

油菜杂种后代硫苷和蛋白质含量的表现及其杂种优势分析

张书芬^{1,2}, 马朝芝¹, 朱家成², 王建平², 傅廷栋¹

(1. 华中农业大学 植物科学与技术学院, 湖北 武汉 430070; 2. 河南省农业科学院棉花油料作物研究所, 河南 郑州 450002)

摘要: 以 1 个甘蓝型油菜细胞质雄性不育恢复系为父本, 与 2 个不同来源的保持系配置杂交种 F_1 , 并构建了 F_2 , $F_{2:3}$ 家系。对 2 个群体的 F_1 , F_2 , $F_{2:3}$ 家系的硫苷含量、蛋白质含量的杂种优势进行分析, 结果表明, 这 2 个品质性状的 F_1 杂种优势值较低, 为负值或较小的正值; F_2 杂种优势值仍然较低, 为负值或较小的正值; 对群体 1 硫苷含量、蛋白质含量在 F_2 , $F_{2:3}$ 家系的分离情况进行分析, 结果表明, 2 个品质性状都存在着丰富的变异, 但均集中在中亲值附近, 其在 F_2 , $F_{2:3}$ 家系中的次数分布均符合正态分布, 说明它们为数量性状, 同时都出现了超亲现象, 这为品质育种选择高蛋白、低硫苷优质油菜奠定了基础。

关键词: 甘蓝型油菜; 杂种优势; 油菜饼粕; 硫苷含量; 蛋白质含量

中图分类号: S634.3 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2005)05-0030-04

Studies on Heterosis and Segregation in Quality Characters in Progeny for Cytoplasmic Male Sterile in *Brassica napus* L.

ZHANG Shu-fen², MA Chao-zhi¹, ZHU Jia-cheng², WANG Jian-ping², FU Ting-dong¹

(1. College of Plant Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China,

2. Cotton and Oil Crops Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: In this study, 2 cytoplasmic male sterile maintainers (pure line varieties from different origins) were used as maternal and 1 restorer was used as paternal to produce 2 hybrids by hand pollination. Two F_2 segregating population and $F_{2:3}$ families populations were obtained from the hybrids. Heterosis were analyzed on quality traits in F_1 , F_2 and $F_{2:3}$ populations. It indicated that glucosinolates and protein content had negative or lower positive heterosis. There were also negative or lower positive heterosis in F_2 and $F_{2:3}$. The segregating situation analyzed by distribution and frequency graph in F_2 and $F_{2:3}$. It indicated that they had very wide variation, their content concentrated near their mid parents. The distributions of protein content and accorded with Normal School. They are all quantitative characters. On the other hand, the above better parents heterosis occurred in segregating populations F_2 and $F_{2:3}$ families populations. They will enrich our breeding materials. It will benefit for rapeseed breeding on excellent quality of high protein and low glucosinolates.

Key words: *Brassica napus* L.; Heterosis; Erucic acid; Glucosinolates content; Protein content

油菜的主要产品是菜油和菜子饼粕, 其种子榨油后的菜粕富含蛋白质(约 40% 左右)、氨基酸、维生素等, 营养价值很高。由于菜饼中含有的含硫化合物硫代葡萄糖苷(简称硫苷), 水解后可分解出对人畜有毒的异硫氰酸盐等有毒物质, 因此, 普通的菜

子榨油后, 高蛋白的菜饼不能直接作饲料用, 只能用作肥料, 造成资源的极大浪费。因此, 降低菜粕中的硫苷含量是油菜品质育种的主要目标之一, 但低硫苷特性与不利的农艺性状紧密连锁^[1]。有关油菜品质性状的杂种优势, 也是育种家十分关心的问题之

收稿日期: 2005-04-26

基金项目: 国家 973 项目(2001CB10807); “十五”攻关(2001BA511B07); 863 项目(2002AA207009, 2001AA241102); 河南省杰出青年基金项目(0212000700)

作者简介: 张书芬(1965-), 女, 河南唐河人, 研究员, 在读博士, 主要从事油菜遗传育种研究工作; 傅廷栋为通讯作者。

一。前人对品质性状的杂种优势作过一些研究^[2~10], 认为硫苷含量高对低为显性, F₁ 硫苷含量和高亲相当。但硫苷含量的遗传研究结果并不一致, 有认为受母体植株基因型控制, 而不受胚基因型控制^[7]; 也有人认为硫苷总量的遗传为部分显性, 细胞质不影响硫苷总量^[3]。低硫苷饼粕是优质饲料和高蛋白添加剂的原料, 因此, 提高蛋白质含量则成为另一重要育种目标。目前, 有关蛋白质含量的杂种优势研究较少, 但结果是一致的, 即为负优势^[1,2]。以上仅是对 F₁ 的品质性状进行研究, 而对 F₂₋₃ 家系品质性状的研究则未见报道。我们通过对亲本、F₁、F₂、F₂₋₃ 家系品质性状的研究, 明确硫苷和蛋白质含量的杂种优势及其分离情况, 为油菜杂交种选育、杂种优势的利用和亲本选配提供参考, 提高育种效率。

1 材料和方法

1.1 材料

选择产量性状差异较大、杂种优势较强、来源不同、遗传距离较大的亲本 B₁、B₂ 和 R 为材料, 其中 B₁ 为双低优质材料, B₂ 和 R 为双高非优质油菜。分别用 B₁、B₂ 作母本、R 为父本杂交, 得到 2 个 F₁ 杂种 (B×R), F₁ 自交分别得到 136 个、134 个 F₂ 单株, F₂ 单株再自交, 分别得到 136 个、134 个 F₂₋₃ 家系。

1.2 试验方法

田间试验在华中农业大学试验农场(湖北武汉)和河南省农业科学院试验田(河南郑州)进行。武汉点前茬空闲, 郑州点前茬为花生。均于 9 月下旬播种。参试材料包括亲本 P₁、P₂、F₁、F₂ 及 F₂₋₃ 家系。随机区组设计, 3 次重复, 3 行区, 行距为 0.4 m, 行长 2.5 m, 出苗 40 d 后定苗, 株距为 0.15 m。田间管理按常规生产方式进行。成熟期每小区随机取样 15 株进行考种。考种后将各个小区种子混匀, 测定硫苷含量、蛋白质含量。

1.3 统计分析

以各个世代的小区平均数为基础, 计算各性状的平均值、方差等。性状杂种优势以中亲优势(平均优势)表示, 平均(中亲)优势= (F₁- 双亲平均值) / 双亲平均值 × 100%, 即 $HM = (F_1 - MP) / MP \times 100\%$; 超高亲优势= (F₁- 高亲) / 高亲 × 100%, 即 $Hb = (F_1 - BP) / BP \times 100\%$ 。

以群体 1 为例, 对硫苷和蛋白质含量在分离群体 F₂ 和 F₂₋₃ 家系中的分离情况以散点图和频次分布图的形式进行分析, DPS 分析软件购自浙江大学(唐

启义教授)。

2 结果与分析

2.1 杂种优势分析

2.1.1 硫苷含量的杂种优势 表 1 结果表明, 群体 1, 母本硫苷含量为 38.17 μmol/g, 父本硫苷含量为 108.52 μmol/g, 为高硫苷材料, F₁ 硫苷含量为 38.58 μmol/g, 与母本相近, 其中亲优势为- 47.4%。群体 2, 两亲本均为高硫苷材料, F₁ 硫苷含量在中亲值附近, 平均优势值较低, 为- 7.67%。F₂ 硫苷平均含量, 两群体分别为 74.87 μmol/g 和 92.32 μmol/g, 非常接近于中亲值, 其中亲优势率分别为 2.07% 和- 9.51%。两群体 F₂₋₃ 家系硫苷平均含量分别为 72.62 μmol/g 和 93.55 μmol/g, 优势值也较小, 分别为- 0.99% 和- 8.33%。

2.1.2 蛋白质含量的杂种优势 表 1 结果表明, 两群体 F₁ 蛋白质含量平均优势值较低, 分别为- 5.68% 和 2.69%。两群体 F₂ 平均优势值两群体均为负值, 分别为- 1.54% 和- 7.01%。F₂₋₃ 家系的平均优势值仍为负值, 分别为- 4.73% 和- 2.5%。

表 1 两群体硫苷和蛋白质的表现

Tab 1 Glucosinolates and protein in two populations				
Items 项目	群体 1 Population 1		群体 2 Population 2	
	硫苷(μmol/g) Glucosinolates	蛋白质(%) Protein	硫苷(μmol/g) Glucosinolates	蛋白质(%) Protein
母本 Female	38.17	33.7	94.68	30.8
父本 Male	108.52	33.37	109.36	34.31
中亲值 MP	73.35	33.54	102.02	32.55
F ₁	38.58	31.63	94.19	33.43
F ₁ 中亲优势 H _{ml} (%)	- 47.4	- 5.68	- 7.67	2.69
F ₂	74.87	33.02	92.32	30.27
F ₂ 中亲优势 H _{m2} (%)	2.07	- 1.54	- 9.51	- 7.01
F ₂ 标准误 Se	9.5	2.53	11.5	2.39
最低值 Min	29.53	26.17	1.32	24.95
最高值 Max	126.07	37.84	121.43	36.84
F ₂₋₃	72.62	31.95	93.55	31.74
F ₂₋₃ 中亲优势 H _{m3} (%)	- 0.99	- 4.73	- 8.3	- 2.5
F ₂₋₃ 标准误 Se	11.2	3.11	6.38	3.65
最低值 Min	28.42	25.47	41.66	23.51
最高值 Max	114.23	36.95	137.57	36.66

2.2 硫苷和蛋白质在 F₂、F₂₋₃ 家系中的分离情况分析

2.2.1 硫苷含量在 F₂、F₂₋₃ 家系中的分离情况分析 图 1、2 分别为群体 1 F₂、F₂₋₃ 家系硫苷含量的散点图, 从中可以看出, 其变异范围很广, 但主要集中在

中亲值附近(中亲值为 73.35);其次分布基本符合正态分布,但高值亲本的频次较高,详见图 3,4。另外,在分离群体中还出现了超优亲现象,最低值低

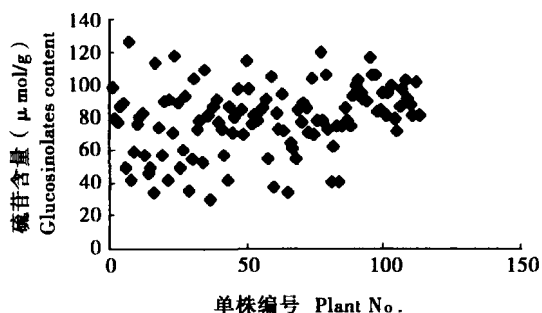


图 1 F_2 硫苷含量散点图

Fig 1 Glucosinolates content distributions in F_2

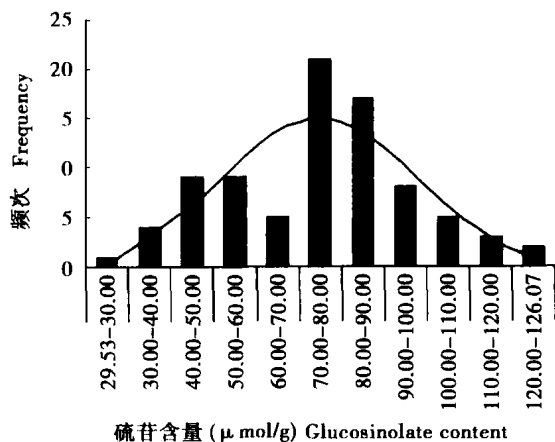


图 3 F_2 硫苷含量频次图

Fig 3 Glucosinolates content frequency in F_2

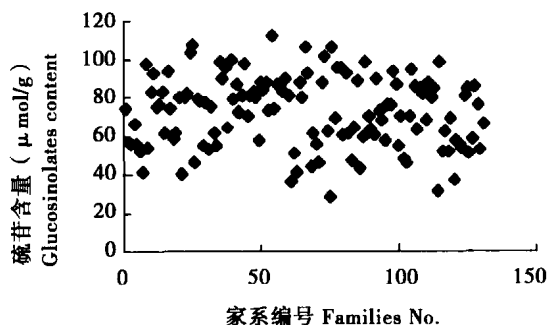


图 2 $F_{2.3}$ 家系硫苷含量散点图

Fig 2 Glucosinolates content distributions in $F_{2.3}$

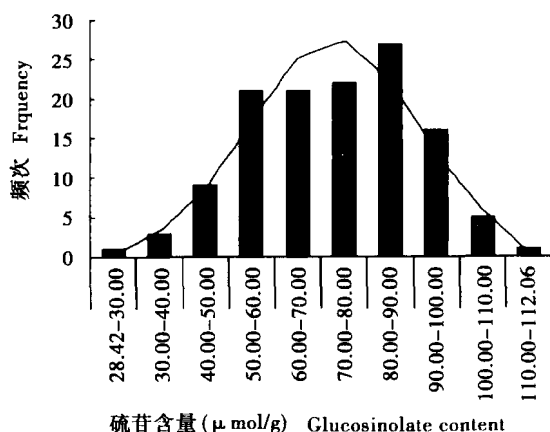


图 4 $F_{2.3}$ 家系硫苷含量频次图

Fig 4 Glucosinolates content frequency in $F_{2.3}$

2.2.2 蛋白质含量在 F_2 , $F_{2.3}$ 家系中的分离情况分析 从图 5~ 图 8 蛋白质含量的散点图、频次分布图可以看出, F_2 , $F_{2.3}$ 家系蛋白质含量在中亲值附近(中亲值为 33.54)非常集中,其次分布符合正态分布。另外,在分离群体中还出现了超优亲现象,最高值均超过了高值亲本, F_2 , $F_{2.3}$ 家系分别有 30 个和 31 个株系的蛋白质含量高于亲本。 F_1 蛋白质含量

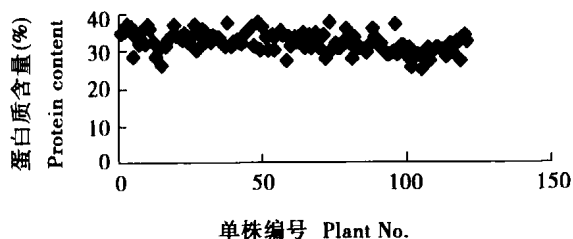


图 5 F_2 蛋白质含量散点图

Fig 5 Protein content distributions in F_2

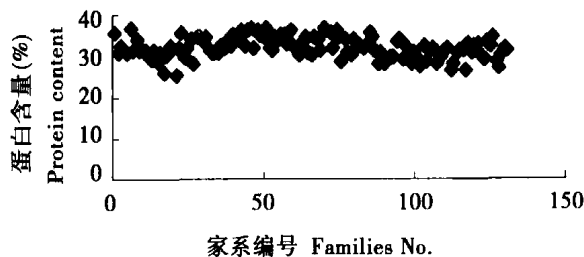


图 6 $F_{2.3}$ 家系蛋白质含量散点图

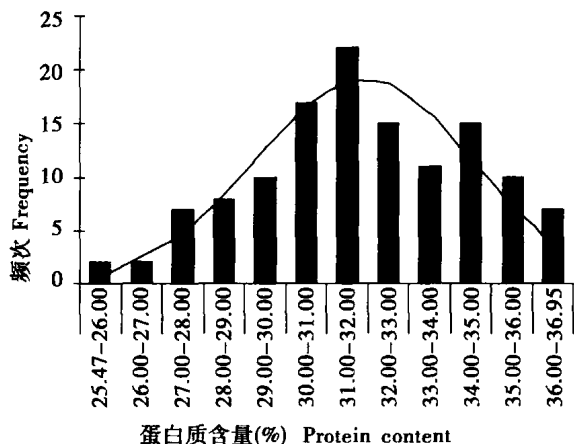
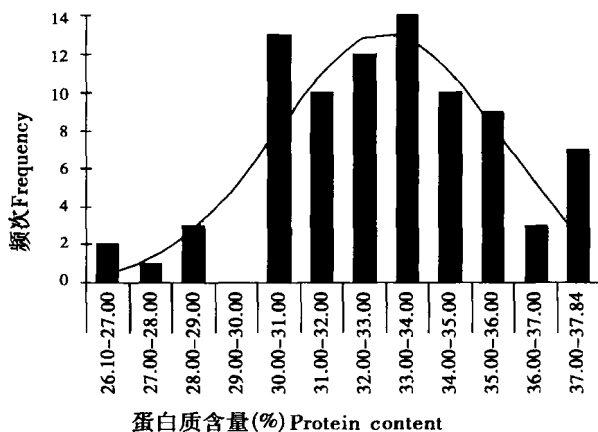
Fig 6 Protein content distributions in $F_{2.3}$

于亲本,如 F_2 , $F_{2.3}$ 家系硫苷含量低于低值亲本的分别有 3 个和 4 个株系。 F_1 硫苷含量与母本相同或相近。

与母本相同或接近。

3 讨论

硫苷总量及其组分的遗传比较复杂,其分析技术也未得到统一。有关硫苷含量的遗传研究结果不一致。本研究结果表明, F_2 硫苷总量的次数分布基本符合正态分布,但高值亲本的频次较高,说明硫

图 7 F₂ 蛋白质含量次数分布图Fig 7 Protein content frequency in F₂图 8 F_{2:3}家系蛋白质含量次数分布图Fig 8 Protein content frequency in F_{2:3}

苷总量的遗传, 高硫苷含量为部分显性。F₁ 硫苷含量与母本相同或相近, 硫苷含量的遗传是否受具有母体效应的基因控制, 本研究没有配置反交组合, 有待于今后作进一步的研究。

F₂, F_{2:3}家系硫苷和蛋白质含量的分离情况的分析结果表明, 两者都存在着丰富的变异, 同时都出现了超亲优势, 因此, 在 F₂, F_{2:3}选择是有效的, 这为品质育种选择高蛋白、低硫苷优质油菜奠定了基础。

参考文献:

- [1] 傅廷栋. 杂交油菜的育种与利用[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2000.
- [2] 胡中立, 刘后利. 甘蓝型油菜品质性状的配合力分析及低硫苷新种质开发的理论探讨[J]. 作物学报, 1989, 15(3): 221- 229.
- [3] 牟同敏, 刘后利. 油菜种子总硫甙的遗传分析[J]. 作物学报, 1990, 16(2): 97- 105.
- [4] 张书芬, 宋文光, 田保明等. 甘蓝型双低油菜数量性状遗传力及基因效应研究[J]. 中国油料, 1996, 18(3): 1

- 3.

- [5] Kondra Z P, Stefansson B R. Inheritance of the major glucosinolates of rapeseed meal[J]. Can J Plant Sci, 1990, 50: 643- 647.
- [6] Campos de Quiros H, Mithen R. Molecular markers for low glucosinolate alleles in oilseed rape (*Brassica napus* L.) [J]. Mol Breeding, 1996, 2: 277- 281.
- [7] Kliebenstein D, Pedersen D, Barker B, et al. Comparative analysis of quantitative trait loci controlling glucosinolates, myrosinase and insect resistance in *Arabidopsis thaliana* [J]. Genetics, 2002, 161: 325- 332.
- [8] Kondra I P, Stefansson B R. Inheritance of the major glucosinolates of rapeseed (*Brassica napus* L.) [J]. Can J Plant Sci, 1970, 50: 643- 647.
- [9] Krzymanski J. Inheritance of glucosinolates content of rapeseed (*Brassica napus* L.) [J]. J Intern Sur Colza, Paris, 1970, 2- 3.
- [10] Morice J. Selection of a variety of rapeseed without erucic acid and without glucosinolates[M]. Proc 4th Intern Rapeseed Cong, Paris, 1974. 31- 37.