

AS型小麦雄性不育系研究初报^{*}

张改生 李正德

(西北农学院农学系)

提 要

为了探求小麦新的不育类型,从普通小麦 (*T. aestivum* L.) 种内的一些品种和变种中,选取了10个具有不同特点的材料,以77(2)—1为共同亲本,进行了正反杂交和正反回交,并对其后代进行了考查。考查结果发现77(2)—1和印度矮生 (*T. sphaerococcum* Perc.) 的正反杂交后代和正反回交后代育性表现显著不同。当以77(2)—1做母本与印度矮生杂交时 F_1 代表现为低不育, F_2 代的育性发生分离,可育与不育的比例呈3:1。用印度矮生做父本与其 F_1 代连续回交,则 BC_1 、 BC_2 和 BC_3 的后代全为不育株,从此便成为新的稳定的AS型小麦雄性不育系。由于新不育系是由栽培普通小麦的细胞质和印度矮生的核组配而成,故用此二变种名的第一个字母结合而命名为AS型。然而,反交结果大不相同。当以印度矮生做母本与77(2)—1杂交, F_1 代表现育性正常, F_2 代育性无分离,仍为全育。用77(2)—1做父本与其 F_1 代连续回交, BC_1 和 BC_2 的后代也为全育。令人惊异的是:用反交 F_2 代分离出来的性状与77(2)—1相似的可育单株,也能保持先正交、再回交后代中分离出来的全不育株,得到了全保持系。从上述初步结果可以看出:①栽培普通小麦种内某些品种或某些变种的细胞质存在着一定程度的分化,这种分化在特定的质核搭配组合中对育性能产生质的差异。②利用这种分化,为在普通小麦种内找到稳定的新不育质源以创造新型三系提供了可能。

* * *

引 言

杂种优势利用是现代育种中成果突出的领域之一。杂交种的增产效益早已为国内外的生产实践所证实。迄今在农作物如玉米、高粱、水稻等已利用雄性不育系配制杂种,在生产上普遍推广,增产十分显著。但在小麦方面,目前国内外研究最广泛的T型雄性不育系,虽然不育性比较稳定,但经多年研究,发现其恢复源单一、恢复系少、组配受到限制,并带有不同程度的不良母性影响,优势不够显著。因此,国内外小麦育种工作者都希望能培育出具有栽培普通小麦细胞质的新型雄性不育系,以扩大恢复系而增强优势,实现杂交小麦在生产上的广泛利用。关于这方面的研究,国外报道的主要有

*①王红玉同志曾参加部分工作。

②本刊编辑部收到此稿时间:1984年12月19日。

Pugsley和Oram(1959), Savchenko和Lastovich(1964) Athwal等(1967), Krupnov(1968), Gill和Anand(1970)等, 他们都发现由核内隐性基因决定的雄性不育系。Briggle(1970)还报道了一个雄性不育组合。其分离比例为3正常:1雄性不育, 没有中间类型。国内主要有叶绍文(1963)在青海高原发现的雄性不育系, 山东昌潍地区农科所(1963)发现的潍型雄性不育系, 邓景扬和高忠丽(1980)报道的单显性雄性不育系。虽然这些不育系都具有栽培普通小麦的细胞质, 但从研究的结果来看, 均属核型雄性不育, 由于没有保持系, 难以配制杂种。杨天章(1983)还报道了从栽培普通小麦种内不同品种的正反杂交后代中发现了雄性不育株, 只是没有稳定地保持下来。总之, 截止目前, 国内外还未报道过具有栽培普通小麦不育质的、又能稳定保持的不育系。

本研究的目的在于探索具有栽培普通小麦核质互作的雄性不育系, 并能稳定保持下来的可能性。如果能被稳定保持, 就为创造小麦新型三系提供了可能。

材料和方法

从普通小麦种内不同类型的品种和变种中, 选取了10个具有不同特点的材料。其中以曾出现过雄性不育现象的77(2)—1为共同亲本, 与蚂蚱麦、陕农17、卡平戈、NP-FP、普里美皮、Sq6—3、西野77239、密穗和印度矮生配成18个正反杂交组合。77(2)—1系我院小麦研究室选育的优良品种, 系谱是:

77(2)—1 = 咸农39/58(18)2//丰产3号/3/洛夫林10/4/卡平戈。咸农39 = 礼泉和尚头/华县气死风//中农28/3/水源86。

试验主要采用正反杂交、正反置换回交和杂种自交等方法, 并在严格套袋隔离条件下进行。育性鉴定是在开花前刚抽穗, 每株选取主茎穗严格套袋自交, 成熟后考察结实率。部分材料用碘—碘化钾溶液镜检花粉活力。试验自1981年开始在西北农学院教学试验农场进行, 少数材料在温室进行加代。

结果与分析

所组配的18个正反杂交组合中, 除77(2)—1×印度矮生的正反杂交外, 其余16个组合无论正交或反交的 F_1 代, 育性都接近正常或稍稍偏低, F_2 代均无育性分离。用原父本与 F_1 分别进行正反回交二、三代后, 基本上都达到了正常自交结实水平。如77(2)—1×蚂蚱麦的 F_1 代, 自交结实率为60.7%, 回交二代自交结实率达82.2%; 蚂蚱麦×77(2)—1的 F_1 代, 自交结实率为61.8%, 回交二代自交结实率达81.0%; 77(2)—1×西野77239的 F_1 代, 自交结实率为64.4%, 回交三代自交结实率达80.5%; 西野77239×77(2)—1的 F_1 代, 自交结实率为69.3%, 回交三代自交结实率达83.7%。说明77(2)—1和前16个组合中的另外8个亲本的细胞质可能相似, 或不相似, 但核内育性基因可能相同, 至少在一个相同位点上都是可育的, 这样就不能产生出不育株来。但是, 77(2)—1

与印度矮生的正反杂交、正反回交在育性反应上却表现出与上述组合不同的趋势。

一、77(2)—1与印度矮生正反杂交 F_1 代的育性表现

当以77(2)—1做母本与印度矮生杂交时，在 F_1 代的54个单株中，既没有全不育株出现，也没有全育株出现，而表现为低不育，自交结实率为61.8%。当以印度矮生做母本与77(2)—1杂交时，其情况就大大不同了， F_1 代的47个单株都表现为育性正常，没有不育株出现，自交结实率为81.3%。经t测验，正反交 F_1 自交结实率差异极显著(表1)。同是两个亲本，染色体组型又都相同，均属AABBDD，只是由于组配方式不同，结果就显然不同，其原因只能归结为两个亲本的细胞质可能存在差异。因为正交和反交唯一质上的差异就是后代承继的细胞质不同。将 F_1 杂种严格套袋自交， F_2 的分离情况充分说明了这一论点。

表1 77(2)—1与印度矮生正反杂交 F_1 代育性表现

调查项目 组合名称	总株数	全不育(0)		高不育(1-20%)		半不育(21-50%)		低不育(51-80%)		全育(81-100%)		平均结实率(%)	$t_{0.01} = 2.625$
		株数	占总株数(%)	株数	占总株数(%)	株数	占总株数(%)	株数	占总株数(%)	株数	占总株数(%)		
(77(2)—1 × 印度矮生) F_1	54	0	0	0	0	8	14.8	46	85.2	0	0	61.8	$t = 6.479^{**}$
(印度矮生 × 77(2)—1) F_1	47	0	0	0	0	0	0	11	23.4	36	76.6	81.3	

注：表头育性分类数为自交结实率。

二、77(2)—1与印度矮生正反杂交 F_2 代的育性表现

让77(2)—1 × 印度矮生的 F_1 代低不育植株自交， F_2 代的育性发生分离，既有全不育和全育植株出现，又有低不育中间类型。若按可育与不育来分，套袋自交的89株中，67株可育，22株全不育，呈3:1之比例。分离出来的全不育株，其花药极瘦小、干瘪、不开裂、不分叉；内含微量空秕花粉，呈三角结晶状，无生育能力。但是，反交的 F_1 植株自交， F_2 育性正常无分离，全部60株的自交结实率为81.4%(表2)。

正反杂交 F_2 育性分离不同的情况说明：(1) 77(2)—1和印度矮生两个变种之间的细胞质可能存在着某种程度的分化，这种分化表现在：77(2)—1的细胞质与印度矮生核内不育基因互作，产生雄性不育，而印度矮生的细胞质与同样的核内基因互作，则育性正常；(2) 77(2)—1的细胞质可能存在有不育的胞质基因，而印度矮生则可能存在可育的胞质基因。很显然，77(2)—1的核可能存在可育基因，否则它本身就难以存在。印度矮生的核可能存在不育基因，否则就不可能通过杂交使77(2)—1做母本的后代产生不育。这样无论是77(2)—1还是印度矮生，它们的核或质的不育基因都得到质或核可育基因的保护，尽管在进化过程中产生了变异，其本身都能正常可育；但是，(3) 通过杂交和自交，由于重组和纯化，就有可能一方的不育质和另一方的不育核基

表2 77(2)-1与印度矮生正反杂交F₂代育性表现

调查项目 组合名称	总株数	不育状况				可育状况				可育株与不育株比率	机率*
		不育株数	不育率(%)	不育度(%)	不育幅度(%)	可育株数	可育株率(%)	可育度(%)	可育幅度(%)		
(77(2)-1 × 印度矮生) F ₂	89	22	24.7	100.0	0.0	67	75.3	47.8	8.3—83.3	3:1	0.95— 0.99
(印度矮生 × 77(2)-1) F ₂	60	0	0	0	0	60	100.0	81.4	52.5—96.2		

* 为卡平方测验机率。

因结合而表现出不育来。那么77(2)-1做母本与印度矮生杂交，F₂代分离的全不育株能否稳定保持下来，成为一个具有栽培普通小麦不育质的新型雄性不育类型。从回交的结果来看这是可能的。

三、77(2)-1与印度矮生正反回交后代的育性表现

当77(2)-1做母本与印度矮生杂交的F₁，用印度矮生做父本连续回交时，BC₁代的10个单株，BC₂代的57个单株，BC₃代的10个单株（从1984年加代中获得），全为不育株，自交结实率为零，其不育株率、不育度均为100%。当以印度矮生做母本与77(2)-1杂交的F₁，用77(2)-1做父本连续回交，BC₁代的22个单株，BC₂代的32个单株，全为可育株，自交结实率分别为66.7%、75.4%；可育幅度分别为42.9—88.2%、63.7—94.4%（表3）。正反回交的结果进一步证实了77(2)-1的细胞质与印度矮生的细胞质存在着客观上的差异性。这种差异使77(2)-1的细胞质能对普通小麦中某些变种核内存在的不育基因表现不育，并通过回交使这种不育质源稳定地保持下来，为创造新型三系打下基础。

由反交F₂分离出来的性状与77(2)-1相似的可育单株，也能保持先正交、再回交

表3 77(2)-1与印度矮生正反回交的育性表现

调查项目 组合名称	回交代数	总株数	不育状况			可育状况			
			不育株数	不育率(%)	不育度(%)	可育株数	可育株率(%)	可育度(%)	可育幅度(%)
77(2)-1 × 印度矮生	BC ₁	10	10	100.0	100.0	0	0	0	—
	BC ₂	57	57	100.0	100.0	0	0	0	—
	BC ₃	10	10	100.0	100.0	0	0	0	—
印度矮生 × 77(2)-1	BC ₁	22	0	0	0	22	100.0	66.7	42.9—83.2
	BC ₂	32	0	0	0	32	100.0	75.4	63.7—94.4

后代中分离出来的全不育株, 虽然这里只有7株, 但不育株率、不育度全为100%。这不但证明了印度矮生核内确实存在着对77(2)—1细胞质表现雄性不育的不育基因, 而且还说明这种不育基因在印度矮生细胞质背景下, 可以与77(2)—1核内决定优良农艺性状的基因进行重组, 结合在一个共同的基因型中, 并表现正常可育, 为进一步转育指出了途径。值得注意的是: 当用陕农17、丰产3号和上述正回交后代中分离出来的全不育株杂交时, F_1 代育性全部恢复, 这说明这种不育性易被恢复。

讨 论

1. 栽培普通小麦种内某些品种或某些变种的细胞质存在一定程度的分化, 这种分化在特定的质核搭配组合中, 对育性反应能产生质的差异。前述77(2)—1与印度矮生的正反杂交和正反回交结果, 充分说明了这一论点。这种分化究竟是出于细胞质基因的突变呢? 还是原始母本细胞质供体的不同, 或是其它原因, 尚待进一步研究。然而有一点可以肯定: 普通小麦的细胞质是由二粒小麦遗传的, 两者的细胞质相同, 来源于山羊草属(木原, 1966, 1977)。而二粒小麦的细胞质被认为最有理由的供体是拟斯卑尔脱山羊草(常胁恒一郎, 1968, 1973, 1979)。又根据叶绿体DNA分析的资料, 进一步表明拟斯卑尔脱山羊草群体内确实存在着细胞质的异质性(Bowman等, 1983)。所以, 野生二粒小麦的细胞质也许是从目前尚未研究过的不同类型的拟斯卑尔脱山羊草衍化而来。这些工作比较清楚地证实了普通小麦细胞质异质化的存在。但是, 其细胞质内决定育性的基因是单位点基因还是多位点基因, 还须进一步测定。从本试验来看有可能是单位点, 因为若是多位点, 就有可能正反杂交都出现不育, 而本试验只是一方显示不育。不过这并不排除一个质中可能存在相同的两个以上的位点基因。

2. AS型不育的核质遗传模型可以假定为: 77(2)—1为S(Ff)或S($F_1F_1f_2f_2$), 印度矮生为N(ff)或N($f_1f_1f_2f_2$), S、N分别代表细胞质内的不育与可育基因, F、f分别代表核内的可育与不育基因。按照这一模型, 77(2)—1×印度矮生的 F_1 应为S(Ff)或S($F_1f_1f_2f_2$), F_2 分离3S(F—):1S(ff)或3S($F_1-f_2f_2$):1S($f_1f_1f_2f_2$), 其反交的 F_1 为N(Ff)或N($F_1f_1f_2f_2$), F_2 由于质中的N基因, 所以分离不出不育株来。不育系基因型为S(ff)或S($f_1f_1f_2f_2$), 印度矮生便是它的自然保持系。不过有一点需要说明: 按照这一模型, 正交的回交一代应有可育株出现, 而表3列出的资料则是全不育的。原因是正交的回交一代10个单株中, 有2株主茎穗中下部小穗中间小花各结了一粒种子, 在计算自交结实率和不育度时, 因为是以每穗能结实小穗基部两朵小花为基数计算, 虽然中间小花各结了一粒种子, 但没有计算在内, 仍为全不育株。若按实际结实粒数计算, 分可育与不育两种情况统计, 比例为2:8。虽如此, 假定的遗传模型仍不能满意地解释 BC_1 代的育性状况。至于 BC_2 、 BC_3 代全不育, 则符合假定的遗传模型。上述遗传模型只是初步假定, 进一步地肯定它, 还须大量的试验资料来验证。

3. AS型不育系的转育和恢复, 还有待进一步地研究和试验。但是, 从本试验的结果来看, 反交 F_2 代中出现的性状与77(2)—1相似的可育单株, 能保持正回交后代中分离出

来的全不育株的不育性和这种不育性能被陕农17、丰产3号所恢复,这些事实启示我们,通过杂交方法选育栽培品种的保持系并进而转育为不育系,用一般品种来恢复是可能的。

以栽培普通小麦为母本,获得能稳定保持的雄性不育类型是一项探索性试验,一些有关问题,尚须继续进行研究。

主要参考文献

1. 鲍文奎: 1982, 《中国农业科学》, (3): 32—37。
2. 杨天章: 1983, 《作物学报》, (4): 217—222。
3. 叶绍文、容珊: “VE型小麦雄性不育系的研究”, 《遗传学报》, 1979, 6(1): 26—27。
4. 山东昌潍地区农科所: “V型小麦雄性不育系研究现状”, 《遗传育种学术讨论会文集》, 1973年, 科学出版社, 106—109。
5. 邓景扬、高忠丽: “小麦显性雄性不育基因的发现和利用”, 《作物学报》, 1980, 6(2): 85—98。
6. Lelley, J.: 1976. **Wheat Breeding—Theory and Practice**, Budapest. (庄巧生等译): 《小麦育种的理论与实践》, 1982年, 农业出版社, 5—18, 219—227。
7. Pugsley, A.T. and R.N. Oram: 1959, **Austr. PL. Breed. and Genet. News Letter**, 14: 10—11。
8. Athwal, D.S., Phul, P.S., and Minocha, J.L., 1937. **Euphytica**, 16: 354—360。
9. Gill, B.S. and Anand, S.C., 1970. **Crop Sci.**, 10: 385—386。
10. Bowman, C. M., Bonnard, G. and Dyer, T.A., 1933, **Theor. Appl. Genet.** 65: 247—252。
11. Suemoto, H.: 1979. **Proc. 5th. Int. Wheat Genet. Symp.**, 273—281。
12. Suemoto, H.: 1968, **Proc. 3th Int. Wheat Genet. Symp.**, 141—152。
13. Suemoto, H.: 1973, **Proc. 4th. Int. Wheat Genet. Symp.**, 109—113。
14. Kihara, H.: 1968. **Proc. 3th. Int. Wheat Genet. Symp.**, 125—134。
15. Kihara, H.: 1982. **Wheat Studies —Retrospect and Prospects**, Eisevier Sci. Pub., Amsterdam, Oxford, New York, 131—139。

A Preliminary Study of the AS-type Male Sterility of Wheat

Zhang Gaisheng Li Zhengde

(Department of Agronomy, the Northwestern College of Agriculture)

Abstract

In order to probe into a new male sterile type of wheat, 10 different typical varieties with different characteristics in *T. aestivum* were selected to carry out the reciprocal cross and backcross with 77(2)—1 as the common parent plants. And at the same time, their progenies were also investigated. It was found from results investigated that their reciprocal cross and backcross progenies of 77(2)—1 and *T. sphaerococcum* showed significant difference in fertility. When 77(2)—1 used as female plant was crossed with *T. sphaerococcum*, F_1 plants appeared to be low sterile, but F_2 plants were segregated in proportion to 3:1 with respect to fertile and male sterile. When *T. sphaerococcum* used as male plant was backcrossed with F_1 plant, all the progenies of BC_1 , BC_2 and BC_3 were completely male sterile. Thus, a new male sterile type with stable sterility, named "AS-type" male sterile was obtained. Since the new male sterile line was obtained from the combination of the cytoplasm of *T. aestivum* and *T. sphaerococcum* Perc, the first letters of the two varieties have been used to give it new name "AS-type". And yet, results from backcrossing showed great difference. When *T. sphaerococcum* used as female plant was crossed with 77(2)—1, F_1 plants were normally fertile and F_2 plants were not segregated but completely fertile. When 77(2)—1 used as male plant was backcrossed with F_1 plant, all the progenies of BC_1 and BC_2 were also completely fertile. Notably, the complete male sterile plants segregated in backcross, when 77(2)—1 used as female was crossed with *T. sphaerococcum*, can be maintained steadily by the fertile plant in a similar way to 77(2)—1 segregated in F_2 , when *T. sphaerococcum* used as female plant was crossed with male plant of 77(2)—1, a new male sterile type with stable sterility was obtained.

It can be seen from the above results that: (1) there is probably a certain degree of differentiation of cytoplasm in some intraspecific varieties of *T. aestivum*, which under specific nuclear cytoplasm combination may produce a qualitative difference in fertility and (2) using the cytoplasmic variability a new male sterile cytoplasm resources with stable sterility can be found, so as to provide the possibility for creation of new type lines.