

白菜型油菜黄子资源的初步遗传研究

傅 鹰¹, 覃 锋¹, 梅家琴¹, 李加纳¹, 徐新福¹, 刘列钊¹, 谌 利¹, 李海渤², 钱 伟¹

(¹西南大学农学与生物科技学院, 重庆 400715; ²广东韶关学院英东生物工程学院, 韶关 512005)

摘要:对随机选取的国内外 22 份黄子白菜型油菜和 22 份褐子白菜型油菜进行了种皮色泽的显隐性关系鉴定、黄子性状的等位性测验以及遗传多样性分析。结果表明,黄子白菜型油菜与褐子白菜型油菜配组的杂交组合中,部分组合的 F₁ 种皮色泽呈现父本的种皮色泽,表现出花粉直感现象;自然界中存在多种白菜型油菜黄子类型,鉴定出的 3 种黄子白菜型油菜与褐色白菜型油菜的 F₂ 种皮色泽均为褐色,表明黄子性状对于褐子性状为隐性;分子标记方差分析结果显示,白菜型油菜的生长习性所解释的遗传变异大于种皮颜色所解释的遗传变异,表明国外不同生长习性的黄子白菜型油菜资源可用于国内黄子白菜型油菜遗传基础的拓宽。

关键词:白菜型油菜;黄子;等位性;显隐性;遗传差异

Primary Genetic Evaluation of Yellow-seeded *Brassica rapa*

FU Ying¹, QIN Feng¹, MEI Jia-qin, LI Jia-na¹, XU Xin-fu¹, LIU Lie-zhao¹, CHEN Li¹, LI Hai-bo,² QIAN Wei¹

(¹College of Agronomy and Biotechnology, Southwest University, Chongqing 400715;

²Yingdong College of Bioengineering, Shaoguan University, Shaoguan 512005)

Abstract: Yellow-seeded *Brassica rapa* was widely used in the breeding program of yellow-seeded rapeseed. The germplasm of *B. rapa* was evaluated among 22 yellow-seeded and 22 brown-seeded accessions randomly selected from gene bank via allelic test, dominant-recessive investigation and diversity analysis. Seeds in some F₁ between yellow-seeded and brown-seeded lines exhibited brown in same with male due to xenia. The trait of yellow seed was recessive relative to brown seed since the color of seeds was brown in F₂ between 3 types of yellow-seeded lines and brown-seeded accessions. The results of analysis of molecular variance showed that the habit play more important role in the genetic variance of accessions than seed color. Our data suggest the exotic yellow-seeded accessions can be used to widen Chinese germplasm of yellow-seeded *B. rapa*.

Key words: *Brassica rapa*; Yellow-seeded Allelism; Dominant-recessive relationship; Genetic diversity

油菜是我国最重要的油料作物之一,常年种植面积 733 万 hm²,总产 1200 万 t 以上,居世界首位。但我国目前食用油自给率约占 40%,油料生产不能满足消费需求,供需矛盾十分突出^[1]。自然界油菜子具有不同的种皮颜色,其中黄子油菜与褐子油菜相比,具有皮壳率低、含油量高、油质清亮、饼粕中蛋白质含量高、纤维素含量低等一系列突出的优点,因

此选育黄子油菜已成为提高油菜含油量、缓解油菜供需矛盾的一个重要途径^[2]。

白菜型油菜 (*Brassica rapa*) 是甘蓝型油菜亲本种之一,栽培历史悠久,它不仅是重要的蔬菜作物,更是重要的油料作物^[3],并已被广泛用于甘蓝型油菜的遗传改良。在我国,通过甘蓝型油菜与白菜型油菜杂交,选育出了一大批优良甘蓝型油菜品种,比

收稿日期:2010-03-30 修回日期:2010-06-23

基金项目:国家 863 项目(2006AA10Z1E6,2008AA10Z147,2006AA100106)

作者简介:傅鹰,在读研究生,研究方向为白菜型油菜遗传资源评价。E-mail:fy97@163.com

通讯作者:李海渤。E-mail:lihai-bo@163.com

如川农长荚、中油 821、华油 8 号等^[4]。Qian 等^[5]的研究证实了白菜型油菜的遗传渗透对甘蓝型油菜遗传资源的拓宽及其进化起着重要的作用。

白菜型油菜具有丰富的黄子资源,而甘蓝型油菜中没有天然的黄子类型,白菜型油菜的黄子资源可应用于甘蓝型油菜的黄子育种之中。Chen 等^[6]利用黄子沙逊与淡黄子甘蓝品种进行远缘杂交,人工合成了甘蓝型黄子材料;Rahman^[7]用黄子白菜型油菜与甘蓝型油菜杂交,选育出了双低黄子甘蓝型油菜品系;张瑞茂等^[8]结合甘蓝型油菜与白菜型油菜种间杂交与复合杂交等育种途径,育成了甘蓝型纯黄子双低油菜新品系 YR5602,其群体黄子株率达 100%,黄子频率达 100%。很多学者对白菜型油菜的遗传资源进行了分析,认为白菜型油菜存在两大起源中心,欧洲和东亚^[9-11],且两大起源中心的白菜型油菜存在很大的遗传差异^[10-13]。罗玉秀等^[14]虽然对国内黄子白菜型油菜进行了遗传分析并发现中国黄子白菜型油菜具有多种类型,但对于来自世界各地的白菜型油菜间的遗传分析及其利用仍缺乏研究。本研究通过对国内外白菜型油菜资源的种皮色泽性状进行显隐性分析,对不同

来源的白菜型油菜的黄子性状进行等位性测验,并对其遗传多样性进行分析,以期初步揭示白菜型油菜种皮色泽的遗传规律,为白菜型油菜资源在甘蓝型油菜的遗传改良中的充分利用提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

从西南大学白菜型油菜资源库中挑选来自我国多个省、市的白菜型油菜资源 34 份,从荷兰种质中心随机挑选白菜型油菜资源 10 份。这些材料按种皮颜色划分包括黄子白菜型油菜 22 份、褐色白菜型油菜 22 份;按生长习性不同划分包括半冬性白菜型油菜 33 份、冬性白菜型油菜 5 份、春性白菜型油菜 6 份。从 44 份白菜型油菜中分别选取 17 份来自国内外的黄子材料和 4 份褐色材料进行白菜型油菜粒色性状的显隐性和黄子性状的等位性分析;同时利用 SSR 分子标记对来自国内外的 18 份褐色白菜型油菜和 18 份黄子白菜型油菜进行遗传多样性评价。材料编号、名称、来源以及生长习性等信息详见表 1。

表 1 用于遗传评价的白菜型油菜种质

Table 1 A list of *B. rapa* germplasms for genetic evaluation

编号	Code	品种名称 Variety	种皮颜色 Seed color	来源 Origin	生长习性 Habit	分析 Analysis
01		自贡白油菜	褐色	四川	半冬	a
02		罗江大花菜子	褐色	四川	半冬	a
03		治城小花油菜	褐色	四川	半冬	a
04		大冶矮脚白菜	褐色	湖北	半冬	a
05		云梦半直立菜	褐色	湖北	半冬	a
06		沅江桂林子	褐色	湖南	半冬	a
07		绥阳油菜	褐色	贵州	半冬	a
08		鱼眼子	褐色	江西	半冬	a
09		Swu-15	褐色	重庆	半冬	a
10		前峰 12 号	褐色	安徽	半冬	a
11		金华土种油菜	褐色	浙江	半冬	a
12		杭州八月菜	褐色	浙江	半冬	a
13		于潜土种	褐色	浙江	半冬	a
14		文成土种油菜	褐色	浙江	半冬	a
15		高棋种	黄色	浙江	半冬	a
16		CGN 06830	黄色	荷兰	春	a
17		CGN 06834	褐色	印度	春	a
18		CGN 15213	褐色	德国	冬	a

续表

编号	Code	品种名称 Variety	种皮颜色 Seed color	来源 Origin	生长习性 Habit	分析 Analysis
19		CGN 15215	褐色	德国	冬	a
20		大白菜 02	褐色	韩国	冬	a
21		Swu-03	黄色	重庆	半冬	ab
22		Swu-04	黄色	重庆	半冬	ab
23		Swu-05	黄色	重庆	半冬	ab
24		Swu-06	黄色	重庆	半冬	ab
25		Swu-12	黄色	重庆	半冬	a
26		Swu-13	黄色	重庆	半冬	a
27		Swu-14	黄色	重庆	半冬	a
28		温江七星剑	黄色	四川	半冬	ab
29		A 01	黄色	四川	半冬	ab
30		通江金黄油菜	黄色	四川	半冬	ab
31		北京长泡果	黄色	北京	半冬	ab
32		CGN 06836	黄色	孟加拉	春	ab
33		CGN 06837	黄色	孟加拉	春	ab
34		CGN 06841	黄色	孟加拉	春	ab
35		CGN 06835	黄色	德国	春	ab
36		大白菜 01	黄色	北京	冬	ab
37		Swu-01	黄色	重庆	半冬	b
38		Swu-02	黄色	重庆	半冬	b
39		Swu-07	黄色	重庆	半冬	b
40		A 02	褐色	重庆	半冬	b
41		A 03	褐色	重庆	半冬	b
42		A 04	褐色	重庆	半冬	b
43		A 05	褐色	重庆	半冬	b
44		Candle	黄色	加拿大	冬	b

a: 遗传多样性分析的材料; b: 粒色性状遗传研究的材料; a: used for genetic diversity analysis. b: used for inheritance of seed color

1.2 试验方法

1.2.1 黄子性状等位性和粒色性状显隐性分析

2008年春季配制了白菜型油菜黄子材料之间的杂交组合,以及黄子材料与褐色材料之间的杂交组合,并于同年秋季将杂种 F_1 及其相应亲本播种于西南大学试验田,每个材料种植20株,2009年4月下旬收获 F_2 种子,对 F_1 和 F_2 的种皮颜色进行考察。黄子性状基因的等位性测验:对于白菜型油菜黄子材料间的杂种 F_2 ,若其种皮为黄色,则推断该组合两亲本间控制黄子性状的基因可能等位;反之,若 F_2 种皮为非黄色,则两亲本间控制黄子性状的基因不等位。粒色性状的显隐性分析:对于黄子材料与褐色材料的杂种 F_2 ,若种皮为黄色,则黄子性状相对于褐色性状为显性;反之,若 F_2 种皮为褐色,则黄子性

状相对于褐色性状为隐性性状。

1.2.2 遗传多样性评价

于苗期对每份材料选取5株植株,取幼叶混合,采用CTAB法^[15]进行基因组DNA的提取和纯化。从英国作物网(<http://www.ukcrop.net>)中随机选取油菜SSR引物65对,由上海生工合成。PCR反应的总体积为10 μ l,其体系为10 \times 扩增缓冲液1.0 μ l, MgCl₂ (25mmol/L) 1.0 μ l, dNTP (10mmol/L pH7.5) 0.2 μ l, 样品DNA (50ng/ μ l) 1.0 μ l, F-Primer (50ng/ μ l) 0.5 μ l, R-Primer (50ng/ μ l) 0.5 μ l, 5U/ μ l Taq酶(购自上海SABC公司) 0.1 μ l, ddH₂O 5.7 μ l。PCR程序为94 $^{\circ}$ C 3min, [94 $^{\circ}$ C 30s, 55 $^{\circ}$ C 45s, 72 $^{\circ}$ C 1min] \times 35cycles, 72 $^{\circ}$ C 10min。PCR产物用10%的非变性丙烯酰胺凝胶进行电泳分离,参照Zhang等^[16]的银染

法显带,人工读带,有带记作“1”,无带记作“0”。记载清晰易辨的扩增条带,统计扩增出的总带数。

1.2.3 数据处理 36份材料的SSR扩增带数据用于遗传多样性分析。材料X与Y间的遗传距离通过Nei和Li^[17]的公式计算得到。具体遗传距离计算公式为:

$$GD_{xy} = 1 - 2N_{xy} / (N_x + N_y);$$

N_{xy} 为材料X与Y的共有条带数, N_x 和 N_y 分别为材料X和Y各自的总条带数。所产生的GD矩阵数据按类平均法(UPGMA)利用NTSYS-PC version 2.1程序进行聚类分析,以比较材料间的遗传差异。采用ARLEQUIN software软件^[18]进行分子标记的方差分析(AMOVA),比较白菜型油菜生长习性及种皮颜色对其遗传差异的贡献,以揭示材料生长习性

及种皮颜色与遗传差异的关系。

2 结果与分析

2.1 白菜型油菜种皮性状的显隐性关系鉴定

选取国内外14份黄子白菜型油菜与国内4份褐子白菜型油菜进行配组,获得15个杂交组合(表2)。以黄子白菜型油菜作母本的杂交组合共10个,其中4个组合的 F_1 杂种种皮为褐色,另外6个组合的 F_1 杂种为黄色;以褐子白菜型油菜作母本配组的杂交组合共5个,其 F_1 杂种种皮均为褐色。该现象说明,白菜型油菜杂种种皮色泽的形成,并非完全表现为母性效应。所配组的15个组合的 F_2 种皮均表现为褐色,说明所测配的黄子性状相对于褐子性状表现为隐性性状。

表2 白菜型油菜种皮色泽基因显隐性检测

Table 2 Analysis of dominant-recessive relationship between yellow-seeded and brown-seeded accessions

母本 Female			父本 Male			种皮颜色 Seed color	
编号 Code	名称 Variety	种皮颜色 Seed color	编号 Code	名称 Variety	种皮颜色 Seed color	F_1	F_2
40	A 02	褐色	38	Swu-02	黄色	褐色	褐色
41	A 03	褐色	32	CGN 06836	黄色	褐色	褐色
42	A 04	褐色	33	CGN 06837	黄色	褐色	褐色
41	A 03	褐色	34	CGN 06841	黄色	褐色	褐色
43	A 05	褐色	44	Candle	黄色	褐色	褐色
31	北京长泡果	黄色	43	A 05	褐色	褐色	褐色
36	大白菜 01	黄色	41	A 03	褐色	褐色	褐色
37	Swu-01	黄色	43	A 05	褐色	褐色	褐色
22	Swu-04	黄色	40	A 02	褐色	褐色	褐色
21	Swu-03	黄色	41	A 03	褐色	黄色	褐色
39	Swu-07	黄色	40	A 02	褐色	黄色	褐色
23	Swu-05	黄色	40	A 02	褐色	黄色	褐色
24	Swu-06	黄色	40	A 02	褐色	黄色	褐色
28	温江七星剑	黄色	43	A 05	褐色	黄色	褐色
44	Candle	黄色	43	A 05	褐色	黄色	褐色

2.2 黄子白菜型油菜种皮性状的等位性测验

对11份黄子白菜型油菜进行相互杂交,配组18份杂交组合,其 F_2 种皮色泽的分离情况见表3。结果表明,来自重庆的黄子白菜型油菜SWU 02与来自四川的3份白菜型油菜(通江金油菜、温江七星剑、A01),来自孟加拉国的3份白菜型油菜(Australian RAPS、Somali Sarisa、Sampad),来自德国的1份白菜型油菜(Dys1)以及来自印度的1份黄子沙逊所配组组合的 F_2 植株种皮为黄色,表明这些

材料的黄子性状可能等位;来自北京的2份黄子白菜型油菜(北京长泡果、大白菜)和来自加拿大的1份黄子白菜型油菜(Candle)与以上材料所配组组合,2份来自北京的黄子白菜型油菜相配的组合,它们的 F_2 植株种皮为褐色,表明它们分属不同的黄子类型。该结果表明自然界中的白菜型油菜存在至少3种黄子类型。以温江七星剑为代表的8份黄子白菜型油菜、北京长泡果以及加拿大的Candle分别属于这3种类型。

表 3 不同白菜型油菜黄子性状等位性测验

Table 3 Allelic test for seed color among yellow-seeded accessions of *Brassica rapa*

母本 Female		父本 Male		F ₂ 种皮颜色
编号 Code	名称 Variety	编号 Code	名称 Variety	Seed color in F ₂
38	Swu-02	28	温江七星剑	黄色
38	Swu-02	29	A 01	黄色
38	Swu-02	30	通江金黄油菜	黄色
38	Swu-02	32	CGN 06836	黄色
38	Swu-02	33	CGN 06837	黄色
38	Swu-02	34	CGN 06841	黄色
38	Swu-02	35	CGN 06835	黄色
29	A 01	35	CGN 06835	黄色
28	温江七星剑	35	CGN 06835	黄色
38	Swu-02	31	北京长泡果	褐色
38	Swu-02	36	大白菜 01	褐色
38	Swu-02	44	Candle	褐色
28	温江七星剑	44	Candle	褐色
31	北京长泡果	33	CGN 06837	褐色
31	北京长泡果	34	CGN 06841	褐色
31	北京长泡果	35	CGN 06835	褐色
31	北京长泡果	36	大白菜 01	褐色
44	Candle	35	CGN 06835	褐色

2.3 白菜型油菜的遗传多样性评价

本研究对国内外 18 份褐子材料和 18 份黄子材料进行 SSR 分子标记分析。65 对 SSR 引物在 36 份白菜型油菜中共检测到 187 个多态性位点,每对引物检测到的等位变异范围为 1~10 个,平均每对引物检测到 2.88 个多态性位点。将标记数据进行遗传关系聚类分析(图 1),结果显示 36 份白菜型油菜在遗传距离约为 0.36 时,可分为 3 个类群,同一类群白菜的生长习性相同。来自中国的 26 份半冬性白菜型油菜聚为一类,来自国外的 4 份春性白菜型油菜聚为一类,来自国外的 6 份冬性白菜型油菜聚为另一类。该结果表明,冬性、春性与半冬性白菜型油菜的遗传差异明显,因此称本研究中白菜型油菜的 3 个类群分别为半冬性类群、冬性类群和春性类群。在各类群中,均分布有黄子白菜型油菜与褐子白菜型油菜。黄子白菜型油菜与褐子白菜型油菜未被明显划分,表明不能简单依据种皮颜色判断白菜型油菜种质资源的遗传差异。

为进一步检测种皮颜色与生长习性对白菜型油菜遗传变异的影响,本研究采用 ARLEQUIN 软件对分子标记数据进行了 AMOVA 分析(表 4)。以生长习性分组的类群之内和之间均表现

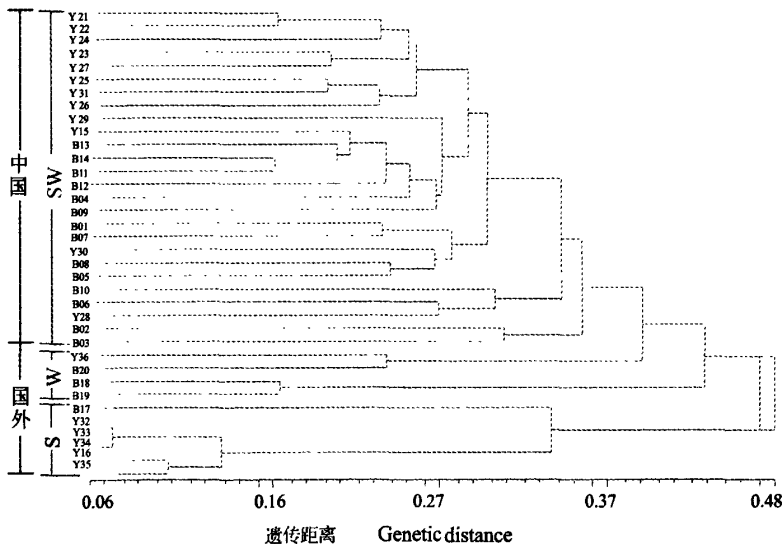


图 1 SSR 分子标记的遗传关系聚类图

Fig. 1 Association analysis among 36 cultivars of *B. rapa* revealed with SSR

Y: 黄子白菜型油菜; B: 褐子白菜型油菜; SW: 半冬性材料; W: 冬性材料; S: 春性材料

出了极显著的遗传变异 ($P \leq 0.01$); 以种皮颜色分组的类群之内的变异极显著 ($P \leq 0.01$), 而不同种皮颜色类群之间变异不显著; 根据生长习性和种皮

颜色分组所解释的遗传变异分别为 26.89% 和 4.45%, 表明具有相同生长习性间材料的遗传变异小于具有相同种皮颜色间材料的遗传变异。

表4 36份不同生长习性和种皮颜色的白菜型油菜分子标记方差分析

Table 4 Analysis of molecular variance of 36 accessions with different growth habit and seed color

群体/来源 Group/Source	自由度 df	变异成分 Variance component	变异比例(%) Variation proportion
生长习性 Growth habit group			
类群之间	2	10.58**	26.89
类群内部	33	28.77**	73.11
总体 Total	35	39.35	
种皮颜色 Seed color group			
类群之间	1	1.53	4.45
类群内部	34	32.76**	95.55
总体 Total	35	34.28	

** : $P = 0.01$ 水平显著,下同 ** ; Significant at 0.01, the same as below

表5 国内外不同种皮颜色白菜型油菜间的遗传差异

Table 5 Genetic distance between and within yellow-seeded and black-seeded accessions in *B. rapa* from different origins

类型 Type	国内黄子白菜型油菜	国内褐子白菜型油菜	国外黄子白菜型油菜	国外褐子白菜型油菜
国内黄子白菜型油菜	0.302(0.056)**			
国内褐子白菜型油菜	0.327(0.056)	0.317(0.055)		
国外黄子白菜型油菜	0.485(0.049)**	0.502(0.045)	0.113(0.036)	
国外褐子白菜型油菜	0.416(0.046)	0.428(0.042)	0.485(0.101)	0.455(0.183)

育种研究进行总结,认为黄子油菜子粒色泽主要受母体基因型控制,但父本花粉有一定影响,依基因型来源不同,其影响力也有差异。本研究用黄子材料与褐子材料所测配杂交组合,其 F_2 种子表现褐子,说明在这些组配中,黄色种皮相对褐色种皮为隐性性状。由于试验材料数量限制,该测试材料的黄子与其他遗传背景的褐子材料杂交是否表现出隐性遗传特点,需要进一步验证。

前人开展了白菜型油菜粒色性状的遗传学研究,结果不尽相同。有报道白菜型油菜种皮颜色受2对重叠基因控制,黄色种皮为隐性性状,棕色种皮为显性性状^[27],也有研究认为白菜型油菜种皮色泽受独立遗传、等效异位的3对重复基因控制^[28]。不同的结果可能源于研究材料的不同,本研究亦证实了自然界中的白菜型油菜存在多种黄子类型^[14,27]。对同属十字花科的拟南芥的种皮突变体的研究也表明,在其种皮色素形成的多个分子生物学与生物化学步骤中,任何一步的功能失活性突变均会导致种皮色素沉积的阻断或弱化,从而使种皮颜色由野生型的深褐色变为黄色甚至透明种皮^[29]。

表5显示了不同地理区域黄子白菜型油菜与褐子白菜型油菜的遗传距离。国内外材料间具有明显的遗传差异,中国黄子白菜型油菜与国外黄子白菜型油菜的遗传距离极显著大于中国黄子白菜型油菜内的遗传距离,表明国外黄子资源可用于国内黄子类型白菜型油菜遗传基础的拓宽。

3 讨论

油菜种皮色泽的形成非常复杂,受很多因素的影响,如黄子修饰基因^[19-20]、胚(或胚胎)的基因型^[21]、环境条件^[22-23]等。本试验中,黄子白菜型油菜和褐子白菜型油菜所组配的部分杂交组合的 F_1 与母本种皮颜色不完全一致。说明对于某些杂交组合,子粒色泽并不完全受母本基因型决定。这与前人的研究结果一致^[24-25]。李加纳等^[26]对多年黄子

这表明油菜黄色种皮性状可能也受到多个基因的影响,表现出不同等位的黄子类型。

本研究还表明,同一地理来源和同一生长习性的黄子白菜型油菜有可能为不同黄子类型,反之,不同地理来源和不同生长习性的黄子白菜型油菜也可能为相同的黄子类型,这说明黄子性状的产生与其地理来源及其生长习性分化不相关联。

参考文献

- [1] 傅廷栋. 油菜杂种优势研究利用的现状与思考[J]. 中国油料作物学报, 2008, 30(30): 1-5
- [2] 杨光伟. 作物育种探索(第一版)[M]. 北京: 科学技术出版社, 1993: 30-50
- [3] 何余堂, 陈宝元, 傅廷栋, 等. 白菜型油菜在中国的起源与进化[J]. 遗传学报, 2003, 30(11): 1003-1012
- [4] 刘后利. 油菜遗传育种学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2000: 173-187
- [5] Qian W, Meng J, Li M, et al. Introgression of genomic components from Chinese *Brassica rapa* contributes to widening the genetic diversity in rapeseed (*B. napus* L.), with emphasis on the evolution of Chinese rapeseed [J]. Theor Appl Genet, 2006, 113: 49-54
- [6] Chen B Y, Heneen W K. Inheritance of seed colour in *Brassica campestris* L. and breeding for yellow-seed *B. napus* L. [J]. Euphytica, 1992, 59: 157-163

- [7] Rahman M H. Yellow-seed *Brassica napus* from interspecific crosses [J]. Proc. 11th International Rapeseed Congress, Narayana Press Copenhagen, Denmark, 2003, 7: 199-201
- [8] 张瑞茂,李敏,陈大伦,等.甘蓝型纯黄子油菜新品系 YR5602 的选育[J].种子,2007,26: 87-90
- [9] 孙逢吉.芸薹属杂种优势[J].中华农学会报,1943,175: 35-58
- [10] Denford K E, Vaughan J G. A comparative study of certain seed isoenzymes in the ten chromosome complex of *Brassica campestris* and its allies[J]. Ann Bot, 1977, 141: 411-418
- [11] Song K M, Osborn T C, Williams P H. Brassica taxonomy based on nuclear restriction fragment length polymorphisms (RFLPs). 2. Preliminary analysis of subspecific within *B. rapa* (syn. *Campestris*) and *B. oleracea* [J]. Theor Appl Genet, 1988, 76: 593-600
- [12] 刘后利.油菜遗传育种学[M].北京:中国农业大学出版社, 2000: 292-296
- [13] Zhao J J. Genetic relationships within *Brassica rapa* as inferred from AFLP fingerprints [J]. Theor Appl Genet, 2005, 110: 1301-1314
- [14] 罗玉秀,杜德志.白菜型油菜粒色性状的遗传分析[J].青海农林科技,2008(2):9-11
- [15] Saghai-Marouf M A, Soliman K M, Jorgensen R A, et al. Ribosomal DNA spacer-length polymorphism in barley: Mendelian inheritance, chromosomal location and population dynamics [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 1984, 81: 8014-8018
- [16] Zhang J, Guo W, Zhang T Z. Molecular linkage map of allotetraploid (*Gossypium hirsutum* L. × *Gossypium barbadense* L.) with a haploid population. [J]. Theor Appl Genet, 2002, 105: 1166-1174
- [17] Nei M, Li W. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases [J]. PNAS, 1979, 76: 5269-5273
- [18] Excoffier L, Laval G, Schneider S. Arlequin (version 3.0): An integrated software package for population genetics data analysis [J]. Evolutionary Bioinformatics, 2005: 47-50
- [19] 刘后利,傅廷栋,陈怀庆,等.甘蓝型黄子油菜的发现及其遗传行为的初步研究[J].遗传学报,1979,6(1):54
- [20] 吴江生,刘后利,石淑稳.甘蓝型油菜显性黄子种质的研究[J].华中农业大学学报,1997,16(1):26-28
- [21] Chen B Y, Heneen W K. Inheritance of seed colour in *Brassica campestris* L. and breeding for yellow-seeded *B. napus* L. [J]. EuPhytia, 1992, 59: 157-163
- [22] Shirzadegan M. Inheritance of seed color in *Brassica napus* L. [J]. Z. pflanzenzucht, 1986, 96: 140-146
- [23] 戚存扣,唐继宏,傅寿仲.甘蓝型油菜(*B. napus* L.)黄、褐色种子主要性状的比较[J].江苏农业科学,1991(5):28-30
- [24] Sehwetka A. Inheritance of seed colour in turniprape (*Brassica campestris* L.) [J]. Theor Appl Genet, 1982, 62: 161-169
- [25] Rahman M, McVetty P B E, Li G. Development of SRAP, SNP and Multiplexed SCAR molecular markers for the major seed coat color gene in *Brassica rapa* L. [J]. Theoretical and Applied Genetics, 2007, 115(8): 1101-1107
- [26] 李加纳,张学昆,谏利,等.不同遗传背景的甘蓝型黄子油菜粒色遗传初步研究[J].中国油料作物学报,1998,20(4): 16-19
- [27] James Rohlf F. NTSYSpc numerical taxonomy and multivariate analysis system Version 2.1 user guide [M]. New York: Exeter software. 2000: 15-35
- [28] Varshney S K, Shrivastava S, Rai B. Inheritance of plant height and seed coat colour in yellow sarson (*Brassica campestris* L.) [J]. The Indian Journal of Genetics & Plant Breeding. 1997, 57(1): 108-111
- [29] Koes R, Verweij W, Quattrocchio F. Flavonoids: a colorful model for the regulation and evolution of biochemical pathways [J]. Trends Plant Sci, 2005, 10(5): 236-242

欢迎
订阅

《玉米科学》由吉林省农业科学院主办,中文核心期刊,我国惟一的玉米专业学术期刊。

主要报道:遗传育种、品种资源、耕作栽培、生理生化、生物工程、土壤肥料、专家论坛、国内外玉米科研动态、新品种信息等方面的内容。适合科研、教学、生产及管理方面的人员参考。

双月刊,大 16 开本。每期 15 元,全年 90 元。邮发代号:12-137。

地址:(130033)吉林省长春市彩宇大街 1363 号

电话:(0431)87063137, 13944003137

E-mail:ymkx@cjaas.com

《作物研究》系湖南省作物学会等单位主办的有关作物科技的刊物,为湖南省一级期刊。主要刊登作物遗传育种、耕作栽培、生理生态、产品加工利用等方面的研究报告、试验简报、专题论述、国内外研究动态、基础知识讲座、学术活动内容。

季刊,大 16 开,每册 10 元,全年 40 元。国内统一刊号:43-1059/S

地址:(410128)长沙市芙蓉区湖南农业大学内

电话:(0731)84618573

网址: <http://zwyj.chinajournal.net.cn>

E-mail:zwyj@chinajournal.net.cn

《杂交水稻》是由国家杂交水稻工程技术研究中心和湖南杂交水稻研究中心主办。主要宣传报道我国及国外杂交水稻研究、应用中的最新成果、进展、动态、技术经验和信息等。辟有专题与综述、选育选配、栽培技术、繁殖制种、新组合、基础理论、国外动态和简讯等栏目。

双月刊,大 16 开本。每册 8.0 元,年价 48 元。

订阅办法:(1)可到当地邮局订阅,邮发代号:42-297。(2)直接向本刊杂志社订阅,另加收挂号费每个订户全年 18 元整。请将款邮至(410125)长沙市马坡岭远大二路 736 号《杂交水稻》杂志社或信汇中国农业银行长沙马坡岭支行,账户为湖南杂交水稻研究中心,账号 18035801040000507。

电话:(0731)82872955, 82872954, 82872961

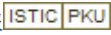
E-mail:jhybrice@2118.cn

网址: <http://zjsd.chinajournal.net.cn>

白菜型油菜黄子资源的初步遗传研究

作者: [傅鹰](#), [覃锋](#), [梅家琴](#), [李加纳](#), [徐新福](#), [刘列钊](#), [谌利](#), [李海渤](#), [钱伟](#), [FU Ying](#), [QIN Feng](#), [MEI Jia-qin](#), [LI Jia-na](#), [XU Xin-fu](#), [LIU Lie-zhao](#), [CHEN Li](#), [LI Hai-bo](#), [QIAN Wei](#)

作者单位: [傅鹰](#), [覃锋](#), [梅家琴](#), [李加纳](#), [徐新福](#), [刘列钊](#), [谌利](#), [钱伟](#), [FU Ying](#), [QIN Feng](#), [MEI Jia-qin](#), [LI Jia-na](#), [XU Xin-fu](#), [LIU Lie-zhao](#), [CHEN Li](#), [QIAN Wei](#) (西南大学农学与生物科技学院, 重庆, 400715), [李海渤](#), [LI Hai-bo](#) (广东韶关学院英东生物工程学院, 韶关, 512005)

刊名: [植物遗传资源学报](#) 

英文刊名: [JOURNAL OF PLANT GENETIC RESOURCES](#)

年, 卷(期): 2010, 11(6)

参考文献(29条)

1. 戚存扣;唐继宏;傅寿仲 [甘蓝型油菜\(B.napus L\)黄、褐色种子主要性状的比较](#) 1991(05)
2. Shirzadegan M [Inheritance of seed color in Brassica napus L](#) 1986
3. Chen B Y;Heneen W K [Inheritance of seed colour in Brassica campestris L. and breeding for yellow-seeded B.napus L](#) [外文期刊] 1992
4. 杨光伟 [作物育种探索\(第一版\)](#) 1993
5. 傅廷栋 [油菜杂种优势研究利用的现状与思考](#) 2008(30)
6. 孙逢吉 [芸薹属杂种优势](#) 1943
7. 张瑞茂;李敏;陈大伦 [甘蓝型纯黄子油菜新品系YR5602的选育](#) 2007
8. Rahman M H [Yellow-seed Brassica napus from interspecific crosses](#) 2003
9. Chen B Y;Heneen W K [Inheritance of seed colour in Brassica campestris L. and breeding for yellow-seed B.napus L](#) 1992
10. Qian W;Meng J;Li M [Introgression of genomic components from Chinese Brassica rapa contributes to widening the genetic diversity in rapeseed\(B.napus L\), with emphasis on the evolution of Chinese rapeseed](#) [外文期刊] 2006(1)
11. 刘后利 [油菜遗传育种学](#) 2000
12. 何余堂;陈宝元;傅廷栋 [白菜型油菜在中国的起源与进化](#) [期刊论文]-[遗传学报](#) 2003(11)
13. Koes R;Verweij W;Quattrocchio F [Flavonoids:a colorful model for the regulation and evolution of biochemical pathways](#) [外文期刊] 2005(05)
14. Varshney S K;Shrivastava S;Rai B [Inheritance of plant height and seed coat colour in yellow sarson\(Brassica campestris L\)](#) 1997(01)
15. James Rohlf F [NTSYSpc numerieal taxonomy and multivariate analysis system Version 2.1 user guide](#) 2000
16. 李加纳;张学昆;谌利 [不同遗传背景的甘蓝型黄子油菜粒色遗传初步研究](#) 1998(04)
17. Rahman M;McVetty P B E;Li G [Development of SRAP, SNP and Multiplexed SCAR molecular markers for the major seed coat color gene in Brassica rapa L](#) [外文期刊] 2007(08)
18. Sehwetka A [Inheritance of seed colour in turniprape\(Brassica campestris L\)](#) 1982
19. 吴江生;刘后利;石淑稳 [甘蓝型油菜显性黄子种质的研究](#) 1997(01)
20. 刘后利;傅廷栋;陈怀庆 [甘蓝型黄子油菜的发现及其遗传行为的初步研究](#) [期刊论文]-[遗传学报](#) 1979(01)
21. Excoffier L;Laval G;Schneider S [Arlequin\(version 3.0\):An integrated software package for](#)

22. Nei M;Li W Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonuclease[外文期刊] 1979
23. Zhang J;Guo W;Zhang T Z Molecular linkage map of allotetraploid(Gossypium hirsutum L. × Gossypium barbadense L)with a haploid population 2002
24. Saghai-Marooif M A;Soliman K M;Jorgensen R A Ribosomal DNA spacer-length polymorphism in barley:Mendelian inheritance,chromosomal location and population dynamics[外文期刊] 1984
25. 罗玉秀;杜德志 白菜型油菜粒色性状的遗传分析[期刊论文]-青海农林科技 2008(02)
26. Zhao J J Genetic relationships within Brassica rapa as inferred from AFLP fingerprints[外文期刊] 2005(7)
27. 刘后利 油菜遗传育种学 2000
28. Song K M;Osborn T C;Williams P H Brassica taxonomy based on nuclear restriction fragment length polymorphisms(RFLPs). 2. Preliminary analysis of subspecific within B. rapa(syn. Campestris)and B. oleracea[外文期刊] 1988
29. Denford K E;Vanghan J G A comparative study of certain seed isoenzymes in the ten chromosome complex of Brassica campestris and its allies 1977

本文读者也读过(3条)

1. 郭一鸣 全球白菜型油菜遗传多样性分析[学位论文]2010
2. 侯树敏. 李强生. 陈凤祥. 吴新杰. 费维新. 胡宝成 白菜型油菜与小白菜的品质比较[期刊论文]-安徽农业科学 2004, 32(2)
3. 雷建明. 庞进平. 郭天顺. 杨桂英. 裴建文. 贾付军 白菜型冬油菜新品系876-2-2-4选育报告[期刊论文]-甘肃农业科技2001(12)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zwyczyxb201006012.aspx