

中图分类号: S532; S326 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2007)05-0261-05

马铃薯种质资源脱毒后特性鉴定及亲本利用评价

李 军

(国家马铃薯改良中心, 黑龙江 克山 161606)

摘 要: 选用几个名优品种, 经多年鉴定。结果表明: 脱毒马铃薯不同地区、品种、年份均表现增产, 增产幅度为 14.95%~91.61%。马铃薯脱毒后干物质含量、抗病性则无明显变化。脱毒薯比非脱毒薯地上部生长旺盛, 后期干物质积累优势突出。脱毒苗作杂交亲本比对照结实率略高, 植株开花性状、实生苗后代表现无明显差异。

关键词: 马铃薯; 脱毒; 干物质含量; 抗病性

马铃薯 (*Solanum tuberosum* L.) 脱毒技术为黑龙江省农业科学院国家马铃薯改良中心(原马铃薯研究所) 首先在应用生物技术研究上取得的重大成果, 现已推广至全国各地, 对促进我国马铃薯产业的发展, 产生了巨大的社会效益^[1]。目前农村正进行产业结构调整, 马铃薯的经济效益使薯农种植的积极性提高, 部分地区马铃薯种植面积不断扩大, 马铃薯脱毒技术更具有推广应用价值。国内外有关马铃薯脱毒、繁殖、检测、增产效果、生长特性的研究报道较多, 但对品质、抗病性等重要经济性状影响的研究报道结果不一^[1-16], 有关脱毒马铃薯作为育种(资源创新) 亲本利用等特性的研究未见报道。本文针对生产、科研对脱毒技术利用的要求, 探讨更加广泛合理的利用途径, 为马铃薯新品种选育、种质资源创新和亲本的正确选用提供可靠的理论根据。

1 材料与方 法

1.1 多点试验

2003 年选用克新 3 号脱毒 1 代薯与常规对照薯为材料, 在克山、依安等地进行多点试验, 统一供种, 随机区组排列, 重复 3 次, 4 行区, 行长 6 m、行距 70 cm、株距 30 cm, 每行 20 株, 小区面积 16.8 m²。出苗后 10 d 开始取样调查, 重点分

析干物质积累动态和地上部生长特性(用美国产 LI-6400 光合测定仪测定光合速率、叶面积系数), 收获后利用多点模型分析产量结果。

1.2 多品种比较

2004~2005 年选用克新 3 号等 5 个品种, 利用其脱毒 1 代薯和常规对照薯为材料, 3 次重复种植, 进行生产力、干物质含量等性状鉴定。年内采取双因素随机区组模型, 综合两年资料利用 3 因素随机区组模型分析试验结果^[17], 重点分析不同品种脱毒后产量和块茎干物质含量的差异。

1.3 抗性鉴定

2004~2005 年选用大西洋等 5 个品种的脱毒薯植株与对照植株, 于温室内采用针刺与摩擦法, 进行病毒和真细菌病的人工接种鉴定。

1.4 亲本利用性状鉴定

2004 年用脱毒和未脱毒大西洋马铃薯作母本分别配制 8 个杂交组合重点分析其开花性状及杂交结实率, 以明确其亲本利用价值。2005 年 4 月 1 日, 于温室内播种 8 个组合的实生种子培育实生苗; 6 月 3 日将实生苗定植到田间, 对实生苗后代进行生产力、入选率等性状进行调查分析。

2 结果与分析

2.1 生产鉴定

利用多点统计分析模型分析 2003 年试验资料, 结果表明: 克新 3 号脱毒薯表现各点均增产, 鲜薯平均增产 14.95%, 方差分析处理间差异达极显著水平 $F=3.1604^{**}$, $F_{0.01}=2.98$ 。根据 2004~2005 两

收稿日期: 2007-04-10

基金项目: “十五”攻关课题 2001BA511B-08-10, 国家“863”计划资助项目 2001AA241134

作者简介: 李军(1953-), 男, 副研究员, 主要从事马铃薯育种与种质资源创新研究工作。

年试验结果表 1), 两年内利用双因素随机区组模型分析, 脱毒与非脱毒相比差异均达极显著水平, 两年 F 值分别为 39.4398^{**}、20.1284^{**}, $F_{0.01}=8.28$; 利用两年资料, 选用 3 因素统计模型综合分析, 脱毒与否间 F 值高达 101.3335^{**}, $F_{0.01}=7.35$; 分析结果还显示, 脱毒处理与品种、脱毒处理与年份均存在着显著的交互作用, 这提示我们不同品种的脱毒效果和不同年份间脱毒效果存在着显著差异。如: 克新 10 号和克新 11 号虽然育成时间相同, 但脱毒后增产幅度相差一倍; 推广时间较长的品种克新 3 号、卡它丁、米拉增产幅度也有很大差异。由此可见, 马铃薯品种病毒感染程度决非仅是因推广时间长久所造成体内积累, 品种的耐病毒性是一个很重要的因素。品种间脱毒效果显示了马铃薯品种耐病毒性的差异, 这种差异的显著性为马铃薯耐病毒品种的选育提供了可能性。

表 1 不同品种脱毒薯苗和对照薯苗的产量差异

品种	2004 年		2005 年		平均	
	产量 (t·hm ⁻²)	脱毒薯 增产(%)	产量 (t·hm ⁻²)	脱毒薯 增产(%)	产量 (t·hm ⁻²)	脱毒薯 增产(%)
卡它丁	41.52	21.97	38.83	14.58	40.18	18.29
CK	34.04		33.89		33.97	
克新 10 号	39.05	17.23	36.58	14.32	37.82	15.81
CK	33.31		32.00		32.66	
克新 11 号	41.59	48.32	31.14	30.07	36.37	39.92
CK	28.04		23.94		25.99	
米拉	38.98	63.58	38.14	54.65	38.56	59.02
CK	23.83		24.67		24.25	
克新 3 号	45.66	91.61	33.94	33.24	39.80	61.45
CK	23.83		25.48		24.65	

2.2 生长特性分析

2.2.1 光合速率的日变化

马铃薯脱毒与否叶片光合速率的日变化规律基本一致, 均呈双峰曲线, 由图 1 可见, 上午 10: 00 至 12: 00 时出现最高峰, 中午则略有下降, 在下午 14: 00 至 16: 00 出现次高峰。脱毒马铃薯的光合速率高于未脱毒薯, 下午次高峰的出现略晚于脱毒薯, 而且中午下降幅度小于未脱毒薯, 中午较高光合速率持续的时间较长, 这有利于生产与积累较多的有机质。

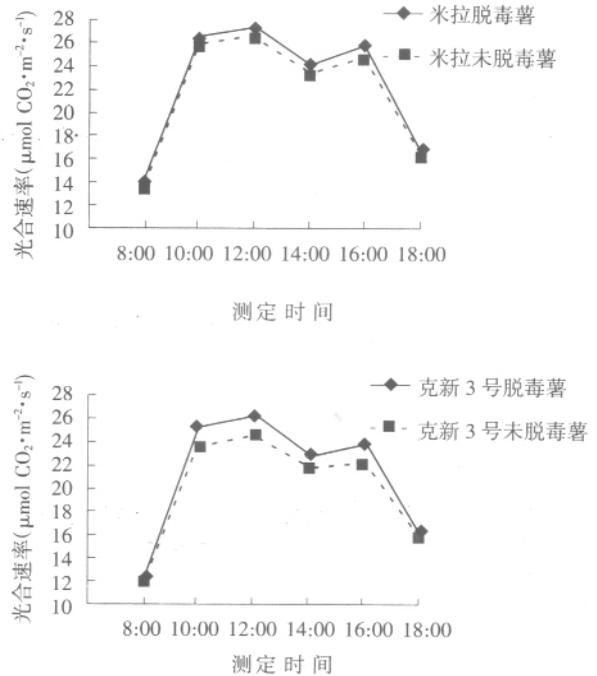
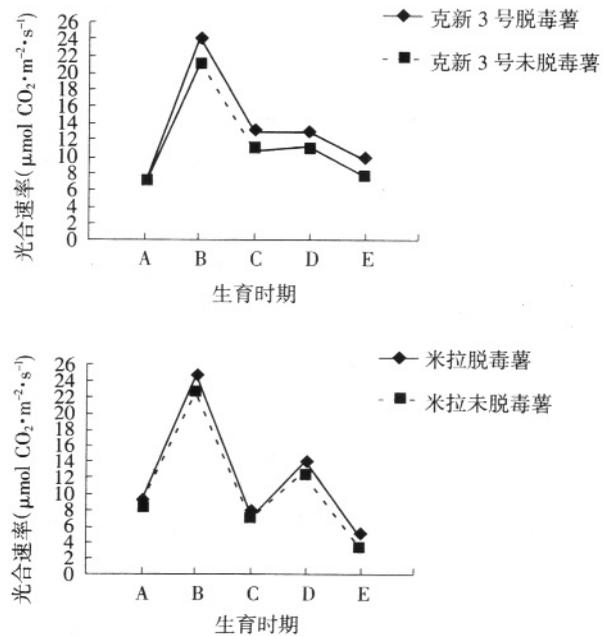


图 1 脱毒与未脱毒马铃薯光合速率的日变化

2.2.2 光合速率的时期变化

马铃薯脱毒与否叶片光合速率的时期变化趋于一致, 也呈双峰曲线见图 2。



A.播种期; B.幼苗期; C.现蕾期; D.开花期; E.成熟期

图 2 脱毒与未脱毒马铃薯光合速率的时期变化

光合速率变化过程大致可分为3个阶段：从6月5日至6月25日(B)，光合速率迅速提高，形成一生中的最高峰。6月25日至7月3日(Q)光合速率逐渐下降，7月3日至8月15日(D)光合速率逐渐上升，形成一生中的次高峰，自8月15日(D)后，光合速率呈下降趋势。由图2可见，克新3号和米拉脱毒薯平均光合速率分别比相应的未脱毒薯高，这说明脱毒马铃薯的同化产物比未脱毒的多，因此有利于丰产。

从上述的生长特性分析中可看出，对于耐病毒的品种、脱毒后生长特性亦有明显的优势，品种感染病毒后，由于病毒的侵染抑制了地上部的生长和干物质积累转移，病毒感染后如何影响产量、抑制光合产物的形成、运输和转移，还需进一步研究。

2.2.3 叶面积动态变化

较大而合理的叶面积是高产的物质基础。高产的叶面积消长模式是，前期叶面积增长快，中期较平稳，后期不早衰。通过对克新3号脱毒薯与对照叶面积指数消长动态分析(图3)，克新3号脱毒后比非脱毒最大叶面积出现略早，持续时间长，后期仍保持较大的叶面积，与对照相比，这种高产叶面积消长模式更具优势。

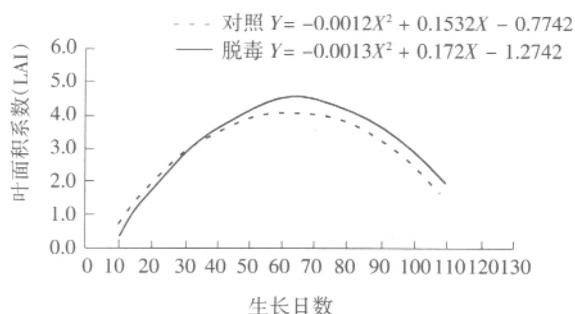
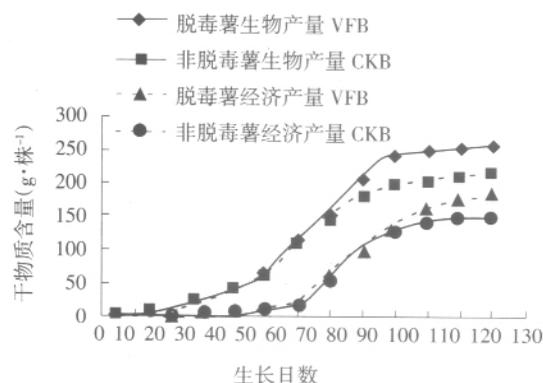


图3 克新3号脱毒与非脱毒叶面积动态

2.2.4 干物质积累的动态变化

马铃薯经济产量的构成与生物产量有极其显著的相关性，经济产量的高低视生物产量的高低及其转化效率而定。从图4可以看出，脱毒薯与非脱毒薯间的经济产量积累曲线均趋向于生物产量，符合“S”型生长曲线；同时还可看出脱毒薯生物产量和经济产量的增长，前期并不无优势，其优势主要表现为中后期生物产量较高，并能转化成较高的经济产量，薯块膨大快，后劲足。这一点，也正是克新3号高产的特点，脱毒后这一优势

得到了更充分的发挥，构成了更合理的高产结构模式。



脱毒经济产量 VFE $Y=183.733/[1+\exp(7.676-0.098X)]$
对照经济产量 CKE $Y=151.341/[1+\exp(9.460-0.125X)]$

图4 克新3号脱毒薯与非脱毒薯干物质积累

2.3 干物质含量的差异分析

2004~2005年内5个品种脱毒薯与对照品种干物质含量测定的结果见表2。从表2可以看出，各品种脱毒与非脱毒干物质含量互有高低，且相差很小，方差分析结果更进一步说明了这一点，见表3。引起块茎干物质含量差异最大的因素是遗传型和年度的差异，脱毒与否应该说对干物质含量无大的影响。干物质含量是较稳定的遗传性状，其主要受遗传因素的影响，受病毒感染影响较小，所以脱毒后变化不大。

表2 不同品种脱毒薯和对照的薯块干物质含量差异

品 种	2004 年		2005 年		平 均	
	干物质含 量 (%)	增减 (±)	干物质含 量 (%)	增减 (±)	干物质含 量 (%)	增减 (±)
克新3号	28.49	-1.06	33.12	1.43	30.80	0.18
CK	29.55		31.69		30.62	
大西洋	30.23	-0.69	30.42	1.84	30.32	0.57
CK	30.92		28.58		29.75	
夏坡蒂	29.40	2.06	31.11	-0.51	30.26	0.78
CK	27.34		31.62		29.48	
卡它丁	23.46	-0.29	26.27	-0.30	24.86	-0.30
CK	23.75		26.57		25.16	
米拉	24.57	-0.88	28.66	-0.68	26.62	-0.78
CK	25.45		29.34		27.40	

表 3 马铃薯脱毒与否干物质含量差异方差分析

变异来源	自由度	平方和	均方	F 值	F _{0.01}
区 组	2	15.1000	7.5500	3.9703	5.21
处 理	19	446.6406	23.5074	12.3613*	2.40
脱 毒	1	0.2146	0.2146	0.1128	7.35
品 种	4	279.5677	69.8919	36.7538*	3.86
年 代	1	86.1229	86.1229	45.2891**	7.35
脱毒×品种	4	7.0250	1.7562	0.9234	3.86
脱毒×年代	1	3.2896	3.2896	1.7299	7.35
品种×年代	4	49.1375	12.2846	6.4599**	3.86
脱毒×品种×年代	4	21.2833	5.3208	2.7980**	3.86
机 误	38	72.2617	1.9016		
总 和	59	605.0586			

2.4 抗病性鉴定

为了研究马铃薯脱毒后其抗病性变化情况, 2004-2005 年我们对部分品种的脱毒苗与非脱毒苗同时进行抗病性鉴定, 结果表明表 4, 脱毒与否各品种的抗病性均无大的变化, 抗病类型基本相同。品种抗病性属较为稳定的遗传性状, 不会因脱毒与否而改变。有的品种, 还会因脱毒后造成再次侵染速度加快、种植年限缩短, 这可能是自身免疫系统被破坏所致。

表 4 不同品种脱毒与非脱毒的抗病性鉴定

处理	晚疫病		病毒病		
	抗病类型	抗病类型	PVX	PVY	PSTV
大西洋	高感	感	抗	抗	感
CK	高感	感	抗	抗	感
夏坡蒂	高感	感	抗	抗	感
CK	高感	感	抗	抗	感
卡它丁	中抗	感	抗	抗	感
CK	中抗	感	抗	抗	感
米拉	高抗	抗	抗	抗	感
CK	高抗	抗	抗	抗	感
克新 3 号	中抗	感	感	抗	中抗
CK	中抗	感	感	抗	中抗

2.5 亲本的开花结实习性和杂交后代表现

为探索促进马铃薯亲本开花、增加结实率、提

高入选率, 提高生物技术在马铃薯育种的应用效果, 2004 年我们进行了马铃薯亲本脱毒的杂交组配选择利用研究。选用脱毒大西洋、克新 3 号等作杂交亲本, 调查单株开花数、不同组合的杂交结实率。结果表明, 脱毒与不脱毒相比, 单株开花数无明显优势, 杂交结实率较对照有所提高(见表 5)。原因在于(见表 5), 脱毒薯苗生长旺盛, 表现茎粗、叶茂, 营养生长相对过旺, 影响了生殖生长, 单株开花稍有减少; 大西洋脱毒后花序上的花蕾比对照稍稀而大、有利于子房受精和种子的发育, 这可能是结实率略高的原因。

表 5 大西洋(做母本)脱毒与否开花性状比较

时 间	重 复		重 复		重 复		重 复		平 均	
	脱毒	对照	脱毒	对照	脱毒	对照	脱毒	对照	脱毒	对照
7 月	43	54	49	55	101	105	62	37	63.8	62.8
8 月	209	266	346	493	390	375	323	286	317.0	355.0
9 月	50	40	39	50	100	101	52	47	60.25	59.5
合 计	302	360	434	598	591	581	437	370	441.05	477.3

表 6 马铃薯杂交亲本脱毒与否对育种值的影响

组 合	结实率 %		F ₁ 平均单株块重 (kg)		入选率 %	
	脱毒	对照	脱毒	对照	脱毒	对照
大西洋×疫不加	47.9	45.2	0.883	0.880	5.6	5.0
大西洋×米拉	51.5	36.5	1.283	1.274	8.9	8.5
大西洋×克新 3 号	75.2	68.5	0.942	0.887	6.5	5.0
大西洋×卡它丁	63.8	33.9	0.850	0.653	5.5	5.2
平 均	59.6	46.0	0.990	0.924	6.63	6.0

通过对脱毒和非脱毒的大西洋作母本的 8 个杂交组合后代 800 个无性系进行试验调查, 脱毒亲本杂交后代的单株鲜薯重及后代表入选率均无优势(表 6), 结果表明, 马铃薯组织培养后的脱毒苗薯, 仅对生理和生长特性有一定影响, 但品种本身的遗传性状和该性状的遗传传递能力不能改变。

3 讨 论

试验结果表明: 马铃薯脱毒比非脱毒的光合生产率与光合强度明显增高, 但品种间差异极为

明显, 这和以往报道结果相同^[1-16]。马铃薯品种感染病毒的严重程度是随育成推广(无性繁殖)年限延长而逐步加重, 只是品种间的抗病性不同。有的品种脱毒后表现产量高, 病毒再侵染的速度慢; 而某些品种不但增产而且病毒再侵染的速度加快退化严重。这就是品种间耐病毒性的差异, 这种差异为耐病毒品种的选育提供了可能, 开展耐病毒品种的选育是控制马铃薯病毒病危害的重要措施。

马铃薯脱毒后干物质含量、块茎品质、抗病性、亲本性状的育种值均无明显差异。笔者认为马铃薯脱毒后可恢复种性提高抗病能力和产量, 而不能改变源来具有的遗传性状。此论点对马铃薯育种和种薯生产均有较大的指导意义。

[参 考 文 献]

- [1] 黑龙江农业科学院克山马铃薯研究所. 中国马铃薯栽培学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994.
- [2] 阙桂生. 脱毒马铃薯生育规律的研究[J]. 马铃薯杂志, 1987, 1(2): 13-15.
- [3] 郭健, 夏同会. 组织培养技术在马铃薯良种繁育上的应用[J]. 马铃薯杂志, 1988, 12(2): 100-101.
- [4] 苏文润. 马铃薯脱毒种薯覆膜早收二季作繁种技术研究[J]. 马铃薯杂志, 1987, 1: 20-21.
- [5] 林长春. 马铃薯茎尖脱毒的综合分析及在生产上的应用[J]. 马铃薯科学, 1982, 2: 29-40.
- [6] 贾长盛, 郭雄. 马铃薯微型薯田间繁殖的研究[J]. 马铃薯杂志, 1998, 12(3): 145-149.
- [7] Kassarlis B. The use of tissue cultures to produce virus-free clones from infected potato varieties[J]. Appl Biology, 1957, 45(3): 422-427.
- [8] 陆国权, 邢继英, 唐君. 甘薯脱毒薯的培育及其应用[J]. 中国农业科学, 1994, 27(1): 87-88.
- [9] Cassel A C, Long R D. The elimination of potato viruses X, Y, S, and M in meristem and explant cultures of potato in the presence of virazole [J]. Potato Research, 1982, 25: 164-166.
- [10] 陶国清, 田波. 马铃薯无病毒种薯生产试验研究[J]. 科学通报, 1987, 23: 181-184.
- [11] 马厚强, 蒋先明. 马铃薯泰山1号脱毒种薯与带毒种薯及其植株生长、生理特性和产量比较[J]. 马铃薯杂志, 1987, 1(1): 30-40.
- [12] Wambugu F M. Eradication of potato virus Y and S from potato by chemotherapy of cultured axillary bud tips [J]. Am Potato J, 62:667-672.
- [13] Dodds J H. Tissue culture technology: practical application of sophisticated methods[J]. Am Potato J, 1988, 65: 167-180.
- [14] Jones E D. A current assessment of in vitro culture and other rapid multiplication methods in North American and Europe[J]. Am Potato J, 1988, 65: 209-220.
- [15] Wang D, Lian Y, Zhu D. The key factors affecting the development of potato in vitro and their relation with protein fractions[J]. Scientia Agricultural Sinica, 2002, 1(3): 256-204.
- [16] 黄华康. 马铃薯脱毒对一些生理指标的影响[J]. 中国马铃薯, 2002, 16(3): 137-140.
- [17] 南京农学院. 田间试验和统计方法[M]. 北京: 农业出版社, 1979.

Evaluation of the Characteristics of Virus Free Potato and Its Use in Hybridization

Li Jun

(Potato Improvement Center of China, Keshan, Heilongjiang 161606, China)

Abstract: Several famous varieties were adopted to study their yield increase potential and their use in this research. The results showed that after virus elimination, all varieties had a yield increase ranging from 14.95~91.67% , despite of the changes in location and season. The change of dry matter content and disease resistance were not significant. Virus-free potato performed vigorous vine growth and strong dry matter accumulation ability. Virus-free parents had a slightly higher seed setting percentage, but the flowering ability and the performance of offspring were similar to those of the check plants.

Key Words: potato; virus-free; dry matter content; disease resistance