

作物“三系”生物学特征的研究

II 利用放射性同位素对不育系植株代谢障碍发生情况的研究*

生物系遗传学组、同位素实验室**

摘 要

配合群众性杂种优势利用及“三系”选育科学实验，应用放射性同位素对高粱及水稻“三系”植株的代谢情况进行了研究。实验表明：在不育系植株当花药内的细胞处于小孢子或单核花粉阶段的花部器官中，有规律地发生了代谢障碍，这种代谢障碍主要与细胞中核酸和蛋白质的代谢有关；此时，毡层细胞也发生了生理、形态上的变化。本文有助于进一步认识细胞内雄性不育遗传因子控制花粉败育性状形成的部份的内在机理。

作为“三系”选育基础的“不育系”的雄性不育遗传因子，据报导，可能与其母体卵细胞中的线粒体，质体或某些亚细胞结构内的核酸分子的变化以及这些细胞质因子与某些核遗传因子的相互作用有关（见Edwardron 1970年综合报导等）。不育遗传因子的作用途径，可能是通过导致不育株后代某些障碍的发生而引起花粉败育。

根据一些实验结果，有人推测这些代谢障碍发生在毡层部位或雄蕊花丝的脉管部份，或是由于某些物质如核酸、蛋白质、氨基酸、胍胍质等的降解（Vasil, J.K, 1967; Narkhede, Phadnis and Thombre, 1968; Турьин 等1969, 1970; Alam and Sandal, 1969; Kern and Atkins 1972等）。但对代谢障碍存在的情况，发生的时间与部位尚未见详细的报导。考虑到应用同位素有可能追踪并显示这一复杂现象的某些动态过程，故将示踪技术应用在“三系”实质的研究。本研究的目的是希望从整体器官代

* 1974.1.5接稿。

** * 广东省农作物杂种优势利用研究协作组同志参加了本实验部份工作并提供了主要的实验材料。

谢过程,找出雄性不育株代谢障碍发生的时间与部位,为进一步深入研究解决不育性状发生的根本原因提供依据。

一、实验材料与方 法

选用在生产上长期、广泛应用的高粱“三系”作重点材料进行研究。不育系有:西丁迈罗 A,3197 A 及原新一号 A;可育系有:保持系3197 B 及原新一号B,恢复系‘忻梁 7 号’。同时对从日本新引进的BT型水稻“三系”材料也开展了初步的研究。

实验中应用的示踪同位素有 $P^{32}-Na_2HPO_4$, $C^{14}-Guanine$ (鳥便嘌呤), $H^3-Glycine$ (甘氨酸)。本文仅报导应用 P^{32} 的实验结果,其它尚在继续进行。

我们于1973年7月17日, 8月5日, 10月9日以及10月17日,较全面地分别进行了四批实验。考虑到实验的准确性,每批材料还适当安排了按株、系作为重复组合的实验。实验材料部份取自中山大学试验农场,部份取自广东省农作物杂种优势利用研究协作组和广东省农业科学研究所的实验场地,并得到该二单位同志们的热情支持和帮助。

具体实验步骤如下:选取生长健壮、无病害、性状整齐的植株,仔细剥去除旗叶以外的其他叶子,在水中剪取植株上部,并保留最上端的节位,然后将材料分别插在含有上述各种同位素(放射性强度分别为2—20 μ c/ml不等,但每批材料使用的放射性强度严格相同)的Knop氏生理溶液(100—150ml)中进行标记,经12—48小时后,从培养液中取出植株,分株、分系取样,并按叶、叶鞘、年青花、中花、老花加以分类。以花药内部细胞发育阶段为花的分类标准。当花药内细胞处于孢原组织或花母细胞减数分裂时为年青花,花药内部细胞处在小孢子至单核花粉阶段时为中花,双核或三核花粉阶段的花为老花(见图版)(与本文I研究的结果相同,在不育株的老、中、青花药中,除了观察到细胞的正常发育外,尚观察到细胞的异常发育的现象)。将上述实验样品在105 $^{\circ}$ C温箱中烘干、磨碎,分别称取一定量的样品,用64进位定标器或万进位定标器藉盖革氏计数管测定放射强度。此外,并根据Nielsen and Lehninger (1955年)的方法,将标记的同位素 P^{32} 分为无机磷和有机磷(脂磷与且白磷)部份,最后将获得的数据进行生物统计学的分析。

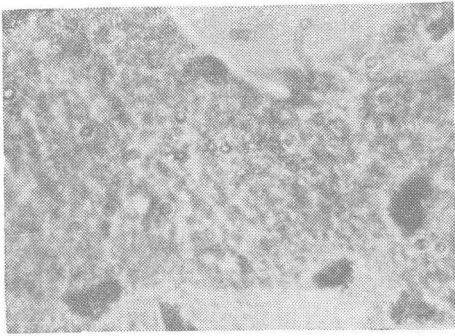
二、实验结果及初步分析

1、高粱不育株代谢障碍发生的时间与部位

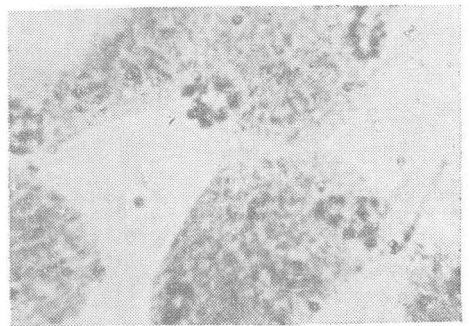
第一批实验于1973年7月17日开始。实验材料可育株为忻梁 7 号,不育株为西丁迈罗A。由于当时广州地区高粱多已收获,我们只能选取侧枝穗子进行实验,

圖 版

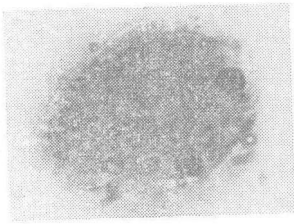
不育系和可育系青花、中花、老花花藥內細胞發育階段觀察



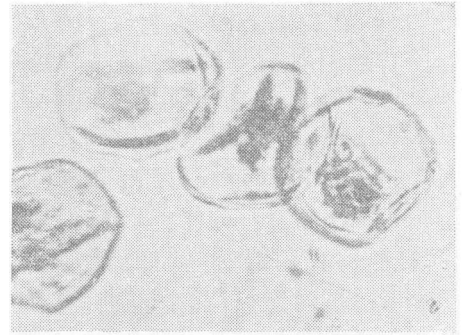
①青花。花母細胞減數分裂
末期 I，細胞質粘連。



②青花。花母細胞減數分裂
后期 I，細胞質粘連。

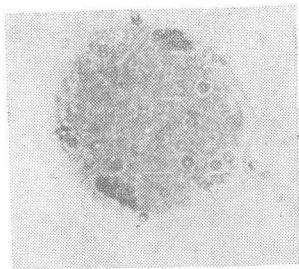


③中花。三核小孢子

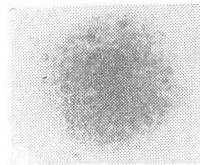


④老花。單核、雙核花粉。

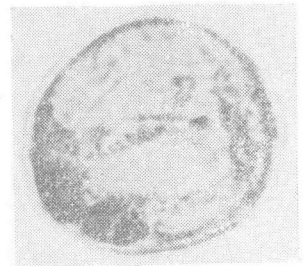
①——④ 原新一號A不育系：



⑤青花。花母細胞
減數分裂后期 I。

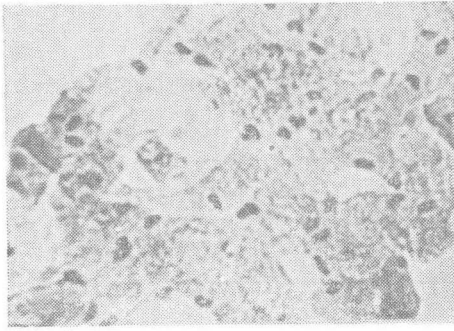


⑥中花。小孢子。

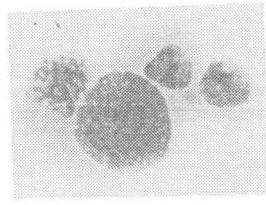


⑦老花。雙核花粉。

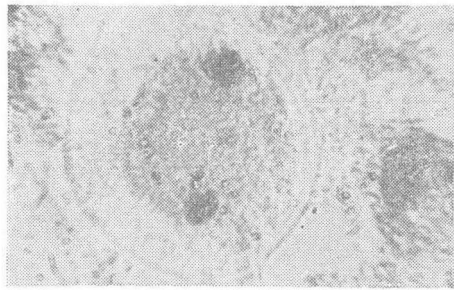
⑤——⑦ 原新一號B保持系：



⑧青花。花母細胞減數分裂末期Ⅱ，細胞質粘連。



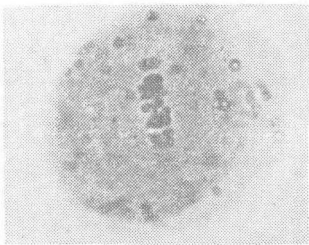
⑨中花。大小不等的小孢子。



⑩老花。双核花粉。

⑧——⑩ 3197A 不育系

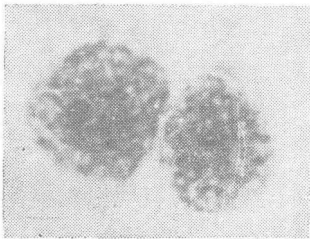
⑪——⑬ 3197B 保持系



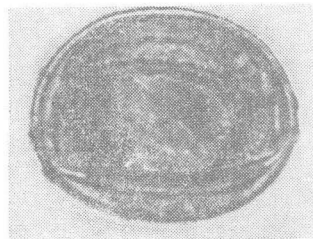
⑪青花。花母細胞減數分裂中期Ⅰ。



⑫青花。花母細胞減數分裂后期Ⅱ。



⑬中花。小孢子。



⑭老花。双核花粉。

植株生长较差, 较老。实验结果(表1、图1)表明: 在可育株与不育株的青花、中花、老花之间, 对 P^{32} 的吸收能力有着明显的差异。经12小时的培养, 青花可育株吸收 P^{32} 的脉冲数为 344 ± 9.9 , 而不育株吸收数为 18 ± 1.6 , 前者为后者的19倍左右; 中花可育株吸收 P^{32} 脉冲数为 284 ± 46.3 , 为不育株吸收数 15 ± 1.0 的18倍以上; 老花可育株吸收的强度为 276 ± 29.6 , 比不育株的 21 ± 5.7 多13倍。

表1 高粱可育与不育株对磷素(P^{32})养分的吸收分配情况

cpm 20mg 子重 组别	器官部位				
	老花	中花	青花	叶片	叶鞘
可育株	276 ± 29.6	284 ± 46.3	344 ± 9.9	561 ± 211.7	2332 ± 161.6
不育株	21 ± 5.7	15 ± 1.0	18 ± 1.6	847 ± 116.8	1801 ± 347.9

注: 可育株—忻梁7号, 不育株—西丁迈罗A (培养12小时)

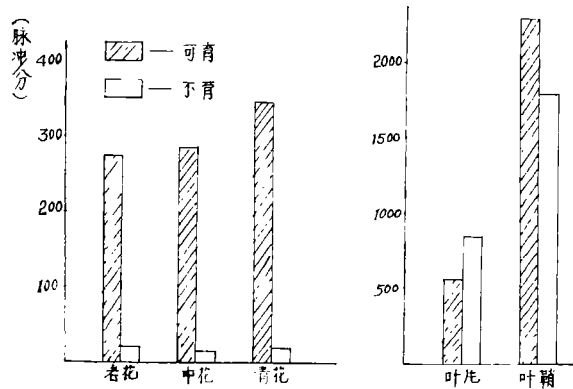


图1 高粱可育与不育株对磷素(P^{32})养分的吸收分配情况比较

第二批实验于1973年8月5日开始。实验材料可育株为3197B, 不育株为3197A。植株生长健壮, 全部选取主穗作实验, 实验结果(表2、图2)表明: 可育株与不育株的青花对 P^{32} 的吸收能力, 前者为 1406 ± 155.4 , 后者为 1185 ± 150.0 , 吸收强度未观察到有明显的差异。但从中花开始情况则有所不同: 可育株的中花吸收 P^{32} 的强度为 1452 ± 148.5 , 接近于不育株的吸收强度 759 ± 187 的一倍左右, 表现出明显的差异; 而可育株与不育株的老花之间, 对 P^{32} 的吸收能力差异更大, 前者为 1916 ± 207.6 , 后者为 62 ± 17.7 , 相差30倍以上。

表2 高粱可育与不育株对磷素(P^{32})养分的吸收分配情况

cpm 20mg 干重 組別	器官部位				
	老花	中花	青花	叶片	叶鞘
可育株	1916±207.6	1452±148.5	1406±155.4	29±9.6	2201±432
不育株	62±17.7	759±187.0	1185±150	56±8.0	2511±954

注：可育株——3197B 不育株——3197A (培养12小时)

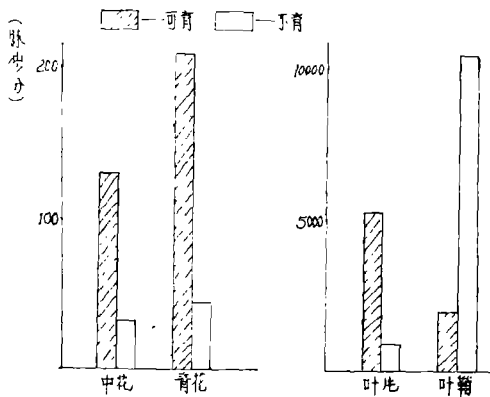


图2 高粱可育与不育株对磷素(P^{32})养分的吸收分配情况比较

第三、四批实验先后于1973年10月9日与17日开始。材料均取自广州市郊省协作组试验田，植株生长良好、健壮，全部选取主穗。第三批材料是原新一号A与原新一号B，第四批是3197A与3197B。实验结果(表3、图3、表4、图4)表明：在可育株与不育株之间，青花吸收 P^{32} 的强度没有明显的区别，但在中花及老花中则可观察到可靠的差异。因取材上的缺点(如3197A与3197B只有青花、中花，而没有老花)，个别数据未获结果。

表3 高粱可育与不育株对磷素(P^{32})养分的吸收分配情况

cpm 20mg 干重 組別	器官部位				
	老花	中花	青花	叶片	叶鞘
可育株	1027±108	1191±121	2747±444	1206±299	5288±2080
不育株	523±142	663±337	2363±666	1301±581	3540±2267

注：可育株——原新一号B 不育株——原新一号A (培养12小时)

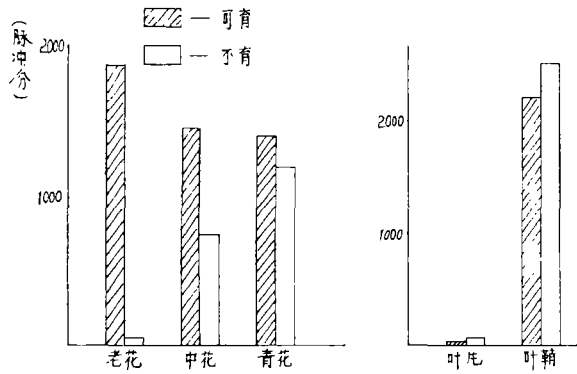


图3 高粱可育与不育株对磷素(P^{32})养分的吸收分配情况比较

表4 高粱可育与不育株对磷素(P^{32})养分的吸收分配情况

器官部位 cpm 20mg 干重 组别	器官部位			
	中花	青花	叶片	叶鞘
可育株	1292±2.2	198±12.7	1850±99	5453±141
不育株	73±2.8	150±16.4	106±19	326±67.9

注：可育株——3197；不育株——3197；（培养12小时）

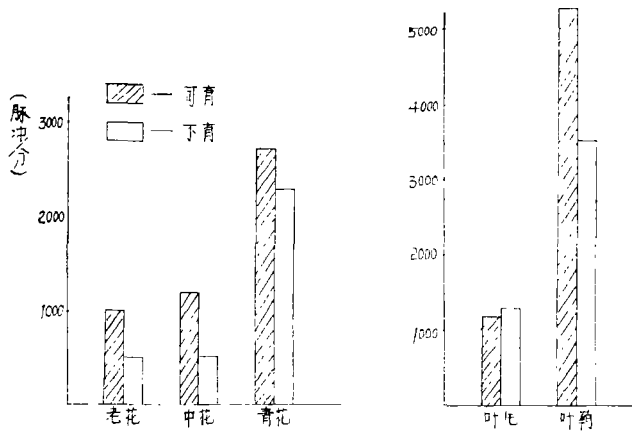


图4 高粱可育与不育株对磷素(P^{32})养分的吸收分配情况比较

综上各批实验结果(表1—表4, 图1—图4): 以不同来源与栽培于不完全相同条件下“三系”材料的可育株与不育株之间进行比较, 在大多数的情况下, 从中花开始, 花部器官对 P^{32} 的吸收有较明显的差异, 即在不育株中发生了明显的代谢障碍, 这种障碍可持续到老花阶段。而青花代谢则有所不同, 在植株生长正常的情况下, 可育株与不育株吸收 P^{32} 的能力不表现出可靠的差异, 但在生长不良的侧穗中, 则表现出明显的差异, 这可理解为生长不正常时, 不育系的代谢障碍可以从中花阶段提前到青花阶段。

在不育系中, 上述花部器官特定阶段所发生的代谢障碍是明显的, 但是在叶片, 叶鞘等营养性器官中是否也发生类似的代谢障碍呢? 从几批的实验结果表明: 可育株与不育株的叶片、叶鞘对 P^{32} 的吸收能力没有稳定的差异, 如忻梁7号与西丁迈罗A比较(表1、图1), 不育株叶片的吸收强度超过可育株, 但叶鞘的结果则相反。从3197A与3197B(表4, 图4)来看, 可育株叶片的吸收强度明显地超过不育株(达18倍之多), 叶鞘的吸收能力也有相同的趋势, 因此, 看不出育性与代谢强度之间的相关性。同时, 仔细分析实验结果发现: 在可育株或不育株中的个体间, 随着个体生理状况不同, 叶、叶鞘对 P^{32} 的吸收能力有着很大的差别, 所以不育系与可育系之间营养器官对 P^{32} 的吸收能力的差异是不足以说明问题的。也就是说, 叶、叶鞘代谢能力没有本质上的差异。

2、48小时标记实验结果

上述情况是经12小时标记的实验结果。如果标记时间延长能否也表现出同样的规律呢? 将表1、2与培养48小时的结果(表5、图5)比较: 不育株代谢障碍在中花发生的情况基本一致, 但营养器官则完全相反; 看来, 过长的标记时间, 由于植株正常生理状态的改变而影响实验的准确性, 因此是不必要的。

表5 高粱可育与不育株对磷素(P^{32})养分的吸收分配情况

cpm 20mg 干重 組別	器官部位			
	中花	青花	叶片	叶鞘
可育株	129±8.5	212±36.1	5333±106.0	2092±277.2
不育搭	32±9.2	47±6.8	939±111.8	10483±1514.0

注: 可育株——忻梁7号, 不育株——西丁迈罗A (培养48小时)

3、日本水稻可育株与不育株对 P^{32} 吸收强度的比较试验

以日本水稻“三系”为材料, 全部选取生长健壮的主穗, 实验方法与高粱的基

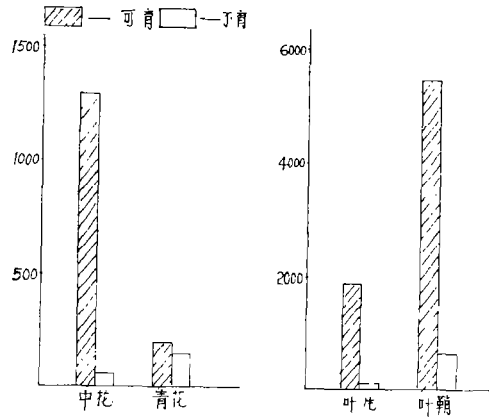


图5 高粱可育与不育株对磷素(F^{32})养分的吸收分配情况比较

表6 水稻(日本BT型)可育与不育株对磷素(p^{32})养分的吸收分配情况

cpm 20mg 干重 组别	器官部位			
	老花	中花	叶片	叶鞘
可育株	947 ± 28.3	725 ± 50.0	4771 ± 726	12794 ± 898
不育株	114 ± 13.5	84 ± 7.1	5178 ± 2031	12608 ± 5001

(培养12小时)

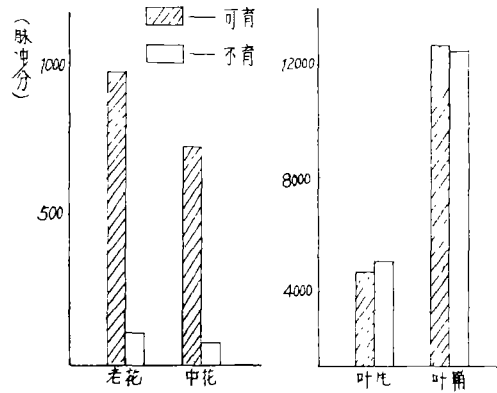


图6 日本水稻可育与不育株对磷素(F^{32})养分的吸收分配情况比较

本相同,实验结果(表6、图6)表明:可育株与不育株的中花阶段对 P^{32} 的吸收能力差异很大,前者比后者强8倍;老花也有类似的明显差异,可育株老花吸收强度为 947 ± 28.3 ,不育株为 114 ± 13.5 ,而在叶、叶鞘则同样没有发现带规律性的代谢障碍。

三、讨论与结论

我们以“三系”幼苗为材料进行某些生理生化指标的测定,如水份、淀粉粒的含量,过氧化物酶的活性,植株对酸碱、缺氧、干旱的耐受力的测定以及植株生长速度的比较,均未发现育株(保持系)与不育系之间存在着明显的差异。但在孕穗后期开始,则可以看到有较大的差异。因此,在进行代谢障碍的研究中,我们着重采用植株生长后期的花部器官及相应时期的叶、叶鞘。

从高粱四批实验材料及以水稻为材料的初步实验结果综合看来:在可育株与不育株的营养器官并不存在着稳定的、反映本质差别的代谢强度的差异。但在花部器官的特定阶段,主要是中花阶段却发生了明显的代谢障碍,这种代谢上的缺陷过程甚至可以延续到花粉发育的最后阶段。

根据细胞形态学的检查(见图版显微照相),青花花药细胞主要是处于孢原细胞以及花粉母细胞从减数分裂前期 I 至减数分裂 II 末期以至形成四分子的阶段。同位素标记结果表明,这阶段一般未能观察到代谢障碍的发生(见图版①、②、③、④);而仅仅在特殊的情况下,如气候条件不正常,植株营养不良以及采用侧枝时才发现如中、老花相类似的代谢障碍,这种特殊情况可以理解为在不利的内部生理条件与及外部因子的作用下,代谢障碍可以提前发生。与此情况相对应的是,最近,我们在“三系”细胞形态特征的研究中,亦观察到在特定的条件下,不育株的某些特征,如脐肌质、细胞壁的破坏与解体等可以提前发生。

在中花阶段,花药内的细胞正处在小孢子及单核花粉期。根据本文作者之一(李宝健,1963年)对一些被子植物小孢子、小配子发生过程的细胞化学的研究结果表明:在这阶段的细胞的体积迅速增长,细胞内核糖核酸含量激烈增加,细胞发育需要吸取大量养料。在这关键时期,花部器官发生了如上述的代谢障碍,物质进入花内的速度明显减慢,严重影响养料的供应。这种情况很可能是导致不育性的重要机理之一。

进一步探讨可认为这一代谢障碍的发生是通过毡绒层细胞正常代谢机能的破坏而引起的。因为根据本文部分作者在 I 部分的研究及 Ebrooks(1966),Alam and Sandal(1967),Narkhede phadnis and Thombre(1968)等的研究中均发现了当花药内部的细胞处于小孢子到单核花粉阶段时,毡绒层细胞可在形态上发生分化,它们沿花药的径向度空前的膨大及液泡化,以至生理机能发生了破坏。而毡绒层细胞正是执行着供应小孢子、小配子发生时所需的营养的功能(李宝健1963, Vasil 1967)。

在老花阶段(可育株花药内部的花粉处于双核或三核时期)时,在不育株的中花中所

发生的上述的代谢障碍持续下来,因此,在不育株的花药内的绝大多数细胞一直停滞在单核花粉阶段,而不可能得到恢复,直至花部器官发育的最后阶段为止。

至于代谢障碍发生的分子水平的原因,Палилова等(1966),Дмитриева等(1970)以及中国科学院遗传研究所202组同志(1972)应用组织化学方法观察到,在小孢子发生过程或成熟花粉中与呼吸代谢有关的酶类,如细胞色素氧化酶,过氧化物酶、三磷酸腺苷酶等的含量,可育株与不育株比较,是有差异的。Alam and Sandal (1967b, 1969)也发现不育株的细胞色素氧化酶活性降低,从而导至氧化磷酸化过程的破坏。他们还观察到不育株花药缺乏游离的碱性蛋白,从而使调节基因失效,甚至可影响特殊蛋白的合成。Fukasawa (1954, 1961), Kern and Atkins (1972)等发现在可育株与不育株的花药中,从中花开始,在自由氨基酸(脯氨酸、酪氨酸、天门冬酰氨)或RNA的含量上存在着程度不同的差异。我们测定了育株与不育株不同部分由 P^{32} 标记的各种化合物(包括无机磷、有机磷、脂磷与蛋白磷)的放射性物质强度(表7)。从结果看来:在叶片部分的细胞中,各种磷化合物的代谢强度,可育株与不育株是相当接近的;在青花阶段的花药内细胞中也观察不到明显的差异;从中花开始,在有些化合物中,有着明显的差异,主要表现在蛋白磷的成分的代谢强度上。从中花来看,育株的代谢强度比活性为 1329 ± 36 ,而不育株仅为 286 ± 17 ,前者比后者强4倍;可育株与不育株的老花无机磷与有机磷方面的代谢强度存在一定差异,而蛋白磷,差异更大,育株比不育株强20倍以上。由以上情况看来,不育株的中花及老花阶段发生了蛋白质代谢的明显抑制过程。

综上所述,本实验结果可概括为以下几点结论:

1、应用示踪同位素技术研究“三系”植株的生物学特征发现:在不育株中发生了有规律性的代谢障碍;以 P^{32} 标记实验结合苗期及植株部分的生理生化分析研究证明,明显的代谢障碍一般发生于花药内部细胞处于小孢子到单核花粉的重要发育阶段的花器内,而在此时的营养器官,如叶片、叶鞘中没有明显与育性有关的代谢上的差异;

2、这种代谢障碍的发生很可能是细胞内雄性不育遗传因子控制不育性状形成的重要途径之一。因为中花、老花时期花药内的细胞正处于急需大量养料的敏感期,此时发生了营养代谢障碍便有可能使花粉的发育受到重大的影响,从而引起花粉败育;

3、这种代谢障碍的发生很可能是通过毡绒层细胞生理的故障而引起的;

4、本文从动态的生物化学的角度初步证明:上述代谢障碍的主要表现之一,是细胞内核蛋白分子代谢的不正常。由于核蛋白是细胞生命的重要物质,核蛋白代谢的障碍对花粉细胞的发育有着明显的效应。

表7 高粱育株与不育株一定器官中细胞的某些物质代谢强度比较

器官	株别 结 果 磷 化 合 物	可 育 株		不 育 株	
		cpm	%	cpm	%
老 花	总 磷	15760 ± 1941	100	7240 ± 817	100
	无 机 磷	9372 ± 1892	59.4	5192 ± 792	71.7
	酸溶性有机磷	3420 ± 432	21.7	1500 ± 168	19.7
	脂 磷	1138 ± 77	7.3	462 ± 112	6.4
	蛋 白 磷	1830 ± 43	11.6	86 ± 9	1.2
中 花	总 磷	18987 ± 298	100	8622 ± 1379	100
	无 机 磷	8448 ± 92	44.5	5852 ± 1320	67.9
	酸溶性有机磷	2280 ± 252	12.0	1896 ± 384	22.0
	脂 磷	6930 ± 126	36.5	588 ± 119	6.8
	蛋 白 磷	1329 ± 36	7.0	286 ± 17	3.3
青 花	总 磷	18173 ± 200	100	15193 ± 325	100
	无 机 磷	7920 ± 89	43.6	10340 ± 1584	68.0
	酸溶性有机磷	2436 ± 132	13.4	2952 ± 264	19.4
	脂 磷	7105 ± 119	39.1	997 ± 98	6.6
	蛋 白 磷	712 ± 27	3.9	904 ± 30	6.0
叶 片	总 磷	9772 ± 996	100	15263 ± 1020	100
	无 机 磷	5920 ± 792	60.5	9680 ± 968	63.4
	酸溶性有机磷	2160 ± 600	22.1	2796 ± 300	18.3
	脂 磷	602 ± 63	6.2	788 ± 112	5.2
	蛋 白 磷	1090 ± 33	11.2	1999 ± 45	13.1

注: 培养36小时

1973年8月5日试验

參 考 文 獻

- [1] 李宝健, «一些被子植物小孢子、小配子发生过程的細胞化学研究» 《植物学报》 11, 4: 283—289(1963)
- [2] 中国科学院遗传所202組, «对植物雄性不育性的几点看法» 《遗传学通訊》 2(总4期): 27—37(1973)
- [3] Alam, S. and B. C. Sandal. Inheritance of cytoplasmic male sterility in sudangrass. *Crop Sci.* 7: 668—669 (1967a).
- [4] Alam, S. and P. C. Sandal. Cyto-histological investigations of pollen abortion in male-sterile sudangrass. *Crop. Sci.* 7: 587—589 (1967b)
- [5] Alam, S. and P. C. Sandal. Electrophoretic analyses of anther proteins from male-fertile and male-sterile sudangrass, *Sorghum vulgare* var. sudanense (piper). *Crop. Sci.* 9: 157—159 (1969)
- [6] Brooks, M. W.; J. S. Brooks and L. Chien. The anther tapetum in cytoplasmic-genetic male sterile *Sorghum*. *Amer. J. Bot.* 53: 902—908(1966)
- [7] Fukasawa, H. On the free amino acids in anthers of male-sterile wheat and maize. *Jap. Jour. Genet.* 29: 135—137(1954)
- [8] Fukasawa, H. Nucleotide composition of RNA from cytoplasmic male-sterile wheat. *Exp. Cell Res.* 25: 276—285(1961)
- [9] Izhar, S. and R. Franke. Mechanism of male sterility in *Petunia*: The relationship between PH, callase activity in the anthers, and the breakdown of the microsporogenesis. *Theor. Appl. Genet.* 44: 104—108(1971)
- [10] Kern, J. J. and R. E. Atkins. Free amino acid content of the anthers of male-sterile and fertile lines of grain *Sorghum*. *Crop. Sci.* 12 6: 833—838 (1972)
- [11] Kenneth, D. L. and N. R. Lester. Anatomy and cytology of microsporogenesis in cytoplasmic male sterile Angiosperms. *The botanical review.* 38, 3: 425—445(1972)
- [12] Laser, K. D. A light and electron microscope study of the stamen vascular bundle in cytoplasmic male sterile and normal *Sorghum bicolor*. *Amer. J. Bot.* 59: 653(1972)
- [13] Moss and J. Heslop-Harrison. A cytochemical study of DNA, RNA and protein in the developing maize anther. II. Observations, *Ann. Bot.* 31: 553—574(1967)
- [14] Narkhede, M. N.; B. A. Phadnis and M. V. Thombre. Cytological studies in some male sterile Jowars (*Sorghum vulgare* pers.) and their maintainers and restorers. *Cytologia.* 33: 168—173(1968)
- [15] Vasile, I. K. Physiology and cytology of anther development. *Biol. Rev. Cambridge Phil. Soc.* 42: 327—373(1967)

- [16] warmke H.V. and A.O.Mary. Cytoplasmic male sterility in Sorghum. I. Callose behavior in fertile and sterile anthers. The journal of heredity. May-June. 63. 3: 103—108(1972)
- [17] Дмитриева, А. Н. и О. Е. Хавтинская, Физиолого-биохимические особенности форм кукурузы с цитоплазматической мужской стерильностью. Из книги «Селекция растений с использованием ЦМС». (1970)
- [18] Палилова, А. Н.; Н. В. Турбин; Л. С. Серпокрылова. Цитохимическое изучение активности дыхательных ферментов в пыльниках стерильных и фертильных линий кукурузы. ДАН СССР. 169, 3: 677—679(1966)
- [19] Палилова, А. Н.; З. И. Лосева. Сравнительное изучение физиолого-биохимических особенностей стерильных линий, их фертильных аналогов и линий-восстановителей фертильности. Из книги «Селекция растений с использованием ЦМС». (1970)
- [20] Турбин, Н. В.; А. Н. Палилова. Теоретическая модель взаимодействия хромосомных генов и цитоплазмы при ЦМС у кукурузы. Докл. ВАСХНИЛ. Серия раст. 11, 2.(1970)

II. The study of metabolic block developing in the male sterile plant with irradiant isotops

Abstract

For cooperation to the utilization of heterosis and the selection of "three lines" in crops by the people, we have studied the metabolic condition of "three lines" in Sorghum and rice with irradiant isotops. Experiments indicate that: in the flower organ of male sterile plants during the cells inside the anther developing to the stage of microspore or of single nucleic pollen, metabolic blocks rhythmically developes. This kind of metabolic blocks is mainly relative to the metabolism of nucleic acid and proten in the cells. At that time the tapetums cell also developed physiological and morphological variation. this paper may be helpful to advancedly recognize the partial internal mechanism produced the abortion of pollen controlling by the hereditary gene of male sterile in the cell.