

高淀粉玉米及其开发利用

王振华¹, 亢伟民², 张 新¹

(1. 河南农科院粮食作物所, 郑州 450002; 2. 偃师县农科所)

[摘要] 本文依据淀粉玉米的营养特点, 系统地总结了高淀粉玉米在食品、医药等方面的广泛用途, 分析了种植高淀粉玉米的经济效益, 提出了高淀粉玉米的育种方法, 试图推动我国的高淀粉玉米育种工作。

[关键词] 玉米; 淀粉; 用途; 育种

[中图分类号] S 513.099

[文献标识码] A

High Starch Corn and Its Process Utilization

WANG Zhen-hua¹, KANG Wei-min², ZHANG Xin¹

(1. Cereal Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002; 2. Yanshi Institute of Agricultural Science)

Abstracts: The extensive usage of high starch corn in foodstuff and medicine was systemically summarized in accordance with its nutritive characters. The author analyzed the benefits of cultivating high starch corn and put forward the methods of breeding in order to impel high starch corn breeding in China.

Key words: Corn; Starch; Utilization; Breeding

长期以来, 玉米一直是粮食和饲料的主要资源, 作为工业原料的市场相对较小。然而近 20 年来随着玉米产量的不断提高, 已基本满足了粮食和饲料的需求。目前, 玉米已从单纯的粮食作物, 饲料作物逐步向经济作物和工业原料过渡: 由单纯产量型向品质型、专用型转变。尤其是高新技术在玉米加工中的运用, 使玉米作为工业原料的市场有日益扩大的趋势。以美国为例, 1972 年用于食品和非食品工业的玉米占全国玉米总量的 9%, 至 1992 年增加到 18%, 达到了 377.19 亿 kg。我国 1981 年淀粉总产量为 42 万 t, 经 18 年的发展到 1999 年已达到 470 万 t, 玉米粉约占 90%。同时淀粉的深加工也飞速发展, 全国淀粉糖(包括山梨醇)总量从 1995 年的 36.19 万 t 发展到 1999 年的 101.84 万 t, 年递增率为 29.52%; 变性淀粉总产量从 1995 年的 8.08 万 t 发展到 1999 年的 16.45 万 t, 年递增率为 19.45%; 味精从 1994 年的 39.7 万 t 发展到 1999 年的 65 万 t,

年增长率为 10.3%; 酒精从 1994 年的 170 万 t 发展到 1999 年的 200 万 t, 年增长率为 3.3%。因此, 玉米淀粉生产工业在整个玉米加工业中占有十分重要的地位, 它对于搞好玉米深加工、转化和链式增值具有重要意义。

1 高淀粉玉米的概念

高淀粉玉米是指子粒淀粉含量达 74% 以上的专用型玉米, 而普通玉米只有 65%~70%。玉米淀粉是各种作物中化学成分最佳的淀粉之一, 有纯度高(达 99.5%)、提取率高(达 93%~96%)和用途广等特点。

根据其子粒中所含碳水化合物的比例和结构分为: 混合高淀粉玉米, 支链淀粉玉米和高直链淀粉玉米。混合高淀粉玉米是指普通玉米子粒中淀粉含量在 74% 以上的工业专用型玉米。普通玉米淀粉是直链淀粉和支链淀粉的混合物, 二者所占的比重大约为 28% 和 72%。支链淀粉玉米又称为糯质玉米, 其子粒胚乳中几乎含有 100% 的支链淀粉。高直链淀粉玉米的胚乳中直链淀粉含量在 50%~80%。目前, 高直链淀粉玉米在国内尚未推广应用, 所以本

[收稿日期] 2002-03-03

[作者简介] 王振华(1963-), 男, 农学硕士, 河南省农科院粮食作物研究所副研究员, 主要从事玉米遗传育种研究, 河南省优秀青年科技专家。

文主要以混合型高淀粉玉米为主,详述其营养特点、用途、效益和育种等。

2 高淀粉玉米子粒的营养特点

高淀粉玉米提高了子粒中的淀粉含量,其子粒的物理性状和营养成分也发生了变化。高淀粉玉米的子粒粒重、胚乳重比普通玉米和高油玉米高,而胚重则较低,胚乳较大,占子粒的比例也最大,而胚所占比例较小,胚/胚乳比值最小;子粒淀粉含量达到74%以上,显著高于普通玉米和高油玉米;淀粉成分中支链淀粉和直链淀粉均比普通玉米高,支链/直链的值相差较小,这说明混合型高淀粉玉米同时提高了支链淀粉和直链淀粉的含量。子粒蛋白质含量与普通玉米差异不大,但子粒粗脂肪的含量低于普通玉米和高油玉米。

3 玉米淀粉的广泛用途

玉米淀粉广泛应用于食品、医药、造纸、化学、纺织、建筑、石油化工、燃料、和塑料业等工业领域,据调查,以玉米淀粉为原料生产的工业制品达1 000余种。美国称淀粉业为“朝阳工业”,其地位仅次于电子、汽车和冶金,其广泛用途与石油类产品相提并论。

3.1 丰富的副产品

玉米淀粉是玉米的初级产品。目前世界淀粉产量约为4 600万t,其中90%是玉米淀粉,其余为木薯、小麦、马铃薯淀粉。玉米淀粉能够独占鳌头的原因,不仅是玉米原料丰富、价格便宜,还因为在所有淀粉生产中以玉米淀粉的副产品所得的回报最大。100 kg玉米除可制得淀粉66 kg外,还可得到副产品含60%蛋白质的玉米蛋白粉6.3 kg、玉米油2.7 kg含21%蛋白质的纤维饲料23 kg,而玉米蛋白粉和玉米油的售价都高于主产品淀粉的价格。特别是玉米油含较高的亚油酸、亚麻油酸及维生素E,有预防和治疗心血管病的结果。

3.2 高附加值的深加工产品

由于以淀粉为起始原料的深加工产品附加值高,因此淀粉厂都把淀粉进一步深加工为各种产品,其产品主要有淀粉糖、变性淀粉、有机化学品三大类。

3.2.1 淀粉糖 淀粉糖是淀粉深加工产量最大的一类产品,主要包括葡萄糖浆、麦芽糖浆、42-果葡糖浆、55-高果糖浆及医用结晶葡萄糖等。最早的淀粉

产于1866年,在一个多世纪的时间里,伴随着淀粉酸水解技术、酶技术的成熟,甜味剂提纯器,旋转真空过滤机等先进设备的应用,淀粉糖已由单纯的天然甜味剂发展成为多种类、多功能的系列化产品。

淀粉糖是一个重要的营养素,而且极易为人体消化吸收,深受广大消费者的欢迎。1999年美国淀粉产量达2 038万t,其中主要用于饮料和罐装食品,乳制品42-果葡糖浆和55-高果糖浆的总量为1 437.5万t,占淀粉糖总量的70.5%。美国人均年消费淀粉糖(干基)40 kg已高于年消费精制蔗糖31 kg的水平,蔗糖与淀粉的消费比为1:1.29,充分体现了淀粉糖发展的魅力。

同时,将葡萄糖、麦芽糖、果糖都可以加氢处理,分别得到山梨醇、麦芽糖醇和甘露糖醇,它们统称多元糖醇。由于多元糖醇具有较好的保温性、降压、利尿、提高生物抗逆耐受力等特性,加上价格上的优势,使其在分子生物学、医学、食品工业、化妆品工业、农业等领域有着广阔的市场前景。另外经微生物作用制得的微生物多糖,也有很大的用途,如黄原胶由于具有良好的抗剪切、抗盐、耐酸碱、耐高温等特性,被大量用于石油钻井、医药和食品。

3.2.2 变性淀粉 玉米淀粉深加工的另一大类产品是变性淀粉,它是淀粉经物理、化学或酶的方法改变淀粉的性能,使其符合各行各业应用的需要。变性淀粉产量大、品种多。一般发达国家都在百万吨到几百万吨的产量。目前变性淀粉已在造纸、纺织、食品、铸造、医药、建筑、石油钻井、选矿等领域有所应用,其中以造纸行业的应用量为最大,约占总量50%~60%,主要用作湿部添加剂、层间或表面喷雾剂、表面施胶剂和涂布粘合剂。变性淀粉在食品工业的应用可以使加工食品在高温、高压和低pH条件下保持较高的粘度稳定性,也可以使加工后的食品在室温或低温保藏过程中避免水质分离,同时,还可以改善食品的外观,提高其光泽度。所以在生产方便食品、肉制品、调味料、酸奶、汤料、糖果、果冻、冷冻食品、松脆点心、休闲食品等都可以添加变性淀粉,以提高产品质量。变性淀粉在纺织工业用量较大,主要用在丝纱上浆、印花糊料。在石油工业中变性淀粉主要是用于石油钻井液、压裂液和油气生产等多种场合。总之变性淀粉的应用范围广,专用性强,品种多,是一个市场潜力大,不断发展中的产品。

3.2.3 有机化学品 用玉米淀粉生产的另一大类产品是有机化学产品,由于玉米是可再生资源,并

且以淀粉为原料制造的高分子产品比化学合成的高分子产品有独特性能,可以占有自己的市场。

在这类产品中产量最大的是发酵酒精,玉米酒精生产开始于二战以前,直到 20 世纪 70 年代,酒精才大量生产。最初生产酒精的目的是作为生产橡胶的工艺辅助剂和燃料填充剂。目前主要是用来合成酒精汽油,即在汽油中加 10% 的燃料酒精掺合成酒精汽油,既可以使汽油燃烧完全,又可减少汽车尾气的有害成分,清洁空气。由于石油资源有限,人们环保意识不断增强,酒精生产技术空前发展,燃料酒精的发展前途十分光明。1999 年美国生产发酵酒精耗用玉米 1 942 万 t,折算生产酒精约 561 万 t,其中食用酒精约 107 万 t,燃料酒精约 454 万 t,是用玉米生产酒精的最大生产国。我国从今年开始分别在河南、吉林等地建立了燃料酒精基地。

用玉米淀粉生产有机酸、氨基酸也是工业化生产的高附加值产品。如赖氨酸是动物体内不能合成必需从外界摄取的必需氨基酸,它被称为第一限制性氨基酸,由于它的缺乏将影响其他氨基酸的吸收。因此随着饲料业、饲养业的发展,赖氨酸的需求量也越来越大。味精(谷氨酸钠)被广泛地应用在饮食业及烹饪调味。我国是味精生产大国,产量居世界第一。以淀粉为原料生产的氨基酸还有异亮氨酸、精氨酸、结氨酸等。近年来氨基酸的世界需求量增长迅速,1998 年世界氨基酸的需求量增长估算为 7.6%。用玉米淀粉生产的有机酸有柠檬酸、乳酸、苹果酸、衣康酸、草酸等。其中柠檬酸产量较大,柠檬酸在食品工业、医药业、洗涤业、纺织工业、化妆品业上都有广泛的应用,近年来柠檬酸在非食品工业上应用日益扩大,因此世界的消费量近 20 年以 5% 的速度递增。我国柠檬酸产量排世界的第一位,出口贸易量占第一位,年出口在 20 万 t 左右。乳酸主要用于食品工业,约占乳酸总量的 50%。目前世界需求量 13~15 万 t,仍以 5%~8% 的速度增长,近年来不少国家开发聚乳酸生物可降解塑料,乳酸有较大增长的潜在市场。其他有机酸也呈发展趋势。

3.2.4 产品范围的新扩展 酶制剂是淀粉的下游产品,被称为生物催化剂,具有催化效率高、专一性强、作用条件温和的特点。国际上洗涤用酶占总酶制剂约 38%,淀粉加工用酶约占 11%,纺织用酶约占 9%,其他行业用酶 42%,世界酶制剂销价额在 10 亿美元以上。

淀粉高分子功能树脂是近年的高新技术产品,与合成高分子树脂相比有其独特的性能,其中高吸水性树脂可以吸收自身重量 500~1 000 倍的水分,

主要用于一次性尿布、妇女卫生用品,医用床垫、土壤改良剂、种子保水剂、玻璃表面防雾剂等产品,在美国、日本、欧洲都早已建造生产,我国只有少批量生产。

减肥淀粉是一种较新的产品而且处于市场发展中的初期阶段,减肥淀粉在小肠中不能被消化,功能与食用纤维相似。它们可以作为低糖或低脂肪食品配方中的添充剂。

目前在市场上作为以石油为原料的环保替代品,仍处于初期发展阶段。主要有生物降解包装防震缓冲材料和可降解塑料。其中淀粉可降解塑料,是各国都在关注的热点产品。目前生物可降解的全淀粉塑料即将问世,淀粉含量近 90% 以上,其余成分也是可以降解的物质。另一个生物可降解塑料是美国处于领先地位的聚乳酸,能制成商品级塑料产品,可与利用不能再生资源制成的产品提供价格上的竞争。这种材料可以制成纤维、地毯、杯子、食品盒、包装物及家具,只是目前成本较高,大规模生产还需解决降低成本问题。

4 种植高淀粉玉米的经济效益

种植高淀粉玉米的经济效益是非常显著的,高淀粉玉米子粒的淀粉含量在 74% 以上,出粉率比普通玉米增加 5% 以上,我省是玉米大省,常年种植面积维持在 200 万 hm^2 左右,若以 66.7 万 hm^2 种植高淀粉玉米,由于高淀粉的优质优价收购可使农民多收 5 亿元;企业以高淀粉玉米为生产原料生产淀粉,由于淀粉成本降低,产量提高,据有关专家研究推算,每吨可比普通玉米增值 56 元,生产厂家可从中多获利润 2.8 亿元。两项合计可增值 7.8 亿元,效益是非常可观的。

5 高淀粉玉米的育种

高淀粉玉米品种的选育主要通过合成优质群体作为育种素材,然后对这些育种材料实行定向选择,并通过添置快速品质分析设备,加强早代系的品质选择,通过累加效应,达到提高淀粉含量的效果。当前世界各国都在致力于高淀粉玉米育种研究,我院也把选育该类型的工业专用型高淀粉玉米新品种作为工作重点,目前已选育出两个高淀粉玉米新品种。其中育成的郑单 18 在黄淮海夏玉米区试中产量较对照增产 10.02%,淀粉含量为 74.29%,是一个优质高淀粉高产玉米新品种,于 2001 年 6 月通过了国家审定,具有十分广阔的应用前景。