

挤压加工食品的结构(二)

挤压烹煮的缺点

①挤压烹煮器只能加工粉状与颗粒状的原料，整粒谷物和含油种子可以送进挤压烹煮器中，所以挤压机要设计成有很高的剪切力的磨碎机部件。这样烹煮的效果、能力、适应性就比较差些。同时在加工蛋白的生物作用上也不尽符合人们的理想。

②含有牛奶的混合原料必须在标准挤压温度下面1/3的范围内烹煮，也就是说在100—135℃，这是蛋白质生物学最合适的使用范围。美拉德(maillard)反应可以在较高温度下发生，因此有助于风味食品的应用。

③它不能束缚棉籽中的棉子酚或破坏生长抑制素。

④一些微型胶囊维生素能预先在高温短时挤压烹煮前与谷物混合，并表现出维生素稳定，损失也很少。这可能是由于在高温短时的加工系统中高温时间短的缘故(12—20秒钟)。然而，某些维生素，特别是维生素C，在加工中表现出过多的损失，所以要在挤压烹煮和干燥之后使用。

各种加工变数的控制对结构特点的影响

用挤压烹煮方法所制得的食品结构是多样

的。经验表明：在挤压烹煮中有六个主要的办法来改良组织结构。①湿度水平的控制和湿度使用点的选择以及利用加湿的方法，如用水、蒸汽、水与蒸汽的并用或用浆汁等。

②挤压机中每一点产品温度的控制。

③预定起作用的几个成分混合物或成分的选择。

④成分与水分的PH值的控制。

⑤挤压机部件的选择，以提供在挤压机内各部位的预定产品温度和停留时间。可以互换的挤压机内部部件被设计成能产生高、中、低三种产品温度。挤压机的安装可以调节成短的挤压机(如生产小吃所需要的)或者加长的挤压机，以生产其它产品。挤压机头是被罩起来的，所以蒸汽、冷水或盐水都能根据需要而循环。

⑥选择最后的冲模，根据需要以使挤压物初步定形，但模具的选择也能影响最终产品的结构特点。

在挤压机内控制产品的每一点温度和如果产品温度不符合预定的温度时，能很快地改变这个温度是很重要的。自动温度控制系统在使用中得到了发展。在这里产品的一致性是特别重要的，如谷物早餐和大豆植物蛋白等。产品温度的手工控制仍然广泛运用，特别是对稍微

酱油。如由于大豆原料缺乏，必须用花生麸制酱油时，应该用新鲜的花生麸，或做好花生麸原料的妥善保管，待使用前破碎，防止受潮霉变。霉变的花生麸不应作原料使用。按一般工艺条件，100斤花生麸生产酱油500斤，以及毒

素分配在成品酱油中占20%计算，原料花生麸毒素含量超过200PPb的就不能使用。成品酱油应检查毒素含量不超过5PPb才能出厂。凡不合格者都要作除毒处理，使产品符合卫生标准、保障人民健康。(收稿日期80.3)袁振远

不严格的产品来说更是可以接受的。

挤压烹煮产品的结构

清楚的指出：任何时候，任何谷物或蛋白的挤压烹煮，挤压物都是结构学和组织学的重建。在发生重建之前的烹煮过程中，还有几个阶段，而这些阶段本身常影响最终产品的结构。

①原料被均匀地润湿，有时用蒸汽，有时用水，有时同时使用两种形式。

②弄湿的原料（有时是加热原料或混合原料）做成面团，接着是使暗色的、不定向的结构改良成能延伸的胶体复合物。

③蛋白质变性并提供可以延展的性质，有咀嚼感和能够成束的蛋白质，在挤压中破坏了热敏感生长抑制素。

④在这个过程中，淀粉成分发生胶化，接着大量吸水和大大提高面团的粘度。

⑤当推过挤压机最后的圆锥部分时，面团迅速地升高到一定的温度，这个温度大大高出所含水分的沸点。由于这个地段截面积减少，一旦面团从这一点通过，很明显的是水分变成了蒸汽，但没有机会膨胀。而这个区域（即挤压机最后的锥体部分）自己就成为小的过热器。一旦面团由于胶化和蛋白质变性而成为可伸延的以及水汽在挤压时变成过热的形式，挤压物的细胞结构从挤压机中射出时迅速膨胀。任何单一成份或混合物的膨胀程度通常与挤压温度成正比。这样，就可能通过控制挤压温度和水分含量，使挤压物的膨化程度控制在合理的范围之内。

⑥热固作用通常在挤压的最终几秒钟内产生。很多挤压物有像面包样的细胞结构，并在挤压后迅速失去可塑性。

挤压烹煮是一个能够改善咀嚼性或硬度、易碎性或可塑性，以及脆性等这些特性的加工过程。在这方面还有很多需要学习的。如添加物的使用，成分功能的选择以及改变PH值的效果。对于起酥油、乳化剂、漂白剂、保水乳

化剂，谷朊和淀粉在挤压产品流体学特征上的效果和选择等方面正在取得经验。目前已经了解到了各种加工过程的控制和使用以及组成机构的改良，用以从设备的设计中得到预计的产品形状、组成、密度和结构。

组合植物蛋白食品的 肠胃气胀

在过去几年中试验工厂已经做了一些工作，这个工作是为了经济的解决食用高水平的大豆组织蛋白所产生的问题，这个问题是肠胃气胀。在正常食用组织状大豆蛋白时，肠胃气胀是不存在的。然而，工业上寻求在食品中增加大豆组织蛋白的百分比时，就有这个问题。所以解决这个问题是需要配合的。

肠胃气胀的来源有几个。但多数研究认为在回肠和结肠中由于微生物的作用而使低分子量的碳水化合物起到发酵降解作用（斯特格达Steggerda 1966, 卡洛威Calloway 1966），这里水苏四糖（菜豆糖）和棉子糖（植物蜜）看起来是罪犯。卡洛威（1966）指出：人类回肠与结肠的微生物利用水苏四糖（菜豆糖）产生气体。拉基斯（Rackis）也认为酵母转化酶与酸水解了的棉子糖（植物蜜）和水苏四糖（菜豆糖）产生大量的气体。拉基斯等（1967）还指出脱脂棉子或花生在狗肚里产生的肠胃气胀活力可与大豆相比。拉基斯1970年报导：脱脂大豆粉中的低聚糖大约为15%。卡瓦穆拉指出：低聚糖包含6—8%的蔗糖，4—5%的水苏四糖（菜豆糖）和1—2%的棉子糖（植物蜜）还有微量的毛蕊花糖。斯特格达1966年报导了几种大豆蛋白产品对人肠胃的产气体积，还发现在食用特殊的大豆食品时人们之间有明显的差别。

有一个办法可能解决大豆组织蛋白的肠胃气胀问题。首先是用大豆浓缩物做原料而不用脱脂的大豆粉去制造组织蛋白。因为大豆浓缩蛋白是用含水乙醇提取大豆蛋白制成的，在这个过程中除去了大量的糖。大豆全蛋白也是没

有糖的。大豆的浓缩蛋白和分离蛋白具有良好的特性，有随时可以加工的优点。它的缺点是使用浓缩蛋白和分离蛋白比按每单位蛋白质计算的脱脂大豆粉的费用高。第二种方法用脱脂大豆粉生产大豆组织蛋白并用洗涤方法将糖洗去。

除大豆粉外的脱脂植物蛋白都可以用这个洗涤技术。洗涤也被认为是很经济的。未焙烤的脱脂大豆粉中的氮是易溶于水的，这样的产品在水中一洗，很多的蛋白质留在洗涤液中。但在挤压烹煮未焙烤的和略焙烤的脱脂大豆粉的时候蛋白质发生变性，它最明显的迹象是大大降低蛋白质的可溶性。

轻度焙烤的脱脂大豆粉，如用在很多大豆组织蛋白上的，在挤压烹煮前有50—70%的氮溶指数；但在挤压烹煮之后只有5%的氮溶指数。所以对挤压烹煮后的大豆组织蛋白进行洗涤主要是除去可溶性糖。由于挤压烹煮后的蛋白质溶解度非常低，所以用水洗涤是安全的，洗涤液中的蛋白质含量是微乎其微的。

这个过程的最实际的部分有：

1. 挤压烹煮脱脂大豆粉(PH值改良或不改良和加与不加重要的小麦谷朊)在冲模上切成予计大小的凝聚物。

2. 为了最快的将糖滤出，这些凝聚物可以在冲击磨(锤式磨)的设备中立刻湿磨成小的颗粒如豌豆大小或者更小。如果需要大块，这一步可以省去。但软小的颗粒是需要的(如用在强化汉堡饼上的大颗粒大豆组织蛋白)。所以湿磨能磨细产品的颗粒，并缩短在洗罐中滤出糖的时间。

3. 大豆组织蛋白应在连续洗涤罐中用温水(180°F左右)浸泡相当长的时间，滤去大多数的糖分，在水中所需时间的长短将根据大豆组织蛋白的颗粒大小和水温来定。如果用冷水也是可以的，但是将要更长的时间。

值得指出的是：洗涤罐必须设计成能浸没组织化的大豆蛋白并能连续和均匀地在水面下装载产品的形式。还要安装水的温度自动控制

装置。温和的新鲜洗涤水不断的流进洗涤罐，同时不断的有同量的水流出以保证洗液中的糖分是最低浓度。

4. 可以使用第二个洗罐，这个洗罐的意图是在洗液中使用着色剂或者进行酸或碱式盐的PH改良，漂白或标示剂。如在第二次洗涤中使用了药剂，第三次淋洗应用中性淋洗。组织蛋白的水分含量在浸泡之后将达到62—75%。

5. 紧接着使用一个连续的机械脱水装置，尽可能的用机械方法除去水分而不改变大豆蛋白的结构。用机械方法很容易从像海绵一样的可咀嚼的胶体中挤出水分。这个脱水机械很象果汁的榨取。一个辊式磨或其它的机械可降低水分含量到45—50%。然后再通过一个合适的暖空气干燥器，使最终产品的水分含量达到预计的6—8%。洗过的干产品蛋白质的含量可达到68—70%而且不含糖。如果洗涤过的大豆组织蛋白要马上结合成液态物质的话，比如辣调味品、炖煮品或罐头、冻结食品等，则洗过产品的干燥还是需要的。

大家公认，结合洗涤和干燥的费用是高的。因为，由于增加了一些加工和洗去了12—15%的糖分而使产品重量损失的缘故。肠胃气胀大概是大豆组织蛋白最大用量的障碍。从逻辑上看应从工业上解决之。另外去掉大多数的水苏四糖，蛋白质的含量大约从50%增加到70%，这样就提供了一个增加工业费用之后还可以销售出去的理由。

结构要求的测定

这里不解释控制产品结构、复水性、密度、均一性、风味、口感、表面状况和尺寸大小的挤压烹煮方法和加工过程。Wenger(温格)花费了多年时间来寻求这个答案。今天虽然有可能作部分的控制，但还不理想。这个问题的答案通过对这个系统的分析和内部可互换的挤压机部件大幅度的发展使得产品达到设计的特点。“烹煮因素”就象通过挤压机部件的互

换所产生的烹煮作用的测定方法一样被发展了。

为了保持挤压产品的均匀性，成分和加工条件的一致性是必须的。对以上的认识再加上保持成分和加工条件的一致性对生产管理人员是最有用的工具。Wenger试验厂每年大约做800次实验。这个厂装备了七种不同的挤压烹煮机，两个型号的干燥机和冷却器，还有冷却成形挤压机，调味品调质进料器，调味品外部使用器，锤式磨、贮料罐，批量混合器，气动输送器，为压片用的大型水套磨辊磨，试验干燥机，大豆剥皮系统，速煮器，八种规格以上的挤压螺杆和约300种挤压机冲模，可互换的挤压机头，变速刀具，拉直和切断输送机和一组输送带。这样就组成了比较完整的试验工厂，但还没有试验室，不久也会添上。

试验工厂具有几个重要的功能。除了试验新机械和新结构的部件外，还要发展新产品和作为示范单位。每次挤压烹煮都是结构的重新组合，其组织学、化学、粘度、延伸度、口感、剪切力、密度，复水特点以及对压力，密度，剪切力和水分的反应都被改变了。当两种或几种成分同时烹煮或在不同情况下加工混合时，对于结构特点的处理机会就跃入量的范畴。在11年的试验工作中，他们主要的目标是了解如何控制产品变化和如何按照挤压烹煮所提供的流动学和功能要求来制作产品。资料继续累积，但试验厂中最主要的工作是记录如何很好的满足目标和加工状况发生了什么变化以及能提供预计流体学特点的挤压机结构。

很多使用挤压烹煮的工业，对取得预定食品结构和口感的任务都是一致的。因此，千百次试验能够告诉我们一两件能达到目的的数据，就可以从中学会选择成分，颗粒大小，PH值，水分使用地点和性质，还原糖的某些影响，酶、直链淀粉和支链淀粉、乳化剂和脂类的选择，美拉德反应的处理，各控制点的温

度的影响，和不同挤压速度的影响。利用改变挤压机部件的结构来改变食品结构，这样的变化记录对满足结构任务来说就显得更重要。在原先的螺杆中，中间螺杆，锥形螺杆，蒸汽密闭冲模，最终冲模和挤压头有许多不同的结构。同时挤压机还可以加长或缩短以适应特殊要求。

偶尔，挤压烹煮不能完全控制一些原料所要求的流体学特征，有时也不可能使用一个已定的混合物来取得预计的结构。在一些情况下，有可能提出产生预定结构的添加剂，配方的变化与一个或多个成分特性变化。

除了人类消费的食品外，挤压烹煮还用于动物食品，包括干的膨化狗食和猫食、半湿或中湿动物食品、鱼食、水貂食、反刍动物饲料中淀粉控制的尿素和在肉鸡饲料中用挤压烹煮全脂大豆或部分取代牛奶的代替品和小牛起始剂中的牛奶蛋白质。

自从第一次商业出售高温短时挤压机以来，很多重要的新型食品发展了，另外还有一些新食品正在发展或接近销售。还有许多新产品将要挤压烹煮。例如Wenger设计成了挤压烹煮系统(圆的、方的、椭圆形、矩形的管子)并用糊状物(肉、水果、鱼、蔬菜、禽类、糖、奶酪等)填充这个管道，保持不弯直到变硬，然后再按设计长短切断。现在这个管状食品主要由谷粉原料制成。但是也可以改用其它包皮物质。一些新型的肉肠或牛、猪肉混合肠可以制成现成能吃的或烤成棕色的香肠。

我们中一些人每天都在作挤压烹煮工作。沉缅在已经发展的各种使用中。我们还不能提供所有的预计流体学特征，但我们确信，挤压烹煮机能力范围的发展将为食品工业带来广阔的应用前景。(续完)(收稿日期80.1)

成孟秋译自英文《Fabricated Foods》

第九章