表4 蛋黄的 pH 与浸泡时间的关系

浸泡时间(d)	蛋黄 pH	凝固厚度(mm)
0	6.90	0
4	7.21	2
7	7.35	3
14	8.10	5
21	9.80	11
28	9.95	13
35	9.95	15
42	9.96	15

3.1 皮蛋泡制过程中，碱性料液中的 OH^- 离子不断地向蛋内渗透。泡制的第一周，即传统工艺的“化清期”，OH^- 向蛋内渗透的速度最快，此阶段，蛋白的 pH 最高。随后，由于料液中的金属离子与蛋内蛋白质分解产生的 S^{2-} 结合，在蛋壳孔及蛋膜上产生难溶沉积物，阻碍料液的渗透，致使 OH^- 离子向蛋内渗透速度大大减慢，同时蛋白内的 OH^- 离子向蛋黄内渗透，导致蛋白的 pH 开始下降；皮蛋成熟后期，由于离子向蛋黄内渗透的速度极低，而料液中的 OH^- 尚有少量渗入，蛋白的 pH 又开始缓缓上升。

3.2 不同的料液中，OH^- 离子的渗透速度不同。含锌料液中，OH^- 离子的渗透速度最快，含铅料液中的渗透速度次之，含铜料液中最慢。可以推测，离子向蛋内的渗透速度与金属硫化物的形成过程及金属硫化物的理化性质有关。由于离子渗透速度与皮蛋的出缸、成熟时间有关，所以，在料液的配料中，金属化合物的品种及用量可能与皮蛋的成熟、出缸时间有关，这些还值得进一步研究。

参考文献

1 吕可雀．降低皮蛋含铅量方法的实验研究．食品科学，1984，(12)：24～27.

2 董际璇．含锌(不加铅)溏心皮蛋的分析研究．食品与发酵工业，1986，(4)：37～39.

3 刘仪初．松花皮蛋形成机理探讨．农畜产品加工，1989，(2～3)：6～8.

4 周国良．松花蛋生产．北京：轻工业出版社，1981，37～50.

大豆浸泡温度对豆腐加工的影响

李里特 曹 薇 中国农业大学食品学院 100083

摘 要 研究大豆的浸泡温度(10℃－70℃)对大豆吸水特性、大豆有效成分的提取率以及对豆腐品质的影响。在 20℃左右浸泡大豆，固形物和蛋白质损失较小，豆浆中固形物和蛋白质含量较高，制得的豆腐凝胶强度和持水性高。60℃浸泡大豆，浸泡时间缩短，豆浆中的固形物和蛋白质含量也较高，豆腐品质也较好，但浸泡液中固形物损失较多。

关键词 大豆 浸泡温度 豆腐

大豆的浸泡过程是豆腐加工中重要的操作。

由于各种酶的活性受浸泡条件的影响，因此，在不同的条件下浸泡大豆会直接影响产品的加工和质量。影响大豆浸泡的因素很多，如浸泡水的水质、水温、浸泡方法、大豆的粒度、品种、以及浸泡压力等。对此，国内外研究较多，并建立了一些数学模型。但不同的浸泡条件对豆腐品质的影响的文献并不多见。

本文主要讨论用去离子水在不同的浸泡温度下，对大豆吸水特性、大豆有效成分的提取率和豆腐品质的影响。

1 实验材料、仪器及方法

1.1 实验材料

黄豆：市售东北产，颗粒饱满、无虫蛀、霉变。

凝固剂：D－葡萄糖酸－δ－内酯(GDL)，江苏常州小河精细化工厂。

消泡剂：乳剂型硅有机树脂(食用级)。

1.2 实验仪器

电子天平(MP200B 型)、应变仪(自制)、水浴锅、打浆机(SH－801E)、凯氏定氮仪、温度计、干燥箱等。

1.3 实验方法

1.3.1 大豆浸泡

将大豆分别在 10℃～70℃(10℃递增)，用去离子水(大豆∶水＝1∶3)浸泡，当浸泡温度低于室温时，在冷藏箱中进行；高于室温，用恒温水浴锅控制。

1.3.2 豆浆的制备

对 2.3.1 浸泡好的大豆，用去离子水(大豆∶水＝1∶6)磨浆，然后浆渣分离，煮浆(煮沸并保持 4min)冷却后备用。

1.3.3 豆腐的制备

在 2.3.2 制好的豆浆中，添加 2.8‰的 GDL 制成豆腐。

1.3.4 大豆吸水率的测定

称取一定量的大豆加入 3 倍的水浸泡，经过一定的时间后，滤去大部分水分，再用干布吸去大豆表面的自由水分，然后称出浸泡豆的重量，用下式求出大豆的吸水率

$$Qt = \frac{Gt - G}{Go} \times 100\% \qquad (1)$$

Qt－t 时刻的吸水率；

Gt－t 时刻的大豆重，g；

G－浸泡前的大豆重，g；

Go－浸泡前大豆干物料重，g。

1.3.5 固形物含量的测定 常压干燥法。

1.3.6 蛋白质含量的测定 微量凯氏定氮法。

1.3.7 豆腐凝胶强度的测定

用自制的应变仪在同一块豆腐中，取大小相同的 5 个试样，测最大应力，并取其平均值。

1.3.8 豆腐失水率的测定[1]

在同一块豆腐中，取 5 个大小相同的试样，分别准确称重(重量为 g_1)，用纱布包裹，放在 20°倾角的斜面上，上面放置的 500g 重的砝码，压 5min 后，再精确称重(重量为 g_2)。用下式求其失水率，并取其平均值。

$$X = \frac{g_1 - g_2}{g_1} \times 100\% \qquad (2)$$

x－吸水率；

g_1－失水前重，g；

g_2－失水后重，g；

本文数据均为 3 次重复实验的平均值。

2 结果与讨论

2.1 浸泡温度对大豆吸水率的影响

通过实验可知，随着浸泡温度的升高，吸水速率增加，达到最大吸水率的时间缩短。在 20℃～50℃温度内，最大吸水率基本一致，而在较高温度(>60℃)下，最大吸水率下降较大。这与曾凡骏等[2]的实验有些差别。认为是因为随着大豆的吸水，其生理活动加强，大豆中的各种酶开始发生作用。蛋白酶催化大豆蛋白质水解脂肪酶催化脂肪水解果胶酶及半纤维素酶催化细胞壁果胶质及细胞壁上的半纤维素水解；呼吸酶使大豆粒料发生呼吸作用进行氧化还原反应。由于这些酶的协同作用，使大豆子叶的细胞互相分离，细胞壁破损，促使细胞组织充分膨涨，这些酶的活性增强对大豆的培养成分也起分解作用，在较低温度下(<20℃)，酶活性下降，大豆在浸泡中的固形物损失较少，而在较高温度下，酶促反应加速，所以在浸泡液中的损失较多(表 1)。

另外，还发现当达到最大吸水率时，延长浸泡时间，吸水率呈下降趋势。这是因为达到浸泡平衡后，延长时间，糖类和蛋白质的溶出量增加[3]，致使吸水率下降。所以，在浸泡中以达到最大吸水率为最佳。不同浸泡温度下达

到最大吸水率的时间如图 1 所示。

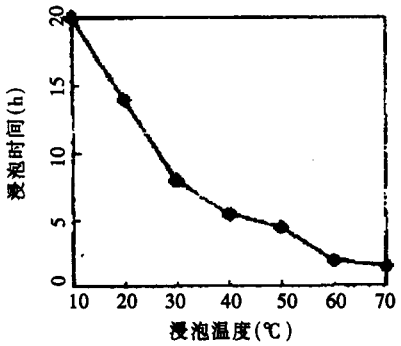

图 1 浸泡温度与时间的关系

2.2 浸泡温度对浸泡液的固形物损失的影响

不同的浸泡温度下，当达到最大吸水率的浸泡液固形物含量，如表 1 所示：

表 1 不同浸泡温度的浸泡液固形物

温度(℃)	10	20	30	40	50	60	70
含量(%)	0.2	0.8	0.8	1.0	2.0	5.5	4

由表 1 可知，固形物损失随浸泡温度升高而增加。40℃以下损失较少，40℃以上损失增加较快。这是因为浸泡温度升高，浸泡液中的蛋白质几乎不发生变化(图 4)，但低聚糖在 40℃以下溶出量较少，超过 40℃，随温度的增加溶出量增加，所以浸泡液中固形物含量显著增加[4, 5]。

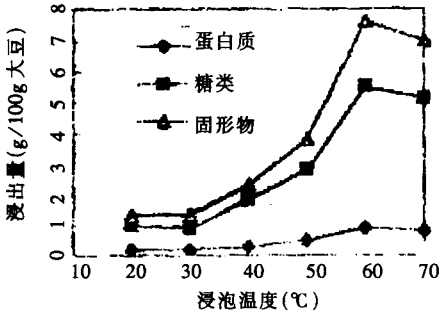

图 2 浸泡温度对大豆蛋白质，糖类和固形物浸出量的影响

在 60℃时，浸出液中固形物达到最大值，60℃以上将下降(图 2)，这是因为 60℃时，细胞膜的渗透能力受到影响，更多的物质扩散出来，同时细胞间的膜受到破坏，分解酶与基质混合，有利于较低分子量的组分扩散出来，60℃以上，分解酶被钝化，所以浸泡中固形物含量反而下降[6]。

2.3 浸泡温度对豆浆中固形物和蛋白质含量的影响

不同浸泡温度下，测得豆浆中固形物和蛋白质含量如图 3 所示：

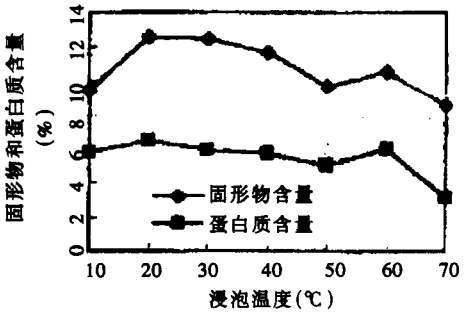

图 3 浸泡温度对豆浆固形物和蛋白质含量的影响

由图 3 可知，豆浆中的固形物和蛋白质含量，在 20℃和 60℃各有一个峰值。其原因是：(1)20℃以下，有效成分未被充分提取，过滤时随豆渣损失掉了；(2)20～50℃之间，随温度升高酶促反应加快，呼吸作用加强，消耗本身养分，有效成分的损失和有效成分随浸泡水流失；(3)60℃时有效成分提取率较高，原因是蛋白质分子发生解离，成为较小分子量蛋白质，导致溶解度升高[4]。(4)60℃以上，有效成分提取率较低，是因为蛋白质分子发生了部分热变性，可溶性蛋白质变成了不溶性蛋白质，使溶解度降低，从而降低了有效成分的提取率。

2.4 浸泡温度对豆腐品质的影响

表 2 浸泡温度对豆腐品质的影响

温度(℃)	10	20	30	40	50	60	70
凝胶强度(g/cm²)	62.25	82.05	73.56	70.74	62.50	73.56	33.95
失水率(%)	20.57	11.95	16.93	17.67	19.21	16.45	30.26

不同浸泡温度下，测得豆腐的凝胶强度和

失水率如表 2。

由表 2 可知，浸泡温度太低和太高都将降低豆腐的品质。在 20～30℃下浸泡，豆腐的凝胶强度和持水性最好。

这是因为在较高温度下浸泡(>40℃)，大豆组织吸水速度快，但不均匀，蛋白酶的活性比较高，将一部分蛋白质分解成多肽，失去了某些加工特性。在较低温度下，酶的活性很低，大豆组织吸水速度慢，并且豆浆的固形物含量低，所以豆腐的品质也将下降。60℃时，豆腐的品质较好，因为在该温度下蛋白质含量高。

3 结 论

3.1 在 20℃左右浸泡大豆，固形物和蛋白质损失较少，豆浆中的固形物和蛋白质含量较高，且制得的豆腐的凝胶强度和持水性高。

3.2 在 60℃浸泡，浸泡时间缩短，豆浆中的固形物和蛋白质含量也较高，豆腐的品质也较好，但固形物损失较多。

参考文献

1 周奇文，丁纯孝编译．实用食品加工新技术(3)．北京：中国食品出版社，1986.

2 曾凡骏，康毅．温度和时间对大豆浸泡吸水的影响．中国酿造，1993(2)：35～37.

3 李金花，三浦靖等．大豆の吸水速度の解析．日食工誌，1996，43(3)：288～298.

4 浅野三夫，大久保一良等．大豆からのしんしぁつ成分挙动に及ぼす浸渍温度の影响．日食工誌，1989，36(8)：636～642.

5 浅野三夫，大久保一良等．大豆の温水浸渍によるオリゴ糖の浸出挙动．日食工誌：1991，38(9)：770～775.

6 Samuel Kon. Effect of Soaking Temperature on Cooking and Nutritional Quality of Beans. Journal Food Science, 1979, 44, 1329～1334, 1340.

降低柠檬酸钙中草酸含量方法的研究

白金莲 海拉尔市卫生防疫站 021000

马洪涛 邓国才 南开大学化学系 300071

摘 要 采用“两段中和法”的工艺，柠檬酸钙中草酸的含量可降至 500mg/ L 以下，达到了国家标准。

关键词 柠檬酸钙 草酸 两段中和法

利用山芋淀粉渣浅盘发酵制备柠檬酸钙时，发酵酸液中除含柠檬酸外，还存在草酸和葡萄糖酸等杂酸，它们与钙离子结合，都可生成相应的钙盐。

直接用钙盐中和往往不能得到合格的柠檬酸钙产品，影响了产品的质量及经济效益。为此，本文采用“两段中和法工艺”使草酸含量降低至 500mg/ L 以下。

1 原理

分离的原理是利用这几种钙盐在不同 pH 值下溶解度的差别[1]。在热的中和溶液中，草酸钙可以在 pH13 以下沉淀析出，从而可先分离出来，达到脱除草酸之目的。而葡萄糖酸钙溶解度很大，一直处于溶解状态，不会混到柠檬酸钙沉淀之中。这样，通过分步中和，便能制得合格的柠檬酸钙产品。

2 实验

2.1 仪器与试剂