

不同环境条件下大豆脂肪酸含量与主要农艺性状相关性及通径分析

谢冬微, 韩英鹏, 李文滨

(教育部大豆生物学重点实验室, 东北农业大学 大豆研究所, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘 要:通过气相色谱法,对 3 个不同环境下合丰 25(亚麻酸含量 7.48%)×父本 L-5(亚麻酸含量 2.66%)的 F₆ 代重组自交系籽粒的脂肪酸组分含量进行测定。分析了不同地点的 5 种脂肪酸的相对含量之间以及与主要农艺性状的相关性。结果表明:不同地点重组自交系内 5 种脂肪酸的相对含量差异显著,且在不同地理条件下脂肪酸的变异系数变化趋势相同。油酸,亚油酸和亚麻酸之间的相关关系很稳定,均为亚油酸与亚麻酸呈显著正相关,而油酸与二者都呈极显著负相关。亚麻酸与百粒重呈极显著正相关,表明可以利用百粒重对亚麻酸进行间接选择。不同环境条件下脂肪酸含量与百粒重的通径系数不尽相同,说明通过百粒重进行间接选择,只能作为选育低亚麻酸品种的辅助手段。

关键词:大豆亚麻酸;脂肪酸;农艺性状;相关性;通径分析

中图分类号:S565.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-9841(2010)03-0403-05

Correlation of Fatty Acid with Major Agronomic Characters of Soybean in Different Environments

XIE Dong-wei, HAN Ying-peng, LI Wen-bin

(Key Laboratory of Soybean Biology in Chinese Ministry of Education, Soybean Research Institute of Northeast Agricultural University, Harbin 150030, Heilongjiang, China)

Abstract:The 126 F₆ Recombinant Inbred Lines (RILs) derived from a cross between Hefeng 25, a soybean cultivar with regular linolenic content, and L-5, a soybean mutant line with only 2.66% linolenic acid, were planted in three ecological environment in Heilongjiang Province, and the five main fatty acid contents of RILs as well as their parents were measured by fatty acid sodium hydroxide-methanol using gas chromatography, to investigate the correlation among the five kind of fatty acids content and with the major agronomic traits. The five major fatty acids of RILs showed steady relationship in different environments. Linoleic acid had significant positive correlation with linolenic acid, while oleic acid had significant negative correlation with both linoleic acid and linolenic acid. Linolenic acid showed significant positive correlation with 100-seed weight, indicating that 100-seed weight can be used for selecting soybean germplasm with proper linolenic acid content indirectly. Path coefficients between fatty acids content and 100-seed weight varied with the planting environments, suggesting that 100-seed weight could only be used as an assistant for selecting low linolenic soybean.

Key words:Linolenic acid;Fatty acids;Agronomic traits;Correlation coefficients;Path-coefficients

大豆[*Glycine max*(L.)Merr]是世界上重要的油料作物,而其中的油脂是由脂肪酸和甘油组成,脂肪酸占油脂总量的 90% 以上,是油脂的主要成分。各种脂肪酸具有不同的化学特性和生理功能。饱和脂肪酸因能引起心脑血管疾病而对健康不利^[1]。不饱和脂肪酸易氧化导致油脂变质^[2]。大豆的饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸比例比其它植物油合理,其消费量和食用量也已超过了其他的植物油,成为人们的重要营养来源之一。

在育种实践中,充分利用各性状间的相关性,可

为有效的间接选择提供依据。关于不同品种脂肪酸含量和主要农艺性状的相关性及通径分析,国内外学者研究的比较多,但由于供试材料和试验条件的差异,致使试验结果不尽相同^[3-18]。但在不同地理条件下,对于重组自交系的脂肪酸各组分相对含量与农艺性状相关性的研究比较少。现以黑龙江省主栽品种合丰 25(亚麻酸含量 7.48%)和低亚麻酸材料 L-5(亚麻酸含量 2.66%)杂交所获得的 126 个 F₆ 代重组自交系为材料,在 3 个不同地点对其脂肪酸各组份相对含量及农艺性状进行相关及通径分析,

收稿日期:2010-01-25
基金项目:国家高技术研究发展计划资助项目(2006AA10Z1F1)。
第一作者简介:谢冬微(1982-),女,在读硕士,研究方向为大豆生物技术。E-mail:xiedongwei@163.com。
通讯作者:李文滨,教授,博士生导师。E-mail:wenbinli@neau.edu.cn。

通过农艺性状等表现因素来初步判断大豆中脂肪酸相对含量的高低,为大豆品质育种提供了一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

2007 年将黑龙江主栽品种合丰 25(亚麻酸含量 7.48%)(♂)和低亚麻酸亲本 L-5(亚麻酸含量 2.66%)(♀)以及 126 个杂交 F₆ 代重组自交系种于哈尔滨东北农业大学香坊农场实验基地、绥化地区和呼兰地区,行长 2 m,株距 6 cm,行距 70 cm,3 次重复,随机区组排列。

收获后,每个重组自交系随机取 5 株用于室内考种,考种项目包括:株高,节数,总荚数,分枝数,单株粒重和百粒重。籽粒于粉碎机内粉碎,80 目过筛,装于塑封袋中,保存于-20℃冰箱备用。

1.2 大豆脂肪酸的提取和测定

仪器有日本岛津公司的 GC-14C 气相色谱仪,安捷伦公司的 6890-N 气相色谱柱,氢火焰离子化检测器(FD),N-3000 色谱工作站。

试剂有正己烷(分析醇),购自天津科密欧化学试剂开发中心;乙醚(分析醇),购自石家庄化学试剂厂;乙酸乙酯(分析醇),购自石家庄化学试剂厂;氢氧化钾(分析醇),购自天津科密欧化学试剂开发中心;水为高纯水。用脂肪酸甲酯的气相色谱法测定脂肪酸含量^[19]。

1.3 数据分析

色谱图结果计算按峰面积归一法在 N-3000 气相工作站下完成。采用 DPS 软件进行数据处理和显著性检测。

2 结果与分析

2.1 不同地点重组自交系的脂肪酸含量分析

不同地点 5 种脂肪酸变异幅度见表 1。其中亚麻酸的变异幅度最大,在 3 个地点的变异系数分别为 33.03、31.17、33.08;其次为硬脂酸,分别为 33.29、29.19、11.51;棕榈酸分别为 11.84、13.93、12.34;油酸分别为 16.41、15.30、11.38;变异幅度最小的为亚油酸,分别为 8.94、8.53、4.66。亚麻酸和硬脂酸含量变异系数较大,且在不同地点表现出变异趋势稳定。表明重组自交系后代的脂肪酸含量变异范围广泛,具有较大的选择空间,且受环境条件影

响较小,遗传较稳定。

表 1 不同生态条件下大豆脂肪酸含量变异分析
Table 1 Analysis of variance of soybean fatty acids content in different environments

地点	成分	最小值	最大值	均值	变异系数
Locations	Content	Minimal/%	Maximum/%	Average/%	Variation/%
哈尔滨 Harbin	棕榈酸 Palmitic	8.3426	16.2431	10.3359	11.84
	硬脂酸 Stearic	3.2757	6.4088	4.7132	33.29
	油酸 Oleic	16.9622	34.5501	22.1617	16.41
	亚油酸 Linoleic	46.9024	66.1410	57.6118	8.94
	亚麻酸 Linolenic	2.0892	8.8067	5.1704	33.03
	棕榈酸 Palmitic	8.2426	16.0512	10.6770	13.93
呼兰 Hulan	硬脂酸 Stearic	3.4494	5.8518	4.5994	29.19
	油酸 Oleic	17.6272	26.4860	21.6852	15.30
	亚油酸 Linoleic	52.2952	66.1410	57.8456	8.53
	亚麻酸 Linolenic	2.3263	8.7220	5.1929	31.17
	棕榈酸 Palmitic	8.2280	15.2723	10.3582	12.34
	硬脂酸 Stearic	3.3819	6.4088	4.4855	11.51
绥化 Suihua	油酸 Oleic	17.6273	34.4441	22.7890	11.38
	亚油酸 Linoleic	46.4425	64.0677	57.1535	4.66
	亚麻酸 Linolenic	2.0655	11.4703	5.1432	33.08

2.2 脂肪酸之间的相关

遗传相关分析结果表明(表 2),在 3 个不同地点亚麻酸与亚油酸均呈极显著正相关(0.2912、0.4070、0.3544);亚麻酸与油酸均呈极显著负相关(-0.2745、-0.4070、-0.3544);油酸与亚油酸呈极显著负相关(-0.8626、-0.8524、-0.6818);棕榈酸与亚油酸呈显著负相关(-0.2267、-0.2065、-0.2155)。以上几对性状在不同的生态条件下,相关关系非常稳定,表明这几对性状内在的遗传基础较为密切,其它的性状在不同生态条件下的表现不尽一致,表明不同的生态条件对性状的相关关系有一定的影响。

表 2 不同生态条件下 5 种脂肪酸间的遗传相关

Table 2 Correlation analysis among five kinds of fatty acids content in different of environments

	棕榈酸 Palmitic			硬脂酸 Stearic			油酸 Oleic			亚油酸 Linoleic			亚麻酸 Linolenic		
	HRB	HL	SH	HRB	HL	SH	HRB	HL	SH	HRB	HL	SH	HRB	HL	SH
棕榈酸 Palmitic	1	1	1												
硬脂酸 Stearic	0.0894	-0.0186	-0.1595	1	1	1									
油酸 Oleic	-0.0568	-0.1762 *	-0.2247 *	0.6383 **	0.8178 **	-0.0570	1	1	1						
亚油酸 Linoleic	-0.2267 *	-0.2065 *	-0.2155 *	-0.7884 **	-8479 **	-0.0295	-0.8626 **	-0.8524 **	-0.6818 **	1	1	1			
亚麻酸 Linolenic	0.0062	0.0869	-0.0205	0.0353	0.1055	-0.0480	-0.2745 **	-0.4070 **	-0.3544 **	0.2912 **	0.4070 **	0.3544 **	1	1	1

“ ** ”, “ * ” 代表在 0.01 和 0.05 水平上显著。HRB: 哈尔滨地区; HL: 呼兰地区; SH: 绥化地区。
“ ** ”, “ * ” indicates significance at the 0.01 and 0.05 levels respectively. HRB: Harbin area; HL: Hulan area; SH: Suihua area.

2.3 脂肪酸与主要农艺性状的相关

从表 3 可以看出, 棕榈酸与主茎节数、单株荚数、单株粒数、单株粒重; 百粒重与棕榈酸、亚油酸、亚麻酸等成对性状在 3 个地点相关关系都呈一致的趋势, 棕榈酸与百粒重呈正相关, 亚麻酸与百粒重呈

极显著正相关, 亚油酸与百粒重呈负相关。其余性状之间相关性未达显著水平, 从而也可以看出这些成对性状之间内在的遗传基础并不是非常密切, 容易受环境效应的影响。

表 3 各脂肪酸与主要农艺性状的相关性

Table 3 Correlation analysis between fatty acids content and main agronomic traits

	棕榈酸 Palmitic			硬脂酸 Stearic			油酸 Oleic			亚油酸 Linoleic			亚麻酸 Linolenic		
	HRB	HL	SH	HRB	HL	SH	HRB	HL	SH	HRB	HL	SH	HRB	HL	SH
株高 PH	-0.0435	0.0604	0.0979	-0.0603	0.1223	-0.0683	0.0136	0.0741	-0.0330	0.0069	-0.0962	0.0386	0.0367	-0.0158	-0.0380
主茎节数 NTP	0.0137	0.0157	0.0554	-0.0638	0.0895	-0.1617	0.0131	0.0613	-0.0009	-0.0299	-0.0565	0.0615	0.1109	-0.0421	-0.0931
总荚数 NTP	0.0795	0.1563	0.0601	-0.1092	0.0384	-0.0365	-0.0238	0.0216	-0.0543	0.0213	-0.0689	0.0640	0.0296	-0.0097	-0.0534
单株粒数 NSP	0.0850	0.1635	0.0605	-0.1248	0.0265	-0.1113	-0.0521	0.0206	-0.0543	0.0644	-0.0760	0.0438	-0.0293	0.0171	0.0009
单株粒重 SWP	0.0768	0.1314	0.0852	-0.0773	0.0263	-0.1079	0.0047	0.0604	-0.0973	0.0271	-0.0808	0.0709	-0.0758	-0.0200	0.0042
百粒重 100SW	0.0269	0.0753	0.0568	0.0652	-0.0221	-0.0180	0.0727	0.0666	-0.0859	-0.0499	-0.0214	-0.0574	0.4836 **	0.3141 **	0.3901 **

PH: Plant height; NMSN: Number of main stem nodes; NTP: Number of total pods; NSP: Number of seeds per plant; SWP: Seeds weight per plant; 100SW: 100-seed weight; “ * * ”, “ * ” indicates significance at the 0.01 and 0.05 level, respectively.

2.4 不同环境条件下大豆脂肪酸含量对百粒重的通径分析

由表 4 可知, 哈尔滨地区脂肪酸含量对百粒重影响的次序为 硬脂酸(0.2067) > 亚油酸(0.0970) > 油酸(-0.0750) > 亚麻酸(-0.0118) > 棕榈酸(0.0028)。棕榈酸、硬脂酸对百粒重的直接效应与遗传相关表现一致, 油酸、亚油酸、亚麻酸对百粒重的直接效应被硬脂酸的间接效应所掩盖, 使得油酸、亚油酸、亚麻酸对百粒重的直接效应与遗传相关相反。

呼兰地区脂肪酸含量对百粒重影响的次序为 油酸(0.2195) > 硬脂酸(-0.0918) > 亚油酸(0.0884) > 亚麻酸(-0.0431) > 棕榈酸

(-0.0310)。棕榈酸、油酸对百粒重的直接效应与遗传相关的表现一致, 棕榈酸、亚麻酸对百粒重的直接负效应主要被硬脂酸的间接正效应掩盖、亚油酸对百粒重的直接正效应主要被油酸的间接负效应掩盖, 使得棕榈酸、亚油酸、亚麻酸的直接效应与遗传相关相反。

绥化地区脂肪酸含量对百粒重影响的次序为 亚油酸(0.2736) > 油酸(0.1924) > 亚麻酸(0.1749) > 棕榈酸(0.1555) > 硬脂酸(0.0047)。棕榈酸、亚麻酸对百粒重的直接效应与遗传相关表现一致, 硬脂酸、油酸、亚油酸对百粒重的直接正效应主要被棕榈酸和亚麻酸的间接负效应掩盖, 使得硬脂酸、油酸、亚油酸的直接效应与遗传相关相反。

表 4 大豆脂肪酸含量对百粒重在不同生态环境下的通径分析

Table 4 Analysis of path coefficients between soybean fatty acids content and 100 seeds weight in different of environments

地点 Locations	成分 Content	棕榈酸 Palmitic	硬脂酸 Stearic	油酸 Oleic	亚油酸 Linoleic	亚麻酸 Linolenic
哈尔滨 Harbin	棕榈 Palmitic	0.0028	-0.0265	0.0163	-0.0561	-0.0009
	硬脂 Stearic	-0.0004	0.2067	-0.010	-0.011	0.0008
	油酸 Oleic	-0.0006	0.0277	-0.075	-0.0416	0.0035
	亚油 Linoleic	-0.0016	-0.0234	0.0322	0.097	0.0048
	亚 Linolenic	0.0002	-0.0136	0.0223	-0.0398	-0.0118
呼兰 Hulan	棕榈 Palmitic	-0.031	0.0076	-0.0558	-0.013	-0.004
	硬脂 Stearic	0.0026	-0.0918	0.1434	-0.0668	-0.0024
	油酸 Oleic	0.0079	-0.0599	0.2195	0.0647	0.0008
	亚油 Linoleic	0.0046	0.0693	-0.1605	0.0884	0.0119
	亚 Linolenic	-0.0028	-0.0051	-0.0043	-0.0245	-0.0431
绥化 Suihua	棕榈 Palmitic	0.1555	-0.0008	-0.0469	-0.0572	-0.0059
	硬脂 Stearic	-0.026	0.0047	-0.0083	-0.0007	-0.0036
	油酸 Oleic	-0.0379	-0.0002	0.1924	-0.1823	-0.0493
	亚油 Linoleic	-0.0325	0.0001	-0.1282	0.2736	-0.0592
	亚 Linolenic	-0.0052	0.0009	-0.0542	-0.0925	0.1749

各地区对角线上的数值为直接通径系数,其它为间接通径系数。
Values of diagonal are direct path coefficients. Others are indirect path coefficients, respectively areas.

3 讨论

3.1 脂肪酸含量之间的相关性

在 3 个不同地点亚麻酸与亚油酸均呈极显著正相关;亚麻酸与油酸均呈极显著负相关;油酸与亚油酸呈极显著负相关 ;与年海^[7],李永忠^[14],李文滨^[19]等研究结果相同。亚麻酸,亚油酸和油酸相互间的相关在不同生态条件下表现很一致,表明这种相关较稳定,具有普遍意义。

3.2 脂肪酸含量与主要农艺性状之间的相关性

从不同地理条件下的脂肪酸与主要农艺性状间的相关分析结果可以发现,棕榈酸与百粒重呈正相关,这一研究结果与年海,刘桂梅,胡超越等的结论相一致^[7,9,20]。表明这对性状的相关关系较稳定。

亚油酸与百粒重呈负相关。与尹田夫^[3],胡明祥^[6],年海^[7],刘显华^[10],张志永^[11]等的研究结果相同。与刘桂梅的结果相反^[9]。研究结果不一致的原因可能是与所选用的试验材料差异较大有关。

亚麻酸与百粒重在 3 个不同地点都呈极显著正相关,表明可以通过百粒重对亚麻酸进行间接选择。试验的亲本之一 L-5 是低亚麻酸材料,亚麻酸含量

仅为 2.66%,对 3 个地点脂肪酸测定得到亚麻酸含量最低的为 2.07%,含量最高为 11.47%,存在着明显的超亲现象,且变异系数在 30.03 ~ 31.17 之间,表明亚麻酸的变异范围十分广泛,得到的重组自交系对于选育低亚麻酸品种具有较大的选择空间。

3.3 脂肪酸含量对百粒重的通径分析

通径分析结果表明,不同环境条件下的通径系数不尽相同,亚麻酸对百粒重的直接通径系数与遗传相关的表现不一致,主要是被亚油酸的正向效应所掩盖,这表明在不同生态条件下要具体问题具体分析,通过百粒重进行间接选择,只能作为选育低亚麻酸品种的辅助手段。

参考文献

[1] 周玉伦. 黄豆的特殊功能[J]. 大豆通报,1993(1):32. (Zhou Y L. Soybean special features [J]. Soybean Bulletin, 1993(1): 32.)
[2] 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 decreasing linolenic acid content in soybean seeds[J]. Soybean Science, 1995,14(3):255 - 259.)
[3] 尹田夫. 大豆油脂脂肪酸改良与生化育种策略[J]. 大豆科学,

1988,7(1):75-79. (Yin T F. Improvement on fatty acid of oil lipid and strategy of biochemistey breeding in soybean[J]. Soybean Science,1988,7(1):75-79.)

[4] 徐豹,庄炳昌,路琴华,等. 中国野生大豆(*G soja*)脂肪及其脂肪酸组成的研究[J]. 吉林农业科学,1993(2):1-6. (Xu B, Zhuang B C,Lu Q H,et al. Polymorphism and geographical distribution of content of wild soybean(*G soja*) in China[J]. Jilin Agricultural Sciences, 1993(2):1-6.)

[5] 庄无忌,韩华琼,谢发明,等. 栽培、野生、半野生大豆脂肪酸组成的初步分析研究[J]. 大豆科学,1984,3(3):223-230. (Zhuang W J, Han H Q, Xie F M, et al. Composition of fatty acid in cultivated, semi-cultivated and wild soybean[J]. Soybean Science, 1984,3(3):223-230.)

[6] 胡明祥,梁歧,孟祥勋. 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. (Hu M X, Liang Q, Meng X X. Analysis of varieties of soybean's fatty acid composition in China [J]. Jilin Agricultural Sciences, 1986(1):12-17.)

[7] 年海,王金陵,杨庆凯,等. 大豆脂肪酸含量的研究进展[J]. 大豆科学,1995,14(3):255-259. (Nian H, Wang J L, Yang Q K, et al. Research progress of soybean fatty acid content[J]. Soybean Science, 1995,14(3):255-259.)

[8] 唐善德,尹腾蛟,成金莲,等. 南方春大豆亚麻酸含量的初步分析[J]. 中国油料,1990(2):35-37. (Tang S D, Yin T J, Cheng J L, et al. Analysis of linnolenic acid in spring sowing-type soybeans[J]. China Oil Crops, 1990(2):35-37.)

[9] 刘桂梅. 南方春大豆品质性状间及其与产量和地理因素的相关分析[J]. 中国油料,1990(4):43-45. (Liu G M. Analysis of quality traits with production and geographical factors relation in spring sowing-type soybeans [J]. China Oil Crops, 1990(4):43-45.)

[10] 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. (Liu X H. Preliminary study about correlations and expected genetic progress of main qualitative characters in the F₂ generation of soybean crosses[J]. Soybean Science, 1989,8(1):21-32.)

[11] 张志永. 大豆籽粒脂肪酸含量的遗传相关研究[J]. 中国油料, 1991(3):16-19. (Zhang Z Y. A study on inheritance of fatty acid contents in soybean seed oil[J]. China Oil Crops, 1991(3):16-19.)

[12] 徐豹,路琴华. 野生大豆脂肪酸组成的初步研究 [J]. 吉林农业科学,1984(2):92-94. (Xu B, Lu Q H. The preliminary study on fatty acid composition of wild soybean[J]. Jilin Agricultural Sciences,1984(2):92-94.

[13] 顾和平,凌以禄,韩锋,等. 栽培和野生大豆脂肪酸的组成,相关及其差异的研究[J]. 江苏农业科学,1989(10):13-15. (Gu H P,Ling Y L,Han F,et al. Research on cultivated and wild soybean fatty acid composition, relation and differences[J]. Jiangsu Agricultural Science, 1989(10):13-15.)

[14] 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. (Li Y Z. Correlation and path-coefficient analysis of oil and its compositions in soybean[J]. Soybean Science, 1987,6(3):203-208.)

[15] 刘兴媛,胡传璞,季玉玲. 中国大豆种质资源的脂肪酸组成分析[J]. 作物品种资源, 1998(2):40-42. (Liu X Y, Hu C G, Ji Y L. Analysis of soybean germplasm resources of fatty acid composition in China[J]. Crop Germplasm Resources, 1998(2):40-42.)

[16] 赵道新,李淑贞,陈霞,等. 黑龙江省大豆品种脂肪酸组成的研究[J]. 大豆科学,1988,7(4):327-332. (Zhao Z X, Li S Z, Cheng X, et al. Study on the component of fatty acid of soybean cultivars in Heilongjiang Province[J]. Soybean Science, 1988,7(4):327-332.)

[17] 陈霞. 黑龙江省主栽大豆品种脂肪,脂肪酸组分的测定及其相关性的分析[J]. 大豆科学,1996,15(1):91-95. (Cheng X. Test of content of fat and fatty acid and correlation analysis among them of the main cultivars of soybean in Heilongjiang province[J]. Soybean Science, 1996,15(1):91-95.)

[18] 吕景良,邵荣春,吴百灵等. 东北地区大豆品种资源脂肪酸组分的分析研究[J]. 作物学报,1990,16(4):349-355. (Lv J L, Shao R C, Wu B L, et al. Studies on the fatty acid composition of soybean germplasm resources in northeast China, 1990,16(4):349-355.)

[19] 李文滨,郑宇宏,韩英鹏,等. 大豆种质资源脂肪酸组分含量及品质性状的相关分析[J]. 大豆科学,2008,27(5):740-745. (Li W B,Zheng Y H,Han Y P,et al. Analysis of fatty acid composition and other quality traits in soybean varieties developed in Heilongjiang province [J]. Soybean Science, 2008,27(5):740-745.)

[20] 胡超越,王振民. 大豆油脂脂肪酸含量与主要农艺性状的遗传相关及通径分析[J]. 大豆科学,2006,25(1):90-94. (Hu C Y, Wang Z M. Genetic correlation and path-coefficient of important oil fatty acid content with the major agronomic characters in soybean [J]. Soybean Science,2006,25(1):90-94.)