

大豆脂肪酸组分与主要农艺性状的相关分析

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: 将正常亚麻酸含量的品种合丰 25 与亚麻酸含量仅为 3% 的突变品系 C-14 杂交, 利用亲本以及杂交后代群体进行 5 种脂肪酸含量与各农艺性状进行相关分析。结果表明: 可以通过农艺性状分析间接筛选出优良脂肪酸组成的稳定大豆品系。

关键词: 大豆; 脂肪酸组成成分; 农艺性状; 相关分析

中图分类号: S565.1 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2009)06-0036-02

Correlation Analysis between Fatty Acid Composition and the Main Agronomic Traits in Soybean

SHI Chen, YANG Liu

(Daqing Sub-academy of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Daqing, Heilongjiang 163316)

Abstract: The parents and progeny segregating from a cross between Hefeng 25 a soybean cultivar with regular linolenic content, and C-14 a soybean mutant line with only 3% linolenic acid were used to study soybean fatty acid inheritance and the correlation between five fatty acid content and the main agronomic traits was analyzed. The results indicated that the stable lines for high quality fatty acid composition might be indirectly identified by agronomic traits analysis in low generation.

Key words: soybean; fatty acid composition; agronomic traits; correlation analysis

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, 因此, 提高大豆种子不饱和脂肪酸含量, 改良大豆脂肪酸组成, 就成为大豆油脂品质育种的热点课题。但是大豆脂肪酸的遗传复杂并对环境非常敏感^[6-7], 利用常规的气相色谱等方法测定杂交后代群体的脂肪酸含量高低, 不仅费时费力, 而且在早期测定破坏种子, 影响后代群体的培育。因此利用此方法有效地选择优良脂肪酸组成的大豆新品种尚不现实。

研究的目的是分析大豆脂肪酸的遗传规律, 研究脂肪酸组分与农艺性状的相关性, 以期通过间接选择筛选出农艺性状优良的脂肪酸组成合理的好品系, 以改善大豆产品的营养品质, 增加我国大豆在国际市场上的竞争力。

1 材料与 方法

1.1 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, 于 2005 年进行杂交, 得到杂交种 F₀, 2006 年夏种植 F₁ 种子, 同年冬季于温室播种生产 F₂ 群体, 2007 年筛选 9 个亚麻酸含量差异较大的 F₂ 单株种子种植于试验地内, 得到 217 株 F₃ 家系。

1.2 大豆种子脂肪酸含量的测定

采用气相色谱法脂肪酸甲酯化法测定, 油料作物中的脂肪酸多以甘油酯的形式存在, 不宜采用气相色谱法测定, 但在氢氧化钾-甲醇溶液中室温可迅速酯化为脂肪酸甲酯, 通过测定脂肪酸甲酯间接测定脂肪酸含量。采用日本岛津 GC-14C 型气相色谱仪分析。

1.2.1 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。

1.2.2 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

收稿日期: 2009-07-08
第一作者简介: 师臣(1980-), 男, 黑龙江省哈尔滨市人, 学士, 主要从事作物遗传育种研究。E-mail: shichen53849981@sina.com

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 μ L 于小瓶中, 加入 1 mL 乙酸乙酯。吸收 1 μ L 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 性状调查

主要调查蛋白质含量、油分含量、主茎英数、分枝英数、单株英数、单株粒重、百粒重、株高、生育期、分枝数、主茎节数、英比(指大豆主茎英数与分枝英数之比)、结英习性、花色、茸毛色、叶形等。

1.4 遗传相关分析

采用 SAS 8.0 中的 CORR 程序、皮尔逊相关分析对主要农艺性状与大豆籽粒 5 种脂肪酸进行相关分析。

2 结果与分析

调查 F₃ 家系的主要农艺性状, 并采用气相色谱脂肪酸甲酯化法测定 F₃ 家系籽粒中 5 种脂肪酸含量(棕

表 1 大豆 F₃ 主要农艺性状和品质性状与脂肪酸含量的相关分析

项目	株高	分枝数	主茎节数	主茎英数	分枝英数	英比	单株英数	单株粒重	百粒重	蛋白质	脂肪
棕榈酸	-0.21 **	0.13 *	-0.17 *	0.27 **	-0.04	0.09	-0.11	-0.07	0.02	-0.05	0.14
油酸	-0.39 **	-0.11	-0.06	0.53 **	-0.10	0.39 **	-0.21 **	-0.16 *	-0.11	-0.09	0.12
亚油酸	0.36 **	0.10	0.11	-0.54 **	0.17 *	-0.39 **	0.26 **	0.22 **	0.10	0.09	-0.01
硬脂酸	-0.16 *	-0.01	0.07	0.43 **	0.01	0.21 **	-0.07	-0.05	-0.25 **	0.01	-0.06
亚麻酸	-0.13	-0.13	-0.10	0.61 **	-0.17 *	0.36 **	-0.20 **	-0.16 *	-0.12	0.07	-0.05

注: *, ** 分别表示在 0.05 和 0.01 水平显著 下同。

由表 1 还可看出, 5 种脂肪酸与蛋白质和脂肪的相关性均未达到显著水平, 但油酸与脂肪含量呈正相关趋势, 亚油酸和亚麻酸与脂肪含量呈负相关趋势, 所以提高脂肪含量和降低亚麻酸含量并不矛盾, 在育种中能够得到高脂肪含量低亚麻酸含量的稳定品系。

2.2 大豆种子中脂肪酸组分间的遗传相关性

由表 2 分析结果表明, 油酸与亚油酸和亚麻酸呈极显著负相关, r 值分别为-0.87 和-0.49; 亚油酸与亚麻酸呈极显著正相关, r 值为 0.79, 也就表明, 当油酸含量增加时, 亚油酸和亚麻酸的含量减少。反之, 油酸含量减少时, 亚油酸和亚麻酸含量增加。因此, 在低亚麻酸含量育种时, 利用这种性状相互消长的关系, 可作为选择的间接依据。

表 2 大豆 F₃ 5 种脂肪酸含量间的相关分析

项目	棕榈酸	油酸	亚油酸	硬脂酸	亚麻酸
棕榈酸	1.00	0.20 **	-0.49 **	0.00	0.39 **
油酸	0.20 **	1.00	-0.87 **	0.58 **	-0.49 **
亚油酸	-0.49 **	-0.87 **	1.00	-0.51 **	0.79 **
硬脂酸	0.00	0.58 **	-0.51 **	1.00	0.33 **
亚麻酸	0.39 **	-0.49 **	0.79 **	0.33 **	1.00

棕榈酸与油酸呈极显著正相关, 硬脂酸与油酸呈极显著正相关, 硬脂酸与亚麻酸也呈极显著正相关, 硬脂酸与亚油酸呈极显著负相关。

总之, 各脂肪酸组分间相关性较高, 互相影响较

大, 可利用这种紧密的相关性进行育种的间接选择。

2.1 大豆种子中 5 种脂肪酸组分与主要农艺性状和品质性状的相关分析

根据 F₃ 数据测得的种子中 5 种脂肪酸组分与主要农艺性状的相关值(r)分析可知, 主茎英数与大豆 5 种脂肪酸含量均显著相关, 与油酸和亚麻酸呈显著正相关, 而与亚油酸呈显著负相关; 英比和单株粒重与 3 种不饱和脂肪酸显著相关, 英比与油酸和亚麻酸呈显著正相关, 而与亚油酸呈显著负相关; 单株粒重与亚油酸呈显著正相关, 而与亚麻酸和油酸呈显著负相关。本研究中单株英数、英比和单株粒重可以作为大豆脂肪酸组分育种中亲本与后代选择的参考性状(见表 1)。

大, 可利用这种紧密的相关性进行育种的间接选择。

2.3 大豆种子脂肪酸组分含量与 R 值和 Y 值的相关分析

对 F₃ 家系种子脂肪酸组分含量间的相关性进行分析得出, 大豆种子脂肪酸组分 $R = \frac{(18:1)+(18:2)}{18:3}$ 的比值与亚麻酸含量和油酸含量呈极显著的负相关($r = -0.681^{**}, -0.904^{**}$), 而与亚油酸的含量呈极显著正相关; 大豆种子脂肪酸组分 $Y = \frac{18:1}{(18:2)+(18:3)}$ 的比值与亚麻酸含量和油酸含量呈极显著的正相关, 而与亚油酸含量呈极显著负相关(见表 3)。此结论与刘丽君^[1]所得的结论相同。因此, 提高大豆种子脂肪酸组分 R 值, 是提高大豆亚油酸含量, 降低亚麻酸含量的一个较好的选择指数^[1-2]。

表 3 大豆种子脂肪酸组分含量与 R 值和 Y 值的相关分析

项目	Y 值	R 值
亚麻酸(18:3)含量	0.720 **	-0.681 **
棕榈酸(18:0)含量	0.809 **	-0.765 **
油酸(18:1)含量	0.951 **	-0.904 **
亚油酸(18:2)含量	-0.978 **	0.928 **
硬脂酸(16:0)含量	0.496 **	-0.464 **

(下转第 49 页)

2.2 农艺性状的遗传

在F₂对入选的组合进行了农艺性状的考察,主要考察了受环境影响较小、早代遗传性较高的株高、单株穗数和抗病性等性状(见表2)。从株高上看,以北麦2号为亲本的组合平均株高相对较矮,80 cm以下的单株占的比例较大,而以龙麦26为亲本的组合平均株高较北麦2号要高,且极端值最大。钢01-190组合平均株高最高,达95.1 cm,高株占的比例最大。从试验结果可以看出,F₂株高的遗传与亲本的株高有较大的相关性。从单株穗数上看,各组合之间互有高低,但以北麦2号的组合变异较小,且矮秆、大穗、穗层整齐的单株占的比例较大,而其他部分组合单株穗数变异较大,最小的单株穗数2穗,最多的单株穗数达12穗。从抗病性上看,北麦2号、钢01-190的组合级别较低,而以龙麦26为亲本的部分组合发病级别较高,但变异都较大,选择的余地很大。

表2 F₂糯性小麦主要性状表现

组合	株高/cm	变幅	穗数	变幅	秆锈	变幅
龙麦26/FDN-1	84.7	71~99	5.6	3~11	3	2~4
FDN-1/龙麦26	85.8	66~100	4.8	3~12	2.9	2~5
FDN-1/北麦2号	77.0	62~91	4.9	3~8	2.4	2~4
龙4839/CDC Teal	81.5	62~91	7.1	4~9	2.3	1~4
//北麦2号/FDN-1						
龙4839/CDC Teal	84.0	70~96	6.1	2~11	2.7	2~4
//龙麦26/3 FDN-1						
列巴99/龙麦26//龙麦26/3 FDN-1	88.1	73~108	6.1	2~9	3.1	2~5
龙麦26/FDN-2	87.8	74.5~103.5	5.6	4~11	2.6	2~4
钢01-190/FDN 2	95.1	83~103	5.4	2~11	2.1	1~3

3 研究新进展

在将糯质基因通过常规组合进行杂交的同时,又将Wx基因转入了遗传基础更为广阔的太谷核不育小麦中,以Tai基因为载体,以表2中组合全糯质材料为Wx基因供体,多亲本杂交组建糯质小麦动态基因库,进行轮回选择。可望打破糯质小麦的不利性状连锁,选育出具有Tai基因的更为优异的稳定遗传的糯性小

麦新品系。

4 讨论

很多学者在糯质小麦的选育上一般均采用2种部分糯性亲本(如Kanto107缺少Wx-A1、Wx-B1;江苏白火麦缺少Wx-D1)杂交或利用其杂种F₁与玉米杂交,或用MS诱变处理获得纯糯的株系或品系,但由于这部分糯性亲本植株偏高,穗小、穗粒数少、抗性较差,因此育成的糯性小麦品系农艺性状较差,难以在生产上应用。我们选用的这2份糯性亲本来源于法国,是冬性小麦,与我们的材料杂交具有生态远缘和地理远缘的优势,且这2份材料农艺性状较好,株高在60~70 cm,与其他国外材料相比这2份材料的抗性较好,与我们的材料互补性很强,利用这2份材料选育出中等高度、抗倒伏、丰产性好、中感到中抗赤霉病的糯性小麦品系的希望很大。姚金保等研究表明,糯质常与籽粒欠饱满、粉质性状相连锁,如何打破糯质基因与这些不良性状的连锁,选育出纯糯质籽粒饱满、角质、出粉率高、丰产性好、抗病性强的材料,可以采用以Tai基因为载体,多亲本杂交建立糯质小麦动态基因库进行轮回选择,这是行之有效的方法。

参考文献:

[1] 姚金保,姚国才,杨学明,等.糯小麦Wx基因的遗传特性[J].麦类作物学报,2004,24(3):40-42.

[2] 赵海滨,李集临,徐香玲,等.小麦淀粉品质改良途径及糯性小麦种质创新研究[J].黑龙江农业科学,2005(3):1-3.

[3] 刘广田,李继刚.糯性胚乳小麦的选育[J].农业生物技术学报,2000(1):6.

[4] 梁灵,魏益民,张国权,等.小麦淀粉膨胀体积和直链淀粉含量的研究[J].麦类作物学报,2003,23(1):34-36.

[5] 时岩玲,田纪春.Waxy蛋白缺失小麦及正反交组合淀粉特性的研究[J].麦类作物学报,2004,24(1):22-24.

[6] 时岩玲,田纪春.颗粒结合型淀粉合成酶研究进展[J].麦类作物学报,2003,23(3):119-122.

[7] 姚金保,Sharma R, Jenner C F,等.缺失不同Wx蛋白对普通小麦直链淀粉含量及淀粉特性的影响[J].麦类作物学报,2005,25(6):29-33.

[8] 刘迎春,朱慧兰,程顺和,等.小麦Wx-A1和Wx-D1位点的PCR分子标记[J].麦类作物学报,2005,25(1):1-5.

(上接第37页)

3 结论

研究大豆籽粒中5种脂肪酸组分与主要农艺性状和品质性状间的相互关系时,结果或与刘显华等^[3]、徐豹等^[4]相同,或者与胡明祥等^[5]的研究结果相同,或者与他人的研究结果相近,这可能受选用的材料、试验地点、分析方法及环境气候等因素影响。因此在改良脂肪酸组合和降低亚麻酸含量为目标的育种工作中,利用这种性状相互消长的关系,可作为选择的间接依据。本研究中单株荚数、荚比和单株粒重可以作为大豆脂肪酸组分育种中亲本与后代选择的参考性状。

参考文献:

[1] 刘丽君,赵乃新,高明杰,等.大豆的生理性状与脂肪酸形成的关系

[J].大豆科学,1992,12(4):232-236.

[2] 李永忠.大豆脂肪酸及其组成成分的相关和通径分析[J].大豆科学,1987,6(3):203-208.

[3] 刘显华.大豆杂种F₂代主要品质性状的遗传相关及其遗传进度初探[J].大豆科学,1989,8(1):21-32.

[4] 徐豹,路罗华,胡传璞,等.野生大豆脂肪酸组成初步研究(简报)[J].吉林农业科学,1984(2):92.

[5] 胡明祥.我国大豆品种脂肪酸组成的分析研究[J].吉林农业科学,1986(1):12-17.

[6] Martin B A, Carver B F, Burton J W. Inheritance of Fatty Acid Composition in Soybean Seed Oil[J]. Soybean Genet. Newslett, 1983, 10: 89-92.

[7] 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]. Theor. Appl. Genet, 1985, 71: 74-78.