

“新疆小麦”种间杂种的细胞 遗传学研究

陈勤 孙雨珍 董玉琛

(中国农业科学院作物品种资源研究所)

提 要

将“新疆小麦”(*T. petropavlovskyi* Udacz. et Migusch.)与不同小麦种杂交,观察杂种 F_1 减数分裂期的染色体行为,发现它与普通小麦(AABBDD)的杂种有57.8%以上细胞配对正常,有37.2%的细胞具1~9个单价体,其中多数具1~2个单价体,说明“新疆小麦”的染色体组型基本为AABBDD,但其中有一对染色体已与普通小麦不同。当它与含有AABB组的四倍体小麦杂交时,五个组合中有19.4~32.6%细胞具8~13个单价体,其中多数具9条单价体。说明“新疆小麦”在AA组或BB组中有一对染色体与二粒系小麦不同。本文研究了“新疆小麦”与圆锥小麦、硬粒小麦、东方小麦等杂种后代穗形的分离,发现这三个组合中 F_2 各自分离出2.9%、10.8%和40.0%的波兰小麦类型,同时在前两个组合中也分离出普通小麦类型。由此推论,波兰小麦和普通小麦可能参与了“新疆小麦”的形成。

“新疆小麦”原产于我国新疆,是我国特有的一种小麦。因其穗型像东方小麦,曾被雅库普茨聂尔(M. M. Якубцинер 1959)定名为东方小麦的一个特殊类型*T. turanicum* Jakubz. convar. montanostepposum Jakubz. f. aristiforme Jakubz.〔7〕。后在乌达钦(P. A. Удацин 1970)的研究中发现它是六倍体小麦,其染色体数目 $2n=42$,染色体组型为AABBDD,同时指出它在穗型上像东方小麦而在营养器官上与波兰小麦相似。因此,将它定名为小麦属内一个独立的种——“*T. Petropavlovskyi* Udacz. et Migusch.”〔6〕。董玉琛(1979)将其译名为“新疆小麦”〔1〕。

近年来,国内不少单位开始对“新疆小麦”进行研究。姚景侠等人(1983)观察到“新疆小麦”与小麦属内不同种杂交时,后代出现不同程度的不育性,经细胞学研究认为“新疆小麦”D染色体组中有1~2条染色体与普通小麦略有不同。为了探明“新疆小麦”与各个小麦种的亲缘关系,进行了本试验。

材 料 与 方 法

供试的各类杂交亲本列于表1。

将“新疆小麦”分别与带有不同染色体组的小麦种杂交,调查统计杂交结实率及杂种 F_1 出苗率。用醋酸洋红或孚尔根涂抹法观察不同组合的 F_1 花粉母细胞染色体数目及减数

本文1983年12月7日收到。

表1 供试各类亲本

种 名	学 名	染色体组	品种编号	原产地
“新疆小麦”	<i>T. petropavlovskyi</i>	AABBDD	乌什稻麦子 墨玉稻麦子 于田稻麦子 吐鲁番稻麦子	中国新疆 中国新疆 中国新疆 中国新疆
普通小麦	<i>T. aestivum</i>	AABBDD	中国春 白光头 荆洲矮早熟21 RR21	中国 中国 中国 尼泊尔
密穗小麦	<i>T. compactum</i>	AABBDD	C33	—
圆锥小麦	<i>T. turgidum</i>	AABB	T25 矮兰麦	西 德 中 国
硬粒小麦	<i>T. durum</i>	AABB	D207 D295	巴基斯坦 墨西哥
波斯小麦	<i>T. persicum</i>	AABB	P6	墨西哥
东方小麦	<i>T. turanicum</i>	AABB	O3	匈牙利
栽培二粒小麦	<i>T. dicoccum</i>	AABB	Dm4	印 度
波兰小麦	<i>T. polonicum</i>	AABB	P14	苏 联
提莫非维小麦	<i>T. timopheevi</i>	AAAGG	0101960	苏 联
栽培一粒小麦	<i>T. monococcum</i>	AA	M4	苏 联

分裂各时期染色体配对行为。F₁收获的种子全部播于大田。统计分析F₂各种类型植株的分离状况。

试 验 结 果

一、“新疆小麦”与不同小麦种杂交当代结实率及杂种出苗率

“新疆小麦”与六倍体小麦杂交，当代结实率平均为59.7%。杂种种子饱满度好，胚及胚乳发育正常，种子不皱瘪，F₁出苗率较高，为80.0%，正反交组合差异不大（见表2）。

“新疆小麦”与含有AABB染色体组的四倍体小麦杂交结实率各组合之间变化在39~76%（矮兰麦授粉时，花粉较差，结实率仅14%，未包括在内。），有反交组合（“新疆小麦”作父本）结实率较高的趋势。就杂种F₁的出苗率来说，反交组合因种子皱瘪，都比正交组合为低。

“新疆小麦”与含有AAAGG染色体组的四倍体提莫非维小麦杂交时，遗传亲合性较差。杂交当代结实率正交为4.6%，种子不皱瘪，出苗率为50%，反交结实率虽较高，为35%，但种子皱瘪，胚发育不全，全部不出苗。

“新疆小麦”与含有AA染色体组的二倍体栽培一粒小麦杂交困难，正反交结实率仅为1.8%和4.4%。种子发育不正常，无胚和胚乳。因此，该组合的正反交杂种播种后都未获得杂种幼苗。

二、“新疆小麦”与不同小麦种杂交杂种后代的表现

1. 杂种第一代 “新疆小麦”与具有AABBDD染色体组的六倍体小麦杂种F₁穗型表现为中间倾向六倍体小麦。F₁的结实率套袋自交的为87%，自由授粉的结实率为88.7%，二者差异不大。而“新疆小麦”与具有AABB染色体组的四倍体小麦杂交，

表2 “新疆小麦” 与不同小麦种杂交当代结实率及F₁出苗率

结 合	杂交花数	结实粒数	结实率 (%)	播种粒数	出苗数 (株)	出苗率 (%)	死亡率 (%)	
“新疆小麦” ×	普通小麦RR21	86	55	64.0	50	45	90.0	100
	普通小麦荆州矮早熟21	122	66	54.1	28	22	78.6	0
	普通小麦白光头	92	68	73.9	68	57	83.8	0
	普通小麦中国春	78	40	62.8	10	10	100	0
普通小麦RR21	× “新疆小麦”	94	69	73.0	60	50	83.3	100
普通小麦荆州矮早熟21		54	34	63.0	34	22	64.7	0
普通小麦白光头		64	50	78.1	34	20	58.8	0
普通小麦中国春		370	220	59.5	22	21	95.5	0
密穗小麦C33	100	52	52.0	52	42	80.8	0	
六倍体小麦组合平均	1060	633	59.7	358	289	80.8	20.2	
新疆小麦 ×	圆锥小麦T25	92	59	65.0	53	27	50.9	0
	圆锥小麦矮兰麦	104	15	14.0	15	6	40.0	0
	硬粒小麦D207	145	88	60.9	88	63	71.6	0
	波斯小麦P6	198	81	40.9	81	26	82.0	0
	东方小麦03	178	74	41.6				
	栽培二粒Dm4	106	60	57.0	60	38	63.3	0
	波兰小麦P14	103	47	43.5				
四倍体正交组合平均	931	424	45.5	297	160	53.9	0	
圆锥小麦T25 圆锥小麦矮兰麦 硬粒小麦D207 波斯小麦P6 东方小麦03 波兰小麦P14	× 新疆小麦	94	60	64.0	60	16	26.7	6.3
		120	91	76.0	89	9	10.1	0
		210	82	39.0	80	45	56.3	0
		112	49	44.0	49	3	6.1	0
		124	61	49.0	61	16	26.2	0
		110	76	69.1				
四倍体反交组合平均	770	419	54.4	339	89	26.3	1.3	
新疆小麦 × 提莫菲维小麦	58	4	4.6	4	2	50.0	0	
提莫菲维小麦 × 新疆小麦	322	114	35.0	70	0	0	—	
新疆小麦 × 栽培一粒小麦M ⁴	114	2	1.8	2	0	0	—	
栽培一粒小麦M ⁴ × 新疆小麦	115	5	4.4	5	0	0	—	

F₁的穗型则为中间型倾向“新疆小麦”, F₁的结实率套袋自交的平均为27.1%, 自由授粉的为46.0%, 二者差异明显。“新疆小麦”与具AA GG染色体组的提莫菲维小麦杂交, 杂种F₁的穗型也为中间型倾向“新疆小麦”, 但其杂种F₁的结实率很低, 套袋自交者不结实, 自由授粉的结实率仅为1.2%。

2. 杂种第二代 “新疆小麦”与具AA BB DD染色体组的六倍体小麦杂交的杂种F₂分离较广泛。在“新疆小麦”×普通小麦的组合中分离出倾“新疆小麦”和普通小麦, 以及棒状、纺锤状穗类型, 还有一株双穗类型。其它性状如株高、穗长、小穗数、叶长宽等变化也较大。

“新疆小麦”与具AA BB染色体组的四倍体小麦的杂种F₂穗型分离比较复杂, 在“新疆小麦”×硬粒小麦的F₂中, 除分离出新疆小麦, 硬粒小麦类型外, 还分离出亲本所没有的波兰小麦和普通小麦类型。在这一组合中波兰小麦类型的分离比例为10.8%, 普通小麦类型占17.6%。在“新疆小麦”×圆锥小麦的F₂中, 也分离出2.8%的波兰小麦类型和10.0%的普通小麦类型(图2—3, 2)。特别是在以东方小麦为母本的

表3 “新疆小麦”与不同小麦种杂种F₂穗型分离比例

组 合	调查株数	“新疆小麦”类型		倾“新疆小麦”类型		中间类型		倾四倍体亲本类型		四倍体亲本类型		波兰小麦类型		普通小麦类型	
		株数	%	株数	%	株数	%	株数	%	株数	%	株数	%	株数	%
“新疆小麦”×普通小麦荆州矮早熟21	101			11	10.9	75	74.3							15	14.9
“新疆小麦”×普通小麦中国春	73	2	2.7	21	28.8	27	37.0							23	31.5
“新疆小麦”×硬粒小麦D295	74	1	1.4	11	14.9	18	24.3	13	17.6	10	13.5	8	10.8	13	17.6
“新疆小麦”×圆锥小麦T25	70	1	1.4	12	17.1	20	28.6	17	24.3	11	15.7	2	2.9	7	10.0
东方小麦03×“新疆小麦”	15			4	26.7	4	26.7			1	6.7	6	40.0		

杂种F₂组合中,分离出的波兰小麦类型高达40%(表3)。

对F₂分离出的波兰小麦做根尖压片观察表明:体细胞染色体数 $2n=28$ 。其中有4条染色体具有明显的随体。另外,还有2条染色体也可能带有随体(图6)。

三、“新疆小麦”与不同小麦种杂交杂种后代染色体行为观察

“新疆小麦”×普通小麦杂种F₁花粉母细胞减数分裂时期染色体配对行为观察表明,具有正常21对二价体的细胞为62.8%,还有37.2%的细胞具有1~9个单价体(表4)。多数为1~2个单价体。在减数分裂中期I还观察到许多游离的二价体(图4)。终变期也观察到有1~3个配对不紧密的开放二价体环。后期I,配对的二价体均匀地

表4 “新疆小麦”与普通小麦杂种F₁的染色体行为

组 合	观察细胞数	正常细胞(%)	具单价体细胞(%)							带有小核的四分体(%)
			1	2	3	4	5	6	7~9	
“新疆小麦”×白光头	597	64.7	12.4	17.4	2.5	2.2	0.2	0.2	0.5	23.5
“新疆小麦”×中国春	368	66.3	13.1	15.3	3.1	2.2				25.6
“新疆小麦”×荆州矮早熟21	192	57.8	15.6	21.9	2.1	2.1	0.5			29.5
总 计	1157	62.8	13.7	18.2	2.6	2.2	0.2	0.1	0.2	26.2

分向两极,但经常可见到落后2~3条染色体的细胞(图5)。在减数分裂四分体时期,具有小核的四分孢子比亲本明显增多,三个组合平均为26.2%。

“新疆小麦”与具有AA BB染色体组的四倍体小麦杂交,杂种F₁细胞学观察结果列于表5,从中可见,不同组合的花粉母细胞在减数分裂中期I,单价体数变动在4~13之间,其中具14 II + 7 I构型的细胞数占49.1~66.7%,平均为56.4%。其它还有13 II + 9 I, 10 II + 11 I + 1 IV, 12 II + 8 I + 1 III, 7 II + 13 I + 2 IV等多种构型(图8、9、10)。在不同组合中具有8个以上单价体的细胞数目占19.6~32.6%,五个组合平均为25.9%。此外,在这些细胞中还观察到多价体,变异幅度为3~4价。具多价体的细胞不同组合为13.7~26.6%,平均为19.8%。多数以三价体形式存在。后期I,二价染色体分裂为二,移向两极,单价体排列在赤道板上,染色体形成三列。在后期I,除观察到落后7条单价体外,还观察到染色体桥和落后8~14条染色体的细胞(图11)。后期I出现8个以上落后染色体的细胞数为12.4%。

表 5 “新疆小麦” 与四倍体小麦杂种 F_1 染色体构型

染色体构型				圆锥小麦 × 新疆小麦		硬粒小麦 × 新疆小麦		新疆小麦 × 圆锥小麦		新疆小麦 × 栽培二粒小麦		新疆小麦 × 波斯小麦	
I	II	III	IV	细胞数	%	细胞数	%	细胞数	%	细胞数	%	细胞数	%
4	12	1	1	1	0.9	—	—	—	—	—	—	—	—
5	15			3	2.7	8	14.0	2	4.8	—	—	1	2.8
5	13		1	4	3.6	1	1.8	4	9.5	4	8.2	1	2.8
6	13	1		3	2.7	6	10.5	5	11.9	2	4.1	3	8.3
7	14			67	60.9	28	49.1	21	50.0	27	55.1	24	66.7
8	12	1		4	3.6	2	3.5	2	4.8	7	14.3	2	5.6
9	13			19	17.3	8	14.0	5	11.9	6	12.2	4	11.1
11	12			6	5.5	4	7.0	2	4.8	3	6.1	1	2.7
13	11			1	0.9	—	—	1	2.4	—	—	—	—
13	9		1	2	1.8	—	—	—	—	—	—	—	—
用于分析的中期 I 胞数				29.1		57		42		49		36	
含有 8~13 个单价体的细胞百分率 %				110		24.5		23.9		32.6		19.4	
具多价体细胞的百分率 %				III		14.0		16.7		18.4		13.9	
				IV		1.8		9.5		8.2		2.8	

对“新疆小麦”与提莫菲维小麦杂交的杂种 F_1 进行细胞学观察,结果表明:在所观察的157个花粉母细胞中,有21个细胞含有6~7个单价体,占13.9%,带有8个以上单价体的细胞占86.1%,最多出现了20条单价体。说明“新疆小麦”与提莫菲维小麦的关系较远。

讨 论

一、“新疆小麦”的染色体组型问题

苏联学者乌达钦(1970)曾指出“新疆小麦”的染色体组型为AA BB DD^[6]。姚景侠等认为“新疆小麦”的染色体组型基本上属于AA BB DD,但D组中有1~2条染色体与普通小麦有所不同。在本实验中,“新疆小麦”与普通小麦杂交时,杂种 F_1 减数分裂中期I,染色体配对正常的细胞占观察细胞总数的57.8~66.3%,平均62.8%,说明“新疆小麦”基本上还是属于AABBDD组型。但在所观察的1,157个花粉母细胞中,含有1~9条单价体的细胞数占37.2%,多数细胞含有1~2条单价体,约占31.9%,表明“新疆小麦”至少有一对染色体与普通小麦不完全相同。那么,在“新疆小麦”的三组染色体中,究竟那一组的染色体发生了变化呢?我们观察了五个“新疆小麦”与具有AABB染色体组的四倍体小麦杂交组合 F_1 的减数分裂中期I染色体配对情况,发现在这五个组合中,具有正常配对的14II+7I构型的细胞数为49.1~66.7%,五个组合平均为56.4%。而带有8个以上单价体的细胞数占19.4~32.6%,五个组合平均为25.9%。说明“新疆小麦”的AA BB染色体组虽然基本上与二粒系小麦的相同,但已不完全相同。因为它们之间的杂种减数分裂时正常细胞的数目尚不足三分之二,而普通小麦与二粒系小麦杂交时,杂种正常细胞的比例要大得多。我们对普通小麦×圆锥小麦的 F_1 进行了细胞学观察,结果在观察的193个细胞中,染色体行为正常的占绝大多数,出现8个以上单价体的细胞极少,只占3.1%,这一点与木原均^[5]、李集临^[8]等人的

结果相同。此外,“新疆小麦”与含有 DD 组的普通小麦杂交,或与不含 DD 组的二粒系小麦杂交,其杂种正常细胞的比例相近。说明除 DD 组以外,“新疆小麦”的 AA 组或 BB 组的某些染色体与普通小麦的不完全相同。这些不同的染色体有待进一步查明。

二、“新疆小麦”的形成问题

“新疆小麦”与不同小麦种的形态比较研究表明,“新疆小麦”在营养器官,颖壳特点等方面与波兰小麦很相似:分蘖力差,叶宽大,护颖长,外颖较内颖长出三分之一,尤其小穗基部具有基盘这一点上表现出与波兰小麦一致。当“新疆小麦”与二粒系小麦杂交时,在三个组合中 F_2 中都分离出典型的波兰小麦,并且在群体较大的两个组合中还分离出普通小麦。这一事实使我们想到“新疆小麦”的系统发育中可能掺进了波兰小麦的成分,并与普通小麦也有一定的亲缘关系。

据报道〔2〕,在新疆若羌县的古墓中曾发现五百年前的波兰小麦种子。说明波兰小麦很早就在新疆种植,直到六十年代初期新疆喀什地区农科所技术员王治廉还在喀什及阿克苏地区一些县的山区看到“新疆小麦”、波兰小麦、东方小麦混生在普通小麦田中的现象。因此,我们认为,“新疆小麦”很可能是在新疆形成的。同时它并不是由野生种驯化而来,而可能是波兰小麦与普通小麦天然杂交,然后又经普通小麦天然回交而形成的。这一结论尚待进一步试验证明。

参 考 文 献

- 〔1〕董玉琛,1979,小麦的稀有种及其在育种中的利用,中国农业科学,(8):1~7。
- 〔2〕邵启全等,1982,若羌古麦——珍贵的遗传资源,作物品种资源,(1):41~43。
- 〔3〕李集临,1975,普通小麦×硬粒小麦杂种性状与细胞遗传,遗传学报,(2):164~171。
- 〔4〕姚景侠,1983,小麦属的新种——新疆稻穗麦之研究,遗传,(1):10~17。
- 〔5〕H.Kihara,1982,Wheat Studies-Retrospect and prospects. 71~75。
- 〔6〕P.A.Удацин, Э.Ф.Мигущова 1970, Новое в познании рода *Triticum* «Вестник С-Х Науки» 9:20~23。
- 〔7〕M.M.Якубинер,1959, К познанию пшениц Китая. «Бот. Жур.» 10:1425~1428。

CYTOGENETICAL STUDIES ON INTERSPECIFIC HYBRIDS OF XINJIANG WHEAT

Chen Qin Sun Yuzhen Dong Yushen

(*Institute of Crop Germplasm Resources, Chinese Academy of
Agricultural Sciences, Beijing*)

ABSTRACT

Xinjiang Wheat (*T. petropaulovskyi* Udacz. et Migusch.) is an endemic rare species in Xinjiang Uygur Autonomous Region of China. Cytological and genetical investigations have been made on this wheat species.

Cytological analysis of the different interspecific hybrids F₁ shows that some chromosomes of Xinjiang wheat differed from those in AABB-DD genomes of *T. aestivum*, especially in A or B genomes.

Plant types similar to *T. polonicum* and *T. aestivum* were appeared in the F₂ generation of the crosses between Xinjiang wheat and tetraploid species. It is therefore suggested that Xinjiang wheat were evolved from natural cross of *T. aestivum* with *T. polonicum* and then derived from backcross with *T. aestivum*.

全国玉米栽培科研会议在济南召开

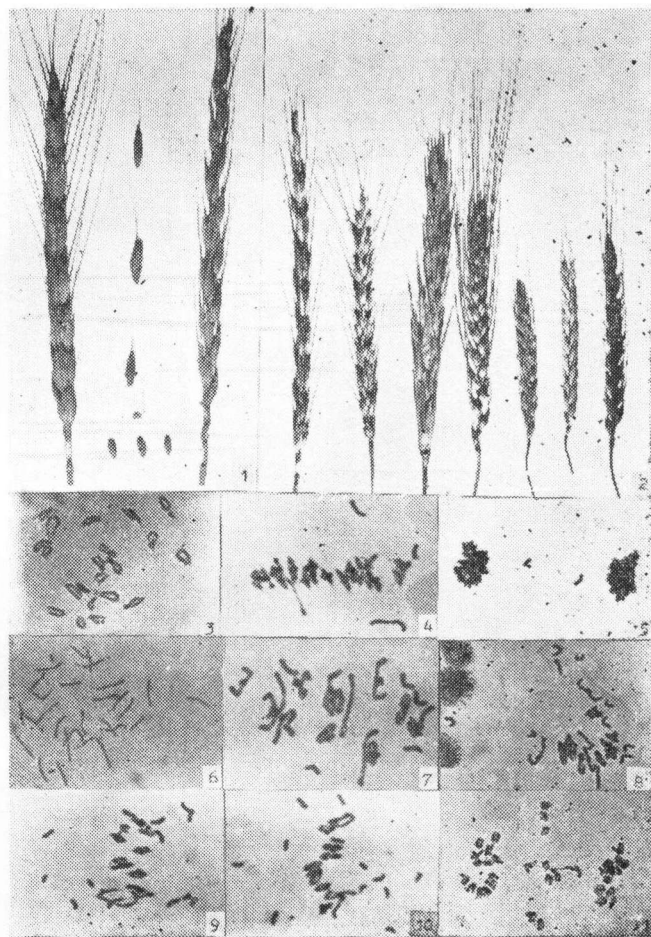
全国玉米栽培科研会议于1984年12月13日至17日在山东省济南市召开, 中国农业科学院副院长任志同志主持了会议。这次会议主要目的是交流近几年来开展玉米综合栽培技术研究的经验, 讨论了“七五”期间的研究任务和方向。

代表们围绕着玉米高产理论、光合作用、施肥技术和新技术在栽培研究工作中的应用四个专题, 交流了学术观点和研究结论。

代表们认为当前出现的玉米“过剩”是一个暂时现象, 随着畜牧业和现代玉米工业的发展, 玉米生产还要有较大的发展。因此, 在“七五”期间玉米栽培要开展: 一、玉米发展战略研究。包括玉米发展远景预测、作物布局、生态适应性分区和种植制度改革等; 二、中低产地区玉米开发研究; 三、玉米大面积综合栽培技术研究, 包括机械化栽培和简化技术栽培; 四、多用途玉米(甜玉米、油玉米、菜玉米、饲用玉米等)栽培技术的研究; 五、玉米施肥技术和提高肥效的研究; 六、利用电子计算机进行玉米高产标准化和模式化的研究; 七、玉米栽培基础理论的研究(生理、生态和形态); 八、发展玉米综合利用新技术的研究等。会议认为, 各级研究单位根据当地情况和任务, 因地制宜选择研究项目。

代表认为, 这次会议开得及时, 很有必要, 明确了任务, 鼓舞了干劲, 对发展玉米栽培学科将起到振兴和推动作用。

佟屏亚



图版说明

- 图1：“新疆小麦”的穗型、籽粒和护颖。
- 图2：“新疆小麦”×圆锥小麦 F_2 分离出的穗型。左2普通小麦类型，左3、5波兰小麦类型。
- 图3：“新疆小麦”染色体数目 $2n=42$ 。
- 图4~5：“新疆小麦”与普通小麦杂交 F_1 减数分裂时期染色体行为。
- 图4：中期I， $20\text{I}+2\text{I}$ ，其中一个游离二价体。
- 图5：后期I，二条落后染色体。
- 图6：东方小麦×“新疆小麦” F_2 波兰小麦类型根尖染色体 $2n=28$ 。箭头所示两条染色体可能具有随体。
- 图7~11：“新疆小麦”与四倍体小麦杂交 F_1 减数分裂时期染色体行为。
- 图7：中期I，染色体配对基本型 $14\text{I}+7\text{I}$ 。
- 图8：中期I， $13\text{I}+9\text{I}$ ，
- 图9：中期I， $10\text{I}+11\text{I}+1\text{K}$ 。
- 图10：中期I， $7\text{I}+13\text{I}+2\text{K}$ 。
- 图11：后期I，8条落后染色体，一个染色体桥。