

山东省脱毒马铃薯研究进展及推广现状

王培伦¹, 王振东², 杨元军¹, 董道峰¹, 孙慧生¹, 马伟青¹

(1. 山东省农科院蔬菜研究所 250100; 2. 文登市农业局)

中图分类号: S532

文献标识码: A

文章编号: 1001-0092 (2002) 03-154-04

1 前言

在山东省, 由于马铃薯生长正处于温度高、气候干旱的季节, 所以植株病毒性退化速度非常快。退化严重时可引起减产 80%。研究和实践证明, 茎尖培养脱毒是解决这一问题的有效途径。马铃薯脱毒及速繁技术是现代生物技术中的主要研究内容之一。也是生物技术在生产中应用最早、最广泛、效果最显著的研究成果之一。脱毒技术研究及脱毒种薯的推广, 使马铃薯的种植面积、产量、品质及商品性都得到了极显著的提高。山东省马铃薯脱毒技术研究起步于 70 年代后期。通过 20 多年的努力, 其研究成果及推广程度都走在全国的前列。

2 马铃薯脱毒技术研究进展

2.1 侵染马铃薯的病毒种类及侵染途径

马铃薯是一种受多种病毒侵染的作物。其中在山东省侵染严重的有马铃薯卷叶病毒 (PLRV)、马铃薯 Y 病毒 (PVY)、马铃薯 X 病毒 (PVX)、马铃薯 S 病毒 (PVS) 等。这些病毒都必须通过媒介将其传播到叶片的伤口上才能侵入到植株体内。传播病毒的介体较多, 但对某一种病毒来说, 都有一种主要的介体。例如, 马铃薯卷叶病毒只能通过蚜虫来传播; 马铃薯 Y 病毒可以通过蚜虫传播, 也可以通过摩擦汁液传播。研究认为, 有 25 种蚜

虫可传播马铃薯 Y 病毒。马铃薯 X 病毒主要是通过汁液传播, 而不能通过蚜虫传播。通过蚜虫传播病毒的方式, 又因为病毒种类的不同而有差异。蚜虫传播马铃薯卷叶病毒是有个过程的。当蚜虫取食带病毒的植株叶片时, 病毒需要经过蚜虫的消化道, 约 1 h 后才能具有传毒能力。一旦蚜虫获得了卷叶病毒, 就终生具有传毒能力, 所以叫持久性传毒, 但不能传给后代。而对其它由蚜虫传播的病毒来说, 只要蚜虫取食了带毒叶片, 马上就具有了传毒能力。但连续取食不带毒植株后, 其带毒量逐渐减少, 最后就没有病毒了。再吃带毒叶片后, 重又获得传毒能力, 这叫非持久性传毒。在田间, 病、健植株之间相互接触摩擦、以及田间作业等也对能传播病毒。

2.2 病毒在植株体内的运转速度及运转规律

病毒侵入进植株体内后并不是固定在原处不动, 而是随植株汁液向各个部位运转的。马铃薯脱毒后并不能解决病毒再侵染问题。事实上, 脱毒马铃薯植株在生长过程中, 如果与病毒接触就会再次被病毒侵染。为了解病毒在植株体内的运转规律和运转速度, 我们用脱毒植株进行接种病毒试验。结果表明, 病毒侵染进叶片后首先进行增殖, 然后随植株汁液向各个部位运转。病毒优先向生长速度快的生长点、块茎等部位运转。其到达这些部位的速度, 与接种时植株大小有关。植株越小病毒运转的时间越短。例如, 在植株 5 片叶时接种, 只需 5~7 d 病毒就可到达匍匐茎或块茎。当在植株 13 片叶时接种病毒, 病毒则需要 14 d 才能到达块茎。如表 1。

收稿日期: 2002-01-22

作者简介: 王培伦 (1955-), 男, 副研究员, 主要从事马铃薯脱毒、组培及基因工程等方面的研究。

表1 接种后病毒的运转情况
①7 d后取样检测结果

接种时植株叶片数	顶端	2	1	0	-1	-2	块茎 (匍匐茎)
5	0.001	0.005	-	0.008	-	-	0.035
7	-	-	-	0.007	-	-	-
8	-	-	-	0.007	-	-	-
9	-	-	-	0.006	-	-	-
10	-	-	-	0.005	-	-	-
11	-	-	-	0.006	-	-	-

②17 d后取样检测结果

叶片数	顶端	2	1	0	-1	-2	-3	-4	块茎
4	0.065	-	-	0.02	-	-	-	-	0.073
5	0.037	-	-	0.017	-	-	-	-	0.037
7	0.025	-	0.005	0.017	0.01	-	0.007	-	0.058
9	0.027	0.001	0.007	0.027	0.007	0.007	0.017	-	0.033
13	-	0.014	0.012	0.003	0.017	0.027	0.107	0.005	0.016
17	0.007	0.02	0.02	0.004	-	0.005	0.022	0.027	0.01

注:表中数据为样品 OD 值与临界值之差,差值越大表示病毒含量越高;短线表示差值为 0 或低于临界值即未检测到病毒。表中 0 为接种叶片,负号表示接种叶片以下的叶片,接种病毒为 PVX。

2.3 马铃薯茎尖剥离、组织培养操作技术体系

首先对茎尖剥离及培养技术进行研究。研究结果表明,剥离茎尖大小以 0.1~0.2 mm,带有 1 个叶原基为好,脱毒率可达到 50%~70%。培养基配方以 MS 培养基为基础调整有机物和激素浓度,分别为烟酸 0.5 mg、甘氨酸 2 mg、VB₁ 0.4 mg、VB₆ 0.5 mg、肌醇 100 mg、吲哚乙酸 1~30mg、GA 0.05~0.1 mg、6-BA 0.04~10 mg、萘乙酸 0.01~0.1 mg。

2.4 脱毒试管苗繁殖技术

建立了脱毒试管苗速繁技术规程,使切繁系数达到 7⁸ 倍。液体培养基“架桥”繁殖,试管苗的叶数、根数、根长、茎粗,叶面积分别比固体培养基增加 116%、44.1%、51.7%、18.2% 和 29.8%。

2.5 脱毒微型薯工厂化快繁技术

脱毒微型薯的繁育要求在隔离蚜虫及毒源条件下进行,否则会导致病毒的再侵染问题。我们先后进行了培养基种类、试管苗移栽方法、肥水管理措施等方面的研究。建立了顶芽扦插脱毒微型薯

工厂化双层基质无土栽培生产体系,结薯数、薯重分别比常规方法增加 36.8% 和 45.1%,降低了成本 70%。达到每 m² 年生产微型薯 3000 粒。营养钵双层基质移栽试管苗、分次收获微型薯技术,保证了微型薯的大小一致。研究了微型薯营养液雾化栽培生产技术,使单株结薯数提高 20~30 倍。

2.6 适于中原地区的脱毒种薯繁育技术规程

在研究了脱毒种薯的病毒再侵染规律、蚜虫迁飞规律和脱毒种薯生产技术的基础上,建立了适于中原二季作栽培地区的脱毒种薯繁育技术规程和体系(如图 1),使 5000 粒微型薯经 2 年 4 季扩繁,可供 0.133 万 hm² 大田生产用种,解决了山东省及中原地区不宜自行留种的问题。



图1 春季播种微型薯的繁殖体系

图1是一代原种从春季开始生产的,如果一代原种从秋季开始生产的话,其繁殖流程略有差异(如图2)。采用这一体系在第二年秋季继续利用防蚜网棚繁殖,在保证种薯质量的情况下,第三年可以继续繁殖。这样可以增加种薯繁殖数量。但是,如果控制不严格,种薯质量会明显下降。因此,没有可靠条件的地区不宜进行第4到第5代的繁殖。

采用该体系,667 m² 地微型薯经过扩繁后,到第3年春季,可供 100 hm² 大田生产用种,第四年春季可供 1.33 万 hm² 大田生产用种。

按照技术规程和繁殖体系将脱毒原原种分成两份,一份安排在黑龙江省高纬度(北纬 48°)的种薯基地繁种,一份在本省按“体系”要求,严格防蚜传毒条件下繁种,然后同时将两地繁殖的种薯播种于本所试验田内进行对比,结果表明,凡山东省当地繁殖的所有品种的脱毒种薯都不同程度地优于高纬度黑龙江基地的种薯。其原因包括,一是保持

了脱毒种薯的特性，二是到播种时薯块新鲜，而北方繁殖的种薯由于收刨早，到播种时失水严重，薯块明显“糖化”，切块后伤口迅速变色。由此可见，采用本技术规程和繁殖体系在中原二季作地区繁殖脱毒马铃薯种薯，不仅切实可行，而且繁殖质量优于传统的北方地区的繁殖质量。

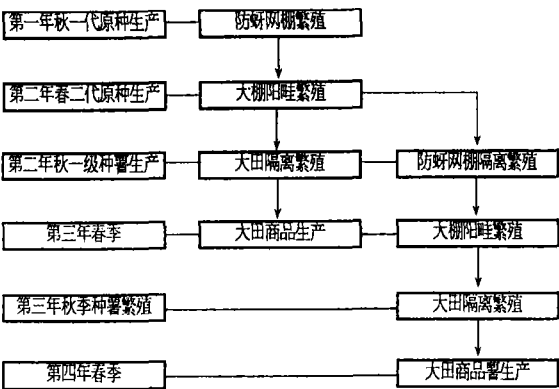


图 2 秋季播种微型薯的繁殖体系

2.7 脱毒马铃薯的增产效果及机理

(1) 增产效果：试验结果表明，脱毒种薯一般增产 30%~50%，甚至增产 1 倍左右（表 2）。分析脱毒种薯增产的因素是由于结薯数多、薯块大亦即单株产量高。经调查，丰收白一级脱毒种薯单株平均结薯数为 6.2 个，而未脱毒对照 3.5 个，前者结薯数增加 77.1%；其单株薯重平均为 0.49 kg，对照为 0.27 kg，前者高 81.5%。在块茎形成期，从库与源的关系分析，脱毒种薯排除了病毒干扰，块茎（库）的增多，促进了地上部光合产物源的积累与分配，反之“源”的增加，又刺激“库”的增多，故脱毒种薯有极大的增产潜力。

表 2 脱毒种薯的增产效果

品 种	种薯级别	产量 (kg/hm ²)	±CK (未脱毒) (%)
鲁引 1 号	一级种薯	30693.0	152.4
	二级种薯	29122.5	144.6
	对 照	20140.5	100.0
丰收白	一级种薯	28501.5	154.8
	二级种薯	28140.0	152.8
	对 照	18411.0	100.0

(2) 增产机理：脱毒后使马铃薯植株恢复了品种原有的生长发育特性。据测定，脱毒植株在现蕾、开花、结薯期的光合生产率及叶绿素含量都高于同品种未脱毒植株（表 3）。特别是开花至结薯阶段，叶片制造大量光合产物输入块茎，使两者的光合生产率差异更为显著。利用¹⁴C 标记测定脱毒植株与未脱毒植株的光合产物的分配情况（表 4 以脉冲数表示）。

表 3 脱毒种薯与对照光合生产率和叶绿素含量的比较

种薯状况	光合生产率* (光合干物质/m ² 叶片/d)				叶绿素	
	现蕾	开花初期	开花盛期	结薯	鲜重 (mg/100g)	比率 (%)
脱毒	9.72	114.0	17.15	141.9	0.407	133.3
未脱毒 (CK)	8.53	100.0	9.84	100.0	0.305	100.0

结果表明，脱毒植株叶片的光合产物运向块茎的最多，占总产量的 51.2%，其次是茎叶本身，占总量的 46.4%。而未脱毒植株的光合产物分配则以茎叶所占比例最多，约为 86.6%，运往块茎的只有 12.4%。只有脱毒植株的 24.2%。

表 4 植株光合产物分配情况

种薯状况	植株各部位脉冲数/min								各部位占脉冲数比例（%）					
	根	（%）	茎叶	（%）	块茎	（%）	总计	（%）	根	（%）	茎叶	（%）	块茎	（%）
脱毒	11206	1098.6	214502	236.4	237010	1829.2	462718	441.8	2.4	240.0	46.4	53.6	51.2	413.9
未脱毒（CK）	1020	100.0	90752	100.0	12964	100.0	104736	100.0	1.0	100.0	86.6	100.0	12.4	100.0

表中“%”表示与对照比较结果。

2.8 脱毒种薯再退化速度研究

将脱毒种薯在自然条件下连续春秋大田种植，跟踪调查各季产量的变化趋势。结果证明，在开放条件下种植时脱毒种薯的产量逐年下降。到第三年

春季（第 5 个栽培季节）就降到原来未脱毒时的产量水平（表 5）。平均每个栽培季节产量递减 17.9%，到第六季产量只有原来的 35.3%。从田间植株表现看，大部分植株已出现了卷叶和皱缩等病

毒症状。从表中还可看出, 每年春季产量下降幅度大于秋季。这是由于春作马铃薯开花结薯期(4月下旬到6月中旬)温度升高, 蚜虫发生频繁有利于

病毒的传播, 因而促进了种薯的退化。而秋马铃薯一般于9月上旬出苗, 此时气温降低, 蚜虫发生少, 可降低病毒的发生机会和减轻病毒症状的表现。

表5 脱毒种薯连续种植产量变化

种薯类型	1989年				1990年				1991年			
	春		秋		春		秋		春		秋	
	折合亩产 (kg)	(%)	折合亩产 (kg)	(%)	折合亩产 (kg)	(%)	折合亩产 (kg)	(%)	折合亩产 (kg)	(%)	折合亩产 (kg)	(%)
脱毒种薯	1938.5	238.4	1620.0	235.1	1445.2	181.0	1360.0	193.7	807.0	102.5	685.0	103.4
一般种薯	813.0	100	689.0	100	798.0	100	702.0	100	787.0	100	662.0	100

从图3中可以更直观地看出, 在一般条件下脱毒种薯到第三年就退化到原来未脱毒的生长水平上, 而这时正是脱毒种薯经过大量扩繁用于生产的时候。因此, 脱毒种薯在繁殖过程中必须防止病毒的再侵染。

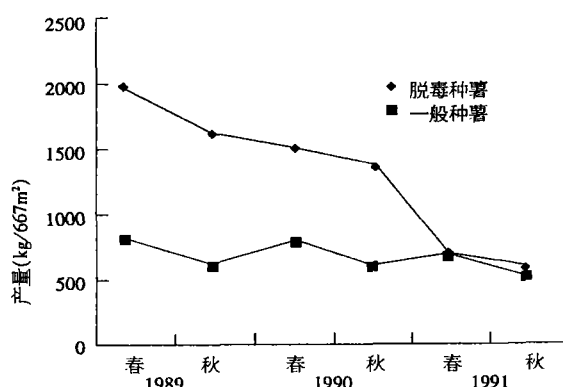


图3 脱毒种薯种植代数与产量的关系

3 脱毒马铃薯推广现状

山东省脱毒马铃薯的示范推广工作起步于80年代中期。1990年由农业部投资在山东省农科院蔬菜研究所建立了脱毒马铃薯原原种生产基地。以此为依托在全省建立了完整的脱毒马铃薯繁育体系。1995年山东省政府拨专款(省30工程项目)进行脱毒两薯(马铃薯和甘薯)的繁殖和推广。先后在滕州、临清、齐河、泰安、茌平等县市建立了脱毒马铃薯种薯繁育与推广基地。由山东省农科院蔬菜研究所提供脱毒原原种和繁殖技术, 严格按照种薯繁育技术规程, 按比例繁育各级种薯。经1999年专家鉴定, 我省脱毒马铃薯的推广普及率达到80%, 每年脱毒马铃薯播种面积近5.67万

hm²。每年推广脱毒马铃薯于蔬菜、棉花、粮食等作物间作套种面积2万hm²。鲁引1号脱毒马铃薯种薯推广到河南、河北、黑龙江、辽宁、安徽、江西等省市区。

基地建成后重点繁殖了市场畅销、适于中原二季作地区栽培的早熟品种鲁引1号等。利用茎尖组织培养结合严格的病毒检测技术获得无病毒高质量的脱毒苗, 通过茎节切段速繁, 繁殖率年达7⁸。进而通过工厂化结合化控大批量生产微型薯原原种。年生产微型薯原原种规模由原来的10万粒, 1995年增加到30万粒, 1998年达到100万粒, 1999年达到300万粒的规模。年生产一代原种30000kg, 二代原种45万kg, 三代原种400万kg, 一级脱毒种薯3000万kg。

在省“30”工程项目的支持下, 以山东省农科院蔬菜研究所为技术依托, 使脱毒马铃薯的推广速度大大加快。

(1) 做好示范, 以点带面: 省农科院蔬菜研究所率先在全省进行脱毒马铃薯的推广工作。首先在滕州市、曲阜市、胶州市、临清市等地设点进行示范。同时召集各地技术推广部门现场观摩, 使每一个技术人员对脱毒马铃薯的增产效果有一个感性认识, 然后由他们进行现身说法, 向广大农民宣传脱毒马铃薯的优点, 并进行技术推广。

(2) 举办技术培训班: 广大科技人员及农民对脱毒马铃薯有了感性认识后, 还必须掌握脱毒马铃薯的生长发育特点和栽培技术规程, 才能充分发挥脱毒马铃薯的增产作用。因此, 推广中的第二步工作就是进行新技术的宣传普及。先后在全省十几个地市举办培训班数十次, 培训人员上万人次, 及时解决了脱毒种薯推广技术问题。