

大豆结荚期品种间叶绿素含量 差异与产量相关分析*

张恒善 程砚喜 王大秋 项淑华 高敏 王雪飞 牛建光

(吉林市农科院大豆所 吉林 132101)

摘要 连续10年,总共用东北大豆400多个品种(系),在品种资源研究圃测定不同品种叶绿素含量(a+b)。表现品种间差异明显,高者 $3.47\text{mg}/\text{dm}^2$,低者 $2.17\text{mg}/\text{dm}^2$,平均为 $2.62\text{mg}/\text{dm}^2$ 。从中筛选出40多个叶绿素含量高、丰产性好品种(系);并按年度、品种熟期分组进行叶绿素含量与产量相关分析。各组相关程度不同。总的趋势是呈正相关、10年平均 $r=0.36$ 。说明大豆在结荚期叶片的叶绿素含量对产量形成起重要作用,其含量可以作为高光效种质生理指标参考。

关键词 叶绿素;产量;相关分析

中图分类号 S565.1 文献标识码 A 文章编号 1000-9841(2001)04-0275-05

0 引言

关于大豆叶片结构、功能、叶绿素含量、光合能力与产量关系、光合能力遗传等,国内外学者进行了比较深入的研究。这些研究都促进了大豆高产生理、高光效育种的进展。

苗以农等(1986、1987)、王华等(1988)从组织解剖学方面研究了大豆叶片厚度、栅栏组织厚度、栅栏细胞数目指出:这些指标都与光合速率呈正相关。唐树延等(1985)研究了大豆叶片在光合作用中叶绿素(a、b)能量传递途径。Buttry和Buzzell(1981)、苗以农等(1987)、董钻(1988)、王华等(1988)杜维广等(1982、1988)普遍认为大豆叶绿素含量与光合速率呈正相关的趋势。张贤泽(1984)、张恒善等(1982、1985)认为大豆群体光合速率、净光合生产率与产量呈正相关。胡明祥等(1980)认为大豆叶绿素含量与产量呈正相关。小岛睦南(1975)、杜维广等(1982、1983、1988)研究了光合活性遗传和光合能力遗传。

本试验目的是研究大豆品种间叶绿素含量变异,从中筛选叶绿素含量高、丰产性好的品种(系);

并通过品种间叶绿素含量与产量相关分析探讨叶绿素这项生理指标,在高光效育种中的必要性,为高光效育种种质选择提供参考。

1 材料与方法

供试品种是引自东北三省,试验从1986—1995年连续10年在大豆品种资源研究圃进行。试验地行距65cm,株距10cm,单株,平方米保苗15株。按品种熟期早、中、晚顺序先后取样测定,以顶叶全展为准。从上至下取第4片叶测定叶绿素含量。用 $R=1\text{cm}$ 打孔器测叶面积,然后将小叶片(15片)放入酒精中提取,提取液25ml(Amon)法。用分光光度仪测叶绿素(a+b)的含量(mg/dm^2)。结合品种资源考种测单株产量(g)。按年度、分熟期组进行品种间叶绿素含量与产量关系相关分析。

2 结果与分析

2.1 大豆品种间叶绿素含量的差异与高含量叶绿素品种的筛选

2.1.1 大豆品种间叶绿素含量的差异

* 收稿日期:2000-09-05

作者简介:张恒善(1932-),男,副研究员,从事大豆生理、栽培育种科研工作。

致谢:本文承黑龙江省农科院大豆所刘丽君所长审阅,此项研究由赵爱莉同志指导,谨此一并致谢。

在 10 年中于大豆结荚期测定叶绿素含量结果是: 每年、每个熟期的品种其含量差异都很大, 平均含量高 $2.62\text{mg}/\text{dm}^2$ 。最低含量为 $2.17\text{mg}/\text{dm}^2$, 比平均低 17.18% , 高者达 $3.61\text{mg}/\text{dm}^2$, 比平均高 37.79% 。不同熟期组平均叶绿素含量几乎无差异, 中熟品种组 (121—130 天) 平均含量为 $2.69\text{mg}/\text{dm}^2$ > 中晚熟组 (131—140 天) 平均含量为 $2.62\text{mg}/\text{dm}^2$ > 中早熟组 (111—120 天) 平均为

$2.59\text{mg}/\text{dm}^2$ 。即是不论品种生育期长短, 都有叶绿素含量高的品种和低的品种。

2.1.2 大豆叶绿素高含量品种筛选

每年测 40—50 个不同品种叶绿素含量, 10 年共测 400 多个品种, 初步筛选出三年平均叶绿素含量高品种有 42 个, 占总供试品种 10% 左右。其中最低叶绿素含量为 $2.96\text{mg}/\text{dm}^2$, 多在 $3.0\text{mg}/\text{dm}^2$ 以上, 最高为 $3.61\text{mg}/\text{dm}^2$ 如表 1。

表 1 高含量叶绿素品种筛选结果表

Table 1 The selection result of high chlorophyll content varieties

| 品种名称 Variety | 生育日数 (d) Growth days | 叶绿素含量 (mg/dm^2) Chlorophyll content (mg/dm^2) | 单株产量 (g) Single plant yield(g) | 品种名称 Variety | 生育日数 (d) Growth days | 叶绿素含量 (mg/dm^2) Chlorophyll content (mg/dm^2) | 单株产量 (g) Single plant yield(g) |
|--------------------------------|----------------------------|---|---|--------------------------------|----------------------------|---|---|
| 九农 13 号 Jiunong 13 | 120 | 3.01 | 21.0 | MA 1388 | 123 | 3.05 | 19.4 |
| 合交 74—943 Hejiao 74—943 | 117 | 3.40 | 23.7 | 东农 87—592 Dongnong 87—592 | 122 | 2.96 | 20.4 |
| 辽 79—7088 Liao 79—7088 | 120 | 3.13 | 21.6 | 黑农 16 号 Heinong 16 | 122 | 2.98 | 25.6 |
| 黑河 4 号 Heihe 4 | 110 | 2.96 | 20.0 | 黑农 19 号 Jiunong 19 | 129 | 3.05 | 24.9 |
| 钢辐 76—6 Gangfu76—6 | 115 | 3.00 | 21.3 | 九农 17 号 Jiunong 17 | 123 | 2.96 | 20.7 |
| 九丰一号 Jiufeng 1 | 109 | 3.23 | 20.1 | 资 7802—1 Zi 7802—1 | 134 | 3.25 | 35.8 |
| Weber | 128 | 3.19 | 23.6 | Beesor | 133 | 3.02 | 21.4 |
| 桦甸荊条豆 Huadian Shaotiao dou | 125 | 3.15 | 22.8 | 辽 78—4042 Liao 78—4042 | 131 | 3.61 | 25.6 |
| 黑农 16 号 Heinong 16 | 121 | 2.95 | 22.8 | 永利豆 Yonglidou | 132 | 3.53 | 19.1 |
| 德交 731 Dejiao731 | 128 | 3.20 | 19.2 | 锦大豆 Jindadou | 131 | 3.06 | 28.6 |
| 牛毛黄甲 Niumoao Huangjia | 130 | 3.10 | 19.9 | 公 8047 Gong 8047 | 137 | 2.98 | 21.0 |
| 左家豆 Zhuojia dou | 125 | 3.22 | 20.0 | 资 78—混—3 Zi78—mix—3 | 132 | 2.96 | 21.6 |
| 辽 76—9037 Liao 76—9037 | 128 | 2.95 | 28.8 | 通交 81—1543 Tongjiao 81—1543 | 131 | 3.15 | 19.4 |
| 资 7805—1 Zi 7805—1 | 130 | 3.14 | 20.3 | 通农 9 号 Tongnong 9 | 134 | 3.05 | 23.1 |
| 资 7802—15 Zi 7802—15 | 128 | 3.03 | 237 | 辽豆 3 号 Liaodou 3 | 139 | 3.07 | 24.6 |
| 通交 81—1155 Tongjiao 81—1155 | 124 | 3.35 | 20.9 | 公交 8676—11 Gongjiao 8676—11 | 136 | 2.98 | 26.6 |
| 哈 82—5779 Ha 82—5779 | 129 | 3.05 | 19.6 | 铁 84018—13 Tie 84018—13 | 141 | 3.03 | 28.1 |
| 四交 7301—1 Sijiao 7301—1 | 129 | 3.01 | 21.6 | 辽 84—5018 Liao 84—5018 | 140 | 3.10 | 30.2 |
| 辽 76—5003 Liao 76—5003 | 123 | 3.11 | 21.4 | 吉林 30 号 Jilin 30 | 135 | 2.98 | 21.8 |

从表 1 看出, 筛选出的品种不仅是叶绿素含量高, 丰产性能也较好, 每年种植在一般栽培条件下的品种资源研究圃, 三年平均公顷理论产量达到或超过 3000kg (平方米 15 株, 单株产量 20g), 其中有的产量达 3750kg (单株产量 25g 以上) 以上。

据不完全统计有些品种都是各地过去或现在主推的良种, 如黑龙江省选育的黑河 4 号、九丰一号、

东农 37 号、黑农 16 号。吉林省选育的九农 17 号、德交 731、通农 9 号、吉林 30 号。辽宁省选育的辽豆 3 号等。

其中有些品种在杂交组合中配合力高、丰产性遗传力也强, 从其后代又选育出高产新品种。例如黑农 $16 \times$ 十胜长叶育成黑农 34。吉林 $15 \times$ 比松育成吉林 22, 吉林 27 也有比松的血缘。通农 3 号 \times 十

胜长叶育成通农 6 号和通农 7 号。四选 7313× 九农 13 育成九农 19。辽豆 3 号× 辽 82-5187 育成辽豆 10 号。我们没有跟踪测定这些品种杂交后代的光合活性遗传表现。据杜维广等(1988)研究大豆叶片光合活性遗传指出: 大豆叶绿素结构和功能的胞核-质体协调相互作用, 并指出在高光效育种中, 其杂交组合亲本之一应为高光效材料。也就是无高光效的亲本就不可能育成高光效的后代。这个论点对我们筛选的高叶绿素含量品种(系)中, 可能有的品种(系)就是高光效的材料提供理论依据。

值得注意的是苗以农等(1986)研究大豆品种间叶片解剖存在差异中指出九农 13 号在 4-5 节叶片部分形成三层栅栏细胞, 而且叶片厚, 单位面积栅栏

细胞多, (1987)测定九农 13 号叶绿素含量比一般品种高(4.8mg/dm²), 这和筛选品种中九农 13 号叶绿素含量高, 是一致的。同样, 赵发等 1988 年测定九丰一号叶绿素含量高(3.0mg/dm²), 是高产品种和我们测定九丰一号叶绿素含量高(3.23mg/dm²), 产量高也是一致的。

2.2 大豆结荚期品种间叶绿素含量与产量相关分析

结合品种资源研究, 每年分两个熟期或三个熟期组。把不同品种叶绿素含量与产量关系, 按年度, 熟期组进行相关分析。结果是: 无论是年度间, 熟期组间, 大豆叶绿素含量与产量相关程度不同如表 2。

表 2 大豆结荚期叶绿素含量与产量相关表

Table 2 Correlation analysis of chlorophyll content and yield in pod period of soybean

| 年度 Year | 熟期组 Maturity group | 相关系数(r) Correlative coefficient | 回归方程(y=a+bx) Regression equation | 材料数(n) Number of material |
|------------|---------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| 1987 | 中早熟 Early-middle maturity | r=0.238 | y=0.70+5.05X | 19 |
| 1987 | 中熟 Middle maturity | r=0.617** | y=3.92+7.46X | 17 |
| 1987 | 中晚熟 Later-middle maturity | r=0.460 | y=5.08+7.04X | 11 |
| 1988 | 中早熟 Early-middle maturity | r=0.438 | y=-3.38+6.09X | 20 |
| 1988 | 中熟 Middle maturity | r=0.619 | y=9.05+0.01X | 12 |
| 1988 | 中晚熟 Later-middle maturity | r=0.635** | y=-1.67+9.60X | 17 |
| 1989 | 中早熟 Early-middle maturity | r=0.546* | y=-8.54+9.49X | 16 |
| 1989 | 中熟 Middle maturity | r=0.462 | y=-0.11+6.31X | 17 |
| 1989 | 中晚熟 Later-middle maturity | r=0.330 | y=3.30+4.77X | 15 |
| 1990 | 中早熟 Early-middle maturity | r=0.426 | y=6.32+4.92X | 10 |
| 1990 | 中熟 Middle maturity | r=0.210 | y=8.54+2.72X | 11 |
| 1990 | 中晚熟 Later-middle maturity | r=0.555* | y=-0.26+8.30X | 18 |
| 1991 | 中早熟 Early-middle maturity | r=0.616 | y=-0.16+4.19X | 10 |
| 1991 | 中熟 Middle maturity | r=-0.085 | y=10.28-0.01X | 16 |
| 1991 | 中晚熟 Later-middle maturity | r=0.636 | y=-4.36+9.10X | 14 |
| 1992 | 中熟 Middle maturity | r=0.334 | y=7.55+2.82X | 20 |
| 1992 | 中晚熟 Later-middle maturity | r=0.168 | y=6.91+1.77X | 23 |
| 1993 | 中熟 Middle maturity | r=0.408 | y=8.40+5.03X | 20 |
| 1993 | 中晚熟 Later-middle maturity | r=0.555* | y=-0.76+10.28X | 19 |
| 1994 | 中熟 Middle maturity | r=-0.073 | y=7.98-1.56X | 14 |
| 1994 | 中晚熟 Later-middle maturity | r=0.677** | y=-2.47+12.51X | 15 |
| 1995 | 中熟 Middle maturity | r=0.284 | y=3.87+6.57X | 9 |
| 1995 | 中晚熟 Later-middle maturity | r=-0.068 | y=13.04-0.52X | 22 |
| 1996 | 中熟 Middle maturity | r=0.298 | y=4.20+6.53X | 30 |
| 1996 | 中晚熟 Later-middle maturity | r=0.404 | y=14.32+5.79X | 10 |

从表 2 可以看出: 总的趋势是呈正相关 10 年平均, r=0.36。每年品种间叶绿素含量和产量的差异

是比较复杂的,二者除受本身遗传特性影响外,生态环境条件中的温、光、水、肥等对其影响很大。

在25个相关分析组中有7个组正相关程度达到显著和极显著水平($r=0.546-0.677$, $n=12-18$)。占总熟期组数28%。有7个组呈中度正相关($r=0.404-0.616$, $n=10-12$)。占28%。有7个组呈弱相关($r=0.210-0.334$, $n=9-19$),占28%。有4个组无相关($r=-0.085-0.168$, $n=12-22$),占16%。

年度间平均相关系数 $r=0.36$,高者为 $r=0.481$ 比平均高33.98%,低者为 0.176 比平均低50.97%。

不同熟期组间平均相关系数是中早熟组平均 $r=0.528$ >中晚熟组平均 $r=0.523$ >中熟组平均 $r=0.245$ 。中早熟组和中晚熟组平均相关系数几乎无差异,中熟组平均相关程度明显比中早熟组和中晚熟组平均相关系数低。通过对大豆品种间叶绿素含量测定,高含量叶绿素品种的筛选及其品种间叶绿素含量与产量关系相关分析认为:大豆在生殖生长的结荚期叶绿素含量对大豆产量形成起重要作用。该期叶绿素含量可以作为大豆高产生理指标和高光效育种种质选择的参考。

3 讨论

关于大豆叶绿素含量与产量相关分析,胡明祥等(1980)研究指出:大豆在开花、结荚、鼓粒期叶绿素含量与产量呈正相关($r=0.41$, $n=15$)。这和我们在结荚期测定的结果($r=0.36$)是一致的。

关于叶绿素最适含量问题 Cooper(1967)认为在 $3.05-5.7\text{mg}/\text{dm}^2$ 为宜,我们筛选的高叶绿素含量品种(系)叶绿素含量在 $3.0-3.61\text{mg}/\text{dm}^2$ 。大豆叶绿素含量不仅是测定时期不同其含量不同,就是同一时期采样的叶位不同其含量也不一样。孙卓韬等(1986)大豆株型群体结构与产量关系研究中强调了不同冠层叶绿素含量不同。苗以农等(1987)大豆不同节位叶绿素含量有差异。因此,受其取样节位影响,各研究者测定的结果就有所不同是可以理解的。

关于测定叶绿素含量时期问题,国内外学者都认为在大豆以生殖生长的时期为宜,而且多在大豆结荚鼓粒期。我们虽然对叶绿素含量测定多年,但也深感不足,也就是只测结荚期,为了深入研究今后应测开花、结荚、鼓粒三个时期为佳。

关于高含量叶绿素品种(系)筛选问题,今后应在已筛选(品种系)基础上,再精选,除增加测定叶绿素的时期外,还要增加与光合活性有关的测定项目。

关于叶绿素含量遗传问题,杜维广等先后作了研究,今后将从杂交亲本选择开始,跟踪测定后代叶绿素含量和有关光合活性项目。

参 考 文 献

- 1 王金陵,杨庆凯,吴宗璞,等. 中国东北大豆[M]. 黑龙江科学技术出版社,1999.
- 2 伊文思. 作物生理学[M]. 农业出版社,1975.
- 3 胡明祥,李开明,田佩占,等. 大豆高产株型育种研究[J]. 吉林农业科学,1980,(3):1-14.
- 4 杜维广,王育民,谭克辉,等. 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):131-134.
- 5 杜维广,王育民,王彬如,等. 大豆有性杂交,后代光合作用遗传控制的研究[J]. 大豆科学,1983,2(1):39-47.
- 6 张恒善,刘金印,赵正清,等. 大豆叶面积,净光合生产率与产量关系研究[J]. 中国油料,1982,3.
- 7 张贤泽. 大豆群体光合速率—测定方法及其与产量关系[J]. 大豆科学,1984,3(2):39-47.
- 8 唐树延,孟继武,杨文杰,等. 大豆光合作用 a、b 间能量传递[J]. 大豆科学,1985,4(3):285-291.
- 9 张恒善,刘金印,赵正清,等. 关于丰产大豆主要生理指标的探讨[J]. 大豆科学,1985,4(4):286-291.
- 10 苗以农,徐克章. 不同品种大豆叶片解剖研究[J]. 大豆科学,1986,4(4):285-291.
- 11 苗以农. 大豆不同节位叶绿素含量的变异性[J]. 大豆科学,1987,6(1):21-25.
- 12 王华,于建章. 大豆叶部性状与光合速率关系研究[J]. 大豆科学,1988,7(4):256-267.
- 13 徐克章,苗以农. 大豆不同节位形态解剖的研究[J]. 大豆科学,1984,3(1):15-19.
- 14 杜维广,张桂茹,戈巧英,等. 大豆叶片光合活性遗传特性研究初报[J]. 大豆科学,1988,7(4):337-340.
- 15 董钻. 大豆株型育种若干生理问题[J]. 大豆科学,1988,7(1):69-74.
- 16 小島睦南. 大豆における光合成能力の遗传[J]. 农业技术,1975,30(10):443-447.
- 17 Buttery, B. R. 和 R. I. Buzzell. 光合速率和叶绿素含量之间关系[C]. 农业参考资料光合作用,赵福洪译,农业出版社,1979:72-75.
- 18 Buttery, B. R., R. I. Buzzell, W. I. Finalay. Relation among photosynthetic rate, bean yield and other characters in field growth cultivars of soybean[J]. Can J. Plant Sci. 1981,(61):191-198.
- 19 胡明祥,李开明,田佩占,等. 中国大豆品种志[M]. 农业出版社,1993.
- 20 赵发. 大豆生理性状与高产大豆品种选育[C]. 东北三省大豆生理生化及其应用基础学术会议论文集,1988.
- 21 孙卓韬,董钻. 大豆株型、群体结构与产量关系研究[J]. 大豆

科学, 1986, 5(2): 91-101.

CORRELATION ANALYSIS OF VARIATION IN CHLOROPHYLL CONTENT AND YIELD IN POD PERIOD OF SOYBEAN

Zhang Hengshan Cheng Yanxi Wang Daqiu Xiang Shuhua Gao Min
Wang Xuefei Niu Jianguang

(*Soybean Institute of Jilin City Academy of Agricultural Science, Jilin 132101*)

Abstract Chlorophyll content (a+b) were tested in the study of varieties resource over ten years involving 400 Northeast spring soybean. The experiments show that there is a significant variance among varieties; the highest is 3.47mg/dm², the lowest is 2.17mg/dm² and the average is 2.62mg/dm². Forty soybean with higher chlorophyll content and yield were collected for correlation study between chlorophyll content and yield according to year and maturity. The result show there is a different correlation extent in interclass and general trend is positive correlation (average correlation coefficient of ten years is $r = 0.36$). The conclusion explains leaf chlorophyll content in pod period has significant effect on yield formation. It will provide indicator for germplasm select of breeding to improve ability of photosynthesis as a physiologic index.

Key words Chlorophyll content; Yield; Correlation analysis

欢迎订阅 2002 年《中国油料作物学报》

《中国油料作物学报》是中国农科院油料作物研究所主办的油料作物专业科技刊物。公开发刊, 季刊。主要刊登油菜、大豆、花生、芝麻、向日葵、胡麻、红花及其它油料作物有关品种资源、遗传育种、耕作栽培、生理生化、综合加工利用以及品质测试技术方面的论文、研究报告、应用技术、综述、动态等文稿。可供农业科研、教学和生产部门的技术人员参考。

每期定价 5.00 元、全年 20.00 元。国内代号: 38—13, 全国各地邮局均可订阅, 漏订者可直接寄款至本刊编辑部订购。

地址: 湖北省武汉市武昌区保集安油料所 邮编: 430062

《中国农学通报》征订启事

《中国农学通报》是中国农学会主办的农业综合性学术期刊。双月刊, 彩色封面, 逢双月 25 日出版, 国内外公开发行, 国内统一刊号为 CN11—198/S, 大 16 开本, 120 页, 每期定价 8.00 元, 全年 6 期合计 48.00 元。本刊由北京报刊发行局公开发刊, 邮发代号 2—772。如错过邮局订阅, 可与本刊直接联系订阅, 订购者款汇: 北京市朝阳区麦子店街 20 号楼中国农学会编辑出版部 (开户银行: 北京农行朝阳支行, 帐号: 873—25428, 户名: 中国农学通报编辑部), 邮政编码: 100026, 电话: (010)64194480, 传真: (010)64194705, E-mail: edit@cav.net.cn tb6850@sina.com。