

# K 型细胞质对普通小麦主要性状的影响

詹克慧<sup>1</sup>, 赵 鹏<sup>1</sup>, 吕德彬<sup>1</sup>, 范 平<sup>1</sup>, 马素芹<sup>2</sup>

(1. 河南农业大学 农学院, 河南 郑州 450002; 2. 河南省科学技术协会, 河南 郑州 450008)

**摘要:** 选用 3 个 K 型不育系及其保持系与 5 个恢复系组配杂交组合, 研究 K 型细胞质对 16 个小麦主要性状的影响。结果表明: K 型细胞质对普通小麦大多数性状有一定影响, 但不同性状产生的效应不同, 对农艺性状是不利影响, 而对品质性状则是有利影响。主要表现在: 株高变矮, 分蘖成穗以及主茎小穗数和主茎穗粒数减少, 千粒重和主茎穗粒重降低, 导致产量的下降, 子粒蛋白质含量和湿面筋含量则增加。但是, 不同的不育系和恢复系所配的组合表现出的效应有很大差异, 可以找到细胞质效应较小的不育系和恢复系材料。

**关键词:** 普通小麦; K 型细胞质; 性状; 效应

**中图分类号:** S512 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7091(2004)02-0057-05

## Effects of *Ae. kotschy* Cytoplasm on Main Traits of Wheat (*Triticum aestivum* L.)

ZHAN Ke-hui<sup>1</sup>, ZHAO Peng<sup>1</sup>, LU De-bin<sup>1</sup>, FAN Ping<sup>1</sup>, MA Su-qin<sup>2</sup>

(1. College of Agriculture, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;

2. Science and Technology Association of Henan Province, Zhengzhou 450008, China)

**Abstract:** Three male sterile lines and their corresponding preserved lines, five restoring lines, and their hybrids were used to study effects of *Ae. kotschy* cytoplasm on sixteen main traits of wheat. The results showed that *Ae. kotschy* cytoplasm had different effects on different wheat traits. It was disadvantageous to agronomic traits, while it was advantageous to quality traits. Plant height was shortened. Yield decreased since ears and spikelets and grain number per culm decreased, and 1000-grain weight and grain weight per culm ear became lower. However, grain protein content and wet gluten content increased. Hybrids either of different male sterile lines or restoring lines had different responses, therefore, it is possible to choose a male sterile line and a restoring line with little cytoplasm effect.

**Key words:** Wheat; *Ae. kotschy* cytoplasm; Trait; Effect

自从 Wilson 和 Ross<sup>[1]</sup>在 1962 年选育出小麦 T 型不育系并实现三系配套以来, 小麦育种工作者对其进行了较全面的研究, 但由于 T 型不育系存在恢复源较窄、恢复力与环境存在互作以及明显的细胞质效应如子粒皱缩和发芽率低等问题<sup>[2]</sup>, 至今未能突破生产应用关。常胁和远藤 (Tsunewaki and Endo) 早在 1973 年就曾指出: 很多小麦雄性不育系, 各自都有不同的细胞质, 除了雄性不育性外, 它们还表

现出一系列多数是有害的性状, 这些性状往往是细胞质遗传的<sup>[3]</sup>。这种附加的细胞质性状效应, 往往集中于一定的发育时期, 在发育的不同阶段发生, 不同的雄性不育系, 由于各自依赖于所包含的特殊细胞, 在六倍体小麦的核与异源细胞质之间, 由于功能上的不平衡就造成了某些不同常态的根本性的生理变化, 在植物发育过程中, 最终导致连续的可观察到的表型效应<sup>[3]</sup>。异源细胞质的遗传效应及其与核

收稿日期: 2003-11-30

基金项目: 河南省自然科学基金项目 (0311030100)

作者简介: 詹克慧 (1964-), 男, 河南商城人, 副教授, 农学硕士, 主要从事杂交小麦研究和生物统计学教学工作。

基因的相互作用,导致核质置换系(核质杂种)常出现一些新的遗传性状,主要表现在生长势、生育期、育性、抗病虫性、抗逆性、农艺性状、品质性状、生理生化特性、单倍体的诱发、染色体行为、基因表达以及愈伤组织的诱导与分化等方面<sup>[4]</sup>。因此,异源细胞质对小麦重要性状的影响如何,直接关系到质核互作不育系利用的前途。

小麦 K 型雄性不育系是含有 1B/1R 染色体的普通小麦品种置换粘果山羊草细胞核后产生的不育系类型,一些研究认为它与 T 型不育系相比具有易于恢复、种子较饱满、发芽率高<sup>[2,4~7]</sup>等优点。国内外对 K 型细胞质效应有很多研究,但是研究所得结果不尽一致。另外,以往对于小麦不育细胞的细胞质效应研究主要集中在部分形态性状和产量性状上,而对品质方面的细胞质效应研究较少。为了全面探讨 K 型细胞质对普通小麦的效应,笔者对小麦 K 型不育系与其相应保持系以及它们与恢复系组配的杂交组合的主要性状进行研究,以期找出无明显细胞质效应的基因型材料,为 K 型不育系的进一步利用研究提供依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

试验选用了 3 套小麦 K 型不育系及其保持系:豫麦 3 号、豫麦 9 号和 S43;5 个恢复系:豫麦 2 号、陕 160、L783、郑优 6 号和豫农 202;以及用 3 套小麦 K 型不育系及其保持系与 5 个恢复系组配的 30 个 F<sub>1</sub> 组合。

### 1.2 试验方法

试验于 2002—2003 年度在河南农业大学科教示范园区进行,将不育系、保持系、恢复系和杂交组合按同核配对种植,随机区组设计,2 次重复,4 行区,行距 23 cm,株距 10 cm。苗期每小区选定 15 株,在起身期调查最高分蘖,抽穗期按主茎穗抽出旗叶叶鞘 2 cm 为准,以 3 月 31 日为 0 起算,单位为天。在开花期用 SPAD-502 型叶绿素仪测定旗叶叶绿素含量。在灌浆中期调查农艺性状:株高(cm)、单株穗数(个)、主茎穗长(cm)、主茎小穗数(个)、不育小穗数(个)。收获后在室内考种调查主茎穗粒数(个)、主茎穗粒重(g)、千粒重(g)及单株产量(g)。利用 FOSS 公司生产的 NIRS5000 型近红外分析仪测定子粒蛋白质含量(%)、容重(g/升)、湿面筋含量(%)。采用 CIMMYT 微量法测定子粒的 SDS 沉降

值(mL)。

以 K 型胞质与普通小麦胞质同核材料的性状差值[A-B]表示不育细胞质的效应,以[(A-B)/B×100%]表示不育细胞质的相对效应,并对其进行方差分析和差异显著性测验<sup>[8]</sup>。

由于挑旗期出现异常高温,导致一些往年恢复度较高的恢复系今年恢复度偏低,为了消除这种影响,在分析产量性状和品质性状时仅选用 2003 年恢复度较高的恢复系豫麦 2 号、L783 所配的 F<sub>1</sub> 组合(国内法恢复度在 80% 以上)的试验数据进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 K 型细胞质对小麦主要性状的影响

K 型细胞质在 16 个性状上的细胞质效应分析结果列于表 1。表 1 的结果表明,在对农艺性状的影响上,株高降低 3.7 cm,单株最高分蘖减少 3.86 个,单株穗数减少 1 个,主茎小穗数减少 0.94 个,主茎穗粒数减少 4.73 粒,主茎穗粒重减少 0.33 g,均达到极显著水平;抽穗提前 0.25 d,不育小穗数增加 0.31 个,千粒重减少 1.54 g,单株产量减少 3.01 g,达到显著水平;只有主茎穗长缩短不显著,这说明 K 型细胞质对小麦的生长发育有明显的负面影响。K 型细胞质使开花期和旗叶叶绿素含量增加,但不显著。在品质性状方面,K 型胞质表现出明显的正效应,子粒蛋白质含量、湿面筋含量有极显著的提高,分别增加 1.31% 和 2.81%,SDS 沉降值和容重变化较小,这说明 K 型胞质能够提高小麦子粒的品质,尤其表现为营养品质的提高。

从表 1 中还可以看出,各性状的细胞质效应在基因型间的差异有很大不同。效应达到极显著水平的株高、主茎小穗数、主茎穗粒数、主茎穗粒重、蛋白质含量和湿面筋含量的基因型间差异达到了极显著水平,抽穗期尽管细胞质效应只达到显著水平,但基因型之间的差异也达到了极显著水平,说明这些性状的细胞质效应因材料而异。从基因型的差异显著类型分布来看,株高、抽穗期和主茎小穗数较离散,尽管主要是负向的,也有一定比例是正向的,而其他性状的细胞质效应方向性较强,尤其以单株最高分蘖、单株穗数和蛋白质含量最为明显。

不育细胞质的相对效应是以百分比表示的,不同性状间具有较好的可比性,但是细胞质效应显著与否又与该性状的试验误差大小有关。综合两个方面,以相对效应与其相应显著性测验标准 PLSD

(0.01)值的比值作为度量不育细胞质对不同性状影响大小的指标,其结果列于表 2。从表 2 可以看出,K 型细胞质对蛋白质含量、主茎穗粒重、湿面筋含量和单株最高分蘖数的影响较大,这 4 个性状在前面的分析中其效应均达到了极显著水平,而且其相对效应也较大。在前面分析中效应达到极显著的株高、主茎小穗数和主茎穗粒数因其相对效应不高,而影响程度一般。不育小穗数和单株产量的相对效应较高,但由于其试验误差较大导致效应仅达显著水平,对其影响程度一般。

表 1 K 型细胞质在小麦主要性状上的效应

性状	基因型数	F 值	正效应 显著数	正效应 不显著数	负效应 不显著数	负效应 显著数	平均
株高	18	6.24**	0	4	8	6	-3.70**
抽穗期	18	6.06**	1	8	8	1	-0.25*
单株最高分蘖	18	1.91	0	1	17	0	-3.86**
单株穗数	18	1.93	0	2	16	0	-1.00**
主茎穗长	18	0.82	0	6	12	0	-0.16
主茎小穗数	18	4.50**	0	4	11	3	-0.94**
不育小穗数	18	1.57	0	13	5	0	0.31*
叶绿素含量	18	0.73	0	13	5	0	0.74
主茎穗粒数	6	9.39**	0	1	3	2	-4.73**
千粒重	6	5.30*	0	0	4	2	-1.54*
主茎穗粒重	6	52.35**	0	0	3	3	-0.33**
单株产量	6	0.66	0	0	6	0	-3.01*
相对密度	6	1.13	0	3	3	0	-2.64
蛋白质含量	6	6.28**	5	1	0	0	1.31**
湿面筋含量	6	6.35**	2	4	0	0	2.81**
SDS 沉降值	6	0.56	0	3	3	0	0.18

注:\*\*表示达 0.01 的显著水平,\*表示达 0.05 的显著水平,下同

表 2 K 型细胞质在小麦主要性状上的相对效应

项目	蛋白质 含量	主茎 穗粒重	湿面筋 含量	单株 最高分蘖	主茎 穗粒数	株高	主茎 小穗数	单株产量
相对效应	11.16	-9.99	12.05	-24.41	-7.55	-4.46	-4.33	-18.06
相对效应/ PLSD(0.01)	1.473	0.825	0.707	0.683	0.470	0.452	0.386	0.348

项目	千粒重	单株穗数	不育 小穗数	叶绿素 含量	主茎穗长	容重	抽穗期	SDS 沉降值
相对效应	-3.12	-11.58	28.16	1.33	-1.65	-0.32	-0.84	6.55
相对效应/ PLSD(0.01)	0.343	0.337	0.210	0.157	0.112	0.089	0.087	0.048

从以上分析可以看出,K 型细胞质对小麦的主要性状都有一定的影响,但对于粒营养品质性状的影响大于农艺性状,对营养品质性状的影响是正面效应,而对农艺性状的影响是负面效应。

2.2 K 型细胞质效应在不同核背景下的表现

由于一些性状的细胞质效应因基因型不同而异,因此需进一步探讨在不同的核背景下 K 型细胞质对小麦主要性状的影响,其分析结果列于表 3。

2.2.1 K 型细胞质效应在不同不育系背景下的表现 从表 3 可以看出,在 3 个不育系豫麦 3 号、豫麦

9 号和 S43 核背景下,K 型细胞质的效应是不完全相同的。在豫麦 3 号核背景下,仅有单株最高分蘖数、单株穗数和蛋白质含量达到极显著水平,其他性状均不显著,因此其效应主要反映在小麦的分蘖成穗偏少和蛋白质含量提高上。在豫麦 9 号核背景下,K 型细胞质在株高、抽穗期、单株最高分蘖数、主茎小穗数、主茎穗粒重 5 性状上表现极显著的负效应,蛋白质含量和湿面筋含量表现极显著的正效应,其他性状尽管不显著,但重要的产量性状主茎穗粒数、千粒重和单株产量的负效应值也明显大于豫麦

3 号。在 S43 核背景下, K 型细胞质在株高、单株最高分蘖数、千粒重、主茎穗粒重 4 性状上表现极显著的负效应, 蛋白质含量和湿面筋含量表现极显著的正效应, 单株穗数、主茎小穗数、不育小穗数和主茎穗粒数的效应值也达到显著水平。由此可见, 豫麦 3 号不育系及其所配组合表现出不太明显的细胞质效应, 而豫麦 9 号和 S43 在农艺性状上表现出较明显的细胞质副效应, 但对营养品质性状的提高有明显的作用。

2.2.2 K 型细胞质效应在不同恢复系背景下的表现 从表 3 中可以看出, 在不同的恢复系核背景下, K 型细胞质效应在不同性状上的表现也有差异。在对株高和单株最高分蘖两个性状影响上, 豫农 202 表现出与其他 4 个恢复系明显不同的效应, 其他恢复系都呈显著或极显著的负效应, 而豫农 202 分别

表现出不显著的正效应和负效应。说明 K 型细胞质对与豫农 202 所配组合的生长发育影响较小。在对产量性状的影响上, 两个恢复力强的恢复系豫麦 2 号和 L783 表现出较大差异, 豫麦 2 号仅有单株穗数这个性状达到极显著的负效应, 而 L783 有主茎小穗数、主茎穗粒数、千粒重和主茎穗粒重达到极显著的负效应, 说明 K 型细胞质对与豫麦 2 号所配组合的产量构成因素影响较小。在对品质性状的影响上, 两个恢复系间也存在一定差异, L783 对蛋白质含量和湿面筋含量的正效应稍高于豫麦 2 号, SDS 沉降值二者出现相反的结果。由此可见, 不同恢复系所配组合所产生的细胞质效应是不一样的, 因此, 通过筛选和鉴定是可以找到细胞质效应小的恢复系材料。

表 3 K 型细胞质效应在不同核背景下的表现

性状	豫麦 3 号	豫麦 9 号	S43	豫麦 2 号	L783	陕 160	郑优 6 号	豫农 202
株高	-0.46	-5.68**	-4.94**	-3.83*	-5.06**	-4.36**	-3.45*	2.18
抽穗期	0.25	-1.25**	0.25	1.00*	0.17	0.00	-0.17	-0.33
单株最高分蘖	-3.55**	-3.69**	-4.34**	-3.62**	-3.97**	-3.93**	-3.70**	-1.46
单株穗数	-1.26**	-0.73	-1.02*	-1.70**	-0.32	-0.63	-1.14*	-0.47
主茎穗长	0.04	-0.25	-0.28	0.07	-0.30	-0.22	-0.37	0.18
主茎小穗数	-0.32	-1.74**	-0.76*	0.04	-1.48**	-0.52	-0.60	-0.47
不育小穗数	0.11	0.17	0.65*	-0.17	0.46	0.32	0.11	0.54
叶绿素含量	0.77	1.03	0.42	1.25	0.07	1.22	0.08	1.35
主茎穗粒数	-1.82	-4.58	-7.8*	-0.76	-8.71**	-	-	-
千粒重	-0.12	-1.49	-3.00**	-0.78	-2.29**	-	-	-
主茎穗粒重	-0.15	-0.34**	-0.50**	-0.05	-0.60**	-	-	-
单株产量	-1.92	-3.35	-3.78	-2.74	-3.28	-	-	-
相对密度	-2.85	-2.68	-2.4	2.63	-7.92	-	-	-
蛋白质含量	0.93**	1.38**	1.63**	1.08**	1.53**	-	-	-
湿面筋含量	1.28	3.53**	3.63**	1.90*	3.72**	-	-	-
SDS 沉降值	0.11	0.10	0.33	1.43	-1.07	-	-	-

### 3 讨论

从本试验结果可以看出, K 型细胞质对普通小麦大多数性状有一定影响, 但不同性状产生的效应不同, 对农艺性状主要是不利影响, 而对品质性状主要是有利影响, 这和前人的研究结果较一致<sup>[3,6,7,9,10]</sup>。从对农艺性状的影响来看, 主要是使株高变矮, 分蘖成穗以及主茎小穗数和主茎穗粒数减少, 主茎穗粒重和千粒重降低, 导致产量的下降。但是, 不同的不育系和恢复系所配的组合表现出的效应有很大差异。不育系豫麦 3 号所配的组合表现

出不太明显的负效应, 有些性状表现出正效应, 而豫麦 9 号和 S43 在较多性状上表现出显著或不显著的负效应。恢复系豫农 202 在所考察的几个农艺性状上无明显的不良细胞质效应, 豫麦 2 号在产量构成因素上也比 L783 表现出较小的不良效应。因此, 加强对无明显细胞质效应的保持系和恢复系的筛选和鉴定应是今后 K 型不育系研究工作中的重要任务, 同时也急需搞清控制细胞质效应的基因及其遗传机理, 为优良保持系和恢复系的选育提供理论依据。此外, 异源胞质对普通小麦性状带来的影响, 有些是可以利用的, 如育性、株高、抽穗期等, 本试验中

尽管株高的降低和抽穗的适当提前是 K 型细胞质对植株生长的一种抑制,但这不仅有利于不育系的繁种,也能一定程度降低杂交种的高度,防止倒伏。

异源细胞质对普通小麦子粒品质的效应,国内外学者也有一些报道<sup>[9,10]</sup>,其结果都是能明显地提高子粒的品质,不仅表现在营养品质上,也表现在加工品质上。日本著名小麦遗传学家 Kihara 曾将美国著名冬小麦高产品种 Gaines (蛋白质含量 12.65%) 的细胞核通过核置换导入到粗山羊草 (*Ae. squarrosa*, 蛋白质含量 11.3%) 细胞质中,由此产生的小麦核质杂种(蛋白质含量 14.1%) 的蛋白质含量比格涅斯提高 1.45%,尤其是对一些品种烘烤品质的改良作用更加明显<sup>[10]</sup>。乔丽仙等<sup>[9]</sup>研究表明,K 型、V 型、Ven 型和二角山羊草细胞质在子粒品质性状上有明显的正效应,它使子粒蛋白质含量和湿面筋含量的提高达到显著水平,对 SDS 沉降值也有正效应。但是,他们都没有同时报道产量性状的研究结果。从本试验的分析结果看,品质的提高可能与产量的降低有一定关系,凡是对产量性状影响小的材料如利用豫麦 3 号不育系或豫麦 2 号恢复系所配的组合,其品质影响也较小。所以,期望利用异源细胞质来提高小麦子粒品质的想法可能是不现实的,这还需要利用更多的产量性状不明显的亲本材料或核质杂种来进一步验证。

## 参考文献:

- [1] Wilson J A. Problems in hybrid breeding[J]. Euphytica (suppc), 1968, 1: 13 - 33.
- [2] 黄铁城. 杂种小麦研究进展、问题与展望[M]. 北京: 北京中国农业大学出版社, 1990. 110 - 112.
- [3] 宋自仁, 张爱国, 荆鹏晏, 等. 小麦雄性不育细胞质效应的比较研究[J]. 甘肃农业大学学报, 1994, 9(29): 255 - 261.
- [4] 张正斌. 小麦育种学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001. 258 - 262.
- [5] Mukai Y K, Tsunewaki. Basic studies on hybrid wheat breeding. VIII. A new male sterility-fertility restoration system in common wheat utilizing the cytoplasm of *Aegilops kotschy* and *Ae. variabilis* [J]. Theor Appl Genet, 1979, (54): 153 - 160.
- [6] 高庆荣, 刘保申, 孙兰珍, 等. K、V、A 型杂种小麦细胞质效应的比较研究[J]. 麦类作物, 1998, 18(4): 1 - 9.
- [7] 杨天章. K 型小麦雄性不育系应用问题研究: I. 细胞质效应和诱导单倍体问题[J]. 陕西农业科学, 1990, (2): 1 - 3.
- [8] 汤述襄, 张亚东, 孙红芹, 等. 水稻同核异质广亲和不育系细胞质效应的研究[J]. 作物学报, 2003, 29(3): 202 - 207.
- [9] 乔利仙, 张改生, 刘宏伟, 等. 粘、易、偏和二角型小麦雄性不育系杂种子粒品质的研究[J]. 中国农业科学, 2001, 34(6): 587 - 591.
- [10] Kihara H. Wheat Studies: Retrospect and Prospects [M]. Kodensha Ltd Tokyo, 1988. 131 - 161.