



食品強化工藝

上海食品研究所 译



上海科学技术文献出版社

456722-3/

T-201

食品强化工艺

上海市食品研究所情报室编

*

上海科学技术文献出版社出版

(上海高安路六弄一号)

新华书店上海发行所发行

江苏宜兴县南漕印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 3.5 字数 84,000

1982年2月第1版 1982年2月第1次印刷

印数: 1—4700

书号: 15192·185 定价: 0.50元

《科技新书目》15—211

前 言

食品是人体代谢的能量与物质基础。它能供给人体所需的热能和各种营养素,如蛋白质、脂肪、碳水化合物、维生素和矿物质(其中包括微量元素)等。人体如果缺乏必需的营养成分,便会导致发育迟缓,身体虚弱,以及由于功能障碍引起疾患,乃至死亡。

大部分食品内的营养素含量先天是不足的,加上食品在加工、运输、贮存过程中受各种化学、物理和生物因素的影响,势必造成营养素的流失。随着人民生活水平的提高和对营养的日益重视,普遍要求食品能供给更丰富、更全面的营养素。为此,强化食品被提到议事日程上,并得到迅速发展,形成了一门独立的学科——强化食品学。

根据人体的营养需要,在食品中适当地添加一些人工合成的或在其他物质中提取的营养素,以提高食品的营养价值是改善人体营养,增强人体健康水平的重要措施之一,这在工业发达国家已被证实有效。目前,国外强化食品种类繁多,有谷类、果蔬、糖果、饼干、乳制品、肉类、食用油和饮料等,几乎达到无食不强化程度。

随着我国科学技术的不断发展,对食品工业中的食品强化工作也很重视。但目前国内有关食品强化工艺的专业书籍还较少,不能适应食品强化工作的需要,因此我们翻译了美国国家科委在1975年发表的食品强化专题讨论会文集,供食品科研工

作者、高等院校食品专业师生参考。

王一平和尹耿全同志负责本书的审校工作。

编 者

原 序

目前,各种食品强化的实际状况和趋向是,尽管对营养的效果和安全性有充分估计,但对达到强化目的所遇到的纯属工艺方面的困难,未作充分的考虑。

因此把积极从事食品强化的专家们召集起来,成立一个专题研究组,探索有关食品强化工艺问题,看来是适当的。

本研究组对各类制品中普遍存在的问题作了全面考虑。要求每个论文报告者在考虑有关食品强化技术难题的同时,对指定的食品种类还须注意以下几点:

(1) 食品在冷冻、冷藏、干燥(热空气干燥与冷冻干燥)、装罐(静态蒸馏、连续蒸馏、无菌蒸馏)等不同加工及储藏方式中的损失差别(特别是维生素的损失)。

(2) 营养素降解关系到制品变质的情况。

(3) 强化营养素对制品本身和对一些由这种强化制品制成的食品的影响。例如,强化用的铁质往往会引起蛋白质的不稳定,此种情况不但存在于以铁质强化的制品中,而且也发生在由铁质强化物质所制成的菜肴制备过程中。特别是在添加矿物质时,可能引起特殊异味。

对提出的每篇论文报告,我们提供充分时间进行讨论和总结,以便指出需要进一步研究的方面和必须尽快解决的那些突出的问题。

目 录

维生素强化工艺.....	(1)
矿物质强化的工艺问题.....	(8)
营养素的稳定性及其效价.....	(19)
强化婴儿食品的工艺问题.....	(32)
谷物制品.....	(38)
乳制品强化工艺.....	(44)
肉和肉制品强化的工艺问题.....	(62)
影响果蔬营养价值和强化的因素.....	(72)
模拟食品的强化.....	(89)
饮料的强化.....	(96)
总结和展望	(107)

维生素强化工艺

B. Borenstein

大多数食品的维生素强化工艺，比确定需要添加的特定营养素和添加标准要简单一些。然而强化措施可能因下述各种原因而失效：

1. 可供研究方案参考的稳定性数据太少，动力学数据则更难获得。有关烫漂的特征、蒸馏中的 F 值以及食品的 pH 值等，在文献中很少谈及。商品维生素往往没有使用说明。而在研究食品稳定性时，把水的活性作为一个很重要的可变因素来考虑，还只是近几年的事。

2. 工业上加工工艺的保密。在工艺设计和防护设施中的熟练技术，通常是取得成功的原因。如在早餐用谷物食品上喷维生素就是一个例子。但是还未掌握具体工艺细节。

3. 缺乏强化经验，会使试制成本大大增加。这是由于缺乏有效的参考意见，分析方法不准确以及对维生素的化学不了解的原故。

维生素添加方法

在某些食品加工中，维生素可以分几个阶段添加。如有可能，最好在加热、充气和洗涤之后进行，添加方式和适当的商品维生素，一定要在实际试产之前决定。由于各种特定维生素稳定性的差异以及为一定工艺流程设计的商品包衣维生素之间的

差别,在实验室进行强化之前,对各种可变因素必须充分加以估计。因受食品加工和贮藏的影响,维生素的稳定性和官感变化,如同工艺流程方面一样,经常会有问题发生,但降低试制成本的准则是适用的。

例如,用大多数营养素强化面包,在工艺上并不复杂。目前有四种准许使用的营养素。通常是将干的预先混合的营养素,连续定量地加到面粉里去,或把片状和小块的营养素加到和面的水里。维生素 B_2 溶化很慢,如不充分溶化和分散,就会在面包里留下黄色斑点。这可采用细粒状维生素 B_2 和充分搅拌预混料等方法来避免。维生素 B_1 可从氢氯化物和一硝酸盐中获得。由于一硝酸盐的吸湿性较小,更适宜于干剂混合。

马铃薯片的强化工艺,对确定在哪一个加工工序中添加维生素较适当,提供了一个值得重视的实例。其操作步骤是削皮、切片、清洗、油炸、加盐及包装。将脂溶和水溶性维生素加入沸油中,即使情况再好,其效果也较差。我们的方法是选择适当的商品维生素,将它预先混合在盐内,在加盐工序中添加。这个实验已获得成功。发展的另一新产品是以维生素 B_1 (硫胺素), B_2 (核黄素), B_6 , B_{12} (或叶酸), 烟酸及泛酸钙(加铁和镁)强化植物组织蛋白。在这种情况下,加工者可按照他们自己所喜爱的方式添加。同时,微量营养素预混料在各加工环节中都可添加。例如,将悬浮在植物油中的微量营养素预混料喷在未成颗粒的或成品大豆粉中。以后主要研究了作为营养素预混料中铁质源的硫酸亚铁对泵的严重腐蚀问题。

我们在许多食品的强化工艺方面几乎没有经验,诸如双圈饼干、罐头蔬菜、意大利式烘馅饼和法国式油煎食品等。除 pH 值高的巧克力糕饼外,维生素 B_1 和维生素 B_2 在烘烤食品里一般都很稳定。Feliciotti 和 Esselen 指出,在较广的温度范围内,

当 pH 值从 4.5 增加到 6.0 时,模拟系统中的维生素 B₁ 破坏率增加;而 pH 值从 6.0 增加到 7.0 时,破坏率急剧增大。在 228°F 下,当 pH 值在 4.5,6.0 和 7.0 时,维生素 B₁ 的半衰期分别为 286,124 和 15 分钟。在未发表的研究中,我们发现,在 365~450°F 下烘烤 pH 值为 8.0~9.0 的巧克力糕饼 20~25 分钟,添加的维生素 B₁ 破坏率为 $\geq 90\%$ 。我们还没有找到解决这个问题的办法。

在一组未发表的实验中,以混合配料制备炸面饼圈时,维生素 B₁ 和维生素 B₂ 的破坏率各为 35% 和 18~27%。这些维生素是预先同以面粉为基料的一些其它干剂原料相混合的。

虽然光会迅速破坏装在透明玻璃容器内饮料中的维生素 B₂,而添加在白面包中的维生素 B₁ 和维生素 B₂ 在光中暴露时却很稳定。

必须注意,一种特殊维生素,如烟酸,虽然它的化学稳定性很好,但在可能产生浸析作用的加工过程中,如家庭中烹调糊制品,烫漂以及盐渍蔬菜时,就不可能保持它的稳定性。这点是极为重要的,因为盐渍等工序会使大部分天然存在的维生素大量浸出丢失。

在最近实验中,我们发现煮通心粉时的损失为:维生素 B₁ 33~43%,维生素 B₂ 12~27%。在烧熟的通心粉中,两种维生素保留率有差异,可能是由于维生素 B₂ 的水溶性较弱而维生素 B₁ 大量丢失在煮面水中的缘故。

适宜的商品维生素 A 棕榈酸盐具有广泛的用途,这包括水乳液中的油、聚山梨酸酯基溶液、预异构化维生素 A 棕榈酸盐油剂以及可分布在水中的干的颗粒和粉剂。这些产品在试产方案中一定要仔细地确定,因为不能根据一种制品的稳定性数据来推导其它制品的稳定性。一种稳定性好的干的细粒状维生素 A

棕榈酸盐可加到含维生素 B₁、维生素 B₂，烟酸和铁质的普通面粉预混料中，再按常规方法连续定量地加到面粉流中。

烟酸和烟酰胺基本上具有相同的分子量和生物效价，两者几乎都能应用于所有的食品中，在烘烤和其他压力操作过程中都很稳定。烟酰胺具有较好的水溶性，但在比较潮湿的环境下操作和储藏时容易结块。烟酸在食用标准时，不会使血管舒张，但工人在处理原料时，可能会受其影响。

在早期试制小麦-大豆和玉米-大豆-牛乳混合物时，尽管需要营养素，但并未添加维生素 C，由于认为这些混合干剂含水量较高，贮藏期间维生素 C 不稳定。后来 Vojnovich 和 Pfeiffer 获得的数据证明，含 12.6~14.6% 水分的小麦粉在室温下储藏 6 个月后，维生素 C 只损失 5%。温度较高时，小麦粉中维生素 C 的破坏率与含水量密切相关，如图 1 所示。在含 8.0~11.8% 水分的玉米-大豆-牛乳混合物中，维生素 C 比在含 12.9~14.6% 水分的小麦中的更不稳定，这就表明，制品的平衡相对湿度以及铁、铜含量等可变因素，对维生素 C 的稳定性来说，同制品本身的含水量一样重要。美国农业部规定，玉米-大豆-牛乳混合物的含水量不能超过 10%，小麦-大豆混合物的含水量不能超过 11.5%，以保证这些制品中维生素 C 的足够稳定性。抗坏血酸和抗坏血酸钠添加到商品速溶谷粉中都是稳定的。室温下储藏 12 个月的保持率为 $\geq 90\%$ 。维生素 C 降解会产生粉红或棕黄色，在大多数制品中这点不算问题。维生素 C 在烘烤温度下不稳定，pH 值高时容易氧化。目前还没有用维生素 C 强化面包和糕饼的工艺。面包可以喷维生素 C 溶液来强化，也可象美国农业部规程 FNS 180 号通告中“用奶油馅强化烘烤制品”那样，将维生素 C 添加在糕饼馅中。这个规程只准使用硫酸亚铁作为铁质源。由于可溶性铁盐会加速抗坏血酸的氧化，所以

把铁质加在烘烤部分(皮子)而将维生素 C 加在馅子里的办法是合适的。这种制品是为学校膳食计划的早餐食品设计的。

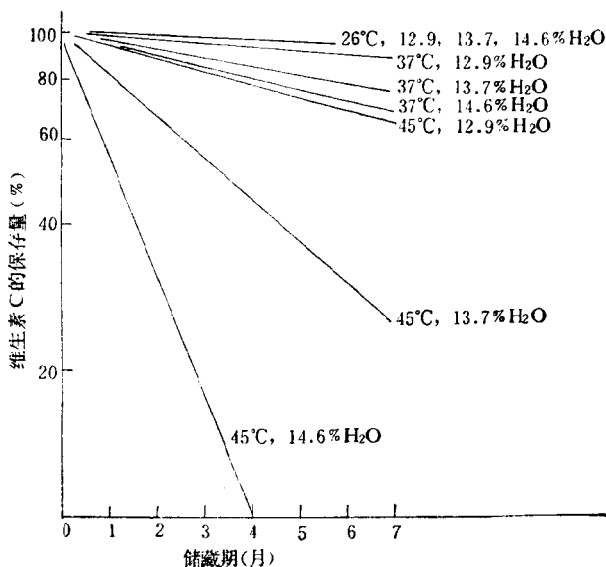


图1 含水量和温度对小麦中抗坏血酸保存量的影响

在食品加工中,关于维生素 B₁₂ (氰基钴氮素)、泛酸及叶酸的稳定性数据可供参考的很少。对于 B₁₂ 溶液的最适宜的 pH 值是 4.5~5.0,而在 pH 值为 7.0~7.5 时,蒸馏会引起 B₁₂ 的严重损失。因此,我们假定在 pH 值为 6.5 或 6.5 以上进行烘烤时,就会破坏 B₁₂。由于二价铁盐会引起维生素 B₁₂ 的迅速破坏,因此在用 B₁₂ 和高含量亚铁同时强化一种食品时,应当特别注意。

早餐用谷物食品

在早餐用谷物食品中添加维生素的工艺，一部分是根据特定的工艺流程和特定的制品来决定，而有些则是根据加工者的爱好来决定的。在这些方面许多有关的资料都是属于专利的。热稳定的维生素可在烹调面糊之前、或在生面团中添加。膨化的和薄片保麸谷物食品，一定要在后阶段用喷、涂或浸的方法来强化。不耐热的维生素，如维生素 B₁，通常是喷在刚出炉的烘烤谷物食品上。维生素 A 的乳化液（或在水中的分布液）可喷在烘烤后的早餐用谷物食品上。而其稳定性主要取决于喷液的成分。一般情况下，维生素 A 在预先加糖的谷物食品中的稳定性极好。添加的糖明显地包裹着维生素 A，起到防止氧化的作用。由于有许多种不同的商品维生素 A 和各种各样的谷物食品加工方法，因而谷物食品中维生素 A 在加工和储藏期间的损失无法概括。

最好在添加维生素 A 的同时添加维生素 D。使用的商品维生素 D 的成分和稳定性一定要和商品维生素 A 相似，以便根据维生素 A 的稳定性来检测维生素 D 的稳定性。这是因为在食品强化标准中维生素 D 的测定方法很不精确，几乎无法研究它在食品中的稳定性。由于维生素 C 极易氧化，用以强化早餐用谷物食品时，也要尽可能迟点添加。谷物食品中维生素 C 在储藏期间的稳定性，前面已经讨论过，与许多可变因素有关。

d, l 或 d, α -醋酸生育酚形式的维生素 E，在食品加工中非常稳定。可用象添加维生素 A 的方法，或通过油溶液或粉剂添加到谷物食品中去， α -生育酚在市场上是买得到的，不过一般是用作抗氧剂，而不是用作营养强化剂。

矿物质强化的工艺问题

Grant H. Hartman, Jr.

引 言

为了改善人类膳食中的营养,近几年来,食品工业开始对单一食品 and 食品制品进行强化。当用维生素和矿物质强化食品时,会遇到许多工艺问题,其中大多数在文献上并未论及,而食品工业必须在各种不同的强化食品研制过程中,解决这些问题。以各种矿物质强化食品,会在色泽、味觉、外观和结构、成本以及控制等方面产生一系列问题,有待于每一家制造厂去解决。

当以矿物质强化食品时,也必须考虑到所添加的矿物质的生物效价或其效果。食品强化后如消费者并未获得效益,那就失去了食品强化的意义。用铁质强化面包、谷物和面粉,已有三十余年的历史,但仍有很多人患缺铁性贫血症。关于加工食品中矿物质的生物效价问题,几乎没有一家制造厂能够解决。

本文主要论述专用膳食食品中所遇到的矿物质强化问题,对各种铁源的生物效价也进行了详细的讨论。

强化食品用的矿物质

最近,美国食品药物管理局(FDA)颁布了经过修订的营养成分标签规定。其中的营养素及供给标准,系引自美国国家科学院——食品营养局国家研究委员会拟定的“膳食量供给标准”

(Recommended Dietary Allowances,简称 RDA)。表 1 列出了成人和四岁以上儿童的营养标准,代表了在营养成分标签中使用的成人“美国推荐日许量”(USRDA)。除表上列出的矿物质外,氯、钾、钠、硫、氟和锰,也是人类营养所必需的,但是没有订出这些矿物质的美国推荐日许量,而其中大多数已在专用膳食食品的营养成分标签中标明了。

表 2 是 Sarett 为 Codex 食品营养委员会的专用膳食食品制订的。表中列出了适于在婴儿食品中添加的一些矿物质。因矿物质种类繁多,该表不能全部罗列,所列的是食品强化常用的一些矿物质。除非有科学根据证明从无机盐类中不能得到矿物质,或者阴离子或阳离子不适于膳食,否则矿物质在食品中不应禁止使用。

工艺方面的问题

这里所说的工艺方面的问题,大多是从强化代餐食品、专用膳食食品或婴儿配方食品的经验中得来的。一般说来,各种微量矿物质,除铁质外,在这些食品中都没有产生严重的不良后果。

表1 专用膳食食品中矿物质的美国推荐日许量

	婴儿	四岁以下 儿童	四岁以上 成人*	孕妇和哺 乳妇女
钙(克)	0.6	0.8	1.0	1.3
磷(克)	0.5	0.8	1.0	1.3
碘(微克)	45	70	150	150
铁(毫克)	15	10	18	18
镁(毫克)	70	200	400	450
铜(毫克)	0.6	1.0	2.0	2.0
锌(毫克)	5	8.0	15	15

* 一般消费食品营养成分标签所使用的日许量

表 2 适用于强化食品的矿物质

钙	氯化钠(含碘)
碳化钙	镁
氯化钙	醋酸镁
柠檬酸钙	碳酸镁
葡萄糖酸钙	氯化镁
葡萄糖醛酸钙	氧化镁
甘油磷酸钙	二价磷酸镁
氢氧化钙	三价磷酸镁
乳酸钙	硫化镁
苹果酸钙	三硅酸镁
一价磷酸钙	铁
二价磷酸钙	稳定磷酸亚铁
三价磷酸钙	柠檬酸亚铁
酒石酸钙	富马酸亚铁
可食骨磷酸钙(骨粉)	葡萄糖酸亚铁
磷	葡萄糖醛酸亚铁
一价磷酸钙	甘油磷酸亚铁
二价磷酸钙	乳酸亚铁
三价磷酸钙	琥珀酸亚铁
二价磷酸镁	硫酸亚铁
三价磷酸镁	还原铁
一价磷酸钾	柠檬酸铁铵
二价磷酸钾	蔗糖氧化铁
三价磷酸钠	磷酸铁
焦磷酸铁钠	焦磷酸铁
铜	酒石酸铁
醋酸铜	焦磷酸铁钠
柠檬酸铜	锌
葡萄糖酸铜	醋酸锌
硫酸铜	氯化锌
碘	乳酸锌
硬脂酸碘钙	硫酸锌
碘化钾	
碘化钠	

色 泽

在专用膳食食品中添加矿物质,会产生色泽问题。消毒流质膳食制品,如巧克力或草莓味食品等,用不溶性钙盐或镁盐强化时,制品会呈现淡色,这不会引起消费者的很大注意。但是若在专用膳食制品中添加高含量可溶性矿物质,会使巧克力制品具有不正常的深色,从而导致制品质量的下降。

用矿物质强化时,添加量极为重要。总的来说,随着矿物质添加量的增加及其反应性的增强,出现的问题也越严重。以 15 毫克/夸脱的铁强化配制的消毒流质制品,其成品色泽比用较少量的铁强化的制品要深。将消毒过的大豆制品用硫酸亚铁强化,流质制品呈黑色,若用焦磷酸铁钠来强化,就不存在这个问题,因为它难以悬浮在液体中。因此,在强化食品中矿物质的溶解度和化学反应性很重要。事实上,还没有一种制品,在添加任何形态的铁质时都不出现讨厌的黑色。

Hodson 报告说,如将正磷酸铁添加于听装节制食量的流质食品中,贮藏 2~5 个月后,正磷酸铁大量溶解并还原成亚铁。由于加工和消费之间的间隔时间较长,看来,用正磷酸铁强化的制品还能够保持风味和外观,而且营养价值没有受到破坏,这主要是由于亚铁的存在。

Bookwalter 用含 0.015% (100 毫克/品脱) 铁质的柠檬酸铁铵、柠檬酸铁胆碱、葡糖酸亚铁或硫酸亚铁,制备稳定的混合糖浆。但是,添加了各种铁盐的糖浆在贮存期间产生了色泽和味觉问题。例如,正常转化的玉米糖浆与含铁量为 0.015% 的葡糖酸亚铁或硫酸亚铁结合,在 77°F 下储存 6 个月,即产生黑色沉淀。