

大豆叶片净光合速率、转化酶活性 与籽粒产量的关系*

朱保葛 柏惠侠 张 艳 李社荣 陈修文**

(中国科学院遗传研究所, 北京 100101)

摘要 本文研究不同大豆品系(种)鼓粒期冠层叶片的净光合速率、转化酶活性与单株籽粒产量的关系。结果表明,不同大豆品系(种)的净光合速率、转化酶活性和籽粒产量均存在明显差异。大豆籽粒产量与叶片净光合速率之间呈显著正相关($r=0.5668^*$),而与叶片转化酶活性之间表现负相关,但不显著($r=-0.1733$)。本研究筛选出两个高光效高产大豆品系 9702 和 9208-5,它们的净光合速率比早熟 18 号高光效对照品种分别提高 11.29% 和 19.2%,籽粒产量分别提高 33.49% 和 26.25%。

关键词 大豆; 光合速率; 转化酶活性

大豆叶片的光合作用是其籽粒形成的物质基础,在形成作物产量的干物质中,90~95%的有机物来自叶片的光合作用^[2],因此研究大豆的光合作用对大豆高产育种十分重要。许多研究者^[3,5,7-10,13,14,16-19]认为,大豆不同品种、同一品种不同生育时期和植株不同叶层的净光合速率均存在明显差异,大豆鼓粒期上层叶片的净光合速率与籽粒产量之间存在(显著)正相关^[3,5,10,14,15,20-22],另一些研究者^[11,13,16,17]则认为不一定相关或相关不显著。上述研究大都采用田间开放式方法测定活体植株单叶光合速率,而通过室内密闭式气路系统研究大豆鼓粒期冠层离体叶片光合速率与籽粒产量之间的关系则少见报道。

蔗糖是大豆叶片光合作用的初产物之一,也是光合产物向籽实器官运输的主要形式^[6]。大豆叶片中转化酶(又称蔗糖酶)活性的高低将影响叶中蔗糖的含量及其输出与籽粒形成。有关大豆叶片转化酶活性与籽粒产量的关系的研究迄今未见文献报道。本研究的目的在于探明大豆鼓粒期冠层离体叶片的净光合速率、转化酶活性与单株籽粒产量之间的关系,并筛选高光效高产大豆育种材料。

1 材料与方法

1.1 大豆材料

* “九五”国家科技攻关项目(96-002-02-12-3)和中科院重大项目及特支项目(KZ951-A1-101, KZ95T-02-01)

** 协作人员

收稿日期 2000-06-19 Received on June 19, 2000

本试验所用的 15 个品系(种)均是本室培育的圆叶型大豆稳定材料,其中对照品种早熟 18 号是北京市夏播区试对照和生产上大面积推广的高光效大豆品种。试验材料种植在本所试验场网室内,每品系(种)播成 6 行区,行长 8m,行距 0.5m,株距 0.10~0.12m,肥水管理与一般生产大田相同。

从每材料小区中间两行随机选 5 株正常植株挂牌,作为测定光合速率和转化酶活性的取叶标记株,秋季收获其籽粒称重,取平均数分析。

1.2 方法

1.2.1 叶片净光合速率的测定

参照邹琦等^[6]提出的密闭式气路 CO_2 斜率法,略有改进。在大豆鼓粒期,连同叶柄剪下每材料的 5 个挂牌植株顶部倒数第二全展叶,编号后浸入盛有自来水的大口保温瓶内,带入室内立即转入盛有营养液的大烧杯中。将三出复叶中间叶片剪下 30cm^2 ($5\text{cm} \times 6\text{cm}$),放入密闭气路的叶室内(叶室温度 $27\sim 30^\circ\text{C}$, CO_2 浓度范围 $370\sim 410\text{ppm}$),在饱和光下利用“GXH-305”型 CO_2 分析仪进行测定,取每材料 5 个叶片测定值的平均数进行统计分析。

1.2.2 叶片转化酶活性的测定

鼓粒期每材料剪下 3 个挂牌植株顶部倒数第三全展叶三出复叶的中间叶片并标号,湿纱布包好放入装冰的冰壶内带回实验室立即称重和冰浴研磨,按何钟佩^[11]介绍的 3,5-二硝基水杨酸法测定转化酶活性,每材料测定 3 株,取平均值分析。

2 结果与分析

2.1 不同大豆材料的净光合速率、转化酶活性和单株籽粒产量

净光合速率:不同大豆品系(种)的叶片净光合速率存在明显差异,差异范围 $24.53\sim 52.84\text{mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ 。从表 1 看出,15 个参试品系(种)中,9208-5、9702 和 9124-2 的净光合速率(极)显著高于对照品种早熟 18 号(ck),分别增加 19.2%、11.29% 和 10.59%;而 9208-1、9202-7、9118、9202-6、9205-4 和 9206-1 的叶片净光合速率却(极)显著低于 ck,幅度 13.83%~44.66%。

转化酶活性:不同大豆品系(种)的叶片转化酶活性差异极显著(范围 $1.68\sim 11.23\text{mg} \cdot \text{g fw}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$)。9205-3 和 9202-7 的转化酶活性分别高达 11.23 和 $10.24\text{mg} \cdot \text{g fw}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$,高于 ck 极显著(增幅 88.11% 和 71.52%),9208-3 和 9205-4 显著高于 ck(增幅 33.17% 和 28.64%);而 9206-1、9208-1、9207-7 和 9124-1 的转化酶活性都在 $3.5\text{mg} \cdot \text{g fw}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ 以下,低于 ck 极显著(表 1)。

单株籽粒产量:9702 和 9208-5 的单株籽粒产量分别达到 31.22 和 29.1g,比 ck 增产极显著,增幅分别为 33.49% 和 26.25%;而 9206-1、9205-3 和 9202-7 比 ck 减产极显著,减幅为 27.85%~32.1%;9205-4 和 9202-6 比 ck 减产显著(表 1)。

2.2 大豆叶片净光合速率与籽粒产量的关系

相关分析表明,参试大豆品系(种)鼓粒期叶片的净光合速率与单株籽粒产量之间呈现显著正向相关关系($r=0.5668$),二者的相关趋势见图 1。净光合速率极显著高于 ck 的

表 1 不同大豆品系(种)净光合速率、转化酶活性及单株籽粒产量
Table 1 Net photosynthetic rate, invertase activity and seed weight
per plant of 15 soybean strains(variety)

品系(种) Strains(variety)	单株籽粒产量(g) Seed weight(g) per plant	净光合速率 Net photosynthetic rate (mg. CO ₂ . dm ⁻² . hr ⁻¹)	转化酶活性 Invertase activity (mg. g ⁻¹ fw ⁻¹ . hr ⁻¹)
9702	31.22 [*]	49.3 ^{***}	7.2
9208-5	29.1 ^{***}	52.84 ^{***}	4.91
9124-1	25.22	47.7	3.28 ^{***}
9124-2	25.17	48.99 [*]	5.44
9118	24.85	32.6 ^{***}	4.32
9208-3	24.05	41.99	7.95 [*]
9207-7	23.1	45.77	3.17 ^{***}
9208-1	21.97	24.53 ^{***}	2.4 ^{***}
9602	21.64	46.17	4.8
9205-4	20.58 ^{***}	36.87 ^{***}	7.68 [*]
9202-6	20.54 ^{***}	36.1 ^{***}	3.96
9202-7	16.63 ^{***}	28.95 ^{***}	10.24 ^{***}
9205-3	16.6 ^{***}	42.00	11.23 ^{***}
9206-1	15.65 ^{***}	38.2 ^{***}	1.68 ^{***}
早熟 18(ck)	23.05	44.33	5.97

注(note): *—显著高于ck; - *—显著低于ck; **—极显著高于ck; - **—极显著低于ck。
*—Increase remarkable over ck; - *—Decrease remarkable lower than ck。
**—Increase very remarkable over ck; - **—Decrease very remarkable lower than ck。

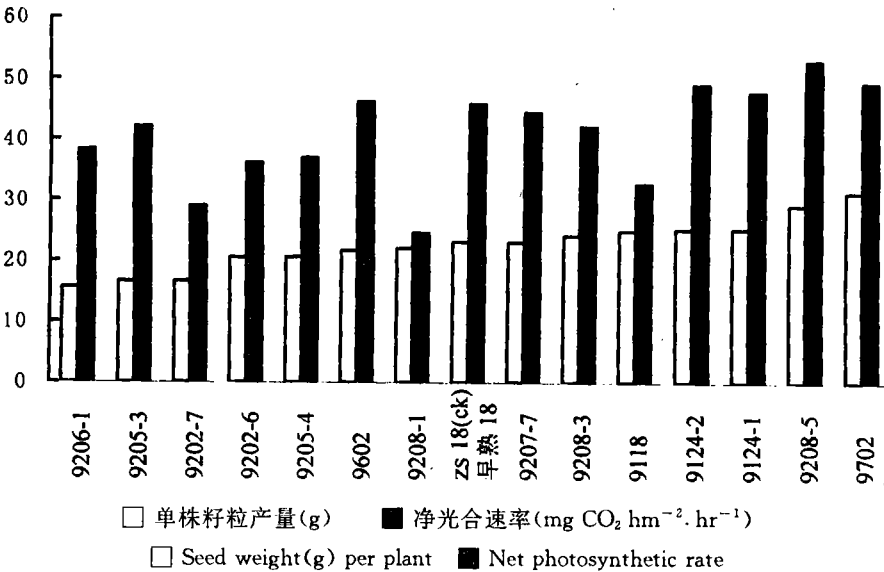


图 1 不同大豆品系(种)净光合速率与单株籽粒产量的关系

Fig. 1 Relationship between net photosynthetic rate and seed weight
per plant of 15 soybean strains(variety)

两个品系 9208-5 和 9702,它们的单株籽粒产量也比 ck 增加极显著,而净光合速率显著高于 ck 的 9124-2 较 ck 增产未达到显著水平。在净光合速率显著或极显著低于 ck 的六个品系中,9202-6、9205-4、9202-7 和 9206-1 比 ck 显著或极显著减产,而另两个品

系 9118 和 9208—1 例外(表 1 和图 1)。

2.3 大豆叶片转化酶活性与籽粒产量的关系

大豆参试材料的叶片转化酶活性与单株产量之间表现负相关,但不显著($r = -0.1733$)。15 个参试材料中,转化酶活性高于 ck 极显著的两个品系 9205—3 和 9202—7,其籽粒产量低于 ck 极显著(表 1),表现出典型的负相关关系。转化酶活性低于 ck 的 9124—1、9118、9124—2、9208—5 和 9207—7,它们的籽粒产量均高于 ck,表现出负相关趋势。但转化酶活性最低的 9206—1,其籽粒产量也最低,却表现出典型的正相关,该品系冠层叶片大而厚,使中下层叶片被遮光,光合作用减弱(显著低于 ck),导致其籽粒产量的降低。其转化酶活性最低的原因不明。

3 讨论

蔗糖是自叶片同化中向籽实器官运输的主要光合同化产物,而葡萄糖和果糖主要用于细胞壁和细胞内贮藏多糖及果聚糖的生物合成^[11],转化酶是细胞内将蔗糖不可逆地转化为葡萄糖和果糖的一种水解酶。因此该酶活性越高,大豆叶片中蔗糖含量和输出量就越少,也就越不利于籽粒的发育与形成,因而该酶活性与籽粒产量之间表现负相关。大豆叶中光合初产物主要是淀粉,这些产物“昼间合成积累,夜间降解输出”^[1,2,12]。在夜间降解过程中会使叶中蔗糖含量有所增加,此时的转化酶活性是否会比昼间高些,值得探索。本实验昼间测定大豆叶片转化酶活性对籽实形成的影响未达到显著程度,但不同大豆材料的转化酶活性差异明显,而且与籽粒产量之间表现负相关趋势。

与利用便携式 CO₂ 分析仪在田间开放式测定活体叶片光合速率的方法相比,本研究采用的离体叶片室内密闭式测定方法具有易控制测定条件(温度和 CO₂ 浓度等)、不受田间光照强度和风速影响等优点,只要注意取样有代表性(样品容量足够,设置重复)、尽量缩短取样与测定之间的时间以及避免所取样叶失水(注意补充水分和养分)等环节,测定的结果能够较真实反映供试材料叶片净光合速率的高低。用此生理指标结合单株籽粒产量分析(参考转化酶活性),并通过小区实收产量的验证,已经筛选出两个高光效高产大豆新品系 9702 和 9208—5,二者的鼓粒期叶片净光合速率和单株籽粒产量以及小区实收产量在所有参试材料中均居前两位,可进一步培育成高产大豆新品种。

参 考 文 献

- 1 沈允钢等,植物生理学通讯,1980,(2):37~41
- 2 夏淑芳等,植物生理学报,1981,7(2):135~141
- 3 杜维广、王育民等,作物学报,1982,8:131~135
- 4 娄成后、阎隆飞等,植物生理学,农业出版社,1983,147~148
- 5 张贤泽、马占峰等,作物学报,1986,12(1):44~48
- 6 邹琦等,山东农业科学,1986,(6)
- 7 杜维广、张桂如等,大豆科学,1988,7(1):52
- 8 许忠仁、张贤泽,大豆生理与生理育种,黑龙江科技出版社,1998,32~36

- 9 邹冬生、郑丕尧,大豆科学,1990,9(1):26~32
- 10 游明安、盖钧镒等,大豆育种应用基础和技术研究进展,盖钧镒主编,江苏科技出版社,1990,36~42
- 11 何钟佩著,农作物化学控制实验指导,北京农业大学出版社,1993,23~26
- 12 苗以农、朱长甫等,大豆科学,1997,16(4):334~338
- 13 Curtis, P. E. et al., Crop Sci., 1969, 9: 323~327
- 14 Dornhoff, G. M. and R. M. Shibles, Crop Sci., 1970, 10: 42~45
- 15 Gay, S. et al., Agron. J., 1980, 72: 387~391
- 16 Buttery, B. R. et al., J. Plant Sci., 1981, 61: 191~198
- 17 Secor, J. et al., Crop Sci., 1982, 22: 255~259
- 18 Ford, D. M. et al., Crop Sci., 1983, 23: 517~520
- 19 Kokubun, M. H. et al., (Japan Jour.) Crop Sci., 1988, 57: 743~748
- 20 Boerma, H. R. et al., Crop Sci., 1988, 28: 139~140
- 21 Ashley, D. A. et al., Crop Sci., 1989, 29: 1042~1045
- 22 Thompson, J. A., et al., Crop Sci., 1995, 35: 1575~1581

RELATIONSHIPS BETWEEN NET PHOTOSYNTHETIC RATE INVERTASE ACTIVITY OF LEAF AND SEED WEIGHT PER PLANT OF SOYBEAN STRAINS(VARIETY)

Zhu Baoge Bai Huixia Zhang Yan Li Sherong Chen Xiuwen

(*Institute of Genetics, Academia Sinica, Beijing 100101*)

Abstract Fifteen cultivated soybean strains (variety) bred by our Lab. were used to study relationships between net photosynthetic rate(N—PHR), invertase activity(ITaseA) of leaf in stage of seed forming and seed weight per plant(SWtP). The experimental results indicated that the differences in N—PHRs, ItaseAs and SWtPs of these strains(variety) were very notable. The correlation between N—PHRs and SWtPs of these materials was positive and significant($r=0.5668^*$), but there was a non significant negative correlation($r=-0.1733$) between ITaseAs and SWtPs of these materials. Strains 9702 and 9208—5 among these experimental materials had much higher N—PHRs(11.29% and 19.2%) and SWtPs(33.49% and 26.25%) than ZS 18 variety(ck).

Key words Soybean; Net photosynthetic rate; Invertase activity

更 正

本刊第三期封二刊登的第三幅图片说明最后一行“黑龙江省农委副主任刘少玉”应为“黑河市政府副秘书长刘少玉”。特此更正。