



食品译丛

2

● 轻工业部食品发酵工业科学研究所《食品译丛》编辑委员会 编译

● 轻工业出版社

目 录

1. 微波加热的食品杀菌和保藏	李家瑞译 (1)
2. 挤压食品及设备的发展概况	王亦芸译 (7)
3. 粉粒状食品原料的气流式瞬时杀菌技术	丁德轩译 (12)
4. 蜜柑罐头去囊衣液的再循环利用	郑耀秋译 (19)
5. 顶隙、杀菌条件和贮藏温度对温州蜜柑果汁罐头质 量的影响	吴锦文译 (28)
6. 磷酸盐在食品中的应用	王亦芸译 (38)
7. 蒸汽流干燥器	蔡林昌译 (45)
8. 中等水分食品保藏技术在蜜饯加工上的应用——提高裹糖屑蜜饯 的质量	陈葆新译 (47)
9. 无菌保藏番茄酱装入槽车时的微生物学	孙华吉译 (52)
10. 用红外CO ₂ 分析器检测细菌性污染	陈葆新译 (54)
11. 聚氯乙烯在美国食品包装工业中的应用	欧健昌译 (60)
12. 在水醇介质中用阳极溶出伏安法 (A. S. V.) 同时测定锡和 铅——直接测定罐藏食品中的锡、铅的应用	陈自强 李秀荣译 (63)
13. 速溶全脂奶粉	李春起译 (67)
14. 多室式蒸发装置	刘成良译 (70)
15. 皮蛋中的铅：现场筛选试验及用原子吸收分光光度法和阳极 溶出伏安法确证和定量	董际璇译 (77)
16. 未来快餐产品的形状	唐晶海译 (83)
17. 牛骨髓粉的制造和用途	盛国华译 (86)
18. 果胶在保藏中的稳定性	刘莲芳译 (90)
19. 液体接触电导解冻法	张利奋译 (100)
20. 乳酸发酵蛋白食品的生产方法	张柏青译 (104)

微波加热的食品杀菌和保藏

露木英男

为防止食品的早期腐败, 延长保藏期, 卫生管理特别重要。在技术上, 可以采用加热杀菌、低温保藏、干燥、杀菌剂、保藏剂等各种方法。然而, 在不损坏品质、短时间达到食品内部杀菌的目的, 当然以微波加热最为适宜。从期望微波的快速内部加热及其特殊作用出发, 多次进行了杀菌应用试验。除微波对微生物的特殊作用外, 在食品中转变为热能的微波能有多少可用于杀菌是微波杀菌实用化过程中极重要的问题。

本文, 著者以微波加热的食品杀菌和保藏为中心, 综合论述如下:

冲击波加热的杀菌

赤星连续多年进行了食品微波杀菌的深入研究, 于60年代就做了冲击波电感加热杀灭微生物的试验。即, 把 *B. subtilis* (枯草芽孢杆菌)、*E. coli* (埃希氏大肠杆菌)、*Asp. oryzae* (米曲霉) 等数种微生物分别悬浮在各自的培养基中, 进行强大的冲击波加热^③ (频率: 2800兆赫、脉冲幅度1微米秒、脉冲频率数2000赫/秒)。结果表明, 脉冲输出功率200千瓦小时, 处理时间90秒和脉冲输出功率400千瓦小时, 处理时间90秒可达完全杀菌。此时的温升仅为17→86℃和22→92℃, 因此对枯草芽孢杆菌那样的耐热性细菌单单用热作用是不能说明其杀菌效果的。同时, 还进行了通常的加热杀菌试验, 把装有耐热细菌试样的试管于100℃沸水中浸渍15分钟, 可勉强地杀菌。这样, 用超输出功率的微波, 每次非常短时间的反复冲击, 可认为由于电场的强大作用使菌体内的蛋白质等变性而促进杀菌的。

连续波加热对枯草菌孢子和大肠菌的杀菌

赤星等把2450兆赫微波在特殊装置上作用于一组恒温微生物试料, 研究了在各种温度条件下枯草菌孢子 (*B. subtilis*) 的死亡速度。即, 利用为了恒温保持该孢子试料的液体培养基沸点, 以带有连结在恒温装置上回流冷却器试样槽, 在50~760毫米汞柱的压力范围下调节恒压, 观察了把液体培养基保持在40~140℃范围内任意恒温下的实验装置。结果表明, 微波加热和油浴内的一般加热对枯草菌孢子的死亡速度两者间有明显的差异。即, 在常压下, 培养液沸点为105℃时, 依油浴一般加热的热死时间为4分钟, 而用输出功率5瓦/时的微波加热之热死时间为2.5分钟; 输出功率20瓦/时则为1.5分钟。

再者, 根据赤星等试验表明, 依微波加热和水浴中的一般加热对大肠菌 (*E. coli*) 的死亡速度也有明显的区别。在试料温度55℃下, 一般加热的热死时间为40分钟; 用输出功率30瓦/时的微波加热之热死时间为15分钟、输出功率59瓦/时为10分钟、88瓦/时为8分钟。另外, 一般加热50℃下没有杀菌效果, 而用微波加热 (50℃) 在输出功率90瓦/时下的热死时间为160分钟, 确认了微波杀菌效果。

鲜肉、肉制品的杀菌和保藏

藤原从节能的角度出发, 研究了微波、蒸汽结合使用的加热杀菌效果。首先以猪肉

和鲭鱼肉的肉制品及组织肉为试样, 同时进行①单独微波; ②蒸汽→微波; ③微波→蒸汽; ④微波、蒸汽并用加热杀菌的试验, 以一般的蒸汽加热作为对照。试验结果表明, 猪肉制品以微波加热到70℃后再蒸汽加热杀菌的方法是有效的, 比单纯蒸汽加热的处理时间约缩短40%。鲭鱼肉制品以蒸汽→微波加热杀菌法最有效。用氯化亚乙烯密封包装的组织肉以单独的微波加热杀菌法最佳。

加藤以火腿香肠的生原料包装品为试样进行了高频(40兆赫)或微波加热杀菌试验。结果表明, 以一般的热水浸渍法烹调杀菌需两小时的物料仅需5~6分钟就可完成加热杀菌。

武原以电子微波炉(功率: 700瓦)进行猪肉排加热杀菌及培养皿中的各种微生物之杀菌试验。结果表明用电子微波炉制作猪肉排时, 微波照射前的大肠菌群数为 10^2 个, 照射1分钟后为0; 照射前的活菌数 3×10^8 个, 照射2.3分钟为0; 照射前的霉菌、酵母数 10^6 个, 照射2.3分钟为0。

竹内等研究了以电子微波炉烹调猪排的照射时间、温度和附着细菌的杀菌情况, 如表1所示。

表1 电子微波炉对猪排的杀菌

项 目 \ 照 射 时 间 (秒)	0	60	90	120	130	140	150	160
温 度 ℃	13	51	58	68	75	76	78	85
一般活菌数	3×10^5	3×10^2	1×10^2	1×10^2	1×10^2	0	0	0
大肠菌群数	1×10^2	0	0	0	0	0	0	0
霉·酵母数	1×10^6	5×10^4	3×10^4	3×10^4	3×10^4	0	0	0
肠球菌数	0	0	0	0	0	0	0	0

注: 猪排100克, 每次2盘

把厚度1厘米, 重量100克的猪里脊肉(照射前温度为13℃)分别放入直径15厘米的盘中, 每次同时照射2盘, 约2.2分钟表面达70℃而中心部还没有烤热。照射3分钟表面达85℃, 中心部烤热。就活菌数来看, 照射前的大肠菌群数 10^2 个, 照射15分钟为0; 照射前的活菌数 3×10^8 个, 照射2.3分钟为0; 照射前的霉菌、酵母数 10^6 个, 2.3分钟照射后为0。同时还发现似乎用耐热性的乙烯或聚乙烯膜覆盖效果更好。

水产糜制品的杀菌

赤星用冲击波电感加热进行了金枪鱼肠杀菌试验(表2)。尽管平均功率低而冲击波的杀菌和85~90℃, 45分钟的热水加热处理相比, 残留活菌数较少, 均显示卓越的杀菌效果。

柴田等对鱼糕的肉糜分别添加了大肠菌(*E.coli*)和耐热性枯草菌(*B.subtilis*)后成型, 以915兆赫(电功率19.5千瓦)的连续波照射, 进行了烹调杀菌试验。结果,

表 2

微波(冲击波)对金枪鱼肠的杀菌

试样	处 理 法	表面温度 (℃)	活 菌 数 (1克试样中)	试样	处 理 法	表面温度 (℃)	活 菌 数 (1克试样中)
A	未处理	—	17×10^5	D-6	高频电感加热	88	14×10^5
B-1	85~90℃下 煮45分钟	85~90	23×10^1	D-8	高频电感加热	89	11×10^5
B-2	85~90℃下 煮45分钟	85~90	27×10^1	D-10	高频电感加热	87	13×10^5
B-3	85~90℃下 煮45分钟	85~90	26×10^1	D-3	高频电感加热	86	16×10^5
C-1	高频电感加热	86	12×10^1	D-16	高频电感加热	89	10×10^5
C-3	高频电感加热	68	24×10^1	D-20	高频电感加热	88	9.5×10^1
C-5	高频电感加热	82	15×10^1	D-24	高频电感加热	89	12×10^1
C-8	高频电感加热	87	10×10^1	D-27	高频电感加热	91	9×10^1
C-9	高频电感加热	88	12×10^1	D-31	高频电感加热	87	11×10^1
D-4	高频电感加热	83	22×10^1	D-36	高频电感加热	89	12×10^1

注: A: 生原料; B: 90~95℃下的热水处理; C: 冲击波电感加热(频率: 1250兆赫, 脉冲幅度: 1微秒秒, 瞬间冲击波功率: 50~60千瓦, 平均功率50~600瓦); D: 与C相同

大肠菌在68℃加热温度下, 由 5.4×10^5 个到0, 两周后的活菌数也为0。枯草菌(照射时间6分钟)在73℃下, 从 10^5 个减到 10^3 个; 90℃下, 从 10^5 个减少到 10^2 个数量级。仍然未研究微波加热对品质的影响, 尤其快速加热的变质问题。另外, 柴田等对带板鱼糕使用915兆赫微波施以连续波加热和冲击波加热, 分别比较了它们的杀菌效果, 如图1所示。

由图可见, 冲击波的加热杀菌效果略高一些。然而鱼糕的微波杀菌中, 电场强度和杀菌效果关系不大, 似乎加热才是其效果的主要因素。

袋装生豆腐的杀菌和保藏

胡等把由常用硫酸钙凝固制造的生豆腐切块, 在水槽内漂白2小时。分别把三块(2.5×5×5厘米)生豆腐和100毫升水一起密封在塑料容器内, 连容器一起用微波加热机(2450兆赫,

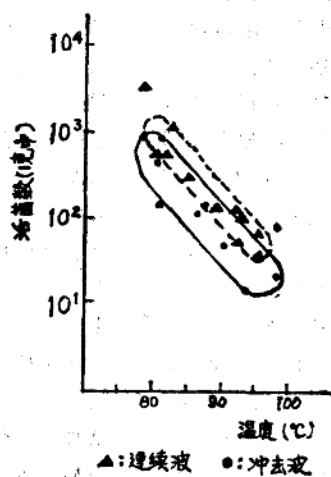


图1 连续波和冲击波对鱼糕杀菌效果的比较

500瓦) 分别进行①2.3分钟(生豆腐中心65℃); ②3分钟(80℃); ③3.5分钟(95℃)的加热杀菌。以不加热的为对照与加热处理过的试样一起分别放在4.5、13、21℃下保藏, 由6名熟练的评比员进行生豆腐的感官检验, 同时测定了容器内水的pH、滴定酸度、活菌数(1毫升中)。

由感官评定决定的生豆腐保藏期, 对照物在4.5℃的为7天, 15℃为3天, 21℃为12小时; 加热试样在4.5℃①为16天, ②为21天, ③为27天; 13℃①为5天, ②为7天, ③为9天; 21℃①为1.5天, ②为2天, ③为3天。试样中心温度越高, 保藏期越可延长。容器中水的pH和滴定酸度也和感官检验结果相关。保藏开始时的活菌数, 对照物为650个, 加热过的试样未检出。但随着保藏期的延长, 两类试样均显示保藏温度越高或微波加热程度越低则菌数越增加, 也和感官检验结果相关。再者, 做为生豆腐的工业微波加热方法建议采用隧道输送式的连续加热法。

面包类的杀菌和防霉

面包制造上的问题多发生在面包烤好后的冷却和切片两道工序。由于空气中霉菌孢子污染, 尽管以后有包装但霉菌繁殖力极强, 从而大大缩短面包保藏期。为此, Olsen用微波(2450兆赫)照射面包来防止生霉, 经过试验取得显著效果。即, 把包装好的面包用微波照射, 经过21天保藏后仍未生霉。其道理可能是包含在霉菌细胞原生质中的盐类溶液, 由于损失系数大而被选择地加热, 使其远远超过面包自身温度的缘故。然而, 做为技术上的问题, 其一是微波加热中的水分移动及其恢复情况; 另一个是水分多的食品老化现象。这些问题对水分多的主食面包是重要的而对水分少的面包就不怎么重要了。

竹内等对色拉面包和夹肉面包进行了微波照射保藏试验。这些夹心面包的微波透过性较好, 如大肠菌群数为 10^2 个左右的色拉面包在75秒内就可把菌杀灭。活菌数为 10^8 数量级的夹肉面包, 90秒后为0。但 2×10^8 左右的色拉面包就需150秒以上的照射才能杀灭。霉菌、酵母数为 10^4 数量级的色拉面包和大肠菌一样, 90秒就可杀死。但是, 10^8 数量级葡萄球菌的色拉面包只有120秒以上才能死亡。这样, 可根据微生物的种类和数量来选择各种最适的微波照射时间。

好井把聚合薄膜袋装的市售花色面包(维也纳面包卷和火腿面包卷)用电子微波炉处理(功率888瓦), 在中心温度达50~60℃, 10秒钟后一般活菌数和大肠菌群数急剧减少。

通常, 在面包制作中霉菌和酵母等用微波加热到55~65℃, 处理2~3分钟基本上达到杀菌目的, 可大幅度延长保藏期。

柴田等深入研究了蛋羹和用蛋糊制作的酥蛋面包、奶油夹心面包之微波(频率915兆赫, 功率3千瓦)杀菌防霉方法。首先, 蛋羹装在瓦楞纸箱中微波照射后没有发生品质恶化的情况。确定了其防霉杀菌的加热条件为在试样的四角施以屏蔽(以期微波加热均匀), 加热平均温度为70℃。对酥蛋面包可依其形状等考虑照射功率和加热时间, 从而求出有相当杀菌效果的最适加热条件, 如表3所示。

由表3可见, 微波加热后, 内部温度为70~80℃的场合杀菌效果强, 其后保藏试验中的菌数增加也不多。而内部温度为50~60℃的场合, 杀菌效果稍差, 保藏过程中菌数增加也较多。

表 3

微波加热处理的酥蛋面包保藏试验

试样	项 目	贮 藏 日 数						
		刚加热后	0	1	2	3	4	5
对照 (非加热)	pH	5.80	5.86	5.80	5.82	5.62	5.66	5.92
	一般活菌数	45	20	8.0×10^2	5.0×10^4	1.2×10^6	5.0×10^8	4.9×10^8
	外 观	正常	正常	正常	正常	正常	正常	正常
50~60℃ (微波加热 温度)	pH	5.96	6.01	5.81	5.80	5.65	5.71	5.68
	一般活菌数	0	10	3.0×10^2	2.5×10^2	1.0×10^2	5.0×10^2	4.8×10^8
	外 观	正常	正常	正常	正常	正常	正常	正常
70~80℃ (微波加热 温度)	pH	5.98	5.92	5.92	5.80	5.64	5.60	5.98
	一般活菌数	0	0	0	5	15	1.0×10^2	5.0×10
	外 观	正常	正常	正常	正常	正常	正常	正常

注: 频率915兆赫, 功率3千瓦

奶油夹心面包和酥蛋面包一样, 由于担心微波加热使内部奶油软化而流溢或喷出, 应在尽可能达到明显的杀菌效果而不发生上述缺陷的条件下选择允许的最佳照射时间、电功率密度和加热温度。

糕点类的杀菌防腐

为防止日式、洋式鲜糕点、普通糕点在保藏中有因霉菌或大肠菌群的增殖变败危险, 采用微波加热是有效的。例如经带式微波杀菌装置照射的夹心年糕保藏期由原来的2天增至1周以上, 从而使制造厂可以做到保证4天的产品保藏期; 普通糕点的保藏期由原来4~5天增为10~15天。蜜饯栗子微波照射后30天不生霉而对照物则生霉。

蛋糕和豆包表面喷雾了米曲霉孢子后用电子微波炉(功率1.2千瓦)照射时, 蛋糕45秒; 豆包15秒即可杀灭孢子。

包装食品的杀菌和保藏

竹内等用带式微波加热装置进行了小袋装方便面条、荞麦面条的微波杀菌保藏试验, 得到比对照物保藏期增加两倍以上结果。另外, 好井把小袋酱(500克)用高频加热装置(频率40.68兆赫, 功率2千瓦, 电极面积 30×175 毫米)进行了加热, 而加热到酵母所需的杀菌温度60℃, 只用了60~80秒。由于处理时间短可抑制酱表面的变色。而且在30℃下保藏1个月不发生“冒出”现象。因此, 高频或微波照射具有对塑料等(损失系数几乎为0的物质)包装食品杀菌的特点。

著者曾访问了美国波士顿的美国陆军装备研究所, 一方面把软包装的湿式食品置于高压下(25磅)防止破裂; 另一方面在隧道内由输送带传送从四面照射10分钟2450兆赫的微波, 研究了其杀菌效果。另据日本电子的资料, 把什锦小豆盒饭、包装好的菜肉蛋卷、青花鱼、油炸竹荚鱼等用电子微波炉照射1~2.5分钟, 结果一般活菌数和大肠菌群均在1~2分钟内全部被杀灭。

最近实现的铝箔包装食品微波加热是包装食品加热杀菌技术的一大进步。此外，微波对装在容器中的酱油、液体调味料、日本酒、乳酸饮料等的杀菌也是有效的。

谷物、淀粉类的杀菌

谷物的微波照射在灭酶方面是有效的。同时照射还有杀死谷物中99.9%微生物的效果，所以有提高谷物品质和防止变质的作用。为此，进行了微波照射使面粉中 α -淀粉酶钝化和防止变质的研究。

柳井等把甘薯淀粉（水分16.5%）和马铃薯淀粉（水分17.7%）用电子微波炉（转盘式，功率600瓦）加热3分钟，活菌数减少37~75%。杀菌效果低是由于有相当多的孢子杆菌和淀粉水分低的缘故。若淀粉水分增加到26%可提高杀菌效果，但2分钟照射会产生糊化部分。

驱除谷物、干燥食品的害虫

微波杀死害虫和添加防虫、除虫剂比较起来有①在食品中不残留有毒物质；②害虫不产生抗药性的优点。由于在谷粒和粉中寄生的害虫及其卵比寄主损失系数高，所以可用微波加热杀虫。在水分13.7%的小麦中加入害虫（成虫）以各种剂量照射得知于780千瓦/秒下有100%的杀虫效果。微波照射中若送入85℃热风可提高杀虫效果，但对粉末试样却反而降低。

其它食品的杀菌

青岛等试验了微波加热对调味乳的杀菌及与通常的蒸汽加热（100℃ 10分钟）的比较试验，两法均获得良好效果。同时还研究了把6种微生物分别加入调味乳的微波杀菌效果。结果，埃氏大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、*S. faecalis*、嗜热链球菌的无孢子菌和*S. cerevisiae*全部死亡而枯草芽孢杆菌有相当的残存。

OHLSSON等对多种食品进行了微波杀菌试验。即用450、900和2800兆赫的频率，以60~140℃对多种食品予以微波加热。结果表明，微波浸透深度，即食品的温度分布受食品的电感特性、成分、温度、使用频率很大影响。并且加热温度受微波频率和食品成分甚大影响。

微波杀菌的总结

如上所述，以多种食品为对象进行了微波加热的食品杀菌和保藏等的研究，概括如下：

对一般细菌、霉菌和酵母通常加热到70~80℃就可杀灭。用微波加热约照射1分钟，即使不完全也可达到基本杀菌的目的。可是，有孢子的杆菌由于有100℃以上，甚至长时间不能杀死的耐热性，即使用微波加热，在不影响食品品质变化的短时照射下也不能杀死。

另外，青霉和曲霉的霉菌孢子用一般加热杀菌于68~71℃下约需20分钟才能杀死，而用微波加热，照射2分钟约达65~66℃。若在此温下保持5~10分钟效果更佳。可见不仅是微波的加热之热效果而且可期待其特有的杀菌效果。也就是说在强大的微波电场中，似乎是由于构成微生物的高分子化合物之极性基、活性基、离子等激烈振动或旋转而引起蛋白质和核酸等变性来促进杀菌的缘故。

李家瑞摘译自《日本食品工业学会志》，1983，No 1，55~62 马聪 校

挤压食品及设备的发展概况

一、挤压食品的基本概念

挤压食品是指以糖类和/或蛋白质为主要成分的原料，在内部装有螺杆的密封筒体内，在加温、加压情况下，经受摩擦力、剪切力作用，短时间内改变了原料的组织结构，然后由一定形状的挤出模挤出后切断、冷却而成的产品。

人们常把此类食品称作膨化食品，这是指经挤压加工后体积膨胀较大的产品。但近年来由于工艺和设备的改进，可以根据需要调节膨胀程度，有的品种体积膨胀甚微，因此似应称作挤压食品为妥。

主要加工程序是，原料通常须预先拌和，但无需用水或水蒸汽预处理，从水平设置的内装螺杆的密封筒体进料端进入，物料由螺杆向前推进，螺杆形状须适合所加工产品。在加工区域内，物料经受加热、加压、摩擦力、剪切力，导致物体发生一系列物理、化学变化。如：淀粉的糊化，蛋白质结构的改变，因发生美拉德反应使物料的色泽和香味改善，以及物料组织结构的改变。物料从具有一定形状横断面的挤出模的终端被挤出，按规定尺寸切断成产品。

烹煮挤压机的功能类似于薄膜连续反应器，能够较大幅度地调节压力、温度和物料滞留时间，是一种多功能设备，可广泛应用于食品加工，它不仅象常规烹煮那样能改善产品的色泽和香味，还能引起淀粉和蛋白质的物理-化学变化，从而改善产品的组织结构。

从挤压机挤出的产品，在包装前需经冷却，有些品种根据需要可再经过烘烤、涂层、涂糖衣、喷洒风味剂或滚拌调味料等工序。

加工参数的调节范围很大，如温度范围在50至300℃，压力从常压至100巴以上，挤压加工时间从几秒钟至几分钟。挤压时间的长短可通过以下二种方式调整。(1)改变螺杆形状，(2)改变内装螺杆的筒体长度。

二、挤压加工的优点

挤压加工的优点很多，现列举主要优点如下。

1. 成本低

挤压加工的单位重量产品所需的能量，劳动力，加工和投资费用等明显低于工业上任何形式的烹煮加工方法（尤其当使用体积庞大的加工设备时）。

2. 产量高

每台单机连续生产小食品的能力约为350公斤/时，生产低密度谷物制品的能力约为1400公斤/时。

3. 能使用粗原料

由于挤压法能改变物料的组织结构、密度和复水性能，因而可使用其他方法不可能利用的粗原料。

4. 适用性广

每套装置只须调换少数几个设备部件，如螺杆、挤出模等即可生产范围广泛的不同类型的产品，同时还能够加工许多不同种类的配料，既可以预先拌和好再进料，也可不同配料，直接注入到筒体内。

5. 贮藏期限长

由于加工温度高，产品的微生物平板计数值低。不存在致病菌、沙门氏菌、昆虫及其他污染物。

6. 改善产品功能特性

产品组织均匀，因所使用的原料，包括维生素、色素、香料等少量添加的原料在内，在挤压过程中能充分混合均匀，并能大幅度改变产品的溶解性和组织特性。挤压食品能够达到固体饮料那样的溶解性，或者具有象组织致密的早餐谷物制品那样的糯性。或者在此范围内的任何性质的产品。

三、不断发展的挤压设备

随着挤压加工食品的种类不断扩大，挤压设备本身也在不断改进。例如单螺杆挤压机目前已经改进到能有控制地连续注入水分和/或水蒸汽，排出蒸汽，调节温度和压力，以及其他许多特点。目前双螺杆挤压装置的应用日益广泛，控制系统更完善。因而根据用途，配制原料时可保持其天然含水量；再按需要将水或其他液体直接从挤压机筒体注入。

挤压机实质上是一种装在圆筒体内的螺旋输送机，出料模孔的空隙比螺杆横截面的空隙小得多，物料在出口模具处受阻而产生的阻力，使物料在进入挤压机后的输送过程中始终处于连续被压缩状态。从进口到出口逐渐缩小螺线的节距和/或增大中心轴直径，使容纳物料的容积逐渐缩小，也能产生附加的压缩作用。

产品从模孔挤出后由高速旋转的刀具按一定长度切断。多数挤压机在筒体外装有夹套，其中通入蒸汽或水进行循环，以控制温度。也可采用电热线圈加热。

挤压机筒体内具有凸棱，轴向地限制物料移动，使其受到剪切力，产生热量。由产品成分的配比、设备的结构形式以及夹套中循环冷却剂等因素可以控制所发生的热量。多数产品在挤出端的温度超过水的常压沸点（100℃），甚至可高达177℃以上。

不同的产品，要求对物料所作“功”的大小亦不相同，可控所受剪切力的大小划分为高、中、低剪切力三种类型的产品，其典型品种如下：

1. 高剪切力——早餐谷物制品、油炸碎面包片、小食品（包括膨化食品）。
2. 中等剪切力——食品油炸前滚拌用粉。
3. 低剪切力——肉类制品、柔软粘稠状食物。

这些最终产品的形状、膨化程度和最终密度取决于挤出模孔的尺寸和形状，以及挤压机最后部分的操作参数，如温度、压力、含水量及其他。

例如，在高压、高含水量、小模孔的条件下，水分蒸发量大，产品横断面大、密度小。在低压、低含水量、大模孔的条件下，水分蒸发量小，产品横断面小、密度大。

由于螺杆是由各部分组装而成，可根据用途改变其几何形状。

尚有可能制造套筒式挤压装置,其典型产品是夹心谷物制品。为了清洗方便,挤压筒体可安装在可移动的滑架上,只需几秒钟就可打开或封闭筒体。

可更换的挤出模安装在模板上,可以从许多不同形状横截面的模子中按要求任意选用。

四、双螺杆挤压机

近年来迅速发展的双螺杆挤压机,其基本原理与单螺杆挤压机相同,但结构较复杂,它具有两根相互完全啮合、共同旋转的螺杆,扩大了挤压机的适用性。

两根螺杆的旋转方向相同,而且在整个旋转过程中它们的间隙相同。由于螺杆相互啮合,因而具有自动刮擦和强制输送的作用。

双螺杆挤压机具有如下特点。

1. 强制输送作用

双螺杆挤压机实质上是一种强制输送的正排量泵(Positive displacement pump),生产能力由进料速度决定。它能够在满载、部分装料甚至空载下运行,而单螺杆挤压机在所有时间都必须满载运行。

2. 能适应难加工的产品

多油、粘性、或高含水量产品在单螺杆挤压机中容易打滑、空转,不易加工,而双螺杆挤压机由于其强制输送作用,能顺利加工此类产品。

3. 具有不同作用的加工区域

沿挤压机长度方向可安装不同形状的螺杆构件以适应不同的加工要求。例如,在其中一个区域内安装向前输送的螺杆构件,以增加压力,而在下一个区域内安装反向输送的螺杆构件,以降低压力。压力可降低到大气压,使其能排放水分和其他挥发成分,或导入其他的固体物料流。

4. 排料区短

为克服模孔阻力所需要的最终压力,可控制在挤压机出口处的极短区域内形成,从而大大缩小了设备承受高磨损的区域。

双螺杆挤压机的缺点是结构复杂、成本高,需要较熟练的工人小心操作和保养。

五、挤压加工的应用情况

1. 焙烤食品

欧洲地区最受欢迎的挤压食品是价廉物美的松脆面包干(Crispbread),这种产品类似于传统的瑞典式黑麦面包干。仅英国的年销售值(1982年)已达3千万美元。预计1983年还将成倍增长。被称为最近20年来,英国和欧洲引进的最成功的产品。美国的几家主要加工厂商也正在积极研究,准备引进。

该产品的主要原料是低面筋量白面粉、盐、全脂奶粉、玉米淀粉和砂糖。也可掺入黑麦面粉和/或全麦面粉,以及起酥油,用螺旋叶片式搅拌机拌和。将此干燥混合物送入到双螺杆烹煮挤压机内,水(以及如果需要的其他液体原料)直接注入到挤压机筒体内。产品以带状从多个扁平模挤出,膨胀至规定宽度和厚度(典型产品为 2.75×0.25 英

寸)。挤出的产品经过烘炉，使其带有烘烤香味，并进一步除去水分。连续的带状产品按规定长度（一般均4.75英寸）切断，堆积起来进行枕型包装，再装箱。

近年来已应用类似的方法制造甜饼干，产品组织致密，砂糖用量范围为10~25%，以及适量油脂。

此类产品尚可再浸挂糖衣，也可应用套筒式挤压机制造带馅产品。

由于采用挤压法不需要制备湿面团，用于除去水分的总能量费用要低得多，因而与一般的焙烤方法相比，采用挤压法其生产成本低得多。此外，尚可省略外形很长的焙烤炉，从而节省投资费和占用空间。

2 糖果

用挤压法制造糖果时，原料在加工过程中流动性强，由外部加热器大量导入热量给加工物料。此类用途的挤压机需经专门设计。其典型例子有：砂糖去除结晶，制造硬质和软质类型的糖果，明胶为基料的糖果，卡拉密尔糖和太妃糖。目前正在研制一种带水果香味的胶质半软糖，基本上采用干式加工，不需要添加糖浆，仅将适量水注入到挤压机内以符合产品要求。

已经工业化生产的产品甘草糖，原料是由干燥的砂糖、淀粉和甘草组成的混合物，加工过程中将少量水注入挤压机筒体内，产品挤出时为熔融状糖膏，易于浇注或模压成形。

3. 早餐谷物制品

用煮煮挤压机制造早餐谷物制品，原料配方范围很广，可以使用单一的或混合的谷粉，并可添加营养强化剂。有些产品含有麦麸，制成膨化的或半膨化的产品，也可再经烘烤。

有些配方中包括小麦胚麦和维生素，也可添加蛋白质。另一种早餐谷物制品是将谷物混合物在挤压机预先煮熟，然后通过造粒，制成能快速蒸煮或能立即复水的麦片粥类型的产品。

4. 婴儿食品

利用挤压机制造婴儿食品的优点是能够改变加工条件，制造具有不同冲调性能的各种类型的产品。例如能制造经充分糊化，用液体冲调可完全软化的产品；也能制造复水后具有残留结构和少量残留物的片状产品。

典型产品如：以混合谷粉为基料，用冷冻干燥的肉类、鱼肉、干酪或其他蛋白质强化的产品，形状可以是小颗粒、小片（颗粒大小）或破碎成粗粉粒。

5. 其他用途

挤压煮煮技术尚可用于淀粉的糊化和化学变性，以及蛋白质组织化处理。在焙烤工业中用来制造谷粉和高油脂混合物的产品很受欢迎。也可用来加工脱水蔬菜，使产品具有迅速复水的性能，可添加在汤粉中。采用挤压煮煮加工尚可省去谷类面团的高压蒸汽处理，从而节约能源和简化操作。

参考文献

1. Extruders, Prepared Food 11/82
2. Manufacture of Biscuits & Confectionery Products by Extrusion Cooking, Confectionery Production 2/83

王亦芸 编译 石 雄 校

本书共分三章，第一章介绍挤压成型的基本原理，第二章介绍挤压成型设备，第三章介绍挤压成型产品的生产。本书可作为食品工程、食品机械、食品包装等专业的教材，也可供从事食品工程、食品机械、食品包装工作的工程技术人员参考。

本书共分三章，第一章介绍挤压成型的基本原理，第二章介绍挤压成型设备，第三章介绍挤压成型产品的生产。本书可作为食品工程、食品机械、食品包装等专业的教材，也可供从事食品工程、食品机械、食品包装工作的工程技术人员参考。

本书共分三章，第一章介绍挤压成型的基本原理，第二章介绍挤压成型设备，第三章介绍挤压成型产品的生产。本书可作为食品工程、食品机械、食品包装等专业的教材，也可供从事食品工程、食品机械、食品包装工作的工程技术人员参考。

本书共分三章，第一章介绍挤压成型的基本原理，第二章介绍挤压成型设备，第三章介绍挤压成型产品的生产。本书可作为食品工程、食品机械、食品包装等专业的教材，也可供从事食品工程、食品机械、食品包装工作的工程技术人员参考。



图1 挤压成型 (1) 挤压成型 (2) 挤压成型



图2 挤压成型 (1) 挤压成型 (2) 挤压成型

粉粒状食品原料的气流式瞬时杀菌技术

塚田直

下面叙述粉粒状食品原料的间歇式及连续式气流杀菌方法:

间歇式气流杀菌试验

图1展示出试验装置。约50克试料投入进口2并盖好,打开鼓型阀3,在加热旋风分离器1中吹入过热水蒸气同时带进原料。此间出口鼓型阀4关闭,原料在旋风分离器内旋转。为防止原料落下,于旋风分离器的下部不断吹进过熟蒸汽。

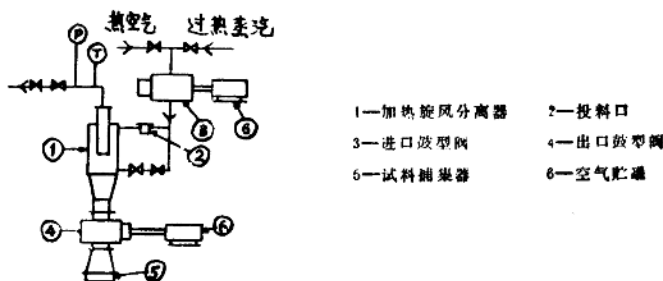


图1 气流式试验机(间歇式)

经规定时间后,出口鼓型阀4打开,在试料捕集器5回收已杀好菌的试料。

试料用32~34目均一粒度的脱脂大豆粗粉,并用*Batillus Subtilis* Var, *niger* ATCC6454的培养液污染,在70℃的恒温箱中放置12小时,水分12%,孢子数 1.4×10^7 个/克。

1. 过热水蒸气的温度180℃,压力2公斤/厘米²时,加热时间在2~6秒之间变化。杀菌结果如图2所示。加热时间为6秒时,从初始菌数 1.4×10^7 个/克,到杀菌后几乎只剩10个/克。仅用2秒钟的加热时间就可杀灭约99%的菌。

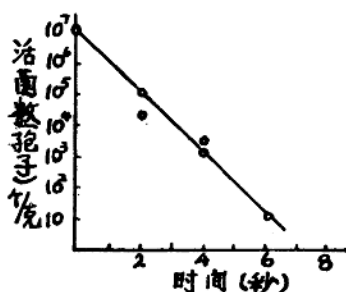


图2 气流式(间歇式)试验结果(1)
温度180℃ 压力2公斤/厘米²

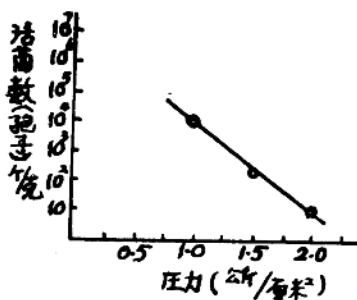


图3 气流式(间歇式)试验结果(2)
温度180℃ 时间6秒钟

2. 过热水蒸气的温度用 180°C ，加热时间定为6秒钟，压力变化为1.0、1.5、2.0公斤/厘米²时，杀菌结果如图3所示。由图看出压力对杀菌的影响很大。即在压力1公斤/厘米²时大约 10^4 个/克的菌未被杀死，而在2公斤/厘米²时只剩10个/克。

压力对杀菌效果影响的原因之一是，过热水蒸气的比重，压力越大其比重越大。本装置采用一定量的过热水蒸气流的形式。高压时，它的热能比较大。另外与试料的膨化现象相同，似乎也伴随着对菌的物理性能的冲击现象，但还没有充分的理论依据。

3. 过热水蒸气的压力2公斤/厘米²，加热时间定为6秒钟，过热水蒸气的温度在 $140\sim 180^{\circ}\text{C}$ 之间变化。

试料直接接触过热水蒸气，热能同温度同时增加，所以温度越高，杀菌效果越好，结果如图4所示。

4. 采用图1的间歇式试验杀菌机，在过热水蒸气中混入同温度、同压力的空气时，研究其杀菌效果。

温度 180°C 、压力2公斤/厘米²、加热时间6秒、混入加热空气由50%（全分压中水蒸气的分压为0.5）到0的变化，结果如图5所示。由图5的结果可见，空气的混入使杀菌效果显著下降。

5. 对大肠菌群的杀菌效果。食物中毒的很重要一个原因是弧菌、沙门氏菌等引起的肠炎。日本的卫生法也对冷冻食品、脱脂乳等的一般菌数加以限制，并规定大肠菌群必须为阴性。

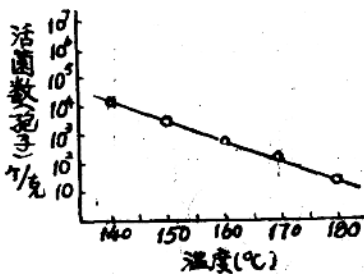


图4 气潮式(间歇式)试验结果(3)
压力2公斤/厘米² 时间6秒钟

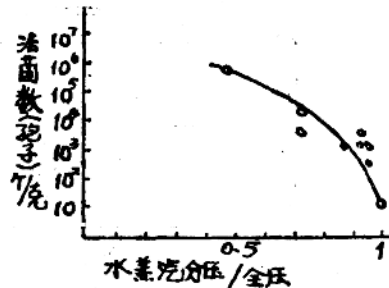


图5 采用空气混入的杀菌效果差
温度 180°C 压力2公斤/厘米² 时间6秒钟

采用气流式杀菌装置对大肠菌群的杀菌效果，测定结果如表1所示。在极短的时间内，即使不使用较高的温度，也可以使产品中的菌数达到阴性。

下面叙述连续式气流杀菌装置，采用此装置杀菌时，不仅达到了对大肠菌群的杀菌目的，而且处理过程中食品原料不变质。

连续式气流杀菌装置

根据间歇式杀菌装置的试验结果，采用酱油原料的处理装置制造技术，制造了生产能力为150~200公斤/时的连续式气流杀菌装置。装置的机械关键部件，是压力密封型高压鼓型阀等。制造杀菌装置时，特别注意能处理粉粒状食品原料问题。

还有，杀菌后原料的余热会使品质变坏。同时，伴随物料排出的蒸汽会使物料结

表 1

大肠菌群的杀菌试验

时 间 温 度	3 秒	5 秒	10 秒
140℃	(-)	(-)	(-)
160℃	(-)	(-)	(-)
180℃	(-)	(-)	(-)

(压力0.8公斤/厘米²)

原料: 面包粉 (水分12.3%)

污染菌: 大肠菌群

污染度: $10^5 \sim 10^6$

块、粘壁, 此装置也予以了注意。

此装置流程如图 6 所示。原料利用鼓型阀 1 进入气流管 2, 随流速为 20 米/秒 的 过热水蒸气气流在管内迅速流动。由高压旋风分离器 3 捕集物料, 从鼓型阀 4 排出杀菌后的物料。从 1 到 4 之间为加热杀菌部分, 气流管 2 长 15 米时, 物料的停留时间约为 5 秒钟 (测定值)。

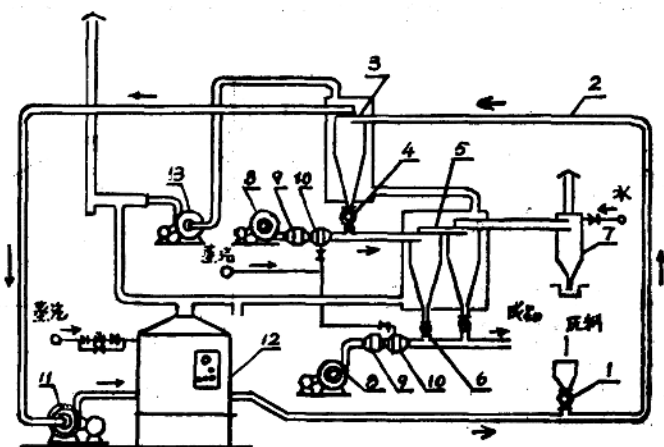


图 6 气流式杀菌装置流程 (连续式)

- | | | |
|--------------|---------------|-----------|
| 1 — 进料鼓型阀 | 2 — 气流管 | 3 — 旋风分离器 |
| 4 — 鼓型阀 | 5 — 蒸汽分离旋风分离器 | 6 — 出料鼓型阀 |
| 7 — 水洗式旋风分离器 | 8 — 鼓风机 | 9 — 空气过滤器 |
| 10 — 无菌过滤器 | 11 — 蒸汽循环泵 | 12 — 过热炉 |
| 13 — 排气风机 | | |

物料经旋风分离器 5、鼓型阀 6 在空气输送下冷却。同时, 被送到下一工段。

杀菌以后的所有工段, 全部采用密封连接。由系统外进来的空气, 经空气过滤器 9 除菌后再进系统。另外这些装置都是按卫生标准制造的。停机后, 可用水洗或灌杀菌

液。旋风分离器内的物料可在1~1.5分钟全部放出。水洗后进行干燥的热风是由过滤器10供给。

过热水蒸气从高压旋风分离器出来,经蒸汽循环风机11约加压2000毫米水柱,在过热炉12再加热循环使用。从过热炉蒸汽入口处,由另外的锅炉补充需要的饱和蒸汽,使压力值保持稳定。压力的给定值,通常由减压阀进行调整。

过热炉是为了使系统内的蒸汽达到过热态而使用的。热源使用煤油、煤气、电能均可。现有的杀菌装置中,利用煤油或煤气的约各占一半。关于过热炉的燃烧废气处理,有的采用对3和5进行强制保温的办法加以利用,但目前大多数都是从烟囱直接排出屋外。

高温部分(例如气流管)用保温材料保温。

原料用皮带输送机输送,由贮料斗定量供给,投入鼓型阀1。另外杀菌后的物料由鼓型阀6排出,用空气输送,由普通的旋风分离器收集。粉体输送时被冷却,夏季用常温的空气输送,品温仍可降到40~50℃。

特别是加工黑胡椒等有表皮的物料时,夏季气温高时,通过十多米的空气输送管,品温只能降到70℃左右,必须有冷却装置。

下面介绍使用本装置杀菌的物料及实际应用的杀菌数据:

1. 香辛料的杀菌,香料多产在南方,主要利用植物的种子、叶、树皮、果实、根茎、花蕾等部位。根茎生在土壤里故多菌。此外,自然成熟、天然晒干过程中生长的耐热菌孢子数也是很多的。

表2 各种香、辣料的杀菌数据

原料名	处 理 前				处 理 条 件			处 理 后			
	一般菌数	耐热菌	大肠菌群	水分	压力(公	温度	时间	一般菌数	耐热菌	大肠菌群	水分
	(个/克)	85℃—30分	有、无	(%)	斤/厘米 ²)	(℃)	(秒)	(个/克)	85℃—30分	有、无	(%)
黑胡椒(粗碎)	1.4×10^7	7.2×10^6	(+)	13.7	2	150	5	8.0×10	8.0×10	(—)	11.0
白胡椒(粉)	3.4×10^4	6.2×10^2	(+)	14.8	2	155	5	20以下	20以下	(—)	12.0
姜(粉)	5.4×10^5	1.2×10^5	(+)	12.1	2	155	5	20以下	20以下	(—)	6.2
胡荽(粉)	1.2×10^5	3.6×10^4	(+)	8.1	2	160	5	20以下	20以下	(—)	8.0
肉豆蔻(粉)	3.1×10^4	1.8×10^3	(—)	7.6	2	150	5	20以下	20以下	(—)	5.0
鸭儿芹(粉)	4.0×10^5	6.0×10^3	(+)	8.9	2	150	5	20以下	20以下	(—)	3.9
百里香(粉)	6.0×10^4	3.5×10^3	(—)	8.6	2	150	5	20以下	20以下	(—)	4.0
辣椒(粉)	1.0×10^5	4.0×10^4	(+)	8.2	1	130	5	8.0×10^2	2.0×10	(—)	9.3
姜黄(粗碎)	4.2×10^5	6.8×10^3	(—)	8.0	1	145	5	3.6×10^3	5.2×10^3	(—)	8.9
黑胡椒(粒)	2.3×10^7	5.0×10^4	(+)	13.9	2	180	5	5.6×10^2	1.2×10^3	(—)	14.2
白胡椒(粒)	2.6×10^6	8.0×10^4	(+)	11.9	2	160	5	2.0×10^2	20以下	(—)	12.4
沙包莉(粒)	8.0×10^5	8.4×10^4	(+)	11.2	1	150	5	4.0×10	4.0×10^2	(—)	8.2
茴香(粒)	8.0×10^3	4.4×10^3	(—)	6.9	1	145	5	20以下	20以下	(—)	6.2
胡荽(粒)	6.6×10^4	7.2×10^4	(+)	8.3	2	160	5	20以下	20以下	(—)	8.1
葫芦巴(籽)	3.3×10^4	6.8×10^2	(+)	9.3	2	150	5	3.0×10	20以下	(—)	9.4
纯咖喱(粉)	6.6×10^5	1.2×10^5	(+)	9.7	2	150	5	7.4×10^4	20以下	(—)	7.3

注:一部分数据取自高砂スパイス公司的气流式杀菌第一号机