

食品讲坛

大米营养强化与改善 膳食结构的关系

姚惠源

(粮油科学与工程系)

一、谷物营养强化是当今世界发展营养 强化食品的重要组成部分

大米、面粉、面包、通心粉和早餐谷物等米、面食品的营养强化,是当今世界发达国家和发展中国家发展营养食品的一个重要组成部分,谷物是人们摄取人体所必需的热能和各种营养素的重要来源。谷物营养强化的主要内容是提高植物蛋白,主要是提高谷物蛋白的生理价值,同时补充人体必需的维生素和矿物盐。

当今世界供给80%以上人口的蛋白质和热能组分方面,谷物起着主导作用。在发展中国家谷物所提供的热量占人体所需热量的70~80%,所提供的蛋白质占总量的一半以上^[1],这种以谷物食品为主,动物食品很少的膳食结构,绝大部分蛋白质营养价值较低,脂肪总摄入量偏低,维生素A的来源极少,由于谷物加工或烹调的不合理,硫胺素和尼克酸缺乏,钙的摄入量偏低,又因谷类含植酸较多(某些蔬菜中含草酸较多,而且膳食中维生素D来源较少),因此使钙的实际摄入量和可被机体利用的钙远低于供给量水平。因此,以谷物类为主的膳食结构,对人民的健康,特别是对正在生长发育的儿童和青少年影响更大。在经济发达的国家,人们热能和蛋白质的极大部分来源于动物食品,但是由于膳食中动物性食品过多,谷物和蔬菜等植物性食品偏少,以致脂肪及饱和脂肪酸和胆固醇过高,膳食中应占一定比例的纤维素又嫌不足。此种不平衡膳食与动脉粥样硬化和冠心病发病率较高以及肥胖症较多都有一定的关系。因此,1977年美国营养委员会提出,要从减少脂肪和增加谷物食品等方面来改善美国的膳食结构。随着健康和疗效的需要,一些发达国家目前已十分重视提高谷物等植物蛋白在膳食结构中的比重,谷物食品的营养强化已成为当今世界发展营养强化食品的一个重要方面。表1和表2分别为工业发达国家和发展中国家的蛋白质摄取量和谷物蛋白在膳食结构中的比重。

本文1986年6月14日收到

表1 发达国家和发展中国家人们的蛋白摄取量

指 标	每人平均的蛋白质摄取量克/日		
	1961—1963年	1975年	1985年(测预)
发达国家			
蛋白质摄取总量	85.6	89.4	92.4
其中动物蛋白	45.3	50.6	54.6
发展中国家			
蛋白质摄取总量	54.8	61.3	67.1
其中动物蛋白	10.9	13.9	17.5

资料来源:《人造营养食品》[苏]B·E托斯托古佐夫

p.3 1985

表2 谷物作为蛋白质来源在某些国家居民的膳食中所占的比重

国 家	谷物蛋白占蛋白质 总量的百分数	谷 物 种 类	居民每人每天的 蛋白质摄取量(克)
加拿大、美国	23	小 麦	95
斯堪的纳维亚国家	29	小 麦	88
日 本	47	稻 谷、小 麦	70
墨 西 哥	53	玉 米、小 麦	68
巴 西	36	小麦、稻谷、玉米	65
印 度	57	稻 谷、小 麦	56

资料来源: F.E.Horan—Cereal sic.Today(1973)

表2表明,小麦、稻谷等谷物蛋白是人们摄取蛋白质的重要来源,尤其对于发展中国家更是如此。然而谷物蛋白中通常缺乏人体所必需的赖氨酸和苏氨酸。从营养方面来说,蛋白质的基本功能在于供给人体一定数量的各种必需氨基酸和必要数量的各种非必需氨基酸,作为氮的来源。保持蛋白质中各种氨基酸适当的比例仍是最有利于人体吸收和利用蛋白质的条件。

表3为联合国粮农组织(FAO)和世界卫生组织(WHO)提出的蛋白质氨基酸构成比例的理想模式与粳米、小麦粉蛋白质氨基酸构成比例的对照表。

表3资料表明,赖氨酸是大米和面粉的第一限制性氨基酸,如给大米和面粉添加赖氨酸或将面粉与大豆蛋白加以配合,都能提高它们的生理价值。例如,给小麦蛋白加入0.3~0.4%的赖氨酸可以使其生理价值提高1倍左右,在大米中添加0.2%的赖氨酸^[1],其生理价值可提高2.3倍。所以世界蛋白质短缺的问题也就是口粮结构中完全蛋白质,或者说,必需氨基酸不足的问题,可以通过改善谷物的氨基酸成分来提高蛋白质品质,从而相应的提高蛋白质的摄取量。此外,对谷物进行多种维生素和矿物盐的营养强化,是全面满足人们对维生素和矿物盐需要量的重要途径,不仅对营养素供给量不足的第三世界或发展中国家有着重要的意义,而对发达国家改善目前高能量、高蛋白的超负荷膳食结构尤为重要。因此当今世界经济发达国家和发展中国家都十分重视谷物食品的营养强化。

表3 FAO/WHO建议模式与粳米小麦粉蛋白质氨基酸比例对照表

氨基酸类别	缬氨酸	亮氨酸	异亮氨酸	苯丙氨酸 + 酪氨酸	蛋氨酸 + 胱氨酸	赖氨酸	苏氨酸	色氨酸
FAO/WHO模式	5.00	7.40	4.00	6.00	3.50	5.50	4.00	1.00
粳米蛋白质	5.43	8.40	3.54	4.75 苯丙氨酸	1.73 蛋氨酸	3.52	3.85	1.68
小麦粉蛋白质	4.22	7.11	3.58	4.53 苯丙氨酸	1.41 蛋氨酸	2.44	3.06	1.14

资料来源：《强化食品》，张锦同，轻工业出版社，1983

日本政府早在1952年就制订了大米、面粉的强化标准。由于日本居民对精白米的嗜好，须要依赖强化米来解决维生素B₁的供给问题。在精白米和精白面粉中都进行维生素B₁、B₂、赖氨酸和钙等营养素的强化^[3]。

欧洲已有许多国家对面粉进行营养强化，如德国、英国、丹麦、瑞典等对面粉增补维生素B₁、B₂、尼克酸、钙和铁等矿物质。

美国早在1942年就有27个州对面粉的强化作出法令性规定，虽然大米的食用量极少，但某些州也于1956年法令规定所有的食用米应进行强化。美国食品和药物管理局(DAF) 1972年发布了对烘焙食品、通心粉和大米的统一强化标准，规定必须强化硫胺素、核黄素、烟酸、铁、钙和维生素D等营养素^[4]。国际科学研究所食品和营养委员会在1974年推荐谷物强化硫胺素、核黄素等11种营养素^[4]。到目前美国约有92%的早餐谷类食品均已强化到标准水平，提供了营养超凡的美国膳食^[5]。

广大的亚、非地区的发展中国家也开始对主食大米进行了维生素B₁、尼克酸及铁等营养素强化^[3]。

综上所述，不难看出，谷物营养强化已是当今世界发达国家和发展中国家发展营养强化食品的重要组成部分。

二、大米营养强化在改善我国膳食结构中的重要地位

根据全国第二次营养调查，我国人民膳食中，热能的绝对量已满足，只是由蛋白质提供的热能比例稍低一点。蛋白质的绝对量不足，质量也相差较大(来自动物类食物的比例很低，脂肪量相差得更多。我国人民膳食中的矿物质和维生素不足^[6])。

因此，当前改善我国人民膳食结构的主要措施，一方面应当是在保持以植物类食品为主的基础上，努力改善和提高植物蛋白的数量和质量，尤其应重视对谷物食品的营养强化；另一方面逐步增加动物类食品的比重，提高膳食的质量，全面满足人们对热量、蛋白质、脂肪、矿物质和维生素的营养需求。

根据中国农业科学院粮食与经济作物发展研究组及情报所、农经所按照每日膳食中营养素供给量的标准，可能达到的农牧渔业生产水平和人民的购置力(消费基金)，以及我国人民的膳食习惯等多种因素所进行的综合研究，对我国人民在1990年和2000年的膳食结构提出了两个设想方案(见表4)。显然，按这个设想，1990年我国人民的膳食结构中谷物仍占很大比重，动物类食品只有一定数量的增加，膳食质量只是初步有所改善，2000年因动物类食品

有较多增加,口粮明显减少,膳食的营养水平显著提高。但动物类食品即使达到高限数量,也只能满足人体营养的基本需求。

表4 1990年与2000年我国人民膳食结构的设想方案

项 目		人均消费量(公斤)	
		1990年	2000年
谷 物 类(原粮)		210~245	165~215.5
豆 类		12	16~18
鲜 薯		33.5~36	30~36
肉 类		15~18	22.5~30
奶 类		9.5~11	20~30
蛋 类		4.5~6.0	10~12
鱼 类		4~6	10.5~9.0
植 物 油		4.5	6
食 糖		6	6
蔬 菜		125~140	120~125
水 果		12	18.5~20.0
营 养 水 平	每 日 平 均 热 量(千 卡)	2413~2608	2400~2616
	其 中 来 自 植 物 食 品(%)	87.6~90.6	78.3~85.1
	其 中 来 自 动 物 食 品(%)	9.4~12.4	14.9~21.7
	每 日 平 均 蛋 白 质(克)	68.1~72.2	73.2~76.2
	其 中 来 自 植 物 食 品(%)	84.9~88.9	74.9~82.0
	其 中 来 自 动 物 食 品(%)	11.1~15.1	18.0~25.1

资料来源:中国农业科学院粮经课题组

表4表明到1990年和2000年我国人民每日平均蛋白质的摄入量已达到了人体每日所需要蛋白质70~80克的标准,但蛋白质的来源主要靠植物蛋白,其中主食谷物蛋白占极大比重。

我国三分之二的人口以大米为主食,按表4膳食结构中的谷物折算成大米,则1990年人均大米的消费量为147~171.5公斤,2000年人均大米消费量为115.5~150.5公斤。按精米蛋白质的含量平均为7%计算,则主食大米每天向人们提供的蛋白质分别为28.19~32.89克和22.15~28.93克,分别占1990年和2000年人们每天摄入蛋白质总量的41.39~45.56%和30.27%~37.48%。而日本1973年食物结构中大米提供每人每日的蛋白质为总摄入量的20%。显然,到本世纪末我国人民生活达到了小康水平时,在膳食结构中主食谷物蛋白仍将占重要的比重。所以努力改善和提高谷物蛋白的品质,进行大米和面粉的氨基酸、维生素和矿物盐的营养强化,它与当前我国努力发展畜牧渔业生产来改善和提高膳食中的动物蛋白具有同样重要的意义和作用。在某种意义上说,通过营养强化的手段来提高谷物蛋白质的质量,使其蛋白质的品质接近于动物蛋白水平,对于改善和提高我国的膳食结构,提高人们的营养和健康水平比之增加动物蛋白更为迅速和经济,因为根据粗略估算,我国膳食的蛋白中来自动物蛋白所占比例每增加1%,大约需要50亿公斤左右饲料粮。在三环节食物链条中(种植业——畜牧

业——食品),饲料转化为食品的产出率为3~28%,同时饲料蛋白转换为动物蛋白的产出率为6~38%。换句话说,在畜产品生产过程中通常要损耗四分之三以上的植物蛋白^[1]。对于我国人口众多,耕地面积较少,人均粮食占有量不很富裕的情况,必须采取积极提高植物蛋白质品质 and 努力发展动物蛋白相并重的方针。

大米作为我国人民的主食除了具有食用面广量大的特点以外,还具有蛋白质品质好的优点,其生物价比小麦、玉米等谷类蛋白要高得多,其营养价值是植物蛋白中最好的,接近动物蛋白,参见表5。

表5 几种常用食物蛋白质的生物价

大 米	77	马 铃 薯	67	白 菜	76
小 麦	67	玉 米	60	白 鱼	76
大 麦	64	大 豆	64	虾	77
高 粱	56	蚕 豆	58	牛 肉	76
小 米	57	绿 豆	58	鸡 蛋	94
甘 薯	72	花 生	59	牛 奶	85

资料来源:《营养与食品卫生学》武汉医学院,人民卫生出版社,1985

从表5可知,动物蛋白质的生物价大大超过植物蛋白质,大米的生物价远远高于小麦和玉米,在植物蛋白质中显示了极优良的性质。虽然大米蛋白质的含量低于小麦和玉米,但由于其生物价高,因此,从总的来讲,大米、小麦、玉米的可利用蛋白质是相近的^[1]。

必需氨基酸是评价蛋白质营养价值的重要标志之一。赖氨酸是大米蛋白质的第一限制性氨基酸,据世界卫生组织(WHO)和联合国粮农组织(FAO)的测定,蛋白中赖氨酸含量为5.5%就能满足人体的需要,成为类似鸡蛋蛋白的一种理想蛋白质或基准蛋白质。大米蛋白中的赖氨酸含量一般为3.52%,如能将其含量提高到接近于5.5%,那么大米蛋白质的质量还会进一步提高,使其达到动物蛋白的水平,无疑这对改善我国的膳食结构将起到重大的作用。但是,根据农业学家的研究,稻米蛋白质和赖氨酸含量的遗传力低,受环境影响较大,要提高稻米蛋白质和赖氨酸含量显然是十分困难的^[1]。为此,国外采用对大米进行赖氨酸强化的方法来提高大米的赖氨酸含量,从而大大提高大米的蛋白质品质,并取得了显著的成效,参见表6。

表6表明,大米用合成的赖氨酸及苏氨酸进行营养强化,则其蛋白质的PER值可提高到3.4以上,用赖氨酸单独强化,其PER值可提高到2.55,即大米蛋白质在体内的被利用程度分别比强化前提高78.9%和34.2%。表6还表明,经强化后的大米蛋白质的PER值已超过营养价值很高的乳酪蛋白质的PER值,可见大米营养强化对改善和提高其蛋白质品质的重要作用。对蛋白质的营养价值的评价,不仅要注意其蛋白的含量,而且要了解它的利用率。即改善蛋白质的品质,提高蛋白质的净利用率,对于一定的蛋白质来说,相当于增加蛋白质的摄取量。大米经赖氨酸强化后,由于大米蛋白质在体内的利用率提高,相当于增加了大米蛋白质的摄取量。如将1990年和2000年膳食结构设计方案中的谷物折合成大米,并对大米进行赖氨酸强化,则就不难计算出由于大米强化而所相应增加的大米蛋白质的摄取量,参见表7。

从表7计算值可知,1990年和2000年的膳食结构中,因大米经赖氨酸强化,使大米供给每人每日的蛋白质从未强化前的28.19—32.89克和29.73~38.82克,相应的增加到37.83—

表6 大米蛋白氨基酸强化的PER值

处 理	平 均 增 重(克)	平均摄入食物(克)	PER
大 米	45.0±5.9 ^a	302.0±38.3	1.90±0.10
大米+赖氨酸 ^a	61.1±7.9	307.0±19.1	2.59±0.26
大米+L-赖氨酸 ^b	60.0±5.8	309.0±42.6	2.55±0.20
大米+L-苏氨酸 ^a	41.0±7.4	277.0±53.4	1.94±0.13
大米+L-苏氨酸 ^b	47.0±12.0	264.0±39.4	2.06±0.36
大米+L-赖氨酸 +L-苏氨酸 ^a	99.0±13.5	375.0±46.7	3.47±0.26
大米+L-赖氨酸 +L-苏氨酸 ^b	102.0±9.1	379.0±46.7	3.42±0.32
乳 酪(对照)	92.0±14.2	365.0±39.8	2.93±0.45

注: a、用扩散好的谷粒加入以强化

资料来源: Brenes et al, 1975

b、加入合成的氨基酸以强化

c、标准偏差

表7 大米经赖氨酸强化后所相应提高的蛋白质摄入量(计算值)

项 目	1990年	2000年
膳食结构设计方案中人均谷物(原粮)消费量(公斤)	210—245	165—215.5
谷物原粮折合为标一大米的人均消费量(公斤)	147—171.5	115.5—150.85
标一大米所提供每人每日的蛋白质摄入量(克)	28.19—32.89	22.15—28.93
大米经赖氨酸强化后因利用率提高 而折算蛋白质摄入量(克)	37.83—44.14	29.73—38.82
大米经赖氨酸强化后所相对增加的蛋白质量(克)	9.64—11.25	7.58—9.89
膳食结构方案中每人每日的蛋白质摄入量(克)	68.1—72.2	73.2—76.2
大米经赖氨酸强化后膳食结构中每人每日的蛋白质 摄入量(克)	77.74—83.45	80.05—86.09
每人每日蛋白质摄入量的平均值(克)	80.595	83.07

44.14克和29.73—38.82克,从而使膳食结构设计方案中每人每日蛋白质的摄入量分别从68.1~72.2克和73.2~76.2克提高到77.74~83.45克和80.05~86.09克,显然这样的水平已达到或接近发达国家七十年代末的蛋白质供给水平。可见大米营养强化对改善我国膳食结构的重大作用。据我院大米营养强化课题组的研究,大米赖氨酸强化的成本每500克为四分钱左右,用四分钱换取10克左右的蛋白质,在经济上是非常合算的,也是能为人们所乐意接受的,尤其对于当前蛋白质供给的数量和质量尚不能满足人体要求的情况下,具有更重要的现实意义。

鉴于大米是我国大多数人们的主要食品,因此,大米除了强化蛋白质以外,尚可以强化目前膳食和人们营养中所普遍缺乏的维生素和矿物盐。如维生素B₁主要来源于谷物,但它主要分布在谷物的外层,由于目前人们对精制米的要求日益增加而随大米精度的提高,维生素B₁的含量日趋减少,已远远不能满足人体的需要,又如维生素B₂也是当前我国许多地

区普遍缺乏的一种维生素,在大米中强化维生素B₁和B₂,是满足人体对维生素B₁和B₂需要量的一种有效方法。在大米中进行矿物盐的强化,对改善膳食结构也有显著效果。

三、我国大米营养强化的研究方向与技术途径

大米营养强化的研究在世界上已有近四十年的历史,强化米最早于1948年在菲律宾出现,之后即有许多国家和地区进而研究和推广,目前像美国、日本等一些经济发达的国家都有一整套大米营养强化、标准和生产工艺。我国是世界上生产大米最多的国家,全国约有三分之二的人口以大米为主食,是目前人们膳食结构中的主体。因此,我国大米营养强化的方向必须坚持把强化米作为一种大众营养食品来进行研究和推广。具体地说,强化米的营养标准应针对我国人民目前所普遍缺乏的营养素进行添补和强化;质量和外观色泽应保持我国大米的传统特色,适合人们的传统口味;生产工艺应简而可行,使目前极大多数的大米加工厂稍经改造后都能加工生产;价格应大众化,使广大人民都能买得起,吃得上;营养强化剂必须符合国家卫生标准,保证食用安全可靠。只有坚持这个方向才能使强化米的研究和推广对改膳我国的膳食营养和健康水平起到积极的作用。

世界大米营养强化的研究,大致可归纳为营养强化的标准和强化工艺这两个方面的内容。根据我国的具体国情和借鉴国外的先进经验,对我国大米营养强化的技术途径提出以下探讨性见解。

1. 大米营养强化的标准研究

大米营养强化标准应参照每日膳食中营养素供给量标准与人们每天从膳食中所能实际摄取的营养素量的差额进行综合研究,然后制订出合理的大米营养强化标准。国外一些发达国家对维生素B₁、B₂和Fe、Ca矿物盐的强化量均超过日供应量的几倍,显然与这些国家的膳食结构有关,由于发达国家大米或其它谷物类每天进食量极少,因此它作为一种特殊营养食品的强化标准,以从少量的进食中摄取维生素和矿物质的较大部分的供给量。表8为日本和美国分别在1971年和1972年发布的大米强化标准^[3]。

表8 日本和美国的大米强化标准

营 养 素	日本(毫克/100克)	美国(毫克/公斤)
硫 胺 素	100~150	6.4
核 黄 素	50~100	4.0
烟 酸	—	53
铁	—	58
钙	—	2116

资料来源:①《强化食品》,张锦同编,p37,1983

②“Brooke”,1972,RICE:PRODUCTION AND UTILIZATION Vol.2
p498

表8表明强化量都很大,这种强化标准就不适合我国的具体国情,我国应充分考虑以谷物类为主体的膳食结构特点,并考虑其他副食品对人体维生素和矿物盐的供给量,同时还要考虑强化成本及保持大米传统色泽和口味等多种因素,以及对大米这种颗粒物料高浓度营养强化十分困难等工艺因素,所以对维生素B₁和B₂的强化标准建议在扣除强化米贮藏和蒸任损

失后的日供应量的30%~25%之间。鉴于目前人们膳食中铁的生物价很低,所以铁在体内的吸收率很差,以致造成人们缺铁比较严重。据全国营养调查,全国约有50%的儿童患有不同程度的缺铁性贫血症。因此铁的强化标准应以日供给量的标准,并应选择生物价高的铁盐,如乳酸亚铁等作为强化剂。钙也是当前儿童和妇女及老人所缺乏的一种矿物盐,但鉴于钙对大米的强化十分困难(国外也同样未解决高钙量的强化问题),同时也考虑到强化的成本等因素,所以钙的强化标准建议在日供给量的25%为宜。在维生素和矿物盐的强化中还包括维生素A、D、烟酸及锌、镁等特种需要的矿物盐,这些强化标准应根据儿童、孕妇、老人、病员等特种需要的系列强化米而研究制订。

赖氨酸的强化标准,可根据FAO/WHO的氨基酸构成比例模式,并考虑单独强化赖氨酸时必须使强化米中赖氨酸(第一限制氨基酸)和苏氨酸(第二限制氨基酸)的配比接近平衡,同时考虑赖氨酸强化的工艺损失等综合因素计算而得,每100克大米赖氨酸的强化量建议在0.15克左右。根据以上分析和计算,我国大米营养强化标准建议采用表9的数值。

表9 我国大米营养强化的建议标准(100克中含量)

硫胺素(毫克)	核黄素(毫克)	铁(毫克)	钙(毫克)	赖氨酸(毫克)
0.2	0.2	3.0	30	150

注:此建议标准为大众营养强化米的标准,不含儿童,老人系列强化米标准

2. 大米强化工艺的研究

大米作为颗粒状散粒体进行各种营养素的强化(或添加)比之粉状的面粉、米粉或其它食品的营养强化在工艺上要困难得多,国外多采用浸渍涂膜或包裹等强化工艺,以生产耐淘洗的浓缩强化米,食用时按1:200或1:100的比例加入普通白米中,这种加工工艺冗长复杂,而都必须辅以蒸气处理。图1为国外浸吸法强化大米的一般工艺流程^[3]。

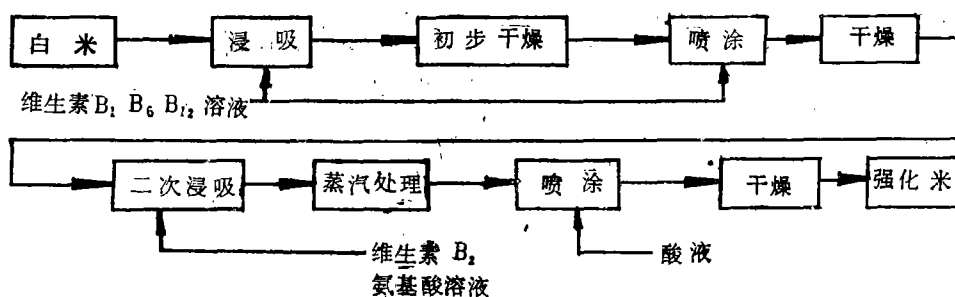


图1 浸吸强化米生产工艺流程

从上图强化米的生产工艺可知,从白米加工成强化米需要经过二次浸吸,三次干燥,二次喷涂和一次蒸气处理等八道强化工序,显然设备多,投资大,能耗高,成本贵。而所生产的强化米由于核黄素等营养素的浓缩强化,使米粒带有受人厌恶的黄色,不能保持大米洁白的自然本色,这种带色强化米是不受消费者欢迎的,是强化米生产中的一大难题。显然国外这种普遍所采用的强化米生产工艺不适合我国的国情,产品不符合我国人民的膳食大米的传统习惯。

根据我国的现实情况,强化米生产工艺的研究应本着工艺简单,设备少,投资省,上马快,便于全国大多数碾米厂推广的原则。因此,强化米生产工艺的研究存在着一个创中国特色和赶超国际先进水平的问题。

大米营养强化,营养素一般应先溶解于水中,然后通过浸渍使营养素渗入大米籽粒内部,为了使营养素有效的渗入籽粒内部,必须经过一定条件的水热处理。根据国外资料,一般需在40~50℃的溶液中浸渍4小时左右,然后通过干燥将大米的水分回复至原始水分。这种强化工艺属于缓苏型强化,必定工艺冗长复杂。符合我国国情的大米营养强化工艺,必须致力于研究出一种强烈型强化工艺。将国外静止浸渍改为强烈搅拌,提高营养剂浓度,并利用大米营养强化过程中由于强力运动所产生的热量使溶剂保持50℃左右的恒温,同时控制营养剂的浓度,使大米籽粒在强化过程中所增加的水分能在强化工艺的后阶段自然蒸发,使大米水分回复至原始水分,这种强烈型强化工艺同样可达到国外缓苏型强化工艺的效果,而它的工艺和费用显然比缓苏型工艺要简单得多,节省得多。我院强化米课题组已初步研究成功一种不用浸渍、不用干燥,不需要蒸气的强烈型大米营养强化新工艺和相应的强化设备。图2为强烈型大米营养强化新工艺的简要流程。

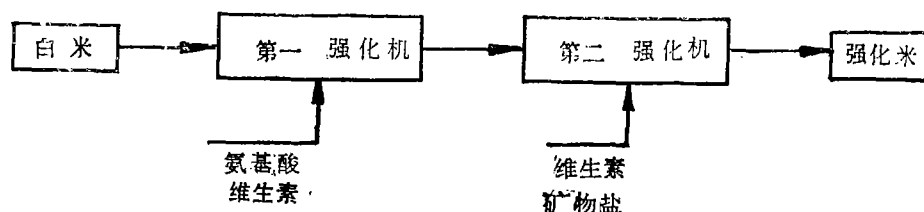


图2 强烈型强化米生产工艺流程

从图2可知,强烈型强化米生产工艺只采用由二台大米营养强化机所组成的二个强化系统的简单工艺,就可实现赖氨酸、维生素和矿物质等多种营养素对大米的营养强化。据试验测定,赖氨酸的强化率可达90%以上,维生素的强化率可达60~70%,矿物质盐的强化率可达80%以上,充分显示了这种新工艺的先进性和可靠性,这种工艺所生产的强化米能保持大米的传统色泽和口味,而且食用前不用淘洗,也不用按比例添加到白米中,是一种具有中国特色的无色无味的全面营养强化米。

大米营养强化的研究在我国刚刚起步,在研究中除了吸收国外先进经验外,一定要创造中国的特色,赶世界先进水平。

参 考 文 献

- [1] [苏]B.Б.托斯托古佐夫著,王树桐译,《人造营养食品》,农业出版社,1985
- [2] International action to avert the impending protein Crisis, New York, United Nations.
- [3] 张锦同编著,《强化食品》,轻工业出版社,1983 p37—44 1986.
E/4343/REV, p1—33
- [4] R.R.Mickus, B.S.Luh: 《Rice Enrichment With Vitamins and Amino

Acids》Rice: PRODUCTION AND UTILIZATION Vol 2 1980 p497

[5] Gilbert A. Leveille: 《Food Fortification-opportunities and pitfalls》
in “Food Technology” 1981, p58

[6] 中国农业科学院粮经课题组, “改善膳食结构的设想和措施” 中国食品报, 1985

[7] 稻谷品质及其理化分析, 中国水稻研究所, 1985。

[8] 武汉医学院主编, 《营养与食品卫生学》, 人民卫生出版社, 1985