产品种和低产品种。Morrison 等(1999)的研究表明在加拿大随着大豆产量的改良 LAI 显著减少, 每年减少 0.38%。

表 5 叶面积指数(LAI)与产量等性状的相关  
Table 5 Relationship between leaf area index and seed yield, biomass and harvest index

经济产量 Economical yield	生物量 Biomass	收获指数 Harvest index	备注 Notes	资料 References
0.36 * *		— 0.24 *	35 个小粒种	Bhardwaj 等, 1990
0.43 * *		— 0.24	20 个大粒种	Bhardwaj 等, 1990
0.256—0.795 * *	0.944 * *—0.996 * *		3 个品种	李远明等, 1999
— 0.211	0.756 * *	— 0.850 * *	14 个品种	Morrison 等, 1999

3.3 光合时间

在新、老大豆品种的比较研究中, Shiraiwa 和 Hashikawa(1995)、Kumudini 和 Hume(1999)先后得出了 SFP(籽粒灌浆期)同化物的供应与产量改良密切相关, 籽粒灌浆开始后新品种比老品种以更高的速率积累干物质。Shiraiwa 和 Hashikawa(1995)认为主要原因是老品种的光合势(leaf area duration, LAD)比新品种小, 从而在 SFP 后期同化物的供应下降。这说明大豆生长后期功能叶片的光合时间的改良显得比较重要, 目前的大豆品种在其生育后期叶片过早脱落是提高其产量潜力的一个限制因素。

4 展望

Willie Vogt(1999)报道在美国最高产的大豆品种其 HI 为 0.59, 老品种仅为 0.50, 并希望通过育种家的努力将 HI 提高到 0.65(此处 HI 应为表观 HI)。作者的初步研究结果也表明在我国大豆的遗传改良中 HI 对增产的贡献大于生物量(Cui & Yu, 2005)。

应用分子标记技术研究作物数量性状是近十年作物遗传育种研究中的一个新热点, 美国和中国的研究人员在大豆分子连锁图谱的构建, 农艺(株高、熟期、抗倒)、产量及其构成因素、品质(蛋白质、油分)、抗性(病、虫、逆)等性状的分子标记及辅助育种等方面均做了较多的研究。应该继续对与大豆品种改良密切相关的生物量和 HI 等性状开展分子标记, 从分子水平上研究这些性状, 以进一步挖掘大豆的高产潜力。

分子标记为生物量和 HI 的遗传研究提供了新手段。生物量和 HI 均为遗传性状, 但在大豆以及其它许多作物有关生物量和 HI 的遗传研究上, 基本上还属空白。目前分子标记应用于数量性状基因定位, 大大有助于生物量和 HI 的遗传研究。用传统的

方法无法鉴别出单个基因或染色体片断, 更难确定数量性状座位在染色体上的位置及其与其它基因的关系, 借助于遗传标记去追踪每一个染色体片断的传递, 不但可对数量性状座位所在的基因组进行一段一段地分析, 而且可直接测量过去所不能鉴别的各染色体区段效应。这样, 就可确定数量性状在染色体上的位置, 研究其单个效应及互作效应。本实验室利用两个重组自交系群体对大豆产量与生物量、收获指数以及其它产量相关性状进行定位和遗传剖析, 获得一些有意义的结果, 有关的研究将另文发表。

参 考 文 献

1 Ashley D A, H R Boerma. Canopy photosynthesis and its association with seed yield in advanced generations of a soybean cross [ J ]. Crop Sci., 1989, 29: 1042—1045  
2 Austin R. B., J. Bingham, R. D. Blackwell, et al. Genetic improvements in winter wheat yields since 1900 and associated physiological changes[ J ]. J. Agric. Sci. (Cambridge) 1980, 94: 675—689  
3 Babu R. Chandra, Bay D. Nguyen, Varapong Chamarek, et al. Genetic analysis of drought resistance in rice by molecular markers: Association between secondary traits and field performance [ J ]. Crop Sci., 2003, 43(4): 1457—1469  
4 Bhardwaj H L, A S Bhagsari. Harvest index and related characteristics of small and large seeded soybean genotypes[ J ]. Soybean Genet. Newsl., 1990, 17: 109—113  
5 Bhardwaj H L, A S Bhagsari. Soybean harvest index as related to yield, plant architecture and economic value[ J ]. Soybean Genet. Newsl., 1991, 18: 314—316  
6 Boerma H. R. D. A. Ashley. Canopy photosynthesis and seed fill duration in recently developed soybean cultivars and selected plant introductions[ J ]. Crop Sci., 1988, 28: 137—140  
7 Bruce Bugbee, Monje Oscar. The limits of crop productivity[ J ]. Bioscience, 1992, 42(7): 494—502  
8 Buttery D. A., Buzzell R. L. Some differences between soybean cultivars observed by growth analysis[ J ]. Can. J. Plant Sci. 1972, 52: 13—20  
9 Charles Mann. Reseeding the green revolution[ J ]. Science, 1997,

- 277; 1038—1042
- 10 Cui SY, Yu DY. Estimates of relative contribution of biomass, harvest index and yield components to soybean yield improvements in China. *Plant Breeding*, 2005 (5): 473—476
  - 11 Dong Zuan, Qi Mingmei, Sun Zhuotao. A study of the physiological parameters for high-yielding soybean plants[ C]. *Proceedings of the Second U. S. — China soybean Symposium*, 1984, 77—86
  - 12 Donald C. M. In search of yield[ J]. *J. Aust. Sci* 1962 (28): 171—178
  - 13 Faluyi M. A. Implications of selecting improved strains of soybeans for dry matter accumulation and grain yield[ J]. *Euphytica*, 1990, 50: 197—201
  - 14 Frederick J. R., J. D. Hesketh. Genetic improvement in soybean; Physiological attributes[ C]. P. 237—286. In G. A. Slafer (ed.) *Genetic improvement of field crops*. 1994, Marcel Dekker, New York.
  - 15 Harrison S. A., H. R. Boerma, D. A. Ashley. Heritability of canopy-apparent photosynthesis and its relationship to seed yield in soybeans. *Crop Sci.*, 1981, 2: 222—226
  - 16 Hume D. J., Feindel D. E., Winter J. P., et al. Assimilation partitioning in soybean[ C]. *World Soybean Research Conference IV. Proceedings*. Buenos Aires, Argentina, 1996, 177—182
  - 17 Gepts P. Development of an integrated genetic linkage map in common bean (*phaseolus vulgaris* L.) and its use[ C]. In *Bean Breeding for 21<sup>st</sup> century*. Ed. S. Singh, 1999, 53—91, 389—400. Kluwer
  - 18 Gifford Roger M., J. H. Thorne, W. D. Hitz et al. Crop productivity and photoassimilate partitioning[ J]. *Science*, 1984, 225: 801—808
  - 19 Karmakar P G, P S Bhatnager. Genetic improvement of soybean varieties released in India from 1969 to 1993 [ J]. *Euphytica*, 1996, 90: 95—103
  - 20 Larson E. M., J. D. Hesketh, J. T. Wooley, et al. Seasonal variation in apparent photosynthesis among plant stands of different soybean cultivars[ J]. *Photosynth. Res.* 1981, (2): 3—20
  - 21 Ma B. L., M. J. Morrison, H. D. Voldeng. Leaf greenness and photosynthetic rates in soybean[ J]. *Crop Sci.*, 1995, 35: 1411—1414
  - 22 Mehetre S. S., B. M. Jamadagni. Biomass partitioning and growth characters in relation to plant architecture in soybean[ J]. *Soybean Genet. Newsl.*, 1996, 23: 92—97
  - 23 Morrison Malcolm J., Harvey D. Voldeng and Elroy R. Cober. Physiological changes from 58 years of genetic improvement of short-season soybean cultivars in Canada[ J]. *Agronomy Journal*, 1999, 91: 685—689
  - 24 Morrison Malcolm J., Harvey D. Voldeng, Elroy R. Cober. Agronomic changes from 58 years of genetic improvement of short-season soybean cultivars in Canada[ J]. *Agronomy Journal* 2000, 92: 780—784
  - 25 Ojima M., R. Kawashima. Studies on the seed production of soybean. VIII The ability of photosynthesis of F<sub>3</sub> lines having different photosynthesis in their F<sub>2</sub> generations[ J]. *Proc. Crop Sci. Soc. Jpn.* 1969, 39: 440—445
  - 26 Reynolds M. P., S. Rajaram, K. D. Sayre. Physiological and genetic changes of irrigated wheat in the post-green revolution period and approaches for meeting projected global demand[ J]. *Crop Sci.* 1999, 39: 1611—1621
  - 27 Slafer, G. A., F. H. Andrade, S. E. Feingold. Genetic improvement of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) in Argentina: Relationships between nitrogen and dry matter[ J]. *Euphytica*, 1990, 50: 63—71
  - 28 Slafer, G. A., F. H. Andrade. Changes in physiological attributes of the dry matter economy of bread wheat (*Triticum aestivum*) through genetic improvement of grain yield potential at different regions of the world. A review[ J]. *Euphytica*, 1991, 58: 37—49
  - 29 Spaeth S. C., H. C. Randall, T. R. Sinclair, et al. Stability of soybean harvest index[ J]. *Agronomy Journal*, 1984, 76: 483—486
  - 30 Spaeth S. C., T. R. Sinclair. Linear increase in soybean harvest index during seed-filling[ J]. *Agronomy Journal*, 1985, 77: 207—211
  - 31 Specht J. E., D. J. Hume, S. V. Kumudini. Soybean yield potential — A genetic and physiological perspective[ J]. *Crop Sci.*, 1999, 39: 1560—1570.
  - 32 Salado-Navarro L. R., Sinclair T. R., K. Hinson. Yield and reproductive growth of simulated and field-grown soybean. I Seed filling duration[ J]. *Crop Sci.*, 1986a, 26: 966—970
  - 33 Salado-Navarro L. R., Sinclair T. R., K. Hinson. Yield and reproductive growth of simulated and field-grown soybean. II Dry matter allocation and seed growth rate[ J]. *Crop Sci.*, 1986, 26: 971—975
  - 34 Salado Navarro L. R. Exploiting the physiological understanding of soybean yield[ C]. *World Soybean Research Conference V. Proceedings*. Bangkok, Thailand. 1994, 250—254
  - 35 Schulze L. L. Canopy Apparent photosynthesis of determinate soybean cultivars[ D]. Ph. D. Thesis. Univ. of Georgia. Congr. Card No. Mic. 79—01685 (Siss. Abstr. Int. 39: 3091—B), 1978
  - 36 Shibles R. M., Secor J., D. M. Ford. Carbon assimilation and metabolism[ M]. In J. R. Wilcox. (ed.) *Soybeans: Improvement, Production and uses*. *Agronomy Monographs* 16, 2<sup>nd</sup> ed. ASA, CSSA, SSSA. Madison, WI 1987, 535—588
  - 37 Sinclair T. R. Historical changes in harvest index and crop nitrogen accumulation[ J]. *Crop Sci.*, 1998, 38: 638—643
  - 38 Sinclair T. R. and T. Horie. Leaf nitrogen, photosynthesis and crop radiation use efficiency: A review[ J]. *Crop Sci.*, 1989, 29: 90—98
  - 39 Wells R., L. L. Schulze, D. A. Ashley, et al. Cultivar differences in canopy apparent photosynthesis and their relationship to seed yield in soybeans[ J]. *Crop Sci.*, 1982, 22: 886—890
  - 40 Willie Vogt. Unlocking soybean yield secrets[ J]. *Wallaces Farmer*, 1999, 124(9): 14—15
  - 41 马占峰, 赵淑文, 杨琪, 等. 生物产量—大豆高产育种的物质基础[ J]. *东北农业大学学报*, 1995, 26(2): 125—130

42 李远明, 刘丽君, 祖伟, 等. 不同基因型大豆品种干物质积累与产量形成的关系[ J]. 东北农业大学学报, 1999, 30(4): 324—328

43 李跃建, 宋荷仙, 朱华忠. 小麦收获指数、生物产量和籽粒产量的稳定性分析[ J]. 西南农业学报 1998, 1(1): 25—30

44 伏军. 水稻收获指数的形成与遗传改良[ J]. 作物研究, 1997, (2): 1—3

45 杜维广. 大豆品种(系)间光合活性的差异及其与产量的关系[ J]. 作物学报, 1982, 8(2): 131—136

46 杜维广, 张桂茹, 满为群, 等. 大豆光合作用与产量关系的研究[ J]. 大豆科学, 1999, 18(2): 154—159

47 邹冬生, 郑丕尧. 大豆叶片光合、蒸腾等生理特性的品种间比较研究[ J]. 大豆科学, 1990, 9(1): 25—32

48 杨光宇. 大豆品种主要数量性状的相关和通径分析[ J]. 吉林农业科学, 1985, (1): 7—10

49 张贤泽, 马占蜂, 赵淑文, 等. 大豆不同品种光合速率与产量关系的研究[ J]. 作物学报, 1986, 12(1): 43—48

50 张桂茹, 杜维广, 栾晓燕, 等. 大豆转化系数的研究Ⅱ大豆杂交后代收获指数和粒茎比的遗传研究[ J]. 大豆科学, 1992, 11(4): 299—307

51 胡兆华. 稻米细胞遗传与育种[ M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1994. 62—63.

52 顾文祥. 江淮下游地区大豆地方品种几个生理性状遗传变异的初步研究[ D]. 硕士学位论文, 南京农业大学图书馆, 1984

PROGRESS AND PROSPECT OF RESEARCH ON BIOMASS AND  
HARVEST INDEX IN SOYBEAN ( *Glycine max* (L.) Merr. )

Cui Shiyou Yu Deyue

(1. *National Center for Soybean Improvement, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095;*  
2. *Jiangsu Yanjiang Institute of Agricultural Science, Nantong, 226541*)

**Abstract** Biomass and harvest index were important traits for crop improvement. The current literatures of investigations on biomass, harvest index and related photosynthetic character (photosynthetic rate, leaf area and photosynthetic time) in soybean were reviewed in this paper. A pplication of molecular marker technique in biomass and harvest index study was also prospected.

**Key words** Soybean; Biomass; Harvest index; Photosynthetic character; Molecular marker