

试论我国豆制品生产工艺及传统经验

李 闯

一、对大豆的经验认识和选择

大豆营养丰富,平均蛋白质含量40%,脂肪含量20%,含有硫胺素、核黄素、尼克酸、维生素A等多种维生素,另外还富含钙、磷、铁等矿物质。由于大豆在品种上的差异,不同品种的蛋白质含量是不同的,同一品种由于生长成熟的条件影响蛋白质的含量也是有高低之别的。

做豆制品就是利用大豆的蛋白质。凭借直观分析来选购大豆时,一般情况下,凡是籽粒外皮粗薄色淡,光泽较浅的蛋白质含量高,反之则低。就同一品种而言,凡属正常成熟收获的粒齐饱满的蛋白质含量高,因受自然灾害影响的籽粒不齐,粒形多态,干瘪坚硬的含量低。

正常成熟收获后就上市的新大豆都比同一品种的陈豆好,做豆腐的产率高,豆腐保水性能好,质地细嫩,绵软有劲,食有清香,美味可口。储藏的时间越长,大豆中不溶性蛋白有所增加,豆腐的产率越低,质量越差。

凡虫咬的,霉烂的,受热受潮(包括出了芽的)的大豆,做豆腐产率极低,质量粗硬易碎,口感太差,是不适宜做豆制品的。

出于对经济价值和商业价值的兼顾,豆制品生产不但要质量好,产量高,又要产品美观。大豆种皮含有可溶性的色素直接影响着豆制品的颜色。由于人们都爱购白色和黄色的,对其他颜色的往往会产生曲解,为此缘故,黄、青两种大豆最适合做水、半脱水、干燥和油炸类

品种;黄、青、褐,双色的大豆都适合做卤,炸卤、熏臭类品种。黑大豆是不受欢迎的。为了保证货色迎人,还把种皮脱尽后方才加工制作。

二、豆饼的种类及对其蛋白质含量高低的感官分析

用大豆脱脂后的豆粕和冷榨豆饼做豆制品既可获得大量的食油,又能利用蛋白质做豆制品,产率比直接用豆的高,加工还简便。

1. 豆粕和豆饼的成分。从表2的数字可见,大豆脱脂后的粕饼中蛋白质含量相对地有了很大的提高,有利于做豆制品。轧片和压榨破坏了大豆组织,有利于浸泡、磨糊和蛋白质提取。大豆脱脂前的适当的加热处理,导致了部分蛋白质的变性,不溶性氮增加,但是,表3表明总的可溶性氮仍然比大豆高。对豆粕和豆饼的可溶性蛋白性质的了解,有利于豆制品的加工。

2. 各种豆饼的蛋白质含量。不同的单一品种和混合品种大豆形成的豆饼是不一样的,其鉴别要复杂一些,但只要掌握各种大豆的情况进行还原大豆的分析,再根据豆饼的特征,加工中的特性和效果,仍然是可以区分的。方法是:①看种皮的颜色,②看子叶颜色的深浅,③看豆饼的润枯,④分析大豆好坏品种组成的比例。

凡子叶淡黄色、种皮青色、黄白色、浅黄色、浅褐色、双色的、油润的蛋白质含量高。依次类推是子叶、种皮黄色的,好品种占比例大的,油润是一般的;子叶黄色,种皮黑色的;最差的是豆饼发红,油分水分干枯的。

从加工中反应出的情况证实,浸泡吸水量小,糊粘滤浆难,出渣率低,凝固时凝固剂用量多的蛋白质含量高,反之则低。可是,黑大豆及其豆饼蛋白质含量低,除凝固剂用量少外,其它方面却同好的大豆或豆饼相似。

不同品种的大豆成分 表 1

种 类	水分 (%)	蛋白质 (%)	脂肪 (%)	碳水化合物 (%)	粗纤维素 (%)	灰分 (%)
青大豆	13.90	41.66	19.71	19.90	0.58	4.76
黄大豆	13.12	38.45	19.29	21.55	2.94	4.59
黑大豆	13.96	36.58	19.85	21.33	4.05	4.23

豆粕和豆饼的一般成分 表 2					
种 类	水分 (%)	粗蛋白质 (%)	粗脂肪 (%)	碳水化合物 (%)	灰分 (%)
豆 粕	7 ~ 10	46 ~ 51	0.5 ~ 1.5	19 ~ 21	5
冷榨豆饼	12 ~ 13	44 ~ 47	6 ~ 7	18 ~ 21	5 ~ 6

大豆及其粕、饼的质量差异 表 3					
名称	总氮量 (%)	水溶性氮 (%)	10%NaCl 溶性氮 (%)	0.2%NaOH 溶性氮 (%)	不溶性氮 (%)
大 豆	100	80	12	5	3
豆 粕	100	58	9	22	11
团车饼	100	26	12	52	10
方车饼	100	14	10	52	12

各种豆饼的特征及其加工成型的基本情况							表 4
种类	豆饼特征	还原大豆 分 析	浸 泡 情 况	豆浆颜色	凝固剂用量、凝固物 结构、成型压榨的情况	成品质量与 货 色	产 量
一	淡黄 油 润	黄白皮大豆 或 黄白、黄两种 混合	1.吸水量小,粘 性大,青臭味大。 2.表面有淡黄色 油状物质和一层较 厚的细质豆饼。	淡 黄	1.凝固剂用量略多一点。 2.凝固物细嫩,保水性 强。 3.析水后凝固物易结合, 光亮绵软。普通豆腐干成 型压力55~58公斤/厘米 ² , 需15分钟。	质细弹性强 浅 黄 色	高
二	淡黄夹青 油 润	青 大 豆 或 青、黄两种混合	同 上	淡青黄	同 上	同 上	高
三	黄 油润一般	黄 大 豆	1.吸水量一般, 粘性一般,青臭味 小。 2.表面有一层细 质豆饼。	黄	1.凝固剂用量一般。 2.凝固物细嫩,保水性 一般。 3.析水后凝固物易结合, 光亮略硬。普通豆腐干成 型压力同上,需12分钟。	质细弹性一般 黄 色 (风吹金黄)	一般
四	黄 褐 不油润	褐 大 豆 或 褐、黄两种混合	1.同上 2.有少量细质豆 饼。	黄 紫 (浑浊)	1.凝固剂用量多,豆腐 脑花有下坠现象。 2.凝固物略粗,保水性 略差。 3.析水后凝固物结合一 般,不光亮粗硬。品种同 上压力同上,需10分钟。	粗 硬 紫 褐 色 (风吹紫黑)	略高
五	黄紫 不油润	双 色 大 豆 或 双、黄两种混合	同 上	同 上	同 上	同 上	同上
六	红 黄 枯 燥	黄 大 豆 (陈大豆或豆饼 热焖时间长) 硬	1.吸水量大,无 粘性,豆饼散渣。	黄 (浑浊)	1.凝固剂用量最少,操 作难掌握。 2.凝固物自然脱水,不 保水。 3.析水后凝固物松散粗 硬。品种同上压力同上, 需8分钟左右。	粗硬易断 黄 色	最低
七	黄 黑 油润一般	黑 大 豆 或 黑、黄两种混合	1.吸水量小,粘 性大,青臭味小。 2.表面有一层细 质豆饼。	灰 黑 (浑浊)	1.凝固剂用量少,豆腐 脑花有下坠现象。 2.同上 3.析水后凝固物软瘫。 品种同上压力同上需10分 钟。	软而无筋易断 黑 色 (风吹更黑)	低

依据长期积累的实践材料分析总结,豆饼大致可以分为七种,详细情况见表4。识别各种豆饼有益于加工中的浸泡,制取豆浆和凝固操作。

三、我国选用石膏作凝固剂有哪些传统经验?

石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)和盐卤(MgCl_2)均为制作豆腐用的凝固剂。

1.石膏的选择。古籍中称“寒水石”就是指透明晶体的,其解理面呈绢丝光泽的纤维石膏。这种石膏质优色白,不含杂质,用它做出的豆腐色白、细嫩、保水性好、弹性强、产率高。

2.石膏粉的烧制。将生石膏块放入灶膛两侧，避火头烘烤，约需15个小时。熟石膏以手剥即开，剖面呈根根丝状，手撮成粉的程度为最好。粉碎过筛出的石膏粉越细越好。湖北应城石膏粉厂所产的玉兰牌石膏粉品质最佳。就是选用白色纤维石膏，在200℃以内的煤灶中完全煅烧之后，经310型粉碎机粉碎，其粒度是80~120目/厘米²。

生石膏(CaSO₄·2H₂O)凝固作用前期性慢，后期性躁，凝固效果不太好，基本上不用。过熟石膏(CaSO₄)不起作用。熟石膏(CaSO₄·½H₂O)作用性慢平稳，易操作、效果好。

3.凝固液的配制和浓度要求。石膏溶液的配制有打、水磨、刷和混和四种，以打制的最好。因为石膏在水中的溶解度比较小，当温度为32~41℃时，溶解度最大，为此经试验证明调和石膏的水，以40℃左右的温水最好。固体盐卤含杂质多，稀释后必经沉淀，除去杂质泡沫，取清卤使用。否则，产品有黑斑点，食有苦涩味。

凝固剂液的浓度越大，对豆浆凝固的作用就越快越强，浓度越小，作用就慢弱，效果都不好。不同的豆制品品种所要求的凝固剂不同而采取不同的凝固操作方法，对凝固时的盐液浓度要求，做嫩豆腐冲浆的以8%，跑浆的以6%，油豆腐类点浆的为3%，其他品种点浆的以5%为好。固体盐卤稀释浓度以5~7%为适合，因为它不适用于做嫩豆腐和油豆腐二类品种，只适用于点浆，所以，浓度要求单一。

凝固实践有一条经验：刚制出的新石膏粉作用性快，放置一段时间后再用性变慢，配制膏液时加入生豆浆调和也可以减性。

四、大豆和豆饼的浸泡

利用大豆蛋白质做豆制品必须提取蛋白质溶液—豆浆。大豆中蛋白质被种皮和组织膜包裹着，只有经过浸泡，粉碎破坏组织，在有水的条件下，才能释放形成溶胶。蛋白质胶体只有亲水的性质，在有水的情况下，吸水性很强。大豆种皮和组织膜是一种半透膜，水和分子量小的溶质容易渗透。浸泡用的极低浓度（大豆

0.5‰，豆饼0.6‰）的Na₂CO₃溶液，因渗透压低，能引起水渗流进细胞组织，导致细胞组织的胀裂，有利于磨糊和蛋白质的释放。浸泡对蛋白质提取量的影响主要有浸泡的用水量，浸泡的用碱量，浸泡的时间和操作要求。

1.浸泡的用水量。大豆的吸水量是干豆重量的1.5倍上下，膨胀后的体积约是干豆体积的2倍左右，实际浸泡的用水量大于它的吸水量，必须使大豆膨胀后仍淹没在水中。豆饼浸泡的用水量，试验结果完全泡开是干豆饼的4.2倍，实际上大量浸泡是4倍，吸水量大的第六种豆饼（表3）是4.1倍。

2.蛋白质在等电点溶解度最小，生产中多用加碱升高pH值的方法提高大豆蛋白的溶解度。纯碱的用量一般是干豆饼重量的2.3~2.5‰。大豆浸泡时加碱量是干豆重量的1‰，磨糊时加碱量是干豆重量的0.5‰。浸泡豆饼的碱水pH值在8，泡好后pH值在7，加水制成的豆浆pH值在6。浸泡的碱水一定要事先调和好，再倒入豆饼浸泡，切不可将固体碱放在豆饼上然后放水，这样碱会结块溶解不开，造成局部豆饼腐蚀发黑。

浸泡时加碱还可以抑制酶和微生物的作用，增强了凝固物的保水性，提高质量产量，还有利于凝固操作。

3.浸泡的时间。浸泡的时间是随着各季节里的水温，气温的变化而变化的。大豆和豆饼在各季节的浸泡情况见表5所示。大豆以泡开到两瓣合面的中央还留有一点黄色凹腔，皮瓣发脆时最好。豆饼的完全泡开粘性大时最好。

各季节大豆和豆饼的浸泡情况 表5

季 节	气温 (℃)	水温 (℃)	大豆浸泡时间 (小时)	豆饼浸泡时间 (小时)
冬	0	5	24	24
初冬	10	10	18	10
初春	24	20	12	7
秋	30	25	8	4
夏	40	28以上	5~6	3

注：冬季气温0℃以下，滴水成冰的情况下，浸泡48小时，对质量产量没有影响。

浸泡时间短，大豆膨胀程度不够，皮瓣皮

软，豆饼不能完全泡开，蛋白质被纤维组织缠裹紧密，释放量低；时间长，浸泡过度，大豆瓣腔饱发白，组织膜由脆变软破坏不彻底，豆糊粘性降低，豆浆质量下降，产率低。豆饼会发酵变质。

夏季炎热，水温高，热传导水温上升，大豆膨胀速度快，浸泡略长，微生物作用，泡豆水pH值下降，能引起蛋白质的酸变，其表现是泡豆水有酸味，水面有泡沫生成，遇此情况，应立即换清泡豆水。豆饼由于大豆组织的破坏，蛋白质的暴露，在这样适合微生物增殖的条件下，蛋白质被分解酸败，哪怕多泡半小时也会发酵变质。表6试验表明：在气温水温较高的条件下，豆饼在一定的浸泡时间内，内部温度，pH值是正常的，超过要求的浸泡时间，内部温度超过临界的28℃ pH值低于7，豆饼就发酵变质。

豆饼浸泡的试验情况 表 6

气温 (℃)	水温 (℃)	完全泡开时			开始变质时			完全变质时		
		时间 (小时)	内温 (℃)	pH 值	时间 (小时)	内温 (℃)	pH 值	时间 (小时)	内温 (℃)	pH 值
31	28	4	28	7	5	29	6.5	10	30	5
29.5	28	4	28	7	5	29	6.5	9.5	30	5

注：用4.2倍重量于豆饼的1%NaOH水溶液浸泡。

大豆浸泡前用水淘漂，淘漂后再移入浸泡容器里浸泡。淘漂可漾除飘浮的坏豆，草棒杂物，清除灰土沙石，能保证磨片的使用寿命，免遭损坏，磨前大豆再用水冲洗，豆制品的质量纯净。浸泡容器必须清洁，残水，残豆、残饼最容易引起变质。变质的豆饼必须清除干净，禁忌掺和使用或以浆水套作，这方面有过“一粒老鼠屎带坏一锅粥”的教训。

五、制取豆浆

大豆浸泡后顺次进行的磨糊、煮糊（有的

称煮浆）、分离（滤浆）、煮浆（有的称再加温）四道工序，总称制取豆浆，简称制浆。这一整套的加工操作对蛋白质的提取，蛋白质的热变性起着关键性的作用，是豆制品加工的基础工艺。

1.磨糊。大豆粉碎成糊，其组织彻底破坏，可溶性蛋白质，脂肪及其他成分才能释放提取。磨豆时加水量要均匀，豆糊要不干不稀，从砂轮磨口出的豆糊糙度细匀，达80目，片状的最好，粗的蛋白质释放量低，过细的滤浆困难，豆浆反而滤不尽。磨出的豆糊用手指摸不展，以没有颗粒感为符合要求。

应使用新产品—砂轮磨

大豆粉碎的效果与不同的粉碎设备有关。豆腐史上有两次决定性的变革：一是，发明用凝固剂改变了原始的“自淀”^[1]的蛋白质凝聚方法，一是，发明石磨代替了最早的原始的“杵臼”^[2]粉碎，这两项变革推动了豆腐制作的发展，奠定了专业化的基础。钢磨是在石磨基础上演变产生的第三代，它们各有所长和所短。第四代砂轮磨是前两种的集大成者。三种设备对比，砂轮磨具有占地面积小、工效高、噪音小，豆制品产量高质量好，磨片使用寿命长，耗电量小等优点，是目前最先进的设备。

2.煮糊和煮饼

大豆球蛋白在溶解的过程中，加温可以增加其溶解量。煮糊和煮饼是提高产量的最重要一环。南京地区所用的豆饼能完全泡开，不需要磨糊，直接加水加温，简称煮饼。

1.煮糊和煮饼时的添加水量。加水制得豆浆量的不同是由各豆制品品种对凝固物的要求决定的。除去浸泡的吸水量，磨糊的加水量以干物质重量的倍数计算分别是：大豆原料基本上不兑水制湖南豆腐，湖南豆腐干是8，普通

三种粉碎设备的效率对比 表 7

项 目 设备名称	磨豆效率		豆 糊 糙 头	蛋 白 质 利 用 率 (%)	小箱豆腐产率		感 官 质 量
	公斤/台时	%			箱/公斤	%	
φ 2尺4寸石磨(鲁拉)	25	100	片状，一粗细不均	—		100	细嫩，有弹性
MF 260型钢磨	100~110	7400	粒状，60目粗细不均	66.86	12.10	108.6	略硬
WM 80型砂轮磨	250~260	71000	片状，80目，细匀	77.70	13.07	116.6	细嫩，有弹性

注：无锡市小箱豆腐核定标准11.2公斤。

嫩豆腐是9，油豆腐是12，其它品种是10~11；豆饼原料做普通嫩豆腐是6，油豆腐是9，其它品种是7~8。对蛋白质含量高的和最低的大豆或豆饼，按比例添加水以增减10%的幅度为好。豆制品的质量好产量高。

添加水的具体作法和套用添加水的好处是：作原料分离两次的每次加水量，就是比例数量，第一次滤出的用作凝固的豆浆。分离三次的每次加水量是按比例量的3/5、2/5、3/5，前二次滤出的用作凝固的豆浆。最后一次滤出的浆水用于下一作原料的首次分离的添加水，可提出豆渣中残存的一部分蛋白质，生产量越大，套用的产量就越高。凡不具备煮糊条件的添加水必须是沸水，用冷水的作法是不足取的。

2. 煮糊和煮饼的温度。豆糊加水后搅拌加温、糊粒受热膨胀，蛋白膜进一步破坏，加热、搅拌及其引起的震动加速了分子运动，蛋白质会有逸出，溶解量增加，产率显著提高。

实例证明：日本采用五层煮糊设备，糊浆受热均衡，逐步加到100℃，绢豆腐产率是1:5。我国六十年代初，浙江金华地区首创煮糊温度达90℃左右，油豆腐产率是1:1.3~1.4左右，比各地标准提高了约35%。在商业部的重视下，各地派人前往吸取经验，当时南京移植试验煮饼达92℃左右，平均产率提高约20%。去年二月据全国华罗庚“优选法”推广小组在宁介绍，太原市一家豆制品厂试验找出煮糊的最佳温度后，产率提高，全年可节粮十几万斤。南京建邺豆制品厂以前采用50℃左右煮糊，产率提高12.4%，1980年试验的最佳温度，煮豆糊以80℃，煮饼以60~80℃，质量符合标准，产率提高18.4%，全年加工粮120万斤，可节约20万斤左右，产值可增加6万多元。煮饼温度再提高，产率还能增加10%，由于滤渣设备不够理想，质量粗硬，这是普遍存在的值得研究改进的问题。

3. 浆渣分离。加温后的糊浆主要是蛋白质溶胶和纤维的混合物。取用豆浆必须把浆渣分离开来，豆渣滤的越干，豆浆才能取尽。分离效果的好坏完全取决于分离设备。分离设备有

非动力（人工）和动力两大类。日本采用振动式分离机，我国大都使用离心机。人工布包滤

两种分离设备的效果情况对比 表 8

设 备	滤浆量(干豆重) 公斤/台时	出豆渣量 公斤/公斤	大箱豆腐产量 块/公斤
离心机	500	1.0左右(干)	24~27
天平吊滤	25	2.2左右(湿)	20~22

浆是双层的，上层水纱布，下层粉袋布。离心机的滤浆裙有丝绢和尼龙的两种，孔眼一般在140目/厘米²左右。从表8的数字反映，两类两种不同的分离设备在效率、产率方面悬殊很大。离心机滤浆比人工吊浆的豆浆滤得尽，产率提高约20%，工效可提高20倍。

4. 煮浆。豆制品主要是大豆蛋白质的凝固物。没有蛋白质的热变性，豆浆就不可能有半固态的凝固。一般蛋白质加热到65~70℃时，就能使其变性。大豆蛋白质是十分敏感的，在加热、遇酸、遇碱，振动等条件下都能引起变性。所谓变性，即蛋白质空间构型中的化学键断裂，高级结构被破坏，而一级结构中的以肽键相联的氨基酸顺序排列并未变动，这就是说，蛋白质依靠低级键维系的肽链盘绕形成螺旋的空间堆积体舒展开来，分子内部的疏水性基团暴露，亲水性基团相应减少，可溶性降低，有利于蛋白质分子的凝结。

豆浆必须全部煮沸，蛋白质热变性才完全。以100℃加温，约需5~10分钟。为了克服泡沫的迷惑使之达到真正的煮沸，上海静安豆制品厂早几年就革新成功电子自控煮浆装置，温度控制在92℃，这是必须达到的最低温度。近年又研制出的五层封闭式煮浆器已在北京上海普遍使用，效果证明，它有加温时间短，流程快，雾气控制好，豆浆逐层加温到100℃，上中下转换受热均匀，蛋白质热变性彻底等优点。

豆浆受热不均，未变性蛋白质会随着黄浆水流失掉。未煮沸或没有完全煮沸的豆浆做出的豆制品发红。然而在夏天存放时间长的豆制品变馊，变红、粘滑是细菌增殖分泌粘液造成的，刺鼻的臭味是细菌分解蛋白质形成胺或氨，以及硫化氢的结果。

温度试验表明,豆浆加温仅为70℃,加凝固剂,并不凝固。这说明大豆蛋白质溶胶加温在一定的温度范围内,热变性未完全,仍具有可溶的性质。煮沸的豆浆冷却到45℃,加凝固剂虽能凝固,可是脱水后凝固物呈小花团悬浮,不能结合沉淀,无法加工成型。冷却的豆浆再加温达60℃以上,一切又恢复正常。因此煮沸的豆浆必须保持在70℃以上,凝固物热结合才好。

煮浆能起消除青臭味,破坏皂角素,使抗胰蛋白酶失去活性和杀菌作用。熟豆浆和豆制品容易消化,有助于人体对营养成份的吸收。

5. 消泡。制浆的每道工序都伴有蛋白质泡沫的生成。由于豆浆浓粘性高,泡膜坚厚,表面张力大,膜内外的气压相等,所以不能自破。消泡剂能够消泡的原理是:消泡剂易在液面铺展开来,吸附于泡膜液面,使泡膜变薄,表面张力降低,豆浆温度高,消泡剂在自身的破解过程中能产生巨大的激动力量,使液面波动,泡沫就能破裂了。加消泡剂后不断地搅动,可以加速泡沫的破裂,缩短消泡时间。米糠油脚消泡最强。日本用的是脂肪酸单甘油酯。消泡有利于滤浆,有利于凝固操作,蛋白质能充分利用。

六、豆浆的凝固

大豆蛋白质溶质带有相同的电荷,互相排斥扩散,分子的布朗运动结果,蛋白质—水的亲合力大于蛋白质—蛋白质的亲合力,蛋白质在短时间内不能凝聚。放置时间长,蛋白质有效碰撞机会增加,也能生成沉淀,这种凝聚不是做豆制品所需要的。做豆制品要求是由水的液体相包围蛋白质的固体相,豆浆通过凝固剂钙离子的搭桥,使蛋白质—蛋白质的亲合力大于蛋白质—水的亲合力,形成蛋白质的固体相包围水的液体相网络组织结构细密均衡的半固态的凝固物—豆腐脑。

点浆要掌握其变化规律,方能操作自如。决定凝固及效果好坏的有条件因素,也有操作因素。

1. 决定豆浆凝固的条件是大豆蛋白质的热变性;用凝固剂;凝固时豆浆的pH值达6.0左右。

2. 影响凝固效果的条件因素:①蛋白质的质量。浸泡过头或变质的凝固效果差。因种皮色素影响的褐、黑两种大豆的豆浆,在凝固时豆腐脑花易结团、质量大,下坠造成凝固速度不等,有疏水性,凝固物粗硬,效果也差。②凝固的豆浆量过多过少,凝固效果都不好。③凝固时豆浆温度高,凝固剂用量少,凝固作用快,凝固物粗糙不保水,产率低。凝固时豆浆温度低,凝固剂用量多,凝固物热结合差,成型时脱水少,质量过嫩易碎。凝固时豆浆温度以70℃~80℃最好,凝固剂用量适中,凝固作用平稳,凝固物细嫩光亮,保水性强,成型的豆制品质量好,产率高。④凝固剂用量多,凝固过头。凝固剂用量少,凝固不完全。一般石膏粉用量是干豆饼重量的2.5~3%,是干大豆重量的2.2~2.7%(制浆时下碱的)或2~2.5%(制浆时未下碱的),据介绍25~27°Be'盐卤用量是8~12%。以长江为水源的地区,夏季凝固剂用量只有冬季用量的 $\frac{2}{3}$ 左右。⑤凝固操作结束后,蛋白质之间的联结仍在进行,组织结构也在形成之中,必须经过一般静放置的时间过程,凝固才能完全,组织结构才能稳固。油豆腐类需10~15分钟,嫩豆腐类需30分钟,其他品种需20分钟。凝固略有欠足的时候可适当延长一些。

3. 凝固时豆浆的变化。豆浆的变化随着凝固剂的不断加入在缓慢地进行,越来越深化,当凝固剂加足量时变化结果就显示出来了,这就是a.有芝麻状豆腐脑花,豆浆翻动停止后花不再下坠,b.豆浆呈稠状,c.豆浆颜色变白,豆饼的豆浆由黄变白最明显,黄大豆的豆浆颜色白不明显,d.铜勺划动的阻力渐大。判断主要依据前两个条件,后两个可以忽略。有时没有豆腐脑花生成,只有第二个条件达到,豆浆也能完全凝固。以上条件的达到,称为豆浆的初凝阶段。

4. 凝固操作要点。凝固操作有点浆、跑浆、冲浆三种。点浆中的二部法(一是膏液分二次下完,一是先膏液后卤液)比一部法(盐液一次下完)效果好。准确判断豆浆变化,熟练掌

握操作工艺，是凝固成功的一个关键。操作中原则要求豆浆必须一次性翻动，尾声缓慢接近停止时初凝条件已微现，停止时初凝条件正好适中，这样的效果最好。

具体的操作法：操作停止后，豆浆在短时间内以惯性缓慢的翻动停止时达到初凝；豆浆在缓慢翻动时判定其停止后达不到初凝的情况下，继续轻划，增长翻动时间，促其达到；凝固剂下得猛，划动要快而有力，石膏混合得快没有下沉机会，相应地拉长豆浆翻动时间，凝固剂下得慢，适当划动不能快，可缩短豆浆翻动的时间。跑浆中有一个灵活处理的情况，如果在勺挡豆浆翻动时，初凝条件已微现，此时应即撤勺任其整体旋转，这样可以避免凝固过头。

5. 凝固效果的好坏及其原因。凝固效果总的有三种：好的，凝固适中，不好的，凝固不完全和凝固过头。

凝固适中的豆腐脑组织结构全部一致，细嫩光亮，保水性强、富有弹性；黄浆水澄清，呈绿黄色或淡黄色；豆腐脑花团棉软有韧性，结合强；豆制品一律纯黄色，质量好，产量高。

凝固不完全的是由于凝固剂用量不足或划动不够。前一原因的豆腐脑下层软瘫，上层呈半凝态糊状，黄浆水浑浊。后一原因的豆腐脑上层是半凝状，中层适中，下层过头，黄浆水上层浑浊，下层橙黄色。豆制品颜色黑暗，质量差，产量低。

凝固过头的，一是凝固剂用量过多，一是划动过头。豆腐脑组织明显呈网状，粗糙，有自然脱水，黄浆水橙黄色，豆制品颜色灰白，粗硬易散，产量最低。

另一种凝固不好的情况是间接地表现于豆制品有白色斑点。这是由于用过浓的盐液或者是盐液倾倒的忽猛忽停的结果。由大而多的豆腐脑花形成斑点的豆制品仍可以食用。但由石膏脚子下沉同凝固物混和造成的有斑点的豆制品食之硌牙，是不合格的产品。

凝固好的豆腐脑破面不规则起丝，自动抖晃不破，凝固不好的破面平直无丝，不抖晃，容易破碎。

在成型压榨时，出黄浆水慢，量少的，时间长的凝固效果好，反之不好。

七、不同凝固效果的不同成型操作方法

豆制品成型操作必须根据凝固效果的好坏灵活掌握。三种不同凝固效果的成型操作要领分别简练地总结为：凝固适中的，重翻（脑）轻折（水），速起（花团）稳榨。凝固不全的，轻翻慢折，轻起慢榨。凝固过头的，轻翻自折，速起速榨。凝固适中的做嫩豆腐，豆腐脑要略为弄破，重压多歇。目的是保水的要多析水，不保水的要尽量保住水，这样质量才能好，产量才会高。

八、各流派作坊的传统加工特色

白货作坊中一缸豆腐脑取上层做肖千张，中层做嫩豆腐，下层做蒲包灌制的臭元干。臭元干蒸食象鸡蛋一样的泡起，多孔含卤，鲜嫩味美。嫩豆腐质地细嫩，保水弹性好，刀剖面光亮，色泽美观，蛋白质含量7.4%，水分含量88.7%，都高于日本同类品含量。肖千张张张不破，金黄无白边，绵软韧性强，蒙上报纸显字清晰，上海的机制肖千张完全达到这种传统的质量，蛋白质含量39.5%，水分含量46.6%。豆腐干中扬州干丝干最佳，它能切片不散，切（刨）丝不断，绵软有劲的特点，是凝固适中，静置时间略短，破脑析水彻底，先初压出水后布包对口（两块垒并）压榨，成型后水煮进一步脱水紧缩处理的结果。普通豆腐干的蛋白质含量20%，水分含量70%。

油货作坊生产的油豆腐是最难掌握的一类品种，它要求有三低、一弱、二个控制好。豆浆的浓度要低，膏液的浓度要低，凝固时豆浆的温度要低，在65℃左右。凝固物网络组织的结合力要弱，有利于撑拉延伸。两个控制好是：胚子网络组织的结合力弱，又要含一定量的水分，成品才能内空壳薄。网络组织结合力强，含水量过多，成品壳厚瓢多。网络组织结合力过弱，含水量过少，成品实心外壳硬脆。胚子表面光，成品表面就光滑，反之，成品表面就刺癩。实践证明冷胚子比热胚子效果好。另一个是油温要控制好。初膨油温（110℃~120℃）

低,水分汽化胚子膨大,表面形成有弹性的软膜,定型油温(160℃~170℃)高,胚子内水分继续汽化,在强大的气压作用下,蛋白质受热向表面膜紧缩,胚子内空表面膜胀撑呈园形,水分不断蒸发,表面膜延伸能力消失由软变硬,成壳定型。初膨温度低,表面膜形成得慢,水分汽化散逸,膨胀力不够,胚子不能膨大;温度高,表面膜很快变硬,延伸能力下降,水分汽化膨胀力相对降低,胚子越炸越缩。定型温度低,初膨后胚子表面膜不能迅速成壳,水分汽化散发,膨胀力降低,胚子逐渐收缩,温度高,初膨后的胚子表面膜一下子坚硬无法延伸,内部水分急剧汽化,膨胀力猛增使壳胀裂,结果外壳脆化,油渗入内部增加油耗。油炸时间短,壳嫩会瘪,不能定型,油炸时间长,壳老脆化,食时嚼不烂。质量好的油豆腐果泡园得象小球一样,黄铮铮的,亮灿灿的。蛋白质含量是39.6%,脂肪含量是37.7%。

黑货作坊生产传统的酱油卤制类豆腐干有一套别具一格的加工方法,可是,现在已基本上不采用了,有日渐湮没濒于失传的趋势,实在是令人为之惋惜。其作法大致是:将各种香料物加以炒熟加入大豆中一道粉碎,香料利用完全,成品芳香可口。一作豆糊用沸水三次滤浆,蛋白质提的尽。采用二部三划(膏液分二次下,连续三个阶段划动)的点浆慢而稳。破脑初压脱水,豆干胚结构紧密,成型压榨力大,

时间长。布包要求正反两面一样平坦,布檐处三边中间以灯草状园凹和韭菜状扁凹直线为最美观。成型后的半成品经水煮沸后凉干,结构更紧密,曲折不断。用自制大豆酱油和糖色,配备佐料,以老卤煮之微沸(94℃~96℃)后,利用微弱火热焖8~10小时,再煮沸捞动不断地颠凉冷却,成品黑黄润亮得象浇过油一般,质量板扎,香味浓厚,口味鲜甜咸适度。高级的茶干中以马鞍山市的采石矶茶干品质最佳,历史久远,最负盛名。

我国豆腐及豆制品的生产,在长期的实践中逐步为人们认识到生产中的前后工序,上下工序之间都是相互联系,相互制约,相互影响的因果关系,并探索到豆制品质量好,产量高的符合科学的规律。这是我国劳动人民的一大创造,为人类改善营养条件、利用植物蛋白提供了丰富的宝贵经验。随着现代科学技术的发展,豆制品生产必将得到进一步地发展,科学地总结我国传统豆制品生产经验,为四化建设服务,为人民生活服务,实为迫切需要,本文意在抛砖引玉,愿与同业同志共勉。

参考资料:

(1)洪光住《中国古代劳动人民在食品化学方面的一个贡献—发明豆腐》·《中国食品学术讨论会》

(2)戴行钧《豆腐生产中的几个问题》。
《调味副食品科技》1981.1

豆浆粉的颗粒结构及对质量的影响

(速溶豆浆粉问题讨论之一)

鲍 鲁 生

奶粉、豆浆粉、可可粉等粉状固体饮料的溶解性能是衡量质量的重要指标,包括溶解过程(即速溶性)和溶解效果(用溶解度表示)两方面。溶解过程是指粉体颗粒能否全部顺利地分散到水中,溶解效果则指颗粒能否彻底溶解达到完全乳化。

决定粉状固体饮料溶解性能的有五个因素。

1.组成粉状固体饮料的各种物质应易溶于水:这些物质的分子必须是极性分子或者分子表面有大量极性官能团(如—OH,—COOH—NH₂等)。蛋白质和碳水化合物等高分子物质不宜分子量太大,否则分子扩散速度低也影响