

重庆不同类型大豆异黄酮含量与品质性状的测定与分析

张 应¹, 李向华¹, 肖鑫辉¹, 刘 洋¹, 张继君², 王克晶¹

(1. 中国农业科学院 作物科学研究所, 北京 100081; 2. 重庆市农业科学院 特色作物研究所, 重庆 402160)

摘 要:选取重庆地区 96 份野生大豆和 102 份地方品种, 检测其蛋白质、脂肪及异黄酮含量, 并进行品质性状间的相关分析, 探索重庆大豆异黄酮含量的生态分布规律以及异黄酮与品质性状间的相关性, 发掘品质优良的大豆种质资源。结果表明: 重庆地区的野生大豆蛋白质和脂肪含量低于其地方品种, 但异黄酮含量高, 不同类型大豆的异黄酮含量变异丰富。试验同时筛选出高异黄酮含量优异种质资源 5 份。认为不同生态区大豆品质含量有差异, 地理上存在不同品质性状的分布差异, 野生大豆异黄酮含量与脂肪含量呈极显著正相关, 与蛋白质含量呈极显著负相关, 地方品种中大豆异黄酮含量与脂肪含量呈不显著正相关。

关键词:野生大豆; 地方品种; 异黄酮; 品质性状; 相关分析

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-9841(2011)01-0067-06

Detection and Analysis of Isoflavone Content and Quality Traits of Different Soybean Types in Chongqing

ZHANG Ying¹, LI Xiang-hua¹, XIAO Xin-hui¹, LIU Yang¹, ZHANG Ji-jun², WANG Ke-jing¹

(1. Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081; 2. Institute of Characteristic Crop Research, Chongqing Academy of Agricultural Sciences, Chongqing 402160, China)

Abstract: In order to understand the status of quality traits and excellent soybean germplasm in Chongqing, we investigated isoflavone, protein and fat contents and analyzed the correlation between 96 wild and 102 landrace soybeans from this area. In this research, the various chemical component contents in different types and ecotopes were compared. The results showed that the protein and fat contents of the wild soybean were lower than landraces, but the isoflavone content was higher than landraces. There was higher variation in isoflavone content of different soybean types, and we detected five high-isoflavone soybean germplasm. The isoflavone content of soybean from different eco-areas was highly varying, and we found there were dominance areas for special quality trait. The correlation between isoflavone and other quality traits such as protein and fat differed in different soybean types. There was a significantly positive correlation between isoflavone content and fat contents in wild soybean, but a significantly negative correlation between isoflavone content and protein contents. Whereas in landraces, the correlation between isoflavone content and fat content was insignificantly positive related.

Key words: Wild soybean; Landrace; Isoflavone; Quality traits; Correlation analysis

大豆异黄酮是大豆生长过程中产生的小分子量次级代谢物^[1]。大豆异黄酮含有 3 种糖苷: 大豆黄素、染料木素和黄豆黄素, 每 1 种类型又各有 4 种化学结构, 包括游离型的苷元本身和它们与葡萄糖结合形成的 3 种葡萄糖苷: β -葡萄糖苷、6"-O-乙酰基- β -葡萄糖苷和 6"-O-丙二酰基- β -葡萄糖苷, 总共 12 种组分^[2]。染料木苷、大豆苷、丙二酰基大豆苷和丙二酰基染料木苷为大豆异黄酮的主要成分, 约占总含量的 83%~93%^[3]。异黄酮又称植物雌激素, 它可以有效抵御荷尔蒙影响的诸如乳腺癌、结肠癌等疾病, 同时也可以降低心脏病的风险、减轻更年

期症状、降低血糖和抗骨质疏松等^[4]。豆科植物尤其大豆在世界众多人口的日常饮食中扮演着重要的角色, 人体所需的蛋白质、脂肪、异黄酮等的摄取大都来源于大豆^[5]。蛋白质和脂肪作为大豆的主要营养成分和重要品质性状一直以来是传统研究的重点, 大豆异黄酮因特殊的营养保健价值和药用价值而使其相关研究日益受到重视。

国内外学者已对大豆异黄酮做了一定的研究。在大豆异黄酮含量差异方面, Kitamura 等^[6]在日本春播大豆品种中筛选出异黄酮含量低的品种, Carro-Pannizzi^[7]从巴西 25 份大豆中筛选出异黄酮含量

收稿日期: 2010-08-25

基金项目: 重庆市自然科学基金重点资助项目 (CSTC, 2009BA1033)。

第一作者简介: 张应 (1985-), 男, 在读硕士, 从事野生大豆遗传多样性研究。E-mail: 00zhang.ying@163.com。

通讯作者: 王克晶 (1960-), 男, 研究员, 从事野生大豆遗传源研究。E-mail: wangkj@caas.net.cn。

高低各 1 份品种,孙君明等^[8]从中国 50 份大豆种质资源中选出异黄酮含量高低各 3 份大豆品种,这些研究都表明大豆品种间异黄酮的含量差异很大。不仅品种影响异黄酮的含量,同时生态因子如温度、日照时间和降雨量等也对异黄酮的含量有显著影响^[9-10]。同时异黄酮含量也受其它一些因素的影响,Danhua 等^[11]检测了大豆种子吸水萌发前后的异黄酮含量变化,发现种子在吸水后可能受到异黄酮物质合成前体柚皮素-查耳酮合酶和异甘草素代谢途径的诱导,致使异黄酮含量增高。Chunyang 等^[12]研究了 210 份不同生育期的大豆发现异黄酮含量与大豆的种脐色、生育期和植株干重有相关性。在异黄酮的遗传研究上, Lucimara 等^[13]认为最大程度地提高异黄酮含量的选择有效性必须充分考虑细胞质的遗传效应以及核质基因相互作用的影响。

重庆不同地区间生态差异大,大豆类型丰富,但重庆地区的大豆品质研究方面还鲜有报道,对重庆地区 96 份野生大豆和 102 份地方大豆品种的异黄酮、蛋白质和脂肪的含量进行检测与分析可以弥补这方面的空缺,同时可以了解重庆地区野生大豆和地方品种的品质状况,探索重庆大豆异黄酮含量的生态分布规律以及异黄酮与品质性状间的相关性,发掘品质优良的大豆种质资源,为重庆大豆的本土育种和生产提供优异种质资源和理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

来源于重庆地区不同区县以及不同类型的大豆地方品种 102 份,野生大豆 96 份。

1.2 试验方法

1.2.1 蛋白质含量检测 大豆蛋白含量测定具体参照国标 GB2905-1982 谷类、豆类作物种子粗蛋白质测定法。仪器为福斯 2300 kjeltec 全自动凯氏定氮仪(Foss Tecator, Sweden)。

1.2.2 脂肪含量检测 大豆脂肪含量测定具体参照国标 GB2906-1982 谷类、豆类作物种子脂肪测定法。仪器为自动索氏抽提仪(2020 SOXTEC Auto Extraction Unit, Foss Tacator, Sweden)。

1.2.3 异黄酮及其组分含量检测 将大豆籽粒在旋风磨中磨成粉,称取 0.40 g 大豆粉,放入试管中,加入 10 mL(下同)70% 甲醇溶液。将试管放入振荡器中,以 $240 \text{次} \cdot \text{min}^{-1}$ 的速率振荡提取 8 h。最后将溶液在 $4\,000 \text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ 下离心 10 min,上清液过 $0.45 \mu\text{m}$ 的微孔滤膜,上液相。色谱条件:色谱柱为 apollo C18 柱($5 \mu\text{m}$, $25 \text{cm} \times 4.6 \text{mm}$);检测器为紫外检测器,检测波长 260 nm;柱温 40°C ;流速 $1 \text{mL} \cdot \text{min}^{-1}$;流动相为 0.1% 冰乙酸乙腈溶液(A)和 0.1% 冰乙酸水溶液(B);梯度洗脱条件为 15% A 在 40 min 内梯度洗脱至 30% A;进样量 20 μL 。

1.3 统计分析

利用 SPSS16.0 进行数据的方差分析和相关性分析。

2 结果与分析

2.1 不同类型大豆的品质含量分析

重庆地区不同类型大豆包括收集保存的野生大豆 96 份和从各区县收集到的地方品种 102 份,品质含量分析(表 1)包括变幅、平均值、标准误差和变异系数。

表 1 不同类型大豆品质含量分析

Table 1 Chemical component contents analysis of different soybean types

材料类型 Type	蛋白质含量 Protein content/%				脂肪含量 Fat content/%			
	变幅范围 Range	平均值 Mean \pm SE	变异系数 CV/%	显著性 Significance ($P = 0.01$)	变幅范围 Range	平均值 Mean \pm SE	变异系数 CV/%	显著性 Significance ($P = 0.01$)
野生类型 Wild type	38.35-49.06	43.93 \pm 0.25	4.58	B	2.54-10.30	6.79 \pm 0.16	22.62	B
地方品种 Landraces	37.95-50.17	45.82 \pm 0.27	6.05	A	14.15-23.47	18.09 \pm 0.18	10.01	A

材料类型 Type	蛋脂总量 Protein and fat content/%				异黄酮总含量 Total isoflavones content/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$			
	变幅范围 Range	平均值 Mean \pm SE	变异系数 CV/%	显著性 Significance ($P = 0.01$)	变幅范围 Range	平均值 Mean \pm SE	变异系数 CV/%	显著性 Significance ($P = 0.01$)
野生类型 Wild type	46.87-56.38	50.72 \pm 0.18	3.39	B	0.61-5.26	2.47 \pm 0.10	39.30	A
地方品种 Landraces	59.21-68.21	63.90 \pm 0.25	3.90	A	0.41-5.10	2.03 \pm 0.09	44.75	B

2.1.1 蛋白质含量 重庆地区野生大豆的蛋白质平均含量为 43.93%, 变幅 38.35%~49.06%。重庆地区地方品种蛋白质平均含量为 45.82%, 变幅 37.95%~50.17%。蛋白质含量大于 45% 的野生大豆有 28 份, 占野生大豆材料的 29.17%; 地方品种有 66 份, 占地方品种材料的 64.71%。地方品种蛋白质含量的变幅大于野生大豆蛋白质含量的变幅, 变异系数也大于野生大豆, 表明重庆地方品种的蛋白质含量变异类型丰富。

2.1.2 脂肪含量 重庆地区野生大豆脂肪含量平均为 6.79%, 变幅 2.54%~10.30%。地方品种脂肪含量平均为 18.29%, 高出野生大豆近 3 倍, 变幅为 14.15%~23.47%。地方品种的脂肪含量的变异系数也小, 脂肪含量的最低值也要高于野生大豆脂肪含量的最高值, 差异悬殊。脂肪含量大于 21% 的材料共有 8 份地方品种, 表明在野生大豆经过驯化成为栽培大豆后, 它的脂肪含量得到极大提高。

2.1.3 蛋白质和脂肪总含量 重庆地区野生大豆蛋白质和脂肪总含量平均 50.72%, 变幅 46.87%~56.38%。地方品种的蛋脂总含量平均 63.90%, 变幅 59.21%~68.21%。同脂肪含量变异类似, 地方品种的蛋脂总含量的最低值也高于野生大豆蛋脂

总含量的最高值, 蛋白质含量有小幅增加, 最主要还是脂肪含量增加的幅度大, 使得地方品种的蛋脂总含量也明显的高于野生大豆。

2.1.4 异黄酮总含量 重庆地区野生大豆异黄酮总含量平均为 $2.47\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, 变幅 $0.61\sim5.26\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 。地方品种异黄酮总含量平均为 $2.03\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, 变幅 $0.41\sim5.10\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 。野生大豆的异黄酮总含量平均值高, 表明从野生大豆中挖掘高异黄酮优良基因成为可能。但地方品种的异黄酮总含量变异系数大, 表明地方栽培品质在异黄酮含量上具有丰富的多样性, 未来育种中亲本选择潜力大。

2.2 不同类型大豆高异黄酮含量的优异种质资源

对重庆地区 198 份野生大豆和地方大豆品种的异黄酮含量分析表明, 野生大豆的异黄酮平均含量高于地方大豆品种。并且异黄酮含量的变异系数较大, 野生大豆为 39.30%, 地方品种为 44.75%。地方品种中也有高异黄酮含量的优异种质资源。通过筛选可以得到异黄酮总含量大于 $4.5\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 的种质有 5 份(表 2), 其中野生大豆 2 份, 占全部野生大豆的 2.10%, 地方品种 3 份, 占全部地方品种的 2.9%。

表 2 不同类型大豆高异黄酮种质资源
Table 2 Different germplasm with high isoflavone content

编号 No.	类型 Type	收集地点 Location	蛋白质含量 Protein content /%	脂肪含量 Fat content /%	蛋脂总量 P + F content /%	异黄酮总含量 Total isoflavones content/ $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$
200627-011-8	野生 Wild type	中部地区(垫江县) Central Area(Dianjiang county)	42.43	8.65	51.08	5.261
200627-010-9	野生 Wild type	中部地区(垫江县) Central Area(Dianjiang county)	42.90	9.04	51.94	4.854
09-703	地方品种 Landraces	东南部地区(黔江县) Southeast Area(Qianjing county)	37.95	23.47	61.42	5.098
09-37	地方品种 Landraces	东南部地区(黔江县) Southeast Area(Qianjing county)	39.21	21.30	60.51	5.071
09-39	地方品种 Landraces	东南部地区(黔江县) Southeast Area(Qianjing county)	39.32	21.31	60.63	4.547

收集编号为 200627-011-8 的野生大豆异黄酮总含量最高, 达到 $5.216\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, 比中国高异黄酮大豆品种中豆 27 ($3.791\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) 高 37.59%^[14]。其次是编号为 09-703 的地方大豆品种, 其异黄酮总含量为 $5.098\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, 也比中豆 27 高出 34.48%, 并且该种质在地方品种中蛋白质含量最低 37.95%, 脂肪含量最高 23.47%。该种质的发现证实了培育高异黄酮含量和高脂肪含量的大豆品质是可行的。虽然重庆地方品种的异黄酮含量低于

野生大豆, 但是地方品种在异黄酮含量方面变异丰富, 不乏有高异黄酮含量的优异种质, 所以在高异黄酮育种上不仅可以挖掘利用野生大豆的高异黄酮优异基因, 而且可以利用现有的高异黄酮栽培大豆作为亲本。另外, 异黄酮含量最高的 2 份野生大豆和 3 份地方品种来源地相同, 高异黄酮含量的野生大豆种质资源来源于重庆中部的垫江县, 高异黄酮含量的地方品种来源于重庆东南部黔江县。这也显示高异黄酮含量与地理来源有一定的关系, 可

以进一步分析推断高异黄酮大豆的适宜种植区。

2.3 不同生态区品质含量的比较

将重庆地区的野生大豆和地方品种按其搜集地来源,划分为4个不同的生态区:西部、中部、东北部和东南部。其中东南部区域未发现野生大豆,可能由于2006年重庆地区遭受了特大干旱灾害造成野生大豆在该区域的绝迹,所以野生大豆的生态区域划分只有3个。

2.3.1 不同生态区野生大豆的品质含量比较 重庆地区3个生态区野生大豆品质含量(表3),蛋白质平均含量西部(45.38%)最高,中部(43.89%)和东北部(43.71%)的蛋白质平均含量较低,西部地区蛋白质平均含量显著高于中部和东北部,而中部和东北部间差异不显著;脂肪平均含量中部最高(7.32%),极显著高于西部(5.57%),东北部(6.53%)介于二者之间且与二者的差异都不显著;蛋脂总含量的平均值西部(51.45%)最高,中部(51.21%)次之,东北部(50.24)最低,但三者之间无显著差异;异黄酮总含量平均值西部($3.44 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$)最高,中部($2.85 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$)次之,东北部($2.10 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$)最低,西部地区平均值极显著高于东北部地区,但与中部地区的差异不显著。综上,重庆西部地区野生大豆的蛋白质含量和异黄酮总

含量的平均值最高,中部地区野生大豆的脂肪平均含量最高。3个生态区虽然蛋白质平均含量和脂肪平均含量有差别,但蛋脂总量的平均值无显著差异。

2.3.2 不同生态区地方品种品质含量比较 重庆地区4个生态区地方品种品质含量见表3,蛋白质平均含量西部(47.19%)最高,东北部(46.37%)、中部(44.85%)次之,东南部(43.83%)最低,西北和东北部差异不显著,但西部极显著地高于中部和东北部;脂肪平均含量的差异东南部(18.28%)最高,中部(18.13%)和西部(18.07%)次之,东北部(17.30%)含量最低,但是4个生态区之间无显著差异;蛋脂总含量的平均值西部(65.26%)最高,东北部(63.67%)次之,中部(62.98%)和东南部(62.11%)最低,西部显著高于其它3个生态区;异黄酮总含量东南部($2.56 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$)最高,西部($1.94 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$)和中部($1.77 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$)次之,东北部($1.67 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$)最低,东南部的平均含量显著高于其它3个生态区,且这3个生态区之间并无显著差异。综上所述,重庆东南部地区地方品种的脂肪和异黄酮总含量的平均值最高,而西部地区地方品种的蛋白质平均含量最高。

表3 不同生态区大豆品质含量的差异

Table 3 Differences among chemical component contents of different soybean types from different eco-areas

材料类型 Types	生态区 Eco-area	样本数 Sample size	蛋白质含量 Protein content/%		脂肪含量 Fat content/%		蛋脂总量 Protein and oil Content/%		异黄酮总含量 Total isoflavones content/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$	
			平均	变异系数	平均	变异系数	平均	变异系数	平均	变异系数
			Mean	CV/%	Mean	CV/%	Mean	CV/%	Mean	CV/%
野生类型 Wild types	西部 Western	5	45.88aA	2.77	5.57bB	13.33	51.45aA	1.12	3.44aA	11.27
	中部 Central	52	43.89bA	4.17	7.32aA	14.40	51.21aA	2.92	2.85aAB	34.11
	东北部 Northeastern	38	43.71bA	4.81	6.53abAB	27.06	50.24aA	3.60	2.10bB	40.31
	东南部 Southeastern	23	43.83cC	5.45	18.28aA	14.43	62.11cB	3.71	2.56aA	47.12
地方品种 Landraces	西部 Western	48	47.19aA	4.42	18.07aA	6.45	65.26aA	3.53	1.94bAB	46.62
	中部 Central	21	44.85bcBC	6.95	18.13aA	11.71	62.98bcB	2.53	1.77bAB	33.88
	东北部 Northeastern	9	46.37abAB	3.85	17.30aA	6.59	63.67bAB	2.77	1.67bB	29.79

不同的大、小写字母分别代表0.01和0.05的显著水平。

Capital and lowercase denote the significant differences at 0.01 and 0.05 probability levels, respectively.

2.4 不同类型大豆异黄酮与其各组分及品质性状间的相关性

2.4.1 不同类型大豆异黄酮及其各组分的相关分析 重庆地区野生大豆和地方品种大豆种子中异黄酮总含量与其各组分的相关性分析见表4。对比发现2种类型大豆异黄酮总含量与各组分的相关性规律相同。2种类型大豆的异黄酮总含量与各

分以及各组分之间都是极显著正相关,表明大豆异黄酮各组分在种子中的积累是相辅相成的。丙酰型染料木苷和染料木苷与异黄酮总含量的相关系数最高,而大豆黄素苷与大豆苷之间的相关系数及二者与异黄酮总含量的相关系数都是最低的,这与各组分在异黄酮总含量中的比例高低趋势相一致。

表 4 大豆异黄酮各组分含量相关性分析

Table 4 Correlations among isoflavone components in different soybean types

材料类型 Types	异黄酮组分 Isoflavone components	大豆苷 Dai	大豆黄素苷 Gly	染料木苷 Gen	丙酰型大豆苷 M-Dai	丙酰型染料木苷 M-Gen
野生类型 Wild types	大豆黄素苷 Gly	0.451 **				
	染料木苷 Gen	0.855 **	0.657 **			
	丙酰型大豆苷 M-Dai	0.913 **	0.342 **	0.722 **		
	丙酰型染料木苷 M-Gen	0.852 **	0.554 **	0.930 **	0.843 **	
	异黄酮总含量 Total isoflavones content	0.944 **	0.556 **	0.927 **	0.923 **	0.971 **
地方品种 Landraces	大豆黄素苷 Gly	0.481 **				
	染料木苷 Gen	0.787 **	0.753 **			
	丙酰型大豆苷 M-Dai	0.713 **	0.172 **	0.592 **		
	丙酰型染料木苷 M-Gen	0.561 **	0.385 **	0.818 **	0.770 **	
	异黄酮总含量 Total isoflavones content	0.771 **	0.516 **	0.905 **	0.854 **	0.951 **

“ ** ”代表 0.01 显著水平。“ ** ” indicated significance at 0.01 probability level.

2.4.2 不同类型大豆中异黄酮含量与品质性状间的相关分析 重庆地区野生大豆和地方品种的异黄酮总含量与品质性状的相关性见表 5,野生大豆异黄酮含量与脂肪含量呈极显著正相关,与蛋白质含量呈极显著负相关,与蛋脂总含量相关性不显著,蛋白质含量和脂肪含量呈极显著负相关,蛋脂总含量与蛋白质的相关性远高于其与脂肪含量的相关性,这是由于野生大豆中脂肪含量过低造成

的;地方品种中异黄酮总含量与蛋白质含量和蛋脂总含量呈极显著负相关,与脂肪含量呈不显著正相关,蛋白质含量与脂肪含量呈极显著负相关。对比发现 2 种类型大豆的品质性状间的相关性有所不同,可能是由于地方品种的脂肪含量有了大幅提高,异黄酮总含量与脂肪含量的相关性变得不显著,而异黄酮总含量与蛋脂总量的相关性变为极显著的负相关。

表 5 大豆异黄酮总含量与品质性状的相关性分析

Table 5 Correlation analysis between isoflavones and quality traits

材料类型 Types	品质性状 Quality traits	蛋白质含量 Protein content	脂肪含量 Fat content	蛋脂总量 Protein and fat content
野生类型 Wild type	脂肪含量 Fat content	-0.558 **		
	蛋脂总量 Protein and fat content	0.672 **	0.24 *	
	异黄酮总含量 Total isoflavones content	-0.407 **	0.589 **	0.05
地方品种 Landraces	脂肪含量 Fat content	-0.474 **		
	蛋脂总量 Protein and fat content	0.769 **	0.198 *	
	异黄酮总含量 Total isoflavones content	-0.631 **	0.190	-0.564 **

“ * ”和“ ** ”分别代表 0.05 和 0.01 显著水平,“ * ” and “ ** ” indicated significance at 0.05 and 0.01 levels, respectively.

3 讨论

3.1 不同品质特性大豆适宜种植区域合理规划探讨

基因型是决定异黄酮组分和含量的最关键因素^[15],同时一个地区有其特定的经纬度、日照、气温和降雨量等生态因子,基因型与环境因子之间有显著的互作效应^[16]。据此,选育出高异黄酮大豆品种并种植在最适宜的生态区,可使品种的优势得到最充分的发挥。在研究中发掘出的 5 份高异黄酮优异种质资源均来自相同的生态区的相同区县,同时结合不同生态区大豆品质含量的比较结果,重庆东南部地区地方品种的异黄酮总含量和脂肪的平均含量最高,推测其为重庆高异黄酮大豆的最适宜

种植区;重庆西部地区野生大豆和地方品种的蛋白质含量最高,推测其为重庆高蛋白大豆的最适宜种植区;重庆中部地区的野生大豆和地方品种的脂肪含量最高,推测其为高油大豆的最适宜种植区。

3.2 高异黄酮大豆优异种质资源的育种应用

由于异黄酮是引起大豆及其制品中出现苦涩味的主要因子之一^[17],所以人们在长期的选择过程中淘汰了大量苦涩味重口感差的大豆资源,不断地选择使栽培大豆中的异黄酮含量变得很低,但是重庆的地方品种中仍然保留着一些高异黄酮含量的大豆资源,为重庆地区高异黄酮大豆育种提供了宝贵的材料。虽然重庆地区野生大豆的蛋白质和脂肪的平均含量都低于地方品种,但可以充分挖掘和利用野生大豆中高异黄酮基因以及一些优良抗逆

抗病基因。刘广阳等^[3]研究认为在栽培大豆中异黄酮含量与蛋白质含量负相关,与脂肪含量表现不显著的正相关,这与该文的结论一致,该研究中地方品种异黄酮含量最高的种质就是低蛋白质含量高脂肪含量的优异种质,印证了培育高异黄酮含量高脂肪含量大豆是切实可行的。相关研究显示提高大豆种子中异黄酮含量要充分考虑到细胞质遗传效应以及细胞质与细胞核基因的互作效应^[13],大豆种子中的异黄酮合成在胚中进行且存在较大的母体效应^[18],因此在高异黄酮大豆的育种过程中要重视母本的选择,选取高异黄酮大豆材料作母本,提高育种效率。

3.3 后续研究应注意问题探析

大豆异黄酮含量的差异除了受到基因型和环境因素的影响外,还受到其它一些因素的影响。大豆异黄酮含量存在着地点与年份的效应^[19],该试验检测的大豆都是同年同地种植未涉及此类因素。大豆异黄酮含量与海拔高度有相关性,有关研究表明高海拔种植下异黄酮含量有显著的提高^[4],重庆地区位于我国西南山区,垂直高度差异很大,研究重庆当地大豆异黄酮含量与海拔的关系也有现实意义。大豆异黄酮含量与农艺性状如种脐色、百粒重、花色、生育期及植株干重等有相关性^[8,12],由于大豆异黄酮含量的检测成本高且程序复杂,通过开展异黄酮含量及其与品质性状和农艺性状的相关性研究,可以形成一套与高异黄酮含量相关性高的品质选择技术和农艺性状表型选择技术,为育种提供方便。综上,重庆地区大豆异黄酮含量的研究应该注重多年多地点种植,同时结合重庆地区实际情况考虑海拔因素的影响以及百粒重、花色、种脐色、生育期和植株干重等农艺性状的相关性因素,以使重庆地区大豆异黄酮的研究更加全面深入。

参考文献

- [1] Genovese M I, Lajolo F M. Determinação de isoflavones em derivados de soja[J]. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 2001, 21: 86-93.
- [2] Mebrahtu T, Mohamed A, Wang C Y, et al. Analysis of isoflavone contents in vegetable soybeans[J]. *Plant Foods for Human Nutrition*, 2004, 59: 55-61.
- [3] 刘广阳, 齐宁, 林红, 等. 大豆异黄酮含量与品质性状相关性分析[J]. *大豆科学*, 2008, 27(4): 701-703. (Liu G Y, Qi N, Yang X F, et al. Analysis of correlation between isoflavones and quality of soybean[J]. *Soybean Science*, 2008, 27(4): 701-703.)
- [4] Tae J H, Jin H L, Sang-Ouk S, et al. Changes in anthocyanin and isoflavone concentrations in black seed-coated soybean at different planting locations[J]. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 2009, 12(2): 79-86.
- [5] Adhami V M, Syed D N, Khan N, et al. Phytochemicals for prevention of solar ultraviolet radiation induced damages[J]. *Photochemistry and Photobiology*, 2008, 84: 489-500.
- [6] Kitamura K, Igita K, Kikuchi A, et al. Low isoflavone content in some early maturing cultivars, so-called summer type soybean *Glycine max* (L.) Merri[J]. *Japan Journal Breeding*, 1991, 41: 651-654.
- [7] Carrao-Panizzi M, Kitamura K. Isoflavone content in Brazilian soybean cultivars[J]. *Breeding Science*, 1995, 45: 295-300.
- [8] 孙君明, 丁安林, 常汝镇, 等. 中国大豆异黄酮含量的初步分析[J]. *中国粮油学报*, 1995, 10(4): 51-54. (Sun J M, Ding A L, Chang R Z, et al. Preliminary analysis of Chinese soybean's isoflavone content[J]. *Journal of Chinese Cereals and Oils Association*, 1995, 10(4): 51-54.)
- [9] Eldridge A C, Kowlek W F. Soybean isoflavone: Effect of environment and variety on composition[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1983, 31: 394-396.
- [10] Tsukamoto C, Shimada S, Igita K, et al. Factors affecting isoflavone content in soybean seeds: Changes in isoflavones, saponins, and composition of fatty acids at different temperatures during seed development[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1995, 43: 1184-1192.
- [11] Danhua Z, Navam S H, Ronny H, et al. Isoflavone contents in germinated soybean seeds[J]. *Plant Foods for Human Nutrition*, 2005, 60: 147-151.
- [12] Chunyang W, Marci S, Sudhakar P, et al. Isoflavone content among maturity group 0 to II soybeans[J]. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 2000, 77(5): 483-451.
- [13] Lucimara C, Lucas K N, Newton D P, et al. Inheritance of isoflavone contents in soybean seeds[J]. *Euphytica*, 2006, 150: 141-147.
- [14] Zeng G L, Li D M, Han Y P, et al. Identification of QTL underlying isoflavone contents in soybean seeds among multiple environments[J]. *Theoretical and Applied Genetics*, 2009, 118: 1455-1463.
- [15] Hocck J A, Fehr W R, Murphy P A, et al. Influence of genotype and environment on isoflavone contents of soybean[J]. *Crop Science*, 2000, 40: 48-51.
- [16] Lee S J, Yan W, Ahn J K, et al. Effects of year, site, genotype and their interactions on various soybean isoflavones[J]. *Field Crops Research*, 2002, 4150: 1-12.
- [17] Huang A S, Hsieh O A L, Chang S S. Characterization of the nonvolatile minor constituents responsible for the objectionable taste of defatted soybean flour[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1981, 47: 19-23.
- [18] Sangeeta D, Brian D M, Ruthanne W, et al. Isoflavonoid biosynthesis and accumulation in developing soybean seeds[J]. *Plant Molecular Biology*, 2003, 53: 733-743.
- [19] Wang H J, Murphy P A. Isoflavone composition of American and Japanese soybean in Iowa: Effects of variety, crop year, and location[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1994, 42: 1674-1677.