

普通荞麦落粒性、尖果、红色茎秆的遗传规律研究

岳 鹏, 黄凯丰, 陈庆富*

(贵州师范大学 生命科学学院 植物遗传育种研究所, 贵州 贵阳 550001)

摘要: 以普通荞麦 3 个花柱同长自交可育纯系为材料, 通过人工去雄授粉杂交方法, 将甜自 21-1 分别与 Lorena-3 和甜自 100 进行正反交, 配制 4 个杂交组合, 获得其杂种后代和 F_2 代群体, 探讨普通荞麦尖果、落粒性、红色茎秆的遗传规律。研究发现: 尖果性状在甜自 21-1 与 Lorena-3 和甜自 100 进行正反交 4 个组合的 F_2 群体中均表现 3 : 1 的遗传分离模式, 表明尖果性状(尖—钝)受单基因遗传控制; 落粒性和主茎颜色(红—绿)在甜自 21-1 和 Lorena-3 正反交的 2 个组合的 F_2 群体中均遵循 9 : 7 的分离模式, 表明落粒性、主茎颜色(红—绿)为 2 对显性互补基因的遗传模式。尖果性状基因、落粒性基因和红色茎秆基因之间均表现为彼此独立遗传。

关键词: 普通荞麦; 落粒性; 尖果; 红色茎秆; 遗传规律

中图分类号: S517 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2012)01-0028-04

Inheritance of Shattering Habit, Acute Achene, and Red Stem of Common Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*)

YUE Peng, HUANG Kai-feng, CHEN Qing-fu*

(Institute of Plant Genetics and Breeding, School of Life Sciences, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China)

Abstract: The F_2 populations of four common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) cross combinations, positive and reciprocal crosses of self-fertile pure line Tianzi 21-1 with Lorena-3 and Tianzi100, were produced by means of artificial emasculation and pollination for studying the inheritance of shattering habit, acute achene, and red stem of common buckwheat. The results showed that achene shape (acute versus blunt) was controlled by a single gene in the F_2 populations of four combinations, with a separation model of 3 : 1, while shattering habit (shattering versus non-shattering) and stem colour (red versus green) were inherited by two pairs of dominant complementary genes in the F_2 populations of two combinations, following a separation model of 9 : 7. The three genes of shattering habit, acute achene, and red stem were all inherited independently.

Key words: common buckwheat; shattering habit; achene achene; red stem; inheritance

普通荞麦属于蓼科(Polygonaceae)荞麦属(*Fagopyrum* Mill)^[1], 有甜荞(*F. esculentum* Moench, 普通荞麦)和苦荞(*F. tataricum* (L.) Gaertn)两个栽培种。普通荞麦是典型的花柱异长作物, 具有自交不亲和性, 导致其遗传杂合, 不利于

进行遗传研究。Chen^[2-3] 研究发现, 在普通荞麦群体中存在大量形态变异。普通荞麦形态特征是建立遗传标记图谱中的重要标记, 对其进行深入地研究对于荞麦遗传育种有重要意义。关于荞麦形态性状的遗传研究报道很少。Ohnishi^[4] 等曾做过一些形

收稿日期: 2011-06-07

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项资金(CARS-08-A-4); 国家自然科学基金项目(31060207, 31060207); 贵州省农业攻关项目(黔科合 NY 字[2010]3094); 贵州省动植物育种专项(黔农育专字[2010]023 号)

作者简介: 岳 鹏(1981-), 男, 山东临沂人, 硕士研究生, 主要从事植物遗传学研究。E-mail: yp4431@163.com

* 通讯作者: 陈庆富(1966-), 男, 贵州贵阳人, 博士, 硕士生导师, 主要从事荞麦遗传育种研究。E-mail: cqf1966@163.com

态性状的遗传研究。邓林琼^[5]等对瘦果初期颜色、瘦果棱形状和瘦果棱初期颜色等形态性状研究发现,普通荞麦的瘦果初期颜色、瘦果棱形状和瘦果棱初期颜色都是由互补基因控制;Wang 等^[6]研究发现,落粒性是由 3 对显性基因控制,其中 2 对显性基因互补即可表现为落粒性;Pan 等^[7]对荞麦尖果、落粒性等进行了遗传研究,发现它们是由单显性基因控制。

在野生甜荞中有花柱同长、自交可育性状,不仅可以改善普通荞麦的结实性,而且还可以生产纯系,为荞麦遗传研究奠定基础。Chen 等^[8]利用栽培甜荞与花柱同长自交可育的野生甜荞进行杂交,获得了大量的花柱同长自交可育纯系材料。

目前,已有的普通荞麦遗传研究主要是以花柱异长自交不亲和的栽培甜荞为材料,所得结果容易产生偏差。本研究是以 3 种自交可育的普通荞麦纯系为材料,通过人工杂交获得杂交后代群体,探讨其形态性状的遗传规律,以期对荞麦育种奠定理论基础。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试材料为 3 个普通荞麦(*Fagopyrum esculentum* Moench)自交可育纯系(表 1)。所有材料均由贵州师范大学生命科学学院植物遗传育种研究所陈庆富教授提供。

表 1 普通荞麦供试材料及其形态特征

材料	代号	落粒性(落粒—不落粒)	主茎颜色(红—绿)	瘦果形状(钝—尖)
甜自 21-1	A	不落粒	绿色	尖
Lorena-3	B	不落粒	绿色	钝
甜自 100	C	不落粒	红色	钝

1.2 遗传分析群体的构建

Lorena-3、甜自 21-1 和甜自 100 按每花盆播种 3 粒种子,栽培于花盆内,置于防虫的生长室生长。待植株进入花蕾期后以单株为单位,成对配置杂交组合。人工杂交之前,选择拟杂交授粉的枝条,除去已结的种子、已开和正在开的花,每天 7:40 和 15:00 左右,在花蕾即将开裂时除去母本的雄蕊并授以父本的刚开花花朵的成熟花药花粉,直至获得足够的成熟杂交种子。采用上述人工去雄授粉方法,将甜自 21-1 分别与 Lorena-3 和甜自 100 进行正反交。

所有杂交种子按照上述相同的栽培方法,即获得 F₁ 代植株。这些 F₁ 代植株均是花柱同长、自交

可育的,让其自交结实。按单株收取种子保存待用。

F₁ 代植株自交所得的种子再次按上述相同的栽培方法,在生长室内栽培,即得 F₂ 代植株群体。

1.3 性状考察

对亲本、F₁、F₂ 群体植株的主茎颜色、落粒性、瘦果形状等性状进行观察和记录。

落粒性:在花期根据未结实花朵是否掉落、发育成熟的果实是否掉落,判断其落粒性。

主茎颜色:分别在花期和果实成熟期对主茎颜色(红或绿)进行观察并记录,判断其主茎颜色。

瘦果形状:分别在瘦果初期和成熟期对瘦果形状(尖或钝)进行观察并记录,判断其形状。

1.4 统计分析方法

以卡方测验,在 0.01 概率水平上,测验各 F₂ 遗传分析群体中单性状、多性状间的遗传分离是否符合理论分离比例。

2 结果与分析

2.1 普通荞麦形态性状的遗传分析

本研究利用自交可育的普通荞麦甜自 21-1 分别与 Lorena-3 和甜自 100 进行正反交,获得 4 个杂交组合。各群 F₁ 代性状和 F₂ 代群体遗传分离情况见表 2。从表 1 和表 2 可以看出:甜自 21-1 为尖果,与钝果 Lorena-3 和甜自 100 进行正反交,4 个组合的 F₁ 代瘦果形状都表现为尖果,F₂ 群体均表现 3:1 的遗传分离,暗示尖果性状遗传遵循单显性基因遗传模式。同时还可以看出:甜自 21-1 和 Lorena-3 均为不落粒纯系,但是其 F₁ 植株均表现为落粒,正反交 F₂ 代群体落粒性均遵循 9:7 的分离模式,暗示其落粒性是由显性互补基因控制。甜自 21-1 和甜自 100 也均为不落粒,其杂种及其后代均表现不落粒性,暗示该组合杂种后代群体不存在落粒基因的显性互补作用。

主茎颜色的遗传:绿茎的甜自 21-1 和绿茎的 Lorena-3 正反交组合 F₁ 表现为红茎,其 F₂ 代群体为红茎与绿茎符合 9:7 比例,暗示该正反组合杂种后代表现为显性互补的遗传模式。绿茎的甜自 21 与红茎的甜自 100 正反杂交组合,杂种植株均表现红茎,F₂ 代群体表现出红茎与绿茎为 3:1 的分离,暗示该正反组合群体的红茎性状符合单显性基因的遗传。

2.2 普通荞麦形态学性状的遗传连锁分析

4 个杂交组合 F₂ 代群体种子尖果、落粒性、主茎颜色的彼此遗传独立性分析(表 3)表明,这些性状彼此均为独立遗传模式,不存在连锁现象。

表 2 普通荞麦纯系 F₂ 分离群体中一些相对性状的遗传分离

相对性状	杂交组合	F ₁ 表现	群体大小	遗传分离	理论比率	χ^2	P
落粒 (Sht) 对不落粒 (sht)	A×B	Sht	99	Sht/sht = 66 : 33	9 : 7	4.375	>0.03
	B×A	Sht	361	Sht/sht=187 : 174	9 : 7	2.905	>0.01
	A×C	non	180	Sht/sht=180 : 0	—	—	—
	C×A	non	192	Sht/sht=192 : 0	—	—	—
	B×D	Sht	300	Sht/sht=214 : 86	3 : 1	2.211	>0.25
	C×D	Sht	332	Sht/sht=248 : 84	3 : 1	0.016	>0.9
尖果 (Ac) 对钝果 (ac)	A×B	Ac	99	Ac/ac=73 : 26	3 : 1	0.013	>0.75
	B×A	Ac	361	Ac/ac=273 : 88	3 : 1	0.045	>0.75
	A×C	Ac	180	Ac/ac=138 : 42	3 : 1	0.185	>0.25
	C×A	Ac	192	Ac/ac=142 : 50	3 : 1	0.062	>0.75
	B×D	Ac	300	Ac/ac= 217 : 83	3 : 1	1.137	>0.25
	C×D	Ac	332	Ac/ac = 245 : 87	3 : 1	0.257	>0.75
主茎红色 (R) 对绿色 (r)	A×B	R	99	R/r=56 : 43	9 : 7	0.004	>0.25
	B×A	R	361	R/r=196 : 165	9 : 7	1.158	>0.25
	A×C	R	180	R/r=132 : 48	3 : 1	0.185	>0.25
	C×A	R	192	R/r=146 : 46	3 : 1	0.062	>0.01

注: Sht 为落粒, non 为不落粒; Ac 为尖果, ac 为钝果; R 为红茎, r 为绿茎, 下表同。

表 3 普通荞麦各组合分离群体双性状连锁遗传分析

性 状	杂交组合	群体大小	遗传分离	理论比率	χ^2	P
落粒性 (落粒—不落粒) 与瘦果形状 (钝—尖)	A×B	99	Sht—Ac : Sht—ac : sht—Ac : sht—ac=54 : 12 : 21 : 12	(9 : 7)(3 : 1)=27 : 9 : 21 : 7	8.036	>0.01
	B×A	361	Sht—Ac : Sht—ac : sht—Ac : sht—ac=139 : 48 : 134 : 43	(9 : 7)(3 : 1)=27 : 9 : 21 : 7	3.458	>0.1
	B×D	300	Sht—Ac : Sht—ac : sht—Ac : sht—ac=155 : 59 : 62 : 24	(3 : 1)(3 : 1)=9 : 3 : 3 : 1	2.799	>0.05
	C×D	332	Sht—Ac : Sht—ac : sht—Ac : sht—ac=182 : 66 : 63 : 21	(3 : 1)(3 : 1)=9 : 3 : 3 : 1	0.959	>0.25
主茎颜色 (红—绿) 与落粒性 (落粒—不落粒)	A×B	99	R—Sht : R—sht : r—Sht : r—sht=34 : 22 : 32 : 11	(9 : 7)(9 : 7)=81 : 63 : 63 : 49	7.174	>0.02
	B×A	361	R—Sht : R—sht : r—Sht : r—sht=102 : 94 : 85 : 80	(9 : 7)(9 : 7)=81 : 63 : 63 : 49	3.494	>0.30
主茎颜色 (红—绿) 与瘦果形状 (尖—钝)	A×B	99	R—Ac : R—ac : r—Ac : r—ac=46 : 20 : 27 : 6	(9 : 7)(3 : 1)=27 : 9 : 21 : 7	6.390	>0.02
	B×A	361	R—Ac : R—ac : r—Ac : r—ac=151 : 45 : 118 : 44	(9 : 7)(3 : 1)=27 : 9 : 21 : 7	0.655	>0.75
	A×C	180	R—Ac : R—ac : r—Ac : r—ac=102 : 30 : 36 : 12	(3 : 1)(3 : 1)=9 : 3 : 3 : 1	0.682	>0.75
	C×A	192	R—Ac : R—ac : r—Ac : r—ac=104 : 28 : 38 : 22	(3 : 1)(3 : 1)=9 : 3 : 3 : 1	0.314	>0.75

3 结论与讨论

普通荞麦群体中存在大量形态变异^[2-3],但迄今为止,关于普通荞麦形态性状的遗传研究报道较少。Zeller 等用 FE16 与 *F. homotropicum* 杂交发现,粉红花与白花的分离比率为 9 : 7,认为这一性状为互补基因遗传。邓林琼^[5]等发现,荞麦的花被片正面颜色(白对粉红)、瘦果棱初期颜色都是由互补基因控制。本研究发现,主茎颜色红色与绿色由至少 2 对显性互补基因控制,当双亲都有其中的 1 对基因时,另一对基因表现为单基因遗传模式,推测普通荞麦中主茎颜色与花色遗传可能有类似的遗传模式。

Matsui 等^[9]认为,荞麦瘦果的落粒是易脆的花

梗与弱小的花梗造成的,这一性状由 *Sht2* 和 *sht2* 控制。Ohnishi 等^[4]报道,*F. esculentum* ssp. *ancestralis* 的易脆花梗由 1 个单显性基因控制。Pan 等^[7]报道,普通荞麦落粒性由单基因控制,并与花柱同长自交可育基因 *H* 连锁。Wang 等^[6]报道,栽培甜荞与野生甜荞杂交后代落粒性是由 3 对显性基因控制,其中 2 对显性互补即可表现为落粒性。本研究发现,双亲均为不落粒,但杂种落粒而且 F₂ 代表现为 9 : 7 分离,暗示其落粒性是由 2 对显性互补基因控制,与上述结果报道一致。可以推论,普通荞麦的落粒性是由 2 对以上的显性基因控制,其中 1 对与花柱同长 *H* 基因连锁。

关于尖果的遗传,Pan 等^[7]报道为单显性基因

遗传模式。本研究结果与该报道一致。

参考文献:

- [1] Lin Ru-fa, Zhou Yun-ning, Wang Rui, *et al.* A study on the extract of tartary buckwheat. [J]. Advances in Buckwheat Research, 2001; 1602-1607.
- [2] Chen Qing-Fu. Hybridization between *Fagopyrum* (Polygonaceae) species native to China [J]. Botanical Journal of the Linnean Society, 1999, 131: 177-185.
- [3] Chen Qing-Fu. A study of resource of *Fagopyrum* (Polygonaceae) native to China [J]. Botanical Journal of the Linnean Society, 1999, 130: 53-64.
- [4] Ohnishi O N, Asnao. Genetic diversity of *Fagopyrum homotropicum*, a wild species related to common buckwheat [J]. Genetic Resources and Crop Evolution, 1999, 46: 389-398.
- [5] 邓林琼, 黄云华, 刘拥军, 等. 普通荞麦形态性状遗传规律的研究 [J]. 西南农业学报, 2005, 18(6): 507-510.
- [6] Wang Ying-jie, Rachael Scarth G. Inheritance of seed shattering in inter specific hybrids between *Fagopyrum esculentum* and *F. homotropicum* [J]. Crop Science, 2005, 45: 693-697.
- [7] Pan S J, Chen Q F. Genetic mapping of common buckwheat using DNA, protein and morphological markers [J]. Hereditas, 2010, 147: 27-33.
- [8] Chen Qing-Fu. A Study of Isozyme and interspecific hybridization on Big-achene group of buckwheat species (*Fagopyrum*, *Polygonaceae*) [J]. Crop Sciences, 2004, 44: 1511-1518.
- [9] Matsui K, Tetsuka T, Hara T. Two independent genociccontrolling non-brittle pedicels in buckwheat [J]. Euphytica, 2003, 134(2): 203-208.