

马铃薯品种块茎性状的遗传分析

杨万林¹, 吴毅歆¹, 李先平¹, 阎发祥², 隋启君^{1*}

(1. 云南省农科院生物技术研究所, 昆明 650223; 2. 云南省禄劝县农技中心, 禄劝 651500)

摘要: 对 Mira 等 10 个马铃薯品种的 22 个杂交组合无性一代的块茎产量等 8 个块茎性状的群体遗传参数和配合力效应进行了试验研究, 结果表明: 淀粉含量的遗传受母本加性效应和亲本间非加性效应控制; 单个块茎重的遗传受父本加性效应的控制; 皮色、结薯数和块茎产量的遗传受非加性效应控制; 薯形、肉色和块茎外观的加性和非加性效应同等重要。两个亲本 (至少有一个) 的一般配合力高的杂交组合后代的群体表现优于双亲具有一般配合力平均值的杂交组合; 而双亲具有一般配合力平均值的杂交组合的群体表现优于双亲一般配合力都很低的杂交组合。根据一般配合力选择亲本配制大量杂交组合, 并从中筛选优良单株和优良 TPS 组合的方法非常适合于马铃薯育种。

关键词: 马铃薯; 遗传; 块茎性状; 配合力

中图分类号: S532

文献标识码: A

文章编号: 1672-3635 (2004) 01-019-08

1 前言

在生物技术和遗传工程迅速发展的今天, 作物育种的许多理论与方法均得到了完善和更新, 但杂交育种和杂种优势利用在很长一段时间内仍然是最基础和最常用的育种手段。这两种方法能否有效的关键是优良亲本的选配, 选配好亲本能提高杂交育种效率。据统计, 一个马铃薯新品种的育出机率是二十万分之一, 一个重要新品种的育出机率是百万分之一^[1]。多年的育种工作经验表明, 亲本本身的表现与其杂交后代的表现并不一致, 有些亲本本身表现并不特别优良, 但能从它们的杂交后代分离出很优良的个体或组合^[2]。

配合力 (Combining Ability) 是指因双亲交配组合不同而表现出子代的差异, 表现出不同亲本间有不同的组合能力。配合力的概念最早是在异花授粉作物玉米的杂种优势利用上提出的, 开始是作为测定玉米品种或自交系生产能力的一种方法^[3]。目

前, 配合力分析作为评价和筛选亲本的有效手段已经广泛地应用于马铃薯常规选育种和生物技术育种中^[4,5]。然而, 大量的配合力研究仅限于对马铃薯块茎产量和品质的遗传研究。近年来, 通过配合力研究对马铃薯的晚疫病 (*Phytophthora infestans*)^[6~8]、早疫病 (early blight)^[9]、干腐病 (dry rot)^[10]、线虫病 (*Globodera pallida*)^[11]、坏疽病 (gangrene)^[12] 等病害进行遗传分析的报道逐渐增多。而对株形分离、株高分离、茎色分离、花色分离、开花性、肉色等性状的配合力研究还未见报道。试验以云南省马铃薯品种资源为试验材料, 对马铃薯的晚疫病、生长势、株形分离、株高分离、茎色分离、花色分离、开花性等 7 个植株性状和薯形、皮色、肉色、淀粉含量、结薯数、块茎产量、单个块茎重、块茎外观等 8 个块茎性状进行了配合力分析, 研究当地马铃薯品种资源各性状在杂交后代群体中的遗传倾向, 为当地马铃薯品种选育及亲本选配提供基础数据。

2 材料与方法

2.1 试验材料

通过对云南省马铃薯品种资源进行整理后, 确定以 Mira、Hui-2、HZ23、HZ88、CA、CIP909 为母本, XWYY、ZHXW、K6、N7 为父本, 各亲本基本资料见表 1。按 6×4 的不完全双列杂交模型

收稿日期: 2003-06-19

基金项目: 科技部“863”计划项目 (2001AA241134), 云南省科技攻关课题 (2001NG06)。

作者简介: 杨万林 (1973-), 男, 云南省农科院生物技术研究所助理研究员, 硕士, 从事马铃薯育种及推广示范工作。

中国知网 <https://www.cnki.net>

* 为通讯作者。

于 2001 年 4 月在云南省农科院、2001 年 7 月在内蒙古呼盟农科所两地同时配制杂交组合。配制成功 22 个杂交组合, 共 27346 粒实生种子。Mira × XWYY、CIP909 × N7 两个组合在两地均未做成。

表 1 亲本基本资料

品名	分类	特 性
母本	Mira	地方品种 食味好, 适应性强, 稳产, 薯形差, 中晚熟
	Hui-2	地方品种 食味差, 适应性强, 高产, 抗 LB, 晚熟
	HZ23	CIP 品种 适于炸片, 抗 LB, 休眠期极短, 晚熟
	HZ88	CIP 品种 食味好, 薯形好, 高产, 高淀粉, 抗 LB, 极晚熟
	CA	CIP 品种 高产, 抗 LB, 抗寒, 芽眼深, 休眠期短, 中晚熟
	CIP909	CIP 品种 高产, 适应性强, 抗 LB, 晚熟
父本	ZHXW	农家品种 食味好, 紫色肉, 产量低, 感 LB
	XWYY	农家品种 食味好, 紫色肉, 产量低, 感 LB
	K6	外引品种 食味好, 高淀粉, 抗 LB
	N7	外引品种 食味好, 薯形好, 高淀粉, 感 LB

2.2 试验方法

当年将部分实生种子催芽后育苗移栽于大棚内, 获得 22 个实生薯家系共 5371 粒块茎, 用变温处理方法及时打破休眠备用^[13]。次年从每个实生薯家系中选取 180 粒健康薯块, 随机分成三份, 每份 60 粒。田间采用完全随机区组设计, 三次重复, 四行区, 株行距 35 cm × 60 cm, 每小区种植 60 粒。在云南省禄劝县撒营盘镇卡柱村进行田间试验。试验地海拔 2200 m, 地势平坦、土壤肥力均匀、光照好, 前茬玉米。2002 年 3 月 14 日播种, 8 月 22 日收获。

2.3 调查性状及方法

薯形: 分 4 级, 1=长形, 2=长椭圆形, 3=椭圆形, 4=圆形。收获时按小区逐株调查后计算:

$$\text{薯形值} = \frac{\sum(\text{各级薯形株数} \times \text{级数})}{\text{调查小区总株数} \times 4}$$

皮色: 分 5 级, 1=白色, 2=黄色, 3=褐色, 4=红色, 5=紫色。收获时按小区逐株调查后计算:

$$\text{皮色值} = \frac{\sum(\text{各级皮色株数} \times \text{级数})}{\text{调查小区总株数} \times 5}$$

肉色: 分 4 级, 1=白色, 2=黄色, 3=红色, 4=紫色。收获时按小区每株取一块茎纵切后调查、计算:

$$\text{肉色值} = \frac{\sum(\text{各级肉色株数} \times \text{级数})}{\text{调查小区总株数} \times 4}$$

淀粉含量: %, 按小区每株收一个中等大小块茎, 收获后一周内测定比重, 查 Mepker 氏表获得; 块茎产量: g/株, 小区产量/小区收获株数; 结薯数: 个/株, 小区收获块茎数/小区收获株数;

单个块茎重: g/个, 小区产量/小区收获块茎数;

块茎外观: 对块茎大小、形状、芽眼、表皮光滑度及各性状的整齐度进行综合评价, 分 9 级, 1=极差, 9=非常好, 几乎无缺陷。

3 结果与分析

3.1 方差分析

参照配合力分析方法对试验结果进行统计分析和群体遗传参数的估算^[14]。结果表明 (表 2): 杂交组合间的各被测性状均达极显著水平, 说明组合间的基因效应存在真实的遗传差异; 所有性状的一般配合力方差 (g_i 和 g_j) 以及特殊配合力方差 (s_{ij}) 均达极显著水平, 说明亲本的一般配合力效应和特殊配合力效应对杂交后代群体的 8 个被测块茎性状均有极显著的影响。不同性状配合力方差显著表明亲本在这些性状上基因加性或非加性效应有显著差异。

表 2 方差分析结果 (F 值)

差异源	薯形	皮色	肉色	结薯数	块茎产量	单个块茎重	块茎外观	淀粉含量	F _{0.05}	F _{0.01}
组间	230**	1112**	80.9**	6.65**	47.1**	9.91*	16.0*	58.1*	1.81	2.34
g_i (p ₁)	392**	1610**	94.1**	8.14**	43.2**	8.28*	27.8*	143*	2.44	3.49
g_j (p ₂)	360**	1677**	212**	4.83**	83.8**	37.4*	22.5*	31.7*	2.93	4.29
s_{ij}	138**	790**	45.5**	6.50**	40.0**	4.20**	9.89**	31.7**	1.97	2.59
区组间	3.02	1.51	1.25	0.29	4.14*	3.51*	1.205	3.38**	3.22	5.15

注: * 表示 0.05 > P > 0.01, ** 表示 P < 0.01。

3.2 各测试性状的群体遗传表现

母本或父本对不同性状遗传力的差异表明, 亲本在这些性状上以基因加性效应为主的遗传效应的不同。亲本间的基因非加性效应反应了亲本间非加性效应在不同性状上遗传力的大小, 其差异表明在不同性状上的非加性遗传效应的不同^[15,16]。各被测性状的遗传参数估值见表 3, 不同性状间各遗传力的差异极大。所有被测性状的 h_B^2 均大于 60%, 表明基因的遗传效应大于环境的影响。淀粉含量和单个块茎重的 h_N^2 大于 50%, 表明二者的可遗传效应较大。对亲本的加性和非加性效应作进一步分析, 二者的加性效应均大于 50%, 证明淀粉含量和单个块茎重的遗传以加性效应为主。单个块茎重

的父本遗传力达 56.7%, 表明单个块茎重的遗传主要受父本加性效应的影响, 选配组合时应主要考虑父本的遗传效应。淀粉含量的母本、父本遗传力和互作效应分别为 40.5%、14.6%、44.9%, 表明淀粉含量主要受母本加性效应和双亲间非加性效应的影响, 父本加性效应的影响较小, 选配组合时应同时考虑母本的遗传效应和双亲的遗传差异。薯形、肉色和块茎外观等性状的加性和非加性效应相当, 表明基因的加性和非加性效应对这 3 个性状同等重要; 选配组合时须同时考虑双亲各自的遗传效应和双亲遗传差异。皮色、结薯数和块茎产量等 3 个性状的非加性效应在 69.1%~88.8%之间, 选配组合时应着重考虑双亲的遗传差异。

表 3 群体遗传参数估计值

遗传参数	薯形	皮色	肉色	结薯数	块茎产量	单个块茎重	块茎外观	淀粉含量
母本遗传力 h_1^2 (%)	26.7	18.0	14.4	6.6	1.7	10.4	29.0	40.5
父本遗传力 h_2^2 (%)	15.5	13.0	32.9	4.5	15.5	56.7	13.6	14.6
加性效应 h_{1+2}^2 (%)	42.2	30.9	47.3	11.2	17.2	67.2	42.6	55.1
非加性效应 h_{12}^2 (%)	57.8	69.1	52.7	88.8	82.8	32.8	57.4	44.9
广义遗传力 h_B^2 (%)	78.9	99.7	96.6	67.4	94.0	76.5	83.8	95.8
狭义遗传力 h_N^2 (%)	33.3	30.8	45.6	7.5	16.1	51.4	35.6	52.5

3.3 配合力相对效应的估算及分析

一般配合力 (GCA) 是由亲本基因型的加性效应决定的, 其效应值体现了加性基因对其杂交后代的遗传能力。特殊配合力 (SCA) 的高低取决于亲本基因型的非加性效应, 包括显性和上位性基因效应, 是杂交组合与其双亲平均表现基础上预期结果的偏差, 反应了杂种优势的大小^[17]。总配合力效应 (TCA) 是指亲本的一般配合力效应和双亲间特殊配合力效应之和。它包含了亲本的加性效应和亲本间的非加性效应, 是亲本的各种遗传效应在其杂交组合后代群体中总的体现。

配合力相对效应值不受其单位和记录方法的影响, 能直观的比较各性状配合力的大小。各被测性状一般配合力和特殊配合力相对效应值列于表 4, 总配合力相对效应值列于表 5; 并分别进行 t 检验。不同亲本在同一性状上一般配合力相对效应值的差异表明不同亲本在该性状上基因累加程度的不同; 特殊配合力相对效应值的差异表明亲本在特定组合中该性状上非加性效应的不同。

3.3.1 薯形、皮色和肉色的配合力相对效应分析

薯形的 GCA 相对效应分析表明, CA、CIP909、Mira、HZ23、XWYY 和 ZHXW 达正向极显著, 这些亲本的控制块茎形状基因的加性效应使其杂交后代群体的块茎形状向圆形方向分离; HZ88 和 K6 达负向极显著, 二者的控制块茎形状基因的加性效应则使其杂交后代群体的块茎形状向长形方向分离。所有亲本的皮色 GCA 相对效应均达极显著水平, 表明这些亲本的块茎表皮颜色基因的加性效应极其显著。除 Mira 外, 其余亲本的 GCA 相对效应均达极显著水平, 表明这些亲本的块茎肉色基因的加性效应极其显著。

SCA 相对效应分析表明, 大多数组合在薯形、皮色和肉色的 SCA 相对效应值达显著或极显著水平, 说明在这 3 个性状上这些亲本间的基因非加性效应差异显著。TCA 相对效应分析表明, 5/6 的组合在薯形、皮色和肉色的 TCA 相对效应值达显著或极显著水平, 说明在这 3 个性状上这些亲本间的遗传效应差异显著, 亲本间的遗传差异较大。

ZHXW 和 XWYY 是当地很有特色的农家品种, 二者的肉色 GCA 相对效应值达正向极显著; 在 CIP909×XWYY、CIP909×ZHXW、Hui-2×ZHXW、Hui-2×XWYY、HZ23×ZHXW、CA×ZHXW 等 6 个组合中的 SCA 相对效应均达正向显著或极显著; TCA 相对效应值前 8 位均是 ZHXW 或 XWYY 的后代, 其中前 7 位达正向极显著。表明 ZHXW 和 XWYY 在肉色遗传上具有显著的加性和非加性效应, 能将其薯肉局部紫色的特性很好地遗传给后代, 在杂交后代群体中分离出大量的薯肉局部红色或紫色的基因型, 是 2 个很好的

特色亲本。

3.3.2 块茎产量、单个块茎重、块茎外观、淀粉含量及结薯数的配合力相对效应综合分析

块茎产量、单个块茎重、块茎外观、淀粉含量和结薯数等 5 个性状是马铃薯的主要经济性状, 亲本遗传效应的大小体现了该亲本作为育种资源的利用价值。配合力相对效应值的大小反应了亲本对其杂交后代群体块茎的各种遗传效应。块茎产量、单个块茎重、块茎外观和淀粉含量等 4 个性状的配合力综合效应可以综合地评价亲本对其杂交后代群体块茎的产量和品质的遗传效应。

表 4 一般配合力和特殊配合力相对效应值

名称	薯形	皮色	肉色	结薯数	块茎产量	单个块茎重	块茎外观	淀粉含量	综合 GCA
母本									
Mira	2.9**	-3.5**	-1.3	-19.0**	-11.8**	9.0	-18.8**	-0.2	-11.0
Hui-2	0.9	-20.9**	-11.3**	-5.8	2.6	11.5	16.8**	-6.6**	8.4
HZ23	2.3**	17.9**	6.4**	2.8	8.4**	4.8	18.2**	8.5**	26.2**
HZ88	-14.9**	24.0**	6.9**	10.8	21.3**	5.4	12.6*	3.7**	24.0**
CA	4.7**	-11.3**	-18.3**	7.1	-5.8	-11.7	-14.2**	-4.9**	-22.2**
CIP909	4.1**	-6.2**	17.6**	4.2	-14.8**	-19.0**	-14.6**	-0.5	-25.3**
SE ₁	0.5	0.6	1.9	5.4	2.9	6.1	4.7	0.7	7.8
父本									
ZHXW	3.9**	10.8**	13.9**	8.1	-11.1**	-19.2**	-9.0*	-2.0**	-30.4**
XWYY	4.2**	4.9**	14.0**	0.9	-15.5**	-17.5**	-13.0**	-0.5	-30.9**
K6	-8.3**	5.6**	-14.0**	-0.5	13.6**	14.8**	9.8*	3.0**	34.4**
N7	0.1	-21.4**	-13.9**	-8.5	13.0**	21.9**	12.3**	-0.6	26.9**
SE ₂	0.4	0.5	1.6	4.4	2.4	5.0	3.8	0.5	8.8
Mira×ZHXW	-1.1	-7.6**	-10.7*	-15.3	-21.4**	-15.4*	-27.2*	-5.0**	-25.3*
Mira×K6	8.2**	8.5**	-3.8	11.7	29.5**	25.8**	21.6	5.8**	29.5**
Mira×N7	-0.1	0.6	-22.0**	-14.5	-35.4**	-18.9*	-25.9*	-1.4	-24.6*
Hui-2×ZHXW	-2.9*	-8.8**	16.5**	3.1	3.5	-4.3	-23.4*	-8.1**	-18.8
Hui-2×XWYY	-0.7	19.4**	12.1*	11.4	-8.1	-21.0**	8.8	5.0**	-0.2
Hui-2×K6	4.5**	0.9	7.1	1.2	5.3	-1.7	2.9	4.9**	7.0
Hui-2×N7	-0.9	-11.5**	-1.5	-15.6	-0.7	27.1**	11.6	-1.9	12.0
HZ23×ZHXW	0.5	23.4**	14.7**	11.4	-0.4	-8.4	9.0	3.1	3.7
HZ23×XWYY	-0.1	34.2**	6.9	-4.6	3.0	7.0	-3.8	-0.3	1.3
HZ23×K6	-3.0*	-13.9**	-5.8	3.1	14.2*	5.9	-21.0	-5.8**	-9.6
HZ23×N7	2.5	-43.6**	-15.9**	-9.9	-16.8*	-4.5	15.9	2.9	4.5
HZ88×ZHXW	8.5**	-1.9	-6.6	-14.0	-8.0	8.7	14.6	8.7**	17.2
HZ88×XWYY	11.4**	-26.6**	-2.6	-1.5	-14.2*	-7.1	-15.1	-3.6*	-14.9
HZ88×K6	-22.7**	17.6**	4.7	-23.9	-32.8**	-4.0	1.5	-1.9	-9.0
HZ88×N7	2.7*	10.9**	4.6	39.5**	55.0**	2.4	-1.0	-3.2*	6.8
CA×ZHXW	-2.9*	10.8**	10.6*	20.7	9.4	-1.9	7.6	-0.7	3.0
CA×XWYY	-2.2	-9.2**	-5.1	-21.6	0.05	18.0*	-10.9	-1.5	1.0
CA×K6	5.1**	-17.6**	-10.0*	4.6	-5.5	-13.0	5.7	-0.4	-4.1
CA×N7	-0.04	16.0**	4.5	-3.7	-3.9	-3.1	-2.4	2.5	0.1
CIP909×ZHXW	-2.1	-15.8**	11.4*	-5.8	16.9*	21.4**	19.3**	1.9	20.2**
CIP909×XWYY	-1.5	-16.3**	35.6**	-1.8	-8.0	-5.5	-10.5	-0.3	-7.6
CIP909×K6	7.8**	4.6**	-28.0**	3.3	-10.7	-13.0	-10.7	-2.8	-13.9
SE ₁₂	1.27	1.46	4.56	12.79	6.96	7.45	11.19	1.57	9.9

中国马铃薯 GCA 和 SCA 值: //www.cnki.net 块茎外观和淀粉含量以 10 为最大绝对值换算后之和; ② * 表示与 0 差异显著, ** 表示与 0 差异极显著。

HZ23、HZ88、K6 和 N7 的 GCA 综合效应值达正向极显著, 表明这 4 个亲本在块茎产量等 4 个重要经济性状上具有较大的综合加性效应, 对杂交后代群体的加性遗传效应优于其他亲本。除 Mira 的结薯数 GCA 达负向极显著外, 其余均不显著, 表明 Mira 的加性效应极小。在块茎产量、单个块茎重、块茎外观等 3 个性状各自的 TCA 前 5 位的组合的父本为 K6 或 N7, 表明 K6 和 N7 作为父本对其杂交后代群体的块茎产量、单个块茎重和块茎外观的遗传有较大的遗传效应, 是 2 个综合性状较好的优良亲本。块茎产量等 4 个性状的 SCA 综合效应分析表明, CIP909×ZHXW、Mira×K6 分别达正向显著、极显著, 这 2 个组合的亲本间具有较大的综合非加性效应; Mira×ZHXW、Mira×N7 达负向显著, 其亲本间的综合非加性效应极小。结薯数的 SCA 相对效应分析表明: HZ88×N7 的非加性效应极大, 达正向极显著; 其余均不显著。

TCA 综合效应分析表明, Mira×K6、Hui-2×K6、HZ23×K6、Hui-2×N7、HZ23×N7、HZ88×N7 等 6 个组合达正向显著或极显著, 是综合性状较好的优良杂交组合, 有望从这些组合中选育出综合性状好的品系。其中 HZ23×N7 不但淀粉含量高 (17.29%, 所有组合中排名第一)、块茎产量和单个块茎重排名靠前、块茎皮色和肉色整齐一致、块茎外观综合评价最好, 而且地上性状如株形、株高等分离极小 (即排名靠后), 花色整齐一致, 全部为白色, 是比较理想的优良 TPS 组合。经过进一步的评价和鉴定后, 可作为优良杂交实生籽组合直接开发利用。此外, HZ88×ZHXW 的产量和块茎大小中等、块茎外观较好、淀粉含量高 (17.24%, 排名第二), TCA 综合评价靠前; 在块茎肉色分离中有不少紫色肉和红色肉的基因型, 是综合性状好的马铃薯特色杂交组合。HZ23×ZHXW 的群体块茎大小较 HZ88×ZHXW, 其余重要性状相当, 也是 1 个不错的特色杂交组合。

表 5 总配合力相对效应值

组合名称	薯形	皮色	肉色	结薯数	块茎产量	平均块茎重	块茎外观	淀粉含量	综合 GCA
Mira×ZHXW	5.7**	-0.3	1.9	-26.2*	-44.3				
Mira×K6	2.8*	10.6**	-3.9	-7.8	31.3**	49.5**	12.6	8.7**	19.2**
Mira×N7	2.9**	-24.3**	-3.1	-42.0**	-34.1**	11.9	-32.5**	-2.3	-9.1
Hui-2×ZHXW	3.3**	-18.9**	19.1**	5.4	-4.9	-12.1	-15.6	-16.6**	-15.4**
Hui-2×XWYY	5.8**	3.4**	-19.4**	6.4	-21.0	-27.1*	12.6	-2.0	-5.8
Hui-2×K6	-1.4	-14.4**	-18.2**	-5.1	21.5**	24.6*	29.5**	1.4	12.6*
Hui-2×N7	1.5	-53.8**	-26.7**	-29.9**	14.9*	60.5**	40.7**	-9.1**	13.6*
HZ23×ZHXW	5.4**	52.1**	35.1**	22.3*	-3.1	-22.8	18.2	9.7**	5.0
HZ23×XWYY	5.0**	56.9**	27.2**	-0.9	-4.1	-5.7	1.3	7.7**	3.5
HZ23×K6	-10.4**	9.6**	-13.4**	5.4	36.2**	25.6*	6.9	5.8**	13.0*
HZ23×N7	3.6**	-47.1**	-23.4**	-15.7	4.6	22.2	46.3**	10.8**	19.1**
HZ88×ZHXW	-2.4*	33.0**	14.2**	4.9	2.3	-5.1	18.2	10.5**	9.0
HZ88×XWYY	0.7	2.4	18.2**	10.1	-8.4	-19.1	-15.6	-0.4	-7.1
HZ88×K6	-45.9**	47.3**	-2.4	-13.6	2.1	16.3	23.8*	4.9**	10.2
HZ88×N7	-12.1**	13.6**	-2.4	41.8**	89.3**	29.8*	23.8*	-0.1	19.2**
CA×ZHXW	5.8**	10.3**	-14.4**	36.0**	-7.5	-32.9**	-15.6	-7.5**	-13.6*
CA×XWYY	6.7**	-15.6**	-9.4*	-13.6	-21.2**	-11.2	-38.1**	-6.8**	-15.3**
CA×K6	1.6	-23.2**	-21.7**	11.2	2.3	-9.9	1.3	-2.2	-2.5
CA×N7	4.8**	-16.6**	-27.7**	-5.1	3.3	7.0	-4.3	-3.1*	-1.1
CIP909×ZHXW	6.0**	-11.2**	27.7**	6.4	-8.9	-16.8	-4.3	-0.6	-4.9
CIP909×XWYY	6.9**	-17.6**	67.2**	3.3	-38.3**	-41.9**	-38.1**	-1.2	-18.9**
CIP909×K6	3.7**	4.0**	-24.4**	7.0	-11.9*	-17.1	-15.6	-0.2	-7.1
SE	1.06	1.23	3.83	10.74	5.84	12.14	9.41	1.32	5.2

注: ①综合 GCA 为产量、单个块茎重、块茎外观和淀粉含量以 10 为最大绝对值换算后之和; ②* 表示与 0 差异显著, ** 表示与 0 差异极显著。

4 讨论

4.1 马铃薯杂种优势的利用与亲本选配

杂种优势是指杂交组合的表现超出了其双亲平均表现基础上预期结果的能力。在有性生殖过程中, 杂种优势只在 F₁ 代得到表现, 不能在组合后代中稳定遗传。马铃薯不同于其它有性生殖的作物, 主要通过有性杂交创造变异后获得杂种优势, 利用无性繁殖来固定杂种优势, 并将 F₁ 代的基因型在各无性世代间稳定传递。因此, 除马铃薯块茎在无性一代表现出的 h_{1+2}^2 所代表的基因加性效应能稳定遗传外, 基因非加性效应 h_{12}^2 也能在马铃薯块茎的各无性世代间稳定表现。也就是说, h_N^2 代表的是马铃薯在有性生殖过程中的真实遗传力, h_B^2 代表的是马铃薯在无性世代间的真实遗传力。而基因非加性效应 h_{12}^2 为杂种优势在基因遗传效应中所占的比例。从表 3 中可知, 所有被测性状的非加性效应均很大, 占总遗传效应的 32.8%~88.8% 之间。这部分效应在马铃薯块茎的无性世代间得以遗传; 当他们作为亲本进行有性杂交时, 这部分效应就无法在其后代的群体中表现出来。也就是说, 如果一个品种具有较大的杂种优势, 即便它是非常好的品种, 作为亲本时很难将优良性状遗传给下一代; 优良亲本的本身应具有较小的杂种优势和较高的遗传力。

分析表明, 马铃薯的大多性状具有较高的杂种优势, 并且能以无性繁殖将杂种优势固定。因此,

在进行亲本选择时, 应尽量选择本身杂种优势较小、遗传力较大的亲本; 在进行组合配制时, 应考虑到双亲的遗传差异, 创造尽量大的杂种优势。

4.2 TCA、GCA、SCA 以及群体性状值之间的相关关系

通过对总配合力相对效应值、一般配合力相对效应值、特殊配合力相对效应值、群体性状值之间的相关性分析 (见表 6) 表明: TCA 与群体性状值的相关系数为 1, GCA 与 TCA 的相关系数等于 GCA 与群体性状值的相关系数, SCA 与 TCA 的相关系数等于 SCA 与群体性状值的相关系数, 证明通过 TCA 能准确地评价杂交组合的群体表现。

8 个被测性状的 GCA 与 SCA 的相关系数均不显著, 与肖志敏等^[18]以及巩秀峰等^[2]对块茎产量的研究结果一致。表明 GCA 和 SCA 间无必然联系, 一般配合力较高的亲本间不一定具有较高的特殊配合力; 反之, 一般配合力较低亲本间的特殊配合力可能会很高。8 个被测性状的 $r_{(g,T)}$ 和 $r_{(g,x)}$ 均达显著或极显著水平, 表明亲本一般配合力效应的大小对总配合力效应和杂交组合后代的群体平均表现有显著影响。也就是说, 具有较高一般配合力的亲本间具有较高的总配合力效应, 其杂交组合后代具有较高的群体平均值。同时, 被测性状的 $r_{(s,T)}$ 和 $r_{(s,x)}$ 均达显著或极显著水平, 则表明亲本间特殊配合力效应对总配合力效应和杂交组合后代的群体表现也非常重要。

表 6 各种配合力相对效应及性状值之间的相关关系

项目	$r_{(g,s)}$	$r_{(g,T)}$	$r_{(g,x)}$	$r_{(s,T)}$	$r_{(s,x)}$	$r_{(T,x)}$
薯形	0.059	0.810**	0.810**	0.633**	0.633**	1.00**
皮色	0.100	0.781**	0.781**	0.700**	0.700**	1.00**
肉色	0.033	0.817**	0.817**	0.603**	0.603**	1.00**
结薯数	0.104	0.668**	0.668**	0.809**	0.809**	1.00**
块茎产量	0.103	0.724**	0.724**	0.760**	0.760**	1.00**
单个块茎重	0.013	0.862**	0.862**	0.518*	0.518*	1.00**
块茎外观	0.173	0.834**	0.834**	0.687**	0.687**	1.00**
淀粉含量	0.004	0.815**	0.815**	0.583**	0.583**	1.00**

4.3 通过亲本配合力效应预测杂交组合后代群体的表现

8 个被测性状各自的 TCA 效应前 5 位的杂交组合的配合力类型统计表 7。在所有 40 个优良组合中, H×H 的组合有 22 个, 占 55.0%; H×M 或 M×H 的组合有 12 个, 占 30.0%; H×L 或 L×H 的组合有 6 个, 占 15.0%; M×M 和 M×L、L×M 或 L×L 的优良组合数均为 0。所有优良组合的双亲中至少有一个亲本的 GCA 为 H。结果表明, 双亲的一般配合力较高 (至少有 1 个亲本) 的杂交组合的群体表现优于双亲一般配合力为中等或较低的杂交组合; 在双亲的一般配合力均较高的杂交组合中, 双亲间特殊配合力更为重要, 特殊配合力较高的组合优于特殊配合力较低的组合^[15,16,19~22]。

表 7 优良杂效组合类型分析

类型	数量	所占比例 (%)
H×H	22	55.0
H×M、M×H	12	30.0
H×L、L×H	6	15.0
M×M	0	0.0
M×L、L×M、L×L	0	0.0
合计	40	100.0

注: H、M、L 分别代表 g_i 和 g_j 的高、中、低。

显然, 通过亲本的配合力效应预测杂交组合后代的群体表现是可行的。在进行亲本选择和杂交组合配制时, 应选择具有较高的一般配合力的亲本, 至少保证有 1 个亲本具有较高的一般配合力。

参 考 文 献

[1] 隋启君. 中国马铃薯育种对策浅见 [J]. 中国马铃薯, 2001, (5): 259—264.

[2] 巩秀峰, 李文刚, 王林萍, 等. 马铃薯杂种群体的性状相关及其配合力分析 [J]. 马铃薯杂志, 1992, 6 (2): 86—90.

[3] Sprague G F, L A Tatum. General vs specific combining ability in single crosses of corn [J]. J Am Soc Agron, 1942, 34: 923—932.

[4] Horsman K, J E M Bergervoet, Jacobsen. Somatic hybridization between *Solanum tuberosum* and other strains [J]. Euphytica, 1997, 97 (3): 345—352.

[5] Frei U, M Stattmann, A Lossi, G Wenzel. Aspects of fusion combining ability of dihaploid *Solanum tuberosum* L: influence of cytoplasm [J]. Potato Research, 1998, 141 (2): 155—162.

[6] Ellis W G. Form and production and viability of oospores *Phytophthora infestans* from potato and *Solanum demissum* in the

Toluca Valley, Central Mexico [J]. Mycological Research, 2001, 105 (8): 998—1006.

[7] Caligari P D S, G R Machay, H E Stewart, et al. A seedling progeny test for resistance to potato foliage blight (*Phytophthora infestans*) [J]. Potato Research, 1983, 27: 43—50.

[8] Stewart H E, R L Wastie, J E Bradshaw, et al. Inheritance of resistance to late blight in foliage and tubers of progenies from parents differing in resistance [J]. Potato Research, 1992, 35: 313—319.

[9] Gopal J. Heterosis and combining ability analysis resistance to early blight (*Alternaria solani*) in potato [J]. Potato Research, 1998, 41 (4): 311—317.

[10] Lees A K, J E Bradshaw. Inheritance of resistance to *Fusarium Sulphureum* [J]. Potato Research, 2001, 44 (2): 147—152.

[11] Phillips M S, L A Wilson, J M S Forrest. General and specific combining ability of potato parents for resistance to the white cyst nematodes (*Globodera pallida*) [J]. J Agric Sci UK, 1979, 92, 255—256.

[12] Bradshaw J E, R L Wastie, H E Stewart. Assessing general combining ability for gangrene resistance by means of a glasshouse seedling test [J]. Potato Research, 1996, 39 (2): 179—183.

[13] 杨万林, 隋启君. 马铃薯不同基因型微型薯休眠特性及其调控研究 [J]. 山地农业生物学报, 2003, 22 (1): 5—8, 12.

[14] 马育华. 植物育种的数量遗传学基础 [M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1982: 378—437.

[15] Gopal J. General combining ability and its repeatability in early generations of potato breeding programmes [J]. Potato Research, 1998, 41 (1): 21—28.

[16] Gopal J, Minocha J L. Heterosis and combining analysis in potato over two clonal generations [J]. Journal of the Indian Potato Association, 1998, 25 (1—2): 8—15.

[17] 张爱民. 植物育种亲本选配的理论和方法 [M]. 北京: 农业出版社, 1994, 128—162.

[18] 肖志敏, 李景华, 王凤义. 马铃薯近缘栽培种间杂种后代主要经济性状的配合力分析 [J]. 马铃薯杂志, 1989, 3 (2): 69—72.

[19] Gopal J. Progeny selection for agronomic characters in early generations of a potato breeding programme [J]. Theoretical and Applied Genetics, 1997, 95: 307—311.

[20] Gopal J. Identification of superior parents and crosses on potato breeding programmes [J]. Theoretical and Applied Genetics, 1998, 96 (2): 287—293.

[21] Mendoza H A. Selection on uniform progenies to use TPS in commercial potato production [C]. (in) Report of planning Conference on Innovative Methods for Propagating Potatoes, held during 10—14 December 1985 at International Potato Center, Lima, Peru

[22] Neele A E F, H J Nab, K M Loues. Identification of superior parents in a potato breeding programme [J]. Theoretical and Applied Genetics, 1991, 82: 264—272.

渭源县半干旱区马铃薯施用多元钾肥试验结果

何克菊

(甘肃省渭源县农业广播电视学校, 渭源 748200)

中图分类号: S532

文献标识码: A

文章编号: 1672-3635 (2004) 01-026-02

渭源县是甘肃省主要的马铃薯种薯及商品薯基地, 目前种植面积达 2.3 万 hm^2 , 马铃薯已发展成为渭源县的支柱产业。随着市场的进一步拓展和马铃薯加工业的迅速发展, 我县北部半干旱地区马铃薯的种植面积成倍增加。但由于我县北部半干旱山区地广人稀, 多年来农民对农家肥的投入量有限, 加上农民偏重 N、P 化肥的投入, 致使土壤中钾素含量降低。

我县北部半干旱山区的速效钾含量已于 10 年

前的 150~180 mg/kg 下降到现在的 110~140 mg/kg 之间, 缺钾已成为限制我县北部半干旱山区马铃薯增产优质的主要因素。我们想通过对马铃薯施用多元钾肥的试验, 观察其对马铃薯的产量及品质的影响, 以引导农民科学施用钾肥, 提高马铃薯的产量, 改善马铃薯品质。

1 材料与amp;方法

1.1 供试材料

供试马铃薯为陇薯 3 号脱毒种薯, 多元钾含 K_2O 42%、N 6%、 P_2O_5 2%, 同时含钙、硼等其它微量元素。

收稿日期: 2003-05-14

作者简介: 何克菊 (1971-), 女, 农艺师, 从事农业教学研究。

THE HERIDITY ANALYSIS FOR TUBER CHARACTERS IN POTATO (*SOLANUM TUBEROSUM*)

YANG Wan-lin¹, WU Yi-xin¹, LI Xian-ping¹, YAN Fa-xiang², SUI Qi-jun¹

(1. Biotechnology Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650223, China;

2. Agri-technology Extension Center, Luquan County, Yunnan Province, Luquan 651500, China)

ABSTRACT: A study was conducted on 22 crosses from 10 varieties including Mira variety to evaluate for 8 tuber characters in the first clonal year potato crops. The results indicated that female additive gene actions and non-additive gene actions between parents were important in the progeny inheritance of starch content. Non-additive gene actions was more important than additive gene actions for tuber yield, skin-color and the numbers of tuber. It was opposite for the progeny's inheritance of single tuber weight. And both additive and non-additive gene actions were found to have the same importance with a preponderance of the later in the inheritance of flesh color, tuber shape and appearance. Progeny means of crosses involving both or at least one parent with good general combining ability were, in general, higher than other cross combinations for various characters including tuber yield. Selection of parents based on their general combining ability and crossing then in all possible combinations to select the best single plant or true-seed potato crosses by progeny test would be a suitable breeding strategy for potato crops.

KEY WORDS: potato (*Solanum tuberosum*); heridity; tuber character; combining ability