

# 2个杂交组合植株世代干豆乳 产量的遗传分析<sup>\*</sup>

钱虎君 盖钧镒 喻德跃

(南京农业大学大豆研究所 农业部国家大豆改良中心, 南京 210095)

**摘要** 以六合小叶青×新沂小黑豆和上饶干不死×淮阴秋黑豆2个杂交组合为材料分析植株世代间干豆乳产量的细胞质效应以及杂交后代的遗传规律, 结果表明2个组合植株世代正反交 $F_1$ 的干豆乳产量均存在显著差异, 具有显著的细胞质效应, 干豆乳产量的遗传是一对加显性主基因和多基因混合遗传模型, 干豆乳产量的遗传率较高,  $F_{2,3}$ 家系主基因遗传率分别为68.51%和78.74%, 多基因遗传率分别为30.32%和20.46%。

**关键词** 大豆; 豆乳; 细胞质效应; 遗传规律

中图分类号 S565.103.2 文献标识码 A 文章编号 1000-9841(2001)04-0241-04

豆乳是重要的大豆加工产品, 豆乳性状尚未作为育种性状加以考虑, 有关豆乳产量、品质及加工性状的遗传变异和遗传规律的研究缺乏系统性, 只是在研究豆腐性状时附带作一些分析。盖钧镒等(1999)<sup>[1]</sup>的结果表明豆乳加工过程中营养成分利用性状和损失性状在品种间的差异均达到极显著水平; 钱虎君等(1999)<sup>[2]</sup>分析了干豆乳产量与子粒营养成分含量及其抽提率的关系, 认为提高脂肪抽提率、总糖抽提率和降低子粒总糖含量能较大地促进干豆乳产量的提高; 钱虎君等<sup>[3]</sup>还认为大豆种胚世代的豆乳产量主要受母体核基因及细胞质基因的控制, 研究植株世代的遗传更具实际意义。本研究以2个杂交组合为材料分析植株世代干豆乳产量的细胞质效应以及杂交后代的遗传规律, 为豆乳高产育种提高理论依据。

## 1 材料与方法

应用小样品豆乳分析技术测定六合小叶青×新沂小黑豆和上饶干不死×淮阴秋黑豆2个组合植株世代 $P_1$ 、 $P_2$ 、正反交 $F_1$ 干豆乳产量, 分析研究植株世代干豆乳产量的细胞质效应。

应用小样品分析法测定六合小叶青×新沂小黑豆和上饶干不死×淮阴秋黑豆植株世代 $P_1$ 、 $P_2$ 和 $F_1$ 各5个单株、 $F_2$ 各120个单株、 $F_{2,3}$ 各组合分别72和36个家系的干豆乳产量, 研究杂交后代植株世代干豆乳产量的遗传规律。

小样品豆乳制备技术参照盖钧镒等(1999)<sup>[1]</sup>的方法, 细胞质效应分析参照马育华(1982)<sup>[4]</sup>的方法, 杂交后代的遗传分析参照王建康和盖钧镒(1998)<sup>[5]</sup>、Gai和Wang(1998)<sup>[6]</sup>提出主要基因—多基因混合遗传模型分析方法。

## 2 结果与分析

### 2.1 植株世代干豆乳产量母体细胞质效应分析

表1列出了2个组合植株世代 $P_1$ 、 $P_2$ 、正反交 $F_1$ 干豆乳产量的平均数和细胞质效应。结果表明六合小叶青×新沂小黑豆和上饶干不死×淮阴秋黑豆2个组合植株世代正反交 $F_1$ 的干豆乳产量均有显著差异, 因此干豆乳产量在这两个组合中均存在细胞质效应, 其值分别为 $1.38(\pm 0.66)\text{g}/100$ 和 $1.64(\pm 0.92)\text{g}/100\text{g}$ 。说明六合小叶青和上饶干不死具有增加豆乳产量的细胞质效应。新沂小黑豆和

\* 收稿日期: 2000-05-22

基金项目: 国家自然科学基金项目(39470433)和江苏省科学基金项目(BK95099304)

作者简介: 钱虎君(1963—)男, 硕士, 研究方向作物遗传育种。

淮阴秋黑豆具有减效的细胞质效应,但由于未回复到P<sub>1</sub>,其细胞质效应只是部分的、不完全的,这与钱虎君等<sup>[3]</sup>研究种胚世代的结果是一致的。

表 1 2 个杂交组合植株世代正反交 P<sub>1</sub>、F<sub>1</sub>、P<sub>2</sub> 干豆乳产量的平均数和细胞质效应(g/100g)

Table 1 The dried soymilk output and maternal cytoplasmic effect in the two crosses in plant generations (including the reciprocal) (g/100g)

| 世代<br>Generation                                 | 六合小叶青×<br>新沂小黑豆<br>Liuhexiaoyeqing×<br>Xinyixiaoheidou | 上饶干不死×<br>淮阴秋黑豆<br>Shangraoganbosi×<br>Huaiyinqiuheidou |
|--|--|---|
| P <sub>1</sub>                                   | 75.36(±0.96)   | 75.68(±1.73)  |
| F <sub>1</sub> (P <sub>1</sub> ×P <sub>2</sub> ) | 74.89(±0.96)   | 75.78(±1.66)  |
| F <sub>1</sub> (P <sub>2</sub> ×P <sub>1</sub> ) | 72.14(±1.25)   | 72.51(±1.48)  |
| P <sub>2</sub>                                   | 68.89(±1.16)   | 70.16(±1.63)  |
| n <sub>2</sub> =-r <sub>21</sub>                 | 1.38(±0.66)  | 1.64(±0.92)   |

注: n<sub>2</sub> 和 r<sub>21</sub> 分别为 P<sub>1</sub> 和 P<sub>2</sub> 的母体细胞质效应。  
Note: n<sub>2</sub> and r<sub>21</sub> were the maternal cytoplasmic effects of P<sub>1</sub> and P<sub>2</sub>

表 2 2 个杂交组合植株世代 P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>、F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>、F<sub>2,3</sub> 干豆乳产量(g/100g)次数分布表

| 组合 Cross  |                  | 世代 Gen | 64.0—66.0 | 66.0—68.0 | 68.0—70.0 | 70.0—72.0 | 72.0—74.0 | 74.0—76.0      | 76.0—78.0 |
|---|------------------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|-----------|
| 六合小叶青×新沂小黑豆<br>Liuhexiaoyeqing×<br>Xinyixiaoheidou  | P <sub>1</sub>   |        |           |           |           |           |           | 2              | 3         |
|   | F <sub>1</sub>   |        |           |           |           |           | 1         | 2              | 2         |
|   | P <sub>2</sub>   |        |           | 1         | 3         | 1         |           |                |           |
|   | F <sub>2</sub>   |        | 2         | 4         | 7         | 11        | 30        | 30             | 26        |
|   | F <sub>2,3</sub> |        |           |           | 10        | 8         | 26        | 17             | 8         |
| 上饶干不死×淮阴秋黑豆<br>Shangraoganbosi×<br>Huaiyinqiuheidou | P <sub>1</sub>   |        |           |           |           |           |           | 1              | 3         |
|   | F <sub>1</sub>   |        |           |           |           |           | 1         | 2              | 2         |
|   | P <sub>2</sub>   |        |           |           | 3         | 1         | 1         |                |           |
|   | F <sub>2</sub>   |        | 6         | 6         | 6         | 7         | 15        | 12             | 26        |
|   | F <sub>2,3</sub> |        | 4         | 5         | 2         | 1         | 6         | 5              | 7         |
| 组合 Cross  |                  | 世代 Gen | 78.0—80.0 | 80.0—82.0 | 82.0—84.0 | Σf        | $\bar{X}$ | S <sup>2</sup> |           |
| 六合小叶青×新沂小黑豆<br>Liuhexiaoyeqing×<br>Xinyixiaoheidou  | P <sub>1</sub>   |        |           |           |           | 5         | 75.36     | 0.64           |           |
|   | F <sub>1</sub>   |        |           |           |           | 5         | 74.89     | 0.60           |           |
|   | P <sub>2</sub>   |        |           |           |           | 5         | 68.76     | 0.88           |           |
|   | F <sub>2</sub>   |        | 10        |           |           | 120       | 74.20     | 9.79           |           |
|   | F <sub>2,3</sub> |        | 3         |           |           | 72        | 73.43     | 6.86           |           |
| 上饶干不死×淮阴秋黑豆<br>Shangraoganbosi×<br>Huaiyinqiuheidou | P <sub>1</sub>   |        | 1         |           |           | 5         | 75.68     | 1.95           |           |
|   | F <sub>1</sub>   |        |           |           |           | 5         | 75.78     | 1.78           |           |
|   | P <sub>2</sub>   |        |           |           |           | 5         | 70.16     | 1.73           |           |
|   | F <sub>2</sub>   |        | 26        | 14        | 2         | 120       | 75.54     | 20.46          |           |
|   | F <sub>2,3</sub> |        | 4         | 2         |           | 44        | 73.09     | 20.07          |           |

杂交组合六合小叶青×新沂小黑更新中,入选的最佳遗传模型为D模型,即一对加显性主基因和多基因混合遗传模型,主基因加性效应、显性效应和显性度分别为2.84g、2.49g和0.88g,高豆乳产量表

2.2 杂交后代植株世代干豆乳产量的遗传分析

表2列出了2个杂交组合的P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>、F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>、F<sub>2,3</sub>干豆乳产量的次数分布。六合小叶青、上饶干不死、淮阴秋黑豆和新沂小黑豆的干豆乳产量分别为每100g干豆子75.36g、75.68g、70.16g和68.76g,六合小叶青×新沂小黑豆和上饶干不死×淮阴秋黑豆2个组合中亲本的干豆乳产量分别相差6.60g和5.52g。2个杂交组合F<sub>1</sub>的干豆乳产量均趋近高值亲本。植株世代F<sub>2</sub>、F<sub>2,3</sub>干豆乳产量呈现明显的分离,其分布均不是正态,而是偏态的,且没有明显的多峰出现,因此控制干豆乳产量的基因中可能有效应差异悬殊的主基因和多基因存在。

对2个组合进行干豆乳产量5世代联合分析的结果表明,C模型的适合性检验中所有的统计量在P<sub>1</sub>、F<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>群体中均未达到显著水平,因此干豆乳产量在这3个同质群体中符合正态分布,而在分离世代中则表现为正态分布的混合,不需要进行数据转换,可根据AIC值选出最佳遗传模型,并估计遗传参数,结果列于表3。

现为不完全显性,加性效应和显性效应均较明显,多基因加性效应、显性效应、加加上位性效应和显显上位性效应分别为0.46g、1.49g、-0.42g和-1.58g;F<sub>2</sub>遗传率为92.24%,其中主基因遗传率为

57.00%, 多基因遗传率为 35.24%;  $F_{2,3}$  家系遗传率为 98.83%, 其中主基因遗传率多基因分别为 68.51%和 30.32%。干豆乳产量的主基因遗传率较大, 多基因遗传率较小, 因此该组合在高豆乳产量育种中应充分利用加性主基因和显性主基因的作用, 兼顾利用多基因效应。

杂交组合上饶干不死×淮阴秋黑豆中, 入选的最佳遗传模型为 D-1 模型, 即一对加显性主基因和加显性多基因混合遗传模型, 干豆乳产量主基因加性效应、显性效应和显性度分别为 5.93g、4.13g 和

0.70g, 高豆乳产量表现为不完全显性, 加性效应和显性效应均较明显; 多基因加性效应和显性效应分别为 -3.17g 和 -0.80g;  $F_2$  遗传率为 90.47%, 由于  $\sigma_{ng}^2 > \sigma_p^2$ , 导致主基因遗传率和多基因遗传率无法估计;  $F_{2,3}$  家系遗传率为 99.20%, 其中主基因遗传率和多基因遗传率分别为 78.74%和 20.46%, 主基因遗传率较大, 多基因遗传率较小。因此该组合在高豆乳产量育种中应充分利用加性主基因和显性主基因的作用。

表 3 2 个杂交组合干豆乳产量遗传参数的估计值

| Table 3 The estimates of genetic parameters of dried soymilk output of the two crosses |                         |   |
|--|-------------------------|---|
| 性状<br>Trait  |                         |   |
| 六合小叶青×新沂小黑豆<br>Liuhexiaoyeqing×Xinyixiaohedou  |                         | 上饶干不死×淮阴秋黑豆<br>Shangraoganbosi×Huaiyinqiuhtidou |
| 遗传模型 Inheritance model   |                         | D   |
| 主基因效应<br>Major gene effect   | 加性效应 d                  | 2.84  |
|  | 显性效应 h                  | 5.93  |
|  | 显性度 r                   | 4.13  |
|  |                         | 0.88  |
| 多基因效应 Polygene effect  |                         |   |
|  |                         | [d]=0.46 [h]=1.49                               |
|  |                         | [i]=-0.42 [j]=-1.58                             |
|  |                         | [d]=-3.17 [h]=-0.80                             |
| $F_2$  | 遗传方差 $\sigma_g^2$       | 9.03  |
|  | 主基因遗传方差 $\sigma_{mg}^2$ | 5.58  |
|  | 多基因遗传方差 $\sigma_{pg}^2$ | 3.45  |
|  | 遗传率 $h_B^2\%$           | 92.24   |
|  | 主基因遗传率 $h_{mg}^2\%$     | 57.00   |
|  | 多基因遗传率 $h_{pg}^2\%$     | 35.24   |
| $F_{2,3}$  | 遗传方差 $\sigma_g^2$       | 6.78  |
|  | 主基因遗传方差 $\sigma_{mg}^2$ | 4.70  |
|  | 多基因遗传方差 $\sigma_{pg}^2$ | 2.08  |
|  | 遗传率 $h_B^2\%$           | 98.83   |
|  | 主基因遗传率 $h_{mg}^2\%$     | 78.74   |
|  | 多基因遗传率 $h_{pg}^2\%$     | 20.46   |

3 讨论

目前遗传育种学家主要研究和利用大豆种质资源的高产、优质、多抗性状, 对大豆加工性状研究较少。对于大豆育种工作者来说, 应充分利用中国丰富的大豆种质资源, 结合大豆加工工业的发展选育适合各种大豆加工生产的专用性系列品种, 实现工业原料的优质化, 推动大豆加工工业的发展, 从而促进我国大豆生产的发展, 可能比单纯的高产育种更有效。

盖钧镒等(1999)<sup>[1]</sup>的结果表明大豆豆乳产量、品质及加工性状在品种间的差异较大, 均达到极显著水平, 说明从大豆品种中筛选适合于豆乳加工生产的特异种质是可能的, 对这些性状进行遗传改良也是可行的。本研究表明植株世代  $F_2$ 、 $F_{2,3}$  家系的干豆乳产量遗传率均很高, 在 90.47%—99.20%之间, 说明应用杂交育种法进行高豆乳产量的选育也是可能的。植株世代  $F_{2,3}$  家系干豆乳产量的主基因遗传率为 68.51%—78.74%, 多基因遗传率为 20.46%—30.32%, 多基因遗传率也较高, 在进行高豆乳产量选育时应充分利用主基因效应, 还要兼顾

多基因的选择。由于干豆乳产量具有显著的母体细胞质效应, 因此在选择亲本时, 除选择高豆乳产量的品种外, 还要注意选用具有增效细胞质效应的品种作母本。

## 参 考 文 献

1 盖钧镒, 钱虎君, 吉东风, 等. 豆乳和豆腐加工过程中营养成分利用的品种间差异[J]. 大豆科学, 1999, 18(3): 199—206.

- 2 钱虎君, 盖钧镒, 吉东风, 等. 干豆乳产量、品质与子粒营养成分及其抽提率的关系[J]. 大豆科学, 1999, 18(2): 139—146.
- 3 钱虎君, 盖钧镒, 吉东风, 等. 干豆乳产量和干豆腐产量遗传的母体效应分析[J]. 中国农业科学, 1999, 32(增刊): 31—35.
- 4 马育华. 植物育种的数量遗传学基础[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1982.
- 5 王建康, 盖钧镒. 数量性状主多基因混合遗传的  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $F_1$ 、 $F_2$  和  $F_{2,3}$  联合分析方法[J]. 作物学报, 1998, 24(6): 651—659.
- 6 Gai J. Y., J. K. Wang. Identification and estimation of QTL model and effects[J]. Theor. Appl. Genet., 1998, 97, 1162—1168.

## A STUDY ON INHERITANCE OF SOYMILK IN THE TWO CROSSES IN PLANT GENERATION

Qiao Hujun Gai Junyi Yu Deyue

(Soybean Research Institute, Nanjiang Agricultural University; National Center of Soybean Improvement, Ministry of Agriculture, Nanjing 210095)

**Abstract** In plant generation of the crosses Liuhexiaoyeqing  $\times$  Xinyixiaoheidou and Shangraoganbosi  $\times$  Huaiyinqiuheidou, significant variation between  $F_1(P_1 \times P_2)$  and  $F_1(P_2 \times P_1)$  were observed in dried soymilk output. There appeared obvious maternal cytoplasmic effect. The results of the joint analyses of multiple plant generations of  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $F_1$ ,  $F_2$  and  $F_{2,3}$  of two crosses of Liuhexiaoyeqing  $\times$  Xinyixiaoheidou and Shangraoganbusi  $\times$  Huaiyinqiuheidou showed a consistant one major gene plus polygene mixed inheritance model. The heritability values for dried soymilk output were as high as 90.47%—99.20%. In plant generation  $F_{2,3}$  of these crosses, the heritabilities of major gene were 68.51%—78.74%, and those of polygene were 20.46%—30.32%.

**Key words** Soybean; Soymilk; Cytoplasmic effect; Interitance

## 欢迎订阅《食品信息》

《食品信息》是全国食品行业公认的高水平的信息类专业期刊。她面向全国的食品生产和流通企业、政府机关、科研院所、大专院校、社会团体及相关机构和个人, 提供全面而丰富的食品业态和产经资讯; 特别关注食品消费时尚与市场动态走势, 以及食品产业中的新技术、新理念、新思路、新经验、新问题; 具有视野独特、准确及时、信息量大、实用性强的特点; 是从事食品行业的企事业人员必备的一本高质量的综合性信息类期刊。

《食品信息》辟有中国食品业发展笔谈、形势与展望、行业动态、国际潮流与趋势、新技术、新理念、热点聚集、曝光台警示录、观察与思考、业界论坛、食尚美食、营养与健康、中西饮食文化等栏目。

◇月刊, 国际大 16 开, 期价 6 元, 全年价 72 元。邮发代号: 2—991。可直接向本刊编辑部邮寄汇款订阅, 更加方便快捷, 并可获九折优惠, 全年仅需 64.8 元。请务必在汇款单上注明收款人: 王建军

地址: 北京安外邮局 31 号信箱《食品信息》编辑部(100011)。

亦可通过银行直接向本刊编辑部汇款订阅; 户名: 北京通世广告公司

开户行: 北京市商业银行东四支行

帐号: 01090309000120108109954