

马铃薯的生物技术 with 高寒地区农业产业化

Biotechnology of the Potato and the Agricultural Industrialization in the Frigid Area

马贵宏 李雄彪
(科技部, 中国生物 工程中心 北京 100081)
胡鸢雷
(北京大学蛋白质 工程及植物基因 工程国家重点 实验室 北京 100871)
林忠平
(北京大学蛋白质 工程及植物基因 工程国家重点 实验室, 教授 北京 100871)

一、人口压力、气候地缘与马铃薯作物的地位

在世界人口持续增长和人民生活水准不断提高的双重压力下, 全球农业资源, 包括耕地资源和水资源等的利用, 正在日趋饱和。各国都试图在农业生产整体效益最优的目标下, 对本国的地理环境、资源条件、经济发展阶段、科技水平、人口规模及其素质、需求结构、贸易条件等因素, 通过经济结构合理化的调整来实现生产要素的合理配置。而且出现一种趋势: 着力开发自然条件恶劣、经济发展滞后的地区, 使这些地区的资源潜力得到充分发挥。

我国地域辽阔, 中西部广大地区居于欧亚大陆中高纬度地带, 远离海洋, 属寒温带大陆性气候; 受蒙古高气压的控制, 无霜期短, 低温冷害严重; 水资源和土壤状况差别很大, 向来是我国经济相对落后的地区, 其经济潜力有待开发。这些地区发展食物生产的潜力主要来自两个方面: 一是技术进步, 尤其是生物技术的发展; 二是开发潜在的农业资源, 在不破坏生态平衡的条件下, 依靠生物技术的发展和光能、耕地、水资源等的合理利用。我们认为我国广阔的高寒地区的农业潜力依然是很大的。重要的是选择适合的作物品种。

马铃薯原产南美高原的的喀喀湖(Lake Ttiica ca) 沿岸, 当地海拔在 3 812 米。马铃薯性喜冷凉气候, 适应环境能力强, 很适宜高寒地区种植。15 世纪西班牙人到达南美后马铃薯逐渐传到了北美和欧洲。几个世纪以来北美和欧洲成为马铃薯的主要产区。马铃薯在欧美食物构成中居非常重要地位, 已成为继水稻、小麦、玉米之后的世界第四大粮食作物。1996 年世界马铃薯年产约 2.7 亿吨, 种植面积大约是 1 810 万公顷。其中东欧的产量为 9 340 万吨, 相当于世界产量的 35%。俄国、波兰和乌克兰三国的土豆占世界总产的 1/3。美国土豆年产量 2 020 万吨, 与英国相当。然而依据联合国粮农组织的资料, 近 30 年来欧美马铃薯种植面积有所下降, 总产维持原有水平, 而发展中国家马铃薯生产的年平均增长率达 4% 之多。1996 年第三世界国家马铃薯产量提高了 2.8%。

不久前在南非举行的世界马铃薯大会认为: 在亚非地区的粮食作物中产量增长最快的, 除小麦之外, 便是马铃薯; 单一依靠谷物的粮食消费格局将变得更加多样化。并认为, 广大的发展中国家为解决食物问题, 选择土豆这一作物在逻辑上是合理的, 因为主要谷物的产量将很快达到或已接近其实际限度; 而马铃薯生产的潜力依然巨大, 即使在工业化国家, 大概亦未达到其产量潜力的一半。马铃薯一般亩产可达 1000~1500kg, 高产者可达

利最大化对铁路运输的要求。当铁路运输企业成为运价的制定主体后, 价格机制将成为企业自身收益状况的重要决定因素。在这种条件下, 铁路运输企业将会给出合理的运价, 既保证自己的正常经营,

也将为社会经济生活提供一个较低的运输成本基础, 从而实现社会福利最大化。这意味着国家对铁路的非管制恰恰达到了管制所要达到的目的。

(责任编辑 蔡德诚)

5 000kg 以上, 比其它粮食作物单位面积的干物质产量高 2~4 倍, 若以每亩所产的淀粉来做标准, 在主要粮食中很少有一种作物能与马铃薯相比。然而在不同地区马铃薯的单产水平差别是非常大的。世界上马铃薯生产的先进国家, 如荷兰每公顷产量在 40~50 吨。世界平均产量每公顷接近 15 吨。美国马铃薯面积 567 万公顷, 平均每公顷产 35 吨, 高产地区为 35~40 吨, 低产地区仅 9 吨。我国马铃薯面积 4 000 万亩, 年总产约 3 000 万吨。平均每公顷仅 11 吨。其中高产的可以达到世界先进的水平, 但大部分地区产量很低。虽然如此, 我国仍是马铃薯生产大国, 面积和产量上都仅次于俄国列世界第二生产大国。我国马铃薯种植面积占亚洲种植面积的 69.4%, 占亚洲总产的 60.6%。据了解每年经香港转运出口的马铃薯为 3 600 万吨, 其中我国大陆出口只占其中极少数, 仅约 8 万吨, 尚不及台湾(约 20 万吨)。我国出口马铃薯的质量也急待改进, 以提高国际市场竞争力。

二、国内外马铃薯现代生产、现代技术的动向

我国 1975 年以前没有真正的马铃薯种薯生产。1976 年在内蒙古乌兰察布盟后旗建立起我国第一个无病毒马铃薯原种场, 从此开始了建立在茎尖培养基础上的脱毒马铃薯生产的新时代。这一生物技术的应用给马铃薯生产者带来巨大的效益。一般认为用脱毒的种薯, 可使马铃薯产量有 25%~60% 的增幅。一个明显的例子是陕西巴镇县马铃薯单产一直在 1 650kg/hm²(折原粮), 1996 年采用脱毒种薯和高垄栽等措施, 这一年平均单产达到 4 500kg/hm²。

一项近代的生物技术, 即以植物组织培养为基础的茎尖脱毒技术为马铃薯产业带来巨大利益, 尤其是给马铃薯经营者带来丰厚的利润。因为无病毒的种薯不仅大大提高了马铃薯商品率也增大了单个薯块, 故深受种植者的欢迎。荷兰的 Cess Van Arenaonk 是 Agrico Holland 公司的总经理, 他同 2 000 家马铃薯生产者合作, 每年生产 100 万吨马铃薯, 其中 40% 是种薯, 3/4 的种薯出口到欧洲、北美、中东、亚洲和南非, 成为世界马铃薯产业界的名人。懂得“最适者生存”(“Survival of the fittest”)原则的 Van Arendonk 先生已经开始了他的新的市场预测。他以及世界马铃薯中心的一些负责人都认为新的马铃薯品种要有新的抗虫和抗病能力, 提高单位面积产量也是重要目标。马铃薯加工业的发展, 尤其是亚洲快餐业的迅速发展对马铃薯的质量提出了更多的要求, 包括对薯形和干物质含量方面的改进。

现代生物技术的发展, 使植物育种超越了传统以有性杂交为基础的良好选育方法。作物的基因工程引起世人的关注。马铃薯遗传工程的发展比起其它作物来得快一些, 在 1994 年世界获准田间试验的事例中马铃薯是最多的, 占 29%。其原因不仅在于马铃薯是世界性重要作物, 而且它也是良好的外来基因的受体, 它的无性繁殖为外源基因的稳定性提供了有利条件。

在马铃薯上也进行了许多成功的基因工程试验。关于提高马铃薯抗病虫害的基因工程包括: 利用病毒外壳蛋白质基因介导的抗病毒病基因工程, 获得了对 PVX、PVY、PLVR 等病毒具有明显抗性的转基因马铃薯; 利用干扰病毒复制的基因, 获得抗卷叶病毒的马铃薯; 将苏云金杆菌的 Bt 基因转入马铃薯, 获得抗马铃薯甲虫的植株; 将 Cecropin 等抗菌肽基因转入马铃薯, 抑制青枯病的感染, 以及利用来自真菌的葡萄糖氧化酶基因转入马铃薯, 提高马铃薯对多种细菌病和真菌病的抵抗力的基因工程均已取得了良好进展。改良马铃薯品质的基因工程亦取得很大进展, 其中包括: 通过用细菌 ADP 葡萄糖焦磷酸化酶基因转化马铃薯, 使块茎中干物质含量从平均 19.3% 提高到平均 22.6%; 导入巴西坚果 2S 蛋白基因可使块茎中蛋氨酸含量提高 20~25%; 一些著名的生物技术公司已投入大力研究, 改变直链淀粉和支链淀粉的比例以及利用环化糊精糖基转移酶基因使马铃薯块茎产生环化糊精; 有的公司利用转基因技术降低马铃薯中茄碱素和减少冷藏过程中诱导还原糖, 从而提高了炸薯条的品质; 利用反义多酚氧化酶基因使马铃薯切开之后不发生褐变, 亦有成功的报导。

还有一些实验室研究利用马铃薯块茎做为一种廉价而方便的生物反应器来生产多肽药物(包括口服疫苗)。研究者们期望利用转基因马铃薯为食品工业和医药工业提供高价值的原料。我国的高新技术生物领域研究中对马铃薯品质改良也给予很大的重视, 如利用块茎专一性启动子和 CaMV35S 启动子驱动玉米醇溶蛋白(10kD Zein)基因和异戊烯基转移酶(促进细胞分裂素生成)的基因在薯块中表达, 从而使马铃薯蛋白质含量和必需氨基酸含量显著提高, 研究者们已筛选出品质优、产量高的株系, 并在内蒙古呼伦贝尔盟进行中试, 以优质、高产和抗晚疫病为目标的试验正在积极进行中(见封三图)。

最近在《Nature Biotechnology》上德国学者报道: 使酵母蔗糖转化酶基因在马铃薯块茎中表达, 大大提高了从制造碳水化合物叶子向贮藏器官块茎转运光合作用产物的强度, 从而使马铃薯结出数目不多, 而体积变大的薯块。这是利用转基因技术研究植物“源”、“库”关系的重要进展。它为优质

高产转基因马铃薯的培育提供了新的策略。

这些情况表明马铃薯生物技术的进步是十分迅猛的。它的应用目标是十分明确的。拥有高新技术的马铃薯产业可能成为高寒地区农业或种植业产业化的先锋。

三、马铃薯的营养和功能,及其商品市场的开发前景

马铃薯是一种高营养食物,鲜薯含蛋白质 1.6~2.1%, 高蛋白的品种可达 2.7%。马铃薯蛋白质的质量和动物蛋白相近,且易为人体所吸收。100 克马铃薯可以满足儿童每日所需蛋白质的 10%。马铃薯含维生素丰富,其种类之多是许多作物所不及的,其中维生素 C 的含量最为丰富。所以国际马铃薯中心认为它是改变贫困地区人民营养不良的佳品。在欧美国家往往把马铃薯当作保健食品,美国农业部门高度评价马铃薯的营养价值,指出每餐只吃全脂奶粉和马铃薯,便可以得到人体所需要的一切营养元素。

马铃薯的用途是多方面的。它既是粮食,又是蔬菜,也是发展畜牧业的良好饲料。它作为一种主要的淀粉作物(块茎含淀粉 13.2~20.5%)是轻工业、食品工业和医药制造业不可缺少的重要原料。在发展畜牧业方面马铃薯是一种良好的饲料。据测算,在每公顷土地收获的饲料单位的比较中,马铃薯优于燕麦、大麦、玉米、饲料甜菜、甘薯等。用薯茎叶做青贮饲料和青饲料,在有伤口的薯块和加工淀粉的副产品粉渣喂牛和家禽,在我国农村已有传统的经验。畜牧业的发展又可为种植业提供上好的有机粪肥。马铃薯也适于和其它作物间作套种,是轮作制中良好的前作,所以马铃薯生产对于保护耕地、保持肥力、维持良性的农业生态环境也十分有益。

近年来发达国家马铃薯越来越多地用于加工增值。有的国家和地区进入加工工业的马铃薯超过 50%,甚至达到 80%。鲜薯的消费仅占少部分。在食品方面,由于快餐业的迅速发展,炸薯条、炸薯片有着巨大需求。一些外国公司甚至到中国设厂做薯条薯片。而我国则主要仍停留于已有百年历史的粉条、粉丝、粉皮的生产,手工作坊多,工艺陈旧,急待开发高营养价值、具滋补保健功能和适应现代消费需求的产品。

马铃薯加工业中最重要的当属马铃薯淀粉生产。近年来各地土法生产淀粉致富者颇多,也使部分农民由此摆脱了贫困。但到目前为止仍缺少规模化的生产和综合利用的能力,更缺少深度加工的产品,

如各种工业用途的精制淀粉及淀粉糖(葡萄糖、果葡糖等)。而某些综合利用开发,如用粉渣加工精饲料,及生产酒精、糊精、柠檬酸等,则多无力进行。

目前世界上 2/3 的淀粉用于医药、食品和饮料生产,另外 1/3 用做造纸、包装、纺织和化工原料。随着人们对白色污染严重性的认识加深,生产可生物降解塑料必然提到日程上来,如果那样,社会对淀粉的需求势将激增。目前淀粉短缺,价格高,恰是生产可降解塑料的主要障碍。

综上所述,建立在马铃薯生产基础上的各种加工工业和综合利用将会给广大的贫困地区带来许多就业机会和繁荣经济的机遇。

然而目前我国马铃薯行业,从种植到产后加工,乃至贸易都处于十分落后的状态,在诸多环节上限制着马铃薯生产从旧日的小农户的自产、自用、自销走向规模化经营。例如我国马铃薯品种资源数量不少,但多数品质不佳,缺少加工用的品种,鲜薯出口在国际市场上也缺少竞争力。引进的国外品种,或出现品质退化,或不适应我国的栽培环境。因此利用高新技术结合传统的育种方法,培育出适合我国的优质商品薯显得非常重要、非常紧迫。这方面,国外有很成功的先例,如美国西北部山区的爱达荷州是美国最大的马铃薯产地,每年大量的鲜薯投入市场。他们严格要求采用优良种薯,只有 Russet Burbank 这一优良品种的马铃薯才可以在包装箱上贴上著名的 Idaho 标签,爱达荷州人以此他们生产的著名土豆而骄傲。

在经营方式上,美国西北部华盛顿州的哥伦比亚河流域的马铃薯种植者受到人们的称道:经营规模大,采用最新的技术和装备,用电脑管理所有田间的操作。例如一座农场拥有 136 台机器,灌溉 15 000 英亩的土地,灌溉、施肥、施农药,全部受控于中央枢纽的一部电脑。在那个地区 80% 的马铃薯用于加工,每天加工 6 000 吨优质马铃薯,生产出 1 000 万磅的炸薯条。我们不可能照搬外国人的模式,但是如果我们不采用最新技术,不进行规模化和产业化的经营,我们就无法参与国际竞争。

目前,我国西部北部广大高寒地区的马铃薯产值是很低的。虽然劳动力和土地是低廉的,但马铃薯产量也是较低的。尚未温饱的当地农民如何突破这条水平很低的底线,走向富裕和繁荣呢?我们认为出路在于掌握和应用高新技术,尤其是生物技术,通过生物技术的进步谋求高质量、高产值的产品。马铃薯的生物技术的应用也许可以成为高寒地区农业产业化的一个重要起点。贫困地区的出路,仍要先着眼于农业。

(责任编辑 蔡德诚)