

作物育种 方法研究

(译文集)



上海科学技术出版社

作物育种方法研究

(译文集)

江苏省农业科学院科技情报研究室 译

作物育种方法研究

(译文集)

江苏省农业科学院科技情报研究室 译

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷三厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 5.75 字数 126,000

1980年11月第1版 1980年11月第1次印刷

印数: 1—5,000

书号: 16119·687 定价: (科三)0.48元

译 者 的 话

1977年10月,日本农林省热带农业研究中心组织了一次国际性的作物育种方法讨论会。1978年3月出版了讨论会文集,有论文22篇。

为了了解国外在作物育种方法上的新成就,我们选译了其中的14篇。包括水稻五篇、小麦一篇、甘薯一篇、豆类二篇、油菜一篇、饲用高粱一篇、烟草一篇、番茄一篇、果树一篇。供农业科技工作者和农业大专院校师生参考,以便从中获得借鉴,对我国的作物育种工作进展有所裨益。

由于水平的限制,难免有缺点和错误之处,欢迎广大读者批评指正。

江苏省农业科学院科技情报研究室

目 录

1. 日本利用野生近缘植物进行甘薯育种的方法·····	1
2. 利用雄性不育系选育饲用高粱品种·····	13
3. 烟草花药培养育种·····	28
4. 水稻回交育种的新技术·····	44
5. 国际水稻研究所选育具有多种病虫害抗性的水稻 种质所应用的育种方法与程序·····	61
6. 应用同工酶分析法研究栽培稻(<i>Oryza sativa</i> L.) 的分化、分类和遗传变异中心·····	73
7. 水稻杂种群体加速世代进程的方法·····	83
8. 应用组织培养进行水稻试管育种·····	98
9. 泰国的大豆育种·····	118
10. 豆类作物的育种方法·····	127
11. 小麦抗锈育种的染色体工程与加速世代进程·····	134
12. 日本的番茄抗病育种·····	148
13. 改进菜油脂肪酸成分的育种·····	157
14. 果树的无病毒材料·····	171

日本利用野生近缘植物 进行甘薯育种的方法

小林 正

日本九州国立农业试验站

日本甘薯育种的程序是：把在指宿（九州国立农业试验站）杂交的种子分发给熊本（九州农业试验站）和千叶（国立中央农业试验站），那里再从实生苗选出优良品系分发给甘薯产区的县农业试验站进行试验，其中在各地表现良好的品系最后由农林部定名投入生产。

1946 年以来的三十年间，在指宿进行的杂交组合所产生的 200 多万粒种子中，共选出 16 个品种（如：“黄金洗颜”，“Benikomachi”或“南丰”）。

甘薯育种的初期，以地方品种作为基因的主要来源。1940 年，甘薯种植面积的 95% 是地方品种。但在以后十年，80% 以上的面积由通过计划育种选育出的改良品种所代替。这表明，在育种初期的选育功效是很高的，但以后进一步提高产量和品质就较为困难。第二个明显的进展，是 1966 年选育出含有引进材料“基因源”的新品种“黄金洗颜”。引进的材料对改进遗传性占有重要位置，特别是对改进产量和淀粉含量远比地方品种优越（Sakai, 1964）。第三个产量水平的明显变化，是 1975 年成功地选育出“南丰”。这个品种包含有八分之一

野生种 K 123 的血统，它的产量超过“黄金洗颜”和日本南部一些地方的其他栽培品种。

从 1956 年起，我们先后从美国、墨西哥、以及中美和南美北部的一些国家中引进许多甘薯属的野生种。引进的材料多数放在指宿保存，其中有些作为研究甘薯的种系发生和甘薯育种之用。

“南丰”品种的育成，以及一些含有甘薯属野生种血统的材料等事例表明，野生种在甘薯育种工作中具有广阔的园地，作者在本文中介绍甘薯育种中利用野生种的方法。

甘薯属 (*Ipomoea*) 的种和甘薯有密切的亲缘关系。Van Ooststroom (1953) 认为，甘薯及其生长在马来西亚的四个近缘种在分类上属于甘薯族 (Section *Batatas*)。但在分类学上尚未予以确定，因此难以鉴别。此外，从育种的角度上对甘薯属的种研究很少，还不太了解哪些种可以和栽培的甘薯杂交。

曾经从墨西哥到安第士这个区域内引进过 200 多份甘薯属的种。我们认为，甘薯的遗传资源包括通过杂交而获得的全部材料在内，而我们的兴趣则趋向于可以直接或间接和甘薯杂交的野生材料。

经过几百次的种间杂交，发现凡可以和甘薯杂交的甘薯属的种，具有以下两个共同特点：

(1) 花很象甘薯。花冠为钟状而不是漏斗状；花筒内层的颜色总是比冠檐的颜色深；花冠基部的腺体明显。

(2) 自交一般不亲和，并可分为几个不孕群。

根据和甘薯杂交能够成功的特性或上述两个特点，甘薯族的种可分为群 I (Group I) 与群 II。群 I 的成员可与甘薯杂交，群 II 的成员不能与甘薯杂交，表 1 列示了群 I 野生成员

的编号、种名以及其他特征。

表 1 保存在指宿的甘薯族群 I 的野生植物

编 号	种*	染色体数	地理来源	采 集 人	引进年份
K 221	<i>I. leucantha</i>	30	墨西哥	M. Kobayashi	1960
K 222	<i>I. (trifida 3x)</i>	45	墨西哥	M. Kobayashi	1960
K 233	<i>I. littoralis</i>	60	墨西哥	M. Muramatsu	1962
K 300	未 定	60	厄瓜多尔	C. M. Rick	1970**
K 400	未 定	60	墨西哥	S. Shiotani	1973
K 500	未 定	—	哥伦比亚	M. Kobayashi	1976
K 510	未 定	—	哥伦比亚	S. Irikura	1976
K 123	<i>I. trifida</i>	90	墨西哥	I. Nishiyama	1955
K 177	<i>I. trifida</i>	90	墨西哥	M. Muramatsu	1962

* 根据 Nishiyama 与 Teramura 的鉴定 (Nishiyama, 1961; Teramura 等, 1967)。

** 摘自 F. W. Martin 等, 1974。

野生种的育种价值

一般认为, 野生种作为多种病虫害的抗(耐)源, 以及耐受不良的生理条件, 有很高的利用价值。

“南丰”能高抗根结线虫病和根腐线虫病。这些抗性来自 K 123。“南丰”的贮藏性比其他品种都好。除这些优良性状外, 它的薯块产量也高于其他日本品种, 特别是高于九州南部的品种 (表 2)。“南丰”的高产性能可能是由于栽培甘薯品种的基因和野生种 K 123 的基因相互作用的结果。

表 2 在九州南部几个地方“南丰”的产量和淀粉含量(1974)

地 点	产 量				淀粉含量 %
	薯 块 重量比率*		淀 粉 重量比率*		
	公 斤	%	公 斤	%	
Takanabe, Miyazaki	337	113	82	106	24.3
Shintomi, Miyazaki	489	153	114	141	23.3
Sadohara, Miyazaki	442	147	107	149	24.1
Takahara, Miyazaki	416	120	93	111	22.3
Miyakonojo, Miyazaki	319	123	68	126	21.4
Akune, Kagoshima	442	112	101	113	22.8
Kagoshima, Kagoshima	466	134	101	132	21.6
Ei, Kagoshima	515	121	118	116	23.0
Osumi, Kagoshima	359	103	80	99	22.3
平 均	421	125	96	121	22.7

* 重量比率是与各地种植的“黄金洗颜”品种相比。

因此,甘薯野生种可以为提高甘薯产量提供有益的基因。这和大多数作物的情况相反。利用野生的近缘植物进行甘薯育种只是刚刚开始,有关甘薯改良有价值的基因综合体或遗传综合体还需深入研究。

杂 交 技 术

1. 诱导开花

甘薯属野生植物在指宿的自然条件下,通常是在短日条

件下开花的。4~7 月播种或栽插的植株，多数在生长季节的后期降霜前开花。有些生长一年以上的植株则不开花或开很少的花。因此，对甘薯属植物要采取诱导开花的有效措施，才便于利用它们进行育种。

我们研创出来的诱导开花的技术，成功地达到了这一目的。在任何季节，甘薯属植物用这种方法处理，40 天内都能开花。这个方法简述于下：

(1) 把矮生型牵牛(*J. nil* (L.) Roth)栽培品种“木本朝颜”的种子放在硫酸中浸 1 小时，经过冲洗，再置于水中一夜，取出播种于 15 厘米口径的花钵。

(2) 出土以后，把植株置于自然光照下一个个月。

(3) 当株高达 40 厘米左右，约具有 10 张叶片时，切除顶端，把茎劈开，插入接穗。野生种的接穗长约 20 厘米，自基部 5~8 厘米处两侧向下切削成舌状。

表 3 7 月 7 日播种、9 月 5 日嫁接的 K 300 开花情况(1974)

植 株	未 处 理		嫁接在牵牛花上	
	初 花 期	花 数*	初 花 期	花 数*
K 300-1	11 月 1 日	215	10 月 11 日	750
K 300-2	12 日 3 月	32	10 月 11 日	432
K 300-3	10 月 15 日	53	10 月 20 日	312
K 300-4	—	0	10 月 26 日	303
K 300-5	12 月 10 日	13	10 月 20 日	565
K 300-6	—	0	10 月 13 日	331
K 300-7	11 月 8 日	47	10 月 11 日	364

* 从第一朵花开放时起算，至 1974 年 12 月 31 日为止，当时仍在继续开花。

(4) 用夹子把砧木和接穗夹住，直至接穗成活。嫁接后把植株放在高湿及遮光的地方约一周。

(5) 把嫁接植株移栽于 24 厘米口径的花钵中，并置于良好的生长条件下。这种方法的效果示例于表 3。

2. 自交不亲和性和杂交不亲和性

我们观察到，凡能与甘薯杂交的野生种都是自交不亲和（有些是群内交配不亲和、群间交配亲和）。因此，在进行杂交前要确定其自交不亲和性及所属的不亲和群。我们采用了下述的染色技术鉴定野生种的自交不亲和性和杂交不亲和性。

杂交在温室进行，防止放任授粉。温室的温度保持 15~30°C，上午 10 时前授粉。授粉后 3 个多小时，把授过粉的带有花柱的柱头放于载玻片上，用 0.5% 的乳酸酚棉蓝溶液染色，把盖玻片盖于柱头上，用手指加压，制好的玻片放于室温

表 4 K 300 柱头上花粉发芽情况表明自交不亲和性和三个不亲和群(1974)

柱 头	花 粉						
	K300-6	K300-7	K300-1	K300-2	K300-5	K300-3	K300-4
K300-6	—	—	+++	++	++	+	+
K300-7	—	—	+++	++	+++	±	+
K300-1	—	—	—	—	+++	±	+
K300-2	—	—	—	—	+++	+	++
K300-5	+++	+++	—	—	—	—	—
K300-3	+++	+++	+++	+++	—	—	—
K300-4	+++	+++	+++	+++	—	—	—

注：每组合观察 5 个柱头，每个柱头上放 50 多个花粉粒。

表中符号为：有 4~5 个柱头，每柱头上发芽花粉粒超过 10 个以+++表示；++ 为 6~9 个花粉粒发芽；+ 为 1~5 个花粉粒发芽；± 表示难得有 1~3 个花粉粒发芽；— 表示没有花粉粒发芽。

表 5 栽培甘薯和近缘野生甘薯不亲和群的关系(1958~1976)*

编 号	供 试 植株数	栽培甘薯已确定的不亲和群**	栽培甘薯尚未确定的 不亲和群	杂交 不亲和群 数
		A B C D E F G H I J K L M N	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
栽培甘薯	>1000	○○○○○○○○○○○○○○○○		14
K123	20	○○○×○○○○	○○○	10
K233	7	××○××○ ○	× ○○	5
K300	7	××× ○○	×	2***
K222	8	××○××	○○	3
K221	5	××○××	× ○○	3

* 不亲和性根据柱头上花粉粒发芽的情况确定。

** ○: 杂交不亲和; ×: 杂交亲和。

*** K300 有三个不亲和群(参看表 4), 但与栽培甘薯杂交的测试中分辨出来的只有两个不亲和群。

中,第二天在显微镜下观察,一般每组观察 5 朵花。表 4 表明甘薯野生种的自交不亲和性和杂交不亲和性的关系。表 5 表明野生近缘植物和甘薯的杂交亲和性。用上述方法研究甘薯属的授粉不亲和性,可以较快地准确地得到结果。

3. 杂交结实力和杂种的检验

甘薯属的种间杂交,在大多数情况下经常可发现柱头上花粉粒能发芽但不结种子。因此,有必要通过杂交产生的种子来检验真正的杂交结实力。为此,我们进行了杂交,每组合至少杂交 25 朵花。无融合生殖和种子败育是另待解决的问题。必须从形态学,有时从细胞学等方面来鉴定 F_1 植株是不是杂种。

图 1 表明野生种与甘薯在指宿进行的杂交中获得的最高结实率。有时从一万多个杂交中仅得少数几个杂种植株。但

K 123 例外，它作为父本时的结实率较高。

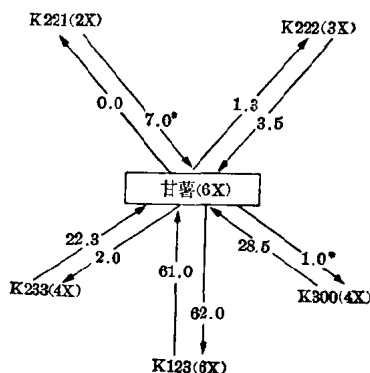


图 1 1958~1976 年野生种和甘薯杂交的最高结实率(%)，
箭头指明父本和母本的杂交；母本为包含 1/4 K 123 血
统的九州 58 号

导入基因的方法

甘薯族的群 I 中的各个种对于充实甘薯的遗传资源是很重要的，虽然其可资利用的潜力尚未充分阐明。野生的甘薯属植物作为甘薯遗传资源的实际意义，需在育种中应用它才能阐明。我们试验过几种导入基因的方法，但不知道哪一种方法是从野生近缘中获得有益基因最有效的方法。

不论那种方法，在育种工作的后期采用回交总是有效的。回交的轮回亲本应选用不同的甘薯品种。按照我们的经验，下述方法可供采用。

1. 直接利用野生种

在我们的育种计划中，K 123、K 222、K 233 以及 K 300 都曾直接利用过。具有 90 个染色体的野生种如 K 123 或 K 177

很容易和甘薯杂交,在杂交中可把它们作为授体。经验证明,要选出具有经济价值的品种, F_1 至少要和甘薯品种回交两次。“南丰”就是这样育成的。我们也用 K 222($2n=45$) 直接作为授体。K 222 和甘薯的杂交种为六倍体,结实率很低,但该三倍体植株和甘薯杂交一旦获得杂种后,回交就比较容易,因为杂种的染色体数和甘薯相同。

由于甘薯用无性繁殖,可以利用具有优良性状的异倍体,也可以利用具有优良性状的异倍体进行回交。K 300($2n=60$) 和甘薯杂交的 F_1 体细胞具有 75 个染色体,回交第一代具有 82 或 84 个染色体,现在我们已回交到第四代(B_4)。回交的代数增加时,每一个性状,包括染色体数在内就愈接近于甘薯。因此,即使野生甘薯是四倍体或二倍体,我们也可以直接利用。

2. 利用合成的六倍体

前面讲过,甘薯族的群 I 各个种可以直接利用,但有时结实率低,费时甚长,都成为问题。为避免这些问题,我们可以利用野生种人工合成六倍体。从理论上讲,人工合成六倍体有下列几种途径,其中有的已在甘薯改良中应用。

(1) 二倍体 $\xrightarrow{C}$ 四倍体, 四倍体 $\times$ 二倍体 $\xrightarrow{C}$ 六倍体

(2) 四倍体 $\xrightarrow{C}$ 八倍体 $\times$ 四倍体 $\rightarrow$ 六倍体

(3) 二倍体 $\times$ 四倍体 $\xrightarrow{C}$ 六倍体

(4) 三倍体 $\times$ 三倍体 $\rightarrow$ 六倍体(如 K 222 的异型杂交)

备注: $\xrightarrow{C}$ 以秋水仙素溶液处理,使染色体加倍;

$\rightarrow$ 通过天然未减数的配子使染色体加倍。

我们发现,在野生种与甘薯的杂交中,以合成六倍体为母

本的结实率较高。除合成六倍体的这些方法外,凡具有 90 个染色体的三交杂种或四交杂种,都可作为甘薯育种的基因源。在野生甘薯属植物中,一个种不具备许多的优良性状,但可能把不同种的有益性状结合于三交杂种或四交杂种之中。

3. 低倍体的利用

我们利用低倍体的甘薯属野生种,获得了具有膨大贮藏根的四倍体。这些“四倍体甘薯”是由 K 221、K 222 和甘薯选育出来的。我们观察到的四倍体,所有性状的变异幅度都很大,其中有些能长出和甘薯栽培品种相似的块根。我们正在利用四倍体选育早熟品种。

小 结

日本从 1956 年开始,即系统地进行把甘薯属野生种的某些优良基因导入甘薯中去。为此,在指宿收集了 200 多份甘薯属野生种,并利用它们进行杂交试验。甘薯属甘薯族的种,因与甘薯的杂交能力不同而分为两个群。群 I 的各个种包括二倍体、三倍体、四倍体、六倍体都能和甘薯杂交,它们在花的形态和不亲和规律等两个方面和甘薯类似。

为了在甘薯育种中利用野生种,我们解决了野生种的开花和自交及杂交不亲和性的测定问题。并明确了有效地导入基因若干必要的原则。

野生种的育种潜力尚未充分阐明,但育成的一个品种以及含有野生种血统的一些育种材料表明,野生种除可提供抗病耐虫害的基因源外,还可以提供改进产量的基因源。

深入了解甘薯属野生种的特点,将推动甘薯育种工作取得更大的进展。

讨 论

N. Murata(日本): 我想多了解一些关于各国之间为了育种而交换品种材料的情况。别的国家可以利用你的栽培品种作为基因源吗? 能从国外引进优良品种吗? 野生种是否具有国外品种所不具备的多种重要特性?

答: 引进国外品种对于改进甘薯产量是很重要的。在野生种中可能获得杂种优势。进行大量的筛选, 寻找抗甘薯最重要的病害(黑斑病)的材料是很有价值的。因为目前尚未找到抗黑斑病的基因源。

J. T. Rao(印度): 野生种中有哪些不良性状? 你怎样来去掉它们?

答: 一般连续回交两次即可。“南丰”连续回交了三次以去除 K 123 带来的不良性状。

T. Watanabe(日本):

1. 你们对甘薯属中染色体组的关系了解到什么程度?
2. 你知道 *trifida* 这个野生种有关农艺性状的胞质影响吗?
3. 你打算选育四倍体甘薯。减少倍数性有什么好处?

答: 1. 在甘薯属甘薯族中有三种类型, 即: G_1 、 G_2 以及两者的中间类型。 G_1 的染色体组为 B 型, G_2 为 A 型, 中间类型的染色体组尚未验明。

2. 这方面尚未研究过。

3. 通过减少倍数性, 由六倍体变为四倍体, 可以获得早熟、食味及品质优良的材料。

C. Kaneda(日本): 如果你用单一品种作为轮回亲本, 结果将如何? 你是否仅仅从扩大杂交后代变异幅度的观点出

发而采用不同的品种作为轮回亲本？

答：如用单一品种回交，当回交代数增加时，由于近交衰退，后代的产量下降较快。利用不同品种作为轮回亲本，目的是在育种过程中有效地利用杂种优势。

（张必泰译）