

小豆种质资源群体百粒重及淀粉粒大小的遗传变异

金文林, 濮绍京, 赵 波, 苏丽丽

(北京农学院 作物遗传育种研究所, 北京 102206)

摘要: 对来源于我国主产区的 446 份、日本 26 份和韩国 2 份小豆种质资源的百粒重及淀粉粒大小进行了鉴定。结果表明, 我国小豆种质资源群体平均百粒重为 11.63 g, 变幅为 5.28~24.47 g, 品种间差异达极显著; 筛选出百粒重大于 17 g 的大粒和特大粒种质资源 7 份; 474 份小豆子粒的淀粉粒大小平均为 57.71 μm , 变幅为 46.21~83.46 μm , 广义遗传力(h^2)为 58.99%, 属中等遗传力; 小豆淀粉粒的大小(y)与子粒百粒重(x)具有显著的回归关系: $y = 38.07617 + 1.77062x$ 。

关键词: 小豆; 种质资源; 淀粉粒; 相关分析; 遗传参数

中图分类号: S521 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2006)06-0041-04

Genetic Variation of 100 Seed Weight and Size of Starch Granules in Adzuki Bean Germplasm Resource Groups

JIN Wen-lin, PU Shao-jing, ZHAO Bo, SU Li-li

(Institute of Crop Genetic Breeding, Beijing Agricultural College, Beijing 102206, China)

Abstract: 100 seed weight and size of starch granules of 446, 26 and 2 shares of adzuki bean germplasm resources from major production areas in China, Japan and Korea separately were appraised in this paper. The results indicated that: The average value of 100 seed weight of adzuki bean germplasm resources in China was 11.63 g within the range of 5.28—24.47 g, and the difference between varieties was extremely significant; 7 shares of germplasm resources of big seed or especially big seed which 100 seed was exceeded 17 g were obtained. The mean of size of seed starch granules of all 474 shares of adzuki bean was 57.71 μm within the range of 46.21—83.46 μm , and its generalized habitability(h^2) was 58.99% as middle value. There was significant regression relation between size of seed starch granules(y) and 100 seed weight(x), and its regression equation was $y = 38.07617 + 1.77062x$.

Key words: Adzuki bean; Germplasm resource; Starch granules; Correlation analysis; Genetic parameter

小豆(*Vigna angularis* Ohwi & Ohashi)起源于中国, 在亚洲东南、东北部及喜马拉雅高地国家有悠久的栽培历史, 是我国栽培历史最为古老的小杂豆之一, 也是我国北方主要杂粮之一。我国小豆栽培面积和总产量均占世界首位, 年出口贸易量约占全世界小豆贸易量的 85%^[1~3]。

小豆是豆沙的主要原料, 其蛋白质含量高, 并含多种氨基酸、维生素及丰富的钙、铁、磷等元素^[4], 亦具有药用价值。尽管小豆被视为小作物, 但在亚洲血统人群的食物消费组成及国际食用豆类贸易中占有重要地位。

充分合理利用小豆中淀粉成分是农副产品深加工和增值的重要组成部分^[5], 是拉动农业和农村经济发展, 提高农民收入的重要途径。小豆淀粉颗粒的大小与风味、舌感有密切关系, 而小豆子粒的大小与淀粉颗粒也有一定的关系。了解我国小豆主产区种质资源的子粒及淀粉粒大小的遗传变异对专用出口小豆的品质育种具有一定的现实指导意义。本研究对来源于我国主产区的 446 份、日本 26 份和韩国 2 份小豆种质资源的子粒大小、淀粉粒大小等进行了鉴定评价, 筛选出一批大粒、特大粒种质资源材料。

收稿日期: 2006-01-26

基金项目: 北京市自然科学基金(6042006); 北京市教委科技项目(KM200310020079)

作者简介: 金文林(1956-), 男, 江苏盐城人, 教授 主要从事小豆遗传与育种、应用数学研究工作。

1 材料和方法

1.1 供试材料

从北京农学院作物遗传育种研究所种质库保存的1 000 余份小豆种质中抽取的412 份材料组成随机样本。材料来源列于表 1。供试材料均为北京农学

院作物遗传育种研究所小豆室繁殖田严格进行多代扩繁的子粒,种植环境基本一致。因来源于黑龙江、山东、河南、安徽、湖北、四川等省以及韩国的供试材料较少,本研究对上述地区的小豆种质资源不进行单独的遗传参数分析。

表 1 小豆种质资源样品来源及数量

Tab. 1 Origin and amount of samples of adzuki bean germplasm resources

样品来源	数量(份)	样品来源	数量(份)	样品来源	数量(份)
Origin of samples	Shares	Origin of samples	Shares	Origin of samples	Shares
黑龙江 Heilongjiang	4	山西 Shanxi	22	湖北 Hubei	2
吉林 Jilin	40	陕西 Shaanxi	6	四川 Sichuan	2
辽宁 Liaoning	17	山东 Shandong	4	日本 Japan	26
河北 Hebei	37	河南 Henan	2	韩国 Korea	2
北京 Beijing	226	江苏 Jiangsu	18		
天津 Tianjin	64	安徽 Anhui	2	总计 Total	474

1.2 小豆子粒大小的测定

子粒大小以风干百粒重表示。各品种随机取100 粒小豆进行称重,2~3 次重复,取其平均值。

1.3 小豆淀粉粒的制取及测定

1.3.1 红小豆淀粉粒的制备 各品种选取典型子粒(具有本品种平均粒重的子粒)5~6 粒,在室温(25 ℃)下用蒸馏水浸泡24 h,去除种皮,然后从豆瓣(子叶)中部取少量淀粉放置在载玻片上,滴入碘-碘化钾染色,染色约5 min,盖上盖玻片置于光学显微镜下(1 600×)进行光学切片观察。

1.3.2 红小豆淀粉粒大小的测定 用测微尺测量其淀粉粒大小。每个子粒观察8 个有效视野(即上下子叶各4 个。一个视野中有5 个以上淀粉粒为有效视

野),在每个有效视野中取最大的淀粉粒测定其长(x_1)和宽(x_2),利用40 个淀粉粒观察数据计算其几何平均数(y), $y=(x_1\times x_2)^{1/2}$ 。

1.4 统计分析

方差分析和遗传参数模型同文献[6]。

2 结果与分析

2.1 小豆子粒大小的遗传变异

对来源于我国主产区的446 份、日本26 份和韩国2 份小豆种质资源的百粒重进行了鉴定(表2),我国主产区小豆种质资源群体平均百粒重为11.63 g,变幅为5.28~24.47 g;日本小豆种质资源群体为15.46 g,变幅为7.68~26.08 g,品种间差异达极显著。

表 2 供试材料中子粒大小的分布

Tab. 2 Distribution of seed by different size in tested materials

样品来源 Origin of samples	数量 (份) Shares	百粒重(g) 100-seed weight								
		$\bar{X}\pm\sigma$	<8.0	8.1~10.0	10.1~12.0	12.1~14.0	14.1~16.0	16.1~18.0	18.1~20.0	>20.0
吉林 Jilin	40	10.95±1.84	2	10	17	10	1			
辽宁 Liaoning	17	11.14±1.89		6	5	4	2			
河北 Hebei	37	11.97±2.84	2	3	20	7	3	1		1
北京 Beijing	226	11.64±2.14	4	36	96	60	24	5		1
天津 Tianjin	64	12.42±1.89		6	23	22	11	2		
山西 Shanxi	22	10.89±2.92	3	4	10	2	2		1	
陕西 Shaanxi	6	9.51±2.60	2	2	1	1				
江苏 Jiangsu	18	11.10±2.24	2	5	5	3	3			
日本 Japan	26	15.46±5.54	1	1	6	5	3	2	1	7
其他 The other	18	12.32±1.78		1	7	6-1	4-1			
供试群体 Total	474	11.84±2.59	16	74	190	120	53	10	2	9

胡家蓬根据我国小豆种质资源情况,百粒重6 g 以下的为小粒类型,百粒重6~11.9 g 的为中粒类型,百粒重12 g 以上的为大粒类型^[7]。而在小豆生产及

育种上,将百粒重10.0 g 以下的称为小粒种,10.1~14.0 g 称为中粒种,14.0 g 以上的称为大粒种^[8]。本群体小粒种资源占20%,中粒种占66%,大粒种占

14%左右;日本小豆种质资源中大粒种占 50%。若按日本小豆分类,百粒重 14.0 g 以下的为小粒种,14.1~17.0 g 为中粒种,17.0 g 以上为大粒种,则我国小豆种质资源中大粒种很少,本群体中不足 2%,大粒种

质资源主要集中在河北和北京地区;而日本不断收集和开发利用大粒种质资源,大粒种所占比例相对较高。从供试材料中筛选出一批大粒和特大粒种质资源(表 3)。

表 3 百粒重大于 17 g 的种质资源来源及种质号

Tab. 3 Origin and code names of the germplasm resources of 100-seed weight exceeding 17 g		
样品来源 Origin of samples	数量(份) Shares	保存代号 Code of preservation
山西 Shanxi	1	436(18.8)
北京 Beijing	4	39(17.7), 160(18.0), 328(21.2), 507(17.9)
河北 Hebei	2	474(17.4), 648(24.5)
日本 Japan	9	327(20.7), 330(26.1), 339(22.4), 340(17.3), 353(22.9), 626(19.1), 674(20.6), 679(22.3)

注: 括号中数字为百粒重(g) Note: The data in brackets were 100-seed weight value

2.2 小豆种质资源子粒淀粉粒大小的遗传变异

对 474 份来自不同地区的供试材料测定表明,淀粉粒大小平均为 57.71 μm,变幅为 46.21~83.46 μm,品种间差异极显著,不同地域的小豆种质群体之间也有显著差异;天津和河北省的小豆种质资源子粒淀粉粒相对较大,辽宁和吉林的小豆种质资源子粒淀粉粒

相对较小。子粒淀粉粒大小的广义遗传力(h²)平均为 58.99%,属中等遗传力;河北和山西的小豆种质资源群体子粒淀粉粒遗传变异系数(GCV)较大,而天津的相对较小(表 4)。日本小豆种质资源群体子粒淀粉粒大小平均为 63.37 μm,比我国小豆种质资源群体平均值大,且广义遗传力较高,遗传变异也相对较大。

表 4 不同原产地供试小豆群体子粒淀粉粒大小(几何平均数)的遗传参数

Tab. 4 Genetic parameters of size(geometric mean) of seed starch granules of tested adzuki bean groups from different countries of origin							
样品来源 Origin of samples	数量(份) Shares	平均数(μm) Mean	变幅 Range	遗传力(%) h ²	遗传变异系数 (%)GCV	遗传进度(%) GS _{5%}	相对遗传进度(%) RGS _{5%}
供试群体 Total	474	57.71	46.21~83.46	58.99	8.36	7.64	13.23
吉林 Jilin	40	56.18	46.21~61.92	47.43	6.80	5.42	9.65
辽宁 Liaoning	17	56.68	51.53~63.32	37.77	6.03	4.33	7.64
河北 Hebei	37	58.01	50.21~83.46	71.38	10.40	10.50	18.10
北京 Beijing	226	57.36	47.71~78.50	48.95	6.83	5.64	9.83
天津 Tianjin	64	58.72	53.53~65.57	43.24	5.14	4.09	6.96
山西 Shanxi	22	57.09	47.78~73.57	71.82	10.67	10.63	18.62
江苏 Jiangsu	18	57.24	48.53~64.21	51.37	7.45	5.97	11.00
日本 Japan	26	63.37	46.83~82.05	78.77	16.68	18.85	30.50
其他 The other	24	—	—	—	—	—	—

2.3 子粒淀粉粒大小与百粒重的关系

小豆淀粉粒的大小直接影响豆沙的粗细、舌感、风味等,而小豆子粒淀粉粒的大小必须借助显微镜通过制片才能测量。据多年观察,小豆淀粉粒的大小与子粒百粒重有一定的相关性。利用 474 份小豆种质资源群体的子粒百粒重(x)和淀粉粒大小(y)数据,经统计分析获得了 $y=38.07617+1.77062x$ 回归方程,检验显著(r=0.92298)。表明可以通过测定子粒大小来间接反映淀粉粒的大小,也为小豆育种单位及豆沙生产企业提供了参考依据。

3 讨论

小豆主要是作为豆沙馅的原料而被消费。在小豆煮熟加工过程中有关豆沙粒子的形成^[9-10]、粒子

构造^[11-13]已有报道,每个豆沙粒子由几个糊化、膨润了的淀粉粒被蛋白质包裹着,淀粉粒大小平均 40 μm×34 μm。从小豆豆沙馅生产企业了解到,采用不同的小豆原料制出的豆沙粗细、舌感、风味不同。这可能与小豆品种、生产地环境以及豆沙馅生产工艺有关。作为豆沙馅食味的主要因素之一是物性,在豆沙的物性上,豆沙粒子的大小、形状、含水量等都有影响。豆沙粒子的大小与淀粉粒大小直接有关。本研究对来自不同地区的 474 份小豆种质资源群体子粒淀粉粒大小分析表明,品种间淀粉粒大小差异达到极显著,淀粉粒大小(y)与子粒百粒重(x)呈极显著正相关,且有 $y=38.07617+1.77062x$ 回归关系。不同地区的小豆原料子粒大小有显著差异,从而制出的豆沙粗细、舌感、风味也不完全相同

是可以理解的。

小豆从野生型向栽培型演化过程中, 子粒百粒重不断增加^[14]。近 50 年来, 由于消费者取向, 流通商和生产者的需要, 育种部门加强人工选拔、杂交育种, 大粒种质资源不断开发利用, 生产利用的农家地方品种和新育成的品种百粒重大幅度增加。据调查, 20 世纪 80 年代以前, 北京地区小豆农家种百粒重为 7~9 g, 20 世纪 90 年代初推广的京农 2 号百粒重为 11~12 g, 90 年代末推广的京农 5 号百粒重为 14~15 g, 新世纪初推广的京农 6 号百粒重为 16~18 g, 其他地区小豆也有同样的趋势。而农家的大量小粒种不断被淘汰、丢失, 这些种质中也会有大量未被发现的优良基因, 需要有关部门加以收集、鉴定和保存。

在供试的小豆种质资源群体中, 百粒重遗传变异丰富, 地区间小豆种质群体也有一定的差异。但在长期有从事小豆育种的地域收集到的小豆种质资源群体百粒重相对较高, 如河北、北京地区, 日本更加明显; 长期无人从事小豆育种的地域收集到的小豆种质资源群体保持了原农家品种, 百粒重相对较低, 如吉林、陕西等省。胡家蓬对来源于全国的 3 954 份小豆种质百粒重资料进行分析, 平均百粒重为 9.6 g, 变幅 1.8~20.1 g, 百粒重 16 g 以上的只有 52 份, 占 1.32%^[9]。本研究群体是来源于我国小豆主产区的 446 份, 平均百粒重为 11.63 g, 百粒重 16 g 以上的占 2.46%, 比全国小豆种质资源群体平均值高。而日本供试小豆种质资源群体平均百粒重达 15.46 g, 变幅为 7.68~26.08 g。因此有必要从日本引进优质大粒小豆材料, 进一步丰富我国大粒小豆种质资源。

在测量淀粉粒大小时, 需要注意的关键性操作: ①试验中发现, 小豆子粒浸泡时间长短对淀粉粒的观察有影响。在室温(25℃)条件下, 浸泡 24~36 h, 淀粉粒轮廓清晰; 浸泡超过 36 h, 部分品种的淀粉粒会发生边缘扩散, 导致淀粉粒“变小”瓦解, 无法测量。浸泡时间过短(<16 h), 淀粉粒较硬, 且抱团不易分散开, 难以测量。最适宜的浸泡时间为 24 h。②由于百粒重大小与淀粉粒大小直接相关, 对品种淀粉粒大小测定时要严格选取具有该品种典型粒重

的子粒。③有些小豆品种存在石豆现象, 当发现有浸泡后不吸水的小豆子粒时, 必须重新选取典型子粒。④同一个子粒中, 淀粉粒大小差异很大, 为统一标准, 建议在测量时首先要获得有效视野, 每个有效视野中选取最大的淀粉粒进行测量。

参考文献:

- [1] 盖钧镒, 金文林. 我国豆类研究现状及发展策略[J]. 作物杂志, 1994, 4: 3—5.
- [2] 金文林, 濮绍京, 赵波, 等. 北京地区小豆比较优势研究[J]. 北京农学院学报, 2005, 20(3): 6—10.
- [3] 田静, 范保杰, 程须珍. 小豆种质资源异地繁殖的可行性分析[J]. 华北农学报, 2003, 19(专辑): 93—95.
- [4] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所编著. 食物成分表[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1992.
- [5] 金文林编著. 特用作物优质栽培及加工技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [6] 濮绍京, 金文林, 赵波, 等. 我国北方小豆地方品种资源研究 VII 北京生态条件下农艺性状的遗传表现及相关分析[J]. 北京农学院学报, 2003, 18(3): 174—177.
- [7] 胡家蓬. 中国小豆种质资源的收集与评价[J]. 作物品种资源, 1999, (1): 17—19.
- [8] 金文林. 小豆品质性状研究进展[J]. 北京农学院学报, 1995, 10(2): 94—105.
- [9] 渡边笃二. 小豆馅的食品化学的研究. 第 2 报小豆の煮熟(加热)による馅粒子形成について[J]. 共立女子大学记要, 1982, 25: 41—50.
- [10] 谷地田武男. 馅に関する研究. 第 1 报, 馅原料の淀粉及び馅粒子の形质について[J]. 新食品研究所报, 1961, 6: 21—29.
- [11] 平田健. 小豆淀粉の糊化に及ぼす小豆蛋白質の影響[J]. 日本食品工业学会志, 1985, 32: 35—42.
- [12] 铃木繁男监修. 馅ハンドブック[M]. 光琳书院, 1975.
- [13] 谷地田武男. 馅に関する研究. 第 4 报. 馅の粒度成と馅の物理性について[J]. 新食品研究所报, 1972, 12: 31—38.
- [14] 金文林, 山口裕文, 蓬原雄三. 栽培小豆与野生小豆种间差异性研究[J]. 作物品种资源, 1993, (1): 4—6.
- [15] 金文林, 郭蓓, 文自翔, 等. 野生小豆种质资源遗传多样性 RAPD 分[J]. 华北农学报, 2004, 19(2): 28—31.