

小黑麦 (Triticale) 育种若干 问题的研究

I 小麦与黑麦杂交的亲合力及小黑麦 几个主要性状的研究

北京农业大学

陈 伟 程**

我们在 1957 至 1963 年,就不同地理来源的小麦品种与黑麦杂交的亲合力;双二倍体小黑麦的抗锈性;导致小黑麦结实率低与籽粒不饱满的原因与解决途径等问题进行了初步研究,现将结果整理于后。

材料和方法

在杂交亲和力的研究中,以小麦为母本,黑麦为父本。选用的小麦亲本共计 42 个,其中包括我国农家品种及其选系品种 10 个,国外品种 32 个。黑麦亲本 16 个,除平武黑麦为我国品种外,余为欧洲引进品种。

采用人工去雄授粉法杂交。在穗子露出剑叶 $\frac{1}{2}$ 至全部抽出剑叶时去雄。每穗保留中部 10 个小穗,每小穗选留基部两个小花;其余小穗与小花均予去除。用半透明纸袋包紮隔离。去雄后 2—4 天内授粉。

杂交结实率的计算,用小麦品种作母本者,以杂交总花数和结实粒数求出平均结实率,以小麦品种间杂种 F_1 、 F_2 为亲本的杂交结实率,分别按穗与株的授粉花数和结实粒数求出。

1957 年与 1963 年,进行了小麦与黑麦杂交时花粉发芽生长情况的观察。1957 年以不易与黑麦杂交的燕大 1885 小麦和西北黑麦为材料。1963 年则选用杂交亲合力高的西

* 本研究与论文的撰写是在导师蔡旭教授、刘中宣先生的指导下进行的。李竞雄教授、鲍文奎教授经常给予亲切指导,他们以及河南农学院吴绍骥教授对论文提出了许多宝贵意见;并得到本校遗传选种专业的老师和同学的指导与帮助。1957 年资料由刘中宣先生提供。孙元福同志参加了 1963 年的部分研究工作。特致深切谢忱。

本文为研究生毕业论文,并在中国作物学会第二届年会上宣读。本文为年会论文的部分内容,并经删节与修改。

** 作者现在河南农学院遗传选种教研室工作。

北 54 小麦与杂交亲和力的早洋麦和平武黑麦为材料。进行观察的有下列四类杂交组合:

1. 小麦 × 黑麦;
2. 黑麦 × 小麦;
3. 小麦 × 小麦;
4. 黑麦 × 黑麦。

每组合授粉 10—15 个柱头,以乳酸酚——棉蓝染色。观察花粉发芽百分率与花粉管伸长情况。

双二倍体小黑麦的结实率与饱满度,分别以结实小花百分率(简称结实率,小穗上部发育不良的小花不计算在内。)和籽粒饱满百分率(简称饱满度)作为鉴定指标。

籽粒饱满度的统计,首先按下列标准将种子分级:

- 一级:背腹两面种皮均无皱痕,粒形完整,给分 1。
- 二级:粒形完整,种皮稍有皱痕但无凹陷,给分 0.8。
- 三级:粒形变化不大,背腹面有较深的凹陷,给分 0.5。
- 四级:粒形已不完整,背腹面有极深的凹陷,但尚有部分胚乳存在,给分 0.25。
- 五级:种子完全干瘪,几乎不带胚乳,给分 0。

然后按下式计算:

$$\text{饱满度} = \frac{\text{各级给分乘各级粒数之和}}{\text{总粒数}} \times 100$$

细胞学观察的材料,以卡诺氏(Carnoy)溶液(3分酒精:1分冰醋酸)固定,醋酸洋红染色,用涂抹制片法。进行胚乳核分裂观察的材料为平原 50 × 变一(110-6)的一个品系,饱满度中等。于授粉后第四天固定子房。

为鉴定小黑麦对条锈病的抗性,在试验区内种植接种行。发病情况良好。锈病的反应型、严重度与普遍率的记载,根据北京农业大学主编的作物育种及良种繁育学,第二篇各论,第 82 页的标准。

结果与分析

一 小麦与黑麦杂交亲和力的研究

(一)不同母本与父本对杂交亲和力的影响

从若干个小麦品种间杂交组合的 F_2 单株中,随机选取 30 株作母本,以平武、652、6122 等三个黑麦品种,分别对各单株的不同穗子进行授粉,使每一母本植株都能与这三个父本杂交。计算出母本间与父本间的杂交结实率的变异量,结果列如表 1。

表 1 不同小麦亲本(母本)与黑麦亲本(父本)对杂交亲和力影响的变量分析表

变异因素	自由度	平方和	变异量	F 值
母本间	29	33,381.78	1,151.09	3.132**
父本间	2	1,807.32	653.66	1.778
机 误	58	21,318.93	367.56	
总	89	56,008.03		

** $P < 0.01$

上列结果表明,不同的小麦亲本是影响杂交亲和力的主导因素。黑麦品种之间,在杂交亲和力的表现上,没有明显的差别。

(二)不同地理来源的小麦品种与黑麦杂交亲和力的关系

选用来自亚洲的小麦品种 18 个(其中包括中国品种 10 个);欧洲小麦品种 12 个;美洲品种 90 个;澳洲品种 2 个;非洲(阿联)品种 1 个。共计 42 个。测定它们与黑麦杂交的亲和力,结果列于表 2。

表 2 不同地理来源的小麦品种与黑麦杂交的结实率

品种来源	品种名称	授花粉数	结实数	结实%	品种来源	品种名称	授花粉数	结实数	结实%
亚洲						早熟 JI-1	314	26	8.3
中国	定县 72	940	647	68.8	意大利	阿勃	136	9	6.6
	蚂蚱	1,169	711	60.9		夫诺	657	3	0.4
	白蚂蚱	1,863	1,257	67.5		Elia	101	3	2.9
	河南白	143	96	67.1		矮立多	1,542	81	5.3
	北系 4 号	939	612	65.2	匈牙利	U-2-1-1-269	114	11	9.6
	北系 11 号	470	244	51.9	保加利亚	IO _{II}	143	0	0
	江东门	145	122	84.1	法国	Ideal bataille	98	0	0
	燕大 1817	1,246	73	5.8	美洲				
	燕大 1885	746	61	8.2	美国	燕大 a 145	128	0	0
	平原 50	345	8	2.3		早洋	1,352	65	4.8
朝鲜	水原 11	140	0	0		30983	151	3	2.0
日本	农林 27	150	5	3.3		30922*	162	2	1.2
印度	Hy 32	38	0	0		30964*	134	15	11.2
	印 770	58	0	0		901*	118	4	3.4
	印 797	40	0	0		916*	139	5	3.6
	印 798	52	0	0					
	印 799	22	0	0	智利	米尼	131	40	30.5
	印 809	76	0	0	阿根廷	Magnit	149	1	0.7
欧洲					澳洲				
苏联	Грекум 289	146	14	9.6	澳大利亚	Scie mitor	135	20	14.8
	Московская	84	0	0	非洲	碧玉	436	3	0.7
	Охафари	115	6	5.2	阿联	H. Mukktar	146	14	9.6
	Ворошилов-ская	92	14	15.2					

注 品种原名称:

30922: Nebred × (Com. × Med. - Hope)

30964: [(Mqo. - Oro × T. timo)_{F1} × (Mqo. - Oro × Hope - Kv.)] × (Mqo. - Oro × Clakan)

901: (Med. - Hope × Tq.) × Mc Murachy's

916: [(Mqo. - Oro × T. timo) × (Mqo. - Oro × Kv.)_{F2}] ×

[(Merit - That. × E. B. - Tqo) × Hope - Turkey]

从表 2 看到,被测定的 10 个中国小麦品种中,有 7 个品种与黑麦的杂交结实率达到 50% 以上,有 3 个品种在 10% 以下。来自各大洲的 32 个品种中,只有两个品种的杂交结实率在 15% 以上,其它品种均在 15% 以下。由此说明,与国外品种比较,在我国地方小麦品种中,较易得到与黑麦杂交亲和力高的亲本材料。这一结果,与前人^[4,11]的研究是一致的。

(三)小麦品种间杂种与黑麦杂交的亲合力表现

1. F_1 与黑麦杂交的亲合力

以杂交亲合力高的白蚂蚱、定县 72、江东門和杂交亲合力低的 IO_{II} 、早洋、夫諾、矮立多、碧玉等品种,按照高×低、低×高、低×低三种组合方式,配成 6 个杂交组合,分别测定其 F_1 与黑麦杂交的亲合力,结果列于表 3。

结果表明,由夫諾、碧玉、 IO_{II} 与杂交亲合力高的白蚂蚱、江东門配成的杂种 F_1 ,与黑麦杂交的亲合力表现,同杂交亲合力低的亲本品种一致,即杂交亲合力低呈现完全显

表 3 小麦品种间杂种 F_1 与黑麦杂交的结实率

组合方式	小麦杂种组合名称	授粉花数	结实粒数	%	杂交年份
高 × 低	(江东門 × IO_{II}) F_1	130	0	0	1963
	(白蚂蚱 × 早洋) F_1	582	171	29.4	1962
低 × 高	(早洋 × 白蚂蚱) F_1	220	64	29.1	1962
	(夫諾 × 白蚂蚱) F_1	118	3	2.5	1962
	(碧玉 × 白蚂蚱) F_1	203	7	3.4	1962
低 × 低	(矮立多 × 早洋) F_1	126	10	7.9	1962
小麦杂种 F_1 的亲本品种	江 东 門	145	122	84.1	1963
	IO_{II}	143	0	0	1963
	碧 玉	195	2	1.0	1962
	白 蚂 蚱	332	200	60.2	1962
	早 洋	199	7	3.5	1962
	夫 諾	345	1	0.3	1962
	矮 立 多	150	5	3.3	1962

表 4 小麦品种间杂种 F_1 、 F_2 及其亲本与黑麦杂交结实率分布情况 1963

杂交率组距	白蚂蚱	早 洋	夫 諾	矮立多	早洋 × 白蚂蚱 (显性不存在的组合)		夫諾 × 白蚂蚱 (完全显性的组合)		矮立多 × 早洋 (低 × 低)	
					F_1	F_2	F_1	F_2	F_1	F_2
0	0	6	11	17	1	1	1	22	2	5
0.1—10	0	6	2	9	0	8	3	14	1	9
10.1—20	0	2	0	0	1	7	0	4	1	0
20.1—30	0	1	0	0	3	9	0	1	1	0
30.1—40	0	0	0	0	2	5	0	1	0	0
40.1—50	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
50.1—60	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0
60.1—70	2	0	0	0	1	3	0	3	0	0
70.1—80	6	0	0	0	0	2	0	0	0	0
80.1—90	14	0	0	0	0	2	0	0	0	0
90.1—100	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
合 計	24(穗)	15(穗)	13(穗)	26(穗)	9(穗)	44(株)	4(穗)	45(株)	5(穗)	14(株)
平均结实率*	80.9	6.0	0.6	2.3	29.1	31.1	2.5	7.8	7.9	2.7

* F_1 、 F_2 的平均杂交结实率按实际授粉花数与结实粒数求出。

性。但以早洋麦和白蚂蚱配成的杂种 F_1 与黑麦杂交时, 则表现为显性不存在; 其正反交结果一致, 所得平均杂交结实率为 29.3%, 接近于其双亲的杂交结实率的中間值。

2. F_2 与黑麦杂交亲和力的表现

根据品种間杂种 F_1 与黑麦杂交亲和力表现的差别, 选出夫諾×白蚂蚱、早洋×白蚂蚱、矮立多×早洋等三个杂交组合, 测定它们与黑麦杂交的亲和力, 结果列于表 4。

结果表明, 杂交亲和力低表现为完全显性与显性不存在的组合, F_2 均出现杂交亲和力的分离。在夫諾×白蚂蚱的 F_2 中, 共测定了 45 株, 其中有 36 株的杂交结实率在 10% 以下, 有 9 株在 10% 以上。早洋×白蚂蚱 F_2 的 44 株中, 有 9 株的杂交结实率在 10% 以下, 35 株在 10% 以上。

由表现为杂交亲和力低的小麦品种组成的杂交组合, 测定了 14 株, 结实率均在 10% 以下, 与其双亲的表现一致。

由于测定的组合不足和群体较小, 因而不能深入一步进行遗传因子的分析。

(四) 小麦与黑麦杂交的亲和力同小麦亲本类型的关系

文献报导^[5,11], 小麦与黑麦杂交的亲和力同小麦亲本的类型有密切相关, 即用拟密穗变种类型, 或与该类型有亲缘关系的小麦作母本时, 其杂交亲和力较高。但本试验结果, 并未看到杂交亲和力与小麦类型有密切的关系。如表 2 列出的 10 个原产于我国的小麦品种中, 有 3 个是属于密穗多花型的, 其中蚂蚱、白蚂蚱与黑麦杂交的亲和力确有突出表现; 但属于同一类型的平原 50, 其杂交亲和力则很低。而在 7 个纺锤穗形的品种中, 有 5 个品种, 即定县 72、江东門、北系 4 号、北系 11 号、河南白, 其杂交亲和力与蚂蚱等品种有着共同的表现, 但属于同一类型的燕大 1817 和燕大 1885, 则表现出极低的杂交亲和力。

从拟密穗类型与纺锤穗形品种配成的杂种后代与黑麦杂交的结实率表现中, 也没有发现杂交亲和力与穗型有密切的相关性。

(五) 小麦与黑麦杂交时, 花粉在异属柱头上发芽生长行动的观察

1963 年的观察结果(表 5)表明, 各杂交组合在授粉 5 分钟后, 大部分花粉已发芽(图版 I), 其中以小麦×小麦、小麦×黑麦两个组合的花粉发芽较快而整齐。以黑麦花粉授于杂交亲和力不同的小麦品种的柱头上, 其发芽率与发芽速度, 均无明显差别。黑麦花粉在本品种柱头上的发芽速度, 较在小麦柱头上缓慢。小麦花粉在黑麦柱头上也能发芽, 但与其它组合相比, 则较为迟缓。

授粉 1 小时后观察, 各组合已有部分花粉粒的内容物倾出完毕, 这些花粉粒在显微镜视野下呈全空状态。

1957 年以西北黑麦为母本, 燕大 1885 为父本, 观察到小麦花粉在黑麦柱头上难以发芽; 少数勉强发芽者, 也往往在进入柱头之前即行破裂。个别花粉管虽能进入柱头组织, 但花粉管表现出扭曲、膨大等异常现象, 以致不能继续伸长。其它各处理的结果与 1963 年基本一致。

二 小黑麦的结实率和籽粒饱满度

(一) 结实率的测定方法

国内小黑麦研究工作者, 多以每小穗结实粒数来表示结实的好坏^[2,11]。由于小黑麦不同品系的小穗花数差别悬殊, 以每小穗粒数作为鉴定的指标, 显然不够确切。

表 5 小麦与黑麦杂交时花粉在柱头上发芽情况

1963

组合类别	杂交组合	观察时间 (授粉后的 时间)	观察花粉 粒数	发芽花 粉 %	花粉管 长 (μ)	半空的花 粉粒 %	全空的花 粉粒 %
小麦×小麦	西北54×西北54	5分钟	348	95.6	136.3		
		10分钟	136	93.4	254.7		
		20分钟	132	97.7	364.3		
		60分钟	153	100.0	—	5.9	37.9
黑麦×黑麦	平武×平武	5分钟	161	37.9	145.7		
		10分钟	233	89.2	181.4		
		20分钟	196	100.0	289.9		
		60分钟	278	100.0	—	12.2	33.8
小麦×黑麦 (亲和力高)	西北54×平武	10分钟	383	98.7	205.9		
		20分钟	273	100.0	349.6		
		60分钟	251	100.0	349.7	3.6	24.7
小麦×黑麦 (亲和力低)	早洋×平武	5分钟	340	100.0	147.1		
		10分钟	293	100.0	294.7		
		20分钟	278	100.0	329.0		
		60分钟	298	100.0	—	8.7	18.1
黑麦×小麦	6122×多父本混 合花粉	5分钟	157	21.7	27.3		
		10分钟	172	94.8	93.5		
		60分钟	198	90.9	182.8	8.8	10.0

因此,我們采用结实小花百分率,作为鑑定结实率的指标。为了減輕考查结实率的工作量,我們研究了几种取样調查方法:

方法 I: 調查全穗小花数和籽粒数;

方法 II: 統計穗中部 10 个小穗的小花数和籽粒数;

方法 III: 調查每小穗基部两个小花的籽粒数。

这三种方法又各分为:

1. 調查单株全部穗数,求出结实率;

2. 調查主穗,求出结实率。

选用结实率不同的 10 个小黑麦品系,每系 10 株,共計 671 穗,分別用上述六种方法記載。結果列于表 6。

从表 6 看出:

1. 以主穗求出的结实率和以单株全部穗数求出的结实率,基本上是一致的。說明用主穗的结实率可以代表該植株的结实率。

2. 用 I、II、III 三种方法求出的结实率稍有出入。为了比較这三种方法的准确性,求出其株內穗間结实率的变异系数(表 7)。

从表 7 看出,这三种方法的变异系数相差不大,在实际工作中均可应用;尤以調查穗中部 10 个小穗的花小及每穗基部两个小花的方法最为省工。

(二)不同小黑麦品系的结实率与籽粒饱满度的表現

表 6 用取样方法调查小黑麦结实率的结果

行 号	株 数	调 查 穗 数	结 实 率 %		
			方 法 I	方 法 II	方 法 III
20011	10	全部穗数: 63	68.8	73.3	69.5
		主 穗: 10	68.8	74.9	67.4
20013	10	全部穗数: 62	68.6	74.0	70.8
		主 穗: 10	65.0	73.2	68.5
20912	10	全部穗数: 71	57.8	60.7	65.1
		主 穗: 10	56.9	60.6	63.7
20926	10	全部穗数: 63	56.6	56.5	62.3
		主 穗: 10	59.8	58.3	65.2
20539	10	全部穗数: 71	57.7	58.9	62.4
		主 穗: 10	56.4	56.0	71.0
20543	10	全部穗数: 66	63.0	62.7	69.0
		主 穗: 10	61.5	63.0	71.0
20254	10	全部穗数: 67	45.1	45.0	54.7
		主 穗: 10	44.0	44.5	56.8
20256	10	全部穗数: 59	31.1	34.8	36.1
		主 穗: 10	28.8	32.7	35.3
20611	10	全部穗数: 73	18.8	19.7	18.7
		主 穗: 10	23.4	24.3	24.7
20613	10	全部穗数: 76	8.5	10.3	9.9
		主 穗: 10	9.5	12.6	12.1
总 计	100	671 穗	46.7	49.0	52.0
		100 穗	48.4	48.8	54.6

表 7 用三种调查小黑麦结实率的方法求出的株内穗间结实率平均数标准差及变异系数

1963

代 号	调 查 方 法	$\bar{x} \pm \sigma$	c.v. %
I	调查全穗小花及籽粒	46.7 ± 5.72	12.25
II	统计穗中部 10 个小穗的花数及籽粒	49.0 ± 7.30	14.90
III	统计每小穗基部第一、二小花数目及籽粒	52.0 ± 7.33	14.10

我們所用的父本是未經过自交与选择的黑麦品种,由于黑麦是异花授粉作物,其配子类型较为复杂。因此,同一杂交组合的不同种子被处理成双二倍体后,各株間在遗传上是有差别的,可将它們看作不同的品系。

为在以后叙述方便起见,我們把秋水仙素处理成功的小麦-黑麦 F_1 的单株称为“基本株”,属于同一组合者,称为“组合内基本株”;属于不同组合者,称为“组合间基本株”。每一基本株的后代,就是一个小黑麦品系。

表8列出的61个小黑麦品系的结实率与饱满度的分布情况说明,不同品系的结实率与饱满度有很大差别。大部分品系的结实率与饱满度分布在0.1—60%的范围内,但其中有一个品系(平原50×变-黑麦的一个品系,代号为110-6)的结实率达到79.0%,每小穗粒数达到2.02粒(图版II);有两个品系的饱满度分别达到78.5%与85.07%,千粒重分别达到58.2与51.6克。这三个品系还具有早熟的优点,其抽穗期比小麦亲本晚两天,比北京地区推广品种农大183早三天。现将它们的主要性状列于表9。

表8 小黑麦品系的结实率与饱满度的分布情况

组距(%)	结 实 率		饱 满 度	
	系 数	占统计系数的%	系 数	占统计系数的%
0.1—10	7	11.5	2	3.3
10.1—20	8	13.1	2	3.3
20.1—30	15	24.6	8	13.1
30.1—40	7	11.5	14	22.9
40.1—50	8	13.1	14	22.9
50.1—60	13	21.3	12	19.7
60.1—70	2	3.3	7	11.5
70.1—80	1	1.6	2	3.3
合 計	61	100.0	61	100.0

表9 三个优良的小黑麦品系的主要性状*

系统编号	组 合	株高 厘米	穗长 厘米	每穗平	每穗平	每小穗	结实小花%		饱满度 (%)	千粒重 (克)	抽穗期 日/月
				均小穗 数	均结实 粒数	平均结 实粒数	实际数	与小麦亲 本比较			
110-6-15	平原50×变-	126.1	11.28	25.7	51.9	2.02	79.0	94.6	60.50	41.3	10
512-1-3	(农大183×E184)F ₁ ×Nor	123.5	11.85	21.4	32.8	1.53	57.8	—	85.07	51.6	10
239-3-3	华北187×变-	123.3	10.85	20.2	32.9	1.63	60.7	72.7	78.50	58.2	10
	平原50	110.0	8.00	18.0	59.1	3.28	83.5	100.0	97.30	29.0	8
	华北187	100.0	8.50	19.5	37.4	1.92	78.2	100.0	98.00	28.4	8
	变-黑麦	167.5	16.20	41.1	77.1	1.88	86.0		98.80		7

* 调查10株的平均数字

(三)C₁的结实率与饱满度的相关性

秋水仙素处理小麦-黑麦杂种F₁的当代植株,以C₀符号表示,其后代以C₁表示,余类推。

为了查明小黑麦的结实率与籽粒饱满度的关系,随机选取59个品系,以各系的结实率和饱满度的平均值求算相关系数。求出的r值为+0.56,达到极显著标准。从这两个性状有着密切的相关表现,说明导致小黑麦结实率低与籽粒不饱满,可能出于同一内在原因的不同表现。

(四)C₂基本株间(包括组合内基本株与组合间基本株)、基本株内系间、系内株间的结实率与饱满度表现。

选出23个基本株,各株在C₂种植4—5个系统,共计110系。每系取样10株,共计

1,100 株, 调查各株的结实率与饱满度。以系内株间的变异量为机误, 测定基本株间、基本株内系间的 F 值。结果列于表 10、表 11。

表 10 小黑麦(C₂)结实率变量分析表

变 异 来 源	自 由 度	平 方 和	变 异 量	F—值
总	1,099	381,400.96		
基本株间	22	294,392.49	13,381.4	203.67**
基本株内系间	87	21,965.97	252.5	3.84**
系内(株间)	990	65,042.50	65.7	

** 达到 0.01 显著水平。

表 11 小黑麦(C₂)饱满度变量分析表

变 异 来 源	自 由 度	平 方 和	变 异 量	F—值
总	1,099	303,244.53		
基本株间	22	181,494.24	8,249.74	94.36**
基本株内系间	87	35,200.99	404.61	4.63**
系内(株间)	990	86,549.30	87.42	

** 达到 0.01 显著水平。

上列结果表明, 基本株间与基本株内系间, 均存在着显著的差异。

进一步用“Bartlett 法”^[17], 测定系内株间结实率变异量的混杂性, 计算公式如下:

$$\chi^2 = [\sum(n_i - 1)] \log_e \bar{s}^2 - \sum[(n_i - 1) \log_e s_i^2]$$

$$c = 1 + \frac{1}{3(a-1)} \left[\sum \frac{1}{n_i - 1} - \frac{1}{\sum(n_i - 1)} \right]$$

按上式求得 $\chi^2/c = 2,453.99$ $d \cdot f = a - 1 = 22$ ($a =$ 系数), 查 χ^2 表, 此值极为显著。

通过上述统计资料的分析, 说明有相当数量的基本株 (即小黑麦品系) 内出现了变异植株。

我们在田间, 根据芒的有无、穗形的差别、株高、抗锈性、结实率等性状, 调查了各系统出现变异植株的数目。结果, 在调查的 342 个系统中, 有 26.02% 的系统出现了明显的变异植株, 变异株数占调查株数的 2.09%。

根据 C₁ 的结实率进行分类, 比较不同结实率的系统中出现变异单株的频率。发现结实率的高低与出现变异株数恰成反比。例如, 结实率在 0.01—20% 的 100 个系统中, 有 59% 的系统出现了变异植株, 变异株数占调查总株数的 9.81%。结实率在 60.1—80% 的系统中, 只有 5.77% 的系统出现变异植株, 变异株数占统计株数的 0.42%。这一事实说明, 导致小黑麦品系发生变异的原因之一, 可能是由于发生天然杂交的缘故。结实率低的品系, 由于开花时药囊不易开裂, 颖壳长时间张开, 较易于发生天然杂交; 结实率高的品系, 在进行自花授粉后, 颖壳迅速关闭, 因而减少了串粉的机会。

(五) C₁ 与 C₂ 之间的结实率与饱满度的相关性

测定了 23 个品系的 C₁ 与 C₂ 之间的结实率与饱满度的相关系数。结果, 结实率的 r 值

为+0.86,饱满度为+0.46,分别达到0.01与0.05的显著水平。由此说明,小黑麦品系的结实率与饱满度在 C_2 基本上保持着原有的水平。

(六)小黑麦品系间杂交对提高结实率和饱满度的效果(表12、表13)

以S116×胜利、S114×Nor作母本,067、蚂蚱×平武为父本,进行品系间杂交,得到三个杂交组合。从 F_2 的单株中,选获到在结实率与饱满度方面优越于其亲本的类型。如[(S116×胜利)×(蚂蚱×平武)]的组合中,有两株的饱满度达到70%以上,其中有一株达到80.6%,大部分籽粒达到一级标准(图版Ⅲ)。这样良好的饱满度,在我们几年来通过直接加倍小麦-黑麦 F_1 所得到的一百多个小黑麦品系中,只有两个品系能与之媲美。

F_2 在结实率方面,还没有获得超过双亲的类型,但超过亲本之一的单株已经出现。

表12 小黑麦品系间杂种 F_2 的结实率次数分布

材 料		结 实 %						总数平均	
		0.1—10	10.1—20	20.1—30	30.1—40	40.1—50	50.1—60		60.1—70
亲 本	(S116×胜利)*			1	3	3	1	46.2	
	(S114×Nor)**		1	3	3	3		38.9	
	067						7	3	57.2
	(蚂蚱×平武)				1	4	4	1	47.8
F_2	[(S116×胜利)×067]	1	2		6	6	3		38.8
	[(S116×胜利)×(蚂蚱×平武)]	3	3	3	5	9	2	2	36.6
	[(S114×Nor)×067]	5	3	4	1	3	3	3	29.0

* 全名为 [(早熟Ⅱ-1×183)×胜利]

** 全名为 [(农大183×E134)×Nor]

表13 小黑麦品系间杂种 F_2 的饱满度次数分布

材 料		饱 满 %									总数平均
		0.1—10	10.1—20	20.1—30	30.1—40	40.1—50	50.1—60	60.1—70	70.1—80	80.1—90	
亲 本	(S116×胜利)			2	1	4	1				47.54
	(S114×Nor)	1				4	3	2			49.1
	067			1	2	1		6			49.2
	(蚂蚱×平武)				1	6	2		1		48.9
F_2	[(S116×胜利)×067]			3	5	6	2	2			43.1
	[(S116×胜利)×(蚂蚱×平武)]			2	8	10	4	1	1	1	45.5
	[(S114×Nor)×067]		2	3	5	8	2	1	1		40.1

(七)细胞学行为与结实率和饱满度的关系

小黑麦在进行减数分裂和胚乳核分裂时,常观察到细胞学行为的不正常。这可能是导致小黑麦结实率低与籽粒不饱满的原因之一。我们的观察结果表明,小黑麦的不同品系,在第一分裂中期的单价染色体及小孢子中小核出现的频率是不同的,单价体和小孢子中小核出现的频率与结实率呈负相关关系(表14、表15)。

表 14 小黑麦不同品系(C₁)的第一分裂中期单价染色体的频率

1962

系 号	平 原 50×变— (110—3)		平 原 50×变— (110—6)		定 县 72×Mec (461—1)		S116×Nor (506—6)	
	观察数	%	观察数	%	观察数	%	观察数	%
结 实 %	64.9		56.8		43.6		27.1	
单 价 染 色 体 数	观察数	%	观察数	%	观察数	%	观察数	%
0	22	19.30	51	19.84	3	2.11	3	2.33
2	40	35.08	121	47.08	47	33.10	24	18.60
4	31	27.19	66	25.68	62	43.66	32	24.81
6	17	14.91	9	3.50	17	11.97	26	20.16
8	3	2.63	5	1.94	9	6.34	23	17.83
10	—	—	3	1.17	2	1.41	10	7.75
12	1	0.87	1	0.39	1	0.70	6	4.65
14	—	—	—	—	—	—	2	1.55
16	—	—	1	0.39	1	0.70	2	1.55
18	—	—	—	—	—	—	1	0.77
总 和	114	99.98	257	99.99	142	99.99	129	100.00
平均单价染色体数	3.0		2.56		3.97		5.94	

表 15 不同小黑麦品系带有小核的小孢子的发生频率

1962

系 号	110—3		110—6		461—1		506—6	
	观察数	%	观察数	%	观察数	%	观察数	%
小 核 数	观察数	%	观察数	%	观察数	%	观察数	%
0	136	45.95	193	58.13	61	23.46	31	13.14
1	105	35.47	71	21.38	110	42.30	83	35.17
2	36	12.16	49	14.76	70	26.92	72	30.51
3	13	4.39	12	3.61	18	6.92	32	13.56
4	5	1.69	7	2.11	1	0.38	12	5.08
5	1	0.33	—	—	—	—	5	2.12
6	—	—	—	—	—	—	1	0.42
总 和	296	99.99	332	99.99	260	99.98	236	100.00
平均小核数	0.81		0.7		1.18		1.70	

由于减数分裂行为不正常,而导致部分花粉粒的败育(图版Ⅳ)和配子染色体数的不平衡,从而引起后代株间结实率和饱满度发生变化。

小黑麦的胚乳核分裂时,也观察到染色体落后现象(图版Ⅴ)。在我们所观察的材料中,出现胚乳核分裂不正常的频率为 15.5%。

三 小黑麦对条锈病的抗性

我们鉴定了 43 个品系及其亲本对条锈病的成株反应,结果列于表 16。

表 16 小黑麦不同品系及其亲本对条锈病的成株反应

1963

母本	抗病反应* (成株)	反应型	普遍率	严重度	备注
早洋	0	2(1)	100(1)	40(1)	(1)父本品种的反应型、普遍率与严重度如下: 平武、Mec、Nor 为: 2、T、T。 胜利、其斯、变一为: 3、T、T。 变二为: 2、25、T。 (2)E 134、早熟Л-1、L、D、Elia 等小麦品种的反应型为0级
平原 50	2, 25, 5	2(2)	10(2)	T(5)	
		3(8)	25(2)	10(4)	
			50(3)	25(1)	
(农大183 × E134)F ₁	1, T, T	0(1)	T(1)	5(1)	
		2(1)	65(1)	65(1)	
		3(2)	100(1)	100(1)	
(早熟Л-1 × 农大183)F ₁	3-4, 10, T	3(1)	65(1)	65(1)	
(L. D × 农大183)F ₁	4, 10, T	4(1)	65(1)	100(1)	
(Elia × 西北 54)F ₁	0	2(3)	10(1)	T(1)	
			50(1)	5(2)	
			65(1)		
农大 183	4, 100, 100	4(3)	65(2)	5(1)	
			100(1)	65(2)	
农大 90	4, 100, 100	4(2)	100(2)	65(2)	
定县 72	4, 100, 100	3(4)	50(1)	10(1)	
			65(8)	25(2)	
		4(14)	100(9)	40(4)	
				65(10)	
				100(1)	

* 抗病反应記載的每一格用括号列出的数字, 表示小黑麦品系的数目。

上列結果表明, 7个黑麦亲本对条锈病均有轻度感染。小麦亲本中, 1个属免疫的, 4个是由免疫品种与感染品种配成的杂种 F₁, 1个属2级反应, 3个为4级反应。

在43个小黑麦品系中, 有1个是免疫的, 7个是2级反应, 其余为3级或4级反应。由此可见, 小黑麦并不一定具有抗锈能力。

表16还说明, 小黑麦对条锈病的抗性与小麦亲本有密切关系。表现为免疫与2级反应的8个品系, 其小麦亲本均属免疫品种, 或由感染品种与免疫品种配成的杂种 F₁。由严重感病的农大183、农大90、定县72配成的小黑麦品系, 均严重罹病。

討 論

目前, 小黑麦育种的中心课题, 是克服小黑麦结实率低与籽粒不饱满的缺陷。现就与此有关的几个问题, 提出讨论。

一 小黑麦结实率低与籽粒不饱满的原因及解决途径

小黑麦结实率低与籽粒不饱满的原因是比較复杂的, 目前尚难作出結論。但从本試驗与前人^[2,8,14,16,28,26]的研究結果中看到, 不同基因型的小黑麦品系, 在结实率与籽粒饱满度有明显的差别, 以及通过基因重組的方法, 对改进结实率与籽粒饱满度有良好效果的事实, 看来支持了从遗传的角度对此問題所作的分析。但目前的資料仍然不能排斥导致结实率低与籽粒不饱满的細胞学原因。至于产生上述原因的遗传机制, 有进一步深入研究的必要。

关于解决结实率低与籽粒不饱满的途径, 看来, 通过选择适宜基因組的方法, 即通过正确选配亲本。配制大量杂交組合, 并在此基础上选择优系进行品系間杂交的方法是較为有效的。我們以及中国农业科学院作物育种栽培研究所利用上述方法, 已选出若干个优良的小黑麦品系。

二 小黑麦育种的亲本选配問題

配制大量的、具有遗传差别的小黑麦品系, 是解决其结实率低与籽粒不饱满的必要步驟。为了迅速得到大量的小黑麦品系, 最好利用小麦品种間杂种 F_1 或 F_2 作为杂交亲本。鑑于小黑麦的抗锈能力与小麦亲本有密切关系, 在实际工作中, 以杂交亲和力高、早熟、多花、适应性强的我国地方小麦品种与抗锈性强的国外品种組成的品种間杂交种作为亲本, 是比較理想的。这样, 不但解决了杂交亲和力問題, 而且可以把不同品种的优点組合到小黑麦中去。

为了改良某些小麦品种与黑麦杂交亲和力低的特性, 而保持其原有形态特征, 可以之作为輪迴亲本, 与某一杂交亲和力高的品种杂交, 然后通过一系列的选株与回交手續, 将可交配性基因轉換至輪迴亲本。

在父本方面, 以若干个优良的黑麦自交系配成的綜合品种早代作为杂交亲本, 也是获得大量小黑麦原始材料的有效方法。

三 对小黑麦结实率調查方法的建議

在大量小黑麦品系中进行选择时, 考查结实率的工作是十分繁重的。本研究結果証明, 小黑麦株內穗間的结实率并无显著差别, 从而可以根据植株中的一、两个或稍多些的大穗求出的结实率, 作为該植株的结实率。单穗的结实率, 亦可采用取样法(根据穗上 10 个小穗的花数与籽粒数; 或由每小穗基部两个小花数与结实粒数)求出。

摘 要

1. 测定了国内外 42 个小麦品种与黑麦杂交的亲和力, 結果, 有 7 个原产于我国的小麦品种, 其杂交结实率达到 50% 以上, 有 3 个中国小麦品种, 与供試的大多数国外品种一样, 較难与黑麦杂交。

2. 小麦与黑麦杂交亲和力的高低, 主要取决于亲本的基因型。杂交亲和力低, 在一些品种中表现为完全显性, 在另一些品种中, 表现为不存在显性。本試驗結果, 看不出小麦的穗形与杂交亲和力有密切的关系。

3. 黑麦花粉在杂交亲和力不同的小麦品种的柱头上, 均能正常发芽。

4. 小黑麦不同品系的结实率与饱满度, 存在着明显的差别, 这种差别是遗传的。

5. 小黑麦品系內的结实率与饱满度, 也常出現变异, 这是由于发生天然杂交, 以及因

細胞学行为不正常,使后代染色体数量发生变化所致。

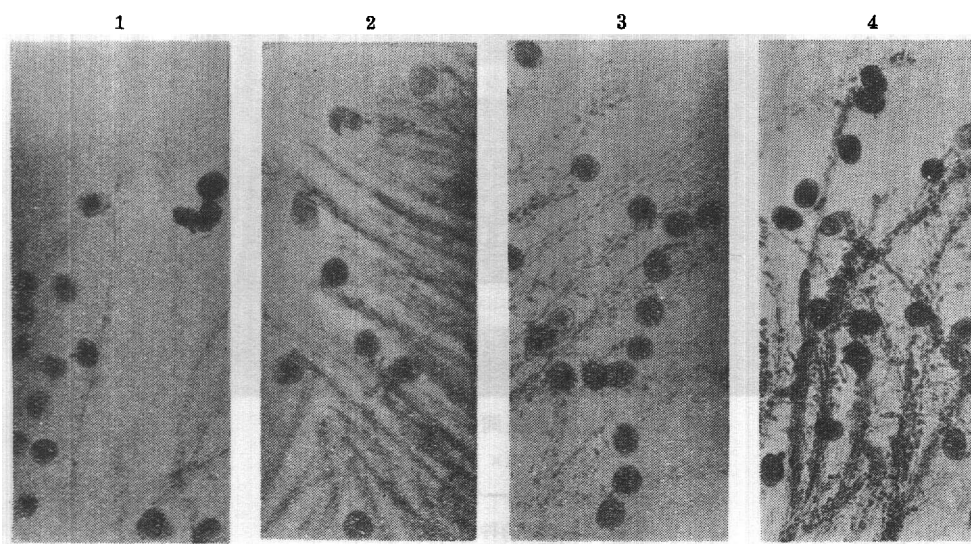
6. 在比較了几种結实率考查方法的基础上,提出了使用取样調查法的建議。

7. 在討論中认为,导致小黑麦結实率低与籽粒不飽滿,有遗传的原因与細胞学的原因。作者认为,配制具有遗传差别的大量小黑麦品系,从中选出优系进行品系間杂交,是提高結实率与籽粒飽滿度的基本途径。

8. 小黑麦并不一定具有抗锈性。小麦亲本的抗病力,对小黑麦有較大的影响。因而在选择杂交亲本时,应该考虑到小麦亲本的抗病性。

参 考 文 献

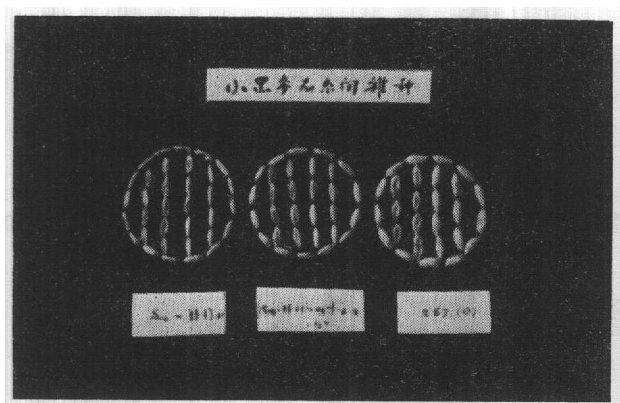
- [1] 山西农业科学院,1961,小麦与黑麦远緣杂交育种报告,(鉛印本)。
- [2] 中国农业科学院作物育种栽培研究所,1962,科学研究簡报。
- [3] 皮薩列夫,1955,春小麦×春黑麦的双二倍体,苏联农业科学,1957,(4)。
- [4] 米景九,1963,小麦与黑麦属間杂交的研究 I:小麦与黑麦的交配力,遗传学集刊,(2)。
- [5] 刘祝宜等,1962,关于提高小麦与黑麦杂交結实率与克服第一代不孕性的初步試驗結果与分析,河南农学院第三次学术报告会資料。
- [6] 宋文昌,1963,小黑麦細胞遗传学研究年度总结(未发表)。
- [7] 严育瑞、鮑文奎,1962,禾谷类作物的多倍体育种方法的研究, II:小麦与黑麦可交性的遗传,作物学报,1(4)。
- [8] 吕志仁,1963,提高小黑麦后代結实率及飽滿度的研究,北京农业大学毕业論文,(油印本)。
- [9] 周之杭等,1963,小麦与黑麦远緣杂交的研究 I:对于远緣杂交不孕現象的初步探討,遗传学集刊,(2)。
- [10] 胡 含,1960,关于小麦与黑麦远緣杂交时受精过程及胚胎发育初期的一些特征,遗传学集刊,(2)。
- [11] 許运天、馬緣生等,1963,小黑麦远緣杂交研究初报,遗传学集刊,(2)。
- [12] 鮑文奎、严育瑞,1956,几种禾谷类的同源多倍体和双二倍体,科学出版社。
- [13] 巴拉諾夫,П. А.等著,植物多倍体,鮑文奎等譯,科学出版社。
- [14] 香川冬夫著,种·属間杂交にとる作物育种学,产业图书株式会社版。
- [15] Krolow, K.-D., 1962, Aneuploidy and fertility in amphidiploid wheat-rye hybrids (Triticale). Plant Breeding Abstracts, 1963, vol. XXXIII № 2, pp. 170.
- [16] Müntzing, A., 1956, Cytogenetic studies ryewheat (Triticale). Proceedings of the International Genetics Symposia, Tokyo, 1957: 51—56.
- [17] Snedecor, G. W., Statistical Methods. The Iowa State College Press, 1959: 285—289.
- [18] Любимова, В. Ф., 1960, Вопросы стерильности и пониженной фертильности гибридных растений. Отдаленная гибридизация растений, 1960: 140—152.
- [19] Писарев, В. Е., 1957, Полиплоидия в селекции растений. Селекция и семеноводство, № 3.
- [20] Писарев, В. Е., 1957, Изменчивость полиплоидных форм пшеницы и ее использование в селекции. Наследственность и изменчивость растений, животных и микроорганизмов, Том II: 635—639.
- [21] Писарев, В. Е., 1960, Селекция высокобелковых и сильных пшениц. Отдаленная гибридизация растений. pp. 105—115.
- [22] Писарев, В. Е., 1957, Использование полиплоидии в селекции пшеницы. Вестник сельскохозяйственной науки. 9: 35—45.
- [23] Мюнтцинг, А., 1948, Искусственная полиплоидия зерновых культур. Свалёвская селекционная станция. 1886—1946: 311—325.
- [24] Мюнтцинг, А., 1951, 参閱 Эллиот. Ф. Селекция растений и цитогенетика. Москва 1961: 198—199.
- [25] Шульдин, А. Ф., 1960, Плодовитость первого поколения пшенично-ржаных гибридов в зависимости от условий года и подбора родительских сортов. Агробиология. 3.
- [26] Шульдин, А. Ф., Наумова, Л. Н., 1962, Пшенично-ржаные амфидиплоиды и их селекционное значение. Селекция и семеноводство. 1:64—66.



图版 I 小麦与黑麦杂交时花粉在柱头上萌发(授粉后 5 分钟,用乳酸酚-棉蓝染色)
 1. 小麦×黑麦 2. 黑麦×小麦
 3. 小麦×小麦 4. 黑麦×黑麦



图版 II 小黑麦 110-6 及其亲本

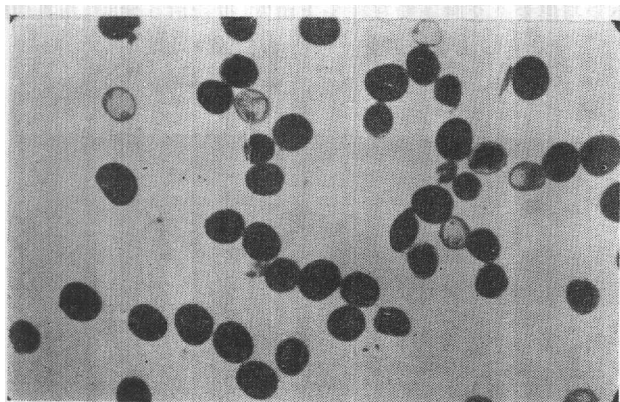


图版 III 小黑麦品系间杂种及其亲本的种子

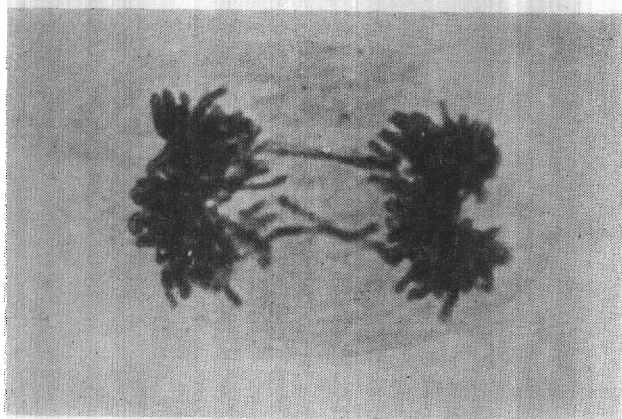
左: 母本 S 116 × 胜利的种子

中: 杂种 F_2 的一个单株上的种子

右: 父本 067 的种子



图版 IV 小黑麦(110—6)部分花粉粒败育(用碘液染色)



图版 V 小黑麦胚乳核分裂不正常(授粉后 4 天)