

蓝粒小麦籽粒色素遗传研究

兰素缺, 李杏普, 刘玉平

(河北省农林科学院 粮油作物研究所, 河北 石家庄 050031)

摘要: 利用不同来源的蓝粒小麦与白粒小麦杂交, 进行色素遗传分析。研究结果表明, 来源于偃麦草的 D87065 和 D87089 的籽粒色素基因由 2 对互补基因控制; 来源于黑麦的 92-1 由 2 对互补基因控制; 来源不明的 7083L-16 由 1 对基因控制。

关键词: 蓝粒小麦; 籽粒色素; 遗传

中图分类号: S512.01 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2008)增刊-0012-03

Genetic of Seed Pigment of Blue Kernel Wheat

LAN Su-que, LI Xing-pu, LIU Yu-ping

(Institute of Cereal and Oil Crops, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050031, China)

Abstract: Seed pigment was genetic analysed by using blue kernel wheat cultivars which derived from different wheat genetic backgrounds, were crossed with white kernel wheat cultivars. The results showed that seed pigment of D87065 and D87089 which derived from quack grass was controlled by two reciprocally dominant genes, the genes 92-1 that derived from rye was controlled by two reciprocally dominant genes, the genes 7083L-16 that derived from ambiguity was controlled by one gene.

Key words: Blue kernel wheat; Seed pigment; Genetic

近几年国内外营养研究表明, 黑色食品营养较丰富并具有营养保健功能^[1,2]。因此, 随着人们生活水平的提高和消费观念的转变, 黑色食品将越来越多地被人们所接受。黑粒小麦(蓝粒、紫粒小麦统称黑粒小麦)为六倍体的普通小麦, 它富含天然黑色素、蛋白质和氨基酸^[3,4], 并且对人体有益的各种微量元素的含量都显著高于普通白粒小麦^[5]。

1966 年, Sharkway 揭示了偃麦草的染色体可使普通小麦糊粉层显示蓝色。20 世纪 80 年代, 中国科学院西北植物所利用普通小麦和长穗偃麦草或天蓝偃麦草杂交育成了蓝粒小麦蓝 1 和蓝 2 等多个蓝粒异代换系。河北省农林科学院粮油作物研究所也育成了 D87089 等 3 个蓝粒异代换系(4D 与 4E 代换)。1982 年李振声^[6]研究认为控制蓝粒性状的基因(*Ba*)具有明显的剂量效应, 并成功的用于小麦杂种优势利用和研制出了蓝单体。

1982 年 Joppa 等证明由一粒小麦衍生出的

Blaukorn 系列(蓝粒小麦类型)是普通小麦的 4A 或 4B 染色体被一粒小麦的 1 对 4A⁶⁰染色体代换后形成的。人们对来源于偃麦草的个别蓝粒品种的蓝粒色素基因研究比较深入, 染色体位置比较清楚, 利用蓝粒进行核不育标记在我国也已取得成功, 使小麦杂种优势育种工作省去不少麻烦。但是不同来源的蓝粒小麦控制籽粒色素基因数目等基因源问题还没有明确答案。鉴于此, 我们利用不同来源的蓝粒小麦进行了遗传研究, 旨在为蓝粒小麦资源的高效利用提供依据。

1 材料和方法

1.1 材料

7 份蓝粒小麦种质及其与白粒小麦组配的杂交组合的 F₁, F₂, F₃ 后代材料(表 1)。

1.2 方法

1.2.3 蓝粒种质色素基因的来源分类方法 通过

收稿日期: 2007-10-03

基金项目: 河北省自然科学基金资助项目(302468)

作者简介: 兰素缺(1967-), 女, 河北无极人, 副研究员, 主要从事小麦遗传资源研究。

通讯作者: 李杏普(1957-), 女, 河北辛集人, 研究员, 主要从事小麦遗传资源研究。

通讯, 主要通过微机查询 IPGRI(世界植物遗传资源研究所)和 GRIPI 小麦遗传资源数据库, 结合籽粒性状分析与亲本的系谱追踪, 对小麦籽粒色素的来源进行分类。

表 1 蓝粒小麦种质资源

Tab. 1 Blue kernel wheat germplasm resource		
名称 Name	来源 Origin	粒色 Seed pigment
D87063	河北农科院作物所	蓝
D87065	河北农科院作物所	蓝
D87089	河北农科院作物所	蓝
河东乌麦 526	山西农科所	蓝
CGN 04230	荷兰	浅蓝
7083L- 16	西北农业大学	浅蓝
92- 1	陕西省农科院	蓝

1. 2. 2 小麦粒色统计 对 F₁ 和 F₂ 群体小麦抽穗后, 开花前, 对其单株套袋, 使之自交结实。成熟后单株收获, 经室内考种, 对粒色进行统计。

1. 2. 3 适合性测验 色素基因遗传分析结果的适合性测验用公式 $\chi^2 = \Sigma(\text{实得数} - \text{预期数})^2 / \text{预期数}$ 检验(本试验自由度 n= 1), 进行统计分析。

2 结果与分析

2. 1 蓝粒种质色素基因的来源分析

表 2 小麦蓝粒色素来源分析

Tab. 2 Analyses of seed pigment origin of blue kernel wheat			
来源 Origin	名称 Name	粒色 Seed pigment	系 谱 Genealogy
偃麦草	D87063	蓝	7469- 1// 65(14) 4- 12- 3- 3/中引 6号
偃麦草	D87065	蓝	7469- 1// 65(14) 4- 12- 3- 3/中引 6号
偃麦草	D87089	蓝	7469- 1// 65(14) 4- 12- 3- 3/中引 6号
偃麦草	河东乌麦 526	蓝	86243/晋麦 21// 74306
黑麦	CGN 04230	浅蓝	AESTIVMER. NEPL/ RYE. FR. USSR// ?
黑麦	92- 1	蓝	黑麦/陕麦 8007// 陕麦 8007
不明确	7083L	浅蓝	

通过微机查询 GRIPI 小麦遗传资源数据库等方

表 4 蓝粒小麦与白粒小麦杂交 F₂ 种子粒色表现

Tab. 4 F ₂ seed pigment of blue kernel wheat cultivars were crossed with white kernel wheat cultivars							
来源 Origin	亲本组合 Parental combination	F ₂ 蓝粒 F ₂ blue kernel	F ₂ 白粒 F ₂ white kernel	F ₂ 总数 F ₂ total	分离比例 Blue/ White	期望值 Expect ratio	χ^2
偃麦草	D87065/ 冀资 83	246	159	405	1. 55	9 7	3. 29
偃麦草	D87065/ 石 4185	2 111	1 541	3 652	1. 37	9 7	3. 57
偃麦草	D87089/ 5099	362	311	673	1. 16	9 7	1. 67
偃麦草	鼎优 6号/ 河东乌麦 526	611	340	951	1. 80	9 7	
偃麦草	5219/ 河东乌麦 526	550	296	846	1. 86	9 7	
黑麦	蓝粒 92- 1/ 豫麦 13	617	436	1053	1. 42	9 7	2. 34
不明确	早优 504/ 7083L- 16	677	232	909	2. 92	3 1	0. 11

* $\chi^2_{0.05, 1} = 3. 84$

通过卡方测验, D87065/ 冀资 83、D87065/ 石 4185 和 D87089/ 5099 的蓝: 白分离比例符合 9: 7 两

法, 结合籽粒性状分析与亲本的系谱追踪, 对小麦籽粒色素的来源进行分类。把 7 个蓝粒小麦种质的来源分为 2 类: 一是 D87063、D87065、D87089、河东乌麦 526 籽粒色素来源于偃麦草; 二是 CGN 04230、92- 1 来源于黑麦。7083L- 16 的来源不明确。

2. 2 不同来源蓝粒小麦与白粒小麦杂交的 F₁ 粒色表现

利用 7 个蓝粒小麦与白粒小麦分别组配组合 14 个, 然后观察其 F₁ 种子粒色的表现(表 3) 得出, 不同来源的蓝粒小麦无论蓝粒小麦做母本还是做父本, F₁ 种子均为蓝色, 但蓝粒小麦做母本籽粒颜色较深, 做父本籽粒颜色较浅。证明籽粒蓝色具有胚乳直感现象, 并存在着剂量效应。

表 3 蓝粒小麦与白粒小麦杂交 F₁ 种子的粒色表现

Tab. 3 F ₁ seed pigment of blue kernel wheat cultivars were crossed with white kernel wheat cultivars			
来源 Origin	亲本 Seed parent	亲本组合 Parental combination	F ₁ 粒色 F ₁ seed pigment
黑麦	母本	蓝粒 92- 1/ 豫麦 13	中蓝
黑麦	父本	3330/ 92- 1	浅蓝
黑麦	父本	豫麦 13/ CGN04230	浅蓝
偃麦草	母本	D87063/ 早优 504	中蓝
偃麦草	母本	D87065/ 高优 503	中蓝
偃麦草	母本	D87089/ 5099	中蓝
偃麦草	母本	D87089/ 早优 504	中蓝
偃麦草	父本	早优 504/ D87063	浅蓝
偃麦草	父本	高优 503/ D87065	浅蓝
偃麦草	父本	早优 504/ D87089	浅蓝
偃麦草	母本	河东乌麦 526/ 品 180	中蓝
偃麦草	父本	5219/ 河东乌麦 526	浅蓝
不明确	母本	7083L- 16/ 冀资 83	中蓝
不明确	父本	早优 504/ 7083L- 16	浅蓝

2. 3 不同来源蓝粒小麦与白粒小麦杂交的 F₂ 粒色表现

无论蓝粒小麦做母本还是父本, F₂ 种子的粒色在同一穗出现蓝色、白色分离的现象, 据 1999- 2000 年 7 个组合 F₂ 种子粒色分离(表 4) 统计得出, F₂ 种子的蓝粒与白粒之比为 1. 16~ 2. 92: 1。

对互补基因的遗传规律, 证明来源于偃麦草的 D87065 和 D87089 的籽粒色素基因由 2 对互补基因控制; 来源于偃麦草的河东乌麦 526 的 2 个组合分离比例也接近 $9:7$, 但是卡方检验不成立, 证明来源于偃麦草河东乌麦 526 不是 2 对互补基因控制; 蓝粒 92-1/ 预麦 13 组合的蓝: 白分离比例符合 $9:7$ 两对互补期的遗传规律, 证明来源于黑麦的 92-1 的籽粒色素基因由两对互补基因控制; 早优 504/ 7083L-16 的蓝: 白的分离比例符合 $3:1$ 一对基因的遗传规律, 证明来源不确定的 7083L-16 由 1 对基因控制。

2.4 不同来源蓝粒小麦与白粒小麦杂交的 F_3 粒色表现

按组合对 F_2 种子随机分蓝粒和白粒种植, 白粒 F_2 种子收获的 F_3 种子均为白粒。蓝粒 F_2 种子分深蓝、中蓝和浅蓝 3 种类型, F_2 深蓝种子播种后收获的 F_3 种子均为深蓝, F_2 浅蓝和中蓝种子播种后收获的 F_3 种子又出现深蓝、中蓝、浅蓝和白粒分离。说明籽粒颜色为白色和深蓝种子为纯合基因型, 浅蓝和中蓝的为杂合性。

按不同组合对 F_2 浅蓝和中蓝种子播种后, 调查其 F_3 种子粒色得出, 每个组合的粒色分离比例均与其 F_2 种子粒色的分离比例一致。

3 结论与讨论

本研究表明, 蓝粒小麦的黑粒性状为胚乳性状, 具有花粉直感现象, 蓝粒对白粒为显性, 并且表现剂量效应。这与 Hurd 等^[7]多数学者的研究结果一致。

白粒小麦与黑粒小麦杂交的 F_2 种子在同一穗发生粒色分离现象, 分离出的浅蓝和中蓝种子在 F_3 种子又出现深蓝、中蓝、浅蓝和白粒分离, 并且同一组合 F_3 粒色分离比例与 F_2 基本一致。

李振声等^[6]报道, 来源于偃麦草的蓝粒基因可能是 1 对基因控制的遗传行为, 如果是 1 对基因控制的胚乳直感遗传行为, 则 F_2 的种子粒色分离比例应为蓝: 白为 $3:1$, 李振声等认为因为蓝色的配子传递率低导致(蓝: 白) $3:1$ 的比例失真。但是本研究的结果是籽粒色素来源于偃麦草的 D87065 和 D87089 的 F_2 粒色分离比例接近 $9:7$, 并且卡方检验

成立, 证明其粒色由 2 对互补基因控制; 来源于黑麦的 92-1 的 F_2 粒色分离比例接近 $9:7$, 并且卡方检验成立, 证明其粒色由 2 对互补基因控制; 来源不明确的 7083L-16 F_2 粒色分离比例接近 $3:1$, 并且卡方检验成立, 由 1 对基因控制。

来源于偃麦草的河东乌麦 526 与白粒小麦杂交 F_2 粒色分离不符合 2 对互补基因遗传规律。而中国农业大学的孙群^[8]认为河东乌麦 526 由 2 对互补基因控制。对这一结果我们还需要进一步探讨。

李振声等^[6,9]对来源于偃麦草的蓝粒小麦研究较多, 认为其控制蓝色性状的基因来源于偃麦草的 4E 染色体。1990 年 Keppenne 把来源于偃麦草的蓝色糊粉层基因命名 *Ba* 基因, 国外学者认为蓝色性状由 *Bal* 或 *Ba2* 控制。1989 年 Kuspital 等把来源于一粒小麦的蓝色糊粉层基因命名为 *Bk* 基因。不同来源的蓝粒小麦控制蓝色性状的基因存在于那条染色体? 是否由 *Bal*、*Ba2* 还是 *Bk* 基因控制? 这些问题都需要我们进行进一步深入的研究, 下一步准备对不同来源的蓝粒小麦色素基因进行分子标记和定位, 进一步明确蓝粒基因源的异同性。

参考文献:

- [1] 赖来展. 黑色食品的研究与加工技术. 北京: 中国农业科技出版社, 1997: 3.
- [2] 王秋叶. 河东乌麦 526 选育与营养成分研究[J]. 国外农学-麦类作物, 1997, 17(6): 25-26.
- [3] 于浩世, 周杨家. 蓝黑粒小麦种质 92-1 的选育[J]. 陕西农业科学, 1998(2): 26-27.
- [4] 孙善澄, 李生海. 太谷核不育小麦子粒标记蓝粒的研究[J]. 种子, 1992(3): 19-23.
- [5] 李杏普, 侯红军, 刘玉平, 等. 蓝、紫粒小麦营养品质研究[J]. 华北农学报, 2002, 17(1): 21-24.
- [6] 李振声, 穆素梅. 蓝粒单体小麦研究(一)[J]. 遗传学报, 1982(6): 15.
- [7] Hurd E A. Inheritance of blue kernel colour in wheat[J]. Canada Journal of Plant Science, 1959, 39: 1-8.
- [8] 孙群. 黑粒小麦籽粒色素的性质及遗传控制机理研究[D]. 中国农业大学硕士论文, 2000.
- [9] 李振声. 用于小麦染色体工程的蓝粒小麦单体系列材料的创制[J]. 遗传, 2001(1): 42.