

# 粗厚山羊草细胞质对普通小麦重要农艺性状的影响

付金锋, 王凤宝, 董立峰, 赵英春

(河北科技师范学院 农学系, 河北 昌黎 066600)

**摘要:** 采用杂交与回交置换法获得了 10 个具有粗厚山羊草细胞质的小麦核质杂种, 并对核质杂种和核供体亲本的重要农艺性状进行了比较分析。结果表明, *Ae. crassa* 6x 细胞质对普通小麦的形态性状、产量性状、叶绿素含量、抗穗发芽性等方面有较好的综合效应, 在普通小麦改良中有较大的利用潜力。

**关键词:** 粗厚山羊草; 普通小麦; 核质杂种; 细胞质效应

中图分类号: S54 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2003)04-0009-04

## The Effects of *Ae. crassa* 6x Cytoplasm on Some Significant Agronomic Characters in Common Wheat

FU Jin-feng, WANG Feng-bao, DONG Li-feng, ZHAO Ying-chun

(Department of Agronomy, Hebei Normal University of Science and Technology, Changli 066600, China)

**Abstract:** Ten wheat Nuclear-Cytoplasm (NC) hybrids with *Aegilops crassa* 6x cytoplasm were obtained by sexual hybridization and backcrossing. Comparison of some important agronomic characters was done between NC hybrids and their nuclear donors. The results showed that *Ae. crassa* 6x cytoplasm had good synthetic effects on some morphological characters, yield components, contents of chlorophyll, and sprouting resistance. *Ae. crassa* 6x cytoplasm could be used in development of common wheat.

**Key words:** *Ae. crassa* 6x Cytoplasm; Common wheat; NC- hybrids; Cytoplasm effect

已有一百多年历史的普通小麦常规育种一直利用细胞核基因重组或利用基因突变选育新品种, 而忽视细胞质的作用。随着人们对小麦细胞质遗传研究的不断深入, 越来越多的研究者认识到, 细胞质在小麦改良方面有很大的潜在作用。实践证明, 植物细胞质长期单一不变, 易给后代带来较大的遗传脆弱性。如 1970 年, 美国玉米因细胞质单一, 引起大小斑病流行造成玉米大减产的教训, 至今人们还记忆犹新。

自 1951 年 Kihara 提出用核置换回交的方法获得核质杂种以来, 小麦亚族(Triticinae)中已有 100 多个种属的细胞质被用来创制小麦核质杂种, 小麦野生亲缘物种的细胞质基因则成为颇具潜力的遗传资源。这不仅丰富了小麦新型细胞质雄性不育系的培

育和核质杂种优势利用的遗传材料, 而且为细胞质遗传和核质关系的研究奠定了基础。含有 D 染色体组的一些山羊草种细胞质与普通小麦细胞核具有较好的协调性, 粗厚山羊草细胞质成为继节节麦(*Ae. Squarrosa*,  $2n=2x=14$ , DD)细胞质之后又一个令人感兴趣的能拓宽小麦遗传基础的资源。

刘春光等研究指出, 属于  $D^2$  型的 *Ae. crassa* 6x 细胞质对普通小麦的千粒重、蛋白质含量等能引起诸多正效应, 尽管因核质组合不同而有一些负效应, 但综合效应仍然较好<sup>[1]</sup>。易自力等研究发现粗厚山羊草细胞质可使中国春小麦的抗低温能力显著提高<sup>[2]</sup>。侯宁等研究发现粗厚山羊草等山羊草细胞质的异源细胞质小麦具有较强的耐盐性<sup>[3]</sup>。为了进一步探讨粗厚山羊草细胞质在培育核质杂种上的利用

收稿日期: 2003-07-04

基金项目: 河北职业技术学院青年基金

作者简介: 付金锋(1965-), 男, 河北沧州人, 副教授, 农学硕士, 主要从事小麦、豌豆遗传育种研究工作。

潜力, 本研究室将新转育的 10 个具有粗厚山羊草细胞质的核质杂种与其核亲本在重要农艺性状上进行了比较研究。

1 材料和方法

1.1 材料

从 1992 年开始以具有粗厚山羊草细胞质的春小麦核质杂种小山 2134 为母本, 通过核置换回交法育成 10 个普通小麦核质杂种, 其核亲本为 Y93211、秦麦 5 号、AT265、秦麦 4 号、秦麦 6 号、兰考 906、秦麦 3 号、陕优 225、陕旱 8918 和京冬 8 号。

1.2 试验方法

试验于 2001~ 2002 年在河北科技师范学院农学试验站进行, 核质杂种与核供体亲本在秋季相邻播种, 小区为 6 行区, 行长 1.5 m, 行距 0.3 m, 管理同大田。开花期测定旗叶面积。灌浆初期取各材料的旗叶, 带回室内后用水洗净, 滤纸吸干后剪成 1 mm 左右的小条, 每材料称取 1.000 g 左右, 用 1:1 的无水乙醇和无水丙酮混合液浸提至无色, 用 721 分光光度计分别在 663 nm 和 645 nm 下测定光吸收率<sup>[4]</sup>。成熟后每个材料取有代表性的单株 20 株, 测定株高、颈粗、穗长、单株有效穗数、每穗有效小穗数、穗粒数等形态性状和产量性状, 所得数据以两个样本成组数据的平均数比较进行 t 测验。穗发芽率测定采用纸巾保湿法, 每材料均取 5 穗, 在清水中浸泡 10~ 15 min, 让其充分吸水, 并用 0.1% 的托布津灭菌, 用卫生巾包裹, 放入 22~ 23 ℃恒温培养箱中培养 7 d, 然后在烘箱中烘干, 以防止麦穗进一步发芽。手工剥粒后以胚部表皮破裂为发芽指标, 调查发芽率<sup>[5]</sup>。

2 结果与分析

2.1 粗厚山羊草细胞质对普通小麦形态性状的影响

由表 1 可以看出, 10 个核质杂种的株高、颈粗和穗长平均值均有不同程度的增加, 而旗叶面积平均减小 2.25 cm<sup>2</sup>。粗厚山羊草细胞质对普通小麦的株高有明显的增高作用, 除了 (Ae. crassa 6x) - AT265 的株高有所下降外, 其余核质杂种的株高都有不同程度的增加, 在株高增加的核质杂种中, (Ae. crassa 6x) - 3/陕旱 8918 的株高增加未达显著水平, 其余核质杂种的株高增加均达到极显著水平。并非所有品种的株高增加都为有益的遗传效应, 对

于秦麦 3 号、陕优 225 和京冬 8 号来说, 转育成核质杂种后, 株高分别为 98.43、92.72 和 88.80 cm, 这会减弱品种的抗倒伏性。其他品种的核质杂种株高为 80 cm 左右, 不会影响品种的抗倒伏性能。兰考 906 原株高只有 60.98 cm, 其核质杂种株高为 78.15 cm, 仍属于半矮秆品种。

表 1 具有粗厚山羊草细胞质的普通小麦核质杂种主要形态性状与核亲本品种的差异

核 质 杂 种	株高 (cm)	颈粗 (cm)	穗长 (cm)	旗叶面积 (cm) <sup>2</sup>
(Ae. crassa 6x) - Y93211	5.58 <sup>**</sup>	0.034 <sup>**</sup>	0.67 <sup>*</sup>	1.81
(Ae. crassa 6x) - 秦麦 5 号	7.25 <sup>**</sup>	0.022 <sup>*</sup>	0.42	12.21 <sup>**</sup>
(Ae. crassa 6x) - AT265	- 1.93	0.018	- 0.50	- 0.38
(Ae. crassa 6x) - 秦麦 4 号	5.56 <sup>**</sup>	0.008	- 0.62	- 3.16
(Ae. crassa 6x) - 秦麦 6 号	5.62 <sup>**</sup>	0.018	- 0.47	0.11
(Ae. crassa 6x) - 兰考 906	17.17 <sup>**</sup>	- 0.104 <sup>**</sup>	- 2.62 <sup>**</sup>	- 7.43
(Ae. crassa 6x) - 秦麦 3 号	14.70 <sup>**</sup>	0.022 <sup>*</sup>	0.32	- 3.49
(Ae. crassa 6x) - 陕优 225	8.18 <sup>**</sup>	0.044 <sup>**</sup>	2.40 <sup>**</sup>	4.06
(Ae. crassa 6x) - 陕旱 8918	2.12	0.018	2.21 <sup>**</sup>	- 13.25 <sup>**</sup>
(Ae. crassa 6x) - 京冬 8 号	6.86 <sup>**</sup>	0.030 <sup>*</sup>	0.21	- 12.98 <sup>**</sup>
平 均	7.11	0.011	0.20	- 2.25

注: \*, \*\* 分别表示 0.05 和 0.01 显著水平

粗厚山羊草细胞质导入普通小麦后, 引起颈粗的增加。其中 (Ae. crassa 6x) - 陕优 225、(Ae. crassa 6x) - Y93211 比核供体亲本分别增加 0.044、0.034 cm, 达到了 1% 的显著水平; (Ae. crassa 6x) - 秦麦 5 号、(Ae. crassa 6x) - 秦麦 3 号、(Ae. crassa 6x) - 京冬 8 号分别比核供体亲本增加 0.022、0.022、0.030 cm, 达到了 5% 的显著水平; 只有 (Ae. crassa 6x) - 兰考 906 颈粗降低较突出 (- 0.104 cm), 且达到 1% 的显著水平。小麦颈的粗度增加有利于营养物质向穗部运输, 可以提高小麦的灌浆速度和子粒的饱满度。

因核质组合不同穗长有增有减, 在穗长增加的核质杂种中, 以 (Ae. crassa 6x) - 陕优 225 和 (Ae. crassa 6x) - 陕旱 8918 的穗长增值明显, 达到 1% 的显著水平; (Ae. crassa 6x) - Y93211 的穗长增加也达到 5% 的显著水平。在穗长减少的核质杂种中, 除了 (Ae. crassa 6x) - 兰考 906 的穗长降低达 1% 显著水平外, 其余品种穗长减少幅度均不大。

粗厚山羊草细胞质对旗叶面积也有不同的遗传效应。4 个核质杂种的旗叶面积有不同程度的增加, (Ae. crassa 6x) - 秦麦 5 号的叶面积增加值较高 (+ 12.21 cm<sup>2</sup>), 达 1% 的显著水平; 在旗叶面积下降的核质杂种中, 尤以 (Ae. crassa 6x) - 陕旱 8918、(Ae. crassa 6x) - 京冬 8 号降低明显, 降低值分别为 13.25、12.97 cm<sup>2</sup>, 达到了 1% 的显著水平, 这对光合

作用可能会产生不良影响。该结果与有关研究资料不太一致<sup>[6]</sup>, 可能与所选不同核质组合有关。

2.2 粗厚山羊草细胞质对普通小麦产量性状的影响

从表 2 可以看出, 粗厚山羊草细胞质导入普通小麦以后, 10 个核质杂种各产量性状的平均值均有不同程度的增加。单株有效穗数的增加或减少的幅度均未达到显著水平。每穗小穗数除 (*Ae. crassa* 6x) – 兰考 906、(*Ae. crassa* 6x) – 秦麦 4 号减少之外, 其余核质杂种均有不同程度的增加; (*Ae. crassa* 6x) – 秦麦 5 号、(*Ae. crassa* 6x) – 陕优 225 和 (*Ae. crassa* 6x) – 京冬 8 号每穗小穗数的增加均达显著水平。有 8 个核质杂种的穗粒数比其核供体亲本增加, 其中尤以(*Ae. crassa* 6x) – 秦麦 6 号穗粒数的增加比较突出, 达到了 1% 的显著水平。千粒重以(*Ae. crassa* 6x) – Y93211、(*Ae. crassa* 6x) – 秦麦 5、

(*Ae. crassa* 6x) – 陕优 225 增值大, 达到了极显著水平, (*Ae. crassa* 6x) – 陕旱 8918、(*Ae. crassa* 6x) – 秦麦 3 号的达显著水平。单株产量以(*Ae. crassa* 6x) – 秦麦 5、(*Ae. crassa* 6x) – 兰考 906、(*Ae. crassa* 6x) – 陕优 225、(*Ae. crassa* 6x) – 陕旱 8918 增值较高, 达到了 1% 显著水平, (*Ae. crassa* 6x) <sup>3/</sup>– 京冬 8 号单株产量虽然增幅不大, 但也达到了 5% 的显著水平。

上述结果表明, 就一定核质组合而言, 尽管在个别性状上表现微弱的负效应, 但可为其他性状的正效应所补偿, 仍表现出较好的综合效应, 这与刘春光、吴郁文、张翠兰等的研究结果一致<sup>[7]</sup>。(*Ae. crassa* 6x) <sup>3/</sup>– 秦麦 5 号和(*Ae. crassa* 6x) – 陕优 225 除单株有效穗数有微弱降低外, 其他性状均表现增值; (*Ae. crassa* 6x) – 陕旱 8918 各产量性状均出现增值, 这正是我们所期望的结果。

表 2 具有粗厚山羊草细胞质的普通小麦核质杂种与其核亲本品种在产量性状上的差异

核 质 杂 种	单株有效穗数	每穗小穗数	穗粒数	千粒重		单株产量
				(g)	(g)	
( <i>Ae. crassa</i> 6x) – Y93211	– 2.0	1.8	8.0	6.0 <sup>**</sup>	– 2.16 <sup>**</sup>	
( <i>Ae. crassa</i> 6x) – 秦麦 5 号	– 0.4	2.0 <sup>*</sup>	11.8	8.1 <sup>**</sup>	2.36 <sup>**</sup>	
( <i>Ae. crassa</i> 6x) – AT265	0.8	0.2	3.4	– 0.8	– 0.01	
( <i>Ae. crassa</i> 6x) – 秦麦 4 号	0.3	– 1.8	– 14.8 <sup>*</sup>	0.3	– 3.65 <sup>**</sup>	
( <i>Ae. crassa</i> 6x) – 秦麦 6 号	– 0.4	0.8	12.4 <sup>**</sup>	– 0.8	– 0.78 <sup>*</sup>	
( <i>Ae. crassa</i> 6x) – 兰考 906	1.8	– 4.9 <sup>*</sup>	– 3.8	– 6.8 <sup>**</sup>	2.25 <sup>**</sup>	
( <i>Ae. crassa</i> 6x) – 秦麦 3 号	– 1.4	1.2	1.0	1.5 <sup>*</sup>	0.38	
( <i>Ae. crassa</i> 6x) – 陕优 225	– 0.4	2.0 <sup>*</sup>	2.0	10.7 <sup>**</sup>	6.84 <sup>**</sup>	
( <i>Ae. crassa</i> 6x) – 陕旱 8918	1.5	1.0	1.0	5.5 <sup>*</sup>	3.01 <sup>**</sup>	
( <i>Ae. crassa</i> 6x) – 京冬 8 号	1.0	2.8 <sup>*</sup>	2.8	– 4.4 <sup>**</sup>	0.67 <sup>*</sup>	
平 均	0.08	0.51	2.38	1.93	0.89	

注: \*, \*\* 分别表示 0.05 和 0.01 显著水平

2.3 粗厚山羊草细胞质对普通小麦叶绿素含量的影响

从表 3 可以看出, 粗厚山羊草细胞质对普通小麦叶绿素(a, b 和 a+ b)的平均含量存在正向遗传效应。(*Ae. crassa* 6x) <sup>3/</sup>– AT265、(*Ae. crassa* 6x) – 兰考 906、(*Ae. crassa* 6x) – 陕优 225 叶绿素 a+ b 含量增幅大。由于叶绿素含量的高低直接影响植物光合作用的效果, 优良的小麦品种要求灌浆期叶绿素 a 的含量比叶绿素 b 的含量高, 叶绿素 a 含量高, 有利于植株吸收低温时的长波光, 能够增加光合产量, 又能够延长叶片的功能期, 从而积累更多的有机物质, 获得较高产量, 此期叶绿素的含量直接影响品种的生产潜力。这 10 个核质杂种平均叶绿素 a 含量(1.832 mg/g)不但高于核供体亲本(1.706 mg/g), 而

且叶绿素 a 比叶绿素 b 高的量(0.931 mg/g)大于核供体亲本(0.881 mg/g)。

表 3 具有粗厚山羊草细胞质的普通小麦核质杂种与其核亲本品种在叶绿素和穗发芽率上的差异

核 质 杂 种	叶绿素(mg/g)			穗发芽率(%)
	a+ b	a	b	
( <i>Ae. crassa</i> 6x) – Y93211	0.389	0.218	0.171	11.1
( <i>Ae. crassa</i> 6x) – 秦麦 5 号	– 0.186	– 0.094	– 0.092	1.5
( <i>Ae. crassa</i> 6x) – AT265	0.666	0.433	0.233	– 21.2
( <i>Ae. crassa</i> 6x) – 秦麦 4 号	0.081	– 0.018	0.099	– 39.7
( <i>Ae. crassa</i> 6x) – 秦麦 6 号	– 0.117	– 0.086	– 0.031	0.4
( <i>Ae. crassa</i> 6x) – 兰考 906	0.438	0.401	0.037	– 37.1
( <i>Ae. crassa</i> 6x) – 秦麦 3 号	0.171	0.162	0.100	– 2.3
( <i>Ae. crassa</i> 6x) – 陕优 225	0.423	0.216	0.207	– 3.4
( <i>Ae. crassa</i> 6x) – 陕旱 8918	0.141	0.081	0.060	– 21.6
( <i>Ae. crassa</i> 6x) – 京冬 8 号	– 0.063	– 0.051	– 0.017	17.9
平均	0.194	0.126	0.077	– 9.4

## 2.4 粗厚山羊草细胞质对普通小麦穗发芽的影响

蜡熟后期遇雨, 往往引起已生理成熟的小麦种子在穗上发芽, 造成不良影响。现今许多学者都致力于小麦穗发芽研究, 但利用异源细胞质导入普通小麦培育抗穗发芽品种的研究尚未见报道。本试验采用“纸巾”保湿法对 10 个核质杂种的抗穗发芽性进行了室内测定(表 3)。从表 3 中可以看出, 因核质组合不同而增减有别, 穗发芽率平均下降了 9.4 个百分点。6 个品种的核质杂种穗发芽率降低, 其中(*Ae. crassa* 6x) - AT265、(*Ae. crassa* 6x) - 秦麦 4 号、(*Ae. crassa* 6x) - 兰考 906 和(*Ae. crassa* 6x) - 陕旱 8918 穗发芽率下降幅度较大。因此, 可以考虑利用异源细胞质效应作为培育抗穗发芽品种的一条新途径。

## 3 讨论

近年来, 国内外不少研究资料都阐明异源细胞质引入普通小麦后, 可扩大小麦的遗传基础, 并且由于核质互作, 在不同的核质组配下, 细胞质的遗传效应具有组合的特异性。本试验结果表明粗厚山羊草细胞质与普通小麦细胞核之间存在极明显的特异核质互作效应, 在主要农艺性状上尽管个别性状出现负效应, 综合效应仍然较好。另外, 本试验测定了核质杂种及其核亲本的生育期和越冬性。结果表明某些核质组合的越冬性与其核亲本相当, 某些核质组合略好于核供体亲本。在返青、拔节、抽穗、开花、成熟等生育期性状上核质杂种与核亲本基本上没有差别。目前, 抗穗发芽育种已受到人们的普遍重视, 本

试验证明粗厚山羊草细胞质能够提高普通小麦穗发芽抗性, 利用异源细胞质效应可能是改良小麦穗发芽性的一条新途径。尽管粗厚山羊草细胞质对普通小麦的诸多性状具有较好的综合效应, 在核质杂种优势利用方面, 仍需开展大量工作, 引入新的有利用价值的细胞质资源, 并扩大优良品种或品系作为核亲本的范围, 有条件的单位可利用生物技术换核, 快速获得核质杂种, 以从广泛的核质组配中选出理想的核质杂种在生产上应用。

## 参考文献:

- [1] 刘春光, 吴郁文, 张翠兰, 等. 小麦异源细胞质遗传效应及其利用研究[J]. 遗传, 1999, 21(5): 57-61.
- [2] 易自力, 朱雅安. 同核异质杂种小麦苗期低温抗性的比较研究[J]. 湘潭大学自然科学学报, 2000, 22(1): 103-105.
- [3] 侯宁, 吴郁文, 刘春光, 等. 异源细胞质小麦耐盐性的研究[J]. 遗传学报, 2000, 27(4): 325-330.
- [4] 张宪政. 作物生理研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1992. 148-149.
- [5] 蔡士宾, 曹, 方先文. 江苏省白皮小麦地方品种抗穗发芽性的研究[J]. 江苏农业学报, 1999, 15(1): 7-11.
- [6] 宋喜悦, 马翎健, 胡银刚, 等. 五种山羊草细胞质对普通小麦几个主要性状的遗传效应[J]. 麦类作物学报, 2002, 22(2): 18-21.
- [7] 刘春光, 吴郁文, 张翠兰, 等. 粗厚山羊草细胞质对普通小麦遗传效应的初步研究[J]. 遗传学报, 1997, 24(3): 241-247.