

大豆优良脂肪酸组成品系的低代选择

师 臣, 杨 柳

(黑龙江省农业科学院 大庆分院, 黑龙江 大庆 163316)

摘 要:将正常亚麻酸含量品种合丰 25 与亚麻酸含量仅为 2.76% 的突变品系 C-14 杂交, 利用亲本以及杂交后代群体进行 5 种脂肪酸含量的遗传力分析和株系间差异显著性测验。结果表明: 5 种脂肪酸的遗传力均较大, 株系间脂肪酸含量存在极显著差异, 株系内差异不显著, 这就使在低世代初步筛选出优良脂肪酸组成的大豆品系成为可能; 同时筛选出农艺性状和品质性状皆优良的稳定 F_4 代品系 05037, 其亚麻酸含量仅为 2.598%, 亚油酸含量高达 63.702%, 农艺性状及品质性状优良, 百粒重 21.62 g, 生育期 126 d。

关键词:大豆; 脂肪酸组分; 低代选择

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-9841(2010)01-0174-03

Screening Soybean Lines with Desired Fatty Acid Composition in Early Generation

SHI Chen, YANG Liu

(Daqing Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Daqing 163316, Heilongjiang, China)

Abstract: High quality fatty acid composition in soybean is associated with nutritional value for the oil and food products. The objectives of this paper were to study the inheritance of soybean fatty acid, and to obtain stable lines with better agronomic and the quality traits combining low linolenic acid and high oleic acid and linoleic acid content. The F_2 and F_3 progeny segregating from a cross between Hefeng 25, a soybean cultivar with regular linolenic content, and C-14, a soybean mutant line with only 2.76% linolenic acid, were used to study the inheritance of 5 soybean fatty acid. Greater broad sense heritability of 5 fatty acid showed it is possible to select soybean lines with better fatty acid composition in early generation. The study has screened a F_4 line 05037 with linolenic acid content 2.589%, linoleic acid content 63.702%, 100-seed weight 21.62g, growth period 126 d.

Key words: Soybean; Fatty acid composition; Low generation selecting

大豆优质脂肪酸的组成, 决定着食用油及其产品的营养价值。大豆中的不饱和脂肪酸是人体必需的, 自身不能合成, 必须从植物中获得。亚油酸和油酸等具有降低血液中的胆固醇和软化动脉血管的作用; 而亚麻酸由于性质不稳定, 很容易氧化, 使油脂变质不耐贮藏^[1-2]。因此, 改良大豆种子中的脂肪酸组成, 提高亚油酸和油酸含量, 降低亚麻酸含量, 已成为大豆油脂品质育种的热点课题^[3-4]。但目前众学者关于大豆脂肪酸遗传的研究不尽相同, White、Martin 等研究认为亚麻酸和油酸是数量性状, 受微效基因控制, 以加性效应为主^[5-6], 因此利用种间杂交来改良大豆脂肪酸组分的几率是很小的; 但也有少数学者认为, 低亚麻酸由单个位点上的 2 个等位隐性基因控制, 油酸和亚油酸含量呈部分显性, 控制油酸含量的基因, 同时也控制着亚油酸含

量, 并且认为有 1 个基因控制着从亚油酸生成亚麻酸的过程^[2]。

该文分析大豆脂肪酸的遗传规律, 研究脂肪酸的遗传组成, 以期能够利用杂交等手段筛选出农艺性状优良脂肪酸组成合理的大豆品系。

1 材料与方法

1.1 供试材料

以亚麻酸含量差异较大的当地主栽品种合丰 25 为母本, 美国引进的低亚麻酸突变品系 C-14 为父本进行杂交, 杂交后自交共获得 F_2 群体单株 70 个, 于 2007 年筛选 9 个亚麻酸含量差异较大的 F_2 单株种植, 得到 217 株 F_3 代家系, 同年冬季将表现优良的株系进行南繁加代。

收稿日期: 2009-07-08

第一作者简介: 师臣 (1980-), 男, 研究实习员, 研究方向为作物遗传育种。E-mail: shichen53849981@sina.com。

1.2 试验方法

采用日本岛津 GC-14C 型气相色谱仪并利用脂肪酸甲酯化法测定 F₂ 及 F₃ 代籽粒脂肪酸含量。

气谱条件:进样口温度为 250℃;检测器温度为 250℃;N₂ 流速为 1.4 mL·min⁻¹;分馏比为 30:1;柱温 150℃。程序升温为 150℃ 保持 1 min, 10℃·min⁻¹ 的速率升至 200℃,保持 20 min。

提取方法:将样品研磨成粉末,称取 0.4~0.5 g 粉末于磨口三角瓶中,加入 4 mL 乙醚提油,过夜。将油分别倒入广口三角瓶或小烧杯中,在通风橱通风,去掉乙醚。取油 100 μL 于 15 mL 的磨口刻度试管中,加入 2 mL 乙醚-正己烷(体积比 2:1)混合液,充分震荡,再加入 2 mL 甲醇,充分震荡,再向试管中加入 2 mL 0.8 mol·L⁻¹ 的氢氧化钾-甲醇溶液,充分震荡,混匀,静置 10~20 min,加入 2 mL 蒸馏水,充

分震荡,混匀,静置 10 min。吸取上层液 100 μL 于小瓶中,加入 1 mL 乙酸乙酯。吸收 1 μL 溶液上机测试,每测一个样品需 24 min。

色谱图结果计算按峰面积归一化法由气谱工作站 N3000 完成。

1.3 遗传力估计与显著性测验

采用广义遗传力估计法,记为:
$$h_B = \frac{V_{F_2} - V_e}{V_{F_2}}$$

采用 SAS 8.0 中的 One-Way ANOVA 程序、Duncan 多重比较对大豆籽粒 5 种脂肪酸进行显著性测验。

2 结果与分析

2.1 杂种后代脂肪酸组成的遗传力分析

杂种后代脂肪酸组成的遗传力分析见表 1。

表 1 大豆 5 种主要脂肪酸含量的广义遗传力估算

Table 1 Estimation of broad sense heritability for five main fatty acids content in soybean

脂肪酸组分 Fatty acid composition	棕榈酸 Palmitic acid	油酸 Oleic acid	亚油酸 Linoleic acid	硬脂酸 Stearic acid	亚麻酸 Linolenic acid
广义遗传力 Broad sense heritability/%	61.99	64.06	73.56	71.21	66.81

利用杂交组合(合丰 25×C-14)亲本以及分离世代 F₂ 群体进行 5 种主要脂肪酸含量的广义遗传力估算,结果表明,各脂肪酸组分的广义遗传力均超过 60%,表明各脂肪酸的遗传力较大,这就使在较早世代中选择脂肪酸组分优良的品系成为可能。

2.2 F₃ 代株系内和株系间脂肪酸含量差异

对 F₃ 代 9 个株系的脂肪酸含量进行单因素方差分析,结果表明,株系间差异极显著(表 2),株系内差异不显著(表 3)。由于父母本间亚麻酸含量差异很大,所以可以排除株系内差异不显著是由于父母本影响的可能性,表明杂交 F₃ 代株系内亚麻酸含量的遗传趋于稳定,可以有效地进行低亚麻酸含量品系的选择。

表 2 F₃ 代株系间亚麻酸含量单因素方差分析

Table 2 Analysis of One-Way ANOVA for linolenic acid content between F₃ lines

方差来源 Source	自由度 DF	平方和 Sum of squares	均方 Mean square	F
组间 Group	8	299.58	37.45	26.84**
组内 Error	81	114.41	1.39	
总计 Total	89	413.99		

*, ** 分别代表在 0.05 和 0.01 水平显著。

*, ** indicated significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively.

表 3 F₃-7 株系内亚麻酸含量单因素方差分析表

Table 3 Analysis of One-Way ANOVA for linolenic acid content with F₃-7 lines

方差来源 Source	自由度 DF	平方和 Sum of squares	均方 Mean square	F
组间 Group	9	7.64	0.85	1.80
组内 Error	10	4.71	0.47	
总计 Total	19	12.35		

对株系间亚麻酸含量的平均值进行 Duncan 多重检验(表 4),在 9 个 F₃ 代株系中,株系 41、7、45 的亚麻酸含量极显著高于其它株系,株系 37 的亚麻酸含量最低,平均含量仅为 2.598%,而其它株系亚麻酸含量中等,且多数差异不显著。对各株系内亚麻酸含量的平均值进行 Duncan 多重检验,发现亚麻酸含量差异均不显著。这为在低代选择稳定的低亚麻酸品系提供了重要依据。

油酸和亚油酸含量株系间存在极显著差异,株系内差异不显著(表略),由于 F₂ 群体内油酸和亚麻酸存在显著的分选现象,而到 F₃ 代株系内二者差异均不显著,表明 F₃ 代株系内油酸和亚油酸含量遗传已经相对稳定,可以在此世代进行高油酸和高亚油酸含量的稳定品系选择。

表 4 F₃株系间亚麻酸含量平均值的 Duncan 多重检验
Table 4 Duncan's multiple range test for mean of linolenic acid content between F₃ lines

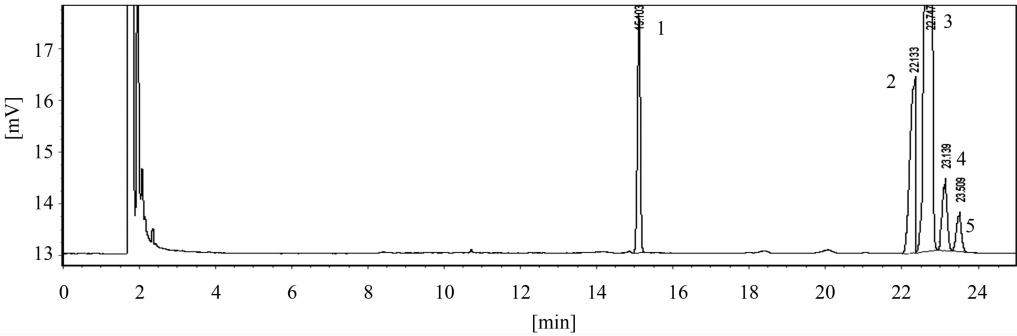
株系号 Line number	平均数 Mean	差异显著性 Significance	
		0.05	0.01
41	8.5741	a	A
7	7.8128	a	A
45	7.6593	a	A
44	5.7024	b	B
29	5.3626	b	B
25	4.9612	bc	BC
8	4.6002	bc	BC
66	4.2245	c	C
37	2.5981	d	D

棕榈酸和硬脂酸株系内和株系间变异均不显著(表略)。可能由于所利用的亲本组合间棕榈酸和

硬脂酸的差异不大,且经单因素方差分析,F₂代群体虽存在分离现象,但变异不显著所致。

2.3 优良低亚麻酸品系的鉴定

F₂-37 亚麻酸含量为 2.781% (图 1)。将此单株种成株系并南繁加代后,得到 1 个优良 F₄代株系 05037,平均亚麻酸含量为 2.598%,亚麻酸含量的变异范围为 2.33% ~ 2.79%,遗传较稳定,株系内变异不显著,变异系数较小(5.62%),不饱和脂肪酸油酸和亚油酸含量较高,总共达到 82.63%,并且品质性状和农艺性状优良,蛋白质含量 41.24%,脂肪含量 19.49%,百粒重较高,平均达到 21.62 g,生育期为 126 d,适合黑龙江省第一、二积温带种植。对该株系进一步筛选,有望获得脂肪酸组成优良且农艺性状较好的大豆新品种。



1:棕榈酸 2:油酸 3:亚油酸 4:硬脂酸 5:亚麻酸
1:Palmitic acid 2:Oleic acid 3:Linoleic acid 4:Stearic acid 5:Linolenic acid

图 1 单株 F₂-37 脂肪酸含量气谱图

Fig. 1 Fatty acid content gas chromatogram of single plant F₂-37

3 结论与讨论

遗传力是对杂种后代目标性状进行选择的重要参考指标^[1]。由于试验材料、估计方法、估算单位和试验条件的不同,各研究所报道的大豆脂肪酸遗传力值相差较大。该研究中亚麻酸含量的遗传力(66.81%)显著高于前人的研究结果(28%)^[7],其原因可能是大豆亚麻酸含量本身易受环境影响,且以单株为估计单位,亲本间亚麻酸含量的差异较大、变异广泛,故其测得的遗传力较高。但是合丰 25 × C-14 组合 F₃代株系内脂肪酸组分变异均不显著,表明其 F₃株系内脂肪酸遗传趋于稳定,可以在此世代筛选出脂肪酸组成优良的稳定品系。

大豆油脂中亚油酸含量高,豆油的营养价值就高,而亚麻酸是带有 3 个双键的不饱和脂肪酸,易于氧化使油脂变质,产生怪味^[8-9]。研究所筛选出的

低亚麻酸稳定品系 05037 亚麻酸含量较低,平均为 2.598%,亚油酸含量较高,平均为 63.702%,且农艺性状优良,是一个脂肪酸组成优良的品系。根据亚麻酸的负向超亲现象可以对后代继续进行筛选,以期选育亚麻酸含量更低的稳定大豆品系。

参考文献

[1] 王金陵. 大豆[M]. 哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1982:1-2. (Wang J L. Soybean[M]. Harbin: Heilongjiang Science and Technology Press,1982:1-2.)
[2] 王金陵,杨庆凯,吴宗璞. 中国东北大豆[M]. 哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1999:309-314. (Wang J L, Yang Q K, Wu Z P. Soybean in North-east of China[M]. Harbin: Heilongjiang Science and Technology Press,1999:309-314.)
[3] 胡明祥,梁歧,孟祥勋. 我国大豆品种脂肪酸组成的分析研究[R]. 吉林农业科学,1986(1):12-17. (Hu M X, Liang Q, Meng X X. Study on fatty acid composition of chinese soybean cultivar[J]. Jilin Agricultural Science,1986(1):12-17.) (下转第 179 页)

3 讨论

3.1 育成品种情况及产量分析

文中所统计的 184 个大豆品种绝大多数都是有性杂交选育。有性杂交有利于优良性状的积累与组合。但是杂交育种所得子代与亲代差异不大,很难实现性状特征的显著变化。育种方法单一很可能是近年来黑龙江省大豆产量提高较慢的主要原因。特殊方法育种虽然效果可预见性差,但较容易出现性状突出品种,绥小粒豆 1 号就是很好的例子。由于东北地区大量优秀品种由少数亲本育成,遗传基础较宽的育成品种又来自相近的本地区直接亲本或间接亲本,遗传贡献有向少数优异祖先亲本集中的趋势^[3],而这种趋势也成为品种产量提高的限制因素。另外,由于 2000 年后黑龙江省加强了对大豆品质的重视,2000~2007 年间共育成 27 个高油大豆品种,品质得到较大的改善,而品质和产量难以共同提高,这也是近几年育成大豆品种整体产量没有提高的原因之一。

生育期是大豆的主要农艺性状之一,适宜的生育期能保证大豆对光热资源的充分利用。生育期延长确实有利于提高产量,但是客观自然条件是无法改变的,育种时必须尊重当地自然气候特征,不可盲目无限制延长大豆生育期。综合农艺性状优良是一个大豆品种实现高产优质的基础^[3]。

3.2 大豆品质改良

大豆品质改良主要指蛋白质含量和脂肪含量的提高。但是,蛋白质和脂肪含量呈负相关,二者同步

提高难度很大^[4]。黑龙江省近些年优质大豆育种实践证明,大豆化学品质虽然整体提高难度很大,但可以有针对性的选育蛋白质或脂肪专用品种,2000~2007 年共审定 27 个高油品种,占高油品种的 90%,占总审定品种的 14.67%。对产量和品质性状进行分析发现百粒重与脂肪含量呈极显著负相关,这与徐豹等^[5]发现野生大豆百粒重与脂肪含量呈极显著正相关结论不同,这可能与所选用的材料不同有关。

参考文献

- [1] 夏友富. 中国大豆产业发展研究[M]. 北京:中国商业出版社, 2003:1-25. (Xia Y F. Study on the development of China soybean Industry[M]. Beijing:Chinese Merchandise Press, 2003:1-25.)
 - [2] 栾晓燕,杜维广,满为群,等. 黑龙江省 1986-2000 年大豆育种成就展望[J]. 大豆科学, 2004, 23(2):134-142. (Luan X Y, Du W G, Man W Q, et al. Achievement and prospect of soybean breeding in Heilongjiang province from 1986-2000 [J]. Soybean Science, 2004, 23(2):134-142.)
 - [3] 王连铮,傅玉清,赵容娟,等. 黄淮海地区大豆育种的研究[J]. 大豆科学, 2001, 20(4):266-269. (Wang L Z, Fu Y Q, Zhao Y Q, et al. Study on soybean breeding in Huang-Huai-Hai region [J]. Soybean Science. 2001, 20(4):266-269.)
 - [4] Hymowitz T. On the domestication of soybean[J]. Economic Botany, 1970, 24(4):408-421.
 - [5] 徐豹,庄炳昌,徐航,等. 中国野生大豆(*G. soja*)脂肪含量的多样性及地理分布[J]. 大豆科学, 1993, 12(4):269-274. (Xu B, Zhuang B C, Xu H, et al. Polymorphism and geographical distribution of contentment of wild soybean(*G. soja*) in China [J]. Soybean Science, 1993, 12(4):269-274.)
-
- (上接第 176 页)
- [4] 姚振纯. 大豆脂肪酸组分与改良[J]. 大豆通报, 1997(1):14. (Yao Z C. Genetic modification of the fatty acid composition of soybean[J]. Soybean Bulletin, 1997(1):14.)
 - [5] White H B, Quackenbush F W, Prober A H. Occurrence and inheritance of linolenic and linoleic acids in soybean seeds[J]. Journal of American Oil Chemical Society, 1961, 38:113-117.
 - [6] Martin B A, Carver B F, Burton J W, et al. Inheritance of fatty acid composition in soybean seed oil[J]. Soybean Genetics Newsletter, 1983, 10:89-92.
 - [7] 刘显华. 大豆杂种第二代种子蛋白质、脂肪及组分配合力与遗传分析[J]. 作物学报, 1983, 14(4):303-309. (Liu X H. Analysis of combining ability and heritability in protein, fattiness and fatty acid composition [J]. Acta Agronomica Sinica, 1983, 14(4):303-309.)
 - [8] 裴东红. 降低大豆籽粒中亚麻酸含量的研究进展[J]. 大豆科学, 1995, 14(3):255-259. (Pei D H. Advance of study of decrease Linolenic acid content in soybean seed [J]. Soybean Science, 1995, 14(3):255-259.)
 - [9] Wilcox J R, Cavins J F. Inheritance of low linolenic acid content of the seed oil of a mutant in *Glycine max* (L.) Merr [J]. Theoretical and Applied Genetics, 1985, 71:74-78.