

学术园地

二倍体马铃薯主要农艺性状 及其 $2n$ 花粉频率的表现

吕文河 王亮 陈伊里 田兴亚 王凤义

(东北农业大学农学系 哈尔滨 150030)

摘要 通过田间种植, 比较了马铃薯二倍体与四倍体的长势、叶色、薯形、薯皮色、薯肉色、芽眼深浅、单株产量、单株块茎数、平均块茎重等植物学和农艺性状, 并对二倍体马铃薯的花粉育性以及 $2n$ 花粉的频率进行了鉴定。根据单株产量、块茎数、薯形、 $2n$ 花粉频率等综合性状, 筛选出DY14-4-25、DY4-30以及Q49-1-9, 为进一步开展马铃薯分解育种工作打下物质基础。

关键词 马铃薯, 二倍体, 农艺性状, 花粉育性, $2n$ 花粉

1 前言

考古学证据和选择试验均表明, 普通马铃薯(*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*)的遗传基础非常狭窄, 世界各地栽培的马铃薯主栽品种有一定的亲缘关系。Mendoza 和 Haynes^[1]所作的共祖率分析表明, 美国当前种植的品种和育种材料存在着很大的近交现象, 我国也有类似的问题。由于马铃薯的遗传基础狭窄, 亲本材料没有突破普通马铃薯的范围, 所以目前很难培育出比老品种更好的新品种。值得庆幸的是, 在马铃薯的起源中心至今还存在着大量的马铃薯野生种和马铃薯原始栽培种, 它们是改良现有品种宝贵的种质资源。现以发现, 普通马铃薯共有235个亲缘种, 其中, 7个是栽培种, 228个是野

生种^[2]。在这些亲缘种中, 它们的倍性从二倍体($2n=2x=24$)到六倍体($2n=6x=72$)都有存在^[3], 而以二倍体最多, 约占70%。二倍体中具有抗病、抗线虫、抗霜冻、抗干旱、早熟、高干物质、低还原糖等基因, 因此, 它们是改良马铃薯品种极其有用的资源材料。但是, 二倍体种和普通马铃薯的胚乳平衡数(Endosperm Balance Number, EBN)不同, 普通马铃薯的EBN是4, 而大多数二倍体的则是2。根据Johnston et al^[4]提出的假说, 如果胚乳中母本和父本的EBN比值不等于2:1, 就会发生胚乳退化现象而导致胚乳的败育。 $4x$ ($4EBN$) \times $2x$ ($2EBN$) 组合将产生4:1的比值, 偏离了2:1, 这样的组合不能产生或很难产生三倍体后代。所以, 普通马铃薯和二倍体很难直接杂交成功, 这限制了在马铃薯品种改良过程中对这些二倍体资源的利用。

由 Chase^[5]首次提出的分解育种方案 (Analytic Breeding) 特别适合利用二倍体种质。这种方法主要有如下优点: ①简单的二倍体遗传及在 $2x$ 群体内进行群体改良; ②在二倍体杂种中, 普通马铃薯的双单倍体对农艺性状的改良起了很大作用; ③向普通马铃薯导入存在二倍体种中的抗虫、抗环境胁迫、优良加工品质的基因; ④增加了普通马铃薯的等位基因的多样性。从本质上讲, 分解育种方案含有三个阶段: ①把普通马铃薯 ($4x$) 的倍性降到二倍体水平; ②在二倍体水平上进行育种; ③恢复四倍体的倍性并进行鉴定。

本试验旨在通过对二倍体马铃薯主要农艺性状与四倍体的比较以及对二倍体马铃薯花粉育性和 $2n$ 花粉频率的评价, 筛选农艺性状优良且能产生一定频率 $2n$ 花粉的二倍体, 供下一步育种工作中应用。

2 材料与方法

2.1 材料来源

表 1 试验材料来源

提 供 单 位	提 供 人	份 数
东北农业大学农学系	吕文河博士	5
中国农科院蔬菜花卉研究所	屈冬玉博士	85
黑龙江省农科院原子能研究所	朱光新副研究员	16
河北省张家口市坝上农科所	高占旺副研究员	7
内蒙古自治区呼盟农科所	隋启君副研究员	4

2.2 试验方法

本试验在东北农业大学马铃薯试验地进行。采用随机排列, 每一品种(系)种植一行, 株行距 $30\text{cm} \times 70\text{cm}$, 保护行为春薯 5 号。4月 29 日播种, 5月中下旬出苗, 待苗出齐后于 6 月 5 日进行了长势、叶色的调查。6月中下旬马铃薯开花时对花粉镜检。在马

铃薯花刚刚开放而花药未出现褐色顶端即未开裂时取花, 在光学显微镜下计数每一视野中总花粉、败育花粉、 $2n$ 花粉数。可育花粉可被醋酸洋红染成红色且饱满, 而败育花粉则呈无色皱粒。二倍体马铃薯 $2n$ 花粉粒直径是 n 花粉的 1.4 倍, 且 $2n$ 花粉有 4 个萌发孔, 而 n 花粉只有 3 个。败育率和 $2n$ 花粉频率采用下式计算:

$$\text{败育率} = (\text{败育花粉数}/\text{总花粉数}) \times 100\%$$

$$2n \text{ 花粉频率} = (\text{2n 花粉数}/\text{可育花粉数}) \times 100\%$$

根据 $2n$ 花粉频率选择二倍体品系与春薯 5 号或 Atlantic 测交。一个月后采收浆果, 以浆果为单位记载每一组合所结种子数目。

9月 5 日按品系以单株为单位收获, 记载单株薯重、单株块茎数、薯皮色、薯肉色、芽眼深浅和薯形。

3 结果与分析

3.1 $2n$ 和 $4n$ 马铃薯主要农艺性状表现

和二倍体马铃薯相比, 四倍体表现叶色较绿、长势较强, 但在二倍体群体中, 亦有一些品系表现较好, 如 R20-1-11、DY14-1、DY1-13、单 88-55、DY4-5-10、DY10-7 等。

一般来说, 二倍体芽眼较深, 但亦可发现芽眼较浅的二倍体材料, 如 R23-2-1、Q64-6-10、Q51-3-19、R20-1-11、Q50-6-19、DY12-3、R27-2、DY14-4-25、DY4-30、Q49-1-9。四倍体薯形以长形居多, 而二倍体则以圆形所占比重较大。二倍体薯皮颜色较深, 紫色、红色比重较大, 而四倍体多数是黄色。薯肉色比较中, 二倍体黄色比四倍体多。

和四倍体马铃薯相比, 二倍体马铃薯单株产量较低, 平均 276.31g , 仅为四倍体的 31.86%, 单株结薯数较多, 平均 13.16 个, 是四倍体的 1.46 倍。但是, 从变异系数可以

看出, 二倍体的产量和产量性状的变异要大于四倍体的变异(表2), 这说明在二倍体的群体中进行选择还是可以发现单株产量较高、结薯较少的品系。在本试验中, R 20-1-11、

DY 14-17、DY 14-1、R 22-3-13、DY 15-4-7、Q 59-2-9、单 88-55、DY 14-4-25、DY 4-30、Q 49-1-9 表现较好。

表 2 $2x$ 与 $4x$ 马铃薯产量及产量性状的比较

群 体	样 本 数	性 状	平均数	标 准 差	变 异 系 数	最 小 值	最 大 值
二倍体	92	单 株 产 量 (g)	276.31	218.01	78.90	20.00	1240.00
		单株块茎数(个)	13.16	10.21	77.59	3.11	68.25
		平均块茎重(g)	26.23	24.86	94.80	2.36	138.84
四倍体	25	单 株 产 量 (g)	867.20	468.01	53.97	110.00	2080.00
		单株块茎数(个)	8.99	4.53	50.39	2.01	18.33
		平均块茎重(g)	97.73	32.13	32.88	37.33	165.63

3.2 二倍体马铃薯花粉育性及其 $2n$ 花粉频率

二倍体品系中, 有 6 个没有开花, 实测品系只有 86 个。花粉败育率很高, 平均为 51.46%, 但变异范围很广。 $2n$ 花粉频率平均 17.14%, 但分布并不均衡, 小于 20% 的占大多数(表 3, 图 1、2)。花粉败育率较低、 $2n$

花粉频率较高的品系有 Q 60-5-18、DY 11-1-14、DY 14-4-25、DY 4-30、Q 49-1-9。以春薯 5 号或 Atlantic 为母本, 花粉败育率较低、 $2n$ 花粉频率较高的二倍体品系为父本所做的部分测交结果列于表 4。从表 4 可以看出, 这些品系作父本每个浆果所结的种子粒数并不会限制其在杂交育种中的应用。

表 3 二倍体马铃薯花粉育性以及 $2n$ 花粉频率

性 状	平均数	标准差	变 异 系 数	幅 度
花粉败育率 (%)	51.46	24.37	47.35	4.57~100
$2n$ 花粉频率 (%)	17.14	16.64	97.07	0~75.90

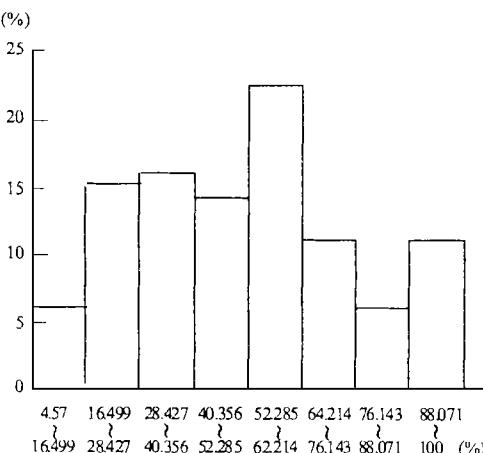


图 1 二倍体马铃薯花粉败育率分布

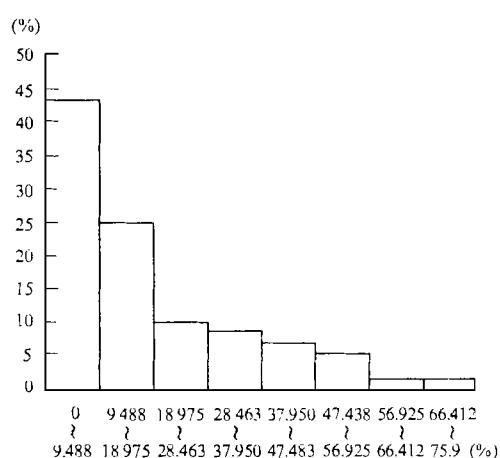
图 2 二倍体马铃薯 $2n$ 花粉频率分布

表 4 $4_x \times 2_x$ 组合结实情况

组合	种子数 /浆果	标准差	变异系数	幅度
春薯5号×DY14-4-25	139.77	37.96	27.16	68~217
春薯5号×DY4-30	149.67	37.82	25.27	91~196
Atlantic×Q49-1-9	94.22	28.42	30.16	45~146

4 讨 论

在二倍体育种阶段, 选择花粉败育率低、 $2n$ 花粉频率高的品系可以提高 $4_x \times 2_x$ 组合的坐果率和每浆果中的种子粒数, 选择农艺性状好, 特别是单株产量高、结薯少、芽眼浅的无性系, 可以提高 $4_x \times 2_x$ 组合中优良 4_x 后代的入选率。在本试验中, 综合评价二倍体品系的主要农艺性状、花粉育性及其 $2n$ 花粉频率, 认为 DY14-4-25、DY4-30、Q49-1-9 表现较好。并且, 已经获得了大量的 $4_x \times 2_x$ 组合的杂交种子, 供进一步评价其在分解育种中的潜在育种价值。

参 考 文 献

- [1] Mendoza H A and F L Haynes. Genetic relationship among potato cultivars grown in the United States. HortScience, 1974, 9: 328~330
- [2] Hawkes J G. The potato: evolution, biodiversity and genetic resource. Belhaven Press, Oxford, 1990
- [3] Howard H W. Genetics of the potato *Solanum tuberosum*. Springer-Verlag, New York, 1970
- [4] Johnston S A, T P M den Nijs, S J Peloquin and R E Hanneman. The significance of genic balance to endosperm development in interspecific crosses. Theor Appl Genet, 1980, 57: 5~9
- [5] Chase S S. Analytic breeding in *Solanum tuberosum* L. — A scheme utilizing parthenotes and other diploid stock. Can J Genet Cyto, 1963, 5: 359~363

THE PERFORMANCE OF MAIN AGRONOMIC TRAITS AND $2n$ POLLEN PERCENTAGE IN DIPLOID POTATOES

Lu Wenhe, Wang Liang, Chen Yili, Tian Xingya and Wang Fengyi

(Department of Agronomy, Northeast Agricultural University, Harbin 150030)

ABSTRACT: In a field trial, the agronomic and botanical traits of plant vigor, leaf color, tuber shape, skin color, flesh color, eye depth, tuber yield per plant, tuber set and mean tuber weight of diploid, including diploid hybrid and dihaploid *Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*, were compared with those of tetraploid cultivars. Also, the pollen fertility and $2n$ pollen percentage of diploid potatoes were examined. On the basis of tuber yield per plant, tuber set, eye depth and $2n$ pollen percentage, three diploid clones, DY14-4-25, DY4-30 and Q49-1-9, were selected, which may be further evaluated for their potential value in an analytic breeding program.