

小麦与鵝冠草远緣杂交 試驗的初步結果

許耀奎 母文玉

(吉林农业大学)

提 要

从1960年开始,就着手进行小麦与鵝冠草的远緣杂交試驗工作,研究表明,它們之間的杂交可孕性是比較高的,但是,杂种第一代从种子发芽至成株,在不同时期的发育,表現极不正常,种子发芽时获得各种类型的不正常幼苗,不少植株在不同时期产生死亡現象。杂种第一代表現完全不孕性,花粉母細胞減数分裂极不正常。我們用回交、杂种植株越冬再生延緩生育、无性繁殖延緩生育等方法,克服了第一代的不孕性。杂种第一代在一系列性狀和特性方面产生了深刻的变異。杂种后代的分离現象不仅表現在第二代,更表現在第三代。在第三代的分离个体中出現了一些具有穗长、小穗密、小花多的类型。此外,杂种后代还发生了性变現象与无性分离現象。

一、前 言

随着农业生产的不断发展,由于小麦栽培技术水平和土壤肥力的不断提高,对品种提出了更高的要求,要求品种具备稈强、耐肥、抗病、穗长、粒多、高产等特点。在創造这样的小麦新品种的工作中,远緣杂交有其特殊的意义。

鵝冠草是野生的多年生異花授粉植物,对不良环境有强大的抵抗能力。抗寒与抗旱能力极强。生長势、分蘖力均很旺盛,小穗数及小花数也較多。这些优良特性与性狀往往为一般小麦品种所缺乏;因此,通过小麦与鵝冠草的杂交而育成兼备兩亲优点的小麦新品种,早为科学研究者們所注重。

J. Percival (1921) 首先指出,通过人工杂交可以获得小麦与鵝冠草間的杂种。1928年,苏联薩拉托夫試驗站最初开始鵝冠草与小麦的杂交工作,Н. В. Цицин在1930年就在罗斯托夫开始了小麦与当地鵝冠草之間的杂交,以后在远緣杂交的理論与实践方面进行了一系列的深入研究并作出了貢獻。他与Г.Д. Лапченко、В. Ф. Любимова, А.С. Артемова, А.В. Яковлев等人合作,先后育成了冬性小麦鵝冠草杂种599、186、1号,春性杂种22850、172和173号,大部分已在生产上推广。在Н.В. Цицин领导下还人工合成具有56个染色体的多年生小麦新种 (*Triticum Agropyrotriticum Cicin*),

对研究新种的形成方面具有重大意义。

此外, В. А. Хижняк (1938)、В. А. Вакар (1935), 在小麦与鵝冠草的杂交方面很早就已开始并进行了细胞学研究。加拿大学者 J. Armstrong (1936)、F. Peto (1936) 与日本学者松村等对小麦与鵝冠草的杂交也进行了全面的研究。其他国家如美国、印度的一些学者也对小麦与鵝冠草的杂交进行了研究。

我們从1960年开始进行小麦与鵝冠草的远緣杂交試驗, 現將試驗經過与初步观察結果簡述如下。

二、材料与方法

(一) 杂交亲本与組合

我們所进行的小麦与鵝冠草杂交均以春小麦品种为母本, 鵝冠草为父本。母本小麦系本省推广品种和本校初步育成的杂交品系。計有: 甘肃96号、麦粒多、松花江1号、松花江2号、白駱駝、C. I. 12302、秃不齐、合作1号、吉农大943、吉农大612。这些品种一般均具有抗锈、耐锈、較为丰产的特点。父本为来源于苏联的天藍鵝冠草 (*Agropyron glaucum*), 包括三个变种, 即藍鵝冠草 (*A. gl. v. genninum*)、綠鵝冠草 (*A. gl. v. virescens*) 和茸毛鵝冠草 (*A. gl. v. villosum*)。天藍鵝冠草为冬性多年生植物, 种子春季播种, 当年一般不能抽穗, 只有极个别植株抽穗开花, 植株高度約99—124厘米, 叶片寬大、莖稈較細、穗易折断、穗軸脆、分蘖力强、根系发达、抗逆性极强。

1960年共做了十个組合, 母本分別为上述十个品种, 父本为天藍鵝冠草, 目前已得杂种第三代。

(二) 杂交方法

在研究小麦与鵝冠草远緣杂交不易交配性的問題时, 首先遇到的困难是父母本开花期不一致。因此我們采取分期播种来加以調节, 并采用混合授粉和重复授粉; 其次我們还改进了杂交技术。

1. 播种方法:

① 小麦播种方法及开花期調节: 由于鵝冠草开花期比小麦晚10天左右, 为了調节开花期, 將母本小麦分四期播种, 播种期为4月22日、5月1日、5月10日、5月20日。播种方法为行長4米, 行距30厘米, 株距5厘米, 点播。

② 父本鵝冠草种植法: 1960年2月21日先將父本鵝冠草播于溫室播种箱中, 5月5日移至大田, 行距为80厘米, 株距为45厘米。

2. 杂交技术:

在上述期播种处理中, 以第3期(5月10日)播种的小麦抽穗开花正遇上当年一些鵝冠草植株的开花。鵝冠草开花時間比較集中, 一般以中午11点半至下午3点半为盛, 因而必須在中午時間抓紧采粉, 采粉后立即进行授粉。采粉工作应在鵝冠草开花盛期之前, 約上午11时就着手进行, 当取穗触动时, 花朵待放的穗部之内外穎会自动裂开, 三枚花药漸漸伸出, 这时就用鑷子將黄色花药取出, 放在培养皿中(培养皿内底及內圈周

緣应垫上紙片以防傳热)。采粉至要求数量为止。这时用鑷子輕輕撥动，花葯能自动开裂，花粉从中散出。授粉时用鑷子容易伤及柱头，可用麦稈（約12厘米長）一段，一端剪成斜面，取适当花粉倒散在每朵花的柱头上。

三、初步結果

1. 杂交結实率和杂交种子

从小麦与鵝冠草試驗工作所得初步結果表明，远緣杂交不易交配性的困难是可以克服的。1960年我們所进行的十个組合的杂交結果（表1）可以說明这个問題。

表1 各小麦品种与天藍鵝冠草杂交的結实率

杂交組合	去雄穗数	去雄花数	去雄日期	授粉日期 (重复一次)	結实数	結实率 (%)
甘 肃96号×天藍鵝冠草	11	152	7月14日—7月25日	7月16日—7月28日	97	63.8
麥粒多 ×天藍鵝冠草	9	136	7月14日—7月25日	7月16日—7月28日	100	73.5
松花江1号×天藍鵝冠草	8	109	7月14日—7月25日	7月16日—7月28日	67	61.4
松花江2号×天藍鵝冠草	7	98	7月14日—7月19日	7月16日—7月22日	71	72.4
白駱駝 ×天藍鵝冠草	19	268	7月16日—7月27日	7月17日—7月28日	141	52.6
C. I. 12302×天藍鵝冠草	11	156	7月15日—7月26日	7月16日—7月28日	61	39.1
秃不齐 ×天藍鵝冠草	5	74	7月15日—7月18日	7月16日—7月20日	42	56.7
合作1号×天藍鵝冠草	8	110	7月8日—7月20日	7月12日—7月22日	56	50.9
吉农大943 ×天藍鵝冠草	7	97	7月16日—7月20日	7月18日—7月22日	73	75.2
吉农大612 ×天藍鵝冠草	6	80	7月12日—7月20日	7月18日—7月22日	52	65.0

从表1来看，春小麦与鵝冠草杂交的可孕性是很大的，其結实率达39.1—75.2%。

由小麦与鵝冠草杂交获得的种子(F₀)一般表现为小麦型，但比較短縮，胚乳內营养物質較少，有的种子有胚无胚乳或有胚乳无胚。根据发芽結果，发现不少假萌动和不萌动种子，有的有根无芽，或有芽无根，有的只有一条根或二条根，而不是正常的

表2 各組合杂交种子发芽率及杂种第一代植株成株率

杂交組合	种子数	发芽数	发芽率 (%)	成株数*	成株率 (%)
甘 肃96号×天藍鵝冠草	88	25	28.4	14	15.9
麥粒多 ×天藍鵝冠草	100	28	28.0	6	6
松花江1号×天藍鵝冠草	50	21	42.0	9	18
松花江2号×天藍鵝冠草	70	32	45.7	24	34.2
白駱駝 ×天藍鵝冠草	138	43	31.15	20	14.5
C. I. 12302×天藍鵝冠草	59	15	25.4	11	18.6
秃不齐 ×天藍鵝冠草	39	9	23.0	3	7.6
合作1号×天藍鵝冠草	56	22	39.2	15	26.7
吉农大 943×天藍鵝冠草	73	77	23.2	6	8.2
吉农大 612×天藍鵝冠草	52	22	53.8	9	17.3

* 指达到抽穗开花的植株

三条根，显然这与受精过程或胚胎发育过程不正常有密切关系。虽經我們对种子进行了消毒及催芽，发芽率仍然很低（表2）。发芽后播种在木箱內，箱內土壤是以35%腐熟草炭、30%腐熟馬粪以及30%园田土混和的，出苗后对杂种第一代幼苗进行了观察。

从种子发芽播种到抽穗开花过程中在不同时期要遭受死亡，因此成苗率較低（表2）

2. 杂种植株的表现

杂种第一代幼苗在发育能力和色澤方面，与亲本有很大差异。在幼苗发育能力方面介乎父母本之間，但至拔节抽穗后就大大超过了父母本。至于色澤方面，特别是芽鞘色澤，倾向于父本鵝冠草，表现为淡紫色。

杂种第一代在生育后期，特别在抽穗期方面，大大落后于母本，这种生育期的延迟达14—25天（表3）。

杂种第一代在生育型方面，继承了母本小麦的春种性，当年全部抽穗；而父本鵝冠草直至結冻时仍处于分蘖状态。

表3 亲本与杂种第一代生育期的比較

亲本与杂种	出苗期 (月,日)	三叶期 (月,日)	分蘖期 (月,日)	抽穗期 (月,日)	开花期 (月,日)
天藍鵝冠草	3. 25	4. 8	4. 27	未	未
甘肃96号	3. 22	4. 4	4. 21	6. 11	6. 15
(甘肃96号×天藍鵝冠草) F ₁	3. 22	4. 6	4. 23	7. 4	7. 13
麥粒多	3. 21	3. 28	4. 21	6. 15	6. 20
(麥粒多×天藍鵝冠草) F ₁	3. 23	4. 5	4. 22	7. 10	7. 29
松花江1号	3. 22	3. 29	4. 16	6. 12	6. 18
(松花江1号×天藍鵝冠草) F ₁	3. 22	4. 9	4. 22	6. 26	7. 14
松花江2号	3. 22	3. 29	4. 21	6. 7	6. 14
(松花江2号×天藍鵝冠草) F ₁	3. 24	4. 4	4. 21	6. 22	7. 14
白駱駝	3. 21	3. 28	4. 21	6. 7	6. 15
(白駱駝×天藍鵝冠草) F ₁	3. 24	4. 5	4. 22	6. 28	7. 13
C. I. 12302	3. 21	3. 28	4. 21	6. 4	6. 10
(C. I. 12302×天藍鵝冠草) F ₁	3. 22	4. 4	4. 21	6. 29	7. 13
秃不齐	3. 21	3. 28	4. 20	6. 4	7. 11
(秃不齐×天藍鵝冠草) F ₁	3. 23	4. 5	4. 22	6. 23	7. 13
合作1号	3. 21	3. 29	4. 21	6. 11	6. 17
(合作1号×天藍鵝冠草) F ₁	3. 22	4. 5	4. 23	6. 25	7. 15
吉农大943	3. 21	3. 28	4. 21	6. 13	6. 18
(吉农大943×天藍鵝冠草) F ₁	3. 22	4. 1	4. 21	6. 27	7. 13
吉农大612	3. 21	3. 28	4. 20	6. 11	6. 17
(吉农大612×天藍鵝冠草) F ₁	3. 23	4. 5	4. 23	6. 28	7. 11

杂种第一代在穗部結構方面，表现为父本鵝冠草占优势的中間型，無論在穗型、穗長、小穗密度、小穗長寬以及小花数等均倾向于鵝冠草（表4），同时也表现了鵝冠草穗軸脆易折断的不良性状。

3. 杂种后代的不正常发育与不孕性

在一般的远緣杂交中，除了表现远緣类型不易交配性以外，最經常出現的就是杂种

后代的不正常发育与不孕性，我們对小麦鵝冠草杂种后代的不正常发育与不孕性进行了观察。

① 杂种后代的不正常发育：杂交所得种子从发芽到抽穗开花，所剩植株并不多，这从表 2 的成株率中就可看出。这是因为在不同时期发育不正常而产生死亡現象，情况

表 4 亲本与杂种第一代穗部結構的比較

亲 本 与 杂 种	穗长 (厘米)	每穗小穗数	每穗小花数
天藍鵝冠草	32.25	19.00	128.16
甘肃96号	7.61	11.42	42.42
(甘肃96号×天藍鵝冠草) F ₁	13.99	19.10	77.00
麥粒多	13.67	13.20	49.40
(麥粒多×天藍鵝冠草) F ₁	24.23	18.50	91.00
松花江1号	7.55	13.40	51.80
(松花江1号×天藍鵝冠草) F ₁	13.03	16.60	63.00
松花江2号	12.60	13.60	51.30
(松花江2号×天藍鵝冠草) F ₁	14.90	18.50	64.90
白駱駝	12.50	13.66	50.00
(白駱駝×天藍鵝冠草) F ₁	15.90	19.10	81.40
C. I. 12302	7.45	12.40	45.40
(C. I. 12302×天藍鵝冠草) F ₁	12.94	16.50	75.60
秃不齐	7.61	11.90	44.50
(秃不齐×天藍鵝冠草) F ₁	14.23	15.87	77.77
合作1号	15.80	13.60	48.00
(合作1号×天藍鵝冠草) F ₁	20.47	18.60	107.80
吉农大943	7.60	12.60	47.10
(吉农大943×天藍鵝冠草) F ₁	15.77	18.00	88.50
吉农大612	13.20	12.00	42.00
(吉农大612×天藍鵝冠草) F ₁	20.20	18.80	96.70

大致可以归纳为下列几种：

第一种情况：杂交所得种子发育不完全，产生有胚无胚乳、有胚乳无胚、有芽无根、有根无芽、一根一芽、二根一芽、假萌动和不萌动等現象。显然，这与受精过程和胚胎发育过程不正常有密切关系。

第二种情况：杂种在各个不同时期死亡，从种子出苗到三叶期、分蘖期、拔节期等均有死亡植株。死亡特征一般先从心叶枯萎至莖叶全部枯死。有的由于根系稀疏入土特浅以致得不到足够营养而死亡。

第三种情况：有的植株不論在田間条件下或在溫室內多年处于分蘖状态，停留在营养生長不形成繁殖器官不抽穗不开花，致使失去繁殖能力。

第二代、第三代亦有这些情况。

② 杂种后代的不孕性：我們对10个組合杂种第一代植株的穗进行了檢查，沒有获得一粒种子，表现出远緣杂种的不孕性。不少資料表明，这种不孕性与性器官发育不健全以及減数分裂行为不正常有密切关系。

在性器官发育不健全方面，我們观察到，有的花药数减少不是3个而是2个或1个，有的花药内没有花粉，同时发现一些药囊皮膜较厚以至不能开裂，花粉发育不正常，缺乏生活力，有些柱头无羽毛或代之以半膜质颖片，有个别植株发生变性现象。至于花粉败育这与不正常的减数分裂有直接关系。为此，我们对杂种第一代植株花粉母细胞的减数分裂过程进行了观察。

观察材料父本天蓝鹅冠草 (*Agropyron glaucum*) 与第一代杂种 (吉农大943×天蓝鹅冠草)，均取自温室盆栽的植株。用卡诺氏液 (3:1) 固定，醋酸洋红染色，制成涂抹片，观察结果如下：

天蓝鹅冠草花粉母细胞的减数分裂，一般说来是正常的。终变期具有21个二价染色体，呈平行联会，第一次分裂中期，染色体排列在赤道板极为正常，末期染色体在两极的分配极为均匀。第二次分裂中期、后期、末期也都正常。因而四分体的形成与花粉粒的发育也未发现有异常情况。只在个别情况下有个别细胞在分裂中期和末期出现个别落后染色体，偶而出现染色体桥和断片。

但是小麦天蓝鹅冠草杂种第一代，减数分裂情形就完全不同，极不正常。杂种染色体数变动很大，在减数分裂终变期发现大量单价体，二价体联会方式大部以交叉结合、顶端结合，也有平行联会，有时可看到染色体分几群，一部分粘着呈块状，有的细胞染色体連結成圈。此外，有的细胞染色体与核仁之间有连丝，有的染色体彼此相連，甚至发现一个细胞中具有两个核仁。

在减数分裂中期，所观察到的二价染色体数变动范围很大，为2—15个 (表5)。

表5 杂种第一代花粉母细胞减数分裂中期二价染色体数出现率

二价染色体数	2II	4II	5II	6II	7II	8II	9II	10II	12II	15II	观察总数
出现次数	14	15	42	28	49	70	42	14	8	7	289
所占%	4.84	5.19	14.53	9.68	16.95	24.22	14.53	4.84	2.76	2.42	100

其中以8个二价体遇到的次数最多，占24.2%。在中期，染色体在赤道板上的排列极不整齐，可以看到部分单价体落后在赤道板以外，同时可以观察到有些细胞的染色体呈胶合状态，此外，还有环形染色体出现，有时染色体分两群，一群呈胶合状态。

分裂后期，当大部分染色体移向两极时出现不少落后染色体，有时发现大量染色体分散在纺锤丝上，而且形成三极纺锤体、四极纺锤体。后期染色体的分配极不均匀，出现染色体桥与断片。在分裂末期形成新核时，常常看到遺棄在核外的染色体或小核；而且第二次分裂时，两个细胞经常不是同时进行，当一个细胞已处在后期，而另一细胞尚处在中期，同时均存在着落后染色体。在第二次分裂后期与末期还出现染色体桥 (包括双桥) 和断片。

在中期与后期，还看到染色体成群地向多极分布的情况，并看到不等分裂和多极分裂现象。由于多极分裂而形成多极纺锤体与多核细胞，有两个、三个纺锤体，亦有少数

的四个紡錘体，各紡錘体之間有的是平行排列，有的呈垂直排列，在个别情况下，我們还观察到染色体倍增現象。

四分体形成过程也极不正常，往往出現三分体、五分体与六分体，而且有額外小核与染色顆粒。最后形成的花粉粒大部分是敗育的，有的具有一核或兩核，有的中空无内含物，这样就导致了杂种的不孕性。

4. 克服杂种后代不孕性的方法

我們克服小麦与鷓冠草杂种第一代植株不孕性的方法，主要采用小麦亲本或其他品种花粉的回交法，另外还采用植株越冬再生以延續生育的方法，以及无性繁殖（插条）延續生育的方法。回交結实率与延續生育再生后的結实率見表 6 和表 7。

表 6 杂种第一代与亲本回交的結实率

杂 交 組 合	回 交 亲 本	授粉花数	結实粒数	結实率 (%)
(甘肃96号×天藍鷓冠草) F ₁	甘肃96号Ⅱ—39—37、天藍鷓冠草	692	10	1.44
(麥粒多×天藍鷓冠草) F ₁	麥粒多Ⅱ—39—37、松花江2号	415	1	0.24
(松花江1号×天藍鷓冠草) F ₁	松花江1号、甘肃96号	1,253	32	2.55
(松花江2号×天藍鷓冠草) F ₁	松花江2号、天藍鷓冠草	1,851	10	0.54
(白駱駝×天藍鷓冠草) F ₁	白駱駝、松花江2号、吉农大611	1,177	2	0.17
(C. I. 12302×天藍鷓冠草) F ₁	甘肃96号	525	10	1.90
(秃不齐×天藍鷓冠草) F ₁	秃不齐、吉农大943	207	3	1.45
(合作1号×天藍鷓冠草) F ₁	合作1号、合作7号	670	1	0.15
(吉农大943×天藍鷓冠草) F ₁	吉农大943、合作7号	789	29	3.68
(吉农大612×天藍鷓冠草) F ₁	吉农大612、吉农大943	213	0	0

表 7 杂种第一代不孕植株越冬再生后的結实率

杂 种	再生株号	分 析 穗 数		結 实 粒 数	結 实 率 (%)
		穗 数	合 小 花 数		
吉农大943×天藍鷓冠草	1	16	1200	23	1.91
	2	25	1875	32	1.70
	3	33	2475	6	0.24
松花江1号×天藍鷓冠草	2	8	600	4	0.66
	3	5	375	1	0.29
松花江2号×天藍鷓冠草	5	7	560	3	0.53

从表 6 可以看出，杂种虽經回交，其結实率仍然很低。最高只有3.68%，而且有一个組合（吉农大612×天藍鷓冠草）回交213朵花，沒有得到一粒种子。

至于采用植株越冬再生延續生育的办法，由于長春地区冬季严寒少雪，因而植株死亡較多，存活植株的結实率也較低。

5. 杂种第二代与第三代的表现

杂种第一代基本上具有相对一致性，第二代开始分离，从幼苗到成株，各种性状和特性均表现出很高程度的多样性（表 8），分离幅度也很大。

表 8 杂种第二代的分离情况

株号	苗期株型	幼苗莖色	叶緣茸毛	叶寬	分蘖数	株高 (厘米)	芒有无	莖稈强度	小穗紧密度	穗	型
1	匍匐	濃綠色	有	寬	102	100	无	較强	較紧密	紡錘形	
2	直立	濃綠色	无	窄	8	78	长芒	較强	較紧密	紡錘形	
3	直立	紫紅色	无	中等	33	116	短芒	强	疏松	紡錘形	
4	直立	紫紅色	无	特寬	53	113	无	强	疏松	出現中部分叉的穗	
5	直立	紫紅色	无	特寬	50	110	无	强	較紧密	棍棒形	
6	直立	紫紅色	有	寬	22	120	无	强	較紧密	有分枝穗	
7	半直立	紫紅色	有	寬	25	112	无	强	紧	密	紡錘形
8	半直立	濃綠色	有	寬	18	114	无	較强	疏松	紡錘形	
9	半直立	濃綠色	无	中等	59	123	頂芒	較强	疏松	紡錘形	
10	匍匐	濃綠色	有	寬	62	93	无	强	較紧密	紡錘形	

表 9 杂种第二代主要性狀的表現

亲本与杂种	株高 (厘米)	分蘖数	穗长 (厘米)	小穗数	小花数	結实数	結实率 (%)	生育期
吉农大943	85.1	11.2	7.5	11.9	43.2	37	85.6	98
吉农大943×天藍鷄冠草	107.3	34.5	12.3	17.5	61.3	26.2	42.7	106

从表 8 与表 9 可以看出，杂种第二代植株無論从株高、分蘖数、穗部結構等方面在个体間均有很大的差异。株型从匍匐、半直立到直立，株高从 78—123 厘米，分蘖数从 8—102 个，芒从无芒到长芒，穗長从 9—23 厘米；在抽穗期方面亦有很大程度的差异，有些植株已抽穗开花，而有些植株尚处于分蘖状态，并出現生長势特别强大的植株；再生結实的第二代，还有个別植株出現雄蕊变雌蕊的現象。

杂种第二代在抗病性方面是高度抗锈的，在产量因素方面大部分优于母本(表 9)，有的穗子很大，有些植株其穗中的小穗数达 25 个以上，并有分枝穗出現，但比較大的缺点仍是結实率不高。在抗倒伏方面，也普遍表現稈强不倒，根系也极为发达。

杂种第三代分离現象仍很严重，性狀的分离基本上与第二代相似，从无芒植株仍可分离出有芒植株。个体間在株型、穗型、生育期、抗病性方面均有极大的差异。第三代出現了感染锈病的植株。穗型方面有更多植株倾向于母本小麦，而且出現穗長、小穗密、小花多的类型，这对我們进一步选育穗大粒多的品种提供了可能性。尤其应当指出的是，我們在第三代无芒植株的一个穗上，发现有 3—4 个小穗長出长芒。根据我們初步分析，可能是无性分离現象。

第二代、第三代籽粒重量也逐漸有所增加(表 10)。

但是， F_2 、 F_3 还存在一些缺点，如小麦穗軸較脆，易折断，所得种子虽大但不夠飽滿，結实率比較低，穗型仍不够紧密，这些缺点須待以后各代中通过選擇和定向培育的过程加以克服。

表 10

杂种第一代——第三代种子重量的变化

亲本与杂种后代	吉 农 大 943	鵝 冠 草	F ₁	F ₂	F ₃
折合千粒重	27.5	6.1	11.2	26.1	29.1

四、討 論 与 結 語

1. 从我們所进行的小麦与鵝冠草远緣杂交試驗所得結果来看，兩亲本的不易交配性是容易克服的，杂交率可达39.1—75.2%，但是所得杂种在不同时期发生死亡現象，而且表現高度不孕性。杂交所得种子，有的有胚无胚乳，有胚乳无胚，有的有芽无根或有根无芽，一根一芽或二根一芽，甚至有的种子假萌动或不萌动。在出苗后于不同时期遭受死亡，性器官发育不健全，发生雌雄蕊变性現象、以致花粉败育等等。

杂种第一代的花粉母細胞減数分裂极不正常。在終变期、中期，后期以及第二次分裂均发现大量單价体，染色体分配不均，往往形成大小不等的染色体群，中期发现染色体呈膠合状态。有的細胞行單极分裂，三极分裂与四极分裂，第一次分裂和第二次分裂后期、末期經常发现染色体桥与断片。第二次分裂极不平衡。在四分体阶段，往往形成三分体、五分体与六分体，并有額外小核，形成的花粉粒有的中空无内含物。

关于杂种的二价体数目，早有不少学者进行了研究，如 B. Вакар (1934、1936、1938)、A. A. Sapēhin (1935)、F. H. Peto (1936、1939)、H. B. Цицян (1937、1954、1963) 等。B. Вакар指出，*T. vulgare* (21) × *Ag. glaucum* (21) 杂种的二价染色体在 6—14 个之間，通常是 10，A. A. Sapēhin 报导在 0—4 个之間，F. H. Peto 的研究結果是 0—4.8 个。H. B. Цицян 指出二价体在 0—14 个之間。根据我們研究的結果二价体为 2—15 个，一般为 8 个，大体上与 H. B. Цицян 的研究結果相符。

对于远緣杂交后代植株雌雄蕊变性現象，在文献上亦有所报导。如日本木原 (1942、1950) 在 *Aegilops Caudata* ($n=7$) × *T. Vulgare* ($n=21$) 的杂种后代中，我国李振声等 (1962) 在小麦 × 長穗偃麦草的杂种后代中，均发现雌蕊化現象。

我們在小麦与天藍鵝冠草杂种第二代中发现个别植株的穗上发生变性現象，經观察，在变性穗中一般中下部变性多，上部变性少，从一个小穗来看，外部花变性多，内部花变性小。以抽穗前后的順序来看，先抽的穗变性多，后抽的穗变性少，最后抽的穗，小花均为正常。至于这一現象能否遺傳，以后表現如何，有待进一步的考查。

造成以上种种情况的原因比較复杂，其涉及面也很广。我們知道，有性杂交是雌雄配子同化过程，小麦与鵝冠草属于不同的屬，亲緣关系甚远，它們之間在代謝类型上有很大差异，在生物学上相互极不适应，这种差异和不适应性使雌雄配子受精时、胚胎发育过程以及杂种第一代各个发育阶段等都不能互相协调，因而出現不能正常发育的各种現象。我們知道，亲緣关系愈远代謝类型差异愈大，相互适应协调愈困难。但是这种差异随着杂种生育时期的延長可以逐步得到适应，再生植株延續生育表明能起到这种作

用，而鵝冠草的多年生宿根性也提供了这种作用的有利条件。

因此，我們認為提高杂交結实率与克服不孕性的有效方法是：选配亲和力高的亲本进行大量杂交，采用回交法，利用无性繁殖使某些部分生育延長，利用第一代植株越冬再生能力（在东北地区最好进行人工复盖），給予良好的营养条件。在回交时应注意回交亲本与回交次数对后代类型形成的影响。

2. 小麦与鵝冠草远緣杂种后代分离的范围非常广泛，不仅个体之間差別巨大，而且还出現无性分离。远緣杂交产生无性分离的現象，我国楊明汉曾在水稻与稗草杂种第四代中发现主稈象一个亲本，分蘖象另一个亲本。这是遺傳学上的新問題，有待进一步研究。

在第三代分离个体中，出現一些具有穗長、小穗密、小花多的类型。对于这些类型的植株，我們認為应特別加强培育，尽量提高繁殖系数，一俟性狀稳定以后，就可扩大种植。

3. 小麦与鵝冠草远緣杂交工作在我国开展虽晚，但已引起多方面的注意并且获得了初步成果。为了使这项工作提高一進，必須进一步收集当地的野生亲本，扩大杂交范围，对杂交野生亲本性狀进行系統詳細观察，同时还應該加强理論工作，深入地进行胚胎学、細胞学等方面的研究探討。

参 考 文 献

- 〔1〕李振声等：1960。小麦与偃麥草杂交的研究（一）。遺傳学集刊№1。
- 〔2〕李振声等：1962。小麦与偃麥草杂交种夭亡与不孕問題的探討。作物学报，第1卷，第1期。
- 〔3〕孙善澄：1962。春小麦与天藍鵝冠草远緣杂交問題的研究。遺傳学集刊№1。
- 〔4〕孙善澄：1962。小麦与鵝冠草远緣杂交的研究。中国农业科学，第4期。
- 〔5〕陈兆駒等：1962。天藍冰草与小麦冰草杂种細胞学的初步观察。沈阳农学院学报№3。
- 〔6〕胡含、姚珍：1963。小麦与黑麦远緣杂交时雌蕊年齡的作用。遺傳学集刊№4。
- 〔7〕楊明汉：1960。水稻与貴州稗草杂交試驗的初步观察。农业学报，第11卷，第1期。
- 〔8〕吳素莹等：1962。环境条件对水稻减数分裂的影响。植物学报，第10卷，第1期。
- 〔9〕吳素莹等：1963。水稻 (*Oryza Sativa L.*) × 狼尾草 (*Pennisetum sp.*) 杂种F₁的細胞学观察。植物学报，第11卷，第4期。
- 〔10〕本原均：小麦の研究，养賢堂，1954。
- 〔11〕日布拉克：小麦的多倍体种，科学出版社，1960。
- 〔12〕Цицин, Н. В.: 1954. Отдаленная гибридизация растений. Сельхозгиз。
- 〔13〕Цицин, Н. В. и Петрова, К. А.: 1958. Отдаленная гибридизация в семействе злаковых. издательство академии наук СССР。
- 〔14〕Цицин, Н. В.: 1963. гибриды отдаленных скрещиваний и полиплоиды. издательство академии наук СССР。
- 〔15〕Goichi Nakajima.: 1960. Karyogenetical studies on the intergeneric F₁ hybrids raised between *Triticum turgidum* and *Haundaldia hordeacea*. *Cytologia*, vol. 25, №2。
- 〔16〕Douglas R. Dewey: 1961. Hybrids between *Agropyron repens* and *Agropyron desertorum*. *The Journal of Heredity*, №1。
- 〔17〕Douglas R. Dewey: 1962. Morphology, fertility and cytology of *Agropyron repens* × *Agropyron desertorum* F₂'s. *American Journal of botany*, vol. 49, №1。
- 〔18〕Douglas R. Dewey: 1963. Cytology and morphology of a synthetic *Agropyron trichophorum* × *Agropyron desertorum* hybrid. *American Journal of botany*, vol. 50, №6。