

太谷核不育小麦

邓景扬 主编



科学出版社

512.03
7765

太谷核不育小麦

邓景扬 主编

科学出版社

1987

内 容 简 介

1972年,世界上首次发现的小麦天然突变体——太谷核不育小麦是显性雄性不育单基因控制的不育小麦。十多年来,我国科学工作者从基础理论、应用理论及应用方法等方面对它进行了研究,并取得了可喜成果,本书就是这些研究成果的总结。主要内容包括材料的发现与鉴定;有关雄性不育机理的研究;育种新途径的探讨,诸如轮回选择、远缘杂交、建立和开拓种内与异种属基因库等。可供生物学、植物学、细胞学、生物化学、遗传学、育种学和农学等科研及教学工作者参考。

太 谷 核 不 育 小 麦

邓景扬 主编

责任编辑 蒋伯宁 彭克里

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院图书印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1987年4月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1987年4月第一次印刷 印张: 8 插页: 7

印数: 0001—1,600 字数: 176,000

统一书号: 13031·3467

本社书号: 4990·13—6

定价: 3.30 元

序

自发现和鉴定出显性单基因控制的太谷核不育小麦后，我国农业科学界乃至生物学界以它为试验材料，从植物学、细胞学、生物学、生物化学、遗传学、育种学诸方面进行了大量的科学研究。虽然开展此项研究的时间不长，但是许多科学家从实践中认识到，它对深入进行麦类遗传和育种科学实验，以及对丰富生物学，尤其是对丰富生理遗传学理论宝库将具有重大的意义，为此引起了农学及生物学工作者极大关注。通过多学科、多部门的通力协作，对太谷核不育小麦的研究已取得了可喜的成果。本书的出版，既是对此项科学研究工作的检阅，也有利于从事此项工作的科学家们相互交流。

本书主要内容包括太谷核不育小麦的发现、鉴定及其不育机理的研究；利用太谷核不育小麦进行轮回选择育种新途径的探讨、建立并开拓麦类基因库的理论与方法等。我深信编者的意图和工作无疑是有益于诸位读者的，对一些应用的设想和方案也许会给读者以启发。同时，其中的许多论据有待同行们去检验，尚有更多的方面有待于学者们去深入探讨。

我祝愿各位科学工作者以辛勤的劳动去换取更为丰硕的成果。

中国农业科学院院长

卢良恕

1985年1月，北京

前 言

迄今人们只在少数几个农作物上发现过显性基因型雄性不育突变体。在小麦中第一个被发现的天然突变体是太谷核不育小麦，它的育性是受一个显性雄性不育基因所控制。由于它的特异性，它在遗传学和小麦育种学上都有十分重要的价值。首先，不育株经常分离出一半靠异交才结实后代和一半靠自交就能结实的可育株。正如大家所知道的，异交有利于基因重组，自交则有利于基因的纯合和稳定。因此，不育株象一个基因接受器，可以广泛地接受外来基因并不断地实现基因重组。基因重组体通过可育后代自交而纯合稳定，好的重组体最终被选育成优良的品种。太谷核不育小麦的这一特性无论在常规育种、轮回选择和建拓基因库诸方面都是十分有用的。其次，它的雄性败育彻底而稳定。不育株于开花时颖壳张开角度大，雌蕊柱头外露显著，异交结实率高。这不仅能够提高它作为育种工具的有效性，而且也看出它在小麦杂种优势利用中的潜在能力。第三，它的不育性不仅可以转移到普通小麦品种上，同时在小麦与其近缘种、属间杂交后代的广泛遗传背景下都能表达，这就使这个显性雄性核不育材料的应用范围不断地得到开拓。

书中包括太谷核不育小麦的发现经过和有关鉴定的论文，如遗传分析、细胞学观察、基因定位等；对败育机理的研究，如形态解剖、细胞化学、生化分析等；育种新途径的理论与方法，如轮回选择、基因库的建拓与野生种质的利用等。

本书可能会使育种工作者、生物学家、大专院校的教师和学生感兴趣。我希望通过学术交流可以推动核不育育种方法的发展，以开辟科学研究的新领域。

邓 景 扬

目 录

序.....	卢良恕 (i)
前言.....	邓景扬 (ii)
太谷核不育小麦的发现.....	高忠丽 (1)
鉴定与应用前景.....	邓景扬、高忠丽 (3)
遗传鉴定再研究.....	纪凤高、邓景扬 (10)
基因定位.....	刘秉华、邓景扬 (16)
雄性败育过程的细胞形态学观察.....	李祥义、邓景扬 (25)
花药组织和小孢子发生过程的亚显微结构.....	陈朱希昭 (30)
花粉母细胞核中富赖氨酸组蛋白在减数分裂启动前后的变化.....	薛光行、邓景扬 (36)
不育与可育花药内游离氨基酸的比较分析.....	朱广廉、曹宗巽 (42)
可育花药中游离脯氨酸的来源、利用及其与不育花药败育的关系.....	朱广廉、孙 超、曹宗巽 (49)
开花习性与异交结实率.....	杨赞林 (57)
开放授粉特性与轮选组群的设置.....	王进先、武克忠、姜 昱、李丽君 (62)
在常规育种和轮回选择育种中的应用方法.....	邓景扬、纪凤高 (67)
轮回选择基础群体组配的探讨.....	王进先、武克忠、祝明福 (73)
轮回选择育种中的选择与交配.....	张绍南、纪凤高 (81)
抗赤霉病基因库的建拓.....	吴兆苏、沈秋泉、陆维忠、杨赞林 (83)
选育抗赤霉病 (抗扩展) 品种轮回选择的方案.....	张乐庆 (90)
多抗性育种方案.....	林作楫、王振富、双志福 (93)
综合性状的轮回选择方案.....	沈秋泉 (97)
阶梯式轮回选择育种.....	张湘泉 (102)
远缘杂交的有效工具.....	朱汉如、李晓春 (105)
Ta1 基因在小黑麦育种中的应用.....	纪凤高、邓景扬 (108)
小麦新品系796-15.....	高忠丽 (116)
编后语.....	邓景扬 (119)

太谷核不育小麦的发现

高 忠 丽

(山西省太谷县小麦科学研究所)

1971年,我们科研小组在山西省太谷县郭家堡开展了寻找小麦不育株的工作。当年,我们找到了十几株不育小麦。到1972年收获时,全部恢复自交结实。大家分析失败原因,认为去年找到的不育株又瘦又小,可能是受外界条件影响所致。于是,我就开始专门寻找与上年找到的不育株形态不同的小麦不育株,但几乎找遍了五百亩大田麦地,也没有找到理想的麦株。当我来到小麦2-2-3品系¹⁾繁殖田时,却发现了一株与上年找到的不育株长相不同而又健壮的无芒小麦不育株。

1973—1974年,我们科研小组作了一些测交、回交、姊妹交试验,发现它的不育株率因组合、群体大小不同而有高有低,但总的比例接近1:1。通过大量套袋检查,测得不育株的不育度都是百分之百,可育株套袋自交结实率与正常小麦相同,而且后代育性不再分离。

1974年冬季,在山西省晋中地区科技局的支持下,我与郭文毅同志到中国农林科学院原子能利用研究所,与王琳清、程俊源、施巾帼等同志一起在该所温室进行研究,并到黑龙江省北繁加代。他们认为,它与国内外所有的雄性不育材料完全不同,是一个新的雄性不育类型。

1975—1976年,我们在郭家堡继续搞不育系、保持系及恢复系的三系配套试验,未获成功;1977年,我们走访了全国14个科研单位,但仍未解决定性问题。

我们根据2-2-3不育材料分离出的可育株育性不再分离的特点,采用了两条腿走路方法,一方面加紧采用多种方法找保持系,另一方面利用可育株培育新品系。几年来,在山西省农业科学院的指导下,我们已测交、回交、姊妹交600多个组合,据不完全统计,在调查过的14,114株内,分离出6,885株不育株,占总数的48.8%;7,229株全可育株,占总株数的51.2%。在这么多的组合中始终没选出一个相应的保持系,却选出了30个优良的高代品系。其中有4个参加太谷县的区域试验,表现最好的796-15,在1982年参加了山西省晚熟冬麦区(高肥水组)的区域试验,获得第一名,比对照品种晋麦8号增产10.6%,目前在全区示范。

1979年2月,中国农业科学院作物育种栽培研究所邓景扬博士通过几年的观察研究后,来到我们郭家堡进一步分析各方面的试验结果,最后肯定这个材料是“无花粉型”,为受显性雄性不育单基因控制的不育材料。他还指出,这个材料不宜搞三系配

1) 2-2-3品系是山西农学院培育的。

套，但可以用于多途径的育种方法，如开放授粉、定向转育和轮回选择等，这就打破了常规育种的方法，因而可以大批地选配组合和生产品种。这个材料定性后，引起各级领导的重视，一度被认为在短期内解决不了三系配套就没有什么用了的 2-2-3 不育材料又获新生，并被命名为太谷核不育小麦。

鉴定与应用前景

邓景扬

高忠丽

(中国农业科学院作物育种栽培研究所) (山西省太谷县小麦科学研究所)

引言

1972年,山西省太谷县农业技术员高忠丽在大田中发现了一株不育小麦^[1]。1976年,我们引进了这份材料。1979年我们报道了这株不育小麦是无花粉型,细胞质育性正常,它的不育性是受显性雄性不育单基因所控制^[1,2],这是世界上在小麦中第一次发现的天然突变体,这株不育小麦被命名为太谷核不育小麦,而这个显性雄性不育基因被命名为 $Ta1$ ^[2]。从1980年起,我们组织了全国不同生态地区的不同专题的多学科协作研究(各研究专题将另外分别予以报道)。本文仅报道太谷核不育小麦的鉴定经过和讨论它在遗传学和育种学上的价值,并介绍这项工作的研究进展情况。

形态学与细胞学观察

太谷核不育小麦的原组合是:

早熟1号/30600/2/太谷49/苏联1号/3/早洋/4/小红/963/5/太谷49/San Pastore F10。

一、形态学观察

太谷核不育株穗蓬松,颖壳张开,在阳光下半透明;花丝短而伸长性差,花药瘦瘪,呈箭头状,灰白色,不开裂,内无花粉粒;套袋不结实。雌蕊正常,柱头外露,异交结实性好;在正常年份与其它品种的自交结实率无大差别,即绝大多数能结实到顶,有些小穗结实达3—4粒,饱满度和发芽率与一般品种相同。这说明了靠异花授粉的太谷核不育小麦雄性不育性表现完全,在育种利用上是十分有价值的,它的利用将为小麦育种工作开创一个新局面(图版I、II)。

太谷核不育株的杂交后代分离出的可育株,雌、雄蕊都是正常的,而且后代育性不再分离,这些特点为太谷核不育小麦的利用提供了有利的另一个方面。

二、细胞学观察

1. 太谷核不育小麦开放授粉材料株间败育时期差异较大,从造孢细胞到单核花粉期都有发生,但大多数植株发生在小孢子刚被释放后。不论败育早晚,形态各异,其特点都是在很短时间之内就急剧而全部地解体,最后药室全空,只剩下两层空肥化的药壁,故称无

花粉型^[3]。这个特点为利用太谷核不育小麦作育种工具创造了十分有利的条件(图版 II)。

2. 在大多数不育株的花药内, 花粉母细胞的减数分裂通常是正常的, 但也有例外, 尤其是中期 I 以后, 可以看到多种异常现象。但其中总有或多或少的部分形成四分体, 完成了减数分裂^[3]。在减数分裂中期 I 能看到 21 对染色体, 在同分裂期的根尖压片上看到的 42 条染色体中, 未发现异常现象。然后, 再结合杂交后代分离比率就可以排除太谷核不育小麦的不育性是由于染色体不配对或染色体畸变所引起的可能性。

遗 传 分 析

根据表 1—3 的数据进行分析, 可以看到太谷核不育小麦具有 6 个特点:

1. 不育株套袋不结实, 主穗和分蘖穗育性一致;
2. 不育株无论与任何普通小麦品种、或 T 型恢复系或分离出的可育株杂交, 其杂种 F_1 育性分离, 不育株与可育株的比率为 1 : 1;
3. 育性没有中间类型;
4. 可育株自交后代育性没有分离;
5. 回交多代不能改变上述情况;
6. 雄性不育的特性与遗传方式不受环境条件的影响。

表 1 太谷不育株杂交 F_1 的育性分离情况(郭家堡资料)

杂交组合	年份	试验地点	总株数	不育株数	可育株数	χ^2	$P(1:1)$
不育株 × 原群体	1975	大田	1,497	683	814	11.46	<0.01
	1976	大田	2,252	1,070	1,182	5.570	0.01—0.02
	1976	温室	763	373	390	0.379	0.50—0.70
	1977	大田	652	319	333	0.301	0.50—0.70
不育株 × 可育株	1975	大田	682	310	372	5.636	0.01—0.02
	1976	大田	913	446	467	0.483	0.30—0.50
	1976	温室	204	101	103	0.0196	0.85—0.90
	1977	大田	36	17	19	0.111	0.70—0.80
不育株 × 普通品种 ¹⁾ (成对杂交)	1975	大田	1,634	835	799	0.793	0.30—0.50
	1976	大田	1,543	807	736	3.267	0.05—0.10
	1977	大田	3,777	1,851	1,926	1.489	0.20—0.30

1) 普通品种有农大 139、晋中 849 等推广品种和高代材料共 558 个。

为了进一步说明太谷不育小麦的育性是否受核基因所控制, 我们分别对细胞核与细胞质作了分析:

表 2 不同组合或自由授粉杂交 F_1 在不同条件下的育性分离情况

年 份	试验地点	组合或自由授粉数	杂 种总株数	不育株数	可育株数	X^2	$P(1:1)$	资 料 来 源
1975—1977	太谷大田	274	11,928	5,978	5,949	0.066	0.80	郭 家 堡
1976	太谷温室	126	2,121	1,025	1,096	2.377	0.10—0.20	同 上
1977	青海大田	145	5,464	2,648	2,816	5.165	0.02—0.05	同 上
1977	北京大田	自由授粉	15	7	8	0.067	0.70—0.80	本所生理遗传室
1978	北京大田	5	33	17	16	0.03	0.80—0.90	同 上
1978	北京大田	自由授粉	42	21	21	0	1	同 上
1979	北京大田	自由授粉	809	396	413	0.357	0.50—0.60	同 上
1979	(春化处理种子)北京大田	自由授粉	97	49	48	0.010	0.90—0.95	同 上
1980	太原大田	自由授粉	293	147	146	0.003	0.95	山西农业科学院
1981	太谷温室	8	524	263	261	0.030	0.80—0.90	郭 家 堡
1982	保定大田	自由授粉	621	312	309	0.0145	0.90—0.95	河北农业大学
1982	济南大田	自由授粉	652	327	325	0.006	0.90—0.95	山东农业科学院
1982	莆田大田	12	762	365	397	1.344	0.20—0.30	福建莆田农业科学研究所

表 3 太谷不育株杂交 F_1 分离出可育株¹⁾后代的育性表现 (郭家堡资料)

组 合		年 份	世 代	育 性
F_1 后代群体选系	G12-18-1	1973—1980	F_1-F_3	全育
	G12-18-2	1973—1980	F_1-F_3	全育
不育株/川水丰//农大176/8/山前		1976—1981	F_1-F_6	全育
不育株/有芒红7号//洛夫林10号/3/山前(I)		1976—1981	F_1-F_6	全育
不育株/5819//036/8/洛夫林13号(I)		1976—1981	F_1-F_6	全育
不育株/有芒红7号//洛夫林10号/8/山前(II)		1976—1981	F_1-F_6	全育
不育株/5819//036/8/洛夫林13号(II)		1976—1981	F_1-F_6	全育

1) 全国不同生态地区的24个育种单位选出的可育株从1980至1983年未发现育性异常。

一、细胞核分析

根据上述六个特点,可以认为太谷核不育小麦是一个杂合体,它的不育性是由显性雄性不育单基因所控制的。图1表示遗传模式。

我们还做了下面三个试验。

1. 把分离出的可育株与普通小麦做正反交试验,在 F_1 及其后代都没有出现不育株。这表明,可育株的可育基因是纯合隐性的,不是核-质互作类型。同时由于可育株只有一种花粉而不是两种,从而排除了孢子体不育的可能性。因此,认为这株不育小麦是由一个显性雄性不育单基因所控制^[2]。

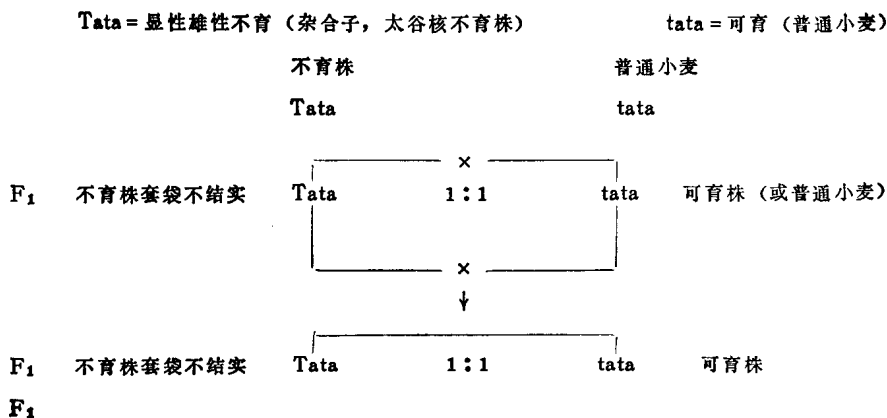


图1 太谷核不育小麦细胞核图解

2. 利用不育株与黑麦杂交产生出多元单倍体植株, 并使其染色体加倍, 使雄性不育基因在人工条件下纯合化。纯合不育株的杂交F₁全为不育, 再与雄性可育株杂交, 其杂交F₁育性分离表现可育与不育为1 : 1, 从而再一次肯定显性单基因决定着太谷核不育小麦的不育性^[4]。

3. 利用端体分析把不育基因定位在4D染色体短臂上 (4DS), 并且测出距着丝点约为31.1个交换单位, 这样使太谷核不育小麦的鉴定工作得到进一步的肯定^[5]。

二、细胞质分析

要把细胞质的育性鉴定出来是很困难的, 以前有人试用注射或嫁接方法, 但都未能得到预期结果, 我们考虑用推理的方法来鉴定它。我们先从可育株着手, 因为可育株是从不育株的杂交后代中分离出来的, 即可育株的细胞质来源于不育株。而可育株与多种普通小麦品种正反交后代也没有出现不育株。由此可以认为, 太谷核不育小麦的细胞质是正常的。这个育性正常的细胞质来自于上述八交种的最初母本——早熟1号小麦。因此, 太谷不育株的不育性只是受细胞核的显性雄性不育基因的控制, 这是一个基因型不育的典型例子。

基因突变及其命名

我们排除了导致不育的各种可能性, 如染色体不配对、染色体畸变、配子体不育等可能性。据统计, 在48种植物中, 至少发现过88个雄性不育的天然突变体, 其中隐性不育基因控制的有81个 (包括小麦8个^[8-15]), 只有7个是由显性雄性不育基因控制的^[16-22], 即: 在棉花中发现过3次^[16-18], 苕荳2次^[18-20], 红胡麻草1次^[21], 马铃薯1次^[22], 此外, Franckowiak等(1976)与Sassakuma等(1978)在用EMS处理的小麦属间杂种后代中, 得到一个花粉败育的不育株FS-6, F₁分离出不育与可育各半的比例, 作者认为它是受显性雄性不育基因控制的^[23-24]。1972年山西省发动群众共找到几万棵不育株, 但能够遗传并被保持下来的只有这一株^[1]。因为它是由显性雄性不育单

基因所控制，它接受任何品种的花粉都能结实，并能得到保存。在自然界中，突变为纯合体的可能性不是没有的，但纯合体不能保持，只有经过杂交，成为杂合体时，才能继续生存下来。

可以肯定，这个无花粉型的、细胞质育性正常的、受显性雄性不育单基因控制的天然突变体，在小麦中还是第一次发现，我们给这个显性雄性不育基因命名为 $Ta1^{[2]}$ 。

理论上的意义与利用途径

$Ta1$ 显性雄性不育基因的发现为遗传学研究和育种实践开拓了新的领域。

一、理论方面

目前，在雄性不育型的理论领域中有很多争议。

Sears (1947) 在总结前人工作的基础上认为，雄性不育有三种类型：细胞质不育、基因不育、细胞核与细胞质互作的不育。他的主要论据是，T型玉米不育系通过很多测配，得不到恢复系，就认为存在细胞质控制的不育类型，即三型学说^[25]。

Edwardson (1970) 及其他人在T型玉米筛选出恢复系之后认为，所谓细胞质雄性不育，实际上是核-质互作不育，因为在所谓细胞质不育材料中，它的细胞核也是不育的，因此不存在细胞质不育，即二型学说^[26]。目前，核-质互作型雄性不育材料在110多种植物中，多数已得到三系配套，但基因型雄性不育还缺乏有力的证据。

Kihara (1968) 及其他人通过不同细胞质核置换方法，得出不同的反应。即有可育的和不育的，认为这是一个核-质协调问题。每个染色体组或基因都有其相应的细胞质的一个单位，即基因不育，它的细胞质也是不育的。从而对基因雄性不育型的存在表示怀疑，即所谓基因不育，实际上是暂时找不到保持系，称为一型学说^[27]。

经过多年试验，太谷核不育小麦无法找到完全的保持系及完全的恢复系^[1]，或者说，两者兼而有之，这是典型的基因型雄性不育的例子。因此，我们有充分的根据确认二型论，即肯定了基因型雄性不育的存在与核-质互作型雄性不育的事实，为解决遗传学上对这一问题的争论提供了有力的科学论据。

太谷核不育小麦在理论方面的另一贡献是，这个受单基因控制的显性雄性不育性为研究植物生理遗传提供了新的物质条件。目前，我们和协作组成员利用这个新材料进行多方面的基础理论研究，特别是对有关不育机理的探讨有了新发展，将分别以专文报道。

二、应用方面

农作物的自花授粉有利于保持与繁殖优良基因型个体，而不利基因重组；异花授粉有利于广泛的基因重组，而不利保持具有优良基因型个体。但含有 $Ta1$ 雄性不育基因的太谷核不育小麦能把两者优点兼收并蓄，这将为小麦育种实践开辟多种新途径。用于常规育种，可以作为不用人工去雄的杂交工具，进行简单杂交、复合杂交、阶梯式杂交和回交育种，不仅可以提高工作效率、多做组合，特别是在复合杂交中，还可以减少初级亲本优良基因的丢失。但这个材料更重要的价值在于下述的几种育种新方法。

(一) 用于轮回选择

七十年代以来, 自花授粉作物如大麦、小麦、水稻、大豆等采用轮选方法育种, 已越来越受到重视, 由于所用材料是受隐性核不育基因所控制, 杂交后代分离复杂而持久, 因而效率不高。太谷核不育小麦败育彻底, 育性稳定, 这就为小麦轮选育种提供了更为有利的条件。我们协作组根据各地区的生态条件和育种目标, 提出各种各样的轮选方案。在理论研究中, 侧重于组配群体、选择压力的控制和改良群体的利用诸方面。育种目标在抗病性方面, 首先研究对人畜有害的赤霉病的抗性; 还有抗锈病、抗白粉病、抗黄矮病、抗根腐病等。在抗逆性方面, 首先考虑的是抗干旱、耐盐碱……, 当然还有提高产量与质量的方案, 这些方案正在进行实施。通过轮选得到的改良群体, 既可以从中选出突破性品种, 同时也能培育出多系品系或优良复合品种, 而且还可以根据更高育种目标的要求, 加进一些新的亲本材料, 继续进行轮回选择。轮选可育株用作组织培养材料可以快速地获得广阔遗传基础的新品种。

(二) 用于远缘杂交

在远缘杂交育种工作中, 一般遇到的困难是结实率低和可能掺杂假杂种, 如果采用具有 Tal 的小麦做杂交工具, 工作将会方便而有效。

在小黑麦育种试验中, 我们把远缘杂交可交配性好而又具有 Tal 基因的品种作为桥梁品种使用, 在一个杂交季节一个人就可获得数千粒真杂交种子。我们首次培育出显性核不育八倍体小黑麦, 这对开展染色体工程研究可能会有一定的推动作用^[4]。

(三) 用于建立和开拓基因库

经过丰富的、广泛的基因交流而得到的综合群体, 可视为活的、进化的种内基因库, 能为小麦育种提供新的亲本材料。经过远缘杂交引进异种、属的种质的改良群体, 丰富了小麦的基因储备, 扩大了小麦的遗传变异, 增强了抗病、抗逆的能力, 是人工创造的具有战略意义的异源基因库。

(四) F_1 杂种优势利用与性状附加标记

F_1 杂种优势的利用能大幅度地增加单位面积产量, 但目前在世界范围内, 核-质互作的T型三系材料与化学杀雄还未能达到这个目的。

受显性单基因控制的太谷核不育小麦的发现, 为利用两系法获得杂交种子提供了可能性。利用两系法生产杂交种子的根本问题是要做出性状附加标记, 似以种子颜色为最好, 便于在种子阶段便能够把不育与可育分开, 使在生产上利用可育株的杂种优势。有了附加标记, 还可以使太谷核不育小麦在常规育种、轮回选择、远缘杂交, 特别是在基础理论研究工作中的运用更方便和更有效。目前, 附加性状标记的研究工作正在探索中。此外, 利用 Tal 基因有目的地组配互交群体以选育一般配合力的测验种的研究工作也获得了可喜进展。

总之, 显性单基因控制的太谷核不育小麦象一台工作母机, 通过不同的育种途径, 将会收到比传统的育种方法更大的经济效益。作为人类主要粮食作物之一的小麦, 不仅

可以靠它提高产量, 还可以靠它提高品质, 这将为世界农业现代化育种开辟一条新途径。

参 考 文 献

- [1] 高忠丽, 1979, 攀登小麦育种科研新高峰。山西农业科学, (1): 13—15。
- [2] 邓景扬、高忠丽, 1980, 小麦显性雄性不育基因的发现与利用——太谷不育小麦鉴定总结。作物学报, (2): 85—98。
- [3] 李祥义、邓景扬, 1983, 太谷核不育小麦雄性败育过程的细胞形态学研究。作物学报, (3): 151—156。
- [4] 纪凤高、邓景扬, 1984, 太谷核不育小麦遗传鉴定结果再验证及显性雄性不育八倍体小黑麦的人工合成。中国科学(B辑), (12): 1111—1125。
- [5] 刘秉华、邓景扬, 1984, 太谷核不育小麦显性不育单基因初步定位。山西农业科学, (5): 10—11。
- [6] Dang Kien-Duong (Deng Jing-Yang), Gao Zhong-Li, 1980, Détermination et utilisation d'un gene dominant mâle stérile chez le blé Taigou (*T.aestivum* L.). *Saussurea*, (11): 27—41。
- [7] Deng Jing-yang (Dang Kien-Duong), Gao Zhong-Li, 1982, Discovery and determination of a dominant male-sterile gene and its importance in genetics and wheat breeding, *Scientia Sinica* (Series B), (5): 508—520。
- [8] Athwal, D.S., P.S.Phul, and J.L.Minocha, 1967, Genetic male sterility in wheat. *Euphytica*, 16: 354—360。
- [9] Briggie, L.W.A., 1970, Recessive gene for male sterility in hexaploid wheat. *Crop Sci.*, 10: 693—696。
- [10] Driscoll, C.J., 1977, Registration of Cornerstone male-sterile wheat germplasm. *Crop Sci.*, 17: 190。
- [11] Favret, E.A. and G.S.Ryan, 1966, Mutation in plant breeding, 49—60。
- [12] Fossati, A. and M.Ingold, 1970, A male sterile mutant in *T.aestivum*. *Wheat Inf.Serv.*, 30: 8—10。
- [13] Jan, C.C. and C.O.Qualset, 1977, Genetic male-sterility in wheat inheritance. *Crop Sci.*, 17: 791—794。
- [14] Pugsley, A.T. and R.N.Oram, 1959, Genic male sterility in wheat, *Austral.Plant Breed.Genet.Newsletter*, 14。
- [15] Крупнов, B.A., 1968, Genic male sterility in common wheat (*T.aestivum* L.), *Soviet Genetics*, 4 (10): 28—35。
- [16] Allison, D.C. and W.D.Fisher, 1964, A dominant gene for male sterility in upland cotton. *Crop Sci.*, 4: 548—549。
- [17] Weaver, J.B.Jr. and T.Ashley, 1971, Analysis of a dominant gene for male-sterility in upland cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci.*, 11: 596—598。
- [18] Bowman, D.T. and J.B.Weaver, 1979, Analysis of a dominant male-sterile character in upland cotton. *Crop Sci.*, 19: 628—630。
- [19] Ryder, E.J., 1963, An epistatically controlled pollen sterile in lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Proc.Amer.Soc.Hort.Sci.*, 83: 585—589。
- [20] ———, 1971, Genetic studies in lettuce (*Lactuca sativa* L.). *J.Amer.Soc.Hort.Sci.*, 96: 826—828。
- [21] Sobrinho, L.G., 1946, Sur le comportement génétique de *Centranthus ruber*, D.C.Portugaliae *Acta Biol. Ser.A*, 1: 385—390。
- [22] Salaman, R.N., 1910, Male sterility in potatoes, a dominant Mendelian character. *J.Linn.Soc. (London)*, 39: 301—312。
- [23] Franckowiak, J.D., S.S.Maan, and N.D.Williams, 1976, A proposal for hybrid wheat utilizing *Aegilops squarrosa* L. cytoplasm. *Crop Sci.*, 16: 725—728。
- [24] Sasakuma, T., S.S.Maan, and N.D.Williams, 1978, EMS induced male-sterile mutants in euplasmic and alloplasmic common wheat, *Crop Sci.*, 18: 850—853。
- [25] Sears, E.R., 1947, *U.S.Dept.Agr.Yearbook*, 245—255。
- [26] Edwardson, J.R., 1970, *Bot.Rev.*, 341—401。
- [27] Kihara, H., 1968, Cytoplasmic relationships in the Triticinae, 3 *Int.Wheat Gen.Symp.*, 125—134。

遗传鉴定再研究

纪凤高 邓景扬

(中国农业科学院作物育种栽培研究所)

引言

1972年,山西省太谷县高忠丽在普通小麦中发现了一株雄性不育株^[1],国内不少单位先后进行了研究。由于杂种优势利用在作物育种上的巨大成就,人们首先想到的是利用这个新的不育材料实现三系配套,以便配制小麦杂交种。然而,这个不育材料的杂交一代总是分离出可育与不育两种类型的植株,一直找不到对它全保持或全恢复的品种或品系。邓景扬分析了前人研究资料,再结合自己的试验结果,认定这个雄性不育材料是受显性单基因所控制的。由于它在太谷县被发现,所以称之为太谷核不育小麦,这个显性单基因就被命名为 $Ta1$ ^[2]。

植物界雄性不育突变体很少发生,且多为隐性突变。在普通小麦中自然发生的显性雄性不育突变体没有先例。邓景扬的研究结果公布后,仍众说纷纭,因此,我们从不同的方面对太谷雄性不育小麦的遗传特性进行再研究是有必要的。由于不同类型的雄性不育材料具有不同的遗传特点,在育种上的利用途径也不同,因此,不论再研究的结果是肯定、修正或否定原试验结论,对太谷雄性不育小麦的研究与利用都是有益的。

试验设计

显性基因的特点是显性纯合体与对应的隐性纯合体杂交, F_1 全部表现显性性状;显性杂合体与隐性纯合体杂交, F_1 表现为1:1分离。按照原鉴定结果, $Ta1$ 基因只能以单基因状态存在,原因是携带有 $Ta1$ 基因的雄性不育株不能自交,因而不能自然纯合。按照孟德尔遗传法则,雄性不育与雄性可育属于一对相对性状,相对性状通常是由等位基因所控制的,所以,我们就假定 $Ta1$ 基因的等位基因为 $ta1$ 。这样,普通小麦及从不育株后代中分离出来的可育株,育性不发生分离,基因型应为 $ta1\ ta1$ 。不育株杂交一代总是要分离出一半可育株和一半不育株,其基因型应为 $Ta1\ ta1$ 。既然不育株是杂合体,它就应该产生 $Ta1$ 与 $ta1$ 两种基因型的雌配子。如果让这些雌配子单性发育成植株,这些植株雄蕊的表现型就可以代表雌配子的基因型。再把这些单倍体植株染色体加倍处理,就可以使 $Ta1$ 基因和 $ta1$ 基因各自人工地纯合化而成为 $Ta1\ Ta1$ 和 $ta1\ ta1$ 。纯合不育株的杂交一代应该全部带有 $Ta1$ 基因,即全部表现为雄性不育。

最初,我们从三条途径进行了试验。1)球茎大麦给太谷雄性不育小麦授粉,利用幼胚发育过程中球茎大麦染色体易被丢失的特点^[4],产生雌配子基因型单倍体幼胚;

2) 化学药剂处理不育株柱头以诱导雌配子单性发育; 3) 黑麦给太谷雄性不育小麦授粉产生多元单倍体。前两条途径都可以产生单纯普通小麦遗传成分的单倍体植株, 一般不会有碍于 $Ta1$ 基因的表达。然而, 当我们确证黑麦的遗传成分对 $Ta1$ 基因的表达没有什么明显的作用之后, 试验的重点被放到了第三条途径上, 本文只报道这条途径的试验结果。

普通小麦的染色体组型为 AABBDD, 二倍体黑麦的染色体组型为 RR。太谷雄性不育小麦与黑麦杂交一代应为 ABDR($Ta1$) 和 ABDR($ta1$) 两类基因型。经染色体加倍处理后, 分别成为 AABBDDRR($Ta1Ta1$) 和 AABBDDRR($ta1\ ta1$), 前者为纯合雄性不育八倍体小黑麦, 授以正常八倍体小黑麦花粉, 杂交一代应全部含有 $Ta1$ 基因, 即全部表现为雄性不育。

材 料 与 方 法

含有 $Ta1$ 基因的母本材料共 6 个, 分别为自由授粉的太谷雄性不育小麦与春小麦 PH₈₈、中 7605/PH₈₈F₅、Penjamo 62、中 7725、Yecora 和中 7901 的杂交一代不育株, 由本所春麦育种室提供, 这些母本与中国春小麦杂交及回交后代由作者自己生产。父本黑麦为荆州黑麦、SNOOPY-2、SNOOPY-3 和兰州黑麦, 由本所多倍体育种室提供。这些亲本在花粉母细胞减数分裂时期经卡诺液固定、醋酸洋红染色压片检查, 证明母本是六倍体普通小麦, 有 42 条染色体(图版 III, 1), 父本黑麦是二倍体, 有 14 条染色体(图版 III, 2)。

杂种一代以秋水仙素与二甲基亚砜(DMSO)混合液浸泡带蘖苗分蘖节以下部位的方法进行染色体加倍处理。

加倍处理后的不育株分别授以小黑麦大区 12 ($2n = 8x = 56$)、大区 20 ($2n = 8x = 56$) 和鉴 45 ($2n = 6x = 42$) 的花粉。

对照 1 为含有 $Ta1$ 基因的太谷雄性不育小麦。

对照 2 为不含 $Ta1$ 基因的中国春小麦与黑麦杂交一代单倍体植株, 部分植株经染色体加倍处理。

本试验是在北京郊区东升公社科技站温室和本所温室、大田进行的。

结 果 与 分 析

一、单倍体植株的雄蕊表现及其基因型分析

太谷雄性不育小麦与黑麦所有杂交组合的 F_1 植株发育到开花阶段时, 都可以被明显地区分为大花药与小花药两种类型(图版 III, 5、6)。

大花药植株与不含 $Ta1$ 基因的对照 2 一样, 花药发育早期呈乳白色, 减数分裂以后逐渐发育成绿色, 开花前后变成黄色, 花丝能伸长, 开花时颖壳外挂满黄色的花药, 但花药瘦长, 一般不能开裂散粉, 没有外来花粉, 极少结粒(图版 III, 7)。

小花药植株花药发育早期也呈乳白色, 大多数植株的花药发育到减数分裂时期前后已不再长大, 始终停留在幼小的乳白色状态。开花时仅剩枯死空瘪的花药壁, 内无花粉