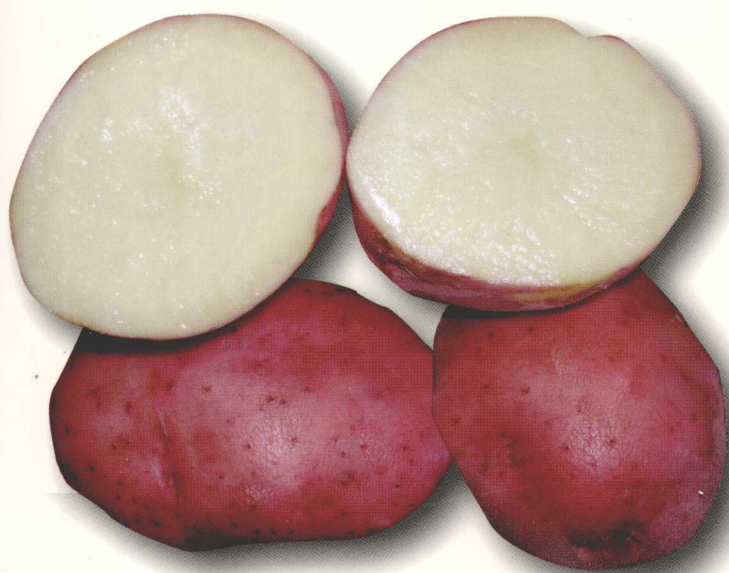


马铃薯**高产优质** 生理特性研究

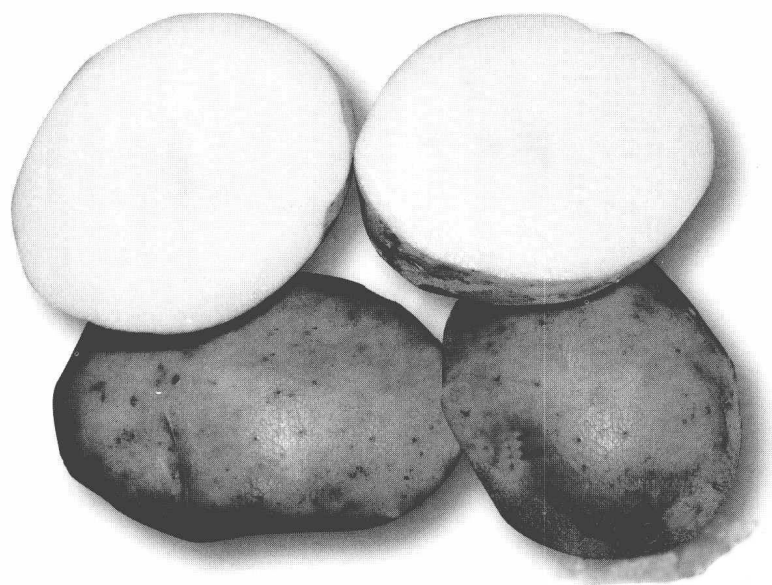
张永成 田 丰 编著



中国农业科学技术出版社

马铃薯高产优质 生理特性研究

张永成 田 丰 编著



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

马铃薯高产优质生理特性研究 / 张永成, 田丰编著. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2012. 11

ISBN 978 - 7 - 5116 - 1107 - 9

I. ①马… II. ①张…②田… III. ①马铃薯 - 栽培②马铃薯 - 生理特性 IV. ①S532

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 251086 号

责任编辑 崔改泵 白姗姗

责任校对 贾晓红

出版发行 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010) 82109702 (发行部) (010) 82109194 (编辑室)

(010) 82109709 (读者服务部)

传 真 (010) 82109700

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 各地新华书店

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 880mm × 1 230mm 1/16

印 张 20.5

字 数 621 千字

版 次 2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

定 价 60.00 元

版权所有 · 翻印必究

目 录

第一章 绪论	(1)
一、青海省是马铃薯的适生区	(1)
二、马铃薯概述	(1)
三、青海省马铃薯发展史	(6)
四、青海省、甘肃省、宁夏回族自治区马铃薯生产状况比较	(9)

第一篇 马铃薯育种篇

第二章 青海省马铃薯育种史	(15)
一、青海省马铃薯育种现状及未来育种方向	(15)
二、青海省马铃薯常用育种技术和育种目标	(16)
三、马铃薯有性杂交	(18)
四、马铃薯的选种方法	(23)
第三章 马铃薯数量遗传与性状表现	(25)
一、马铃薯主要数量性状遗传参数及通径分析	(25)
二、马铃薯主要数量性状遗传参数	(29)
三、马铃薯主要数量性状相关性及通径分析	(33)
四、马铃薯选择指数估算及其应用	(35)
五、马铃薯不同品系性状相关性分析	(39)
六、马铃薯块茎性状配合力分析	(43)
七、马铃薯 SSR-PCR 反应体系的建立和优化	(47)
八、青海省马铃薯主要栽培品种的 SSR 遗传多样性	(50)
九、马铃薯青薯 2 号营养性状相关分析	(54)
第四章 马铃薯育种技术	(58)
一、马铃薯花粉萌发力的测定方法	(58)
二、 ⁶⁰ Co γ 射线对马铃薯的辐射效应及其在育种中应用的研究	(60)
三、马铃薯未授粉子房离体培养双单体植株的诱导	(64)
四、硼酸和蔗糖对马铃薯花粉离体萌发的影响	(69)
五、几种培养基对马铃薯品种青薯 6 号试管薯苗形成的影响	(71)
六、西北片区试马铃薯品种丰产性稳定性分析	(71)
七、盐碱地对马铃薯品种适应性的影响	(75)
八、不同品种马铃薯抗盐碱性能比较	(77)
第五章 马铃薯青薯号系列品种的选育及应用	(81)
一、马铃薯优良品种的作用及特点	(81)
二、青薯 168 的选育及栽培技术	(81)
三、青薯 2 号的选育及栽培技术	(85)
四、马铃薯青薯 3 号的选用及应用	(90)
五、马铃薯新品种青薯 4 号选育与应用	(96)

六、抗旱、早熟马铃薯青薯 5 号的选育与应用	(98)
七、马铃薯青薯 6 号的选育与应用	(101)
八、马铃薯新品种青薯 7 号的选育与应用	(103)
九、马铃薯新品种青薯 8 号选育	(106)
十、马铃薯新品种青薯 10 号的选育及栽培技术	(108)
十一、早熟马铃薯新品种早大白的选育及应用	(110)

第二篇 马铃薯栽培生理篇

第六章 马铃薯的生长发育	(115)
一、环境条件对马铃薯生长发育的影响	(115)
二、马铃薯干物质的变化规律	(117)
三、马铃薯块茎形成规律的研究	(120)
四、马铃薯青薯 2 号与青薯 168 生长规律分析	(124)
五、青薯 168 的生长发育及性状间的相关性分析	(127)
六、马铃薯根组织培养与植株再生	(129)
七、马铃薯不同基因型幼芽茎外植体的组织培养	(131)
八、冬季日光温室快速繁殖马铃薯微型薯	(134)
第七章 马铃薯生长与环境因素的关系	(138)
一、马铃薯对环境的基本要求	(138)
二、马铃薯施肥和密度是马铃薯高产的关键	(139)
三、不同地区、不同时期的马铃薯施肥量及密度变化	(140)
第八章 植物生长调节剂对马铃薯生长及产量的影响	(176)
一、饱和-D 最优设计方法在农业试验中的应用	(176)
二、ABT 5 号生根粉浸种对马铃薯产量的影响	(183)
三、ABT 生根粉在马铃薯生产中使用效果的研究	(189)
四、ABT 生根粉在马铃薯生产中的应用	(192)
五、ABT 5 号生根粉在马铃薯生产中的应用	(196)
六、ABT 生根粉对马铃薯喷施效益分析	(200)
七、ABT 8 号生根粉浸种试验研究	(204)
八、ABT 生根粉新剂型在马铃薯生产应用的研究	(208)
九、生根粉新剂型在马铃薯生产应用的研究	(218)
十、植物营养剂对菜用马铃薯生理指标及块茎产量的影响	(222)
十一、喷施 4 种不同叶面肥对马铃薯产量的影响	(224)
十二、翠康生力液喷施对青薯 6 号马铃薯生长及产量的影响	(226)
第九章 马铃薯生理基础	(230)
一、马铃薯光合生理基础	(230)
二、马铃薯抗性生理基础	(240)
三、马铃薯品质生理基础	(247)
第十章 马铃薯脱毒技术	(252)
一、青薯 3 号脱毒苗不同部位外植体的快繁效应	(252)
二、饱和-D 最优设计法在马铃薯微繁培养基筛选中的应用	(254)
三、几种植物生长调节剂对马铃薯脱毒试管苗生长的影响	(257)

第十一章 马铃薯地膜覆盖及间作套种栽培	(261)
一、地膜覆盖马铃薯增产效应分析	(261)
二、青海不同生态区马铃薯地膜覆盖栽培技术	(264)
三、马铃薯/蚕豆间套作系统的生理生态研究进展与效益评价	(268)
四、马铃薯蚕豆间套作边行效应对马铃薯块茎的品质影响	(270)
第十二章 不同生态区马铃薯生理比较研究	(274)
一、马铃薯主要品质性状与综合纬度关系研究	(274)
二、不同生态环境马铃薯淀粉含量分析	(276)
三、不同生态环境马铃薯蛋白质含量分析	(279)
四、不同生态环境马铃薯还原糖含量分析	(282)
五、不同生态环境马铃薯维生素 C 含量分析	(285)

第三篇 青海省马铃薯产业发展

第十三章 青海省马铃薯产业	(293)
一、我国马铃薯产业发展状况	(293)
二、青海省马铃薯产业体系建设的总体思路	(293)
三、青海省马铃薯产业发展现状	(294)
四、当前马铃薯生产中存在的主要问题及改进措施	(296)
五、青海省马铃薯产业化及发展设想	(299)
六、青海省马铃薯产业提升关键技术与示范	(302)
七、青海省马铃薯产业发展趋势与对策	(305)
八、加强重点实验室建设,促进马铃薯产业迅速有效发展	(308)
参考文献	(314)

第一章 绪 论

一、青海省是马铃薯的适生区

青海省地处我国西北腹地东经 $89^{\circ}35'$ ~ $103^{\circ}04'$ ，北纬 $31^{\circ}39'$ ~ $39^{\circ}19'$ ，位于青藏高原的东北部，是典型的高原大陆性气候，海拔高，垂直地带型明显。青海省东部农业区地处黄土高原西部，是黄土高原到青藏高原的过渡地带，气候冷凉，日照充足，降水集中，雨热同季，昼夜温差大，马铃薯传毒蚜虫少，病毒感染轻，退化速度慢，被全国公认为天然良种保存和良种繁殖基地。因此，是我国主要的马铃薯种薯和商品薯生产基地之一。生产的种薯和商品薯以块大、整齐、干物质含量高、表面光滑、无污染、退化轻等特性享誉全国。青海省培育的高原4号、7号、8号、青薯168、下寨65等马铃薯优良新品种连年大量调往甘肃、宁夏回族自治区、陕西等地做种薯，加之外省有异地换种的习惯，一旦新品种引入，当年亦可大幅度增产，所以，在青海省建立马铃薯良种繁殖基地很有必要，可提供大量优良种薯，不仅促进了生产发展，提高了产量，而且可获得较高的社会效益。

近年来由于气温升高，马铃薯在青海的海拔分布也提高了100~200m，青海农业区温热条件差异大、形成了不同的农业生态环境条件。主要生态型划分为：低位水地生态型、低位旱地生态型、中位旱地生态型、高位旱地生态型和柴达木绿洲水地生态型。不同的生态类型区，马铃薯高效栽培遇到的限制因素不同，种植马铃薯的具体用途、要求的马铃薯品种、栽培措施也有差异，所以采用不同的品种和栽培措施解决不同的限制因素，使当地马铃薯栽培达到高产、优质、低成本的目的。

二、马铃薯概述

马铃薯是茄科 (*Solanaceae*) 茄属 (*Solanum*) 的草本植物。生产应用的品种都属于茄属结块茎的种 (*Solanum tuberosum* L.)。马铃薯是世界上四大粮食作物之一，在人民生活中占有举足轻重的地位。世界马铃薯生产、销售、贸易，直接影响着马铃薯产业发展和经济效益的提高。

(一) 马铃薯在国民经济中的意义

马铃薯具有高产、适应性强、分布广、营养成分全和耐贮藏等特点，是重要的宜粮、宜菜、宜饲和宜做工业原料的粮食作物。块茎中淀粉含12%~22%，还含有丰富的蛋白质、糖类、矿物质盐类、维生素B和维生素C等。块茎单位重量干物质所提供的食物热量高于所有的禾谷类作物。因此，马铃薯在当今人类食物中占有重要地位。马铃薯可以制作淀粉、糊精、葡萄糖、酒精等数十种工业产品，还可以加工成薯片、薯条、全粉等。马铃薯还是多种家畜和家禽的优质饲料。在间作套种、轮作制中马铃薯亦占有重要地位。

在美国，马铃薯淀粉被视为饮食碳水化合物热量的主要来源，其鲜薯作为蔬菜，消费量居于其他蔬菜种类之首。有人认为马铃薯是一种低脂肪食品，可制作许多精美的加工食品，同时，也是获取维生素的重要原料，特别是维生素B₆。马铃薯提供的维生素B₆量仅次于香蕉，而维生素B₆产生于氨基酸、核酸、甘油、嘌呤和脂类的新陈代谢过程中，影响着激素的合成、红血细胞免疫和神经系统等

功能,在预防各种慢性疾病(如镰形血球贫血、气喘、心血管性心脏病及癌症等)方面起着重要作用。马铃薯也是人体所需纤维素的主要来源,美国康复专家认为,马铃薯是一种高纤维含量食物,一块普通的马铃薯连同皮在内可提供3%纤维素,非溶性纤维素有助于机体放松,从而防治癌症;可溶性纤维素有助于增进葡萄糖的吸收和血液中胆固醇的控制;美国居民饮食中11.1%的纤维素来源于马铃薯。马铃薯含有大量矿物质营养,包括碘、铜、镁、钙、钠、钾、维生素、蛋白质等,对人类营养和增强体质有着重要的贡献。

(二) 马铃薯起源及传播

马铃薯栽培种的起源中心为秘鲁和玻利维亚交界处的“的的喀喀湖”盆地中心地区。南美洲秘鲁及沿安第斯山麓智利海岸以及玻利维亚等地区都是马铃薯的故乡。野生种的起源中心则是中美洲及墨西哥,在那里分布着系列倍性的野生多倍体种。1536年西班牙探险队员把马铃薯从南美洲带到欧洲,后经260年的时间,传遍了整个欧洲。马铃薯在明朝万历年间(1573~1619年)传入我国。京津地区是亚洲较早见到马铃薯的地区之一。17世纪初经海路传入广东、福建沿海各省。

(三) 马铃薯与人类营养

长期以来,人们一直把马铃薯淀粉产品视为饮食碳水化合物热量的主要来源,所用的资料皆取自美国,所用译论对同时作为淀粉和蔬菜的(新鲜的和加工过的)马铃薯均有涉及。因此,探讨目前乃至今后马铃薯营养的那些并不鲜为人知的方方面面,尤为必要。

1. 营养标记

美国粮食管理部门为马铃薯商提供了这些临时性营养数据,表1-1为行将出现于食品成品的营养标记以其新的形式提供了信息。(个体)食品店如按照所规定的营养标记制成成品,则要采用这种新形式。这些新的营养价值与马铃薯总部在20世纪70年代经过长达两年的研究后提出的价值略有偏差。而且,尽管在常规营养资料中没有列入马铃薯,它却提供了2%的锌、8%的铜、4%的本多生酸和15%的碘。的确,马铃薯不仅能够提供食物热量,还有许多对人体有益的营养成分。值得强调的是,普通马铃薯中都含有这些营养成分,有一种特殊的烤马铃薯带有16种或更多的营养成分。

如上所述,这些价值反映了对美国种植马铃薯的混合分析情况及对这些数据所进行的保守解释。因而在对产于不同地区的马铃薯或不同种类的马铃薯进行分析时,我们有可能发现它们所含的营养成分要比表1-2所列的高(尽管通常不低)。

表 1-1 1992 年美国粮食配给组织提供的马铃薯新营养价值标记

营养成分	2 000 卡热量	2 500 卡热量
全脂肪	65g	80g
初始脂肪	20g	25g
胆固醇	300mg	300mg
总数	2 400mg	2 400mg
碳水化合物	300g	375g
纤维素	25g	30g

注:1g 脂肪=9 卡;1g 碳水化合物=4 卡;1g 蛋白质=4 卡

2. 新马铃薯营养标记

马铃薯营养价值的这种标记同样也取决于一个标准。1991年美国国会通过“营养标记及其教育法案”以了解公众对所食营养的数据,其方式很简单,让消费者食用能足以维持健康的营养食品。据美国粮食配给管理局估计,如使用新的营养标记,美国人的寿命可达80~93岁,该组织还推出了一种最新

的每日价值。表 1-1 说明了在使用新形式和规范的情况下,马铃薯的营养标记情况。由于新的营养标记要求提高每份食品中所含的营养成分,这使得消费者有些不够清楚,营养标记及其教育法案要求粮食配给管理局建立一整套包括 20 种最常用水果和蔬菜的食物量。在一份美国联邦文件中就列有若干种食用蔬菜的方法的表格。在 1987 年和 1989 年两年内,美国国家粮食消费调查局注意到:白色马铃薯在 20 种消费量最大的蔬菜中居于榜首(表 1-2),来自世界粮食计划署、美国马铃薯组织和农业部经济研究所的数据(表 1-3)表明销售、生产和消费方面均居首位。1992 年 12 月,马铃薯营养标记规范正式出笼。其中,对籽的营养价值并没有涉及。表 1-1 所列价值为经过粮食配给管理局批准的自愿营养标记,涉及 20 种在美国最为广泛消费的生蔬菜、水果和鱼类。这些数据两年修正一次,及时公布最新数据。请注意,马铃薯的块茎重量更小,比先前马铃薯协会使用的块茎尚小 6 盎司。

但是,与此同时,每日价值要求的大多数营养成分要低于美国现在的食品营养,因此,马铃薯对日常食物提供的维生素和矿物质情况似乎相似。不管对马铃薯如何描述,它仍然不失为一种低脂肪、维生素 C、铁和多种维生素 B 的重要来源。

表 1-2 1987~1988 年美国 17 种消费量最大的蔬菜种类

种类	种类
白马铃薯	洋葱
莴苣	黄瓜
绿豆	青椒
番茄	玉米
棉油	芹菜
胡萝卜	菠菜
甘蓝	利马豆
绿豌豆	芦笋
鲜果汁	

表 1-3 世界和美国销售、生产及消费锐减的蔬菜种类

世界粮食计划署	美国马铃薯组织	美国农业部经济研究所
马铃薯	马铃薯	马铃薯
冰莴苣	全莴苣	莴苣
番茄	番茄	番茄
洋葱	洋葱	洋葱
胡萝卜	胡萝卜	胡萝卜
芹菜	甜玉米	芹菜
—	甘蓝	甘蓝
绿甘蓝	甜马铃薯	胡椒
黄瓜	黄瓜	棉油

从美国马铃薯消费量可以看出,马铃薯对食物营养的贡献及其在人类营养中作用日益突出。马铃薯所含的食物纤维素虽然有限,但由于食物用量大,它即将成为许多人的重要纤维来源。

在此,编者将以马铃薯的绝对营养价值为基点,列举若干例子,以说明它在贡献营养方面起着超过我们想象的更重要的作用。此非虚说,即使经过精心挑选的马铃薯,对于 34~59 岁的成年女士也只能发挥其 3% 的能量。

维生素 B₆ 是一种很多美国人未能充分食用的营养成分,它产生于氨基酸、核酸、甘油、嘌呤和脂类的新陈代谢过程中。它影响着激素的合成、红细胞免疫和神经系统的功能。维生素 B₆ 在研究病源和治愈各种慢性疾病(如镰形血球贫血病、气喘、心血管性心脏病及癌症等)方面起了更至关重要

要的作用。表1-4表明未经油煎的马铃薯是19~74岁成年人获取维生素B₆的第三大来源,油煎马铃薯则排在第十的位置。二者共同提供多达9.2%的维生素B₆,这正是马铃薯这种“三流”和“平常”的食物提供的极为重要的贡献和来源。一块普通马铃薯有15%的营养价值,而对于年长者,尤其是那些患有慢性疾病的老人,香蕉每天可提供0.21mg的维生素B₆,马铃薯紧居其后,每天可提供0.15mg的维生素B₆。

表1-4 19~74岁成年人维生素B₆的来源

序号	食物	占总数的比例(%)
1	烤牛肉片	9.1
2	酒精类饮料	6.0
3	马铃薯(除油煎外)	6.0
4	冷麦片(除热食品外)	5.0
10	法国油炸马铃薯	3.2
49	米饭等食物	0.4

当今,营养研究中较少关注如何预防营养缺乏症(如烟碱和糙皮病),而是主要研究如何提高人体免疫功能和预防慢性疾病,从而使维生素和矿物质在日常饮食中能日益帮助人类提高健康和防治疾病的问题。例如,维生素C被公认为能有效防治坏血病。维生素C作为一种非氧化还原物质,能够从根本上减少引起心脏病、癌症和其他慢性疾病的氧化过程。马铃薯被当作维生素C的一个完美来源,可提供50% RDA营养。

还有一些人认为,非氧化还原营养物质包括对氧化的抑制作用,避免口腔白细胞减少,从而减少口腔、食道、胃脏和胰脏癌症的发生机会,眼睛对亮光和氧污染的抵抗力,或许还会延缓白内障的发病几率。最近还有报纸发表题为“要想长寿,请服VC”的文章,令人耳目一新。

3. 纤维食物

康复专家建议,每人每日要消耗20~30mg的纤维素。大多数美国人每人消耗约11mg。尽管粮食配给管理局同意要健康即要纤维,然而科研机构不赞同这样的观点,非溶性纤维有助于机体放松,从而防治癌症。可溶性纤维有助于控制血液中胆固醇的含量。表1-5表明,马铃薯是一种高纤维含量食物,一块普通的马铃薯连同皮在内可提供约3g纤维素。

表1-5 每日的纤维量

	百克脱皮马铃薯(mg)		百克整薯
湿的可溶性纤维	79.5		68.3
血红纤维素	0.2		0.2
果胶	0.1		0.1
合计	0.3	0.4	
不可溶纤维素			
血红纤维素	0.4		0.7
纤维素	0.5		0.9
木质素			0.1
合计	1.0	1.8	
总计纤维素	1.3	2.3	

表1-6说明了马铃薯对于美国妇女,尤其是那些低收入妇女来说,是一个重要的食物来源,通过吃白马铃薯,她们可以吸收11.1%的纤维素,收入较高的妇女则倾向于食用更多的水果和蔬菜,从白马铃薯中吸收8.6%的纤维素。

表 1-6 19~50 岁妇女的纤维素来源

	<185% 贫乏		>185% 贫乏	
	DF (g/天)	合计 (%)	DF (g/天)	合计 (%)
蔬菜	2.3	23.5	2.8	24.4
面包	1.2	12.5	1.5	13.3
白马铃薯	1.1	11.1	1.0	8.6
汤	0.9	9.3	0.6	5.1
水果	0.8	8.3	1.4	12.1

4. 矿物质营养

目前和将来的营养研究也包括矿物质在预防和根治慢性病方面的学问。人们正在研究葡萄糖控制方面镁的作用,马铃薯即可提供 8.5% 的 RDA 营养。铜在预防心脏病和糖尿病方面的功用正在研究中。据美国 1977~1978 年的一项研究表明,马铃薯是美国人饮食中铜的主要来源。油煎马铃薯可提供 2.6% 的铜,排行第六位,白马铃薯可提供 2.4% 的铜,位居第八位。

5. 饮食导语

这里关于饮食发展的数据皆由北美政府机构和其他自愿机构提供。就近发行的书“为了活着而吃”就是基于国家科学院饮食与健康研究中心的资料而成,旨在描述有利于健康的饮食结构。作者建议“减肥得从吃肉做起,一天停止吃肉,多吃面包、豆类、马铃薯、蔬菜和水果”。这正是美国农业部建议的日用食物量。

美国国家癌症研究所,于 1992 年夏号召开展一个名为“五 A 日”的运动,提倡每日食用 5 种水果和蔬菜。这并非是一个简单的任务。饮食专家布朗克在其报告中指出:目前只有 10% 的美国人食用这 5 种营养物质。另有一些 17% 的人根本没有食用包括马铃薯在内的蔬菜。

6. 公众的认识

增加对包括马铃薯在内的水果和蔬菜的消费目前尚有诸多障碍。数年前,美国可切姆信息中心曾为国家马铃薯协会设计了一幅广告,画的是一颗染绿了的马铃薯,上面写着“要使您相信马铃薯是一种蔬菜还需多久”。市场资料表明并非所有的人都将马铃薯视为蔬菜,当然也不看成是营养食物。要使人们相信马铃薯是一种蔬菜,还有一段路程要走。1988 年,可切姆信息中心报告说,有 93% 的消费者认为马铃薯仅能提供很低的热量,有 71% 的人知道马铃薯是营养物质,这些数据与 1973 年的数据相比,反差很大,当时有 68% 的人知道马铃薯是低热量食物,有 56% 的人说马铃薯是营养食品。这些变化部分归功于美国国家马铃薯协会所进行的教育和推广活动。然而,众多研究表明,尚有许多人坚持认为马铃薯是脂肪性食品。许多人继续避马铃薯不食,原因是马铃薯导致肥胖。有些专家名人,如欧普拉·温费雷的一句话颇为引人注目:“如果有一天我没东西吃,那我就很高兴专吃马铃薯。”1992 年,美国国家马铃薯协会发起一场运动,倡导“马铃薯是一种淀粉,一种蔬菜”。

尽管马铃薯是一种低脂肪食品,可用马铃薯制成许多精美食品事实上却并非如此。在过多的马铃薯烹饪中有 50% 的热量来自脂肪,正是这些脂肪起到了重要的作用。1985 年的一项数据表明,油煎马铃薯能提供 3.1% 的能量,但对于 19~50 岁的妇女而言,可提供 4.1% 的能量。如果目前的趋向是推广低脂肪食品以预防癌症、心血管疾病、肥胖症及其他病症,那么就有必要改善马铃薯的烹饪方法。

最后关于马铃薯还有其他秘密,有人不吃马铃薯是出于马铃薯生长在泥土中因而可能导致关节炎的考虑,此外有人担心马铃薯使用过杀虫剂会使皮肤受损,因而影响消费。

(四) 马铃薯的生产概况

从世界马铃薯生产情况看,每年的种植面积 1 900 万 hm^2 (2.85 亿亩) 左右,种植面积较大的国

家有中国 (400 万 hm^2)、俄罗斯 (约 320 万 hm^2)、印度 (约 130 万 hm^2)、波兰 (120 多万 hm^2) 等。世界马铃薯平均单产为 $16\text{t}/\text{hm}^2$ 左右 (亩产为 $1\,067\text{kg}$)，单产水平最高的国家是荷兰，达 $45\text{t}/\text{hm}^2$ ，其他单产较高的国家还有美国 (约 $40\text{t}/\text{hm}^2$)、日本 (约 $33\text{t}/\text{hm}^2$)、加拿大 (约 $27\text{t}/\text{hm}^2$) 等，中国的单产水平仅为 $12.7\text{t}/\text{hm}^2$ (见 1999 年中国农业统计年鉴)。

(五) 马铃薯的消费状况

从世界马铃薯消费情况看，发展中国家与发达国家差异较大，而且不同国家之间的差异也十分明显。全世界平均马铃薯消费量为 $28\text{kg}/\text{人}$ ，但发达国家人均消费量达 $74\text{kg}/\text{年}$ ，而发展中国家人均消费量只有 $14\text{kg}/\text{年}$ 。欧洲人均消费马铃薯 86kg ，北美为 63kg ，拉丁美洲为 24kg ，亚洲为 $14 \sim 15\text{kg}$ ，非洲只有 8kg 。中国人均消费量为 $14\text{kg}/\text{年}$ 左右。

(六) 马铃薯的贸易状况

从世界马铃薯贸易现状看，马铃薯进出口量最大的国家是荷兰，1999 年鲜薯出口量为 120 多万 t ，而当年的进口量为 136 万 t ，进口量超过出口量 16 万 t ，其贸易顺差接近 1.9 亿美元。马铃薯加工产品贸易最大的产品之一是冷冻马铃薯制品，每年进出口量约 400 万 t ，价值 30 亿多美元。荷兰也是世界上最大的冷冻马铃薯制品出口国，年出口量约 90 万 t ，价值 6.84 亿美元，其次是加拿大和美国，分别出口了 58 万 t 和 49 万 t ，日本的进口量较大，为 28 万 t ；我国 1999 年的鲜薯出口量约 7.5 万 t ，价值 1 100 万美元，而当年的进口量约 2 万 t ，价值约 750 万美元，整个的鲜薯贸易顺差为 417 万美元。另外，我国每年还进口淀粉 13 万 t ，按每吨 500 美元计算，价值达 6 500 万美元，加上冷冻马铃薯制品 (薯条)，每年从国外进口需花费 1 亿多美元。也就是说，作为世界第一大马铃薯生产国，每年要花费 10 亿多元人民币去向世界的马铃薯同行购买马铃薯和马铃薯制品。与此相反的是，马铃薯生产面积只有 18 万 hm^2 ，年产量只有 800 多万 t 的荷兰，每年仅从马铃薯鲜薯及冷冻马铃薯制品的贸易中就可从其他国家净赚 8.2 亿美元，折合人民币 65 亿多元。

三、青海省马铃薯发展史

(一) 马铃薯育种史

马铃薯在我国已有 300 多年的栽培历史。由于它产量高，适应性广，抗逆性强，生育期短，营养丰富，耐贮藏，深受广大群众所喜爱。青海省马铃薯占有举足轻重的地位，新中国成立前，在灾荒年份，是马铃薯救了青海人民的命，群众称它为救命蛋。它是粮食作物的重要组成部分，民间有着“洋芋半年粮”的说法，习惯于早晨蒸着吃，中午炒菜吃，晚上下饭吃。一日三餐都离不开它，特别在边远脑山蔬菜缺乏的地区，既当粮又当菜。所以，人们又称它为蔬菜作物，在城乡大多数人则以菜用之。由于它耐贮藏，对调节城乡蔬菜淡季供应起着重要作用。同时它又是饲用作物，在青海省农牧区用马铃薯喂牛喂猪，已成为习惯，这也是商品转化的一种好形式。它也可称作是经济作物，近年来随着加工业的兴起，以及商品流通加速，马铃薯作为农业经济收入的重要来源。人们已经改变了那种只吃不卖的习惯，逐步地走向商品化生产。经济条件好的群众自办粉房，搞马铃薯粗淀粉加工，以加工业推动养殖业的发展，效益大增，所以说马铃薯是个宝，已成为广大群众脱贫致富的重要门路。马铃薯在加工方面前景广阔。马铃薯加工成淀粉、粉条、粉丝、油炸片、炸条、果脯、果糖、果酱等，还可制酒和酒精。通过综合加工利用，可产生乳酸、柠檬酸、吸水树脂、环糊精、味精、葡萄糖、山

梨醇、维生素、蛋白质等，产值是出售原料的十倍乃至几十倍，可用于医药、造纸、纺织、化工、冶金、建筑等各个领域。

从全球马铃薯研究状况看，受各种因素的影响，我国马铃薯研究与世界发达国家相比还有很大的差距，我国从事马铃薯研究的人员较少，国家每年研究经费的投入也较少。单项技术无重大突破、配套技术不完善、成果转化率低、推广速度慢。特别在贮藏和加工方面没有进行系统而深入的研究。与此相反，世界上马铃薯生产水平较高的一些国家，在研究方面投资的人力物力比中国要大得多，取得的研究成果也较多，根据全球马铃薯新闻网站的统计，过去5年申请专利的情况，欧洲国家研究人员申请专利182项，内容涉及马铃薯加工（包括马铃薯去皮、炸片、炸条和淀粉加工等）、育种、栽培、贮藏等。我国自1985~2001年9月底申请的与马铃薯有关的发明专利和实用型专利仅有41项，其中，有21项是与马铃薯种植和收获的小型机械相关。虽然我们不能说专利申请越多的国家其研究水平就越高，但申请专利的人越多，说明从事这方面的研究人员也越多。

回顾青海省马铃薯育种事业，经历了由无到有、由小到大的发展过程。新中国成立初期，青海省的马铃薯育种工作非常薄弱，专门从事此项研究的人员仅有1~2名，生产中应用的马铃薯品种主要以引进品种为主，仅甘肃等地引进的茼白马铃薯、深眼窝、红洋棒、白洋棒、紫早山药、牛头等品种。当时青海省马铃薯播种面积为2.57万hm²（38.61万亩），占粮食播种面积的8.4%，总产量为2.6亿kg，平均亩产为688kg。但由于品种在生产中应用的时间较长，病毒感染较重，加之马铃薯环腐病、晚疫病的发生，致使单位面积产量大幅度下降。从20世纪60年代起，青海省农林科学院重视了马铃薯新品种选育工作，研究人员逐步增加，育种手段不断改善，开展了马铃薯杂交育种工作。20世纪70年代，由于高原4号、高原7号、高原8号等新品种在生产中的应用，才使得马铃薯生产水平得以恢复和发展。1980年，全省马铃薯播种面积为3.5万hm²（52.52万亩），占粮食播种面积的8.8%，总产量为3.8亿kg，平均亩产725.6kg。20世纪80年代末，笔者注重了品种资源的引进、保存、观察、筛选和利用研究，从200多份品种资源中选择出抗病、高产、品质优良的亲本材料，经过杂交组配、实生苗单株选择，无性系后代品比、区域试验、生产试验以及加速繁殖等程序，成功的培育成青薯168马铃薯新品种，该品种是利用品质优良的辐射深眼窝作母本与国外引进底西瑞品种作父本进行杂交，各个性状都优于双亲，产量水平高，平均亩产3000kg左右。1987年，青海省农林科学院10亩青薯168，平均亩产达4200kg最高产量；品质优良，食味好，抗晚疫病、环腐病和花叶、卷叶病毒，耐贮藏。经省级和国家级品种审定委员会审定。获首届中国农业博览会优良产品奖、青海省首届科技展览一等奖和青海省科技进步三等奖。1992~1994年对青薯168马铃薯新品种丰产栽培技术研究在全省范围内进行了大面积推广应用，三年累计推广面积达1.57万hm²（23.61万亩）^①，新增总产13780.68万kg，新增产值4134.2万元。该项目获青海省农林厅科技进步二等奖。参加国家“八五”攻关马铃薯育种项目，育成了互薯202马铃薯新品种，获省级成果奖，获国家重大科技成果奖。在马铃薯育种工作中取得了可喜的成绩，育成了高原系列品种和青薯168、青薯2号新品种，在生产中得以大面积推广应用，取得了显著的社会经济效益。

青海省气候冷凉，昼夜温差大，属病毒感染较轻，品种退化速度慢，适于马铃薯生长的得天独厚的气候地域，是马铃薯良种保存、利用的好地方，可作为繁种基地，源源不断地向省内外大量的提供优质种薯。青海省的品种一旦引入内地，当年亦有很大的增产效果。1990年，甘肃省庄浪县一次性调运青薯168品种20万kg，当年平均亩产量3000kg，比当地对照品种庄浪一号增产90%，此后甘肃的广河、民乐、天祝等县，宁夏的隆德、西吉县，陕西的绥德、横山县大量调种，共调出青薯168种薯200万kg，每千克按0.4元计算，直接经济收入达80万元，加之省外贸向香港、广州等地大量调运商品薯46.2万kg，每千克1.8元，直接经济收入为83.16万元，共计163.16万元。截至1997年，

① 1hm² = 15 亩，1 亩 ≈ 667m²，全书同

青薯 168 在甘肃推广面积达 3.05 万 hm^2 ，宁夏达 1.33 万 hm^2 ，省内外累计推广面积达 17.33 万 hm^2 。这充分说明青海省的马铃薯育种工作非常重要，不仅为本省，而且为西北地区乃至全国的马铃薯生产起着非常重要的促进作用。目前，育成的高淀粉青薯 2 号新品种，淀粉含量高达 25.83%，抗病性强，产量高，品质好，有着很大的推广应用价值。以马铃薯生产为龙头，有计划、有目的、有组织地建立良种繁育体系，实行产、供、销、加工利用一条龙的作业方式，实现马铃薯生产规模化、产业化、商品化、达到增产增收之目的，起到科技扶贫的先导作用，为贫困地区的脱贫致富作出贡献。预计，在 21 世纪初，青海省在马铃薯育种、栽培、病毒检测、加工及综合利用等方面，将会取得更加辉煌的成绩。

（二）青海省马铃薯栽培技术的改进

为了使良种良法相结合早日用于生产实践，对新品种丰产栽培技术进行了深入细致的研究，采用系统工程学原理与方法，研制出适于青海省水地和旱地丰产栽培技术模式，起到了理论联系实际推动生产的作用，为大田生产夺得高产提供了可靠的理论依据，建立了高产栽培数学模型，筛选出优化组合方案，针对马铃薯新品种进行了配套作品介绍的研究和应用，使良种良法相结合，提高了单位面积产量，创造出亩产 4 192kg 高产新纪录。该措施的应用，提高了农民群众的科学种田水平和实际操作能力，使群众在应用新品种的同时，掌握了丰产栽培技术，使良种良法相结合用于生产实践，达到了增产增收的目的，提高了全省马铃薯单位面积产量，提升了农业综合生产能力和经济增长水平。

（三）青海省马铃薯的播种面积、产量水平及分布的发展历史

近年来，青海省马铃薯发展较快，2006 年全省播种面积达到 7.33 万 hm^2 ，占全省播种面积 14%，平均产量为 1 878kg/亩，鲜薯总产达 150 万 t，最高产量达 4 320kg/亩，比“九五”末增长了 35%。尤其是脱毒马铃薯生产从 1996 年的 3 333 hm^2 发展的 2006 年的 5.87 万 hm^2 ，脱毒马铃薯覆盖率达到 80%，增长了 17 倍，产量提高了 900kg/亩。2011 年青海马铃薯播种面积达到 8.67 万 hm^2 ，平均产量 1 482kg/亩，鲜薯总产达 36.55 万 t。青海省马铃薯种植主要分布在东部农业区的浅山及脑山地区，柴达木盆地种植面积很小。

（四）青海省马铃薯育种和生产中存在的问题

1. 品种资源相对贫乏

马铃薯种质资源的收集、评价、保存、利用工作是育种工作的基础。现育成的品种大多是近源栽培种杂交产生的优良中间材料作亲本，长期下去，势必造成近亲繁殖现象，难以育成在某些形状方面再有突破性的品种。加之现有资源的长期连年种植应用，使病毒积累加重，同时由于条件所限，杂交圃和选种圃没有隔离带，距离极近，易造成侵染，选育的品系未进入区试就已退化，影响了产量性状和品质性状的表现，在筛选过程中被淘汰，极大地制约了新品种的选育。

2. 品种结构搭配不合理，盲目引种用种

目前，青海省生产中应用的品种比较混杂，没有主推品种，一些单位不经试验试种，盲目引种，这容易给青海省马铃薯带来病害。据悉，20 世纪 60 年代由于大量引进新疆的奇台白马铃薯，使青海省环腐病大发生，造成极大的损失。一些农民对新品种的认识不足，缺乏保种意识，把新品种与当地种植的带病的老品种混种、混收、混藏，致使新品种在生产中未推开就导致了严重的混杂，使产量水平下降，使新品种未能发挥其应有的增产作用就在生产中丧失了种用价值。据《农民日报》报道，

肯德基钟爱的马铃薯品种是来自加拿大的品种“夏波蒂”(Shepody)和来自美国的品种“赤褐布尔班克”(Russet Burbank)。这两个品种都属于一季中晚熟品种,生长周期长,在国外一般产量2 000~3 000kg,这两个品种还原糖都在0.4%以下,符合肯德基对油炸品种的要求指标,块茎大小均匀,成型好,但在我国终因水土不服而引种失败。北京的麦当劳公司在近郊投资了几个农场试种均未成功,在青海省也是如此。在加工方面缺乏优良的专用品种,特别是食品加工型品种和早熟菜用型品种,现有的品种普遍存在干物质量不符合加工要求、食口性差、芽眼深、还原糖含量高等缺陷,商品性差。一薯多用,不仅增加了企业成本,而且产品质量较低,缺乏市场竞争力。品种属性和类型结构不合理,冬贮薯多,淡季薯少,马铃薯上市不均衡。以上因素影响了马铃薯生产优势的发挥,制约了马铃薯加工业的发展,制约了高附加值的提高,降低了经济效益,同时,也是造成马铃薯“卖薯难”的根本原因。

3. 种薯生产能力差

马铃薯属无性繁殖作物,用薯块作种,用种量大。近年各地在马铃薯种薯脱毒和种薯生产上非常重视,但仍难以满足市场发展要求,一些群众由于受传统的种植观念的束缚和对种薯的应用效果认识不足,将种薯和商品薯不分,加之种薯生产体系不健全,没有严格的种子检验制度,种子生产规模小,生产能力低,使优质种薯供应不足,这直接影响着马铃薯产量水平的提高和产业化规模的形成。

4. 贮藏技术落后

贮藏条件的好坏,是直接影响着马铃薯品质变化的主要原因,如果贮藏温度过高,则容易发生腐烂现象,青海省每年因腐烂、发芽引起的损失率约为30%,大多数农户均以直筒窖为主,缺乏理想的贮藏技术和手段,设施简陋,贮藏量小,技术水平低,损耗量大,不能适应现代化加工和生产的需要。

四、青海省、甘肃省、宁夏回族自治区马铃薯生产状况比较

由青海省农林科学院作物研究所和互助县农业技术推广中心,组成的马铃薯考察小组,一行5人,于1991年7月24日起对青海省、甘肃省、宁夏回族自治区(以下简称宁夏)进行了为期16天的观摩与考察,所到之处收到了各地同行的协助。

这项活动的目的的一方面是对西北地区马铃薯品种区试工作进行观摩、检查,另一方面对目前各马铃薯育种单位的育种手段、条件以及保种措施、加工等方面进行考察。同时对近年引入外省推广种植的青薯168、下寨65品种在各地的表现情况作深入的调查了解。通过考察,对我们有很大的启发,3个省的情况各有不同,各有各的特色,现结合青海省的实际谈几点看法,仅供各级领导参考。

(一) 青海、甘肃、宁夏马铃薯生产基本情况

1. 甘肃省马铃薯生产基本情况

甘肃省地域辽阔,有种植马铃薯的悠久历史,全省马铃薯种植面积为25.33万 hm^2 ,占粮食播种面积的20%以上,从20世纪60年代起开始育种工作,至今已育成40多个优良品种,用于生产,产量都在2 000kg以上,比深眼窝品种增产50%。在育种上不断地调整育种目标,每一时期有每一时期的特色和侧重点,20世纪60~70年代针对生产中晚疫病的发生情况,开展抗病育种,取得了可喜的成果,目前,仍侧重于抗病和适于加工的样标。其主要特点如下。

(1) 对原始材料的保存、利用,创新有所突破,从民德引进了PBS、PRM等材料,与普通栽培种回交,选育出了中间类型,用于杂交和生产。

(2) 扩大突生群体,改变育种方法。以前每个种植5 000株,现在是播20个组合,1万株以上,

曾播过 3 万株，既增加了组合数，又增加了群体数以增加选择几率。

(3) 抗病性鉴定。在抗病性方面抓个早字，在实生代就接种 2 次，从田间采重病株，给每株实生苗都接种，等一个月后淘汰一次，然后再接一次，在后期再继续淘汰，这样把抗病差的材料早日淘汰掉，以减少包袱。到无性系早代再接种一次，高代材料用指示植物鉴定，严格淘汰。

(4) 品质指标。对马铃薯品质的要求，除了食味鉴定外，着重对淀粉含量进行测定，从无性系 2 代就开始测定。淀粉含量要求 17% ~ 23%。

(5) 坚持试验、示范相结合，区试与繁种同步进行。尤为重要的一关，也是目前的重点：从 2011 年起，青海省将所有的育种单位融合起来，进行协同攻关，把马铃薯育种摆在了重要的议事日程上来，每年下拨 8 万元，列为本省重点课题，开展育种攻关，由青海省农林科学院和省科委签订一级合同，各地区育种单位再和农业科学院签订二级合同，要求“八五”期间育出过硬的品种，现已在下面设 6 个点，由各育种单位提供参试品种，进行中试，为省内区试提供材料打好基础。这样的好处是资金、人力集中，避免了重复性、盲目性和单打一现象，也就是说育出的品种大家推，既出品种快，又推广得快，形成层层有人抓的良好局面。

从他们的人力试验设备条件看，除其他地区的条件外，甘肃省农科改良所马铃薯育种组的人力较强，技术力量结构合理，有研究员 1 人，助理研究员 3 人，初级人员 2 人，试验地有 25 亩，设备条件较好，现有玻璃窗钢架温室 1 座，面积为 120m²，造价 10 万元，有供暖设备，另有无虫网室 6 座，面积为 1 800m²，所有的早代材料，包括实生苗均在网室内种植。

2. 宁夏马铃薯生产基本情况

笔者走访了宁夏固原地区农科所，该所马铃薯育种场地面积 1.33hm²，该地区干旱严重，但从该地选择的材料，抗旱性较强，例如，参加区试的固 33-1 在各测验点都表现较强的生长势和抗病性。当笔者到该地区的隆德县时，既看了从青海引进的青薯 168 和下寨 65 两个品种，这两个品种在该地表现良好，生长势强，抗病性强，种子部门对这两个品种抱有很大希望。又看了该县办的马铃薯精淀粉加工厂。这座厂是 2010 年刚建成投产的，是从波兰引进的设备，造价 100 万元。现有职工 60 人，2010 年仅试机生产了两个月，日加工量为 200t，每天约加工 13.33hm²。该县仅有马铃薯面积 5 333hm²，按现量是难满足加工需要的，但由于马铃薯的生产期短，而集中贮藏、运输等一系列问题，仅收获期到来年 4 月份有马铃薯，所以仍满足不了加工的需要。该县和厂领导一致认为，目前急需适于加工的好品种，要求淀粉含量高达 20% 以上，这样无疑给育种部门提出了新的要求。据他们讲，产品销路没有问题，刚一投产，上海、北京、广州等地均来订货，主要用于工业加工、印染、浆纱以及食品加工等。目前刚投产，对效益无法核算，但从马铃薯生产事业上看，是件很有出路的事，可大大提高社员的种植积极性。

3. 青海马铃薯生产基本情况

青海地处高原，海拔较高，气候冷凉，昼夜温差大，适合马铃薯生长，作为良种繁育基地，不负盛名。甘肃、宁夏，每年有来青海调种的习惯。据他们说，凡调去的品种，每年肯定增产。2010 年由于晚疫病大发生，甘肃、宁夏从青海省调出去青薯 168 和下寨 65 这两个品种近 100 万 kg。

青海省的育种单位不多，编者仅对互助县和省农林科学院进行了观摩与考察。互助县农业技术推广中心有高级农艺师 1 名，初级人员 2 名，他们育成的下寨 65 品种，推广的面积较大，已占全县马铃薯播种面积的 80% 以上，在生产中持续的时间较长。该品种是 20 世纪 70 年代末鉴定的品种，至今仍种性不衰，其最主要的原因是他们在保种方面做得好，平时很重视田间的提纯复壮工作，采取田间拔除病株、脱毒等保种措施，使该品种的面积仍在逐步扩大，产量仍稳步上升。每年不仅省内大量串换，而且大量调往外省。

青海省农林科学院有着较早的育种历史，曾育出“高原 1-8 号”品种用于生产。近年来又育出青薯 168 马铃薯新品种。该品种薯大皮光，芽眼浅，生产潜力大，深受广大群众所喜爱。目前，除省内大量串换种植外，已大量销往甘肃、宁夏、陕西等地。在育种方面争取试验、示范田同进行，建立

良种繁殖基地，加速繁殖种薯等行之有效措施。在人力较少、试验条件较差、资金较缺的情况下，使新品种的面积迅速扩大，已取得客观的经济社会效益。

（二）青海、甘肃、宁夏马铃薯生产中存在的问题

经过考察结合青海省实际作如下分析。

（1）人力不足。青海省在马铃薯育种上人力缺乏，既无高级人员，又无初级人员，其队伍结构极不合理。

（2）设备简陋。青海省仅马铃薯育种塑料棚 1 座，连像样的温室也没有，试验地少，与兄弟单位比较试验地差着一半。马铃薯属大株作物，相应要求的面积也较大，现有的试验地根本不够用。

考察结束了，我们一路谈论着收获和体会，大家一致认为：马铃薯是西北人民生活中不可缺少的重要作物，大部分山区人民现主食用它，加上我国加工业的迅猛发展，越来越多的要求具有抗病、优质、高产、淀粉含量高，适于加工利用的优良新品种问世。这无疑是要靠我们育种工作者多努力，只有采取育种的手段，才能改变品质，不断地创造新的基因类型。但这并不是一句话就能办到的，要从人力、物力、资金、设备等方面给予保证。

（三）对青海省马铃薯生产的建议

（1）青海地处冷凉，昼夜温差大，适合于马铃薯生长，发病相对之下要比甘肃、宁夏轻得多。通过观摩，了解到我们的品种到外省是比较适应的，是能够保住脚的，无论是 20 世纪 70~80 年代的新品种，还是今年育出的新品种都是如此，加上甘肃宁夏等地的农民有异地调种的习惯，他们说从青海调去的品种当年肯定增产。因此，很有必要在青海省重点建立起马铃薯繁种基地。一方面为兄弟省县提供种薯，解决了供需矛盾，另一方面也可增加青海省农民的收入。所以，省里应拨专项资金，委派专人，抓良种基地建设。

（2）青海省应像甘肃省那样，把马铃薯育种作为省上的重点攻关项目对待，调集青海省所有的育种力量，开展联合攻关。针对青海省和病害地区的实际，开展抗病育种（抗多种病毒，抗晚疫病，抗环腐病，抗黑茎病）。开展品质育种，育成淀粉含量高，食味适口，适于加工的优良新品种。在抗病与优质的基础上，使产量有大幅度提高。

（3）为了加快育种步伐，应尽快开展青海省的马铃薯区域测验。由青海省种子公司和青海省农林科学院共同牵头，由各育种单位提供参试品种，进行高级测验。

（4）为了调动青海省人民群众种植马铃薯的积极性，使马铃薯生产有出路，建议给青海省西宁市和海东地区建立大型的淀粉精加工厂各 1 座，青海省组织人对有关马铃薯加工利用方面的知识，进行考察、论证、立项。每年青海省马铃薯的种植面积在 3.33 万 hm^2 左右，每公顷按 15t 产量计算，全省每年有 50 万 t 马铃薯，用于粮食和出口，如此大量农业资源，如果能够办加工厂，可使产值成倍增加。同时，也解决了群众的后顾之忧，所以，马铃薯加工势在必行。