

国内外大小麦杂交研究论文集

中国农科院春麦育种研究室
江苏农学院大麦研究室

一九八二年十一月

序

国内外许多研究工作者为了把大麦的某些优良特性，如耐盐性、对黄矮病毒病的抗性、早熟性等转移到小麦中来，以及研究大、小麦染色体组织间的进化、亲缘关系，从1896年就开始进行了大量的有关大、小麦杂交的艰苦尝试。直到1973年Kruse才首次获得可证实的大小麦杂种。其后的八、九年间，这项研究工作取得了很大的进展：Islam等（1981）获得了在小麦遗传背景下的六个大麦二体附加系和七个双端体附加系，Martin等（1980—1981）获得了H. chilense × 圆锥小麦杂种的可育双倍体，从而为大、小麦杂交展示了乐观前景。

为了了解和掌握国内外有关大、小麦杂交的研究内容和进展情况，达到交流经验、互相促进、共同提高的目的，我们特选译编印了这本“国内外大小麦杂交研究论文集”。本文集选编的内容有：八十多年来大、小麦杂交研究的概况及近十年来的进展，有杂交亲和力的大、小麦品种的筛选，杂交受精过程和杂种胚胎发育的研究，杂种胚的离体繁殖、杂种的染色体加倍、附加系的产生、鉴定和利用及无性系的获得等。期望通过这本文集将有助于推动我国大、小麦杂交研究工作，对其他一些植物的近缘种、属间杂交研究也有所裨益。

编译本文集的过程中，承蒙中国科学院遗传所、浙江农业大学、江苏省农科院、南开大学等单位给予的热情支持。在此，特向他们以及其他提供研究资料的单位和个人表示衷心感谢。

限于篇幅和编辑水平，本文集在取舍等方面难免有不妥和错漏之处，恳请读者批评指正。

中国农科院春麦育种研究室

江苏农学院大麦研究室

一九八二年十一月

目 录

第一个八十年的小麦、大麦杂种	K.W.Shepherd et al. (1)
大麦×小麦的杂种	Anthon Kruse (10)
大麦和小麦杂种胚的离体培养及杂种幼苗的形态和染色体观察	周之杭 杜荣骞 安祝平 俞新大 蒋志春 胡秀英 (11)
大麦与提莫菲维小麦杂种及其再生植株	陈 孝 杜振华 张文祥 尹福玉 徐惠君 朱至清 (14)
栽培大麦×普通小麦杂种及其回交后代和再生植株	陈 孝 杜振华 张文祥 尹福玉 徐惠君 朱至清 (18)
大小麦杂种的获得及其F ₁ 特性的鉴定	薛淑伦 徐 杰 仲裕泉 (24)
大麦×黑麦和大麦×小麦杂种的产生	V.K.Shumny et al. (28)
大麦×黑麦和大麦×小麦杂种通过组织培养的方法繁殖的无性系 的特点	L.A.Pershina et al. (30)
拟智利大麦 (<i>Hordeum Chilense</i>) 在谷物育种中的应用	A.Martin et al. (32)
小麦与大麦杂交	C.C.Jan et al. (34)
用染色体N带鉴定小麦—大麦附加系	A.K.M.R.Islam (35)
中国春小麦 (6×) ×苏联球茎大麦 (4×) 属间杂交的研究初报	汪丽泉 朱汉如 梁竹青 郑毅仁 管启良 袁妙葆 (39)
普通小麦品种同球茎大麦的可交配性	J.W.Snape et al. (44)
普通小麦同球茎大麦杂交后受精过程及单倍体胚发育的细胞胚 胎学研究	M.Zenkteler et al. (48)
粗厚山羊麦和普通大麦的属间杂种	G.Fedak et al. (52)
粗厚山羊麦和普通大麦的属间杂种的离体繁殖和染色体加倍	C.Nakamura et al. (55)
研究简报	(57)

第一个八十年的小麦、大麦杂种

K.W. Shepherd, A.K.W.R. Islam

自从1896年William Farrer开始小麦和大麦——温带农业的两个重要小谷类作物的杂交工作以来，世界上许多谷物育种家对此都表现出很大的兴趣。尽管这种远缘杂交的目的并未加以阐明，我们可以设想：他们是希望创造一种具有双亲种的优良性状的新作物类型。然而，早期的研究是否产生了真的杂种还是个很大的疑问。Kruse(1973)提供了确切的证据表明他已成功地获得了小麦与大麦的杂种。因此，这个课题又重新引起人们的兴趣与注意，在最近的七年中有了许多进展。

产生杂种的早期尝试

1904年Farrer首先发表了小麦与大麦的杂交。他在报告中说：1896年10月21日他尝试了“一种不寻常的有趣杂交”，即把Nepaul大麦花粉授到Blount's Lambrigg小麦的一个早熟变异种的12朵去过雄的小花上，得到1粒小而瘪的种子，长成了一株自花可育的植株。该植株除叶片淡绿、茎秆细弱外，与小麦亲本相似。在 F_2 代，Farrer意外地发现杂种植株与原始的小麦亲本仅有较小的形态差异。选择 F_2 代中的优良植株，种成株行。这些 F_3 植株在生长和形态上很一致，但仍然与小麦亲本有所区别。Farrer给它起了个品种名叫Bobs。Farrer对于这些观察资料感到迷惑不解，直到1903年，当他的助手J.T.Pridham用抗锈的Fife品种与同一个Nepaul大麦杂交得到另外一些结果时才有所改变。用Fife作母本杂交未能成功；而其反交则在大麦亲本上得到了7粒小而瘪的种子。这些假定杂种植株的苗期叶片明显地不同于大麦亲本，Farrer乐观地认为这些植株是真杂种。然而，当这些植株接近成熟时，与Nepaul大麦的差异就越来越不明显了。

Farrer推论，如果Bobs具有大麦血缘的话，应该比其他小麦更容易与大麦的花粉杂交。因此安排他在堪培拉的助手Pridham和在Wagga的助手Hust进行Bobs与Nepaul大麦杂交的计划。虽然得到了23粒种子，并于1904年播种，但以后就没有关于这些植株在形态上和育种行为上的报道。因为Farrer既不能明确地论证在假定的小麦×大麦杂种及其后代中有大麦性状的存在；也不能论证在假定的大麦×小麦杂种中有小麦性状的存在，他依然不敢肯定这些植株中有没有真的杂种(Macindoe, 1939)。

1914年Pridham声称一个小麦品种——堪培拉是以Federation小麦作母本与Volga大麦杂交得来的。之后，Waterhouse(1930)又企图用Nepaul和Volga大麦与几个小麦品种(其中包括Federation品种)重复这些杂交，从961朵授粉的小麦小花中仅得到5粒种子。因为这些植株全部类似小麦亲本，他认为这些植株来自未经控制的自花授粉。杰出的谷物育种工作者Pye，在维克多里亚洲Dookie农业大学也试作了小麦、大麦杂交，虽然得到

了少量种子，但他断定这些植株大概不是杂种 (Pye 1921, Sims 引证, 1980) Gordon和Raw (1932) 记叙了1913—1932年在维克多里亚州Werribee地方的州农业研究站进行的小麦、大麦杂交试验。推断他们得到的植株一个也不是真的小麦、大麦杂种，但是可以相信这些种子也不是从自由的外来花粉杂交而得的。因为 F_2 和 F_3 代的各种性状一致地出现不规则的分离比例，并在其中一个杂交的后代中观察到了某些细胞学上的紊乱现象。他们推测这是母本染色体结构的失调现象。然而，我们认为他们所得的结果，如果不是全部，也是大多数与外来花粉杂交的结果相一致的。

最近Ahoks (1970) 报道了一些产生小麦、大麦杂种的失败例子。他们用了几种新的处理，如把新鲜花粉混合，在授粉前、后用赤霉素和核糖核酸酶 (RNase) 处理柱头，但均未得到杂种。由此看来，关于小麦和大麦杂交的早期论文中所报道的假定杂种没有一个是有确切证据的。

新近产生的小麦-大麦杂种

1973年Kruse首先提供了获得小麦、大麦杂种的证据。他用二倍体普通大麦 (*Hordeum Vulgare*) 给六倍体普通小麦 (*Triticum aestivum*) 授粉，得到了几粒种子，但是它们的胚在培养中死去。然而用反交获得了杂种植株。Kruse用二倍体 (*T. monococcum*, 栽培一粒小麦)、四倍体 (*T. dicoccum*, 栽培二粒小麦) 和六倍体小麦给二倍体大麦授粉，结实率分别为0.25、1和8%。大约90%的种子有胚，当把这些胚进行培养时，每个杂交组合都得到了一些杂种植株。用栽培一粒小麦、栽培二粒小麦和普通小麦作父本的杂种体细胞染色体数正如所期望的分别为14、21和28。小麦和大麦的带随体染色体也能在杂种中被鉴定出来。每个杂交组合的 F_1 杂种都象小麦亲本。这些杂种生长茁壮，自花不育。最初，Kruse用普通小麦花粉给大麦 $\times$ 小麦杂种回交，仅得到一棵植株。1976年Kruse报道，他用一氧化二氮处理一株大麦 $\times$ 六倍体小麦的杂种后，得到了一株双倍体，仍然是自花不育的。继Kruse的结果之后，1973年Islam用许多不同的种和栽培品种进行小麦与大麦的杂交。大麦栽培品种有Ketch、Clipper、Prior和Betzes，小麦亲本有六倍体的中国春小麦和四个澳大利亚栽培品种 (Gabo、Falcon、Heron和Halberd) 以及两个四倍体小麦即栽培二粒小麦和硬粒小麦。起初，采用Kruse (1973) 的杂交程序做杂交，可是后来发现在完整的植株上也能容易获得杂种种子，因而放弃了剪下穗子的作法。

用Ketch给中国春授粉时，没有得到种子，但当以大麦作母本时，大多数杂交组合获得了种子 (表1)。从Ketch $\times$ 栽培二粒小麦和Betzes $\times$ 栽培二粒小麦这两个组合中，分别得到2株和1株杂种植株，染色体数为21。它们是自交不育，也未得到回交后代。大麦 $\times$ 硬粒小麦的组合，结出了许多大的种子，由此长出的植株在苗期就夭亡。

用六倍体小麦作父本的平均结实率是5.8%。Betzes $\times$ 中国春是最成功的组合，结实率是15.4% (Islam等1975)。从211粒种子中共得到137个胚，其中67个能存活并长成植株。所有的杂种植株用秋水仙碱处理，未能得到双倍体。然而这些植株是雌性可育的，当用小麦花粉授粉后，每穗得到回交一代种子 (BC_1) 0.3—1.2粒。

除了花粉母细胞中出现染色体数目的镶嵌性外，这些植株的形态、染色体结构和不育性与Kruse在大麦 $\times$ 六倍体小麦杂种中所观察到的是一致的。大多数植株表现部份雌蕊化，即数目不等的小花中有一个或一个以上雄蕊被类雌蕊状结构所代替。雌蕊化似乎是由小麦染色

表 1

大麦×小麦杂交授粉的小花数和结实率

大 麦(♀)	小 麦(♂)	四 倍 体		六 倍 体				
		二粒小麦	硬粒小麦	中国春	Gabo	Heron	Falcon	Halberd
Ketch		195 (3.0)*	42 (16.7)	512 (10.9)	421 (3.1)	140 (1.4)	59 (6.8)	176 (1.1)
Clipper		506 (2.7)	—	576 (9.7)	191 (2.6)	53 (0)	65 (3.1)	82 (0)
Prior		861 (0.5)	30 (10)	390 (10.8)	341 (0.3)	219 (0.5)	54 (0)	145 (0)
Betzes		47 (4.2)	33 (18.2)	162 (15.4)	22 (9.1)			43 (0)

()*=结实百分率

表 2

小麦×大麦杂交授粉的小花数和结实率

小 麦(♀)	大 麦(♂)	Betzes	Clipper	Ketch	Golden promise
普通小麦					
中国春		3381(1.3)*	902(0.3)	2731(0.2)	
Gabo		759(0)	182(0.5)		
Tobari 66		178(0)			
硬粒小麦					
Kingfisher		817(1.6)			
K 713		1194(2.4)			337(3.8)
K 720		226(0)			

()*=结实百分率

体组和大麦细胞质之间的不亲和性引起的。并随着世代的增加而越来越显著,严重地干扰了小麦—大麦异源胞质附加系的创造。1975—1978年间就开展了反交试验,使 F_1 杂种及其衍生系具有小麦细胞质而不是大麦细胞质(Islam等 1978,1981)。中国春×Betzes再一次获得最好的结果(表2),但成功的比例也只有1.3%,而反交是15.4%。共得到了47粒种子,具22个能培养的胚,由此产生了20棵植株。其中,仅一株是正常的 F_1 杂种,它具有21个小麦染色体和7个大麦染色体,在减数分裂时形成22个单价体。另外19株杂种的体细胞染色体数的范围是21—36,其中3株是小麦单倍体;5株具有一套小麦染色体组再加上1—6个不同的大麦染色体;11株是异常的染色体结构(Islam等 1981)。Islam和shepherd(1981)认为这些小麦×大麦杂种的不正常的染色体结构可能是由于在合子分裂的早期,正常的染色体分离发生混乱,有时大麦的染色体完全被排除掉,以及由于某些小麦或小麦染色体的重复或缺失所致。

F_1 杂种的形态也是各异的。具28染色体的正常杂种,在形态学上、细胞学和自交不育性等方面与反交杂种相同,但没有雌蕊化的迹象。大多数花粉母细胞具有28个染色体,同时也观察到染色体数目的嵌合现象,如同在反交杂种中看到的一样(Islam和shepherd 1981)。少数的28染色体花粉母细胞有一个或一个以上二价染色体,在128个细胞中,平均染色体联会

是 $26.51' + 0.72'' + 0.015'''$ 。用秋水仙碱处理的这种杂种植株,虽然在减数分裂时观察到了具56个染色体的加倍部份,但自交未能得到种子。用六倍体小麦花粉回交,平均每穗结实3.5粒。

具23和21个染色体的植株,除前者的小花较大外,和中国春单倍体很相象。具有很不正常染色体结构的 F_1 杂种植株的穗子表现出为数众多的异常穗:如芒加多,附加小穗和畸形小花。所有这些 F_1 杂种是自交不育,有些是雌性不育。正常的 F_1 杂种和3株异常的杂种被用来产生附加系。

新近,小麦与大麦杂交扩大到一些四倍体小麦,并得到了少量种子(表2)。当幼苗二叶期从琼脂培养基移到土壤中去14天内,有17株死去,2株硬粒小麦的单倍体存活下来并生长健壮。

并行的杂交方案是用Betzes大麦和中国春小麦(Fedak, 1977, 1980)进行正反交:大麦 $\times$ 小麦的结实粒数为授粉小花数的0.80%;反交为0.23%。而在我们的研究中则分别是3.7和0.56%。可是我们观察到正反交杂种的体细胞染色体数目有明显的不同,而Fedak获得的正反交杂种主要是28个染色体。这可能是由于胚培养的成功率不同,因为Fedak仅有3%的成功率(5/152);而我们是91%的成功率(20/22)。一种可能是在Fedak的研究中,只有具28个染色体正常结构的胚才存活下来;而我们得到的是所有胚的类型的典型样本。另一种可能是亲本植株的生长条件影响这些杂交的结果:在Fedak的研究中,亲本植株是栽培在每天16小时光照下的人工气候箱里;而我们的植株是春天和初夏种在每天日照变化在11—14小时的普通温室条件下。

在两者的研究中都观察到杂种花粉母细胞具有不同的染色体数,但Fedak仅观察到超倍体(hyperploids)。这种染色体的镶嵌现象归因于孢母细胞中进行了异常的减数分裂前有无丝分裂(Fedak, 1980; Islam和Shepherd, 1981) Fedak观察到的染色体配对水平比我们在大麦 $\times$ 小麦及其反交中具有28个染色体的花粉母细胞中期I观察到的要高(大麦 $\times$ 小麦杂交是 $1.72''$ 对 $0.78''$;反交是 $1.21''$ 对 $0.72''$)。因为在这些杂种中观察到的配对水平比小麦和大麦单倍体所出现的配对总数还要高, Fedak (1977, 1980)提出:大麦染色体组可能对小麦5B染色体上的ph位点具有微弱的抑制作用。我们认为这种推测不是结论性的,一些具28个染色体的花粉母细胞可能是具有一个或一个以上染色体发生重复或缺失的非整倍体。这样增加的配对染色体可能包括同源的,而不是部分同源染色体。

Bates等(1974)也曾提到过借助于免疫抑制剂(immunosuppressant drugs)在授粉前注射到母本中去的方法产生硬粒小麦与大麦和普通小麦与大麦的杂种。这些假定杂种的根尖体细胞染色体数,在硬粒小麦组合中是18—21,在面包小麦组合中是21—36。因为这些假设的杂种都是自交可育的,它们可能是由于免疫抑制剂诱导胚胎细胞的异质有丝分裂而产生的小麦的非整倍体类型。Bates等报道(1976),用免疫抑制剂处理后得到的小麦、大麦杂种,在胚胎形成的早期丢失了大麦染色体。Thomas等作者(1977)后来得到了大麦 $\times$ 圆锥小麦和大麦 $\times$ 普通小麦的杂种,而在授粉前或授粉后均未进行化学处理。但是,除了Manker大麦和圆锥小麦及普通小麦的两个杂交组合外,成功率是很低的,这两个组合的结实率分别为1.7和2.5%。从培养的32个胚中仅得到7株苗,杂种的染色体数分别为21和28,虽然也曾观察到某些有丝分裂和减数分裂的不稳定性。全部植株是自交不育,试图用秋水仙碱诱导加倍,使其结实未能成功。

除了这些小麦属和大麦属栽培品种间的杂交外,还做了小麦属和大麦属野生种的杂交。

Macindoe和Brown (1968) 报道, Halloran曾产生小麦×野生大麦的杂种, 但是没有发表这个工作的细节。根据Halloran的私人通讯, 他本人显然没有经过胚培养就从中国春×野生二棱大麦 (*H. Spontaneum*) 的杂交中产生了具28个染色体的 F_1 杂种, 这株杂种在形态上介于双亲之间, 自交不育, 当用小麦花粉回交时也未产生种子。

Barclay (1975) 用球茎大麦 (*H. bulbosum*) 的二倍体和四倍体品系的花粉与中国春小麦杂交, 发现得到的植株只是21个染色体的单倍体。Kimber和Sallee (1976) 用布顿大麦草 (*H. bogdani*) 给40朵提莫菲维小麦的小花授粉后, 得到了一粒种子, 这粒种子在植株上成熟, 发芽正常, 由此产生一株具21个体细胞染色体的自交不育的杂种。Martin和Chapman (1977) 用胚培养成功地获得了智利大麦 (*H. Chilense*) 和中国春的杂种, 具28个染色体, 自交不育, 但用秋水仙碱处理后产生的一株是可育的双倍体 (Chapman和Miller, 1978)。这个双倍体已被用来产生了具49个染色体的七倍体, 然后用后者产生一些附加系, 即把智利大麦的各个染色体附加到小麦中去。

综上所述, 尽管许多小麦和大麦杂交的早期尝试都未成功, 但自从1973年Kruse在这两种作物中间成功地获得杂种以后, 其他一些工作者不仅用普通大麦, 也用一些野生大麦和各种小麦杂交都获得成功, 这些野生大麦包括野生二棱大麦、布顿大麦草、球茎大麦和智利大麦。

附加系的产生、特征鉴定和利用

我们的目标是配置小麦和大麦杂交, 产生双倍体, 进而产生把各对大麦染色体附加到小麦的染色体组成中形成一套附加系。我们期望这些附加系可以用来鉴别大麦基因是属于哪个特定染色体的; 测定小麦和大麦染色体间的亲缘和进化关系; 并有可能把合乎需要的性状从大麦转移到小麦中来。所有从大麦×小麦或小麦×大麦杂种产生能育的双倍体的尝试都令人失望; 代替它的是一些用小麦花粉给这些杂种回交后获得的具49个染色体的后代(七倍体)。这些七倍体含有小麦染色体组成的全部和一套单倍的大麦染色体, 它是产生附加系的关键 (O'Mara, 1940) 这样就能继续前进实现我们的第二目标。

异源细胞质附加系 (大麦细胞质) 首先, 我们试图用含有大麦细胞质的七倍体来产生小麦—大麦附加系 (Islam等, 1975)。这些七倍体在减数分裂时出现大量的 $21'' + 7'$ 染色体联会, 标志着它们的授精是来自含有28个染色体的重建核卵细胞 (Islam和Shepherd, 1980)。回交一代的植株自交不育, 并且比 F_1 表现更明显的雌蕊化, 但是, 用小麦花粉再次回交, 就得到少量回交二代种子。在这些回交二代的62个根尖细胞中进行细胞学筛选, 得到了8个具有43个染色体的假定的单体附加系。由于强烈的雌蕊化, 又没有花粉囊, 因而不能测定这些植株的染色体结构。至少这些植株中有一株是单体附加系, 因为在细胞分裂中期I时, 它经常形成 $21'' + 1'$ 的构型, 但是由于自交不育, 不能从它产生二体附加系。

在大麦×小麦中, 广泛存在的雌蕊化现象是由大麦细胞质和小麦染色体组之间的不亲和性引起的, 我们企图产生小麦—大麦异源细胞质的附加系的努力受到了挫折。所以, 我们就致力于在小麦而不是在大麦细胞质中产生附加系。

同胞质附加系 (小麦细胞质) 附加系的产生——第一个二体附加系来自具有23个染色体的不正常的 F_1 杂种, 它在减数分裂时表现为 $21' + 1''$, 当用小麦给这个自交不育的杂种授粉时, 多数后代具有44个染色体, 减数分裂时构成22个二价体 ($22''$)。发现这些植株有一对大麦

染色体加入到整套的小麦染色体组内。该23个染色体的杂种应具有小麦的整套单倍体加上一对同源的大麦染色体。当用小麦花粉授粉时，具有23个染色体的重建卵细胞直接产生了附加系。后来发现，在这个附加系中的大麦染色体显然是异臂倒位体，一点也不像大麦 (Betz-es) 的染色体。目前我们推测这一对大麦染色体可能在断点处发生两侧（指着丝点）换位，一个断点是在一个臂（染色体）的着丝点附近，另一个断点位于另外一个臂的端部附近 (Islam等, 1981)。另外还获得了两个附加系，含有未变型的上述大麦染色体，一个附加系来自具有22个染色体的 F_1 杂种，另一个来自有28条染色体的杂种，后者在减数分裂时形成 $25' + 1''$ (Islam等, 1981)。其它附加系是来自有28个正常染色体的杂种。在回交一代中得到了具有49个染色体的七倍体，进而产生了大量的回交二代种子，并从细胞学方面筛选具有43个染色体的个体，它们可能是单体附加系。减数分裂时，在240个回交二代中，共鉴定出25个构型为 $21'' + 1'$ 的单体附加系，连同少数双单体附加系 ($21'' + 1' + 1'$) 一起，已被用于产生二体附加系。

25个单体植株可以分成5种不同形态类别，似乎与5个不同的大麦染色体附加到小麦染色体组的情况相对应。在每一类中挑选出一、两株对其后代先进行细胞学筛选，查明体细胞为44个染色体，减数分裂时形成 $22''$ 的植株，即二体附加系。在789株后代中只有5株是这种类型。但另外发现有8株则是 $21'' + 1''$ 构型。因为它们产生二体附加系和双端体附加系的频率高。这些单端二体附加系已被证明是特别有用的，双单体附加系优于单体附加系，因为在它们（指前者）的后代中，二体附加系的出现频率高（2.0%对0.6%），而且还提供一种可能性，即从一个原始材料可以获得两种不同的附加系。

我们还研究了一种产生二体附加系的新方法，而不依赖于通过单体附加系的花粉来产生罕见的附加大麦染色体的传递。这种方法是以下的事实为基础的。当六倍体小麦与球茎大麦杂交时，获得小麦单倍体的频率高，因为合子在早期分裂过程中排除了球茎大麦的染色体 (Barclay, 1975)。用球茎大麦同单体、单端二体以及二体大麦附加系杂交，每一个杂交都能高频率地得到具有22个染色体的非整倍单倍体后代，再用秋水仙碱处理使其染色体加倍就得到了二体附加系 (Islam和Shepherd, 1981)。

我们已育成7个二体附加系中的6个（称为A、B、C、D、E和F），以及14个双端体附加系中的7个。第七个大麦染色体 (G) 不可能产生二体附加系，因为只带一条这种染色体的植株，在其小孢子形成时期就出现一些细胞学上的反常现象，而且是自交不育的。

附加系的特征鉴定——通过各附加系与小麦杂交以及这些附加系之间互交的一套半双列杂交所得的后代，在减数分裂时检测其染色体配对型式（前者应为 $21'' + 1'$ ，后者为 $21'' + 1' + 1'$ ）来鉴定上述六个假定的二体附加系的真实性和特殊性。

首先，这些附加系根据它们在形态学上和生理学上与中国春亲本有哪些不同，来鉴别其特征，一般说来，用以识别单体附加系的那些性状，在二体附加系身上都表现得格外强烈。

尽管这些附加系在形态上不同于小麦亲本，但它们并不表现有任何明显的大麦性状。因此，杂种的一般外部形态特征对于鉴别那个特定的大麦染色体附加到小麦里面，是没有什么分析价值的。在这一点上，某些生化特性，例如蛋白质表现型，估计会更为有用，因为基因与蛋白质之间有着更直接的关系。大麦醇溶谷蛋白与大麦染色体G有关 (Islam等, 1975)，当该染色体附加到小麦中时，就会导致不育性。对于控制乙醇脱氢酶 (ADH)、一个谷（氨酸）草（酰乙酸）转氨酶 (GOT)、一个氨基肽酶 (AMP)、一个肽链内切酶 (EP)

和几个酯酶变体的大麦结构基因，我们已经知道了它们在染色体上的位点。这些同功酶能够表示出六个附加系中四个附加系的特征特性（Hart等，1981）。

对于二体附加系特征特性的初步鉴定，这些同功酶是非常有用的，在最近有关个别大麦染色体代换特定小麦染色体的研究中，同功酶也是非常有价值的。

如果附加系中的大麦染色体可以同用于大麦染色体的标准编号系统（即根据大麦三体所用的编号系统）发生连系，就能够实现附加系特征特性的最后鉴定（Tsuchiya等，1960）。Islam（1980）对Betzes大麦及其三体和附加系细胞染色体都做过异染色质带型（N—带）的分析。他发现每一个大麦染色体都有一个独特的带型，而且可以有别于小麦染色体的带型。将附加系中的大麦染色体带型和每个三体中额外染色体的带型相对照，上述随意编排的大写（字母）符号（A、B、C、D、E、F、G）可以改换为大麦染色体的标准编号系统（相应地分别为4、7、6、1、2、3、5）。

附加系中染色体配对的正规性和小麦亲本相似，只是附加系1和4在中期I表现了更多的不配对现象。在温室条件下，除了附加系1之外所有的附加系都有良好的育性。只有附加系4和7，由于细胞学上的不稳定性，在保种时需要特殊照料（Islam等，1981）。

与含有6个大麦染色体的小麦（多半在发育上表现正常）相比较，那些具有大麦染色体—5的小麦植株（包括 F_1 杂种，回交一代和某些回交二代），在小孢子发生期间表现出许多不正常的现象（Islam和Shepherd，1981）。这些不正常现象有花粉母细胞中出现染色体数的镶嵌性，包括亚倍体、超倍体和高倍多倍体的细胞，还有减数分裂后的某些不规则性，如线状的多分体和多孔花粉粒。不正常的程度依这些植株的染色体结构而定。仅仅是染色体5的附加系最不稳定，而且完全不育。然而，当大麦染色体6和染色体5都存在时，例如在一个具有44个染色体的双单体植株内，细胞学不正常的行为则少得多，而且还是雌性可育的。

毫无疑问的是：当大麦“染色体5”附加到小麦里时，就会改变纺锤体的结构与功能，这一情况发生在孢原细胞中减数分裂前体细胞分裂期间，以及花粉母细胞中的减数分裂时刻。这种细胞学行为和小麦花粉囊形成期间的特定时期，用秋水仙碱诱导纺锤体的崩散极为类似（Dover，1972；Dover和Riley，1973）。而且，我们的观察与Dover（1973，b）用小麦—突变山羊草（*Ae. mutica*）附加系所得到的某些其它发现很类似。他发现突变山羊草的M染色体附加到小麦中就会导致减数分裂时部分同源染色体的配对，花粉母细胞的染色体镶嵌性和多孔花粉的形成。至少从后两个方面来看，其作用与染色体5相似。

至于大多数（小麦×大麦） F_1 杂种体细胞出现不规则的染色体结构是否与大麦“染色体5”有关，这个问题仍然没有答案。不过，由于出现不正常染色体结构的現象只局限于小麦×大麦的 F_1 杂种，而小孢子发生时期的不正常性则存在于任何含有染色体5的植株内（不管它们是什么细胞质来源），所以，我们认为以上两种不正常情况大概是由于不同的原因引起的。

附加系的利用——附加系提供了一个把大麦基因定位于染色体或染色体臂上的新方法，只要简单地测定哪个完整染色体附加系或端体附加系表达了大麦的哪一个特定性状就可以了。这种方法对结构基因来说是非常有用的，但不适用于调节基因或控制基因，而且当然只限于那些在小麦的遗传背景上能够表达出来的大麦性状。

现已证实这些附加系用来鉴定哪个大麦染色体携带有影响种子贮藏蛋白（Islam等，1981；Lawrence和Shepherd，1981）和几种同功酶活性（Hart等，1981；Powling等

1981) 的结构基因是非常有用的。摘录结果见表 3。从大麦种子蛋白上获得的结果特别有意思, 因为醇溶谷蛋白 (B2, B3) 和谷蛋白 (B₁) 两者都是由染色体 5 控制的。在同一研究中, 发现控制谷蛋白基因是在染色体 5 的长臂上, 而醇溶蛋白的基因是在短臂上。大麦中这些基因在染色体上的分布与小麦相类似。在小麦各染色体组的染色体 1, 短臂上有控制醇溶蛋白的基因, 长臂上有控制谷蛋白的基因 (Wrigley 和 Shepherd, 1973; Bietz 等 1975; Lawrence 和 Shepherd, 1980)。这些结果表明大麦染色体 5 和小麦基因组的染色体 1 之间有遗传学上的相似性, 它们很可能是从共同祖先的染色体传递下来的。然而, 即使有这种遗传相似性, 我们应当提出这样的问题: 这些基因的产物可能发生了什么转化, 从而使小麦面粉中的谷蛋白集聚为有粘性和弹性的面筋复合物, 而大麦面粉似乎没有形成粘性与弹性的潜力。

表 3 大麦蛋白质结构基因的染色体定位

大 麦 染色体	蛋 白 质 性 状
1	EST-1, -2*, EP*
2	G-6-PD ϕ
3	EST-3, -4*
4	ADH*, ACPH ϕ , β 淀粉酶 ϕ
5	大麦醇溶谷蛋白 ⁺ ; 谷蛋白 ⁺ ; PGI-1 ϕ ; MDH ϕ
6	GOT-2*, AMP*
7	-

*Hart 等(1981); ⁺Lawrence 和 Shepherd(1981); Powling 等(1981)

ACPH= 酸性磷酸酶, PGI= 磷酸葡萄糖异构酶

MDH= 苹果酸脱氢酶, G-6-PD= 葡萄糖6-磷酸脱氢酶

Powling 等 (1981) 比较了大麦和小麦中控制酸性磷酸酶和 β 淀粉酶同功酶的基因在染色体上的位点 (Hart 和 Langston, 1977; Joudrier 和 Cauderon, 1976), 并增强了早期提出的看法: 大麦染色体 4 可能与小麦染色体组的染色体 4 是部份同源的。关于苹果酸脱氢酶和磷酸葡萄糖异构酶, 在大麦 (Powling 等, 1981) 和小麦 (Bergman 和 Williams, 1972; Hart, 1979) 研究中所获得结果, 进一步证实了从籽粒贮藏蛋白得来的论点 (Lawrence 和 Shepherd, 1981), 即大麦染色体 5 和小麦染色体群 1 至少表现有局部的部分同源性。

从叶片、茎秆和穗部都比较狭窄等特点来看, 大麦染色体 2 附加系和黑麦附加系 2R (Riley 和 Chapman, 1958) 及小麦四体 2A、2D (Sears, 1954) 很相似, 这个大麦染色体也可能与小麦染色体群 2 是部份同源的。

我们已经得到用大麦染色体 6 替换了小麦染色体 6A、6B 和 6D 的代换系, 还有用大麦染色体 4 置换小麦染色体 4A 的代换系。大麦染色体 6 与小麦染色体群 6 的遗传补偿效应在植株生活力和育性方面表现得最突出。可是, 用大麦染色体 4 替换小麦染色体 4A 所得到的结果则有出入。尽管小麦缺体 4A 一般表现为生活力差和完全雄性不育, 利用具有大麦染色体 4 的异臂附加系所形成的最初代换, 并由此衍生的二体代换系却表现了高度的生活力和育

小麦和大麦染色体的部份同源性——附加系的表现证明了它们之间存在着遗传学上的相似性。Hart 等 (1981) 指出, 控制乙醇脱氢酶和谷 (氨酸) 草 (酰乙酸) 转氨酶-2 同功酶的大、小麦基因的产物, 在附加系 4 和附加系 6 以及七倍体中, 能够形成有活性的异二聚体 (heterodimers), 从而得出结论说控制相似同功酶活性的基因一定是部份同源的。他们认为很可能控制肽链内切酶和氨基肽酶的同功酶的基因也是部份同源的, 因为大、小麦的这二个种同功酶在发育上和组织上的特异性是类似的。由于 Betzes 大麦中这些同功酶的基因位点与中国春小麦的这些位点好象是相对应的, 因此他们认为大麦染色体 4, 6, 1 可能相应地与小麦染色体 4, 6, 7, 是部分同源的。

性。大麦染色体能够很好补偿小麦染色体4A功能的这种明显的作用是相当意外的事情，因为小麦染色体4A有若干异常的遗传学与细胞学特点（1980年，Driscoll的综述）这一点也不象人家所发现的小麦部分同源染色体4B和4D，即使存在额外的剂量也不能补偿缺体4A的雄性不育性现象。我们用一个不同来源但其结构显然仍未改变的大麦染色体4，重复了这种代换试验，得到的代换系所表现的遗传补偿效应要减弱得多。可能正如为小麦染色体4A所作的假设一样（Barlow和Driscoll，1980），这个雄性育性基因是在大麦染色体4的一个臂的末端上，而第二次代换过程中所用的那个染色体也许已经丢失了这个末端。

大麦特性转入小麦——附加系的产生第一次使得大麦性状转移到小麦身上成为可能，其作法与Sears（1956）和Riley等（1968）所描述的大麦特性转给小麦，其从外来种引入所需要的性状给小麦的方法一样。至于把大麦的基因转入小麦是否能对小麦品种有所改良，还难以作出回答。首先是要鉴别大麦有哪些优点可能提供给小麦，然后需要了解大麦的这些特性能否在小麦背景中得到表达，以及它们是否仅仅由一个大麦染色体上的基因所控制。

据称，重要的特点之一是某些大麦品种的高度耐盐性（Epstein和Norlyn，1977）。由于小麦不耐盐，如果大麦的这种特性转给小麦并加以利用，那是很有益的。然而，这个特性在小麦背景中能否表达出来和它的遗传控制如何都不清楚。从我们关于形态特征方面的经验中得知，很可能大麦的许多农艺和生理特性并不能在附加系中得到表现，特别是这些特性分别由几个微效基因控制时更为如此。

另一个尝试是把大麦抗黄矮病毒病的特性转给小麦（Qualset，1975，私人通讯）。尽管对于上述这一特定的例子可能不适用，我们仍然认为，广泛地把控制抗病性的基因从大麦转入小麦，可能对生产不利，因为这样作会增加作物之间的遗传一致性，从而增加了它们的遗传脆弱性。

未 来 的 展 望

小麦与大麦杂交的尝试已进行了八十多年，但是得到可靠的杂种则仅仅是1973年以来的事情，而且近七年来的进展是很快的。将来，最重要的问题可能是小麦×大麦杂种及其衍生物能否对小麦改良（作为一种作物）作出贡献。小麦×大麦这样一种远缘杂交，根据Hutchinson（1934）的意见是两个不同的亚族成员之间的杂交，又按照Sakamoto（1973）的看法，是小麦族（*Triticinal*）内两个很不相同的生态类群间的杂交。目前已经取得的成功可能会通过间接的作用对小麦作物进行改良，并且可能促使细胞遗传学家去尝试进行以前未做过的小麦族其它一些属之间的杂交。这些野生禾本科植物与小麦的杂交种可能给小麦提供新的抗病来源，而不会象从其它栽培作物导入抗病基因那样可能带来的不良后果。

鉴于这两种作物在分类学上有着明显的不同，它们在一万年以前就开始分离驯化（Harlan，1968；Riley，1975），它们可能早在第三纪的中新世—上新世时代，就与共同的祖先分道扬镳了（Sakamoto，1973），然而小麦与大麦的某些基因（Hart等，1981）和染色体之间却如此地极为相似，这一现象是令人惊讶的。进一步测定它们的染色体的遗传对等性，将对小麦和大麦之间的进化关系提供许多有价值的资料。

未来将会从小麦×大麦杂种中产生可育的双倍体。对此，我们是乐观的，特别是用小麦×*H. Chilense*已经得到了后代（Martin和Chapman，1977）。成功与否可能有赖于找到大麦染色体5的一个变异体，当它附加到小麦中时，不致使纺锤体异常，现在我们正在野生

种和栽培种大麦中寻找它。如果这一研究成功，我们就不仅可能产生双倍体，而且还可能得到带有大麦染色体5的二体附加系，而这正是完成整套小麦—大麦附加系必需的材料。另一个优先考虑的课题是研究小麦×大麦杂种中体细胞染色体结构发生变异的起源和原因。对于染色体不规则分布可能发生在合子早期分裂时期的细胞学根据，需要积累更多的资料。我们还需要知道是环境因子，诸如日照长度的变化，还是遗传因子，例如母本中具有一个或是更多的大麦染色体，能够克服这个问题。而解决这个问题是很重要的，因为目前它是限制产生新的小麦×大麦杂种的主要因素。

(参考资料(略)，原文附有插图。)

陈孝、杜振华译自《小麦的今天和明天》，1981，p.107—128，庄巧生校

大麦 × 小麦 的 杂 种

Antho n Kruse

人们很少注意大麦和小麦的属间杂种，估计是由于人们认为形成这种杂种如果不是空想也是不大可能的。据作者所知，只有Ahokas(1970)尝试做过大麦与小麦属间正反交的试验。

作者在1967—1968年间曾试验做过普通小麦(♀)和二棱栽培大麦之间的杂交，得到大约十个杂种胚。可能是由于幼胚培养技术不适宜，这些杂种胚全部死亡。

在1972年春天，在搞普通大麦(♀)×不同倍数水平的黑麦杂交计划的同时，又试验做了栽培大麦(♀)和普通小麦之间的杂交。在已经获得的肯定的结果的基础上，扩大了试验，包括四个二棱栽培大麦品种作为母本，Koga、Gato和Starke三个普通小麦品种以及二粒小麦(*T.dicoccum*)和一粒小麦(*T.monococcum*)作为父本，所得结果列入下表。

二棱栽培大麦(♀)×普通小麦、二粒小麦、一粒小麦的杂种植株数

♀	♂	普 通 小 麦			二粒小麦	一粒小麦	总 计
		Koga	Cato	Starke			
栽培大麦Bomi		1	1	3	1	1	7
栽培大麦Bomus		3	1	1	1	0	6
栽培大麦Emir		2	2	1	2	0	7
栽培大麦Lofa		4	1	1	2	0	8
总 计		10	5	6	6	1	28

在这些杂交中所采用的措施和培育栽培大麦(♀)×黑麦杂种的相似(Kruse, 1967)简单说来，它包括在低温温室(10—13℃)栽培大麦品种。在开花前半天到一天把大麦的穗子剪下来水培，去雄，再隔1—2天用小麦花粉授粉。授粉一天后用75ppm的赤霉素逐个点滴滴柱头和胚珠，授粉2天以后又重复点滴一次，使柱头和胚珠共接受2×75ppm的赤霉素。盛穗子的水每天换一次，穗子置于温度为25℃和相对湿度近80%的简便培养箱中。

授粉12天后在无菌条件下将杂种胚剥取下来。杂种种子用千分之一的氯化汞溶液处理1分钟，用蒸馏水冲洗，放在约14日龄的大麦胚乳上。胚乳事先已移置在改良培养基上。作者所采用的培养方法的细节将在以后发表。

有近70%的大于300微米的幼胚长成了植株，这说明所采用的栽培大麦和小麦物种之间

存在着肯定的接合作用。培养的幼胚发育成植株的过程延续了3—5周时间。产生杂种种子的频率高低同母本植株的健壮程度、生长条件以及花粉给体的可育性有关。在栽培大麦×普通小麦的杂交组合中,在最适条件下,可得到高达3%的杂种,只有Emir×Starke这个杂交组合例外,成功率较低,只有1%。在后一种组合里,发育起来的杂种带有自己胚乳的痕迹(只观察了一例),得到三个形态异常的幼胚;只得到1株明显正常的植株。栽培大麦和二粒小麦杂交,杂种的频率也接近1%,而栽培大麦×一粒小麦的杂种频率近0.25%。幼胚的形成占受精总数的近90%。栽培大麦×普通小麦和栽培大麦×二粒小麦杂交产生的幼胚,大小变动在0.3—1.5毫米间。栽培大麦和一粒小麦杂交,杂种幼胚为2.2毫米。

从形态特征来看,杂种植株类似父本,在幼胚培养阶段从杂种上能看到小麦的绒毛。和父本比较,杂种植株的每个小穗的小花原基有显著增多的明显趋势。这和以往报导的栽培大麦×黑麦杂种的情况相似(Kruse 1969)。杂种植株营养体生活力与父本种一样,甚至超过父本,但是生殖器官却是不育的;在用杂种(Emir×Koga)×Koga的回交中只得到1株回交植株。细胞学的工作是哥本哈根大学,遗传研究所的雅克布森用他改进的压碎方法完成的(未发表)。在用具有不同数目染色体的物种杂交时,把杂种的染色体数和所预期的值加以比较是很有意义的。在上述物种的杂交中,也需要证明在杂种中是否存在来自两个亲本的染色体。

栽培大麦×二粒小麦杂种的预期染色体数是 $2n=21$,栽培大麦×普通小麦杂种的预期染色体数为 $2n=28$ 。从这个杂种得到的实际值和预期值相符。栽培大麦和一粒小麦的杂种具有 $2n=14$ 的染色体。这三个物种染色体的随体彼此不同。栽培大麦随体染色体与小麦属的两个种的随体染色体显著不同,以致这些染色体可以做标记用。这三个种都发现有两对带随体的染色体。大麦的两对随体染色体,在染色体的大小和着丝点的位置方面有明显区别。小麦种的两对随体染色体和随体均比大麦的(两对随体染色体和随体)要长。

总之,可以这样说,在大麦和小麦属的两个种之间杂交,有可能产生具有HHAAB B-DD ($2n=56$) HHAABB ($2n=42$) 和HHAA ($2n=28$) 基因组构型的新的异源倍数的禾谷类物种。

邵启全 译自Hereditas, 13.1.157—161, 1973

大麦和小麦杂种胚的离体培养及 杂种幼苗的形态和染色体观察*

南开大学生物系

周之杭 杜荣骞 安祝平 俞新大 蒋志春 胡秀英

用矮六棱裸大麦天津1号与多种小麦品种进行正、反交。授粉后在柱头上滴赤霉素,刺激幼胚生长,并结合离体培养技术培养杂种幼胚。在几个组合里获得大麦与小麦属间杂种。对杂种幼苗的形态和根尖细胞染色体进行了观察,并且报告了调整培养基中激动素浓度后的效果。

* 本文承刘毅然教授审阅,特此致谢。

本文发表于《遗传学报》1979, 6卷, 3期。

关于大、小麦属间杂交早已引起人们的注意, Smith (1951)^[2]曾作过综述。以前虽有多人进行过试验, 但都未获得成功。Kruse (1973)^[3]报道了杂交授粉后在雌蕊上滴赤霉酸, 并且结合离体培养杂种胚等方法获得大、小麦杂种植株, 对大、小麦属间杂交提供了一条可行的途径。Islam等 (1975)^[4]用二棱大麦×小麦得到杂种, 杂种自交不育, 而用回交法得到后代。Fedak (1977)^[5]报道二棱大麦×小麦成功, 并且认为可能存在大麦与小麦染色体部分同源配对。国内有少数单位从事大麦×小麦的育种研究^[1], 但还未见有离体培养杂种成功的报道。

我们于1978年开始用矮六棱裸大麦和小麦进行属间杂交的研究, 用人工培养基对杂种幼胚离体培养, 得到了杂种幼苗。对杂种幼苗的形态和细胞染色体进行了观察, 证明获得属间杂种。

材 料 和 方 法

亲本材料有: 普通大麦 (*Hordeum vulgare*, $2n=14$) 矮六棱裸大麦: 天津1号。普通小麦 (*Triticum aestivum*, $2n=42$) 辐射育成品种: 津丰1号; 杂交育成品种: 泰山1号、农大139; 远缘杂交育成品种: 小偃麦——小偃4号、小偃5号、小偃58号以及小偃麦的一些新品系; 还用了小黑麦 (*Triticale*, $2n=56$): 新麦1号、新麦3号、新麦5号等为亲本。

杂交授粉分别于3月 (在温室) 和5月 (在田间) 进行。开花前2—3天人工去雄, 套袋隔离。授粉后翌日, 在已授粉的柱头上滴75ppm的赤霉酸一小滴, 第二日再重复一次。授粉后9—12日取穗, 在无菌条件下剥取稍见发育膨大的子房, 剖出杂种幼胚, 然后把它移植到自交的正常发育14日龄的已经在无菌条件下去胚的大麦胚乳上。这时胚囊中的杂种幼胚很小, 梨形, 大约0.1—0.2mm, 在普通解剖镜 ($\times 10$) 下操作, 并且注意把剥离下来的幼胚安放到大麦原来胚部的位置上。移植前, 对籽粒外表用0.1% HgCl_2 浸1分钟, 用无菌水洗3次。所有使用的器皿都经紫外线灭菌, 并且用酒精消毒, 以免染菌。

使用的人工培养基成份, 最初是按Kruse (1974)^[6]配方配制, 以后稍加修改, 把激动素由0.5mg/l增加到2.5mg/l。

移植后, 培养瓶在23—25℃温箱中培养, 出芽后, 白天在室内接受12小时的散射光。杂种根尖用0.05%秋水仙碱前处理, Carnoy固定剂固定, 盐酸-酒精(1:1)解离5分钟, 铁矾苏木精染色, 压片, 镜检。

观 察 结 果

(一) 大麦与小麦杂种胚培养结果

用大麦与小麦杂交授粉共1,580朵小花, 在培养基上培养幼胚750个, 共获得5株幼苗, 占接种胚数的0.66%。在所获得的幼苗中, 4株是用大麦为母本, 反交时仅获1株幼苗。各种杂交组合及培养结果列入表1。

(二) 幼苗及其形态

对5株幼苗的形态分别描述如下:

第1株: (天津1号大麦×津丰1号小麦) 杂种幼芽是在离体培养6天后出现的。比培养同日龄的自花授粉的大麦和小麦的幼芽分别晚出现3天和2天。杂种幼芽很小, 出芽2日

后仅0.3厘米高,以后也未能突破芽鞘。它有一条2厘米长的根,30天后分化产生6条根,但是幼芽未分化出叶和茎。又经转移一次培养基,也未长成完全的植株。

第2株:(天津1号大麦×小偃58号小麦)杂种幼芽是在离体培养8天后出现的。生长23天后有2片叶。苗高7.6厘米,叶长5.1厘米,宽0.21厘米,有3条根,最长的6.8厘米,最短的0.7厘米,生长缓慢。

第3株及第4株:(天津1号大麦×小偃5号小麦)组合共获得两株幼苗。它们的幼芽分别在离体培养6天和13天后出现。第3株培养23天后苗高12.5厘米,有两片叶,最长的叶11.6厘米,叶宽0.21厘米,根长7厘米。第4株培养16天后苗高9厘米。有2片叶,分别为3厘米和8厘米长,叶宽0.25厘米,根长9厘米。

第5株:(新麦1号小黑麦×天津1号大麦)幼芽是在离体培养8天后出现的。它是以大麦为父本杂交培养获得的一株幼苗。叶和根生长极慢。培养23天,株高仅1.2厘米,有一片叶,叶长0.9厘米,叶宽0.2厘米,只有一条根,根长1.6厘米,叶色深绿。

(三) 染色体数目

对以上5株中的4株(第一株根部逐渐死亡)根尖,按常规法制片镜检。由于其它几株根尖细胞染色体中期分裂相太少,不易鉴定,仅在第2株根尖细胞中观察到比较适宜的中期分裂相。在这个组合中,多数根尖细胞有28条染色体(21+7),这与预期的数目相符,表明7条来自天津1号大麦,21条来自小偃58号小麦。但是,杂种根尖细胞染色体并不全是28条,有的细胞只有21条染色体。那7条到哪里去了?我们在另一个视野里,看到有两个细胞都正处于分裂中期,在一个较小的细胞里有21条染色体,而邻近的一个较大的细胞里有28条染色体。而更引人注意的是,在一个处于晚期分裂相的细胞中,有49条染色体(7+42),7条染色体较集中于细胞的一端,42条则较集中在另一部位上。

讨 论

1. 在大麦与小麦属间杂交工作中,利用幼胚培养技术可以帮助较易获得杂种幼苗,而以大麦为母本,获得的苗比用小麦为母本的多。我们初次探索,出苗率较低,仅0.66%。Fedak^[5]获得9.0%的杂种幼苗。Islam等^[4]获得的出苗率平均是5.8%。他指出:“当用中国春给Betzes大麦品种授粉时,最高达到15.9%,比Kruse所得到的最高值3%更高。”但是,以上文献报道,他们都用二棱大麦为母本,与本实验所用的亲本大麦矮六棱裸大麦不同。在我们实验中出苗率低,究属材料本身遗传性质还是操作技术问题,或二者兼有,有待进一步研究。

2. 当剥取杂交授粉后的胚囊中的幼胚时,我们认为仅仅根据杂交后有9—12日龄的计算法是不够的。这时的胚,一般都过于小,约0.1mm,是否发育成真正的胚,不易断定,所以影响到杂种幼胚成苗率的提高。Kruse^[6]所用的胚不是按日龄计算,而是按胚的大小来分类的。他认为较大的胚,生长也较快。在将来的工作中,还要注意选择较大的胚加以培养,以便在接种时就淘汰发育不良的胚。然而杂种幼胚常常由于胚乳细胞不能正常分裂、胚缺乏营养而停止发育等原因,而使杂种胚早期夭亡。因此,需要在促使形成较大的杂种幼胚方面进行研究。

3. 大麦×小麦,杂种的根和芽常常发育不良,有其遗传的原因。但是,从培养基成份上加以调整,也有可能得到改进。我们根据Kruse吸取Tomaszewski和Kubok而综合成的

配方,制成人工培养基。但是我们在实验之初,发现第1株杂种幼苗芽的分化很差,及时调整了培养基中激动素的浓度,由0.5mg/l增加到2.5mg/l,在以后的培养物中未再发现有不正常分化的芽。Chin^[7]认为初生的愈伤组织转移到含植物生长激素的培养基中,能起促进根和芽的形成。他们证明激动素对于根的形成不起作用,因此,对于根的分化,需要进一步调整植物生长激素的成分。

4. 我们在对(天津1号大麦×小偃58号小麦)杂种根尖细胞染色体的观察中,看到多数细胞有28条染色体,可以确定是真正的大小麦杂种。因此,可以认为大麦与小麦发生了精卵结合的受精过程,而两亲的染色体可以共存于以大麦细胞质为背景的核内。但是,也观察到另一些情况,如有少数仅有21条染色体的细胞及49条染色体的细胞(7+42)。前者细胞内只剩下小麦的单倍染色体,而后者除了有单倍的大麦染色体以外,小麦染色体已二倍化了。

总之,从以上三种细胞染色体的图象分析,大小麦杂种F₁体细胞内染色体数目不一致。对于大麦与小麦属间杂种细胞染色体结合与分离,以及加倍的现象与原因,需要进一步研究。

参 考 文 献

- (1)关于大小麦新品系培育情况介绍,农作物远缘杂交育种,67—69。科学技术文献出版社,1977。
- (2)Smith, L., 1951. *Bot. Rev.*, 17: 40—42.
- (3)Kruse, A., 1973. *Hereditas*, 73: 157—161.
- (4)Islam, A.K.M.R., K.W. Shephred and D.H.B. Sparrow., 1975. 3rd. *Int. Barley Genet. Symp.*, Garching, 260—269.
- (5)Fedak, G., 1977. *Nature*, 266: 529—530.
- (6)Kruse, A., 1974. *Hereditas*, 77: 219—224.
- (7)Chin, J.C. et al., 1977. *Ann. Bot.*, 41: 473—481.

大麦与提莫菲维小麦杂种及其再生植株

中国农科院作物所 陈 孝 杜振华 张文祥 尹福玉 徐惠君

中国科学院植物所 朱至清

自1973年丹麦的Kruse首次用栽培大麦与六倍体小麦杂交获得了可证实的杂种植株以来,有关大、小麦杂交成功的事例屡见报道。杂交亲本的选择范围也逐渐扩大,除栽培品种外,还有野生种;小麦亲本中还考虑到不同染色体组型的种。提莫菲维小麦的优良抗病性、特殊的遗传特性在小麦的抗病育种和不育系的研究中都得到了成功的应用,如今在大麦、小麦的杂交研究中也引起了学者们的广泛兴趣。Cauderon (1978) 曾做了栽培大麦与提莫菲

* 黄惠宇同志参加部分试验工作。