



马铃薯无病毒种薯 生产的原理和技术

田 波 张广学
张鹤令 陶国清 唐洪明 编著

科学出版社

马铃薯无病毒种薯生产的 原理和技术

田 波 张广学 唐洪明 编著
张鹤令 陶国清

内 容 简 介

本书主要介绍病毒与马铃薯退化的关系,病毒侵染和复制以及马铃薯病毒的流行规律。并着重介绍马铃薯病毒的鉴定,蚜虫的识别和防治以及马铃薯茎尖培养产生无病毒植株的方法。扼要地叙述种薯生产的整个过程和抗病育种等方面。本书可供农业和生物学工作者参考。

马铃薯无病毒种薯生产的 原理和技术

田 波 张广学 唐洪明 编著
张鹤令 陶国清

*

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1980 年 11 月第 一 版 开本: 787 × 1092 1/32

1980 年 11 月第一次印刷 印张: 8 3/8

印数: 0001—2,500 字数: 189,000

统一书号: 13031 · 1403

本社书号: 1936 · 13—9

定 价: 1.20 元

目 录

前言.....	1
序.....	3
第一章 马铃薯退化原因和防治途径.....	11
一、我国的地理气候条件和留种经验与马铃薯退化的关系.....	12
二、无病毒的马铃薯不发生退化现象.....	14
三、病毒和高温在马铃薯退化中的作用.....	16
四、马铃薯退化的防治途径.....	25
第二章 马铃薯病毒的鉴定.....	28
一、马铃薯病毒病的症状.....	30
二、寄主范围和鉴别寄主.....	32
三、传染方式.....	34
四、体外生物学特性.....	35
五、血清反应.....	37
六、病毒颗粒的形状和大小.....	38
七、病毒间的相互关系.....	39
八、理化性质.....	40
九、接种方法.....	41
十、混合侵染中病毒的分离.....	43
十一、病毒污染和防止措施.....	44
第三章 病毒的侵染、增殖和运转.....	58
一、病毒的结构和化学成分.....	58
二、病毒的侵染.....	60
三、病毒的复制.....	61
四、病毒的转运.....	64
五、病毒向块茎内转运的速度与种薯收获期的确定.....	65

第四章 马铃薯病毒的传染	68
一、接触传染	68
二、种子传染	71
三、真菌和线虫传毒	72
四、昆虫和其他生物介体的传染	76
第五章 马铃薯病毒的血清鉴定	80
一、血清鉴定的基本原理	80
二、抗原的制备	85
三、动物免疫及抗血清制备	90
四、马铃薯病毒的血清鉴定方法	97
第六章 马铃薯蚜虫的识别、传毒规律和防治	129
一、蚜虫与病毒的关系	129
二、马铃薯几种重要传毒蚜虫的识别	131
三、主要传毒蚜虫的生活周期、习性和传毒规律	145
四、治蚜防病	155
第七章 抗病毒育种	165
一、抗Y病毒育种	168
二、抗X病毒育种	177
三、抗卷叶病毒育种	183
第八章 无病毒植株和茎尖培养	191
一、获得无病毒植株的途径	191
二、茎尖培养	195
三、无病毒植株的繁殖	206
四、无病毒植株的栽培管理	208
五、保存无病毒植株的方法	212
第九章 种薯生产	214
一、马铃薯生产概况	214
二、种薯生产的发展历史	219
三、种薯生产的三个主要目标	221
四、种薯生产的几个主要环节	223

附录.....	241
1. 马铃薯病毒中英名称和缩写	241
2. 鉴别寄主名称	242
3. 国外主要马铃薯品种简介	243
4. 我国各地推广的主要马铃薯品种及部分常用杂交亲本品 种简介	249
5. 我国用茎尖培养产生无病毒植株的马铃薯品种名称及 单位	256
6. 国外通过茎尖培养产生无病毒植株的马铃薯品种名称 ...	259

前 言

马铃薯是高寒冷凉地区的主要粮食作物之一，是城市郊区的重要蔬菜。有着很多优点，深受人民喜爱。全国播种面积约七千万亩。但长期以来，由于病毒侵染产生的退化以及其他由种薯传染的病害问题，使我国马铃薯生产水平十分落后，成为农业生产上一个严重问题。

国内外先进经验证明，设法获得无病毒良种，采用综合措施防止病毒再感染，建立种薯生产体系，为大田生产不断提供符合标准的健康种薯是目前解决退化的根本途径，能使马铃薯大幅度增产，还将推动育种，为马铃薯品种资源保存和交换，马铃薯种子工作现代化创造有利条件。

近年来，中国科学院植物研究所、微生物研究所、遗传研究所和动物研究所，与内蒙古乌兰察布盟农科所、内蒙古大学、黑龙江克山农科所、湖北恩施天池山农科所、甘肃农科院植保所以及宁夏固原地区等不少单位进行了以马铃薯茎尖培养实用化研究为重点的无病毒原种生产的工作，为我国马铃薯种薯生产打下一个基础。中国科学院一局和农林部种子局曾于1976年、1977年两次在内蒙古察右后旗召开了全国性马铃薯种薯生产科研经验交流会，又在湖北恩施地区举办过全国性种薯生产技术训练班，为配合这些活动我们先后三次编写了一些技术资料。

现在全国已在很多省区广泛开展，普遍反映，关于种薯生产技术资料不足，很多同志来信希望能编写我国种薯生产技术的资料，为此我们编写了这本小册子。需要说明的是，我国

开展这一工作时间尚短,有些环节无成熟资料,故书中引了不少外国材料。另外,即使是我国已在生产上采用的技术,也还在不断改进之中,有待进一步实践,以丰富和完善种薯生产技术。

本书是大家劳动的结果,所引资料的工作由几十个单位参加,在编写过程中,还得到中国科学院植物研究所殷蔚蕙、陈慧颖,中国科学院微生物研究所张秀华、马德芳,内蒙古乌兰察布盟农科所官国璞、高瑞兰,内蒙古乌兰察布盟原种场罗新恒、霍茂林、冀振华、岳飞义,内蒙古大学郭素华,中国科学院动物研究所钟铁森,中国科学院遗传研究所袁本亮,黑龙江克山农科所林长春,湖北恩施天池山农科所刘介民,宁夏隆德农技站石守忠,辽宁农科院吴秀珠,本溪农科所张业荣,甘肃植保所王玉娟,河北坝上农科所郭振国诸同志的帮助,林传光教授十分关心这一工作,并在病中为本书写了长序,对此一并致谢!

编 者

1979年2月18日

序

林 传 光

(北京农业大学植物保护系)

1976年3月,中国科学院为了建立马铃薯无病毒种薯基地在北京召开的大协作会议上,我曾经说过关于马铃薯退化的基本理论问题的看法已逐渐趋于统一,在生产实践上通过科学院组织起来的大协作,我们也走近了彻底解决马铃薯退化问题的大门口。由于科研和生产部门各级领导的重视,经过包括十六个单位的协作组全体同志在短短的两个生长季中的努力工作,我们今天居然进入了这个大门,在内蒙古自治区乌盟察右后旗建成了面积达二百亩的我国第一个马铃薯无病毒原种场。我认为无病毒种薯基地的建立已经成为科学技术现代化推动农业生产现代化的一个先例。

现在大家都承认马铃薯退化是一个复杂的病毒病问题。既然如此,植物病理学、植物生理学、植物栽培学、昆虫学、血清学、遗传学等学科工作者之间的密切合作以及科研工作者与农业生产工作者之间的密切合作便是理论联系实际的客观需要。我想就我所了解到的马铃薯退化现象和试验资料谈谈个人对于病毒、寄主和环境三方面相互关系的几点看法。

1. 症状: 马铃薯退化与病毒病相联系的初步认识是从症状开始的。症状有两个主要类型,第一是花叶型,其次是卷叶型。

我们习惯把花叶型病症状按轻重程度分为四级。零级没有任何花叶病症状。一级植株茁壮,叶片轻微斑驳或稍有皱

缩，开花和匍匐茎不受影响，块茎减产在 10% 以下。二级植株稍矮化，叶片显著斑驳和皱缩，匍匐茎缩短，开花减少或不_•开花，块茎产量降低 10—50%。三级植株显著矮化，叶片变小并严重皱缩或带有许多坏死斑，不开花，匍匐茎缩短，块茎减产 50—90%。四级植株严重矮化，叶片严重皱缩并提早枯死，靠近茎基部结出少数小块茎，减产达 90% 以上。

卷叶病在受侵染植株上当年症状主要表现在顶端幼叶上。这些叶片通常变成直立，黄化或带有紫红色彩，有时基部向上卷，从带有卷叶病毒的块茎长出的病株就可能表现较严重的症状。全株显得直立、矮化。老叶僵硬、革质、向上卷。顶叶色淡。碘液试验表示叶片中有大量淀粉累积。茎部和叶柄剖面的显微镜检验可以发现韧皮部的坏死现象。感病块茎切面也常表现内部有网状坏死现象。

2. 病毒：好几种病毒能够引起马铃薯花叶病综合症，包括马铃薯病毒 X、Y、S、A、M 等。每一种马铃薯花叶病毒还有几个毒力不同的株系。

一种病毒的各个株系之间有干扰作用（或称交互保护作用）。这就是说，马铃薯植株受了一种花叶病毒的某一个株系的侵染之后就不受同一种病毒的另一个株系的侵染。相反，各种花叶病毒之间则有协生作用。马铃薯体内一种花叶病毒的浓度因另一种花叶病毒的后继侵染而增加。马铃薯在无性繁殖过程中花叶病毒复合侵染率的逐代增加是花叶病症状加重的基本条件。据调查，我国长期栽培的马铃薯老品种较普遍地接受了马铃薯病毒 X 和 Y 的侵染。其他花叶病毒的侵染率和分布尚有待于进一步的调查。

引起马铃薯卷叶病的病毒只有马铃薯卷叶病毒一个种，但也包括毒力不同的几个株系。

3. 病毒的传播：马铃薯花叶病毒中的 X 和 S。象烟草花

叶病毒那样，完全依靠汁液直接传播。其他花叶病毒，包括 Y、A、M，既能通过汁液摩擦的机械传播，又能由蚜虫作非持久性的传播。马铃薯卷叶病毒则只能由蚜虫进行持久性的传播。

马铃薯种薯在播种前就可能发生少量的传播。发芽的种薯在搬运和其他操作过程中很容易提供幼芽之间花叶病毒的汁液接触传播的条件。但是，大量的机械传播发生于田间健株与病株的叶片之间。人和农具的耕作活动及强大的风力都有利于叶片间的接触传播。试验资料表示，在含有一小部分感染马铃薯病毒 X 植株的田间步行两遍的小区侵染率为 26%，而对照小区只有 3%。人工吹风的试验也得到病毒 X 和 Y 侵染率增加的结果。

至于以蚜虫为介体的传播方式，马铃薯花叶病毒和卷叶病毒分别属于非持久性和持久性传播的病毒。对于花叶病毒，迁飞的蚜虫得毒和放毒都在几秒钟的口针刺探活动中完成的。在刺探时，口针只达到寄主植物叶片的表皮和薄壁组织，并且取得的病毒不进入蚜虫体内，保毒的时间不过 1 小时左右。因此这类病毒也被称为喙带病毒。与此相反，对于持久性马铃薯卷叶病毒，蚜虫必须在吸食过程中从植物韧皮部取得病毒，而且病毒必须经过蚜虫的体液系统后才能被传播。因此，这类病毒也被称为循环性病毒。马铃薯卷叶病毒与其他循环性病毒相比循环期较短。蚜虫在感染卷叶病毒的植株取食半小时后经过 1 小时就能传播病毒并且成为终身传播这种病毒的介体。对于蚜虫进行一系列卷叶病毒微量注射接种的试验还获得了这一病毒在蚜虫体内繁殖的证据。

马铃薯的持久性和非持久性传播的病毒都是以最普通的桃蚜为主要的介体。据报道，能传播卷叶病毒的蚜虫，除桃蚜外，还有 4—5 种；能传播花叶病毒的蚜虫种类更多。

4. 寄主植物对于病毒侵染的反应：各种植物和马铃薯品种间对于各种马铃薯病毒的侵染和致病的反应具有大幅度的差异。多数茄科以外的植物具有对马铃薯病毒极端抗侵染的特性。在马铃薯与野生种的杂交后代中也存在有对于花叶病毒 X、Y 和 A 极端抗侵染的无性系。病毒不能在它们体内繁殖。即使用嫁接的接种方法也不能使它们感受侵染。它们便不成为这些病毒的寄主。

许多马铃薯品种具有对于某种花叶病毒的一些株系发生过敏性坏死反应的垂直抗病性。它们在侵染点周围由于细胞的迅速死亡而形成或大或小的枯斑。因而避免了这些株系的系统侵染。马铃薯对于病毒的垂直抗病性，也象它对于晚疫病或小麦对于锈菌的垂直抗病性那样，一般是由显性单基因所控制的。

马铃薯老品种受了病毒的系统侵染后一般表现出高度耐病性，在有利于马铃薯生长发育的环境条件下能够长期保持不发病。特别显著的是受 X 病毒单独系统侵染的植株通常不表现任何症状或只表现极轻微的症状。如果把同一病毒接种到曼陀罗植株几个星期内就表现出极其严重的花叶症状，接种到千日红叶片几天内就会出现明显的枯斑。因此这两种寄主植物分别经常被利用为 X 病毒的定性和定量的鉴别寄主。马铃薯老品种对于病毒的耐病性，很象植物对于真菌病害的水平抗病性，是由多基因所控制的，是在长期的自然选择和人工选择过程中由无性繁殖被保存下来的。大家都知道新品种通常比老品种退化得更快。用种子培育的实生苗甚至有一部分象烟草花叶病、白菜孤丁病那样，当年就发生极其严重的症状到不结块茎的程度。这是因为在有性生殖的基因重新组合过程中失去了一部分或大部分的耐病基因。对于病毒的耐病性长期没有受到足够的重视主要是因为以英国著名植物病理

学家鲍登为代表的许多工作者由于顾虑有病毒新株系的形成而不赞成利用对病毒的耐病性。直到最近才有较多的植物病理学家提倡在马铃薯生产上充分利用品种的耐病性。其实，如果对病毒的耐病性可以与对病菌的水平抗病性相比拟，它应该比其他类型的抗病性更为稳定。实践证明也是如此。

5. 病毒在寄主植物体内的分布：病毒被传播到寄主植物健株的活细胞后，增殖和移动速度因病毒种类，引进的部位和浓度、寄主植物的品种和植株年龄以及环境条件而异。在马铃薯的栽培品种上花叶病毒从表皮和薄壁组织一个一个细胞地向韧皮部移动要经过很长的时间，到达韧皮部后就较快地转运到植株的其他器官。由蚜虫直接引进韧皮部的卷叶病毒也在叶片的侵染点停留一定时间后向其他器官转运。因此，在马铃薯早熟品种中生长后期受到侵染的病毒往往在收获前还达不到块茎。凡病毒通过韧皮部分布到全植株的各器官的都叫做系统侵染。但是，早就知道只有很少数植物，如豆类、瓜类，产生的种子中一小部分的种子带有系统侵染的病毒。侵染马铃薯的许多种病毒除了引起纺锤形块茎的类病毒外都完全不能通过种子传到下一代。这一点给马铃薯的育种工作带来了很大便利。但是，不能直接用于生产，因为马铃薯的所有栽培品种都是高度杂合的，每一个种子在遗传性上与另一个种子都是不同的，或多或少地失去了包括耐病性在内的亲本的优良特性。

近来茎尖生长点的分离培养工作证明大多数系统侵染的病毒也不存在于植物病株的生长点。这一点可以被利用于排除普遍受了病毒系统侵染的耐病植物品种中的病毒，使优良的老品种复壮并焕发了青春，象我们现在看到的科学院植物研究所联合微生物研究所和内蒙古自治区的有关单位在几个马铃薯老品种上所成功地做到的一样。

我认为病毒不能进入种子和生长点的事实说明在寄主植物正常核蛋白合成旺盛的地方，病毒核蛋白还是竞争不过寄主植物正常核蛋白的。

6. 温度的影响：马铃薯的花叶型退化在南方较为严重是因为高温增加病毒传播的可能性，而降低马铃薯对于病毒侵染和侵染后的抵抗性。

高温有利于病毒通过蚜虫的传播是显而易见的。温度对于蚜虫虫口的影响，据估计，一个月内在 22°C 下繁殖两代，而在 27°C 下则为三代。可以想象，这种影响对增加马铃薯新品种初侵染和老品种复合侵染的侵染率特别显著。

接种试验证明，在 20°C 下容易受到马铃薯花叶病毒 X、Y、S 或 A 的汁液接触侵染的品种，在 15°C 下就很少受侵染或完全不受侵染。这说明低温条件有利于马铃薯发挥其抗花叶病毒侵染的特性。

高温促进花叶病毒的传播和侵染还不足以解释“男爵”等老品种在不同地区退化速度的差异。调查研究结果表明，这些老品种在长期栽培历史中都已经受了一种或更多花叶病毒的侵染。它们由于在低温条件下还保持对于侵染后病毒的抵抗性(就是所谓耐病性)，仍然能够限制体内病毒浓度的增高并防止症状的发生或加重。在高温条件下生产的种薯则丧失了这种耐病性。自然感染花叶病毒而未退化的种薯在北京的相同气温和防虫条件下控制土温的栽培试验结果表明起破坏耐病性作用的主要是土壤的高温。

卷叶型退化在南方较为少见的事实，近来从种薯储存期间高温对卷叶病毒的消毒作用方面得到了解释。

除温度外，其他环境因素特别是在气候较冷凉的地区，对于各种病毒性退化的影响，还必须进行研究。温度的其他作用，例如对带有卷叶病毒的蚜虫寿命的影响，也是值得研究的

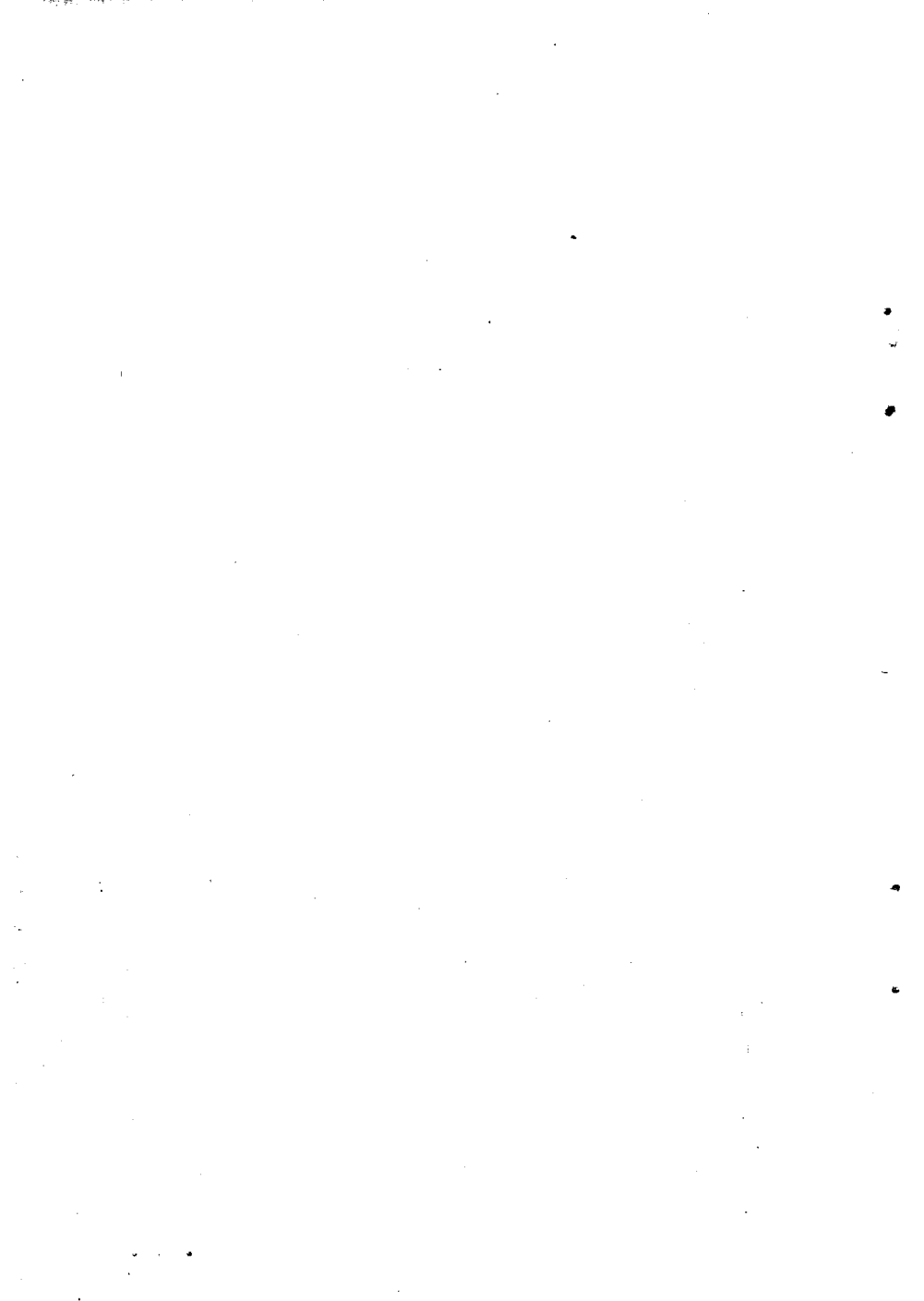
课题。

7. 防治退化的策略和措施：对于马铃薯病毒病本质和发生发展规律的每一点认识都应当应用于制定防治退化策略和措施。当前最合理的策略似乎是采取建立无病毒留种基地与就地留种相结合的方针。

无病毒留种基地应建立在高海拔或高纬度的冷凉地区，与周围一般生产地有尽可能远的距离。无病毒的原始材料可以从株选或生长点分离培养得来，但都必须经过可靠方法，如抗血清或鉴别寄主，鉴定证明不存在病毒，并在繁殖过程中不断采取最严格的避免侵染和检查措施。留种基地给各地种薯田提供最健康的播种材料。

就地留种的主要措施是按照当地的气候条件采取适当的播种期，以便利用冷凉季节进行种薯的生产，避免生长期受到高温的影响，例如提早春播的时间，延迟秋播的时间和采用早熟品种。在种薯田中通过合理的灌溉降低土温也能起延缓退化的作用。及时拔除出现症状的植株是降低病毒侵染率和种薯退化率的必要措施。

如果从高级留种基地发出的无病毒种薯按有计划的留种制度能够繁殖三次以上还保持基本上不退化，调运种薯的负担也就很轻了。关键在于挑选适当的品种。按我的了解，在华北的主要马铃薯产区，包括河北的张家口地区、山西省的晋北地区以及内蒙古自治区，“里外黄”是近于理想的品种，因为它不但具有对病毒病的高度耐病性，还具有对晚疫病的水平抗病性。但是，由于它是晚熟的品种，不适宜在长城以南的地区栽培。对病毒病也具有耐病性的一个中早熟品种是“男爵”。它适应的地区范围较广。河北省育成的一个早熟新品种，“丰收白”，在河北省南部和北京、天津两市也维持了几年。我希望大家对这几个品种多下一些工夫。



第一章 马铃薯退化原因和防治途径

当马铃薯由其原产地——拉丁美洲的智利和秘鲁传到世界各地种植后，人们就发现在许多地方马铃薯的产量会逐年降低，同时植株变得矮小，并有花叶和卷叶等异常的表现。人们把这种现象叫马铃薯退化。种薯退化一向限制着我国大多数省分马铃薯栽培面积的扩大和产量的提高。因此，解决退化问题是发展马铃薯生产的关键。

近百年来，生物科学上围绕马铃薯退化的原因，进行了不断的研究和热烈的争论。第一次世界大战末年，西方的许多学者相继提出了病毒侵染学说。他们进行的详细实验证明马铃薯退化是由病毒引起的传染性病害。这些病害在田间靠蚜虫或叶片接触传播，并通过块茎传给后代。这个发现无疑是重要的。此后，许多研究者把退化简单的归结为马铃薯群体中病毒感染率的增加。由于退化具有地区性和季节性的巨大差异，人们对病毒侵染学说提出了怀疑。本世纪二十年代苏联的一些学者根据退化与地理气候条件的联系，提出了高温诱发学说。他们认为，退化是高温直接作用于马铃薯本身的结果，马铃薯在高温下发芽所引起的发育阶段上的衰老造成了退化。为了避免结薯期高温的影响，他们采取了夏播法来防止退化。上述这两个学派，多年来一直进行着互相排斥的辩论。

我们从1953年开始研究我国马铃薯退化问题。首先对各地马铃薯退化情况进行了广泛的调查研究。从不同地区和季节与退化关系的分析中，的确看到高温的重要作用。但是，