

# 动物性食品工艺学

## 实验指导书

杨艳彬 唐明翔 任建 李开雄

石河子大学食品学院

二〇〇六年九月

# 目 录

第一篇 乳与乳制品	1
实验一 乳的采样和样品的保存	1
实验二 乳与乳制品的感官评定	5
实验三 乳与乳制品的理化检验	10
3.1 原料乳的理化检验	10
3.1.1 牛奶密度的测定	10
3.1.2 煮沸试验	11
3.1.3 酒精试验	12
3.1.4 滴定酸度的测定	12
3.1.5 乳的新鲜度测定参考法—定量碱液法	13
3.1.6 牛乳冰点的测定	14
3.1.7 牛奶中脂肪含量的测定	15
3.1.8 牛乳中总固体、水分、非脂乳固体的测定	17
3.1.9 乳中乳糖含量的测定	19
3.1.10 牛乳杂质度的测定	20
3.2 乳制品的理化检验	20
3.2.1 乳粉中水分、溶解度和杂质度的测定	20
3.2.2 乳脂肪球大小及数量的测定	23
3.2.3 奶油和硬质干酪中食盐的测定	25
3.2.4 甜炼乳的粘度和钙盐沉淀物的测定	25
3.2.5 奶油的酸价、过氧化值、皂化值、碘值的测定	28
3.2.6 均质效率检查	31
实验四 乳与乳制品的微生物学检验	32
4.1 细菌菌落总数测定（平皿培养法）	32
4.2 加工过程中重要微生物检验	32
4.2.1 酸奶中链球菌数的测定	32
4.2.2 乳酸杆菌数的测定	32
4.2.3 主要腐败菌的检验	33
4.2.4 酵母和霉菌数的检验	33
4.3 其他微生物学检测	34
4.3.1 美蓝（还原酶）试验（甲烯蓝试验）	34
4.3.2 刃天青（利色唑林）试验	35

4.3.3 抗生素残留检验 (TTC 法) .....	35
<b>实验五 掺假、掺杂、异常乳的检验</b> .....	37
5.1 掺水乳的检测 .....	37
5.2 掺淀粉 (米汁)、豆浆乳的检测 .....	38
5.3 牛乳中掺碱的检测 .....	39
5.4 牛乳中掺中性盐及弱碱性盐的检测 .....	40
5.5 牛乳中掺牛尿、尿素、蔗糖等非电解质的检测 .....	41
5.6 牛乳中掺防腐剂的检测 .....	43
5.7 牛乳中掺石灰水、洗衣粉的检测 .....	45
5.8 病理异常乳 (乳房炎乳) 的检测 .....	46
5.9 乳中过氧化物酶试验 .....	47
5.10 乳中磷酸酶试验 .....	47
<b>实验六 酸奶加工</b> .....	49
<b>实验七 冰淇淋加工</b> .....	51
<b>实验八 奶油加工</b> .....	55
8.1 普通奶油的加工 .....	55
8.2 黄油的加工 .....	58
<b>实验九 干酪加工</b> .....	60
9.1 Gouda 干酪的加工 .....	60
9.2 农家奶酪的加工 .....	61
9.3 软质羊奶奶酪的加工 .....	62
9.4 羊奶奶酪的加工——Feta .....	62
<b>实验十 乳饮料加工</b> .....	64
10.1 番茄、胡萝卜复合汁乳酸菌饮料的加工 .....	64
10.2 酸化奶饮料的加工 .....	64
10.3 南瓜乳发酵饮料的加工 .....	65
<b>第二篇 肉与肉制品</b> .....	67
<b>实验一 肉的新鲜度检验</b> .....	67
<b>实验二 肉质评定</b> .....	71
<b>实验三 肉与肉制品理化指标的测定</b> .....	74
3.1 鲜肉水分活度的测定 .....	74
3.2 肉制品中粗脂肪的测定 .....	75
3.3 肉及肉制品中蛋白质的测定 .....	77
3.4 肉制品中淀粉的测定 .....	80
3.5 肉制品中亚硝酸盐与硝酸盐的测定 .....	81
<b>实验四 腌腊类制品的加工</b> .....	84

4.1	腊肉的加工 .....	84
4.2	培根(方肉)的加工 .....	85
4.3	火腿的加工 .....	86
<b>实验五 酱卤类制品的加工 .....</b>		<b>89</b>
5.1	南京盐水鸭的加工 .....	89
5.2	南京板鸭的加工 .....	89
5.3	啤酒鸡的加工 .....	91
<b>实验六 烧烤类制品的加工 .....</b>		<b>93</b>
6.1	南京烤鸭的加工 .....	93
6.2	道口烧鸡的加工 .....	93
6.3	三特(鲜、香、嫩)烤鸡的加工 .....	94
<b>实验七 肉干类制品的加工 .....</b>		<b>96</b>
7.1	肉松的加工 .....	96
7.2	肉干的加工 .....	97
7.3	肉脯的制作 .....	98
<b>实验八 香肠类制品的加工 .....</b>		<b>99</b>
8.1	腊肠的加工 .....	99
8.2	香肠的加工 .....	99
8.3	灌肠的加工 .....	100
<b>实验九 肉类罐头的加工 .....</b>		<b>104</b>
9.1	清蒸原汁类罐头的加工 .....	104
9.2	调味类罐头的加工 .....	105
9.3	腌制类罐头的加工 .....	106
<b>第三篇 蛋与蛋制品 .....</b>		<b>108</b>
<b>实验一 禽蛋的构造和物理性状的测定 .....</b>		<b>108</b>
<b>实验二 禽蛋的新鲜度和品质检验 .....</b>		<b>110</b>
<b>实验三 禽蛋的保鲜 .....</b>		<b>114</b>
<b>实验四 皮蛋的加工 .....</b>		<b>116</b>
<b>实验五 咸蛋的加工 .....</b>		<b>119</b>
<b>实验六 糟蛋的加工 .....</b>		<b>121</b>
<b>实验七 熟制蛋的加工 .....</b>		<b>123</b>
<b>实验八 湿蛋黄的加工 .....</b>		<b>125</b>
<b>实验九 蛋黄酱的加工 .....</b>		<b>127</b>
<b>实验十 鸡蛋饮料的加工 .....</b>		<b>128</b>

# 第一篇 乳与乳制品

## 实验一 乳的采样和样品的保存

### 目的要求

了解生鲜乳样的采集和保存的方法。

### 实验项目

#### 一、乳样的采集

##### (一) 采样的基本要求

在分析工作中，如果我们使用的分析方法是标准方法，且仪器设备运转正常，那么采样方法就是影响分析结果的主要因素。对于任何类型的乳制品，正确的采样都是准确测定样品的第一步，这就要求所采的样品必须具有代表性，能代表被检验产品的特性。

我们可以借助国家标准和国际标准中的采样方法，这些方法对不同产品都有说明，能指导我们如何取得有代表性的样品。当然，在实际操作中还应结合当时当地的具体情况制定最佳采样方案。

##### (二) 采样的准备工作

1、采样人员：正规的乳制品分析实验室，应确定专门的人员采样，其他化验室也应有具有一定经验采样人员。采样人员需接受专门培训，学习有关知识并熟练地掌握采样操作技术。有条件时应实行双人平行采样。

2、样品的封装与标贴：采好的样品要密封包装，贴上标签。标签上应注明样品名称、来源、数量、采样日期和编号等内容。

3、采样报告：正规的乳品分析实验室中应备有采样报告，报告中要记载样品来源、采样要求和采样条件等内容。

4、采样用具：用于化学分析的采样用具必须洗净后干燥。用于微生物检验用的器具，必须清洗后灭菌。灭菌方法根据不同材料与质地，采用国家标准中指定的适当灭菌法。作感官评定的样品可按上述方法之一处理，但用具不应给样品增加滋、气味。通常要求采样用具为不锈钢制品或玻璃器具。

5、采样容器：应使用清洁干燥、不透水、不透油，能承受灭菌的适当形状、容积的容器作为液体样品的容器。固体样品同上述要求，但一般使用广口瓶。采样容器要密封，最好真空包装。如果采样容器是复合材料并用黑色包装材料，则是最理想的，因为氧气的进入或光照都可能改变样品中的某些成分。

### （三）采样技术及预处理

每个样品采两个样，一个为分析样品，另一个为保存样品，当一个样品发现错误时，可用保存样品重新测定。各种样品的采样量和采样频率可查阅国家标准。

1、收奶站采样：采样前的混合是最重要的，最有效的混合方法是用搅乳棒在奶桶里将牛乳上、下搅动 20 次以上，然后立即采样。如果不搅拌就倒入盛奶容器中，那么先倒入的部分含脂率较低，后倒入的较高，已放置一段时间的牛乳影响更大；有时还有些粘滞的稀奶油不容易通过滤网，奶样可用勺子或采样管采，不能直接用玻璃管采，以防止玻璃打碎或防腐剂进入乳中；混合奶样可用一定容积的长柄勺、刻度吸管或采样管采。每天至少采 10mL 样品，一只混合奶样至少有 100mL，有采样管可以方便快捷取样，但为了防止稀奶油粘到管子上，取样前仍要混合牛乳。

2、奶缸采样：对于大奶缸来说，要用机械搅拌等方式使样品均匀，这样可以采到最接近实际的样品，搅拌至少 3-5min，搅拌是否达到要求，可在奶缸的入口和出口分别取样测定，如果脂肪含量完全相同，说明混合效率很好。

取样可采用直径 10mm 不锈钢采样管或玻璃管，其长度应比盛乳容器高。若用玻璃管采样，须小心使用，防止玻璃片落入乳中。采样时应将采样管慢慢插入乳的容器底部，使在不同的深度取样，然后用大拇指紧紧按住采样管上端的开口，把带有乳汁的管从容器内抽出，将采得的检样注入带有瓶塞的干燥而清洁的玻璃瓶中，并在瓶上贴上标签，注明样品名称、编号等。乳样采集法见图 1-1-1。

3、实验室从样品瓶采样和预处理：新鲜牛奶可在 20℃用两个干净容器互相倾倒，直到混合均匀，然后迅速称取或量取，冷藏取出的牛乳须在水浴中加热至 40℃，然后充分混合，使瓶内脂肪完全融化并混匀后，冷却至 20℃立即采样。对于不新鲜和贮存时间较长的样品，水浴加热温度和时间可适当调节，但应避免加热时温度过高，时间过长而使样品“走油”。

4、乳粉采样：乳粉在阴雨天或湿度大的天气下应避免采样，以减少样品从空气中吸入水分，导致实验误差。而用箱或桶包装的乳粉，可按国家标准或以下方法采样。即在筒内乳粉表面划一直径，

再垂直此直径划一半径，两条线顶端三点成为一个三角形，取三角形顶点及三边的中点共 6 个点。用采样器从此 6 点采样，采样器长度应能达到桶底，采取的样品全部移入相当于样品体积 2 倍的清洁、干燥、不漏气的容器中，并立即封口。开始检测前，先将盛样容器充分摇荡并反复颠倒，使样品充分混匀，然后立即采样，采样速度越快越好。如有团块存在，用 20 目的筛过筛后采样。

5、稀奶油采样：将稀奶油来回倾倒、摇荡、搅拌、直至成为均匀的乳状液，然后立

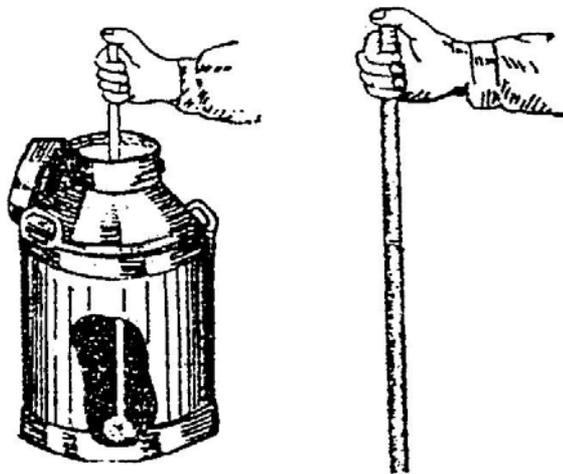


图 1-1-1 乳样采集法

即采样；如果稀奶油稠厚，可加热到 30-35℃混合均匀；如果有块状，需置水浴中加热至 38℃，采样后必须迅速进行检验，最好在 3 天内完成。

6、奶油采样：样品应避免暴露在空气和阳光下。将采取的样品放在一个带盖的密闭容器中，在 32-37℃水浴中溶化，不超过 39℃。同时，应经常从水浴中取出振荡，以避免脂肪析出，并时刻注意观察样品的流动性，直到奶油成为均匀的糊状液体（以采样后能立即恢复平面为适宜稠度），然后将容器从水浴中取出，猛烈摇动后置振荡机上振荡（每 min425±25 次），直至样品逐渐冷至粘稠状，成为不能流动的、不再保持平滑表面的状态，此时即可迅速称取样品。

7、加糖炼乳采样：首先样品罐应用温水洗净、擦干，然后置于 37℃保温 10 天后做为细菌检验和感官评定的化学分析样品罐。先在清水中将罐外洗刷清洁，置 30-35℃水浴中加热至罐内外温度一致，然后立即开罐，用刮刀刮起所有内壁粘附物，倾入另一较大容器，充分搅拌后取样，或称 100g 混匀的样品，置于 500mL 容量瓶中，用水稀释至刻度，充分摇匀再称样后测定各成分。

8、干酪采样：取许多小块样品，直到样品总量达到 50g 以上。根据干酪的类型、形状、重量等，选择不同的采样方法。

（1）切割采样：圆形和长方形的大块干酪，去掉表皮，用不锈钢刀从中间切开，进一步切成扇形，取扇形侧面部位的一整片样品，进行粉碎和包装。

（2）采样器采样：根据干酪的形状、重量及类型，选择一定的方式（可参考国际标准如 IDF 标准），去掉表皮后插入采样。

（3）整块（盒）采样：对小块干酪及盛在小容器中的干酪，可全部采作样品。采得的样品在测定前可用药匙取 30-50g 于研钵中，轻轻研碎，待用。

9、冰淇淋冷冻甜食采样：将样品切成 6cm×7cm（约 250mL）左右大小的块状，随机选择 2-3 块，置加盖的高速粉碎机中，先在室温软化，然后打碎混合，一般打 2min，尽量缩短混合时间，不要使样品温度超过 12℃，立即倾入广口瓶并盖紧盖。如果经过放置，称样前应再次充分振摇均匀。

## 二、乳样的保存

采取的乳样如不能立即进行检查时，必须放入冰箱中保存或加入适当的防腐剂（做细菌学检查时不准加防腐剂），以防止微生物的生长和繁殖。

### （一）低温保存法

乳样采取后，如果只须保存 1~2 天，则可在 0~5℃的冰箱中快速冷却保存。

### （二）添加防腐剂保存法

1、重铬酸盐保存法：重铬酸盐为强氧化剂，能抑制乳中微生物活动。其方法是用 20%K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 或 10%Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 溶液。在冬季每 100mL 乳中加入 0.5mL；在夏季每 100mL 乳中加入 0.75mL 即可保存 3~12 天。

2、甲醛保存法：甲醛可与细菌蛋白发生反应，生成甲醛蛋白，使细菌生命活动停止。其方法是用市售福尔马林（含甲醛 37~40%），每 100mL 乳加入 1~2 滴，即可保存 10~15 天。

3、过氧化氢保存法：过氧化氢的性质不稳定，易分解产生[O]，使微生物生命活动停止。其方法是用市售过氧化氢（30~33%），每 100mL 乳加入 2~3 滴，密闭，可保存 6~

10 天。

如果是密封包装的超高温灭菌乳，可不必进行特殊的保存，但温度也不应超过 25℃。表 1-1-1 列出了一般产品取样的参考要求。

表 1-1-1 几种乳制品的取样要求

产品	取样量（克）	保存温度（℃）	防腐剂
液体乳	200	0-4	可加
未开封的 UHT 乳	200	<25	不加
开封的 UHT 乳	200	0-4	可加
炼乳	200	<25	不加
发酵乳制品	200	0-4	不加
冷冻产品	100	-18	不加
乳粉	100	<25	不加
奶油	100	0-4	不加
干酪	100	0-4	不加

为了获得准确的分析结果，我们首先需要具有高水平的，非常熟练的采样人员和专门正确的采样方法，加上正常运转的分析仪器设备和标准的分析方法，就能从有代表性的样品得到高质量的分析结果。

## 实验二 乳与乳制品的感官评定

### 目的要求

通过本实验，了解和掌握几种乳制品感官评定方法及评分标准。

### 实验项目

#### 一、一般原则和方法

感官评定结果是否真实可靠与感官评定的规则方法是否科学严密、感官评定人员是否有权权威性这两方面有着很大的联系。因此，要使感官评定结果公正客观，就必须遵守这些规则，并且由有丰富经验并经过专门挑选的人员来进行这项工作。

##### （一）评定人员须具备良好的生理和精神条件

评定人员应具有良好的健康状况、健全的感觉器官和饱满的精神状态。评定前不能吃得过饱，也不能处于饥饿状态，不能吃味过浓或刺激的食物，以避免影响食欲和减弱味觉作用。评定前同样不能抽烟喝酒，否则会引起滋、气味鉴别功能紊乱。实际上有抽烟喝酒嗜好的人是难以被选为感官评定员的。同样，化妆品的使用也是需要注意的问题。头发、脸部和手上若有浓烈的化妆品气味将会给正常品评带来不利影响。评定前口嚼胶姆糖（无味口香糖）能刺激唾液分泌，为品评作好准备。感官评定室内应保持干净、整洁、安静、通风良好、光线适中、温度适宜，从总体上要给人以舒服愉快的精神感觉。正式开始评定（即在样品入口）前要用清水漱口，并洗手。

##### （二）样品温度

感官评定时不同种类样品应有不同的评定温度。总的要求要样品不能过冷过热。过冷会使味蕾麻木，失去敏感性；过热会刺激甚至损伤味蕾，使之失去品味功能。原乳一般在18-20℃时评定，其他液态乳制品一般在14-16℃时评定，若产品含糖，温度可略高，若产品经过发酵温度可略低。奶油一般在13-15℃时评定。干酪的含水量较少，评定时温度范围可略大。

##### （三）存贮时间

不同样品应根据其保藏期时间不同，贮存相应的时间后再进行感官评定。这样获得的结果较为客观，更有实际意义。

##### （四）采样方法

同其他的检验测试一样，样品是否有代表性是决定结果是否真实可信的关键。感官评定样品的方法都应当按照标准进行。

##### （五）顺序

得到样品以后应立刻闻味，否则样品接触空气后会变淡。一般来说评定员总是先闻味后尝味，因为嗅觉要比味觉敏感得多。

##### （六）采样量

舌面上同一部位对不同滋味的敏感性不同，因此样品必须在口内充分流动，使整个舌头都接触到样品，否则会造成评味不全面。这就要求进入口中的样品量应足够，同时样品

应在口内停留一定的时间。对同类样品进行系列品尝时，停留时间应该相同。需要注意的是评定后口中的样品应全部吐出，不能吞吃下去。

### **（七）清洗口舌**

每品评完一个样品，吐出来，然后要用清水或含有少量盐分的温水彻底漱口，以免口中残余物对下个样品的品评产生干扰作用。

### **（八）评定环境**

感官评定往往是由数名成员组成的小组来完成的。因此最后结果是以小组形式汇报的，也就是说将每个成员的评定结果综合以后取平均值作为结论。这就要求每个成员都必须认真地独立完成自己的品评工作。品评中间避免互相讨论交流，更不能在听了或看了别人的结论后再作自己的判断。

## **二、感官评定能力的训练**

### **（一）人员挑选和能力训练方法**

感官评定是一项比较复杂的工作，带有一定的主观性，这就对感官评定人员提出了一定的要求。一个合格的感官评定员具备的基本条件应包括

- ①健全的感觉器官和良好的心理素质；
- ②良好的注意力和记忆力；
- ③良好的观察力、判断力和鉴别力；
- ④较好的语言交流能力和概括能力。

在挑选感官评定员时，首先应进行面试，以限制生理和心理有缺陷的人。然后，对初试合格者再进行味觉辨别能力测试。味觉辨别能力的测试方法有许多，这里简单介绍几种常用的方法。

1、“基本味”的敏感性测试：将具有甜、酸、苦、咸4种“基本味”的物质分别配制成一系列浓度的溶液，溶液浓度逐渐递增，数量在10个以上，另将纯水作为零浓度溶液，这样就获得了4种基本味的系列溶液。让受试者任选一个系列，从零号浓度起由低到高逐一品尝，然后让受试者汇报从何浓度开始辨出有味，从何浓度开始确定为何味。其他3种味的品尝，以同样方法获得结果。将结果进行综合分析，从中可挑选出对味觉敏感者。在进行时要注意的是配制成的溶液浓度应较低，浓度间的差异要小，而溶液个数应较多。

2、辨味测试：将生活中一些常见滋味样品配成溶液让受试者辨别。这些滋味样品包括蒸馏水、咖啡、茶、牛乳、啤酒、醋、矿泉水、可乐、各种水果汁和调味汁。

3、三角测试：准备3个样品为一组的被测系，每组中两个样品相同，另一个与它们有差异，在经过一系列的测试后，挑选其中的优秀者作为感官评定员候选人，让他们接受特殊培训。培训可分两步进行，第一步使他们对各种乳制品的典型风味有充分的了解，能作出准确的、迅速的反应；第二步使他们对“异味”及其产生原因有全面的了解，品尝后同样能作出准确而迅速的判断。“异味”包括由原料乳中带入、生产加工过程中带入、混入外来物带入、贮存不当或过期引起等不同的情况。在挑选感官评定员时还有一个需要注意的问题是他们的年龄。我们已经知道合格的评定员必须具备两个基本条件，即健全而灵敏的感觉器官和丰富的经验。过于年青的人往往会缺乏必要的经验因而被认为不宜当评定员，而年龄过大的人由于生理衰老和疾病等原因往往会引起感觉器官退化，同样也不适于当评定员。一般来说评定员的最适年龄在30-50岁。

## （二）味觉间的相互影响和对异味的判别

1、味觉间的相互影响：虽然我们在前面讨论味觉时把食品中的味归纳为甜、酸、苦和咸4种基本味，而经验告诉我们，当食品入口后我们感觉到的往往是几种基本味相互影响，共同作用下的综合结果。对味之间的相互影响有一定的了解，有助于提高评定时判别能力。

①味的互补作用：食品具有两种以上味时，其中一种味的存在对另一种或几种味有增强或辅助作用，它的减少或消失则会引起另一种或几种味的减弱。这种现象就被称作味的互补作用。甜味和酸味间的这种作用是最常见的例子。

②味的抵消作用：食品具有某两种味时，其中一种对另一种有明显的减弱作用，结果使两者都减弱。这种现象就被称作味的抵消作用。甜味和苦味间的这种作用是最常见的例子。

2、异味：感官评定员不仅应能够认识正常风味，而且还应善于辨别异味。乳和乳制品的感官评定中经常会遇到异味，主要有下列这些。

①牛体味：牛患酮病时在体内会产生体味，然后流入乳中。其主要成分是丙酮和甲基硫；

②蒸煮味：由巴氏消毒、预热、超热、超高温处理所产生的气味；

③饲料味：饲料所特有的滋味和气味；

④淡味：由于掺水所致；

⑤酸味：乳中乳糖经发酵变成乳酸而产生的气味；

⑥麦糖味：乳链球菌在牛奶中生长而产生的气味；

⑦氧化味：包括油脂味、陈腐味、纸箱味等，由牛奶中脂肪发生氧化所引起。

⑧腐败味：贮奶容器输送管道和加工时所混入的异味；

⑨碱味：由于牛乳中脂肪酸分解所致；

⑩咸味：泌乳后期牛和乳房炎病牛所产的乳可能这种异味。

## 三、评分标准和结果报告

正确掌握评分标准也是检验人员进行感官评定时必须注意的，这将影响最后结果的公正性和客观性，检验人员应当具备这种能力。感官评定的评分标准有不同体系，这里介绍两种常用的方法，即百分制和十五分制。

### （一）百分制评分标准和结果表示

我们国家的乳与乳制品及其检验方法中感官评定所采用的评分标准是百分制。下面以全脂乳粉为例说明。

表 1-2-1 感觉评分项目及每一项目最高得分\*

项目	分数
滋味气味	65
组织状态	25
色泽	5
冲调性	5

\*在感官评定时，允许用温水调成复原乳进行鉴定。

表 1-2-2 每一项目出现缺陷的特征及其扣分范围

项目	特征	扣分	得分
滋味和气味 (65 分)	具有消毒牛乳的纯香味, 无其他异味者	0	65
	滋味、气味稍淡, 无异味者	2-5	63-60
	有过度消毒的滋味和气味者	3-7	62-58
	有焦粉味者	5-8	60-57
	有饲料味者	6-10	59-55
	滋味、气味平淡, 无乳香味者	7-12	58-53
	有不清洁或不新鲜滋味和气味者	8-13	57-52
	有脂肪氧化味者	14-17	51-48
	有其他异味者	12-20	53-45
组织状态 (25 分)	干燥粉末无结块者	0	25
	结块易松散或有少量硬粒者	2-4	23-21
	有焦粉粒或小黑点者	2-5	23-20
	贮藏时间较长, 凝块较结实者	8-12	17-13
	有肉眼可见杂质或异物者	5-15	20-10
色泽 (5 分)	全部一色, 呈浅黄色者	0	5
	黄色特殊或带浅白色者	1-2	4-3
	色泽不正常者	2-5	3-0
冲调性 (5 分)	润湿下沉快, 冲调后完全无团块, 杯底无沉淀物	0	5
	冲调后有少量团块者	1-2	4-3
	冲调后团块较多者	1-2	4-3

表 1-2-3 总评分与分级标准

等级	总评分	滋味和气味最低得分
特级	$\geq 90$	60
一级	$\geq 85$	55
二级	$\geq 80$	50

## (二) 十五分制评分标准和结果表示

总的原理与百分制相同, 仅将记分表改为从 0 至 15, 分成 6 个等级 (表 1-2-4)。

**表 1-2-4 十五分制评分标准和结果表示**

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
极好			很好			中等			稍差			差			很差

如果给某项指标打 9 或 9 以下的分数，就必须指出缺陷。不能不说明原因而给产品低分。最终评定采用加权平均的方法。现以 38%含脂肪率的稀奶油为例说明（表 1-2-5）。

**表 1-2-5 脂肪率 38%的稀奶油的评定**

项目	评分	权重	得分
香味与滋味	12	4	48
外观与结构	9	5	45
包装	15	1	15
合计		10	108

加权平均分为  $108 \div 10 = 10.8$  分。该产品的最终评分为 10.8 分，属于“很好”一级的产品。

## 实验三 乳与乳制品的理化检验

### 目的要求

通过实验，巩固对乳与乳制品理化性质的理解，学习并掌握乳与乳制品理化检验的方法。

### 实验项目

#### 一、原料乳的理化检验

##### (一) 牛奶密度的测定

1、原理：密度是指某物质在一定温度下，单位容积的质量。

密度=质量/容积

比重（相对密度）是指某物质的重量与同温度、同容积的水的重量之比。

乳的密度系指乳在 20℃ 一定体积的质量与 4℃ 同体积水的质量之比。

乳的比重系指乳在 15℃ 一定体积的重量与同温度同体积水的重量之比。

因为水的密度在给定温度下是已知的，牛奶的密度可以通过它的比重计算出来。乳的密度和比重均可用乳稠计测定，乳稠计有 20℃/4℃（密度计）和 15℃/15℃（比重计）两种。利用乳稠计在乳中取得浮力与重力相平衡的原理测定乳的密度和比重。乳稠计的读数通常被表示为乳稠度（L）。乳稠度（L）与比重之间的关系

$$L/1000+1=\text{比重}$$

(式 1-3-1)

##### 2、仪器和试剂

(1) 乳稠计：有 20℃/4℃（密度计）及 15℃/15℃（乳汁比重计）两种，前者测定的结果低 2°，可作校正值，以 15℃/15℃ 为准。例如，乳的密度为 1.030 时，其比重即为 1.032 (1.030+0.002)。乳稠计刻度为 15°-40°，相当于比重为 1.015-1.040。

(2) 温度计 0-100℃。 (3) 量筒 200-250mL。 (4) 水浴锅 40℃。

##### 3、操作方法

(1) 将乳样在 40℃ 水浴锅中加热 5min，这样可使脂肪呈液态。仔细混匀乳样，避免起泡和脂肪分离现象。

(2) 冷至室温（20℃）。

(3) 沿筒壁小心将乳样注入 250mL 量筒中至容积的 3/4 处，如有泡沫形成，可用滤纸条吸去。

(4) 小心将乳稠计插入乳样中，使沉入到相当于乳稠计计算尺上 30 刻度处，让其自由浮动，但要使其不与量筒内壁接触。

(5) 待乳稠计静止 1-2min 后，眼睛对准筒内乳样表面层与乳稠计计算尺接触处，即

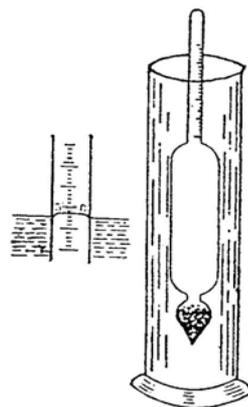


图 1-3-1 乳密度的测定

在新月形表面的顶点处读取刻度数。所读出的读数即为该牛乳的密度数。

(6) 量取牛乳温度进行温度校正，温度应在 17℃-24℃之间，越接近 20℃越好。测定值的校正可用计算法和查表法进行，也可用校正因子进行校正。

#### 4、说明

(1) 算法：温度每升高或降低 1℃，乳的密度在乳汁计上减小或增加 0.0002（即 0.2°）。

例：乳温 18℃，密度计读数 1.034。求乳的密度和比重。

$$\text{密度} = 1.034 - [0.0002 \times (20 - 18)] = 1.0336$$

$$\text{密度的度数} = (1.0336 - 1) \times 1000 = 33.6^\circ$$

$$\text{比重} = 1.0336 + 0.002 = 1.0356$$

$$\text{比重的度数} = (1.0356 - 1) \times 1000 = 35.6^\circ$$

(2) 查表法：根据乳温和乳脂计读数，查牛乳温度换算表，将乳脂计读数换算成 20℃时的密度。

例：乳温 16℃，密度计读数为 1.0305，即 30.5°，求乳的比重和密度。

查表：同 16℃，30.5°对应于 20℃时密度计读数为 29.5°，即 20℃该乳密度为 1.0295°。

$$\text{比重} = 1.0295 + 0.002 = 1.0315 = 31.5^\circ$$

#### (3) 校正因子法

**表 1-3-1 校正因子表**

温度℃	16	17	18	19	20	22	23	24
校正因子	-0.7	-0.5	-0.3	0	+0.3	+0.5	+0.8	+1.1

例如，乳稠计读数为 30.5，温度为 23℃，换算为 20℃时的度数：L=30.5+0.8=31.3

## (二) 煮沸试验

1、原理：乳的酸度愈高，乳中蛋白质对热的稳定性愈低，愈易凝固。根据乳中蛋白质在不同温度时凝固的特征，可判断乳的新鲜度。

2、仪器：20mL 吸管、水浴箱。

3、操作方法

**表 1-3-2 煮沸试验判定标准表**

乳的酸度 (°T)	凝固条件	乳的酸度 (°T)	凝固条件
18	煮沸时不凝固	40	加热 63℃以上凝固
20	煮沸时不凝固	50	加热 40℃以上凝固
26	煮沸时不凝固	60	22℃时自行凝固
28	煮沸时不凝固	65	16℃时自行凝固
30	加热 77℃以上凝固		

(1) 取 10mL 乳，放入试管中，用酒精灯加热至沸腾，观察管壁有无絮片出现或发生凝固现象。

(2) 判定标准：如果产生絮片或发生凝固，则表示不新鲜，酸度大于 26°T(见表 1-3-2)。

### (三) 酒精试验

1、原理：一定浓度的酒精能使高于一定酸度的牛乳产生沉淀。乳中蛋白遇到同一浓度的酒精，其凝固与乳的酸度成正比，即凝固现象愈明显，酸度愈大，否则，相反。乳中蛋白质遇到浓度高的酒精，易于凝固。

乳中酪蛋白胶粒带有负电荷。酪蛋白胶粒因具有亲水性，在胶粒周围形成了结合水层。所以，酪蛋白在乳中以稳定的胶体状态存在。当乳的酸度增高时，酪蛋白胶粒带有的负电荷被 $[H^+]$ 中和。

酒精具有脱水作用，浓度愈大，脱水作用愈强。酪蛋白胶粒周围的结合水层易被酒精脱去而发生凝固。

2、仪器药品：68°、70°、72°的酒精，1-2mL 吸管、试管。

3、操作方法

(1) 取试管 3 支，编号（1、2、3 号），分别加入同一乳样 1~2mL，1 号管加入等量的 68°酒精；2 号管加入等量的 70°酒精；3 号管加入等量的 72°酒精。摇匀，然后观察有无出现絮片，确定乳的酸度。

(2) 判定标准（见表 1-3-3）。

表 1-3-3 酒精浓度与酸度关系判定标准表

酒精浓度	不出现絮片酸度
68°	20°T 以下
70°	19°T 以下
72°	18°T 以下

注：试验温度以 20°C 为标准。

### (四) 滴定酸度的测定

1、原理：乳挤出后在存放过程中，由于微生物的活动，分解乳糖产生乳酸，而使乳的酸度升高。测定乳的酸度，可判定乳是否新鲜。

乳的滴定酸度常用洁尔涅尔度（°T）和乳酸度（乳酸%）表示。

洁尔涅尔度（°T）是以中和 100mL 乳中的酸所消耗的 0.1mol/L 氢氧化钠的毫升数来表示。消耗 0.1mol/L 氢氧化钠 1 毫升为 1°T，即消耗 0.1 毫克当量氢氧化钠为 1°T。

乳酸度（乳酸%）是指乳中酸的百分含量。

2、仪器药品：0.1mol/L 草酸溶液、0.1mol/L（近似值）氢氧化钠溶液、10 毫升吸管、150 毫升三角瓶、25 毫升酸式滴定管、0.5%酚酞酒精溶液、0.5 毫升吸管、25 毫升碱式滴定管、滴定架。

3、操作方法

(1) 标定氢氧化钠溶液，求出氢氧化钠的校正系数（F）：取 0.1mol/L 草酸（ $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ ）溶液 20mL 于 150mL 三角瓶中，加 2 滴酚酞酒精溶液，以 0.1mol/L（近似值）氢氧化钠溶液滴定至为红色（1 分钟不褪色），并记录其用量（v）。

$$F = \frac{0.1mol \text{草酸的体积 (mL)}}{0.1mol \text{ (近似值) 氢氧化钠的体积 (mL)}} \quad (\text{式 1-3-2})$$

在本操作中， $F=20/V$

(2) 滴定乳的酸度：取乳样 10mL 于 150mL 三角瓶中，再加入 20mL 蒸馏水和 0.5mL 0.5% 酚酞溶液，摇匀，用 0.1mol/L（近似值）氢氧化钠溶液滴定至微红色，并在 1 分钟内不消失为止，记录 0.1mol/L（近似值）氢氧化钠所消耗的毫升数（A）。

(3) 计算滴定酸度

$$\text{洁尔涅尔度 } (^{\circ}\text{T}) = A \times F \times 10 \quad (\text{式 1-3-3})$$

式中：A——滴定时消耗的 0.1mol/L（近似值）氢氧化钠的毫升数

F——0.1mol/L（近似值）氢氧化钠的校正系数

10——乳样的倍数

$$\text{乳酸 } (\%) = B \times F \times 0.009 / (\text{乳样的毫升数} \times \text{乳的比重}) \quad (\text{式 1-3-4})$$

式中：B——中和乳样的酸所消耗的 0.1mol/L（近似值）氢氧化钠的毫升数

F——0.1mol/L（近似值）氢氧化钠的校正系数

0.009——0.1mol/L、1mL 氢氧化钠能结合 0.009g 乳酸

(4) 根据测定的结果判定乳的品质，见表 1-3-4。

表 1-3-4 滴定酸度与牛乳品质关系表

滴定酸度 ( $^{\circ}\text{T}$ )	牛乳品质	滴定酸度 ( $^{\circ}\text{T}$ )	牛乳品质
低于 16	加碱或加水等异常的乳	高于 25	酸性乳
16~20	正常新鲜乳	高于 27	加热凝固
高于 21	微酸的乳	60 以上	酸化乳，能自身凝固

#### (五) 乳的新鲜度测定参考法—定量碱液法

1、原理：定量碱液法的原理与洁尔涅尔度 ( $^{\circ}\text{T}$ ) 法相同。即以中和乳中的酸所消耗的 0.1 mol/L 氢氧化钠 1 毫升为  $1^{\circ}$ 。并用已知浓度、已知体积的碱（酚酞作指示剂）处理一定体积的乳样。根据其颜色有无变化确定乳是否超过其相应的临界酸度。

2、仪器药品：1% 酚酞酒精溶液、0.1mol/L NaOH 溶液、10mL 吸管、5mL 吸管、试管。

3、方法

(1) 配制 NaOH 使用液：见表 1-3-5。

(2) 取 10mL NaOH 使用液（A 液或 B 液）于试管中，再加入乳样 5mL，摇匀，观察试管内容物有无颜色变化。

表 1-3-5 定量碱液法中 NaOH 使用液配制表

试剂种类	临界酸度 ( $^{\circ}\text{T}$ )	溶液各成分的数量 (mL)		
		0.1mol/L 氢氧化钠	1% 酚酞	蒸馏水
A 液	20	100	10	加水至 1000
B 液	22	110	10	加水至 1000

(3) 判定标准：试管内容物仍为红色，乳的酸度不高于相应的临界酸度。试管内容物变为无色，乳的酸度高于相应的临界酸度。

## (六) 牛乳冰点的测定

1、原理：牛乳冰点一般为 $-0.525\sim-0.565^{\circ}\text{C}$ ，平均为 $-0.540^{\circ}\text{C}$ 。乳中的乳糖和盐类是导致冰点下降的主要因素，正常的牛乳中乳糖和盐类含量变化很少，所以冰点很稳定，如果用水稀释后，其冰点会升高，加入不同水量的牛乳其冰点不同。

2、试剂：乙醚、无水乙醇

3、仪器：Hortvet 冰点测定器，包括

(1) 标准温度计：总长约 58cm，刻度为  $1^{\circ}\text{C}$  至  $-2^{\circ}\text{C}$ ，并可读至  $0.001^{\circ}\text{C}$

(2) 控制温度计：长约 58cm，刻度为  $+20^{\circ}\text{C}$  至  $-30^{\circ}\text{C}$  (3) 搅拌器

(4) 短节金属管：为了通入诱冰棒而用 (5) 干燥空气的吹入口

(6) 空气的逸出口 (7) 乙醚加入口：当乙醚加入后，即用小木塞闭塞管口

(8) 内管（冰冻试管）：长约 24cm，直径 2.9cm

(9) 外管：长约 25cm，直径为 3.2cm (10) 真空瓶：深 27cm，直径为 7cm

(11) 软木塞 (12) 橡皮塞

4、操作方法

(1) 把煮沸而放冷到  $10^{\circ}\text{C}$  以下的水足量 (30-35mL) 注入内管中备用。

(2) 把冷却到  $10^{\circ}\text{C}$  以下的牛乳样品 (30-35mL) 注入另一内管中备用。

(3) 从乙醚加入口加入乙醚 400mL，经缓慢速度通入干燥空气，由于乙醚的不断蒸发，真空瓶内的温度将在 5-10min 内从室温降到  $0^{\circ}\text{C}$ ，并继续下降。当降至  $-2^{\circ}\text{C}$  时，在外管中加入少量乙醇（只须充满外管与内管下部的空间，使传热更为均匀迅速），即将已盛有蒸馏水的内管纳入外管中，加塞（塞上已附有标准温度计的搅拌器），继续缓慢地吹入空气，保持搅拌器上下有规律地运动，并注视标准温度，一般情况下，内管温度应逐渐下降，直到  $-1.2\sim-1.5^{\circ}\text{C}$  时，会突然上升，至一点停止不动，这一点就是冰点。

如果温度已下降至  $-1.5^{\circ}\text{C}$  以下，而温度仍继续下降时，即可用诱冰棒加入一小粒冰块，催促结冰，使温度上升至恒点。

(4) 按照上述操作过程，测定被测牛乳的冰点。

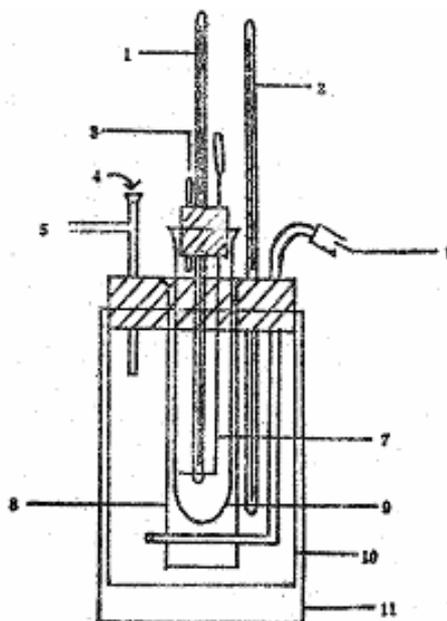


图 1-3-2 Hortvet 冰点测定器

(1) 标准温度计 (2) 控制温度计 (3) 移置冰结晶的孔 (4) 挥发性液体加入口 (5) 空气的逸出口 (6) 空气进口 (7) 搅拌器 (8) 金属管 (9) 样品管 (10) 真空瓶 (11) 套

(5) 在测定冰点时, 由于乙醚不断蒸发, 所以应不断补充, 以保持乙醚温度在 $-3^{\circ}\text{C}$ 左右, 加入乙醚时停止吹气。

(6) 被测样品测出的冰点加上水测出的冰点, 就是被测样品的真正冰点。

(7) 根据正常乳和被测样品的冰点, 即为计算出被测样品的掺水量。

## 5、计算

$$\text{掺水量}(\%) = (T - T_1) / T \times 100\% \quad (\text{式 1-3-5})$$

式中:  $T$ ——正常牛乳的冰点,  $^{\circ}\text{C}$

$T_1$ ——被测牛乳的冰点,  $^{\circ}\text{C}$

## (七) 牛奶中脂肪含量的测定

### 1、盖勃(Gerber)氏法

(1) 原理: 是一种容量法, 用酸解的方法使脂肪分离成脂肪层, 再测定其体积。

①在牛乳中加入一定浓度的硫酸, 可破坏牛乳的胶质性, 使牛乳中的酪蛋白钙盐变成可溶性的重硫酸酪蛋白化合物, 并能减小脂肪球的附着力, 同时还可增加液体相对密度, 使脂肪更容易浮出。

②加入异戊醇能促使脂肪从蛋白质中游离出来, 并能强烈地降低脂肪球的表面张力, 从而促使结合成为脂肪集团。异戊醇是一种消化剂, 可减少或消除泡沫, 便于读数。但其溶解度低, 相对密度和脂肪相近, 量多则影响测定结果的正确性。由于实验中异戊醇用量不多, 在硫酸溶液中部分转变为可溶于酸液的硫酸酯。

③在操作过程中加热( $65\sim 70^{\circ}\text{C}$ 水浴)和离心, 使脂肪能完全而又迅速地分离。

(2) 仪器药品: 相对密度为 $1.82\sim 1.825$ 的硫酸(透明无色或微黄色), 相对密度 $0.811\sim 0.812$ ( $20^{\circ}\text{C}$ )、沸程 $128\sim 132^{\circ}\text{C}$ 的异戊醇, 盖勃氏乳脂计, 乳脂离心机,  $11\text{mL}$ 牛乳吸管,  $10\text{mL}$ 硫酸吸管,  $1\text{mL}$ 吸管, 乳脂计架, 水浴箱。

### (3) 操作方法

①将乳脂计置于乳脂计架上, 用硫酸吸管吸取 $10\text{mL}$ 硫酸于乳脂计中(切勿使硫酸沾到乳脂计的颈部)。

②用 $11\text{mL}$ 专用牛乳吸管吸取 $11\text{mL}$ 乳沿管壁慢慢加入乳脂计内不要与硫酸混合, 并防止乳沾到乳脂计的颈部。

③取 $1\text{mL}$ 异戊醇小心加入乳脂计内。

④塞紧乳脂计胶塞, 并用湿毛巾将乳脂计包好, 以拇指压住胶塞, 塞端向下, 使颈部硫酸流入乳脂计的膨大部, 用力摇动(瓶口向外向下, 避免冲出腐蚀衣服), 使内容物充分混合, 待蛋白质完全溶解内容物变成棕褐色后, 将乳脂计以塞端向下放入 $65\sim 70^{\circ}\text{C}$ 水浴中 $4\sim 5$ 分钟。

⑤取出后置于离心机中, 以每分钟 $1200$ 次的转速离心 $10$ 分钟, 取出后(瓶口仍应向下)再置于 $65\sim 70^{\circ}\text{C}$ 水浴中 $5$ 分钟。应注意

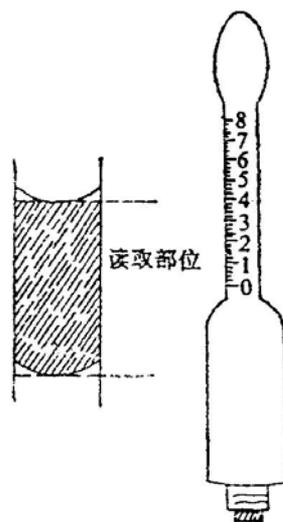


图 1-3-3 Gerber 乳脂计及读数部位

水浴内的水面必须高于乳脂瓶的脂肪层。

⑥取出立即读出脂肪的百分率（弯月面的下缘）。

（4）说明：乳脂计每个大格的容积 0.125mL，等于 1% 的脂肪。

因为：每大格体积 0.125mL，加入检样乳 10.9mL（吸取乳样 11mL，但管壁粘掉 0.1mL，实际加入乳样为 10.9mL），乳的相对密度 1.032，乳脂的相对密度 0.9。

所以：检样乳 10.9mL 的重量= $V \cdot d = 10.9 \times 1.032 = 11.2488$ （g）。 （式 1-3-6）

每大格所能容纳脂肪的重量= $V \cdot d = 0.125 \times 0.9 = 0.1125$ （g） （式 1-3-7）

每大格占乳的百分率（%）=每大格脂肪的重量/10.9mL 检样乳的重量 $\times 100\%$   
 $= 0.1125 / 11.2488 \times 100\% = 1\%$  （式 1-3-8）

式中：V——代表体积

d——代表相对密度

## 2、不离心法

（1）原理：是在盖勃氏法的基础上简化而成，省略了离心手续，改用常数换算即可得出盖勃氏法的脂肪读数结果。

（2）仪器药品：与盖勃氏法相同，但不需离心机。

（3）操作方法

①在乳脂瓶中先加入硫酸 10mL，再沿管壁小心地加入鲜乳 11mL，不要使其混合。

②再加入异戊醇 1mL，塞上橡皮塞，用力摇动（瓶口向外、向下，避免冲出腐蚀衣服），使之成均匀棕色液体。

③瓶口向下静置数分钟后，置于 60℃ 水浴中 30 分钟（水浴内的水面必须高于乳脂瓶的脂肪层）。

④取出（此时瓶口仍向下），读出脂肪的百分比。

（4）计算

①消毒乳采用不离心法所测得的脂肪读数加上该读数的 6.89%，即为盖勃氏法的脂肪读数。

②生乳采用不离心法所测得的。脂肪读数加上该读数的 6.98%，即为盖勃氏法的脂肪读数。

③加热乳（系指 85℃、15 分钟简易加热的消毒乳）采用不离心法所测得的脂肪读数加上该读数的 9.76%，即为盖勃氏法的脂肪读数。

## 3、巴布科克（Babcock）氏法

（1）原理：此法系利用硫酸溶解乳中的蛋白质和乳糖，使脂肪得以迅速而完全地分离出来，直接读取脂肪层即可得知被检乳中的脂肪率。在操作过程中加热和离心，以使脂肪能充分分离。

（2）仪器药品：巴氏乳脂瓶、20mL 量筒、温度表、17.5mL 专用硫酸吸管、17.6mL 专用牛乳吸管、离心机、水浴箱、比重 1.82~1.825 硫酸。

（3）操作方法

①用专用牛乳吸管吸取 20℃ 时的 17.6mL 乳加入巴氏乳脂瓶中，用量筒再加 17.5mL 硫酸，将瓶颈附着的鲜乳一并洗下。

②摇动乳脂瓶，使乳和硫酸混合，内容物成棕褐色后继续摇动 2~3 分钟。（作长圆形；回转动作，防止内容物冲上颈部）。

- ③将乳脂瓶置于离心机中，以 700~1000 转 / 分钟的转速离心 5 分钟。
- ④取出加 65℃水至瓶颈部，使脂肪上升至瓶颈接近刻度顶点，再离心 1 分钟。
- ⑤取出后于 60~65℃水浴保温数分钟，当脂肪柱上升稳定时即可读出脂肪的百分比（读数时，以上端凹面最高点为准）。

### （八）牛乳中总固体、水分、非脂乳固体的测定

1、原理：因为乳制品规定了最低的乳干物质标准，而且干燥产品的产量也取决于乳的总固体，所以测定乳和乳制品的总固体含量是很重要的。总固体的测定一般通过干燥箱将样品干燥到恒重，这种方法存在的问题是

①干燥后的牛乳非常容易吸湿，要除去最后一点点水分比较困难。最好的测定结果可采用预先干燥的空气和适当的温度（例如 102℃）而得到。乳糖的结晶水特别顽固，它在>94℃蒸发时，从 α-乳糖水合物转变成 β-无水乳糖结晶。测定总固体时，可通过在干燥箱干燥前用水浴蒸去大部分水达到去除结晶的目的。

②牛乳含有水以外的挥发成分，如 CO<sub>2</sub>、短链的游离脂肪酸和氨，这些物质在干燥时也会除去。

③干燥时可发生化学反应，如美拉德反应可引起失重，脂肪的氧化引起增重。这些影响随温度和干燥时间的增加而加大。

关于烘干法测定乳样品的准确性，测定结果可能比实际低 0.05%。由于除去了脂肪、蛋白质和乳糖以外的其他成分，含量的绝对值变化很小，所以总固体含量可用脂肪、蛋白质、乳糖加一个十分准确的常数得到。这个常数一般来说，变异系数<1%。

我们也可通过直接测定样品的水分，再算出总固体。例如采用化学方法的卡尔费氏水分滴定或红外吸收法。这样的方法对液态样品通常不很准确，例如：测定牛乳水分含量时，相对误差 1%可引起总固体 7%的误差。另一种测定总固体含量的办法是通过牛乳的比重和脂肪含量计算得到。牛乳的比重很容易测定，在防止采样时可能发生的问题以后，用专用的乳稠计测定即具有足够的准确性。

国标采用里氏公式

$$TS=0.25L+1.2F+0.14 \quad (\text{式 1-3-9})$$

式中：TS——牛乳的总固体含量（%）；

L——比重乳稠计（D15℃/15℃）的度数；

F——牛乳的脂肪含量（%）；

该式是费氏公式的简化式。费氏公式如下

$$TS=1.2F+[2.665 \times (100L-100)]/L-0.12 \quad (\text{式 1-3-10})$$

当样品脂肪的比重（D15℃/15℃）为 0.93，而非脂乳固体的比重为 1.67 时，费氏公式在理论上是准确的，但在实际中由于乳成分的变动，非脂乳固体的比重也是不定的，为了

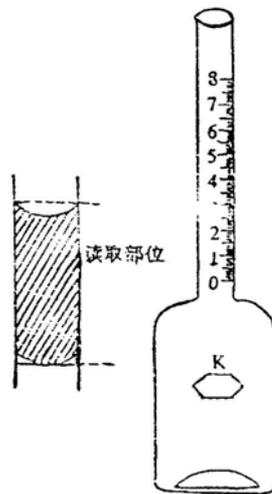


图 1-3-4 Babcock 乳脂瓶及读数部位

弥补这个缺憾，通过在总固体、脂肪和乳的比重之间进行多重线性回归计算，得到了准确性在一定范围内的另一公式

$$TS=1.17F+0.25L+0.95\pm 0.25 \quad (\text{式 1-3-11})$$

原则上，上述公式也能用于加、减稀奶油或水的液态乳，如脱脂牛乳、稀奶油、乳粉，但准确性较低。对于其他成分的产品，如乳清、超滤牛乳、甜炼乳则不能应用这种公式。近年来，乳与乳制品的水分测定，还发展了近红外、微波炉等仪器方法，它们与红外线吸收法一样，需用烘干法进行校准。

将牛乳加热除去水分所得干物质即总固体，由总固体含量及乳脂含量可计算出乳中非脂固体的含量。

2、仪器与试剂：精制海砂、干燥箱、干燥器、分析天平或电子天平（1/10000）、铝皿或玻璃皿：直径 5-7cm。

### 3、操作方法

#### (1) 测定总固体的方法一

①操作方法：取直径 5-7cm 的铝皿或玻璃皿，加 20g 精制海砂，在 98-100℃干燥 2h，于干燥器中冷却 0.5h，称量，并反复干燥至恒量。吸取 5mL 样品于恒量的皿内，称量，置水浴上蒸干，擦去皿外的水迹，于 98-100℃干燥 2h，取出放干燥器中冷却 0.5h，称量，再于 98-100℃干燥 2h，取出冷却后称量，至前后两次质量相关不超过 2mg。

#### ②计算

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m_3 - m_2} \times 100 \quad (\text{式 1-3-12})$$

式中：X——样品中总固体的含量，%

$m_3$ ——皿和海砂加样品质量，g

$m_1$ ——皿和海砂加样品干燥后质量，g

$m_2$ ——皿和海砂质量，g

#### (2) 测定总固体的方法二

利用所测得的比重及脂肪含量按下式计算总固体的含量

$$X = 0.25X_3 + 1.2X_4 + 0.14 \quad (\text{式 1-3-13})$$

式中：X——样品中总固体的含量，%；

$X_3$ ——乳稠计（15℃/15℃）度数；

$X_4$ ——样品中脂肪的含量，%。

如用 20℃/4℃乳稠计（密度计）时，必须将测得的比重加上 2 度，然后按上式计算。

#### (3) 非脂乳固体含量的测定

$$X_1 = X - X_2 \quad (\text{式 1-3-14})$$

式中： $X_1$ ——样品中脂肪的含量，%

X——样品中非脂固体的含量，%

$X_1$ ——样品中总固体的含量，%。

### 4、干燥箱的使用注意事项

(1) 所用烘箱最好能调节风量，能保持规定温度 $\pm 1^\circ\text{C}$ ，温度计插在隔板中心，样品排列在隔板的 1/2-1/3 面积上。为了减少烘干后取出过程中因吸湿而产生的误差，一次测

定的称量皿最多 8-12 个。排列 12 个称量皿占据隔板面积 1/2-1/3 大小的烘箱较合适。

(2) 为了使放冷的称量皿产生的误差固定，常规定每 8 个称量皿为一批放入干燥器内。如果排列 8 个直径 5cm 的称量皿，可采用孔板直径 20-22cm，带有真空阀并插放温度计的干燥器。如直径过大，多余的空间也过大，取出称量皿称重时，会因启闭干燥器而增加吸湿的影响。

(3) 变色硅胶在 135℃ 下干燥几小时，占干燥底部容积的 1/2-1/3。称量皿与天平温度如有差异，使用分析天平时会发生误差，如重 10g 的小型铝皿温度比天平高 5℃，称量结果可低 1-2mg。

(4) 首先使用的铝皿要反复烘干 2 次，求出恒重，第二次以后，如皿内附着试样仍应冲洗，且需再次求恒重。

(5) 为了尽快将称量皿放入烘箱内，测定 2 份以下样品时，可预先将称量皿排列在大小能放入烘箱内的金属网上，连同金属网一起放入烘箱内。

(6) 烘干时间应从干燥箱恢复到规定温度后计算。

(7) 样品温度与天平温度的差异对称量结果有很大影响，所以应将样品放冷至与天平相同的室温再称量。排列 8 个小铝皿（每个重 10-13g）时，需置冷 45min 较好，但放冷时间如与恒重时间相同，误差可减小。如称量皿 2-4 个时，恒重和测定时都置冷 30min 左右即可。

### (九) 乳中乳糖含量的测定

1、原理：牛乳或乳粉样液中经沉淀剂澄清后，样液中的乳糖在苯酚、氢氧化钠、苦味酸和硫酸氢钠的作用下，生成桔红色的络合物。在波长 520nm 处具有最大的吸收波长，颜色的深浅与乳糖含量成正比，由标准乳糖含量可以计算出样液中的乳糖含量。

#### 2、仪器与试剂

(1) 沉淀剂：4.5% 氢氧化钡溶液、5% 苦味酸溶液。

(2) 发色剂：1% 苯酚溶液、5% 氢氧化钠溶液、1% 苦味酸溶液、1% 亚硫酸氢钠溶液，按次序以 1:2:2:1 (V/V) 配成，保存于棕色瓶中，有效期两天。

(3) 乳糖标准溶液：称取含有结晶水的乳糖 ( $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$ ) 1.052 克或以 100℃ 烘至恒重干燥的乳糖 1 克，以水解后移入 1L 容量瓶中，并用水稀释至刻度，此溶液每毫升含有 1 毫克的乳糖。

(4) 分光光度计、离心机、电动机、分析天平、干燥箱、1L 容量瓶、吸管。

#### 3、操作方法

(1) 样品处理：准确吸取 2 毫升（或 2 克）牛乳或 1 克乳粉，用水溶解后移入 100 毫升容量瓶中，用水稀释至刻度，摇匀。吸取 2.5 毫升稀释样液，移入离心管中，添加 5% 硫酸锌溶液 2 毫升和 4.5% 氢氧化钡溶液 0.5 毫升，用小玻璃棒轻轻搅拌后，以每分钟 2000 转的速度进行离心 2 分钟，上层澄清液为样品测定溶液。

(2) 标准曲线绘制：准确吸取每毫升相当于 1 毫克乳糖的标准溶液 0.0、0.2、0.4、0.6、0.8 和 1 毫升，分别移入 25 毫升比色管中，加入 2.5 毫升发色剂，用塑料塞或橡皮塞紧紧塞住，在沸水浴中准确加热 6 分钟，取出，立即在冷水中冷却，用水稀释到刻度，于分光光度计波长 520nm 处测定密度，绘制标准曲线。

(3) 样品分析：准确吸取 1 毫升经离心澄清后的样品溶液或 0.5 毫升离心澄清后的乳

粉样品溶液，移入 25 毫升比色管中，加入 2.5 毫升发色剂，以下操作按标准曲线绘制的步骤进行，测得样液中的光密度，从标准曲线查出乳糖的含量。

(4) 计算

$$\text{乳糖 (毫克/毫升)} = C/W \times 100 \quad (\text{式 1-3-15})$$

式中：C——从标准曲线查得相当于标准乳糖量（毫克）。

W——吸取比色样液相当于样品的量（毫升）。

## (十) 牛乳杂质度的测定

1、原理：为了测定牛乳中肉眼可见的不溶性异物，从而判定牛乳挤出后的处理是否卫生，必须作杂质测定，此为原料乳检查的主要项目之一。标准杂质比色板根据国家标准要求制备成 1 到 4 号，分别代表杂质的相对含量。用样品杂质板和标准杂质板对照即可得出乳样每公斤含杂质的毫克数。

2、仪器与试剂：抽滤瓶装置、棉质过滤板、标准杂质比色板

3、步骤

(1) 容器中的乳样充分搅拌后，取 500 毫升，加热至 60℃。

(2) 用棉质过滤板对乳样进行过滤或抽滤。

(3) 用水冲洗粘附在过滤板上的牛乳。

(4) 过滤板置烘箱中烘干后，与标准杂质比色板比较，即可得出过滤板上的杂质量。

## 二、乳制品的理化检验

### (一) 乳粉中水分、溶解度和杂质度的测定

1、乳粉中水分的测定

(1) 原理：利用直接干燥法将乳粉在 98-100℃干燥箱内干燥，以其失重来测定乳粉中水分的含量（包括挥发性物质甚微的物品）。

(2) 仪器：带盖铝皿或带盖玻璃皿（直径为 50-70mm）、电热恒温干燥箱、干燥器、分析天平

(3) 操作方法

①将带盖铝皿清洗干净，放在 98-100℃干燥箱中，铝盖斜支于铝皿口边，干燥 0.5h 以上，置干燥器中冷却 25-30min，称重，并重复操作至恒重，前后两次质量相差在 0.2-0.3mg。

②于已恒重的铝皿中，准确称取 3-5g 乳粉，铝盖仍斜支于铝皿口边，置 98-100℃干燥箱中干燥 2-3h，取出加盖，但不要盖紧，置于干燥箱中冷却 25-30min，将盖盖紧，称重。

③再置 98-100℃干燥箱中干燥 1h 后取出，干燥器中冷却 25-30min，进行第二次称重。以后依次烘至最后两次质量相差不超过 2mg 为止，即为恒重。从干燥前后失去的质量差，计算出乳粉中水分含量。

(4) 计算

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_3} \times 100 \quad (\text{式 1-3-16})$$

式中：X——样品中水分的含量，%

$m_1$ ——铝皿加样品的质量，g

$m_2$ ——铝皿加样品干燥后的质量，g

$m_3$ ——铝皿质量，g

两次平行试验误差不应大于 0.05%。

#### (5) 说明

①本测定方法是国家标准乳粉检验方法中水分测定法 GB5413-85 和 GB50093-85 食品中水分的测定方法中，第一法直接干燥法相似，仅干燥温度为 95-105℃ 不同。

②注意电热恒温干燥箱插的温度计显示的温度和干燥箱内实际温度的差异，往往后者高于前者，造成样品焦化。

③水分中含有微量的样品中挥发性物质。

### 2、乳粉溶解度的测定

#### (1) 溶解度指数法

①试剂：消泡剂，用离心沉淀后的月桂酸二甘醇。

#### ②仪器

(a) 溶解度指数样品混合瓶

(b) 样品混合机：RH-RJ-I 型溶解度指数搅拌器，JX-602 型单项电容电动机，搅拌机转速 3600r/min

(c) 溶解度指数离心管，应适宜于规定的离心机

(d) 离心机：离心旋转半径与旋转速度的关系见下表 1-3-6

(e) 玻璃虹吸管

表 1-3-6 离心旋转半径与旋转速度的关系

半径 (mm)	转速 (r/min)	半径 (mm)	转速 (r/min)
125	1085	225	809
150	991	250	767
175	917	275	732
200	858	300	700

注：★本规定系以离心因素等于 165 为计算依据

★旋转半径由离心机旋转轴中心线至离心管底水平状态时的距离。

#### ③操作方法

(a) 准确量取 100mL ( $24\pm 0.5^\circ\text{C}$ ) 的水于样品混合瓶中，加 3 滴消泡剂（亦可不加）和 13g 全脂乳粉（称量准确至 0.01g）或 15g 全脂加糖乳粉，或 9g 脱脂乳粉。

(b) 将混合瓶置于混合机上，用搅拌机以 3600r/min 的转速搅拌内容物 90s，立即将内容物均匀地分倒在 2 只离心管内至 50mL 刻度。将 2 只离心管对称地放入离心机中，按规定转速离心 5min。

(c) 离心后立即用虹吸管吸出离沉淀物表面 5mL 以上的澄清液。注意操作勿使沉淀混浊。加约 25mL ( $24\pm 0.5^\circ\text{C}$ ) 的水，用一金属丝慢慢搅动沉淀物，并轻轻振荡使其分层，再加同样温度的水至 50mL，再转动几次使内容物混匀。

(d) 放入离心机中，再离心 5min，小心取出，保持垂直，使沉淀物界面与眼平齐，读取沉淀物的体积，即刻度数。如果界面倾斜面，则按上下界面的平均数读取，所读取的毫升数即为溶解度指数。

两次平行试验结果差值不大于 0.1mL。

## (2) 溶解度重量法

①原理：样品溶于水后，经离心沉淀，称取不溶物重量，从而计算溶解度。

②仪器：50mL 离心管、离心机、分析天平、电热恒温干燥箱、干燥器

### ③操作方法

(a) 精密称取样品约 5g 于 50mL 烧杯中，用 38mL (25-30℃) 水分数次将样品溶解于离心管中，加塞，将离心管放于 30℃ 水浴中保温 5min 后取出，上下振荡 3min，使样品充分溶解。

(b) 用离心机以 1000r/min 的转速离心 10min，倾去上清液并用棉栓擦净管壁。

(c) 再加入 30℃ 水 38mL，加塞，上下充分振荡 3min，使沉淀悬浮，再于离心机中以 1000r/min 的转速离心 10min，倾去上清液，用棉栓擦净管壁。

(d) 用少量水将沉淀物洗入已称量的称量皿中，先在水浴上蒸干，再于 100℃ 干燥 1h，置干燥器中 30min 后，称量。

(e) 再于 100℃ 干燥 30min 后取出，冷却，称量，至前后两次质量相差不超过 1mg。

### ④计算

$$\text{溶解度 (\%)} = 100 - \frac{(m_2 - m_1)}{m \times [(100 - B) / 100]} \times 100 \quad (\text{式 1-3-17})$$

式中：m——样品质量，g

$m_1$ ——称量皿质量 g

$m_2$ ——称量皿加不溶物质量，g

B——水分含量，%

测定全脂加糖乳粉时，按下式计算

$$\text{溶解度 (\%)} = 100 - \frac{(m_2 - m_1)}{m \times [(100 - B - C) / 100]} \times 100 \quad (\text{式 1-3-18})$$

式中：m——样品质量，g

$m_1$ ——称量皿质量 g，

$m_2$ ——称量皿加不溶物质量，g，

B——水分含量，%

C——样品中蔗糖含量%。

## 3、乳粉杂质度的测定

(1) 原理：乳和乳制品因挤奶及生产、运输过程而夹杂杂质，利用焦粉、牛粪、木炭混合胶状液为标准进行测定。

(2) 试剂：胃酶盐酸溶液：称取 10 酶粉，溶于 500mL 水中，加 30mL 浓盐酸，稀释至 1000mL 即成。

### (3) 仪器

①2000-2500mL 抽滤瓶

②能安放过滤棉板的瓷质过滤漏斗或特制漏斗，在漏斗与棉板间放一块细纱布

③棉质过滤板：直径 32mm，过滤时牛乳通过直径为 28.6mm 为准。

#### (4) 操作方法

①标准杂质板的制备：准备焦粉、灰土、牛粪、木炭，使之通过一定筛子，然后在 100℃ 烘箱烘干，并按下列比例配合混匀。

(a) 焦粉占 40%：其中通过 20 目筛不通过 40 目筛的占 10%，通过 40 目筛不通过 60 目筛的占 30%。

(b) 通过 40 目筛的灰土占 30%。

(c) 牛粪占 20%：其中通过 20 目筛不通过 40 目筛的占 2%，通过 40 目筛不通过 60 目筛的占 8%，通过 60 目筛不通过 80 目筛的占 10%。

(d) 木炭占 10%：其中通过 20 目筛不通过 40 目筛的占 4%，通过 40 目筛不通过 60 目筛的占 6%。

将已准备好的各种杂质混匀（总量以 50g 为宜），从中准确称取 1.0000g，直接放入 500mL 容量瓶中，加 2mL 蒸馏水和 23mL 0.75% 经过滤的阿拉伯胶液，再以 50% 经过滤的蔗糖液加至刻度并混匀。则该液杂质含量为 2mg/mL；取含量为 2mg/mL 的杂质液 10mL，以 50% 经过滤的蔗糖液稀释至 100mL，则此液杂质含量为 0.2mg/mL；取含量为 0.2mg/mL 的杂质液 10mL，以 50% 经过滤的蔗糖液稀释至 100mL，则此液杂质含量为 0.02mg/mL。

现以 500mL 牛乳或 62.5mL 牛乳或 62.5g 乳粉为取样量，按下表制备各标准杂质板。

表 1-3-7 标准杂质板

标准板号	杂质相对含量 ppm	杂质绝对含量 mg	量取混合杂质液体积 mL		
			混合杂质液	500mL 牛乳	62.5g 乳粉
1	0.25	2	0.02mg/mL	0.125	6.25
2	0.75	6	0.02mg/mL	0.375	18.75
3	1.50	12	0.2mg/mL	0.750	3.75
4	2.0	16	0.2mg/mL	1.00	5.00

②称取 62.5g 乳粉，用已过滤的水充分调和，加热至 60℃，于棉质过滤板上过滤，为加快过滤速度，可用真空泵抽滤，用水冲洗粘附在过滤板上的牛乳，将过滤板置烘箱中烘干，其上杂质与标准杂质板比较，即可得乳粉杂质度。

③对溶解度较差的乳粉可用按下法测定。取 62.5g 样品与 250mL 胃酶盐酸溶液混合，置 45℃ 水浴中保持 20min，加入约 0.5mL 辛醇，加热使在 5-8min 内沸腾，立刻在棉质板上过滤，并用沸水冲洗容器及滤板。将滤板烘干后与标准板比较，照上法报告。

## (二) 乳脂肪球大小及数量的测定

1、原理：乳脂肪是以微细的球状成乳浊液分散在乳中，当乳稀释后用显微镜放大 300~500 倍时，可以清楚地看到脂肪球。用测微尺可以测出脂肪球的大小。

2、仪器：显微镜、接目测微尺和接物测微尺、10mL 吸管、250mL 或 500mL 容量瓶、载玻片、盖玻片、铂耳。

### 3、操作方法

(1) 取乳样 10mL 于容量瓶（250mL 或 500mL）中，用蒸馏水稀释至刻度，充分摇

均匀。

(2) 确定接目测微尺每小格的格值 ( $\mu\text{m}$ )。将接目测微尺装入显微镜的目镜筒内；将接物测微尺放在显微镜的载物台上（接物测微尺每小格的长度为 10 微米），调整显微镜找到清楚的接物测微尺刻度，然后移动接物测微尺或目镜筒，使接物测微尺上任一刻度与接目测微尺的任一刻度互相重合，然后再找出最近的另一重合线。根据前后二条重合线之间目微尺的小格数与物微尺的小格数，即可算出目微尺每小格的格值。

目微尺每小格的格值 ( $\mu\text{m}$ ) = 物微尺的小格数  $\times$  10 / 目微尺的小格数

(式 1-3-19)

式中：10——代表物微尺每小格的长度 ( $\mu\text{m}$ )

(3) 取下接物测微尺。

(4) 用铂耳从容量瓶乳样的稀释液中沾取 1 滴放在载玻片上，加盖玻片（注意勿使其存有气泡），置于载物台上，用与 2 项相同的倍数进行脂肪球大小的测定。

(5) 多测几个视野，分别测出每个视野中 1.1—3.3—6 微米大小的脂肪球百分率。

(6) 乳中脂肪球数量的测定与计算：如果测定乳脂肪球大小时使用的是平面计算室，则在测定脂肪球大小之后可以接着进行脂肪球数量的测定。

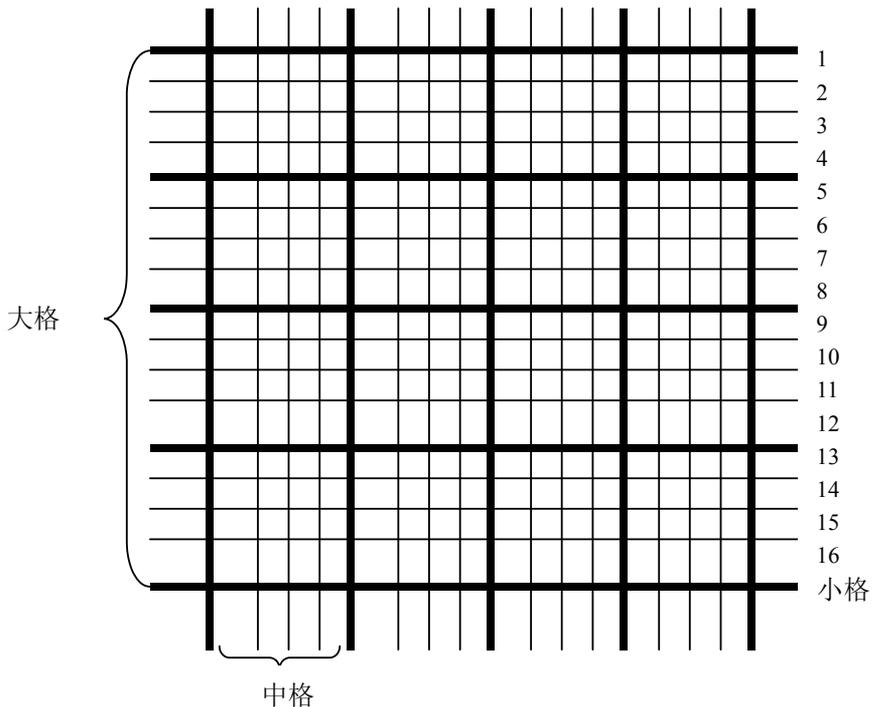


图 1-3-5 平面计算室

测定时用低倍镜找到计算室上的方格，然后换成高倍镜 400~600 倍进行测定。

平面计算室有大、中、小格，每大格有 16 个中格，每中格有 16 个小格。一般在计数时取一中格进行，但也不必计数该中格的 16 小格中的脂肪球数，可按对角线法或正方形两边法读取 8 个小格的脂肪球数乘 2 即可。

#### 4、计算

每小格：深=0.015mm；面积=1/400mm<sup>2</sup>

每中格的体积=1/400×0.015×16=0.0006（mm<sup>3</sup>）=6×10<sup>-7</sup>mL （式 1-3-20）

脂肪球数量（个/mL）= 每中格内脂肪球数×乳样稀释倍数/（6×10<sup>-7</sup>） （式 1-3-21）

### （三）奶油和硬质干酪中食盐的测定

1、原理：用硝酸银标准溶液滴定样品中的氯化钠，生成氯化银沉淀，当全部氯化银沉淀后，稍过量的硝酸银与铬酸钾指示剂生成络酸银，使溶液呈桔红色即为终点，由硝酸银标准溶液的消耗量计算出氯化钠的含量。

2、试剂：0.1 mol/L 硝酸银标准溶液、2.5%铬酸钾指示液

3、仪器：125mL 分液漏斗、乳钵、250mL 锥形瓶、250mL 容量瓶

#### 4、操作方法

##### （1）奶油

①称取样品 1g，置于分液漏斗中，用 50℃温水洗涤不少于 5 次，每次用 20-30mL，将洗涤液一并转入 250mL 容量瓶中，冷却至 20℃稀释至刻度。

②吸取 25mL 于 250mL 锥形瓶中，加 1mL 铬酸钾指示液，用 0.1 mol/L 硝酸银标准溶液滴定到砖红色为止。需做空白对照试验。

##### （2）硬质干酪

①称取 5g 研碎的样品，置于 125mL 分液漏斗中，用热水充分洗涤 5-8 次，每次 20-30mL，将洗涤液收集在 250mL 容量瓶中，冷却至 20℃稀释至刻度。

②吸取 100mL 于 250mL 锥形瓶中，加 1mL 铬酸钾指示液，用 0.1 mol/L 硝酸银标准溶液滴定到砖红色为止。需做空白对照试验。

#### 5、计算

$$X = \frac{(V_2 - V_1) \times N \times 0.0585}{m \times V_4 / V_3} \times 100 \quad (\text{式 1-3-22})$$

式中：X——样品中食盐的含量，%，

N——硝酸银标准溶液的摩尔浓度，mol/L

V<sub>1</sub>——空白消耗硝酸银溶液的体积，mL

V<sub>2</sub>——样品消耗硝酸银溶液的体积，mL

V<sub>3</sub>——洗涤液总体积，mL

V<sub>4</sub>——滴定用洗涤液的体积，mL，

M——样品质量，g。

0.0585——1N 硝酸银标准溶液 1mL 相当氯化钠的克数。

### （四）甜炼乳的粘度和钙盐沉淀物的测定

#### 1、甜炼乳的粘度测定

甜炼乳的正常特征是具有有一定的粘度，原料中无机盐的不平衡、酸度的升高、生产过程中温度的升高以及微生物的污染等均可导致粘度增高。

（1）原理：样品的粘度不同，其产生的阻力以及对转子弹簧的扭力均不同，可以从

粘度计的读数上显示出来。

(2) 仪器：粘度计

(3) 操作步骤

①使用前应先调整仪器水平器，使仪器的指针指零。根据样品溶液的粘度大小，选择相应的转速和转子。

②装上转子和保护框架，旋转铁架上升螺旋，缓缓地将转子浸入样品溶液中，使液液面和转子标线平。

③接通电源，开启开关，转子转动，当指针指向一定数值不变时，读取粘度最大值，然后关闭电动机开关，使指针回复零点。

(4) 计算

将测得的数值乘上换算因数（见下表 1-3-8），即得绝对粘度值（单位：厘泊）。

表 1-3-8 因数换算表

转速（转/分） 转 子	60	30	12	6
接应器	0.1	0.2	0.5	1
1 号	1	2	5	10
2 号	5	10	25	50
3 号	20	40	100	200
4 号	100	200	500	1000

[示例]采用 3 号转子，转速 6 转/分，测得数值为 30.5，查表得因数为 200，则粘度为  $30.5 \times 200 = 6100$  厘泊。

(5) 说明

①粘度大小与温度因素有很大关系，故测定的样品应在 20℃恒温条件下保温一定时间后再行测定。测定时尽可能保持 20℃环境下操作。

②在测定未知粘度的样品溶液时，初试时转子选择应依次从大号码到小号码（4 号、3 号、2 号、1 号）而转速的选择从慢到快。测定粘度的最大值参见下表 1-3-9。

③在换转子时，应用一手指固定轴心，轻微抬起，另一手将转子逆时针方向旋于转轴上。使用完毕后，用同样方法，顺时针方向，将转子从转轴上取下。注意，切勿将转子向下拉动或将转子空转，以免损坏转轴心。

表 1-3-9 测定粘度的最大值

转速（转 /分） 转 子	60	30	12	6
接应器	0.1	0.2	0.5	1
1 号	1	2	5	10
2 号	5	10	25	50
3 号	20	40	100	200
4 号	100	200	500	1000

## 2、甜炼乳的钙盐沉淀物的测定

钙炼乳经冲调后，在杯底常有白色的柠檬酸钙盐沉淀物出现（俗称小白点）其形成与生产过程中受热不稳定有关。测定钙盐沉淀物可作为甜炼乳的一项质量指标。

（1）原理：钙与氨羧络合剂能定量地形成金属络合物，其稳定性较与指示剂所形成的络合物为强。在适当的 PH 值范围内，以氨羧络合剂滴定。在达到当量点时，氨羧络合剂就从指示剂络合物中夺取钙离子，使溶液呈现游离指示剂的颜色（终点）。根据氨羧络合剂的用量，可计算钙的含量，从而以钙含量来表示钙沉淀量。一般用的氨羧络合剂为乙二胺四乙酸二钠，简称 EDTA-2Na，若以  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$  代表 EDTA-2Na，R 代表指示剂，滴定时反应如下



### （2）试剂

①钙标准溶液：取碳酸钙于 105℃干燥 1h 后冷却。精确称取 1.2500 克碳酸钙于烧杯中，加入 100mL 水，加 1:4 盐酸使之溶解，煮沸溶液以去除二氧化碳，冷却，用 10%氢氧化钠溶液中和至 PH6-8，然后用水稀释至 500mL，该溶液每 mL 含 1 毫克的钙。

②钙指示剂：称取钙指示剂（ $\text{C}_{21}\text{O}_7\text{N}_2\text{SH}_{14}$ ）0.5g 及干燥研细的氯化钠 50g 于研钵中充分研磨至呈红色均匀粉末。

③10%氢氧化钠溶液：溶解氢氧化钠 10g 于 100mL 水中。

④乙二胺四乙酸二钠标准溶液：称取乙二胺四乙酸二钠（EDTA-2Na）约 10g，溶于热的水中，待冷却后用水稀释至 1000mL。

标定：取钙标准溶液 25mL 用水稀释至 50mL，以石蕊试纸为指示剂，用 10%氢氧化钠中和并加 10mL 过量（PH7.4），然后加入指示剂 0.1g，立即用待标定的 EDTA-2Na。溶液滴定，溶液由红色变为纯蓝色即为滴定终点。按下式计算每毫升 EDTA-2Na 相当于  $\text{Ca}^{++}$  的毫克数。

$$M = \frac{25 \times 1.0}{V} \quad (\text{式 1-3-23})$$

式中：M——每毫升 EDTA-2Na 溶液相当于  $\text{Ca}^{++}$  的毫克数。

V——滴定时所耗 EDTA-2Na 溶液的毫升数。

### （3）操作步骤

①样品处理：甜炼乳经 37℃保温 10 天后，将听倒转，开听（如发现听盖有小白点沉积，应刮入样品中），上下搅动 3min 备用。

②样品分析：称取样品 50g 于 250mL 烧杯中，加入 200mL 新煮沸的蒸馏水，立即搅拌 100 次至完全溶解。静置 5min，去除乳皮和泡沫，以奶流出线和水平面之角度在 90°以下的速度倾出上层液，残存奶液，不能多于 0.2mL（相当于 4 滴）。于沉淀中加入 0.5N 盐酸 1mL，稍搅拌后加入 10%氢氧化钠溶液 5mL（PH 在 14 以上），搅拌，加入水 40 毫升、钙指示剂约 0.1g，在不断搅拌下用 EDTA-2Na 标准溶液进行滴定，直至由红色转为纯蓝色。按同样操作作一空白。

### （4）计算：

$$\text{每 50g 样品中沉淀物所含钙的毫克数} = (V_1 - V_2) \times M \quad (\text{式 1-3-24})$$

式中：M——每毫升 EDTA-2Na 相当于  $\text{Ca}^{++}$  的量（毫克）

$V_1$ ——滴定样品溶液时所耗 EDTA—2Na 的量（毫升）

$V_2$ ——滴定空白时所耗 EDTA—2Na 的量（毫升）

(5) 说明

①一般 0.2mL 乳液须消耗 0.15mLEDTA—2Na 溶液。

②在测定操作结果出现不一致时，可以平行操作，各测两个，而以其中最多者为报告数。

## (五) 奶油的酸价、过氧化值、皂化值、碘值的测定

### 1、酸价测定

(1) 原理：中和 1g 奶油中存在的游离脂肪酸所需氢氧化钾毫克数称酸价。

(2) 试剂：0.1000N 氢氧化钾溶液，中性乙醇乙醚混合液，酚酞指示剂。

(3) 操作步骤：精确称取奶油样品 4g 置于锥形瓶中，加入 50mL 中性乙醇乙醚混合液，振摇使奶油溶解。如未全溶解可在水浴上微热促使溶解，放冷至 15-20℃，加入酚酞指示剂 3 滴，以 0.1000N 氢氧化钾标准溶液滴定，滴至出现粉红色半分钟不褪，即为终点。

(4) 计算

$$\text{酸价} = \frac{V \times N \times 56.11}{W} \quad (\text{式 1-3-25})$$

式中： $V$ ——样品消耗氢氧化钾标准溶液体积（毫升）

$N$ ——氢氧化钾标准溶液的当量浓度

$W$ ——样品重量（g）

56.11——1N 氢氧化钾标准溶液 1mL 相当氢氧化钾的毫克数。

### 2、过氧化值测定

(1) 原理：表示奶油氧化时生成氧化物的量。过氧化物与碘化钾作用生成游离碘，以硫代硫酸钠滴定。过氧化值高表示奶油中脂肪酸败，有哈喇味。

(2) 试剂

①饱和碘化钾溶液：取碘化钾 10g，加水 5mL，微热助溶，冷却后贮于棕色瓶中。

②氯仿—冰醋酸（2：3）混合溶液：取氯仿 40mL，加冰醋酸 60mL，混匀。

③0.002N 硫代硫酸钠标准溶液。

④0.5%淀粉指示剂。

(3) 操作步骤：精确称取奶油样品 4g 于 250mL 碘量瓶中，加氯仿冰醋酸混合液 50mL，使样品完溶解。准确加入饱和碘化钾溶液 1mL，密塞并轻摇半分钟后放暗处静置 3min，再加水 100mL，摇匀，立即用 0.002N 硫代硫酸钠溶液滴定至淡黄色时，加淀粉指示剂 1mL，再滴至蓝色消失为终点。同时作试剂空白试验。

(4) 计算

$$\text{过氧化值} (\%) = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 0.1269}{W} \times 100 \quad (\text{式 1-3-26})$$

式中： $V_1$ ——样品消耗硫代硫酸钠标准溶液的体积（毫升）

$V_2$ ——试剂空白消耗硫代硫酸钠标准溶液的体积（毫升）

$N$ ——硫代硫酸钠标准溶液的当量浓度

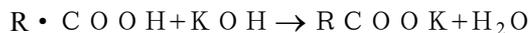
$W$ ——样品重量（g）

0.1269——1N 硫代硫酸钠 1mL 相当碘的克数。

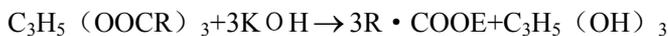
### 3、皂化值测定

皂化值系中和 1g 奶油中所含游离脂肪酸和结合脂肪酸所需的氢氧化钾的毫克数。

皂化反应按下式进行



游离脂肪酸    氢氧化钾    钾皂    水



油脂(甘油三酯)    氢氧化钾    钾皂    甘油

皂化值与油脂的成分,所含脂肪酸分子量大小有关,分子量愈低的脂肪酸,皂化值愈高。除脂肪酸分子量外,还受游离酸、甘油一酸脂、甘油二酸酯以及其他脂类的影响。不皂化物也可降低皂化值。

#### (1) 试剂

①0.5000N 盐酸标准溶液。

②酚酞指示剂。

③中性酒精:在 95%酒精中加酚酞指示剂数滴,以 0.1000N 氢氧化钠酒精溶液中和至微红色。

④0.5N 氢氧化钾酒精溶液:称取氢氧化钾 30g,溶于 95%酒精中使成 1 升。振摇均匀,静置 24h,倾出上清液,贮于装有苏打石灰球管的玻璃瓶中。溶液应在很长时间内保持无色。

#### (2) 操作步骤

①称取奶油 1.5 -2.5 (称准至 0.001g) 于 250mL 锥形瓶中,并精确量取 25mL 0.5N 氢氧化钾酒精溶液加入其中。

②连接回流冷凝管,在水浴上加热煮沸 30min,并不时振摇,至样品完全皂化为止。

③取下锥形瓶,加入 10mL 中性酒精和 0.5mL 酚酞指示剂,趁热用 0.5000N 盐酸标准溶液滴定,记取用量。

④另取锥形瓶作空白试验,除不加样品外,其操作和试剂等与测定样品时完全相同。

#### (3) 计算

$$\text{皂化值} = \frac{(V_1 - V_2) \times 28.05}{W} \quad (\text{式 1-3-27})$$

式中:  $V_1$ ——样品滴定时消耗的 0.5000N 盐酸标准溶液体积(毫升)

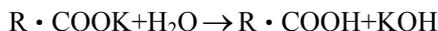
$V_2$ ——试剂空白滴定时消耗的 0.5000N 盐酸标准溶液体积(毫升)

$W$ ——样品的重量(g)

28.05——1mL 0.5000N 盐酸标准溶液相当于氢氧化钾的毫克数。

#### (4) 说明

①用氢氧化钾酒精溶液能溶解油脂,且可防止生成的肥皂水解。



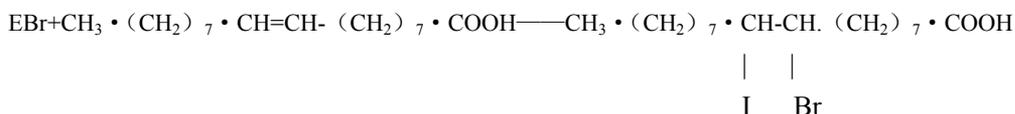
②滴定剩余的碱须用盐酸中和,不可用硫酸,因生成的硫酸钾不溶于酒精,易沉淀妨碍终点,观察。

③如果油脂颜色太深,可用 2%碱性蓝酒精溶液作指示剂。

#### 4、碘值测定

碘值是指 100g 油脂吸收氯化碘或溴化碘的量，以碘表示的数值。碘值直接表示出油脂不饱和程度。

(1) 原理：油脂中不饱和脂肪酸吸收试剂中的溴化碘，过量的溴化碘在碘化钾存在时析出定量的碘，用硫代硫酸钠标准溶液滴定析出的碘，二者之差即为被吸收的溴化钾，再换算成以碘表示的数值即得样品的碘值。



#### (2) 试剂

①15%碘化钾溶液

②1%淀粉指示剂。

③0.1000N 硫代硫酸钠标准溶液。

④溴化碘醋酸溶液：溶解 13.2g 碘于 1 升冰醋酸（可加微热使溶解），冷至 25℃时取出 20mL，用 0.1000N 硫代硫酸钠溶液滴定，测定含碘量。根据含碘量加入适量的溴。例如：测定结果每毫升含碘 0.01245g，则剩余的 980mL 碘液中共含碘  $980 \times 0.01245 = 12.2\text{g}$ ，因为 126.91g 碘相当于 79.92g 溴，因此应加入溴  $12.2 \times 79.92 / 126.91 = 7.68\text{g}$ 。溴的比重为 3.1，故加入  $7.68 / 3.1 = 2.5\text{mL}$  溴。溴化碘醋酸溶液含有稍过量的碘无妨害，因此，加入的溴量可比理论值稍少些。如上例中，加 2.5mL 溴已足够。

#### (3) 操作步骤

①精取奶油样品 0.1-0.25g 于 250mL 碘量瓶中加入 10mL 氯仿振摇使溶解。

②准确加入溴化碘醋酸溶液 25mL，塞严，放置暗处 30min 并经常振摇。

③加入 20mL 15%碘化钾溶液，用力振摇（须塞严）并加入 100mL 新煮沸放冷的蒸馏水洗涤附于瓶口及瓶塞的游离碘。

④用 0.1000N 硫代硫酸钠标准液滴定至淡黄色，加入 1mL 淀粉，继续滴定到蓝色消失为止。

⑤在完全相同（指不加样品）的条件下，作一空白试验。

#### (4) 计算

$$\text{碘值} = \frac{(V_1 - V_2) \times 0.01269}{W} \times 100 \quad (\text{式 1-3-28})$$

式中：V<sub>2</sub>——空白试验所消耗的硫代硫酸钠标准液体积（毫升）。

V<sub>1</sub>——样品试验所消耗的硫代硫酸钠标准液体积（毫升）。

W——样品生量（g）

0.1269——1mL 0.1000N 硫代硫酸钠标准液相当于碘的毫克数。

#### (5) 说明

①光与水分对碘液影响大，所用仪器必须清洁、干燥，且试验时应置暗处。

②加入溴化碘醋酸溶液的速度，以及放置作用的时间与温度，必须与空白试验同。放置时间根据值大小决定，碘值低于 130，放置 30min，高于 130，放置 60min。

## （六）均质效率检查

1、显微镜观察法：将充分混合的奶样用放大 1000 倍的显微镜观察，用目镜测数计算超过一定直径的脂肪球数目，至少计算 10 个视野。允许的最大直径取决于工艺要求，一般约 85%的脂肪球直径应小于 2 $\mu$ m。

2、均质指数法：把奶样置细长容器中，在 4-6 $^{\circ}$ C 静置 48 小时，然后分别测定上层（容器上部 1/10）和下层（容器下部 9/10）中的含脂肪率，以下式计算均质指数。

均质指数={ [上层含脂率（%） - 下层含脂率（%）]  $\div$  上层含脂率（%） } $\times$ 100

（式 1-3-29）

均质奶的均质指数应在 1-10 范围内。

3、均质度法：用均质度法专用吸管吸取经充分混合的奶样至上部刻度，用橡皮塞塞住底部，用盖勃法测脂离心机在室温离心半小时，用手指封住吸管顶部，取出橡皮塞，将奶样小心地放出至吸管下部刻度，测定放出奶样的含脂率，利用该奶样原来含脂率数据，以下式计算均质度。

均质度=[离心样品的含脂率（%）  $\div$  奶样原来的含脂率（%） ] $\times$ 100

（式 1-3-30）

均质良好的超高温灭菌牛奶的均质度在 96%左右，一般牛奶的均质度在 92%-96%间。

4、紫外分光光度法：吸 1mL 奶样至 1L 的容器中，加 5mol/LNH<sub>4</sub>OH5mL 混合，用 250mL49-54 $^{\circ}$ C 的水稀释，放置 30min，冷却至 25 $^{\circ}$ C。用蒸馏水作参比，用 1020nm 光源的紫外分光光度计测定上述样品。一般市售的均质奶的透光率大约为 70%，质量好的奶可超过 70%。这个方法优点是速度快，一个化验员在 2-3 小时内可测大约 30 个样品。

# 实验四 乳与乳制品的微生物学检验

## 目的要求

通过实验，巩固对乳与乳制品卫生指标的理解，了解和掌握乳与乳制品微生物学检验的方法。

## 实验项目

### 一、细菌菌落总数测定（平皿培养法）

#### （一）牛奶和奶粉中嗜温菌的检验

##### 1、培养基

牛奶平板计数琼脂：酵母浸膏 2.5g、胰蛋白胨 5.0g、葡萄糖 1.0g、脱脂奶粉 1.0g、琼脂 10-15g、蒸馏水 1000mL，灭菌 15min/121℃。

2、接种方法：倾注法（倒平板法）或涂布法接种。

3、培养：液态牛奶 30±1℃，3 天；奶粉 30±1℃，5 天。

#### （二）牛奶和奶粉嗜低温菌检验

1、培养基：牛奶平板计数琼脂（同上）。

2、接种方法：倾注法（倒平板法）或涂布法接种。

3、培养：6.5±1℃条件下 10 天。

4、说明：如果只是估计牛奶中低温菌的数量可以在 21℃条件下培养 25h。

### 二、加工过程中重要微生物检验

#### （一）酸奶中链球菌数的测定

##### 1、培养基

M-17 琼脂：胰蛋白胨 5.0g、大豆胨 5.0g、肉浸出液（牛肉浸膏）5.0g、酵母浸膏 2.5g、乳糖 5.0g、维生素 C 0.5g、MgSO<sub>4</sub>·0.25g、B-甘油磷酸钠 19g、琼脂 10-15g、蒸馏水 1000mL、pH7.2，灭菌 15min/121℃。

说明：乳糖受热易遭破坏，必须经滤菌处理后再加到灭菌培养基中。

2、接种方法：倒平板法或涂布法接种。

3、培养：37℃条件下 48h。

#### （二）乳酸杆菌数的测定

##### 1、培养基

（1）罗格沙氏琼脂：胰蛋白胨 10.0g、酵母浸膏 5g、葡萄糖 20.0g、吐温 80（非离子表面活性剂）1.0g、KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>：6.0g、柠檬酸铵 2.0g、醋酸钠 25.0g、冰醋酸 1.32g、MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O：0.575g、MnSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O：0.12g、FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O：3.4g、琼脂 15-25g、蒸馏水 1000mL、pH5.4，尽可能避免高压蒸汽灭菌。

（2）MRS 琼脂：蛋白胨 10.0g、牛肉浸膏 8.0g、酵母浸膏 4.0g、葡萄糖 20.0g、吐温 80：1.0g、KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>：2.0g、醋酸钠·3H<sub>2</sub>O：5.0g、柠檬酸三铵 2.0g、MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O：0.2g、

MnSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O: 0.05g、蒸馏水 1000mL、pH6.2、灭菌 15min/121℃。

2、接种方法：倒平板法或涂布法接种，最好在厌氧环境下培养，如果没有厌氧环境，可在接种后加一层琼脂。

3、培养：37℃条件下 3 天。

4、说明：证实乳杆菌存在，须进行过氧化氢酶试验和革兰氏染色镜检（过氧化氢酶试验是在菌落上滴一滴 3%H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>，看有无气泡产生，若没有，则说明过氧化氢酶阴性），如果过氧化氢酶阴性，G+则初步判定有乳酸杆菌存在。

### （三）主要腐败菌的检验

#### 1、耐热性细菌数的检验

（1）培养基：牛奶平板计数琼脂。

（2）接种方法：无菌操作吸取 5mL 乳样于灭菌试管中，操作时避免将牛奶污染在试管壁上，然后将其放在 63.5℃ 计时 30min，然后立即在冷水中冷却，倒平板或涂布法接种。

（3）培养：30℃条件下 3 天。

（4）说明：对于耐热菌的计数同嗜温菌的计数。

2、嗜热性细菌数检验（嗜热性细菌是指在 40℃ 以上温度能很好发育的菌群总称，耐热菌是指在低温杀菌，即 63℃ 下保持 30min 不能被杀死的细菌，其可形成芽孢）。

（1）培养基：牛奶平板计数琼脂

（2）接种方法：同耐热性细菌操作，杀菌条件为 80℃，保持 5min。

（3）培养：30℃条件下 3 天。

（4）说明：计数方法同嗜温菌的计数。

#### 3、嗜温好气性芽孢数的检验

（1）培养基：牛奶平板计数琼脂

（2）接种方法：同耐热性细菌操作，只是杀菌条件变为 80℃，10min。

（3）培养：37℃条件下 3 天。

（4）说明：在 37℃ 条件培养下所测得的芽孢数较低，因为有一小部分嗜温芽孢杆菌不能在 37℃ 下存活 3 天，但是在此温度下经过高温巴氏杀菌，残存的微细菌属（microbacterium）也能生长发育。所以如果用 30℃ 培养必须做镜检，以证实此菌是否产芽孢杆菌。如果芽孢数较低，可采用 MPN 法。

#### 4、嗜热好气性芽孢子数的测定

（1）培养基

葡萄糖蛋白胨琼脂(DT 琼脂):蛋白胨 10.0g、葡萄糖 5.0g、溴甲酚紫 0.04g、琼脂 10-15g、蒸馏水 1000mL、pH6.9，灭菌 15min/121℃。

（2）接种方法：同耐热性细菌操作，杀菌条件为 100℃，30min，然后采用倒平板法或涂布法接种。

（3）培养：55℃条件下 2 天。

（4）说明：在菌落计数时，产酸菌可通过黄色标志辨认，对于少量孢子数，可采用 MPN 法。

### （四）酵母和霉菌数的检验

#### 1、培养基

（1）土霉素葡萄糖酵母浸膏琼脂（OGG-琼脂）：酵母浸膏 5.0g、葡萄糖 20.0g、琼脂

10-15g、蒸馏水 1000mL、pH6.6，灭菌 15min/121℃。灭菌之后再加上无菌土霉素，最终浓度达到 100mg/L。

(2) 氯霉素葡萄糖酵母膏琼脂 (CGG-琼脂)：酵母浸膏 5.0g、葡萄糖 20.0g、氯霉素 100g、蒸馏水 1000mL、琼脂 10-15g、pH6.6，灭菌 15min/121℃。

(3) 沙伯拉德葡萄糖琼脂：真菌蛋白 10.0g、葡萄糖 40.0g、琼脂 5g、pH6.6。

2、接种方法：倒平板法或涂布法接种。

3、培养：20℃条件下 5 天或 25℃条件下 4 天，培养 2 天后每天检查。

4、说明：酵母和霉菌菌落特征在培养基上很容易辨认，如果有凝问，可用涂片镜检。

### 三、其他微生物学检测

#### (一) 美蓝(还原酶)试验(甲烯蓝试验)

1、原理：本试验是针对乳中细菌污染度的测定。乳中含有各种不同的酶，其中还原酶是细菌生命活动的产物，乳的细菌污染越严重，则还原酶的数量越多，还原酶具有还原作用，可使蓝色的美蓝(甲烯蓝，亚甲基蓝，次甲基蓝)还原为无色的美蓝，还原酶愈多则褪色愈快，细菌污染度愈大。为了尽快判定出微生物活力，可采用色素还原法。这种方法的实质在于当细菌在牛乳中繁殖时产生还原酶，消耗氧，于是乳的氧化还原电势下降，因此在乳中加入氧化还原电势指示剂——色素，则可利用这种指示剂颜色的变化来判定微生物的活动情况，从而确定乳的质量等级或发酵制品中微生物的活力。这里用色素美蓝作氧化还原电势指示剂测定牛奶新鲜度。美蓝这种蓝色的指示剂被还原时变为无色。而美蓝颜色变化的程度与微生物的数目多少有直接关系。在牛乳中添加美蓝溶液，将此混合物在 37℃下培养，可通过褪色时间来判定牛乳中微生物数量。

2、仪器和试剂

(1) 10mL 试管及配套胶塞、37℃水浴锅或恒温箱、10mL 移液管、1mL 吸管、酒精灯。

(2) 美蓝溶液：硫氰酸根美蓝 75mg/L 或美蓝氰化物 70mg/L。

3、步骤

(1) 吸取 10mL 牛乳于试管中，加入 0.25mL 美蓝溶液，混匀。

(2) 塞上试管，移至 37℃水浴中加热，注意时间及温度。试管中液体须在 10min 内达到 37℃，用温度计测定检样溶液温度(可将温度计放在对照组试管中测得)。加热时试管中液面高度须低于水浴锅中水高度。

(3) 一小时内将试管转动两次，使受热均匀。

(4) 根据间隔时间(例如 20~30min)，观察乳样褪色情况。观察后拿去褪色为白色的乳试管，再转动其他试管(不要转动正在褪色的试管)。观察褪色情况时不要观察试样最上部 5mm 和最底部 5mm 的乳样。

(5) 记录褪色所时间。

4、说明：试验所用试管需在 160℃保温 1h 干热灭菌。所用胶塞应在 100KPa 杀菌锅中保温杀菌 10min，或煮沸 30min。美蓝须溶解在煮沸过的热水中。每次水浴作两个对照试验，它们组成为：

(1) 10mL 牛乳和 0.25mL 美蓝溶液的混合液。

(2) 10mL 牛乳和 0.25mL 水的混合液。

使用前将对照组试管在沸水中浸 3min，以破坏牛乳中固有酶活性。用（1）作对照可看出褪色开始时间，用（2）作对照可看出褪色完成时间。

### 5、判定标准（IDF 标准）

**表 1-4-1 美蓝试验判定标准**

褪色所需时间	1mL 乳中的细菌数	牛乳质量
<30min	超过 2000 万	第四级（很坏）
30min-1 小时	1000~2000 万	第三级（坏）
1-2 小时	400~1000 万	第三级（较差）
2-4.5 小时	50~400 万	第二级（合格）
>4.5 小时	不超过 50 万	第一级（优秀）

### （二）刃天青（利色唑林）试验

1、原理：刃天青加入正常鲜乳中，乳呈青蓝色，如果乳被细菌污染，能使刃天青还原，由青蓝色→紫色→红色→无色。因此，根据变色情况和变到一定颜色所需的时间可以推断乳中的细菌概数，判定乳被细菌污染的等级。

2、仪器药品：刃天青基础液、刃天青使用液、高压灭菌器、水浴箱、10mL 吸管、20mL 试管（带胶塞）。

#### 3、操作方法

（1）仪器消毒：同美蓝试验的仪器消毒。

（2）吸取 10mL 乳于试管中，再加入刃天青使用液 1mL，混匀，用胶塞塞好，但不要盖严。

（3）将该试管置于 38~40℃ 的水浴箱中进行水浴加热，当试管内容物加热到 37℃ 时（用对照组试管测温），将管口塞紧，慢慢转动试管（不振荡），使受热均匀。

（4）于水浴开始后的 20min，第一次观察试管内容物的颜色变化，记录结果。

（5）去掉褪色为白色的乳试管，将其他试管进行转动，继续水浴保温 60min。然后进行第二次观察，记录结果。

（6）判定标准

**表 1-4-2 刃天青试验判定标准表**

级别	乳的质量	乳的颜色	
		经过 20min	经过 60min
1	良好	青蓝色	青蓝色
2	合格	青蓝色	蓝紫色
3	不好	青蓝或蓝紫色	粉红色
4	很坏	白色	

### （三）抗生素残留检验（TTC 法）

在防治乳牛疾病时，经常使用抗生素，特别是治疗牛乳房炎，有时将抗生素直接注射到乳房内。因此，经抗生素治疗过的乳牛，其乳中在一段时期内会残存着抗生素，它会影响发酵乳品的生产，对某些人引起过敏反应，也会使某些菌株产生抗药性等，所以，对鲜

乳进行抗生素残留检验，十分必要。

1、原理：抗生素残留检验是通过 TTC 试验来判定的。往检样中先后加入菌液和 4%TTC 指示剂（2, 3, 5-氯化三苯四氮唑），如检样中有抗生素存在，则会抑制细菌的繁殖，TTC 指示剂不被还原、不显色；反之，则细菌大量繁殖，TTC 指示剂被还原而显红色，从而可以判定有无抗生素残留。

## 2、仪器和试剂

（1）10mL 试管及配套胶塞、10mL 和 1mL 移液管、250mL 三角瓶、秒表、 $36\pm 1^{\circ}\text{C}$  水浴锅、 $80^{\circ}\text{C}$  水浴锅。

（2）菌液制备：将嗜热乳酸链球菌接种入灭菌脱脂乳，置  $36\pm 1^{\circ}\text{C}$  水浴锅中保温 15 小时，然后再用灭菌脱脂乳以 1：1 比例稀释备用。

## 3、操作步骤

- （1）取乳样 9mL 放入试管中。
- （2）置  $80^{\circ}\text{C}$  水浴中保温 5 分钟。
- （3）冷却至  $37^{\circ}\text{C}$  以下。
- （4）加入菌液 1mL。
- （5）置  $36\pm 1^{\circ}\text{C}$  水浴锅中保温 2 小时。
- （6）加入 4%TTC 指示剂水溶液 0.3mL。
- （7）置  $36\pm 1^{\circ}\text{C}$  水浴中保温 30min。
- （8）观察牛乳颜色的变化。

4、结果的判定：加入 TTC 指示剂并于水浴中保温 30min 后，如检样呈红色反应，说明无抗生素残留，即报告结果为阴性；如检样不显色，再继续保温 30min 作第二次观察，如仍不显色，则说明有抗生素残留，即报告结果为阳性，反之则为阴性。显色状态判断标准见下表 1-4-3。

**表 1-4-3 显色状态判断标准**

显色状态判断	
未显色者	阳性
微红色者	可疑
桃红色→红色	阴性

## 实验五 掺假、掺杂、异常乳的检验

### 目的要求

异常乳是指向乳中加入某些物质，以改变乳的性状的掺假乳及乳房炎乳（包括生理异常乳）。例如添加碱性物质以降低酸度；为便于贮存而添加防腐剂或抗生素；以及为增加重量而掺水、淀粉或豆浆等。对此必须进行严格检查和卫生监督。通过本试验，使学生了解常见掺假、掺杂、异常乳检验的原理与方法。

### 实验项目

#### 一、掺水乳的检测

##### （一）联苯胺法

1、原理：正常乳完全不含硝酸盐，而一般水（包括河水及井水）中所含的硝酸盐与硫酸作用后生成的硝酸，可使联苯胺氧化而呈蓝色物。

##### 2、试剂

（1）20%氯化钙溶液

（2）联苯胺硫酸溶液：取 20mg 联苯胺溶解于 20mL 稀硫酸（1：3）中，再用硫酸加至 100mL。

3、仪器：锥形瓶、量筒、酒精灯

##### 4、操作方法

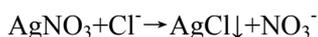
（1）取 20mL 乳样于 100mL 锥形瓶中，加入 0.5mL 20%氯化钙溶液，在酒精灯上加热至凝固，冷却，过滤；

（2）在白瓷皿内加入 2mL 联苯胺硫酸溶液，再取过滤液沿瓷皿边缘滴入不超出 2-3 滴，观察反应。

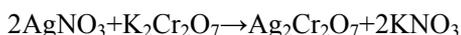
5、结果判定：若在液体接触处呈蓝色，说明其中有硝酸盐存在，可判为掺水乳。

##### （二）硝酸银法

1、原理：正常乳中氯化物含量很低，一般不超过 0.14%，但各种天然水中都含有很多的氯化物，故掺水乳中氯化物含量随掺水量增多而增高，利用硝酸银与氯化物反应可检测之，其反应式如下：



检验时，先在被检乳中加 2 滴 10%重铬酸钾溶液，硝酸银与乳中氯化物反应完后，剩余的硝酸银便与重铬酸钾反应生成黄色的重铬酸银



由于氯化物的含量不同，则反应后的颜色也有差异，据此鉴别乳中是否掺水。

2、试剂：10%重铬酸钾溶液、0.5%硝酸银溶液

3、仪器：吸管、试管

4、操作方法：取 2mL 乳样放入试管中，加入 2 滴 10%重铬酸钾溶液，摇匀，再加入 4mL 0.5%硝酸银溶液，摇匀，观察颜色，同时用正常乳作对照。

5、结果判定：正常乳呈柠檬黄色；掺水乳呈不同程度的砖红色，此法反应比较灵敏，在乳中掺水 5%即可检出。

### （三）计算法

1、原理：利用测得乳样的比重和含脂率，计算出总固体和非脂固体，再采牛舍乳样测得其比重和含脂率，计算出总固体和非脂固体，两者相比较，即可确定市售乳掺水情况。

2、计算

$$\text{掺水量 (\%)} = \frac{E-E_1}{E} \times 100\% \quad (\text{式 1-5-1})$$

式中：E——牛舍乳样或标准规定的非脂固体含量

E<sub>1</sub>——被测乳样中的非脂固体含量

3、说明

(1)一般牛乳的非脂固体含量约在 8.9~9.0%之间，最低限为 8.5%，若低于 8.5%时，即有掺水的可疑。

(2)由于各乳样品内所含的非脂固体幅度较大，因而用此法计算出的掺水量不精确，如果掺入的水量很少，就不易测出。

### （四）乳清比重的测定

1、原理：牛乳中的乳糖和矿物质的含量比较稳定，变化较小，一般牛乳的乳清比重为 1.027-1.030，若降至 1.027 以下，便可估计为掺水。

2、试剂：20%醋酸

3、仪器：乳稠计、温度计 0-100℃、量筒 200-250mL、水浴锅 40℃。

4、操作方法

(1)样品处理：取 200mL 乳样于烧杯中，加入 4mL20%的醋酸，在 40℃下放置使乳中酪蛋白凝固，用 2 层纱布和一层滤纸抽滤，其乳清待测。

(2)测定：与全乳比重测定方法相同。

5、结果判定：乳清比重低于 1.027 者为掺水乳。

### （五）冰点测定法

见实验三乳与乳制品的理化检验。

### （六）掺水试验的参考测定方法（折射计法）

于 4 容积乳中加入 1 容积的硫酸铜溶液（每升中含有 72.5 克的 CuSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O），摇匀后过滤，然后在 20℃时测定乳清（滤液）的折射计读数，如读数低于 36 则表示有加水的可能。

## 二、掺淀粉（米汁）、豆浆乳的检测

掺水后牛奶变稀薄，为了增加乳的稠度，作伪者常向乳中加入淀粉、米汁或豆浆等胶体物质，从而达到掩盖掺水的目的。

### （一）掺淀粉和米汁乳的检测方法

1、原理：一般淀粉中都存在着直链淀粉与支链淀粉 2 种结构，其中直链淀粉可与碘生成稳定的络合物，呈现深蓝色，因此对乳中加入的淀粉或米汁进行检测。

2、试剂

(1) 碘溶液：将 2g 碘和 4g 碘化钾溶解并定容至 100mL 即可

(2) 20%醋酸

3、仪器：试管、吸管

4、操作方法

(1) 甲法：适用于加入淀粉或米汁较多的情况。取 5mL 乳样入试管中，稍煮沸，待冷却后，加入 3-5 滴碘溶液，观察试管内颜色变化。

(2) 乙法：适用于加入淀粉、米汁较少的情况。取 5mL 乳样注入试管中，再加入 0.5mL 20%醋酸，充分混合后过滤于另一试管中，适当加热煮沸，以后操作同甲法。

5、结果判定：如果牛奶中掺有淀粉、米汁，则出现蓝色或蓝青色；如掺入糊精类，则为紫红色。

### (二) 掺豆浆乳的检测方法

1、原理：豆浆中含有皂角素，可溶于热水或酒精中，然后可与氢氧化钠（或氢氧化钾）生成黄色化合物，据此进行检测。

2、试剂

(1) 醇醚混合液：乙醇和乙醚等量混合

(2) 25%氢氧化钠（钾）溶液

3、仪器：200×20mm 试管、2mL 和 5mL 试管

4、操作方法：取 2mL 乳样于试管中，加入 3mL 醇醚混合液，充分混匀，加入 5mL 25% 氢氧化钾（钠）液，混匀，在 5-10min 内观察颜色变化。同时用纯牛乳做对照实验。

5、结果判定：如掺入 10%以上豆浆，则试管中液体呈微黄色，纯牛乳呈乳白色。

## 三、牛乳中掺碱的检测

为了掩盖牛乳的酸败、降低牛乳的酸度，作伪者向生鲜牛乳中加入少量的碱，但加碱后的牛奶滋味不佳，也宜于腐败菌生长，同时还对乳中某些维生素破坏，因此，对生鲜牛乳中掺碱的检测具有一定的卫生学意义。

### (一) 玫瑰红酸定性法

1、原理：鲜牛乳中加碱后，氢离子浓度发生变化，可使酸碱指示剂变色，由颜色的不同，判断加碱量的多少。

2、试剂：0.05%玫瑰红酸乙醇溶液

3、操作方法：取 5mL 乳样于试管中，加入 5 滴玫瑰红乙醇溶液，用手指堵住管口，摇匀，观察结果，同时用已知未掺碱乳做空白对照试验。

4、结果判定：掺入碱时呈玫瑰红色，且掺入越多，玫瑰色越深；未掺碱者呈黄色。

### (二) 牛乳灰分碱度测定法

1、原理：牛乳中加入的碳酸钠和有机酸钠盐经高温灼烧后，均能转化为氧化钠，溶于水后形成氢氧化钠，其含量可用标准酸滴定求出。

2、试剂：0.1N 盐酸标准溶液、1%酚酞指示液

3、仪器：1000℃高温电炉、电热恒温水浴锅、瓷坩锅、锥形瓶、玻璃漏斗

4、操作方法

(1) 取 20mL 乳样于瓷坩锅中，置水浴上蒸干，然后在电炉上灼烧成灰。

(2) 灰分用 50mL 热水分数次浸渍，并用玻璃棒捣碎灰块，过滤，滤纸及灰分残块

用热水冲洗。

(3) 滤液中加入 3-5 滴酚酞指示剂，用 0.1N 盐酸标准溶液滴定至粉红色，在 30s 内不褪色为止。

#### 5、计算

$$X = \frac{V \times 0.0106}{25 \times 1.030} \times (100 - 0.025) \quad (\text{式 1-5-2})$$

式中：X——被检测牛乳中碳酸钠含量，%

V——滴定所消耗 0.1N 盐酸标准溶液的体积，mL

0.0106——1mL 0.1N 盐酸标准溶液相当于碳酸氢钠的质量，g

1.030——正常牛乳的平均比重

0.025——正常牛乳中碳酸氢钠含量，%

### 四、牛乳中掺中性盐及弱碱性盐的检测

牛乳中掺入中性盐或弱碱性盐，是为了增加乳的比重或中和牛乳的酸度，以掩盖乳中掺水或酸败牛乳。常见的有食盐、芒硝、碳酸铵、碳酸钠等。

#### (一) 掺食盐的检测

1、原理：乳样中的  $\text{Cl}^-$  含量较多时，可与硝酸银作用，生成氯化银沉淀，并与铬酸钾作用呈色。

2、试剂：10% 铬酸钾溶液、0.01mol/L 硝酸银溶液

3、操作方法：取 5mL 0.01mol/L 硝酸银溶液于试管中，加 2 滴 10% 铬酸钾溶液，混匀，加被检乳 1mL，充分混匀，观察试管中颜色变化，同时做空白对照试验。

4、结果判定：如试管中溶液呈黄色，说明牛奶中  $\text{Cl}^-$  的含量大于 0.14%（因全部银已被沉淀成氯化银），若乳中氯化物少于 0.14%，则出现微红色至微棕色（随铬酸钾沉淀量而改变）。正常乳中一般氯化物正常含量为 0.09~0.12%。



#### (二) 掺芒硝的检测

1、原理：掺入芒硝的牛奶中含有较多的  $\text{SO}_4^{2-}$  离子，可与氯化钡作用，生成硫酸钡沉淀，并与玫瑰红酸钠作用呈色，本法的检出灵敏度为 100ppm。

2、试剂：20% 醋酸溶液、1% 氯化钡溶液、1% 玫瑰红酸钠乙醇溶液

3、操作方法：吸取被检乳 5mL 于试管中，加 1-2 滴 20% 醋酸，4-5 滴 1% 氯化钡溶液，2 滴 1% 玫瑰红酸钠乙醇溶液，混匀，静置，观察试管中颜色变化，同时做空白对照试验。

4、结果判定：掺芒硝的牛乳呈玫瑰红色，而不含芒硝的牛乳为淡褐黄色。

#### (三) 掺碳酸铵的检测

1、原理：牛乳中的  $\text{NH}_4^+$  或  $\text{NH}_3$  与碘化汞的复盐反应。本法检测灵敏度为 600ppm。

2、试剂

纳氏试剂：称取 45.5g 碘化汞，34.9g 碘化钾溶于约 100mL 水中，在另一大烧瓶内加约 500mL 水，加 112g 氢氧化钾，混匀，使溶解，此液会发热，待冷至室温时将上述两液混合，并用水补足至 1000mL，静置 2-3 天后，取上清液贮于聚乙烯塑料瓶中，备用。

3、操作方法：取 5mL 被检测牛乳于试管中，加 6-7 滴纳氏试剂，摇匀，观察颜色及混浊情况。同时做空白对照试验。

4、结果判定：如牛奶中掺有碳酸铵，则试管中溶液呈黄色或淡橙色，正常乳颜色无变化。

#### (四) 碳酸钠的检出

1、原理：溴麝香草酚蓝是一种酸碱指示剂，在 PH6.0~7.6 的溶液中有从黄→蓝的颜色变化，牛乳加入碱后，使溴麝香草酚蓝的显色反应与正常牛乳中不同。

2、仪器药品：5 毫升吸管、试管架、0.04% 溴麝香草酚蓝乙醇溶液。

表 1-5-1 溴麝香草酚蓝在碱性牛乳中变色情况

乳中碳酸钠含量	环层指示剂颜色	乳中碳酸钠含量	环层指示剂颜色
牛乳中无碳酸钠	黄色	含 0.5% 碳酸钠	青绿色
含 0.03% 碳酸钠	黄绿色	含 0.7% 碳酸钠	淡蓝色
含 0.05% 碳酸钠	淡绿色	含 1.0% 碳酸钠	蓝色
含 0.1% 碳酸钠	绿色	含 1.5% 碳酸钠	深蓝色
含 0.3% 碳酸钠	深绿色		

3、操作方法：把 5 毫升被检牛乳注入试管中，将试管保持倾斜，沿管壁小心加入溴麝香草酚蓝溶液 5 滴，把试管小心斜转 2~3 转，以便使这些液体更好地相互接触，但切忌液体相互混合。然后把试管垂直放置，2 分钟后根据环层指示剂颜色的特征确定结果。同时需作空白对照试验。

#### 五、牛乳中掺牛尿、尿素、蔗糖等非电解质的检测

尿素、蔗糖等非电解质晶体物质，在水中不发生电离。当这些物质掺入牛乳后使牛乳相对密度调至正常，但冰点、酸度、脂肪含量均低于正常值。

##### (一) 掺牛尿的检测

1、原理：牛尿中含有肌酐，乳样经去蛋白质后，在碱性条件下，肌酐与苦味酸盐作用，生成橙红色的苦味酸肌酐，本法灵敏度为 2%。

##### 2、试剂

(1) 钨酸蛋白沉淀剂：水 800mL、0.34mol/L 硫酸 100mL、85%磷酸、0.1mL10%钨酸盐 10mL，将上述试剂依次加入水中，混合均匀。

(2) 10%氢氧化钠溶液

(3) 碱性苦味酸盐试剂：取 5mL 饱和苦味酸，加 1mL10%氢氧化钠溶液，临用前混合。

3、仪器：离心机、吸管、试管等

##### 4、操作方法

(1) 取 5mL 乳样于试管中，加 5mL 钨酸蛋白沉淀剂，摇匀，离心，取上清液 5mL 于另一试管中，加 4-5 滴 10%氢氧化钠溶液；

(2) 再加 0.5mL 碱性苦味酸盐试剂，充分混匀，放置 15min，观察试管中液体颜色变化。同时做空白对照试验。

5、结果判定：牛乳中掺入牛尿，呈红褐色，正常乳为苦味酸试剂固有的黄色。

## (二) 掺尿素的检测

1、原理：在酸性条件下，乳样中的尿素与亚硝酸钠作用，生成黄色物质及  $\text{CO}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 。而当乳样中无尿素时，亚硝酸钠与对氨基苯磺酸发生重氮反应，其产物与  $\alpha$ -萘胺起偶氮作用，生成紫红色。

### 2、试剂

(1) 1%亚硝酸钠溶液、浓硫酸

(2) 格里斯试剂：称取 89g 酒石酸、10g 对氨基苯磺酸，1g 萘胺，混合研磨成粉末，贮存于棕色试剂瓶中，暗处保存。

### 3、操作方法

(1) 取 3mL 待检乳于试管中，加 1mL 1%亚硝酸钠溶液，1mL 浓硫酸，摇匀放置 5min。

(2) 待泡沫消失后，加 0.5g 格里斯试剂，摇匀，观察试管中液体颜色的变化，同时作空白对照试验。

4、结果判定：如牛乳中掺有尿素，则试管中颜色呈黄色，正常牛乳试管中颜色为紫红色。

## (三) 掺蔗糖的检测

### 1、甲法——联苯胺法

#### (1) 试剂

①醋酸铅-氨水溶液：将 250g 醋酸铅溶解于 600mL 水中，再加入 250mL 15%的氢氧化铵。

②联苯胺试剂：10mL 10%的联苯胺酒精溶液、25mL 醋酸及 65mL 浓盐酸混合即成。

#### ③费林氏液

甲液：取 34.64g 硫酸铜溶于水，加入 0.5mL 浓硫酸，加水至 500mL。

乙液：取 173g 酒石酸钾钠及 50g 氢氧化钠溶解于水中，稀释至 500mL，静置 2 天后过滤，备用。

#### (2) 操作方法及判定

①取 30mL 牛乳，在水浴上加热到 80-90℃，加入 30mL 醋酸铅-氨水溶液，用力摇动 30s，过滤。取无色透明滤液 3mL，加入等体积的联苯胺试剂，摇匀，并在沸水浴上保持 10min 后观察结果，若乳中掺有蔗糖，则变为深蓝色，当在水浴中保持时间超过 10min 以上时，痕量的乳糖存在也可能出现淡蓝色。

②为了排除乳糖等还原糖的干扰，可设对照，即取 4mL 滤液，加入等体积的费林氏液置沸水浴内加热，如果联苯胺的反映明显（呈蓝色），而没有还原费林氏液的颜色时，则证明有蔗糖存在，此法可检测出 0.1-1.0%的蔗糖。

### 2、乙法——间苯二酚法

(1) 原理：在酸性条件下，乳样中的蔗糖与间苯二酚作用，呈红色。

(2) 试剂：浓盐酸、间苯二酚

#### (3) 操作方法

①取 30mL 乳样于 50mL 锥形瓶中，加入 2mL 浓盐酸混合，过滤。

②取滤液 15mL，加入 1g 间苯二酚，置于沸水浴中 5min，观察颜色变化，同时做空白对照试验。

(4) 结果判定：如牛奶中掺蔗糖，则试管中液体呈红色。

### 3、丙法——蒽酮法

(1) 试剂：称取 0.1g 蒽酮，溶于 100mLH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (3: 1) 中，临用时配制。

(2) 操作方法及判定：取 1mL 乳样，加 2mL 蒽酮试剂，若乳中有蔗糖存在，5min 内显透明绿色。

## 六、牛乳中掺防腐剂的检测

我国规定，鲜牛乳中不得加入任何防腐剂。但有的人为了防止生鲜牛乳酸败，乱用化学防腐剂，尤其是食品卫生标准中没有列入的，对人体健康有危害的化学防腐剂。因此，检测牛乳中是否掺有防腐剂具有重要的卫生学意义。

### (一) 硼酸、硼砂的检测

1、原理：姜黄试纸被硼酸或其盐类的酸性溶液润湿后烘干时，有棕红色的斑点出现。加酸时，斑点的颜色不改变，加碱时变为蓝绿色或墨绿色。

2、试剂：6N 盐酸、4%碳酸钠溶液、0.1N 氢氧化钠溶液、姜黄试纸：称取 20g 姜黄粉末，用冷水浸渍 4 次，每次各 100mL，除去水溶性物质后，残渣再至 100℃干燥，加 100mL 乙醇，浸渍数日，过滤，取 1×8cm 滤纸条，浸入溶液中，取出，于空气干燥，贮于有色玻璃瓶中。

3、仪器：瓷坩锅、电炉、水浴锅、表面皿

#### 4、操作方法

(1) 取 20mL 乳样于瓷坩锅中，加入 4%碳酸钠溶液至呈碱性，置水浴上蒸干。

(2) 移至电炉上小火炭化，再移至高温炉 (500℃) 中灰化，取出冷却，加 10mL 水后加热煮沸，使残渣溶解，放冷，过滤，滤液滴加 6N 盐酸使酸性。

(3) 把姜黄试纸浸入酸性的滤液中，片刻后取出，将试纸置于表面皿上，置 60℃干燥，观察颜色变化，在其变色部分熏以氨水，再观察颜色变化。

5、结果判定：如牛乳中有硼酸、硼砂存在时，第一次试纸显红色或橙红色，第二次试纸显墨绿色。

6、说明：结果判定也采取焰色反应。在瓷坩锅中，加硫酸及乙醇各数滴，直接点火，如有硼酸或硼砂存在时，火焰呈绿色。

### (二) 水杨酸、苯甲酸的检测

1、试剂：10%氢氧化钠溶液、盐酸、无水乙醚、无水硫酸钠、1: 1 氨水、1%氯化铁溶液、10%亚硝酸钾溶液、50%醋酸、10%硫酸铜溶液。

2、仪器：水浴锅、200mL 锥形瓶、分液漏斗、吸管试管等。

#### 3、操作方法

(1) 取 100mL 乳样于锥形瓶中，加 5mL10%氢氧化钠溶液，搅匀，再加 10mL 硫酸铜溶液，搅匀。

(2) 过滤，收集于分液漏斗中，加 5mL 盐酸，75mL 乙醚，用力振摇 2min，收集乙醚层于另一分液漏斗中，加 5mL 水洗涤乙醚层，反复几次，经无水硫酸钠脱水，微温除去乙醚。

(3) 残渣加 1mL1: 1 氨水溶解，置水浴锅上蒸干，加 2mL 水溶解。

(4) 取残留物溶解水溶液 1mL 于试管中，加数滴 1%三氯化铁溶液，观察试管中液

体颜色的变化。

#### 4、结果判定

(1) 初步判定：如试管中液体呈肉色沉淀，疑有苯甲酸，如产生深紫色，则疑有水杨酸。

(2) 确证试验：取残渣溶于少量热水中，冷后加 4-5 滴 10%亚硝酸钾溶液，4-5 滴 50%醋酸，1 滴 10%硫酸铜溶液，混匀，煮沸 30min，放置片刻，如有水杨酸时呈血红色，苯甲酸不显色。

### (三) 甲醛的检测

#### 1、甲法——变色酸法

(1) 原理：在硫酸溶液中，乳中的甲醛与变色酸作用生成紫红色化合物，本法灵敏度为 0.1ppm。

(2) 试剂：浓硫酸、1, 8-二羟基萘-3, 6 二碘酸

(3) 操作方法：称取 2.5g1, 8-二羟基萘-3, 6 二碘酸溶于水中，稀释至 25mL，如有沉淀，过滤除去。

取 1mL 乳样于试管中，加 0.5mL 变色酸液和 6mL 浓硫酸，充分混匀，于沸水浴上放置 30min，冷却，观察颜色变化，同时做空白对照实验。

(4) 结果判定：如牛乳中有甲醛，则显紫红色。

#### 2、乙法——溴化钾法

(1) 试剂：稀硫酸（水：浓硫酸=1：5）、溴化钾结晶。

(2) 操作方法：取 3mL 稀硫酸于试管中，加溴化钾结晶一小粒，摇匀，立即沿管壁加牛乳 1mL，观察颜色变化，同时做空白对照试验。

(3) 结果判定：牛乳中有甲醛存在，则显紫色环带，本法灵敏度为 20ppm。

### (四) 过氧化氢的检测

#### 1、甲法——碘化钾-淀粉法

(1) 试剂：碘化钾淀粉溶液：将 3g 淀粉用 5-10mL 凉水混匀，然后边搅拌边加沸水至 100mL，在此溶液内溶入不超出 3g 纯碘化钾，此试剂极不稳定，不宜贮存。

(2) 操作方法：取 5mL 检样乳于试管中，加 0.5mL 碘化钾淀粉溶液，充分混匀后，观察乳的颜色变化。

(3) 结果判定：如 10min 后乳仍为白色，则表示乳中无过氧化氢，如乳略变蓝色，则表示乳中有过氧化氢。

(4) 说明：假如乳中有微量的过氧化氢存在，则应将乳放在 80-85℃ 的温度下加温数分钟，然后重新用上述方法检查。

#### 2、乙法——五氧化二钒法

(1) 试剂：五氧化二钒试剂：溶解 1g 五氧化二钒于 100mL 稀硫酸中。

(2) 操作方法：取 10mL 乳样，加入 10-20 滴五氧化二钒试剂，混合后观察颜色变化。

(3) 结果判定：若液体呈粉红色或红色，说明有过氧化氢存在。

### (五) 次氯酸盐及氯胺的检测

#### 1、试剂

(1) 碘化钾溶液：溶解 7g 碘化钾于 100mL 水中，临用前配制。

(2) 稀盐酸：100mL 浓盐酸与 200mL 水混合均匀。

(3) 淀粉液：取 1g 淀粉置于烧杯中，用少量水搅匀后，缓慢倾入 100mL 沸水中，随加随搅拌，煮沸 2min，冷却。

## 2、操作方法

(1) 取 5mL 乳样，置于试管中，加入 1.5mL 碘化钾溶液，充分摇匀，注意观察牛乳的颜色。

(2) 如无颜色变化，加入 4mL 稀盐酸，用玻璃棒充分搅匀，注意观察凝乳的颜色。

(3) 然后将试管置入 85℃ 的水浴中，保温 10min，取出迅速置于冷水中冷却，注意观察凝乳与液体的颜色变化。

(4) 最后将 0.5-1mL 淀粉液加到凝乳下面液体中，再应注意观察颜色变化。

3、结果判定：根据下表，即可得出检测结果。

表 1-5-2 次氯酸盐及氯胺检测的反应结果

有效氯浓度	1/1000	1/2000	1/5000	1/10000	1/25000	1/50000
操作 1	淡黄褐	深黄	微黄褐色	——	——	——
操作 2	淡黄褐	深黄	浅黄	——	——	——
操作 3	淡黄褐	深黄	黄色	黄色	微黄	淡黄
操作 4	蓝紫	蓝紫	蓝紫	暗红紫	红紫	微红紫

## (六) 重铬酸钾的检测

1、试剂：2%硝酸银溶液

2、操作方法：取 2mL 乳样注入试管中，加等量 2%硝酸银溶液，混匀后观察其颜色变化，同时做空白对照试验。

3、结果判定：若溶液呈淡红色或红黄色，则表示乳中含有重铬酸钾。

## 七、牛乳中掺石灰水、洗衣粉的检测

### (一) 掺石灰水的检测

1、原理：正常牛乳含钙量小于 1%，加入硫酸钠溶液、玫瑰红酸钠溶液及氯化钡溶液后呈现红色，如牛乳中掺有石灰水，则生成硫酸钙沉淀，呈白土色。

2、试剂：1%硫酸钠溶液、1%氯化钡溶液、1%玫瑰红酸钠溶液

3、操作方法：取 5mL 乳样于试管中，加入 1%硫酸钠溶液、1%氯化钡溶液；1%玫瑰红酸钠溶液各 1 滴，观察颜色变化，同时做空白对照试验。

4、结果判定：正常牛乳呈红色，掺石灰水的牛乳呈白土色沉淀，本法的灵敏度为 100ppm。

### (二) 掺洗衣粉的检测

1、原理：牛乳中掺洗衣粉后，十二烷基苯碘酸钠在紫外线下发荧光。

2、仪器：紫外线分析仪（365nm）。

3、操作方法：取 10mL 乳样于蒸发皿上，在暗室中置于波长 365nm 的紫外线分析仪下观察荧光，同时做空白对照试验。

4、结果判定：如牛乳中掺洗衣粉，则发出银白色荧光，正常牛乳无荧光，呈乳黄色，

此法检测的灵敏度为 0.1%。

## 八、病理异常乳（乳房炎乳）的检测

### （一）氯糖数的测定

#### 1、原理

健康牛乳的氯糖数不超过 4，患乳房炎时牛乳中氯化物增加，乳糖减少，氯糖数增高，氯糖数大于 4。这结果对病牛乳的检查在对牛乳发生疑问时，进行个别牛只的牛乳检查时有重要意义。

2、仪器药品：1 毫升、2 毫升、20 毫升、10 毫升吸管各数支，200 毫升容量瓶、250 毫升三角瓶、50 毫升滴定管、滴定台架、量筒、石蕊试纸、20%硫酸铝溶液、2N 氢氧化钠溶液、10%的铬酸钾溶液、0.02817N 硝酸银溶液（每 1000 毫升水溶解 4.788 克硝酸银，标定后备用）、大试管。

#### 3、操作方法

（1）测定按乳糖测定方法测出牛乳中的乳糖百分数。

（2）测定氯化物：准确吸取 20 毫升牛乳，移入 200 毫升容量瓶中，加入 10 毫升 20%硫酸铝溶液及 8 毫升 2N 氢氧化钠溶液，混合均匀，用水稀释至刻度，混匀后过滤。吸取 100 毫升滤液，注入 250 毫升三角瓶中，加入 1 毫升 10%铬酸钾溶液，以石蕊试纸试其 PH，调到中性。用 0.02817N 的硝酸银滴定到红色为终点（1 毫升 0.02817N 硝酸银相当于 1 毫克氯）。最后读数计算。

（3）计算

$$\text{氯 (\%)} = \frac{V \times 10}{1000 \times 1.035} \times 100 \quad (\text{式 1-5-3})$$

式中：V——滴定时用去硝酸银的毫升数

V×10——每 100 牛乳中含氯量（毫克）

1.035——正常牛乳的密度（克 / 毫升）

### （二）乳房炎乳的另一检验方法

1、试剂：称取 60 克碳酸钠（Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·10H<sub>2</sub>O），溶于 100 毫升水中，另称取 40 克无水氯化钙溶于 300 毫升水中，二者溶液需加温和过滤，然后互相混合在一起，加入等量的 15%氢氧化钠溶液，搅拌均匀后过滤，加入少量溴甲酚紫，有助于观察结果。

2、操作方法：吸取乳样 3 毫升，置于白色平皿中，加入 0.5 毫升上述试剂，混匀，约 10 秒钟后观察结果。

#### 3、结果判断

表 1-5-3 乳房炎乳检验结果判定

无沉淀及絮片	(-) 阴性
稍有沉淀发生	(±) 可疑
肯定有沉淀	(+) 阳性
发生粘稠性团块并继之分为薄片	(++) 强阳性
有持续性粘稠性团块（凝块）	(+++) 强阳性

## 九、乳中过氧化物酶试验

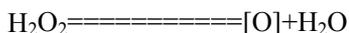
### (一) 原理

测定牛乳中过氧化物酶的存在与否，目的是判断牛乳的加热程度。牛乳中含有的过氧化物酶在 80℃ 以上的温度下即使短时间的加热，亦不可能保存，因此牛乳中过氧化物酶的存在与否即能说明牛乳是否已经加热到此温度以上，故亦称为牛乳的过热试验。

把过氧化氢与一种在氧化时能变色的物质加入牛乳中，即能确定牛乳中是否有过氧化物酶，因过氧化物酶能使过氧化氢中的氧释放出，氧即进行氧化作用，这样便可按照颜色的改变来确定此酶的存在与否。

例如淀粉碘化钾法，其反应如下：

过氧化物酶



I<sub>2</sub> 与淀粉产生蓝色反应。

加热到 80℃ 以上的消毒牛乳不呈过氧化物酶的反应。

### (二) 仪器与试剂

试管、5 毫升吸管、3% 淀粉碘化钾溶液、2% 过氧化氢溶液。

### (三) 操作方法

1、淀粉碘化钾溶液：称取 3 克淀粉，取 100 毫升蒸馏水，先用少量将淀粉混合均匀，其余煮沸后逐渐加入并不断搅拌，然后将 3 克碘化钾溶于此淀粉液中。

2、取鲜乳 2 毫升于试管中，加 3% 淀粉碘化钾溶液 5 滴和 2% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 2 滴，摇匀然后观察乳样在 1 分钟内有无颜色变化。

3、判定标准

(1) 无蓝色变化：乳中无过氧化物酶，说明乳经过 63℃，30 分钟巴氏杀菌。

(2) 有蓝色变化：乳中有过氧化物酶，辩明乳未经巴氏杀菌或经杀菌后又混入了生乳。

附注：颜色反应如在 1 分钟后发生，这并不是过氧化物酶的作用，而 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 性质不稳定，能逐渐分解产生[O]。所以，检查时必须严格注意变化的时间。

## 十、乳中磷酸酶试验

### (一) 酚酞磷酸钠法

1、原理：酚酞磷酸钠在磷酸酶的作用下分解，产生酚酞和磷酸氢二钠。氨缓冲溶液为碱性，所产生的酚酞使溶液变红。根据颜色有无变红，可确定乳中是否有磷酸酶的存在。

2、仪器与试剂：试管、1mL 吸管、2mL 吸管、水浴箱、氨缓冲液、酚酞磷酸钠溶液。

3、操作方法：吸取 2mL 乳样于试管中，加 1mL 酚酞磷酸钠溶液，摇匀，放于 40~45℃ 的水浴箱内加热，每隔 10min 或 1h 观察一次内容物的颜色变化情况。

4、判定标准

无颜色变化：磷酸酶已破坏，乳经过 80℃ 以上的巴氏杀菌；

出现红色或鲜红色：磷酸酶未破坏，乳未经巴氏杀菌或杀菌后又混入生乳。

### (二) 苯基磷酸双钠法

1、原理：利用苯基磷酸双钠在碱性缓冲液中，在磷酸酶的作用下产生苯酚，苯酚在有  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  情况下再与 2, 6-二溴醌酰胺作用呈蓝色反应，蓝色深浅与酚量多少成正比，即与消毒的完全与否成反比。

2、仪器与试剂：试管、水浴箱、5mL 吸管、0.5mL 吸管、中性丁醇、Gibb 氏酚试剂、硼酸盐缓冲液、缓冲基质。

### 3、操作方法

(1) 试管中加入 5mL 缓冲基质，稍振摇后置于  $36\sim 44^\circ\text{C}$  水浴中保温 10min。

(2) 在试管内容物中再加入 1mL  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液，再加 Gibb 酚试剂 6 滴，立即摇匀，静置 5min，观察颜色变化（为增加反应的敏感性，可加 2mL 中性丁醇，反应完全颠倒试管，每次颠倒后稍停，使气泡破裂，丁醇放出，再观察结果）。

(3) 本测定应同时用经过杀菌的乳做空白对照。

#### (4) 判定标准

无颜色变化：磷酸酶已破坏，乳经过  $80^\circ\text{C}$  以上的巴氏杀菌。

出现红色或鲜红色：磷酸酶未破坏，乳未经巴氏杀菌或杀菌后又混入生乳。

# 实验六 酸奶加工

## 目的要求

了解和掌握酸牛乳加工的方法和操作要点。

## 实验项目

### 一、原理

牛乳是良好的发酵物质，包含有对营养要求苛刻的微生物发育所需的物质，通过乳酸菌的发酵，使乳糖转变成乳酸，乳的 PH 值就降低，而产生凝固和形成酸味，另产生抗菌素，防止杂菌和丁酸菌的污染。

### 二、酸乳发酵剂的制备

#### (一) 仪器材料

2-5 毫升灭菌吸管、铂耳、50-100 毫升灭菌量筒、酒精灯、脱脂乳培养基、恒温箱。

#### (二) 操作过程

##### 1、菌种的选择与活化

发酵剂菌种一般由专门实验间保存，使用者应根据生产酸乳制品种类进行选择并活化。乳酸菌的纯培养物主要接种在脱脂乳、乳清、肉汤等培养基中，使其繁殖，然后用升华法制成冷冻干燥粉末或浓缩冷冻干燥来保存菌种，以供生产单位使用。

生产单位活化菌种时须在无菌操作下进行，菌种为液体状时，用灭菌吸管取 1-2 毫升接种于装灭菌脱脂乳的试管中，菌种为粉状的，用铂耳取少量接种混合，然后根据所选菌种的特性（参考教科书）调整恒温箱培养温度与时间，活化可进行 1 至数次，依菌种活力而定。

2、调制母发酵剂：用脱脂乳量 1% 的充分活化的菌种，接种于盛有灭菌脱脂乳的三角烧瓶中，充分混匀后，置于恒温箱中培养，供制生产发酵剂用。

3、调制生产发酵剂：用脱脂乳量的 1~2% 母发酵剂接种于盛有灭菌脱脂乳的三角烧瓶中，充分混匀后置于恒温箱中培养。供生产乳酸制品时使用。

4、发酵剂质量检查：合格的发酵剂凝块硬度适宜，均匀而细滑，有弹性，无龟裂，气泡及乳清分离。酸味、风味及活力等符合菌种特性要求。达到质量要求的生产发酵剂方可用于生产酸乳制品。

调制好的发酵剂不立即使用时应置于冰箱中保存。

### 三、酸牛乳的制作

#### (一) 仪器材料

牛乳的消毒锅、灭菌量筒、灭菌勺、温度计、玻棒、发酵剂、原料乳、恒温箱、冰箱、灭菌牛乳瓶若干。

(二) 配料：鲜奶 10kg、蔗糖 1kg、发酵剂 500g

#### (三) 工艺流程

原料乳（全乳或脱脂乳）→均质→杀菌→冷却→加发酵剂→装瓶→发酵→冷藏→成品

#### （四）制作方法

- 1、将原料乳滤入锅中，加蔗糖，加热杀菌，90~95℃，均消毒5~30分钟。
- 2、取出冷水冷却至45℃。
- 3、先用洁净灭菌勺，将发酵剂表层2-3厘米去掉，再用灭菌玻棒搅成稀奶油状。
- 4、用洁净灭菌量筒取乳量2-3%的生产发酵剂，先用等量灭菌乳混匀后倒入冷却乳中，充分混匀。
- 5、装瓶，压上消毒盖。
- 6、置于40℃-45℃恒温箱中培养发酵3-4小时，发酵酸度达0.65-0.80%。即自行开始凝固时，于0-5℃冰箱中贮存。

#### （五）注意事项

- 1、加发酵剂后应尽快分装完毕。
- 2、做到无菌操作、防止二次污染。
- 3、轻手轻放，防止震动，以免影响酸乳凝结的组织状态。
- 4、发酵温度要恒稳，避免忽高忽低。
- 5、观察酸乳凝结情况，掌握好发酵时间，防止酸度不够、过高以及乳清析出。
- 6、蔗糖添加剂量一般为6-8%，最多不能超过10%。具体办法是在少量的原料奶中加入糖加热溶解，过滤后倒入原料奶中混匀即可。

# 实验七 冰淇淋加工

## 目的要求

了解冰淇淋制作所用的仪器，掌握实验室制作冰淇淋的方法。

## 实验项目

### 一、冰淇淋的组成

冰淇淋以脂肪为主体，还有非脂乳固体、糖和水，以及各种添加剂——乳化剂、稳定剂、香料和色素等物质，经混合、杀菌、均质、成熟、凝冻、成型、硬化等加工过程制成的松软可口的冷冻食品。

冰淇淋的营养价值很高，脂肪含量在 6%-12%（有的品种可达 16% 以上），蛋白质含量为 3%-4%，蔗糖含量为 14%-18%（水果冰淇淋的含糖量高达 27%），且含有维生素 A、B、D 等，其发热值可达 8 焦耳 / 克。因此，冰淇淋是一类营养丰富的消暑冷饮食品。

### 二、冰淇淋原料的选用

冰淇淋的成分可通过下列各种原料进行调配，并且掌握好各种原料的成分和性能，按照产品的质量要求，计算好原料的数量和比例，进行合理地使用。

#### （一）冰淇淋的成分来源

- 1、脂肪可由稀奶油、奶油、人造奶油、精炼植物油等调制。
- 2、非脂固体可由原料乳、脱脂乳、炼乳、乳粉等调制。
- 3、糖可使用蔗糖、果葡糖浆、葡萄糖等。
- 4、乳化剂和稳定剂可使用鸡蛋、蛋黄粉、明胶、琼脂、海藻酸钠、羧甲基纤维素等。
- 5、香料有香兰素、可可粉、果仁、各种水果香料。

#### （二）各种原料成分在乳中的性能

1、乳和乳制品：乳和乳制品是制造冰淇淋的主要原料，它向冰淇淋提供了脂肪和非脂固形物，赋予冰淇淋良好的风味、柔软细致的口感和丰富的营养价值。冰淇淋中的脂肪数量和质量与成品的品质有很大的关系。如果脂肪含量少，冰淇淋的口感不肥。冰淇淋混合料中的乳脂肪要进行均质处理，这样可以提高乳化效果，增加料液的粘度，也有利于凝冻搅拌时增加膨胀率。因此，冰淇淋用的脂肪最好用新鲜的、不加盐的稀奶油或奶油，其酸度不超过 17 度（° T），脂肪含量在 30% 以上。此外，也可以应用部分氢化油。

冰淇淋中的非脂乳固体可以用原料乳和炼乳进行调配。炼乳具有特殊的香味，可增进制品的风味，一般常与原料乳混和使用。乳粉也可以用于非脂乳固体的调配，但是如果全部用乳粉，则会影响冰淇淋制品的组织状态和膨胀率。一定要控制质量差的，如酸度过高的乳粉的使用，否则混合配料在加热杀菌过程中会产生凝聚，冰淇淋制品会产生酸味。另外，非脂乳固体也不可过高或太低，一般含量在 8%~10% 为宜。含量过高时，会影响乳脂肪的风味而产生轻微的咸味，长时间贮藏后会出现砂砾状的组织结构的缺陷；含量过少时，产品的组织松懈，易收缩，形态缺乏稳定性。所以，要合理地控制混合配料中非脂乳

固体的含量。

2、甜味剂：冰淇淋制品中的甜味剂不仅给制品以甜味，而且使冰淇淋制品的组织细腻，降低凝冻时的冰点。甜味剂可以用蔗糖、淀粉糖浆、葡萄糖等。蔗糖的用量一般为 12%~16%，若低于 12%则制品的甜味不足；糖的含量过高，凝冻时膨胀率低，且产品缺乏清凉感。

3、蛋与蛋制品：蛋与蛋制品中由于含有具有乳化和稳定剂作用的卵磷脂，因此冰淇淋中使用蛋或蛋黄粉制品能改善其组织状态和风味，使冰淇淋组织有细腻的组织构造和稳定的形态，并且能提高产品的营养价值。适量的蛋品用量（蛋为 4%，蛋黄粉 0.5%~2.5%）可使冰淇淋有牛奶蛋糕的香味，若过量则会有蛋腥味。

4、稳定剂：也称改良剂，使用稳定剂的目的在于利用稳定剂所具有的强吸水性，提高冰淇淋的黏度和膨胀率，防止冰晶的形成，减少粗糙感，使冰淇淋组织细腻、滑润、不易融化，同时提高冰淇淋的保形能力和硬度。常用的稳定剂有两种类型，一种是果胶、明胶、酪蛋白酸钠的蛋白质类；另一种是海藻酸钠、琼脂、羧甲基纤维素等碳水化合物类。在这些稳定剂中，明胶是较好的稳定剂，它在温水中膨胀时吸收的水分是本身的 14 倍，但是在 70℃ 以上的热水中则失去膨胀的能力。而琼脂的凝胶能力和吸水性较强，所吸收的水分是自身的 17 倍。但在酸性溶液中凝胶形成能力会降低。因此，在混合配料时要注意稳定剂的使用量和使用条件。稳定剂的用量为 0.2%~0.4%。

5、香料和色素：香料和色素的种类很多，有天然浸出物和化学合成制品。香料使用较多的是香兰素、草莓、巧克力、咖啡、各种果汁等。添加色素可使冰淇淋的外观鲜艳，增进食欲。但是色素的使用必须和冰淇淋的名称、香味相吻合。如柠檬冰淇淋应加柠檬黄色。

### 三、冰淇淋的配方

冰淇淋是以牛奶或乳制品、蔗糖为主要原料，并加入蛋或蛋制品、乳化剂、稳定剂、香料等原料。冰淇淋的品种繁多，按组成分类有：高级奶油冰淇淋，脂肪含量在 14%~16%，总干物质含量在 38%~42%；奶油冰淇淋，脂肪在 10%~12%，总干物质在 34%~38%；牛奶冰淇淋，脂肪在 5%~8%，总干物质在 32%~34%。以上每一种冰淇淋中又可分为奶油的、香草的、各种水果的、鸡蛋的以及夹心的等。按所用原料和辅料，又可分为香料、水果、果仁、浓羹、布丁、酸味以及外涂巧克力冰淇淋等。此外，也可按形状分类，如蛋卷、砖状冰淇淋等。

**（一）奶味冰淇淋一：**全脂奶粉 20 公斤、白砂糖 12 公斤、蛋黄 1.8 公斤、水 65 公斤、淀粉（生粉）1.4 公斤，共计 100 公斤。

**（二）奶味冰淇淋二：**全脂奶粉 10-12 公斤、奶油 1 公斤、白砂糖 8-12 公斤、香兰素、色素微量、鸡蛋 2 公斤、水 78 公斤、明胶 0.5 公斤、淀粉 1 公斤，共计 100 公斤。

**（三）奶味冰淇淋三：**鲜牛奶 27 公斤、鸡蛋 3 公斤、全脂奶粉 3 公斤、水 10 公斤、白砂糖 7 公斤、香兰素微量、生粉或明胶 0.2-0.3 公斤，共计 50 公斤。

**（四）巧克力冰淇淋一：**可可粉 0.8 公斤、鸡蛋 0.6 公斤、白砂糖 4 公斤、香兰素微量、奶油 2.4 公斤、水 12 公斤、生粉或明胶 0.8 公斤，共计约 20 公斤。

**（五）巧克力冰淇淋二：**可可粉 2.5 公斤、鸡蛋 5 公斤、鲜牛奶 80 公斤（或水 72 公斤加奶粉 8 公斤）。

(六) **芳草冰淇淋**: 全脂奶粉 10 公斤、淀粉 0.1-1 公斤、白砂糖 10 公斤、香兰素、色素微量、明胶 0.1-0.2 公斤、水 79 公斤, 共计 100 公斤。

#### 四、设备仪器

冰淇淋机搅拌器、冰淇淋冷凝器、冰淇淋杯、冰箱、燃气灶、温度计、锅、木铲、塑料盆、滤布、台秤等。

#### 五、工艺流程

冰淇淋的制造过程可分为前、后两个工序, 在前一部分主要是配料、均质、杀菌、冷却与老化成熟。后一部分主要是冰冻凝结、成型和硬化。其加工工艺流程如下: 原料混合→过滤→杀菌→均质→冷却→添加香料→老化成熟→凝冻→充填成型→硬化→包装→冷藏

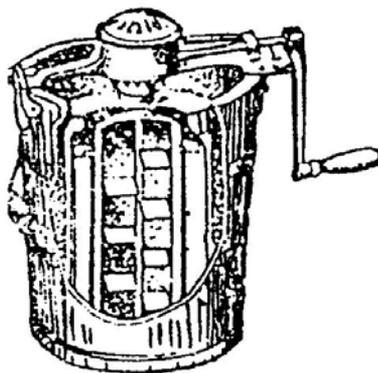


图 1-7-1 手摇冰淇淋器

#### 六、操作方法

##### (一) 混合基料的调制

将各种原料按配方计算后, 根据加工工艺要求按顺序将其混合。首先将粘度低的原料加入具有杀菌、搅拌、冷却功能的配料缸里, 如牛乳、脱脂乳、炼乳等。再将砂糖、乳粉、乳化剂等固体原料在另一容器里加水搅拌, 使其完全溶解, 过滤后倒入混料缸里与牛奶等混合。此时的配料温度为 50℃左右。另外, 砂糖等也可以制成 65%~70% 的糖浆备用。奶油或氢化油可先加热, 融化后使用。明胶等稳定剂应先用水制成 10% 的溶液再加入到 50℃左右的混合料液中。

待各种配料加好后, 充分搅拌均匀。混合料的酸度应在 0.18%~0.2%, 不得超过 0.25%, 否则杀菌时会出现凝固。酸度过高时可用小苏打或碱中和, 但中和过度会有涩味。香料在混合料杀菌、均质、冷却后或凝冻前加入为宜。

##### (二) 杀菌

混合料的杀菌可采用 75~78℃、15 分钟的杀菌条件。在不影响冰淇淋质量的条件下, 也可用 75~76℃、20~30 分钟的杀菌条件。杀菌要达到杀死病原菌、细菌、霉菌和酵母等作用, 以保证混合料中的杂菌每毫升低于 50 个。

##### (三) 均质

为了使冰淇淋制品组织细腻、润滑, 形体稳定且持久, 提高膨胀率, 减少冰结晶等, 将混合料液进行均质是十分必要的。均质时温度不可过低或过高。低温使料液的黏度增大, 均质的效果不良, 凝冻时需延长搅拌时间。如果在料温超过 80℃的条件下均质, 会促进脂肪聚集, 并且还会使膨胀率降低。均质压力也有一定的范围, 压力过低达不到均质效果; 过高会增大料液的劲度, 凝冻搅拌时空气不易混入。一般均质在杀菌后料温 63~65℃的条件下, 以 150~180 千克/立方厘米压力进行。

##### (四) 老化成熟

成熟的目的是使蛋白质、脂肪凝结物、稳定剂等物料充分地和水溶胀, 提高黏度, 使

混合料的起泡性良好，有利于提高凝冻搅拌时膨胀率和缩短凝冻时间。成熟需要将物料放在 0~5℃ 的条件下保存 8~24 小时。成熟时容器要加盖防尘，防止细菌和异味的进入。近年来，由于乳化剂、稳定剂性能的提高，成熟时间已大为缩短，一般仅用 3~5 小时即可完成成熟。

### （五）凝冻

凝冻是将成熟后的混合基料通过冰淇淋机搅拌器和冷凝器的强烈搅拌，混入空气和凝冻，使产品凝固成半固体状态，并获得组织细腻滑润、形体良好、膨胀率高的冰淇淋产品。因此，凝冻是冰淇淋生产的重要工序。生产中要注意两个环节

1、空气的混入量：凝冻过程中一边压入一定的空气，一边强烈搅拌，使空气以及微小的气泡状态均匀地分布于全部混料中，不仅增加了冰淇淋的容积，而且可改善制品的组织状态。没有混入空气的冰淇淋，其制品坚硬而没有味道。空气混入过多，虽然会增大冰淇淋的容积，但制品的口感和组织状态会变得不好。像这种将混合基料凝冻、搅拌、混入空气而使冰淇淋的体积增加的现象称为增容。冰淇淋增容膨胀的大小用膨胀率来表示：

$$\text{膨胀率}(\%) = (\text{冰淇淋的容积} - \text{混合料的容积}) / \text{混合料的容积} \times 100 \quad (\text{式 1-7-1})$$

奶油冰淇淋的适益膨胀率为 90%~100%，果味冰淇淋为 60%~70%，一般膨胀率以混合原料干物质的 2-2.5 倍为宜。膨胀率也受原料的含量影响。脂肪在 10% 以下时，制品随脂肪含量的增加而膨胀率增大。无脂固体物在 8%~10% 时冰淇淋的膨胀率较好。砂糖含量在 13%~14% 时较合适。明胶等稳定剂过多会使黏度增大而降低膨胀率。

2、凝冻温度：冰淇淋的组织状态和所含冰结晶的大小有关，只有迅速冻结，冰结晶才会变得细小。连续式冰淇淋机可使混合料中的水分形成 5~10 微米的结晶，使产品质地滑润，无颗粒感。这要求冰淇淋机的出口温度应以 -6~-3℃ 为宜。细小冰结晶的形成还和搅拌强度、混合基料本身的温度与黏度有关。成熟后送入冰淇淋机的混合料温度应在 2~3℃ 较好。

如果在凝冻过程中出现凝冻时间过短的现象，这主要是由冰淇淋机的冷冻温度或混合基料的温度过低所致。这会造成冰淇淋中混入的空气量过少，气泡不均匀，产品组织坚硬、厚重，保形不好。反之，如果凝冻时间过长是由于冰淇淋机的冰冻温度和混合料的温度过高，以及非脂固体物含量过高引起的。其结果致使混入的气泡消失，乳脂肪凝结成小颗粒，产品的组织不良，口感差。

### （六）硬化

凝冻后的冰淇淋经充填、包装后，必须进行一定时间的低温冷冻过程，以固定冰淇淋的组织状态，并使制品中的水分形成极细小冰结晶，保持产品具有一定的松软和硬度，这一过程称为冰淇淋的硬化。离开冰淇淋机的冰淇淋应迅速硬化，否则任何升温都会使小冰晶颗粒融化并结块，硬化后就会形成较大的冰晶颗粒，同时微小气室被破坏而引起收缩，成品组织粗糙，品质降低。硬化时间受容器的大小、膨胀率的高低、凝冻温度高低等影响。通常要求硬化的温度为 -25~-18℃，时间需 12~24 小时。软质冰淇淋所需时间较短。

# 实验八 奶油加工

## 目的要求

了解奶油的分离原理，熟悉奶油分离机的使用。掌握奶油制作的工艺流程。

## 实验项目

### 一、普通奶油的加工

(一) **仪器设备**：手摇牛奶分离机、水平尺、手摇奶油搅拌器、温度计、奶油压炼器、小奶桶、奶油包装用具、水浴锅、纱布。

#### (二) 工艺流程

牛乳的分离→原料稀奶油→中和→杀菌→冷却→物理成熟→搅拌→排酪乳→奶油粒洗涤→加盐、色素→压炼→包装→成品贮藏

#### (三) 工艺要点

1、原料乳、稀奶油的验收及质量要求：制造奶油用的原料乳必须是从健康牛挤下来，而且在滋味、气味，组织状态、脂肪含量及密度等各方面都正常的乳。含抗生素或消毒剂的稀奶油不能用于生产酸性奶油。

#### 2、原料乳的初步处理

生产奶油的原料乳要经过过滤、净乳，其过程同前所述，而后冷藏并标准化。

(1) **冷藏**：原料到达乳品厂后，如不能立即用于生产，则应立即冷却到 2~5℃并在此温度下储存。

(2) **乳脂分离及标准化**：生产奶油时必须将牛乳中的稀奶油分离出来，工业化生产采用离心法分离。

稀奶油的含脂率直接影响奶油的质量及产量。含脂率低时，可以获得香气较浓的奶油，因为这种稀奶油较适于乳酸菌的发育；当稀奶油过浓时，则容易堵塞分离机，乳脂肪的损失量较多。为了在加工时减少乳脂的损失和保证产品的质量，在加工前必须将稀奶油进行标准化。用间歇法生产新鲜奶油及酸性奶油时，稀奶油的含脂率以 30%~35%为宜；以连续法生产时，规定稀奶油的含脂率为 40%~45%。夏季由于容易酸败，所以用比较浓的稀奶油进行加工。

另外，稀奶油的碘值是成品质量的决定性因素。高碘值的乳脂肪生产的奶油过软。因而可根据碘值，调整成熟处理的过程，使硬脂肪（碘值低于 28）和软脂肪（碘值高达 42）都可以制成硬度合格的奶油。

#### 3、稀奶油的中和

稀奶油的中和直接影响奶油的保存性和成品质量。制造甜性奶油时 pH 值（奶油中水相的 pH 值）应保持在中性附近（6.4~6.8）。

(1) **中和目的**：主要目的是防止高酸度稀奶油在杀菌时造成脂肪损失油的香味，防止奶油在储藏期间发生水解和氧化。

(2) **中和程度**：酸度在 0.5%（55° T）以下的稀奶油可中和至 0.15%（16° T）。酸

度在 0.5% 以上的稀奶油可中和至 0.15%~0.25%，以防止产生特殊气味和稀奶油变稠。

(3) 中和方法：一般使用的中和剂为石灰或碳酸钠。石灰价格低廉，并可提高奶油营养价值。但石灰难溶于水，必须调成 20% 的乳剂徐徐加入，均匀搅拌，不然很难达到中和目的。碳酸钠易溶于水，中和速度快，不易使酪蛋白凝固，可直接加入，但中和时很快产生二氧化碳，如果容器过小，稀奶油易溢出。

#### 4、真空脱气

首先将稀奶油加热到 78℃，然后输送至真空机，真空室内稀奶油的沸腾温度 62℃ 左右。通过真空处理可将挥发性异味物质除掉，也会使其他挥发性成分逸出。

#### 5、稀奶油的杀菌

杀菌可以消灭能使奶油变质及危害人体健康的微生物；破坏各种酶以增加奶油的保存性；可以除去稀奶油中特异的挥发性物质，故杀菌可以改善奶油的香味。杀菌一般采用 85~90℃ 的高温巴氏杀菌，但热处理不应过分强烈，以免引起蒸煮味。经杀菌后冷却至发酵温度或成熟温度。

#### 6、细菌发酵

如果制造甜性奶油，经杀菌冷却后的稀奶油，便可送稀奶油成熟罐中，进行物理成熟。如果制造酸性奶油，则须添加产酸细菌于杀菌、冷却后的稀奶油中，以便在稀奶油发酵成熟罐中进行一般生物化学成熟。亦即在保持恒温状态下，使添加的发酵剂在稀奶油中繁殖经过一定时间的发酵，奶油将产生强烈的香味和酸度，此后即可进行物理成熟。制造酸性奶油，关键是制备有活力的发酵剂。也就是，细菌生长必须迅速，以得到过量细菌（每毫升成熟发酵剂约有 10 亿个细菌）。发酵剂菌种为丁二酮链球菌、乳脂链球菌、乳酸链球菌和柠檬明串珠菌。一般情况下，接种量为 1%，生长温度为 20 度，培养 7 小时后酸度达 0.270%（30° T），10 小时后产酸达 0.405-0.450%（45-50°）。当稀奶油的非脂部分的酸度达到 90° T 时发酵结束。

在稀奶油中添加工作发酵剂的数量，应随稀奶油中脂肪的软硬（以碘值测定为准）而变化，含硬脂肪高则用 1%，含软脂肪高的则可用 7%。发酵与物理成熟同时在成熟罐内完成。

#### 7、稀奶油的热处理及物理成熟

(1) 稀奶油的物理成熟：稀奶油经加热杀菌融化后，要冷却至奶油脂肪的凝固点，以使部分脂肪变为固体结晶状态，这一过程称之为稀奶油物理成熟。成熟通常需要 12—15h。

脂肪变硬的程度决定于物理成熟的温度和时间，随着成熟温度的降低和保持时间的延长，大量脂肪变成结晶状态（固化），成熟温度应与脂肪最大可能变成固体状态的程度相适应。3℃ 时脂肪最大可能的硬化程度为 60%~70%，而 6℃ 时为 45%~55%。在某种温度下脂肪组织的硬化程度达到最大可能时的状态称为平衡状态。通过观察证实，在低温下成熟时发生的平衡状态要早于高温下的。例如：在 3℃ 时经过 3~4h 即可达到平衡状态，6℃ 时要经过 6~8h，而在 8℃ 时要经过 8~12h。在 13~16℃ 时，即使保持很长时间也不会使脂肪发生明显变硬现象，这个温度称为临界温度。

(2) 稀奶油物理成熟的热处理程序：奶油的硬度是一个复杂的概念，包括硬度、粘度、弹性和涂抹性等性能。乳脂中不同熔点脂肪酸的相对含量决定奶油硬度。软脂肪将生产出软而滑腻的奶油，而用硬乳脂生产的奶油，则硬而浓稠。但是如果采用适当热处理程

序，使之与脂肪的碘值相适应，那么奶油的硬度可达到理想状态。这是因为热处理调整了脂肪结晶的大小、固体和连续相脂肪的相对数量。

对于硬脂肪多的稀奶油，为得到理想的硬度所采用的热处理程序是：迅速冷却到约 8℃，并在此温度下保持约 2h；用 27~29℃的水徐徐加热到 20~21℃，并在此温度下至少保持 2h；再冷却到约 16℃。

对于中等硬度脂肪的稀奶油，随着碘值的增加，热处理温度相应地降低。高碘值达 39 的稀奶油，加热温度可降至 15℃。在较低的温度下，酸化时间延长。

对于软脂肪含量高的稀奶油，当碘值大于 39~40 时，在巴氏杀菌后稀奶油冷却到 20℃，并在此温度下酸化约 5h。当酸度约为 33° T 时冷却到约 8℃；如果碘值为 41 或者更高，则冷却到 6℃。一般认为，酸化温度低于 20℃，就形成软奶油。

#### 8、添加色素

为了使奶油颜色全年一致，当颜色太淡时，需添加色素。常用的一种色素叫安那妥（annatto），它是天然的植物色素。3%的安那妥溶液（溶于食用植物油中）叫做奶油黄。通常用量为稀奶油的 0.01%~0.05%。可以对照“标准奶油色”的标本，调整色素的加入量，添加色素通常在搅拌前直接加到搅拌器中的稀奶油中。

#### 9、稀奶油的搅拌

将成熟后的稀奶油置于搅拌器中，利用机械的冲击力，使脂肪球膜破坏而形成奶油颗粒，这一过程称为搅拌。搅拌时分离出的液体称为酪乳；稀奶油在送入搅拌器之前，将温度调整到适宜的搅拌温度。稀奶油装入量一般为搅拌容器的 40%~50%，以留出起泡空间。

（1）奶油粒的形成：稀奶油经过剧烈搅拌，形成了蛋白质泡沫层。在表面张力作用和脂肪球与气泡的相互作用下，脂肪球膜不断破裂，液体脂肪不断由脂肪球内压出。随着泡沫的不断破灭，脂肪逐渐凝结成奶油晶粒。随着搅拌的继续进行，奶油晶粒变得越来越大，并聚合成奶油粒。

影响奶油质量和搅拌时间长短的因素包括搅拌机旋转的速度、稀奶油的温度、稀奶油的酸度、稀奶油的含脂率、脂肪球的大小以及物理成熟的程度等。

（2）搅拌回收率：搅拌回收率是测定稀奶油中有多少脂肪已转化成奶油的标志，以酪乳中的脂肪占稀奶油中总脂肪的百分数来表示。

#### 10、稀奶油的洗涤

稀奶油经搅拌形成奶油粒后，排出酪乳，用经过杀菌冷却后的水注入搅拌器中进行洗涤。通过洗涤可以除去残留的酪乳，提高奶油的保藏性，同时调整奶油的酸洗涤的加水量，通常为稀奶油量的 50%左右，水温一般随稀奶油的软硬程度而定。

#### 11、奶油的加盐

加盐的目的是为了增加风味，抑制微生物的繁殖，提高奶油的保藏性。但酸性奶油一般不加盐。加盐量通常为 2.5%~3.0%。待奶油搅拌机中洗涤水排出后，将烘烤（120~130℃，3~5min）并过筛（30 目）的盐均匀撒于奶油表面，静置 10~15min，旋转奶油搅拌机 3~5 圈，再静置 10~20min 后即可进行压炼。

#### 12、奶油的压炼

由稀奶油搅拌产生的奶油粒，通过压制而凝结成特定结构的团块，该过程称为奶油的压炼。压炼的目的是使奶油粒变为组织致密的奶油层，使水滴分布均匀，使食盐完全溶解，并均匀分布于奶油中，同时调节奶油中的水分含量。奶油压炼有批量奶油压炼机和连续压

炼机 2 种方法。一般都采用连续压炼机压炼的方法。

压炼结束后，奶油含水量要在 16% 以下，水滴呈极微小的分散状态，奶油切面上不允许有水滴。普通压炼会使奶油中有大量空气，使奶油质量变差。通常奶油中含有 5%~7% 的空气。最近，采用真空压炼使空气含量下降到 1%，显著改善了奶油的组织状态。

### 13、奶油的包装

压炼后的奶油，送到包装车间进行包装。奶油通常有 5kg 以上大包装和 10g~5kg 的小包装。外包装材料最好选用防油、不透光，不透气、不透水的包装材料，如复合铝箔、马口铁罐等。

### 14、奶油的储藏

奶油包装后，应送入冷库中储藏。4~6℃ 的冷库中储藏期一般不超过 7 天；0℃ 冷库中，储藏期 2~3 周；当储藏期超过 6 个月时，应放入 -15℃ 的冷库中，当储藏期超过 1 年时，应放入 -25~-20℃ 的冷库中。为了提高奶油的抗氧化和防霉能力，可以在奶油压炼时添加或在包装材料上喷涂抗氧化剂或防霉剂。

## 二、黄油的加工

黄油即无水奶油，保存期长，如果采用半透明不透气包装，即使在热带气候下黄油也能在室温下储藏数月。在冷藏条件下，其储存期长达 1 年。该产品适用于牛奶的重制和还原，同时还广泛地用于冰淇淋和巧克力工业中。在婴儿食品和方便食品的生产中。黄油也得到日益广泛的使用。

### （一）用稀奶油加工黄油

以稀奶油为原料生产黄油的工艺是以乳化破裂原理为基础的。其原理是将稀奶油浓缩，然后把脂肪球膜进行机械破裂，从而把脂肪游离出来，形成含有分散水滴的连续脂肪相，然后将分散的水滴从脂肪相中分离出去，即得到黄油。

#### 1、工艺流程

稀奶油→巴氏杀菌→浓缩→离心分离→真空干燥→包装

#### 2、工艺要点

- （1）稀奶油要求含脂率 35%~40%。
- （2）稀奶油在热交换器中进行巴氏杀菌，钝化脂肪酶，然后再冷却到 55-58℃。
- （3）冷却后的稀奶油在专用的固体排除型离心机中浓缩到含脂率 70%-75%。
- （4）经浓缩的稀奶油流到离心分离机，经机械作用，脂肪被分离提纯，含脂率高达 99.5%，水分的含量 0.4%-0.5%。
- （5）脂肪被预热到 90-95℃，再送到真空干燥机，出口处的脂肪水分含量低于 0.1%。脱水乳脂肪冷却到 35-40℃，然后准备包装。

### （二）用奶油加工黄油

虽然用稀奶油直接生产黄油更为经济，而且还去掉了搅拌过程，但是采用奶油作为原料可使多余的奶油转化成一种既不太贵，又便于储存和销售的产品。

#### 1、工艺流程

奶油→熔融→加热→保温→浓缩→干燥

#### 2、工艺要点

- （1）加盐奶油需经洗涤或稀释以避免对设备的腐蚀。游离脂肪酸含量高的奶油在熔

化后需经碱液中和。

(2) 把奶油从冷藏处取出送至熔融设备，将其连续熔化，熔融的奶油通过离心力被甩到转台的周围，将其收集起来。

(3) 通过排液泵送到加热系统进行加热。

(4) 加热后的奶油再送到保温罐，在罐里保持一定的时间。保温时间的长短取决于奶油的种类和质量。

(5) 熔融的奶油从保温罐被送至分离机，脂肪被浓缩到 99% 以上的纯度。

(6) 浓缩脂肪干燥后包装。

## 实验九 干酪加工

### 目的要求

了解和熟悉干酪生产的基本设备和工艺流程。

### 实验项目

#### 一、Gouda 干酪的加工

##### (一) 原料

表 1-9-1 Gouda 干酪配料表

牛奶	7.5L
干酪发酵剂	75mL
CaCl <sub>2</sub> (33%)	2.25mL
凝乳酶 (1/10000)	65 滴
盐水	18-19%

(二) **仪器设备:** 干酪刀、干酪容器 (可将锅放入水浴锅内代替)、干酪模具 (1kg 干酪用)、温度计、不锈钢直尺、勺子、不锈钢滤网。

干酪制作过程中所用每个工具必须先用热碱水清洗, 再用 200mg/kg 的次氯酸钠溶液浸泡, 使用前用清水冲净。

##### (三) 加工方法

1、热处理: 原料乳在 65℃ 条件下消毒 30min (或 72℃、15s), 迅速冷至最佳发酵温度 30℃。

2、干酪容器的装填: 在 30℃ 水浴条件下将乳倾注在干酪容器中, 并使干酪容器始终处于 30℃ 水浴条件下。

3、加入发酵剂: 加入活化好的发酵剂并搅拌。购买的粉末状干酪发酵剂必须经活化后才能使用, 干酪发酵剂是嗜中温发酵剂, 活化条件为温度 22℃、时间 18h, 活化后发酵剂的酸度应为 0.8% 左右。

4、加入 CaCl<sub>2</sub>: 加入发酵剂后再加入 2.25mL 的 CaCl<sub>2</sub> 溶液并搅拌。CaCl<sub>2</sub> 要事先配成 33% 溶液, 添加量为 100L 原料乳中添加 30mL。

5、加入凝乳酶: 加入发酵剂 30min 后, 加入 65 滴凝乳酶。在滴入过程中不断搅动, 加完 65 滴后停止搅动。

6、凝乳块搅拌和切割: 使乳在水浴中再静置 30min 后, 检验凝乳块是否形成。如果凝乳成功就可以开始切割, 否则可以再等一段时间, 直至凝乳块形成。开始顺着容器壁切下去, 然后再向凝乳块中间切下去, 接着向不同方向切, 切割时动作要轻, 切割过程在大约 10min 内完成, 直到 0.5-1cm<sup>3</sup> 小凝乳块形成。

7、乳清分离: 切割后开始小心搅动, 同时从干酪槽中去除乳清, 直到物料体积变为

最初的 1/2。

8、凝乳块洗涤：洗涤是为了降低乳酸浓度，并获得合适的搅拌温度。洗涤持续 20min，如果时间过长，那么就有过多乳糖和凝乳酶留在凝乳块中的危险。乳清分离后，在不断搅动情况下，加入 60-65℃ 经过煮沸的热水，直至凝乳块的温度为 33℃，使物料体积还原为原来的容量，然后再持续搅动 10min，10min 后盖干酪槽，将其放入 36℃ 水浴中持续 30min。

9、干酪压滤器装填：用手将凝乳块装入干酪模具，使凝乳块达到模具高度的 2 倍，然后合上模具。

10、压榨成型：通常一次装好一个 1kg 的模具，将模具放在干酪压榨机上，然后持续压榨 0.5h，然后将干酪从模具中取出，翻转，再放回模具中，继续压榨 3.5 小时。压榨时保证干酪上压强为  $1\text{kg}/\text{cm}^2$ 。

11、盐腌：压榨成型后，将干酪从压滤器中取出，放入 18-20%、13-14℃ 的盐水中浸泡 24h。

12、成熟：放在温度 12℃、湿度 85% 发酵间中的木制隔板上，持续成熟 4 周以上。发酵开始约 1 周内每日翻转干酪 1 次，并进行整理。1-2 周后用专用树脂涂抹，以防表面龟裂。

## 二、农家奶酪的加工

### （一）原料

表 1-9-2 农家干酪配料表

牛奶	7.5L
干酪发酵剂	75mL
凝乳酶 (1/10000)	6 滴

剁碎的蒜、大葱、洋葱或红辣椒；五香粉、孜然粉、麻辣粉等香料，也可以混入一些香菜籽或黑胡椒粉；盐等。

### （二）仪器设备

干酪刀、干酪容器（可将锅放入水浴锅内代替）、温度计、勺子、干酪布。干酪制作过程中所用每个工具必须先用热碱水清洗，再用 200mg/kg 的次氯酸钠溶液浸泡，使用前用清水冲净。

### （三）加工方法

1、热处理：原料乳在 65℃ 条件下消毒 30min（或 72℃、15s），迅速冷至发酵温度 22℃。

2、加入发酵剂、凝乳酶：将乳倾注在干酪容器中，加入活化好的发酵剂并搅拌。购买的粉末状干酪发酵剂必须经活化后才能使用，干酪发酵剂是嗜中温发酵剂，活化温度为 22℃，活化后发酵剂的酸度应为 0.8% 左右。同时加入 6 滴凝乳酶，边加入边搅拌均匀。

3、发酵：然后放入 22℃ 的发酵箱，发酵 18h。

4、凝乳块切割和搅拌：凝乳块形成后，就可以开始切割。开始顺着容器壁切下去，然后再向凝乳块中间切下去，接着向不同方向切，切割时动作要轻，切割过程在大约 10min 内完成，直到  $0.5\text{-}1\text{cm}^3$  小凝乳块形成。

5、乳清分离：切割后开始小心搅动，同时从干酪槽中去除乳清，直到物料体积变为最小。

6、排干乳清：将凝乳块装入干酪布中吊挂起来，直至乳清不再沥出。

7、调味：然后将干酪取出，按口味加入各种调味料，可夹入主食面包、烧饼食用。

### 三、软质羊奶奶酪的加工

#### (一) 原料

表 1-9-3 软质羊奶奶酪配料表

羊奶	7.5L
干酪发酵剂	75mL
凝乳酶 (1/10000)	6 滴

剁碎的蒜、大葱、洋葱或红辣椒；五香粉、孜然粉、麻辣粉等香料，也可以混入一些苜蓿籽、香菜籽或黑胡椒粉；盐等。

#### (二) 仪器设备

干酪刀、干酪容器（可将锅放入水浴锅内代替）、温度计、勺子、干酪模具（若没有，可在塑料杯上打上规则的洞，乳清能排出即可）。干酪制作过程中所用每个工具必须先用热碱水清洗干净，再用 200mg/kg 的次氯酸钠溶液浸泡，使用前用清水冲净。

#### (三) 加工方法

1、成熟与凝乳：将巴氏消毒后的全脂羊奶冷却至 22℃，加入 1%嗜中温乳酪发酵剂，搅拌均匀。在量杯中放入 5 汤匙凉开水，滴入 6 滴凝乳酶搅匀。在羊奶中加入稀释好的凝乳酶，搅拌均匀。盖上盖子将羊奶置于 22℃ 下 18 小时，直到形成凝乳块。

2、排除乳清：用干酪刀将凝乳块切割成 1cm<sup>3</sup> 见方小块，将凝乳块舀入羊奶奶酪模具中。模具满后放到便于排水的地方，让乳清沥出。

3、食用：2 天后由于乳清排出，奶酪下降至 2.5cm 高度并形成坚实的块状物。这时奶酪可以现吃，也可以装入塑料袋放入冰箱贮存两周后食用。

4、加入调味料的奶酪：将凝乳块装入模具时，装一层凝乳块，撒一层调味料，最后可得到一些有特殊风味的羊奶奶酪。

### 四、羊奶奶酪的加工——Feta

Feta 是一种起源于希腊，用绵羊奶或山羊奶制做的咸味较重的奶酪。它们常被切成小块用于装饰新鲜沙拉。

#### (一) 原料

表 1-9-4 羊奶奶酪配料表

羊奶	3.8L
发酵剂	57mL
凝乳酶	按活力程度添加盐

(二) 仪器设备：干酪容器、切割刀、干酪布等，消毒要求同前。

### （三）加工方法

1、静置：将羊奶低温巴氏消毒并冷却到 30℃条件下操作，添加 57mL 羊奶奶酪发酵剂，搅拌均匀，静置 1 小时。

2、凝乳：稀释凝乳酶并放入 1/4 杯凉开水中，稀释好后加入羊奶中搅匀，并盖上盖子静置 1 小时。

3、切割凝乳块：将凝乳块切割成  $1.25\text{cm}^3$  见方的块，静置 10min，然后徐徐搅拌 20min。

4、沥干：将凝块倒入铺有滤布的滤器中，将滤布四周绑起吊挂 4h 沥干水分。

5、腌制：取下布袋打开，取出奶酪切成  $2.5\text{cm}^3$  的块，按照口味将少许盐均匀撒在奶酪上。然后将奶酪放入带盖的碗中在 7℃冰箱中老化 4-5 天。如果要求风味浓郁的奶酪，奶酪可浸于盐水中，在 7℃冰箱中放 30 天，盐水是用 64g 盐加入 1.9L 水混匀而成的。

# 实验十 乳饮料加工

## 目的要求

了解几种乳饮料的加工方法。

## 实验项目

### 一、番茄、胡萝卜复合汁乳酸菌饮料的加工

传统的乳酸菌饮料都是以乳制品为原料经乳酸菌发酵而成。随着果蔬食品的开发，乳酸发酵已渗入果蔬加工中。因此，根据番茄、胡萝卜的营养特点，开发生产番茄、胡萝卜复合汁乳酸菌饮料很有意义。

(一) **原料**：番茄、胡萝卜、脱脂乳粉、磷酸钠、保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌混合菌种、糖、稳定剂、香精。

(二) **仪器设备**：打浆机、量筒、台秤、恒温发酵箱、均质机、真空脱气机、滤布、pH 试纸。

#### (三) 加工方法

1、果蔬汁制备：番茄用 0.1%磷酸钠溶液清洗干净，剖成四瓣，于多功能食品加工机中打浆、过滤，得 4.5%糖度的生番茄汁。胡萝卜同样洗净，于食品加工机中捣碎，然后以 0.5mm 的滤网过滤，得固形物含量为 5%的胡萝卜汁。

2、调配：按比例将胡萝卜汁与番茄汁混合，添加一定量的脱脂奶粉，调至 PH6.5。

3、杀菌、发酵：混合液于 95℃下保温 10 分钟，冷至 40℃左右加入保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌混合菌种（添加量为 1mL 培养液中含  $1 \times 10^6$  个菌数），发酵一定时间，使产酸率达最高。

4、发酵好的溶液配入已杀过菌的糖、稳定剂、香精中。

5、均质、脱气：调配后的饮料经高压均质，0.15MPa 真空度下脱气，以避免成品氧化。随后，可进行充填包装。

#### (四) 产品特点

色浅粉红色，呈均匀浑浊态，久置无分层沉淀；酸甜柔和、有水果的清香口味。

### 二、酸化奶饮料的加工

#### (一) 原理

用脱脂牛奶为原料，能生产各种各样的酸化奶饮料。然而这些饮料在饮用时很不方便，因为这种酸化奶较稠、高糖，饮用前一般要兑水或碳酸化水方可饮用。而且最好在稀释后马上饮用，否则就会有奶蛋白质沉淀发生。

由脱脂牛奶发酵后加糖、均质，再加水及香料，经瞬间超高温处理而制得的酸化奶饮料，稠度适宜、美味，在饮用时不用兑水和碳酸化水即可直接饮用。这种饮料奶蛋白质分散均匀，保存期长。

#### (二) 原料配方

酸化奶 21 千克、蔗糖 18.3 千克、柠檬香精 120 克、柠檬酸钠溶液 17.4 千克

(三) 仪器设备: 夹层锅、均质机、管式热交换器、量筒、台秤。

(四) 加工方法

1、将无脂肪脱脂牛奶在 90℃ 灭菌 15 秒钟, 很快冷至 37℃。接种保加利亚乳杆菌 (*Lactobacillus bulgaricus*), 接种量为 3% (重量比)。

2、接种后的牛奶在 37℃ 的温度下发酵 20 小时, 这时的酸奶 pH 为 3.45。牛奶发酵的酸度, 最好控制在 3.35~3.75 之间, 过低味道不好; 过高奶蛋白质不易均匀分散, 口感变差。

3、调好牛奶饮料的固形物含量, 控制在 0.7~1.5% (重量比)。在 21 千克酸化奶中放 18.3 千克蔗糖, 混合后在 14MPa 的压力下均质, 然后再混合 135 千克水和 120 克柠檬香精。加 10% (重量比) 的柠檬酸钠溶液, 使混合后的酸化奶溶液的 pH 为 3.72。

4、通过管式热交换器在 145℃ 的温度下超高温处理 (超高温处理的温度, 需控制在 125~160℃ 之间), 此溶液加热时间为 7 秒钟。从热交换器出来的酸化奶液降至 80℃ 进行包装。

5、密封包装在褐色半透明的密闭瓶子里, 装量为 200 毫升, 很快冷却到室温

(五) 产品特点

酸化奶饮料在室温放置 6 个月, 奶蛋白质稳定无沉淀, 味道鲜美不变。

### 三、南瓜乳发酵饮料的加工

(一) 原理

南瓜乳发酵饮料就是以南瓜汁、脱脂乳为主要原料, 配以糖尿病患者专用的新型甜味剂—液体木糖醇及其他辅料, 经乳酸菌发酵制成的一种新型保健饮品, 尤其适合肥胖症、糖尿病患者食用。

(二) 配方

南瓜 20kg、脱脂乳 10kg、液体木糖醇 8kg、蛋白糖 0.16kg、CMC—Na0.20kg, 乳化剂 0.15kg。

(三) 仪器设备

燃气灶、水锅、水果刀、打浆机、螺旋榨汁机、均质机、板式换热器、恒温发酵箱、滤布。

(四) 加工方法

1、南瓜原汁的制备: 选取成熟适当的南瓜用清水浸泡冲洗, 然后将南瓜去皮去瓢, 切成小块并用 90℃ 热水进行 3 分钟漂烫, 以灭酶防变色, 将南瓜块放入打浆机内打浆, 再用螺旋榨汁机进行榨汁, 用 100 目左右的滤布过滤得南瓜原汁。

2、调配均质: 按配方将脱脂乳与南瓜汁调配, 调配均匀的南瓜乳经板式换热器加热至 60℃, 然后用高压均质机进行双级均质。经均质后, 料液中的颗粒更加细小, 而分布更加均匀, 可显著改善产品的口感和品质。

3、灭菌及冷却: 杀菌热处理条件是 95℃—100℃, 时间 5 分钟, 杀菌后板式热交换器迅速冷却至 45℃ 左右。杀菌的目的是为了改善乳酸菌的生长环境及产品最终的品质。

4、接种发酵发酵: 温度 42℃—43℃, 时间 4 小时, pH4.3—4.4, 凝乳完全形成并有少量乳清析出, 即达到发酵终点。

5、破碎及配料：将液体木糖醇、蛋白糖、稳定剂、乳化剂等溶解过滤后与破碎后的酸凝乳混合，预热 65℃左右后均质，经板式热交换器加热至 121℃，进行 15 秒的短时杀菌，冷却 80℃—85℃备用。

#### **（五）产品特点**

南瓜乳发酵饮料不但具有发酵乳的风味和营养保健成分，而且含有南瓜有效活性成分，具有降血糖、降血脂、改善胃肠功能等功效，是一种新型的发酵保健饮料。

## 第二篇 肉与肉制品

### 实验一 肉的新鲜度检验

#### 目的要求

通过实验要求掌握肉的感官检查、细菌镜检的方法和肉的卫生标准。

#### 实验项目

##### 一、感官检查法

###### (一) 仪器用具

检肉刀 1 把、手术刀 1 把、外科剪刀 1 把、镊子 1 把、温度计 1 支、100mL 量筒 1 个、200mL 烧杯 3 个、表面皿 1 个、酒精灯 1 个、石棉网 1 个、天平 1 台、电炉 1 个。

###### (二) 检查方法

1、用视觉在自然光线下，观察肉的表面及脂肪的光泽，有无污染附着物，用刀顺肌纤维方向切开，观察断面的颜色。

2、用嗅觉在常温下嗅其气味。

3、用手指按压肉表面，触感其硬度指压凹陷恢复情况、表面干湿及是否发粘。

4、称取切碎肉样 20 克，放在烧杯中加水 100mL，盖上表面皿置于电炉上加热至 50-60℃ 时，取下表面皿，嗅其气味。然后将肉样煮沸，静置观察肉汤的透明度及表面的脂肪滴情况。

(三) 评定标准：按下列国家标准评定。

表 2-1-1 鲜猪肉感官指标 (GB2722-81)

项目	一级鲜度	二级鲜度
色泽	肌肉有光泽，红色均匀，脂肪洁白	肌肉色稍暗，脂肪缺乏光泽
粘度	外表微干或微湿润，不粘手	外表干燥或粘手，新切面湿润
弹性	指压后的凹陷立即恢复	指压后的凹陷恢复慢且不能完全恢复
气味	具有鲜猪肉正常气味	稍有氨味或酸味
煮沸肉汤	透明澄清，脂肪团聚于表面，具有香味	稍有浑浊，脂肪呈小滴浮于表面，无鲜味

**表 2-1-2 鲜牛肉、鲜羊肉、鲜兔肉感官指标（GB2723-81）**

项目	一级鲜度	二级鲜度
色泽	肌肉有光泽，红色均匀，脂肪洁白或淡红色	肌肉色稍暗，切面尚有光泽，脂肪缺乏光泽
粘度	外表微干或有风干膜，不粘手	外表干燥或粘手，新切面湿润
弹性	指压后的凹陷立即恢复	指压后的凹陷恢复慢且不能完全恢复
气味	具有鲜牛肉、鲜羊肉、鲜兔肉的正常气味	稍有氨味或酸味
煮沸后肉汤	透明澄清，脂肪团聚于表面，具有特有香味	稍有浑浊，脂肪呈小滴浮于表面，香味差或无鲜味

**表 2-1-3 鲜鸡肉感官指标（GB2724-81）**

项目	一级鲜度	二级鲜度
眼球	眼球饱满	眼球皱缩凹陷，晶体稍浑浊
色泽	皮肤有光泽，因品种不同而呈淡黄、淡红、灰白或灰黑等色，肌肉切面发光	皮肤色泽转暗，肌肉切面有光泽
粘度	外表微干或微湿润，不粘手	外表干燥或粘手，新切面湿润
弹性	指压后的凹陷立即恢复	指压后的凹陷恢复慢且不能完全恢复
气味	具有鲜鸡肉的正常气味	无其它异味，唯腹腔内有轻度不快味
煮沸后肉汤	透明澄清，脂肪团聚于表面，具有特有香味	稍有浑浊，脂肪呈小滴浮于表面，香味差或无鲜味

## 二、细菌镜检

### （一）仪器与药品

载片、载片夹、染色液、吸墨纸、二重瓶、擦镜纸、显微镜、手术刀。

### （二）检查方法

每个肉样分别在表层、浅层（用手术刀在表面切去 0.1-1mm 厚肉片，在新表面上触片）、深层（同样切去 3-3.5mm 厚肉片）作触片，自然干燥、酒精灯上固定，进行革兰氏或美蓝染色、水洗、吸干、镜检。每个触片观察五个视野，计算每个视野杆菌球菌的平均数。

**表 2-1-4 冻猪肉（解冻后）感官指标（GB2707-81）**

项目	一级鲜度	二级鲜度
色泽	肌肉有光泽，色红均匀，脂肪洁白，无霉点	肌肉色稍暗红，缺乏光泽，脂肪微黄或有少量霉点
组织状态	肉质紧密，有坚实感	肉质软化或松弛
粘度	外表及切面微湿润，不粘手	外表湿润，微粘手，切面有渗液，不粘手
气味	无异味	稍有氨味或酸味

**表 2-1-5 冻牛肉（解冻后）感官指标（GB2708-81）**

项目	一级鲜度	二级鲜度
色泽	肌肉色均匀，有光泽，脂肪白色或微黄色	肉色稍暗，肉与脂肪缺乏光泽，但切面尚有光泽，脂肪稍发黄
粘度	肌肉外表微干或有风干膜，或外表湿润不粘手	外表干燥或轻度粘手，切面湿润粘手
组织状态	肌肉结构紧密，有坚实感，肌纤维韧性强	肌肉组织松弛，肌纤维有韧性
气味	具有牛肉的正常气味	稍有氨味或酸味
煮沸肉汤	透明澄清，脂肪团聚于表面，具有鲜牛肉汤固有的香味和鲜味	稍有浑浊，脂肪呈小滴浮于表面，香味、鲜味较差

**表 2-1-6 冻羊肉（解冻后）感官指标（GB2709-81）**

项目	一级鲜度	二级鲜度
色泽	肌肉色鲜艳，有光泽，脂肪白色	肉色稍暗，肉与脂肪缺乏光泽，但切面尚有光泽
粘度	外表微干或有风干膜，或湿润不粘手	外表干燥或轻度粘手，切面湿润粘手
组织状态	肌肉结构紧密，有坚实感，肌纤维韧性强	肌肉组织松弛，肌纤维有韧性
气味	具有羊肉的正常气味	稍有氨味或酸味
煮沸肉汤	透明澄清，脂肪团聚于表面，具有鲜羊肉汤固有的香味和鲜味	稍有浑浊，脂肪呈小滴浮于表面，香味、鲜味较差

表 2-1-7 冻鸡肉（解冻后）感官指标（GB2710-81）

项目	一级鲜度	二级鲜度
眼球	眼球饱满或平坦	眼球皱缩凹陷，晶状体稍浑浊
色泽	皮肤有光泽，因品种不同而呈淡黄、淡红、灰白或灰黑等色，肌肉切面发光	皮肤色泽转暗，肌肉切面有光泽
粘度	外表微湿润，不粘手	外表干燥或粘手，新切面湿润
弹性	指压后的凹陷恢复慢，且不能完全恢复	肌肉发软，指压后的凹陷不能恢复
气味	具有鸡肉的正常气味	无其它异味，唯腹腔内有轻度不快味
煮沸后肉汤	透明、澄清，脂肪团聚于表面，具有香味	稍有浑浊，油珠呈小滴浮于表面，香味差或无鲜味

### （三）评定标准

新鲜肉（一级鲜肉）触片上不留痕迹，着色不明显，表层触片有少量球菌和杆菌，深层触片无菌；次鲜肉（二级鲜肉）触片留有痕迹，着色不明显，表层触片有 20-30 个球菌和杆菌，深层触片有几个菌，腐败肉触片粘有大的组织分解物，高度污染。浅层有 30 个以上细菌不可计数，并且杆菌占优势；深层有 30 多个细菌。

## 实验二 肉质评定

### 目的要求

通过实验要求掌握肉质评定的方法和标准，评定主要包括肉色、肉的酸碱度、失水率和系水力、大理石纹、熟肉率、嫩度、品味鉴定等。

### 实验项目

#### 一、仪器与材料

猪的背最长肌 250-300 克、猪的腰大肌 250-300 克，剥皮刀一把、切肉板一块、肉色评分标准图 1 张、酸度计 1 台、金属棒 1 根、天平（感应量 0.001 克）1 台、天平（感应量 0.1 克）1 台、定性中速滤纸一盒、书写塑料垫板 2 块、改造的允许土壤膨胀压缩仪 1 台、蒸锅 1 个、大理石纹评分图 1 张、电炉 1 个、烘箱 1 个、冰箱 1 台、白瓷盘 3-4 个、C-LM 型肌肉嫩度仪 1 台。

#### 二、评定方法

##### （一）肉色

猪宰后 2-3h 内取最后 1 个胸椎处背最长肌的新鲜切面，在室内正常光度下目测评分法评定，评分标准见表 2-2-1，应避免在阳光直射或阴暗处评定肉色。

表 2-2-1 肉色评分标准\*

肉色	灰白	微红色	正常鲜红色	微暗红色	暗红色
评分	1	2	3	4	5
结果	劣质肉	不正常肉	正常肉	正常肉	正常肉

\*为美国《肉色评分标准图》。因我国的猪肉较深，故评分 3-4 分者均为正常。

##### （二）肉的酸碱度

宰后在 45min 内，直接用酸碱度计测定背最长肌的酸碱度，测定时先用金属棒在肌肉上刺一个孔。按国际惯例用 pH 值表示，以最后胸椎部背最长肌中心处的肌肉为代表。正常肉的 pH 值为 6.1-6.4，灰白水样肉（PSE）的 pH 值一般为 5.1-5.5。

##### （三）失水率和系水力

肌肉保持其内含水分的能力，使用最普遍的方法是压力法。我国现行的测定方法是用 35kg 重量压力法度量肉样的失水率，失水率愈高，系水力愈低，保水性愈差。

1、取样：截取第一腰椎以后背最长肌 5 厘米肉样一段，平置于干净橡皮片上，再用直径 2.523cm 的圆形取样器（面积约为 5cm<sup>2</sup>）切取中心部肉样一块，厚度为 1cm。

2、测定：切取的肉样立即用感量为 0.001g 的天平称重后置于多层吸水性好的定性中速滤纸上，以水分不透出，全部吸净为度。肉样上下各加 18 层定性中速滤纸，滤纸上下各垫一块书写用硬质塑料板，然后放置于允许土壤膨胀压缩仪上，用均速摇动使加压至

35kg, 保持 5min。撤除压力后, 立即称量肉样重。

### 3、计算

$$\text{失水率 (\%)} = \frac{\text{加压前肉样重} - \text{加压后肉样重}}{\text{加压前肉样重}} \times 100\% \quad (\text{式 2-2-1})$$

进一步求系水力, 需在同一部位另采肉样 50 克, 按食品分析常规测定其含水量的百分率, 然后按下列公式计算

$$\text{系水力 (\%)} = \frac{\text{肌肉总水分量} - \text{肉样失水量}}{\text{肌肉总水分量}} \times 100\% \quad (\text{式 2-2-2})$$

### (四) 大理石纹

大理石纹反映了一块肌肉内可见脂肪的分布状况。通常以最后一个胸椎处的背最长肌横断面为代表, 用目测评分法评定: 脂肪只有痕迹评 1 分; 微量脂肪评 2 分; 少量脂肪评 3 分; 适量脂肪评 4 分; 过量脂肪评 5 分。目前暂用大理石纹评分标准图测定。如课评定鲜肉时脂肪不清楚, 可将肉样置于冰箱内, 在 4℃ 下保持 24h 后再评定。

### (五) 熟肉率

将完整腰大肌用感量为 0.1g 的天平称重后, 置于蒸锅屉上用沸水在电炉上蒸煮 45min, 取出后冷却 30—40min 或吊挂于室内无风阴凉处 30min 后, 再称重, 两次称重的比例即为熟肉率。用下列公式计算

$$\text{熟肉率 (\%)} = \frac{\text{蒸煮后肉样重}}{\text{蒸煮前肉样重}} \times 100\% \quad (\text{式 2-2-3})$$

### (六) 肉的嫩度

嫩度评定分为主观评定和客观评定两种方法。

1、主观评定: 主要评定是依靠咀嚼和舌与颊对肌肉的软、硬与咀嚼的难易程度等方面进行综合评定。但评定人员须经专门训练。感官评定可从以下三个方面进行

- (1) 咬断肌纤维的难易程度
- (2) 咬碎肌纤维的难易程度或达到正常吞咽程度时的咀嚼次数
- (3) 剩余残渣量

2、客观评定: 用肌肉嫩度计测定剪切肉样时的剪切力的大小来客观表示肌肉的嫩度。实验表明, 剪切力 (Shear Value) 与主观评定法之间的相关系数达 0.60-0.85, 平均为 0.75。

(1) 肉样的采取: 猪按常规方法屠宰后, 1h 内按肌肉解剖学部位剥离取出供试的肌肉, 除去肌肉表层附着的脂肪, 切取 ST (半腱肌) 和 PM 腰大肌的中段 (占各总肉样重 50-60%) 和 LD (背长肌第一至第四腰椎间) 的中段, 然后将肉样用聚氯乙烯塑料食品袋盛装包扎好待用。

(2) 测前样品处理: 将刚采取包装好的肉样, 置于 15-16℃ 室温下保存 24h, 测定肉样的最终 PH 值, 选取 PH<5.7 的肌肉转入 0-4℃ 下熟化 45h。测定时从冰箱中取出熟化后的肉样, 在室温下放置 1h 后将温度计插入肌肉中心部位 (或用特制的热电偶仪), 再置于 80℃ 恒温水浴中加热至肌肉中心温度达 70℃ 时立即终止加温, 待肉样冷到 20℃ 左右时取出肉样。

(3) 取测试样：用直径 1.27cm 的圆形取样器按肌纤维平行的方向取被测试肉样，肉样长度为 2.5cm，即可上机操作。

(4) 测试操作：测定仪器用国产的 C-LM<sub>2</sub> 型肌肉嫩度仪进行。测者须按使用说明书要求正确操作。先将红白指针调至到零位，切剪刀调升到上线位，再将取好的肉样放入刀孔处放平，按动开关使切剪下行切断肉样，运行至下线停机，观看记录嫩度仪上白指针所指 kg 数据，按仪器规定再乘 0.2 常数，其乘积就是剪切力 (Fs)。值大肉老，值小肉嫩。

$$F_s(\text{相对剪切力}) = \frac{\text{所测样品剪切力(kg)}}{\text{所测样的横截面积(cm}^2\text{)}} \quad (\text{式 2-2-4})$$

### (七) 风味鉴定

肉的味道、香味、颜色的浓淡和好坏，目前是不能完全用仪器测量的。例如：新烤制的面包香气中已发现有 159 种化合物；烤肉皮层的褐色和味道鲜美，是氨基酸同碳水化合物反应时形成的黑蛋白质素决定的。这些反应很复杂，至今尚未知晓。因此，品味鉴定还是不能被代替。

品味鉴定是目前条件下一种简便、易行、快速和节省药械的可靠的肉质鉴评方法，能综合地反映出肉质优劣。特别是采用评分法，可将肉质的优劣程度数字化，便于与其他鉴别项目比较分析。但是感官鉴定易受人的主观偏爱的影响，所以在品味鉴定时，应请品味专家参加，对肉样经无盐水白切和其他同样加工处理后，装入菜盘，标出编号（暂不公布代表的肉样），进行色、香、味和嫩度等的综合评定。依据其重要性，可以分别给 20 分、30 分、30 分和 20 分（合计 100 分）。同时规定评定最高为满分，最低不低于 30%，鉴评人员每人发给鉴评表一张，逐项将评分和评语填入表中，然后用平均值、标准差、变异系数和差异显著性等数字方法处理。鉴评人员应感官正常，认真负责和有代表性。

## 实验三 肉与肉制品理化指标的测定

### 目的要求

本实验主要掌握鲜肉水分活度的测定、肉制品中粗脂肪的测定、肉及肉制品中蛋白质的测定、肉制品中淀粉的测定、肉制品中亚硝酸盐与硝酸盐的测定、肉毒梭菌和肉毒毒素的检测。

### 实验项目

#### 一、鲜肉水分活度的测定

##### (一) 原理

样品在康威氏微量扩散皿的密封和恒温的条件下,分别在  $A_w$  较高和较低的标准饱和溶液中扩散平衡后,根据样品重量的增加(即在较高  $A_w$  标准溶液中平衡后)和减少(即在较低  $A_w$  标准溶液中平衡后)的量,求出样品中  $A_w$  值,此法亦称为扩散法。

##### (二) 试剂

标准水分活度试剂如表 2-3-1 所示

表 2-3-1 标准水分活性试剂及其在 25℃ 时的  $A_w$  值

试剂名称	$A_w$	试剂名称	$A_w$
重铬酸钾 ( $K_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$ )	0.986	溴化钠 ( $NaBr \cdot 2H_2O$ )	0.577
硝酸钾 ( $KNO_3$ )	0.924	硝酸镁 [ $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ ]	0.528
氯化钡 ( $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ )	0.901	硝酸锂 ( $LiNO_3 \cdot 3H_2O$ )	0.476
氯化钾 (KCl)	0.842	碳酸钾 ( $K_2CO_3 \cdot 2H_2O$ )	0.427
溴化钾 (KBr)	0.807	氯化镁 ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ )	0.330
氯化钠 (NaCl)	0.752	醋酸钾 ( $KAc \cdot H_2O$ )	0.224
硝酸钠 ( $NaNO_3$ )	0.737	氯化锂 ( $LiCl_2 \cdot H_2O$ )	0.110
氯化锶 ( $SrCl \cdot 6H_2O$ )	0.708	氢氧化钠 ( $NaOH \cdot H_2O$ )	0.070

(三) 仪器: 康威氏 (Conway) 微量扩散皿 (见图 2-3-1)

##### (四) 操作方法

1、样品制备: 除掉样品容器包装,随机采取样品 10-20g,迅速将检样切碎,从中取出约 1g (或用内径 25mm 的穿孔器钻取样品,随后取出 1g 剪成薄片),放于预先精密称量过的铝箔 (直径 25mm) 上,称量后作为试样,称取 2 份。

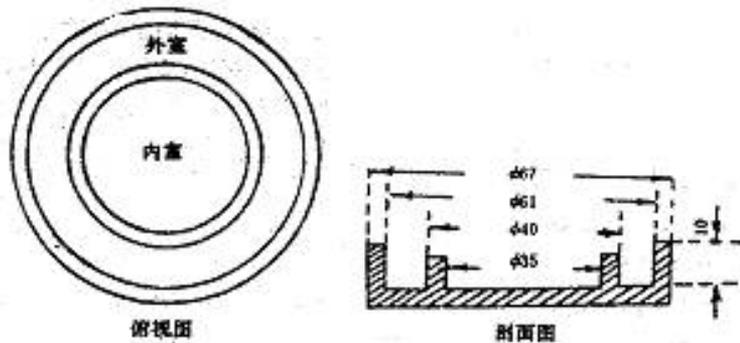


图 2-3-1 康威氏 (Conway) 微量扩散皿

- 2、准备  $A_w > 0.94$  的饱和溶液 A 和  $A_w < 0.94$  的饱和溶液 B。
- 3、取 2 只康威皿，于皿四周涂好凡士林。然后将试样迅速分别放入 2 只皿的内室，分别将 A、B 两饱和溶液 3-4mL 置于 2 只皿的外室，盖好皿盖，保持密闭，在  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  下静置  $2 \pm 0.5\text{h}$ 。
- 4、精确称量上述处理后的两试样的质量，比较其质量的增减。

#### (五) 计算

$$A_w = \frac{bx - ay}{x - y} \quad (\text{式 2-3-1})$$

- 式中：a——饱和溶液 A 的  $A_w$  值  
 b——饱和溶液 B 的  $A_w$  值  
 x——使用 A 时试样质量的增加量，g  
 y——使用 B 时试样质量的增加量，g

#### (六) 说明

- 1、以两种饱和溶液在  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  下的水分活度值为横坐标，两试样重量变化量为纵坐标，作图求直线，该线与横轴的交点即为该样品的水分活度值。
- 2、配制饱和溶液时，要预先掌握好  $25^\circ\text{C}$  时的溶解度。
- 3、为防止试样腐败变质而影响  $A_w$  值，可按 2% 比例加入山梨酸钾作为防腐剂。

## 二、肉制品中粗脂肪的测定

### (一) 原理

将粉碎或经前处理而分散的试样，放入圆筒滤纸内，将滤纸置于索氏提取管中，利用乙醚或石油醚 (B. P30 $^\circ\text{C}$ —60 $^\circ\text{C}$ ) 在水浴中加热迴流，提取试样中的脂类于接受瓶中，经蒸发去除乙醚，称出烧瓶中残留物质量，即为试样中脂肪含量。

用本法抽提出除含有游离脂肪外，还有游离的脂肪酸、磷脂、胆固醇、芳香油，某些色素和有机酸等，因此称为粗脂肪。

此法适用于脂类含量较高，且主要是游离脂肪的食品。

## (二) 试剂

无水乙醚、无水硫酸钠、海砂

## (三) 仪器

索氏抽提器，电热恒温水浴（50—80℃），电热恒温烘箱（200℃）

## (四) 操作方法

1、索氏抽提器的准备：索氏抽提器是由回流冷凝器、提脂管、烧瓶三部分组成，（见图 2-3-2）。抽提脂肪之前，应将各部分洗涤干净并干燥，接受烧瓶需烘干，并称至恒重。

2、滤纸筒的制备：将滤纸裁成 8×15cm 大小，以直径为 2.0cm 大试管为模型，将滤纸紧靠试管壁卷成圆筒形，把底端封口，内放一小团脱脂棉，用白细线对定型。

3、样品制备：称取 2-4g 样品置于蒸发皿中，加入 5g 海砂，再加入无水硫酸钠 10g，混匀，全部移入滤纸筒内，蒸发吸附有样品的玻棒，用沾有乙醚的脱脂棉擦净，并将此棉花放入滤纸筒内。

4、抽提：将装有试样的滤纸筒放入带有虹吸管的提脂管中，接上冷凝管，由冷凝管上端加入无水乙醚至接受瓶内容积 2/3，于水浴（50-60℃）上加热，控制乙醚回流量，约每分钟滴下乙醚 80 滴左右，一般抽提 3-4 小时，至抽提管下口滴下的乙醚滴在干净的滤纸上，挥发后不留下油脂的痕迹，表示抽提完全。

5、回收溶剂：取出滤纸筒，用抽提器回收乙醚，当乙醚在提脂管内将发生虹吸时，立即取下提脂管，将其下口放到盛乙醚的试剂瓶口，使液面超过虹吸管，乙醚即虹吸管流入瓶内，按同法继续回收。待乙醚抽提完后，取下提脂瓶，于水浴上蒸去残留乙醚，用纱布擦净烧瓶外部，于 100-105℃烘箱中干燥 2h，再放入干燥器内冷却 25min 后称重。

## (五) 计算

$$X = \frac{m_1 - m_0}{m_2} \times 100 \quad (\text{式 2-3-2})$$

式中：X —— 样品中脂肪的含量，%

$m_1$  —— 接受瓶的脂肪质量 g

$m_0$  —— 接受瓶的质量 g

$m_2$  —— 样品的质量（如是测定水分后的样品，应按测定水分前的质量计）g

## (六) 说明

1、对半固体或液体样品，称取 5-10g 于蒸发皿中，加入海砂约 20g 于沸水浴上蒸干后，再于 95-105℃干燥研细，再全部移入滤纸筒内。

2、装样品的滤纸筒一定要严密，不能往外漏样品，但也不要包得太紧，影响溶剂渗透，放入滤纸筒高度不要超过回流弯管，否则超过弯管的样品中的脂肪不能提尽，造成误

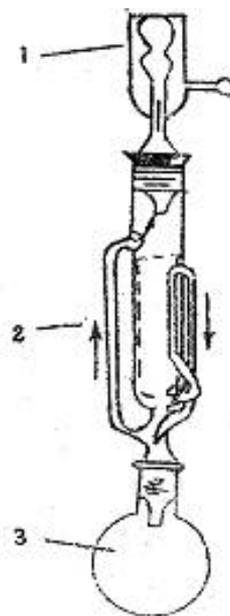


图 2-3-2 索氏提取器

1. 提取管 2. 冷凝管, 3. 接受管

差。

3、抽提用的乙醚或石油醚要求无水、无醇、无过氧化物、挥发残渣含量低。因水和醇可导致水溶性物质（样品中糖和无机盐）溶解使得测定结果偏高。乙醚中存在过氧化物，会导致脂肪氧化，在烘干时也有引起爆炸的危险。

4、过氧化物的检查方法：取 6mL 乙醚，加 2mL 10% 碘化钾溶液，用力振摇放置 1min 后，若出现黄色，则证明有过氧化物，应另用乙醚或处理后再用。

5、提取后烧瓶烘干称量过程中，反复加热会因脂类氧化而增重，故在恒重中若质量增加时，应以增重前的质量作为恒重，为避免脂肪氧化造成的误差，对富含脂肪的食品，应在真空干燥箱中干燥。

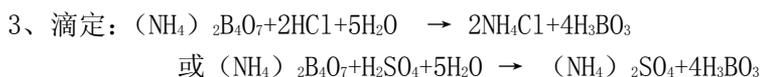
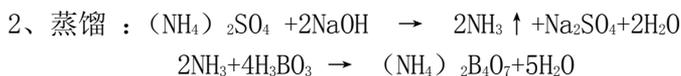
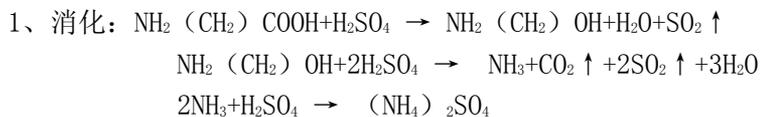
6、本法系国家标准食品中脂肪的测定方法，GB50096-85 规定中第一法，索氏抽提法。

### 三、肉及肉制品中蛋白质的测定

（一）原理：蛋白质是复杂的含氮有机化合物，主要是由碳、氢、氧、氮、硫五种元素组成，由 20 种氨基酸通过酰胺键（肽键）以一定的方式结合而成。

不同的蛋白质其氨基酸构成比例及方式不同，故各种不同的蛋白质其含氮量也不同，蛋白质中的氮含量一般为 15-17.6%，按 16% 计算，氮含量为蛋白质的系数为 6.25。一般鸡蛋、肉及肉制品为 6.25，乳制品为 6.38。

在食品和生物材料中，还包括有非蛋白质氮的化合物，如核酸、含氮碳水化合物、生物碱、含氮类脂、卟啉和含氮色素等。因此，用凯氏定氮法测定蛋白质含量的同时，还包括非蛋白质的含氮部分，故结果称为粗蛋白质含量。



样品与浓硫酸和催化剂一同加热消化，使蛋白质分解，分解有机氮与硫酸结合生成硫酸铵。然后，碱化蒸馏使氨游离，用硼酸吸收后再以硫酸或盐酸标准溶液滴定，根据酸的消耗量乘以蛋白质换算系数，即为蛋白质含量。该法称为凯氏定氮法，由 Kieldahlgf1833 年首先提出，经长期改进已演变为常量法、微量法、自动定氮仪法及改良式微量凯氏法等多种方法。

本法是测定食品中蛋白质的标准方法

#### （二）试剂

所有试剂均用不含氨的蒸馏水配制。硫酸铜、硫酸钾、硫酸、2% 硼酸溶液、40% 氢氧化钠溶液、混合指示剂、0.01mol/L 盐酸标准溶液

#### （三）仪器

改良式微量凯氏定氮仪（图 2-3-3）、250mL 凯氏烧瓶、10mL 酸式微量滴定管

#### （四）操作方法

1、消化：精密称取 0.2-2.0g 固定样品或 2-5g 半固体样品，或吸取 10-20mL 液体样

品，置于 250mL 凯氏烧瓶内，不能沾染瓶颈，加入 0.2g 硫酸铜，3g 硫酸钾及 20mL 硫酸，稍摇匀后于瓶口放一小漏斗，将瓶以 45 度角斜支于有小孔的石棉网上，在通风橱内小心加热，待内容物全部炭化，泡沫完全停止后，加强火力，并保持瓶内液体微沸，至液体呈兰绿色澄清透明后，再继续加热 0.5h。取下放冷却后，移入 100mL 容量瓶中，并用少量水洗凯氏烧瓶，洗液并入容量瓶中，再加水至刻度，摇匀备用。同时做一空白试验。

2、熟悉改良式微量凯氏定氮仪：将自来水经①注入到蒸馏瓶夹层中，使水面稍低于蒸馏瓶颈部的转弯处，把装有 2%硼酸溶液的接受瓶，置于冷凝器的下方，冷凝器的尖端插入酸液面以下，接收瓶内须事先加入指示剂。将样品由漏斗注入到蒸馏瓶中，并以少量水冲洗漏斗，并把氢氧化钠溶液由漏斗注入到蒸馏瓶中，并以少量的蒸馏水冲洗漏斗，然后用少量蒸馏水将漏斗封闭，最后加热，将蒸馏夹层内的水煮沸，从蒸馏瓶内的水溶液沸腾开始计算时间，大约 5 分钟即可蒸馏完毕，移开接收瓶后，再用 1 份 0.1%甲基红乙醇溶液与 5 份 0.1%溴甲酚绿溶液混合均匀移去火源，以防倒吸。

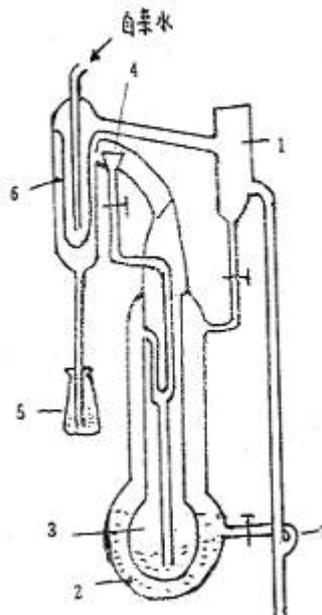


图 2-3-3 改良式微量凯氏定氮装置

蒸馏瓶的洗涤：当把火源移去后，蒸馏瓶内的废液立即流到蒸馏瓶的夹层内，并经排水管排出，再把装有蒸馏水的三角瓶置于冷凝器尖端插入水的液面以下，再加热至沸，然后移去火源，三角瓶中蒸馏水流到蒸馏瓶内，再倒流至蒸馏瓶的夹层中，再由排水管排出。按照上述方法将仪器洗涤 2-3 次。

3、蒸馏：向接收瓶内加入 10mL 2%硼酸溶液及混合指示剂 1 滴，溶液呈酒红色，使冷凝管的下端插入液面下，吸取 5mL 样品消化稀释液，由漏斗流入蒸馏瓶中，并用少量水冲洗，再将 10mL 40%氢氧化钠溶液由漏斗流入蒸馏瓶中，以少量水洗涤，夹紧螺旋夹，用少量水将漏斗封闭，此时蒸馏瓶中内容物转为深兰色或产生褐色沉淀。

开始蒸馏，蒸馏瓶夹层中水加热传递给蒸馏瓶，使氨挥发，沿着冷凝管壁进入接收瓶中，至硼酸接收液开始由酒红色变为兰绿色时起，继续蒸馏约 5min，将冷凝管尖端提出液面，再蒸馏 1min，然后用水淋洗冷凝管尖端外部，取下接收瓶，停止蒸馏。同时作试剂空白试验。

4、滴定：用 0.01mol/L 盐酸标准溶液滴定至溶液由兰绿色转为微红色为终点，记录滴定所用盐酸标准体积。

### (五) 计算

$$X = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 0.014}{W \times 5/100} \times F \times 100 \quad (\text{式 2-3-3})$$

式中：X——样品中蛋白质的含量，%

- $V_1$ ——样品消耗盐酸标准液的体积, mL  
 $V_2$ ——试剂空白消耗盐酸标准液体积, mL  
 $N$ ——盐酸标准液的摩尔浓度, mol/L  
 0.014——1 摩尔盐酸标准液 1mL 相当于氮 g 数  
 $W$ ——样品的质量 g  
 $F$ ——氮换算为蛋白质的系数  
 5/100——稀释比

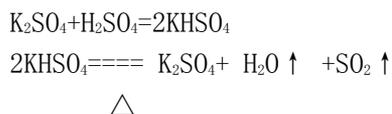
### (六) 说明

1、稀释时应当注意, 不要将试样沾在瓶颈上, 固体样品用绘图纸包好投入凯氏烧瓶内, 同时空白试验也放入同样大小绘图纸。含水分多的样品或液体样品, 应先将水分蒸发掉, 然后进行消化。

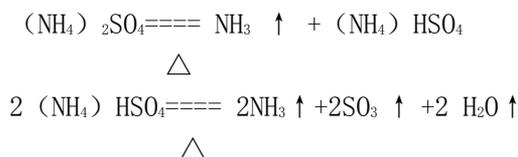
2、消化样品时, 一般约 3-4h 左右, 消化时间过长会引起损失, 若样品含脂肪或糖多时, 消化时间会适当长些, 应注意防止泡沫溢出, 须时时摇动, 并减少火力, 必要时停止加热 30min 后, 再用大火消化, 消化液澄清时应呈兰绿色。

3、硫酸钾的加入能提高消化液的沸点, 加快样品分解速度, 缩短消化时间, 但硫酸铜与硫酸钾的用量比不宜过大, 因温度过高生成的硫酸氢氨也会分解放出氨, 造成氨的损失, 使结果偏低。(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: B. P. 330°C, KHSO<sub>4</sub>: B. P. 400°C)

反应式如下



但 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 加入量不能太大, 否则消化体系温度过高, 又会引起已生成的铵盐发生热分解而造成损失。



4、硫酸铜的催化作用机理如下反应式所示: 此反应不断进行, 待有机物全部被消化完后, 不再有硫酸亚铜褐色生成, 溶液呈现清澈的蓝绿色, 故硫酸铜除起催化剂的作用外, 还可指示消化终点的到达, 以及下一步蒸馏时作为碱性反应的指示剂。

5、蒸馏过程中不得停火断气, 否则将发生倒吸, 另加碱要足量, 操作要迅速, 并在漏斗口上水封, 防止氨的损失, 并不应使碱污染冷凝管及接收瓶, 如发现污染, 应立即停止蒸馏样品, 待清洗干净后再蒸馏水样品, 冷凝管出口一定要插入吸收液中, 防止氨挥发损失, 蒸馏结束后, 应先将吸收液离开冷凝管口, 以免发生倒吸, 再撤离火源。

6、若使用 0.2% 甲基红乙醇溶液与 0.1% 甲基蓝水溶液等体积混合作为指示剂, 酸型为紫红色, 碱型为蓝绿色, 变色点 pH5.4 显灰色。

7、本法是国家标准食品中蛋白质测定方法 GB5009.5-85 规定方法。

## 四、肉制品中淀粉的测定

### (一) 原理

把样品与氢氧化钾酒精溶液共热，使蛋白质、脂肪溶解，而淀粉和粗纤维不溶解，过滤后，用氢氧化钾水溶液溶解淀粉，使之与粗纤维分离，然后用醋酸酸化的乙醇使淀粉重新沉淀，过滤后把沉淀于 100℃ 烘干至恒重，灼烧前后重量之差即为淀粉的含量。

该法适用于蛋白质、脂肪含量较高的熟肉制品，如午餐肉、灌肠等食品中淀粉的测定。结果准确，但操作时间较长。

### (二) 试剂

氢氧化钾溶液：50gKOH 溶于 1000mL95%酒精中；2.2mol/L 氢氧化钾溶液；醋酸酸化乙醇：1000mL90%酒精中加 5mL 醋酸；乙醚

### (三) 仪器

容量瓶、表面皿、古氏坩锅、电热恒温烘箱

### (四) 操作方法

1、称取 10g 捣碎并混合均匀的样品，置于 400mL 烧杯中，加入 150mL 氢氧化钾酒精溶液，盖上表面皿，置沸水浴中加热并不断用玻璃棒搅拌，加热至肉完全溶解，用滤纸过滤，用氢氧化钾酒精溶液洗涤沉淀和滤纸 3 次，每次 20mL。

2、移沉淀于烧杯中，加 10mL2mol/L 氢氧化钾溶液和 60mL 水，加热至淀粉溶解，将溶液用棉花塞滤入 100mL 容量瓶中，水洗烧杯，洗液通过棉花塞滤入容量瓶中，冷却后定容。

3、吸取 10mL 滤液（含淀粉 20mg 以上）于 400mL 烧杯中，加入 75mL30-40℃ 的醋酸酸化乙醇，搅拌后盖以表面皿，放置过夜。

4、用干燥至恒重的古氏坩锅过滤，以醋酸酸化乙醇洗涤沉淀，再以乙醚洗涤坩锅及内容物。

5、坩锅于 100℃ 烘干至恒重，再于 550℃ 灼烧至恒重。

### (五) 计算

$$\text{淀粉}(\%) = \frac{(m_1 - m_2) \times 100}{m \times V} \times 100\% \quad (\text{式 2-3-4})$$

式中： $m_1$ ——坩锅和内容物干燥后的质量，g

$m_2$ ——坩锅和内容物灼烧后的质量，g

$V$ ——测定时取样液量，mL

100——样液总量，mL

### (六) 说明

1、本法是北欧食品分析委员会的标准方法。

2、测定肉制品中淀粉也可以采用容量法。即把样品与氢氧化钾共热，使蛋白质、脂肪完全溶解，再加入乙醇使淀粉析出，经乙醇洗涤后加酸水解为葡萄糖，然后按测定还原糖的方法测定葡萄糖含量，再换算为淀粉含量，此方法没把淀粉与其他多糖分离开，如果在水解条件下这些多糖也能水解为还原糖，将产生正误差。

## 五、肉制品中亚硝酸盐与硝酸盐的测定

### (一) 亚硝酸盐测定

1、原理：样品经沉淀蛋白质，除去脂肪后，在弱酸条件下与对氨基苯磺酸重氮化以后，再与 N-1-萘基乙二胺偶合形成紫红色染料，与标准比较定量。

2、试剂：(1) 氯化铵缓冲液：在 1L 玻璃烧杯中，加入 500mL 水，准确加入 20mL 盐酸，混匀，准确加入 50mL 氨水，必要时用稀盐酸和稀氨水调试至 pH9.6-9.7、(2) 硫酸锌溶液(0.42mol/L)：称取 120g 硫酸锌用水溶解，并稀释至 1000mL、(3) 氢氧化钠溶液(20g/L)：称取 20g 氢氧化钠用水溶解，稀释至 1000mL、(4) 对氨基苯磺酸溶液：称取 1g 对氨基苯磺酸，溶于 70mL 水和 30mL 醋酸中，置棕色瓶中混匀，室温保存、(5) N-1-萘基乙二胺溶液：称取 0.1g N-1-萘基乙二胺，加 60%醋酸溶解，并稀释至 100mL，混匀后，置棕色瓶中，在冰箱中保存，一周内稳定、(6) 显色剂：临用前将 N-1-萘基乙二胺和对氨基苯磺酸溶液等体积混合、(7) 亚硝酸钠标准溶液：准确称取 0.2500g 于硅胶干燥器中干燥 24h 的亚硝酸钠，加水溶解移入 500mL 容量瓶中，加 100mL 氯化铵缓冲液，加水稀释至刻度，混匀，在 4℃避光保存，此溶液每毫升相当于 500ug 的亚硝酸钠，作准备液、(8) 亚硝酸钠标准使用液：临用前，吸取亚硝酸钠标准溶液 1.0mL 置于 100mL 容量瓶中，加水稀释至刻度，此溶液每毫升相当于 5.0ug 亚硝酸钠。

3、仪器：小型绞肉机、匀浆器、分光光度计。

#### 4、操作方法

(1) 样品处理：称取约 10.0g 经绞碎混匀的样品，置于匀浆器中，加 70mL 水和 12mL 的氢氧化钠溶液，混匀，用氢氧化钠溶液调样品 pH=8，定量转移至 250mL 容量瓶中，加 10mL 硫酸锌溶液，混匀，如不产生白色沉淀，再补加 2-5mL 氢氧化钠，混匀，置 60℃水浴中加热 10min，取出后冷至室温，加水至刻度，混匀。放置 0.5h，除去上层脂肪，用滤纸过滤，弃去初滤液 20mL，收集滤液备用。

#### (2) 测定

①亚硝酸盐标准曲线的制备：吸取 0, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0mL 亚硝酸钠标准使用液分别置于 25mL 具塞比色管中，于标准管中分别加入 4.5mL 氯化铵缓冲液，加 2.5mL 60%醋酸后，立即加入 5.0mL 显色剂，加水至零点，于波长 550nm 处测吸光度，绘制标准曲线，求出回归方程。

低含量样品以制备低含量标准曲线计算，标准系列为 0, 0.4, 0.8, 1.2, 1.6, 2.0mL 亚硝酸盐标准使用液（相当于 0, 2, 4, 8, 1.0ug 亚硝酸钠）

②样品测定：吸取 10mL 样品滤液于 25mL 具塞红色管中，其它试剂按标准系列法操作，同时做试剂空白。

### (二) 硝酸盐测定

1、原理：样品经沉淀蛋白质，除去脂肪后，溶液通过镉柱，使其中的硝酸根离子还原成亚硝酸根离子，在弱酸性条件下，亚硝酸根与对氨基苯磺酸重氮化后，再与 N-1-萘基乙二胺偶合形成红色染料，测得亚硝酸盐总量，由总量减去亚硝酸盐含量即得硝酸盐含量。

2、试剂：(1) 氯化铵缓冲溶液、(2) 硫酸镉溶液：称取 37g 硫酸镉用水溶解，稀释至 1000mL、(3) 盐酸溶液：吸取 8.4mL 浓盐酸，用水稀释至 1000mL、(4) 硝酸钠标准溶液：准确称取 0.5000g 于 110-120℃干燥恒重的硝酸钠，加水溶解，移至 500mL 容量瓶中，加 50mL 氯化铵缓冲液，用水稀释至刻度，混匀，在 4℃冰箱中避光，保存，此溶液每 mL

相当于 1mg 硝酸钠、(5) 硝酸钠标准使用液：临用时吸取硝酸钠标准溶液 1mL，置于 100mL 容量瓶中，加水稀释至刻度，混匀，临用时现配，此溶液每毫升相当于 10ug 硝酸钠、(6) 亚硝酸钠标准使用液，同上、(7) 镉柱及制备：于 500mL 硫酸镉溶液中，投入足够的锌棒经 3-4h，当其中的镉全部被锌置换后，用玻璃棒轻轻刮下，取出残余锌棒，使镉沉淀，倾去上层清液，以水用倾斜法多次洗涤，然后移入粉碎机中，加 500mL 水捣散约 2 秒，用水将金属细粒洗至标准筛上，取 20-40 目之间的部分，置试剂瓶中，用水封盖保存，备用。

镉柱还原效率的测定：取 25mL 酸式滴定管数支，向柱底压入海绵状镉 8-10cm，上面用 1cm 高的玻璃棉作垫，上置一贮液漏斗，将新置的镉柱带水加入柱内，边装边轻敲击术，排除柱内空气，加镉粉至 8-10cm 高，上面用 1cm 高的玻璃棉覆盖，上置一贮液漏斗。

当镉柱填装好后，先用 25mL 盐酸洗涤，再用水洗两次，每次 25mL，调节流速至 3-5mL/min，镉柱不用时用水封盖，随时都要保持水平面在镉层之上，不得使镉层夹有气泡。镉柱每次使用完毕后，应先以 25mL 盐酸洗涤，再用水洗两次，每次 25mL，最后用水覆盖镉柱。柱先加 25mL 氯化铵缓冲液，至液面接近海绵镉时，吸取 2mL 硝酸钠标准使用液，控制流速，用 50mL 容量瓶接收，加入 5mL 氯化铵缓冲液，液面接近海绵镉时，加入 15mL 水洗柱，还原液和洗涤一并流入 50 容量瓶中，加 60%醋酸，10mL 显色剂，加水稀释至刻度，混匀。暗处放置 25min，用 1cm 比色杯，以标准零管调节零点，于波长 550nm 处测吸光度，根据亚硝酸盐标准溶液计算还原效率（如镉柱还原率小于 95%，应经盐酸浸泡活化处理）。

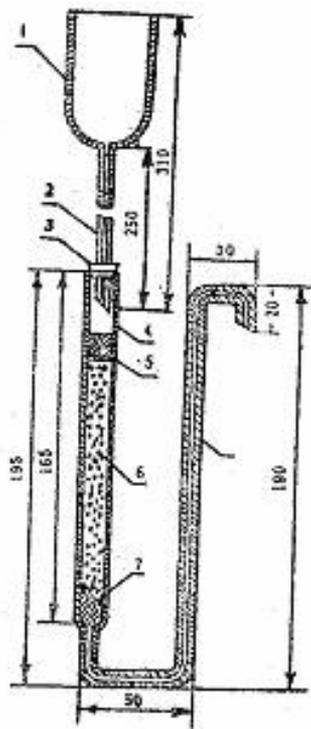


图 2-3-4 镉柱装置图

$$X_2 = \frac{m_3 \times 1.232}{20} \times 100 \quad (\text{式 2-3-5})$$

式中： $X_2$ ——还原效率，%

20——硝酸盐的质量，ug

1.232——亚硝酸盐换算成硝酸盐的系数

3、操作方法：经活化的镉柱，先加 25mL 氯化铵缓冲液，到液面接近海绵镉时，准确吸取样品滤液 10mL，加入镉柱还原，以下按镉柱还原率测定法依法操作。

4、计算

$$X_4 = \frac{(m_5 - m_6) \times 1.232 \times 1000}{m_5 \times (V_4/V_3) \times 1000} \times 100 \quad (\text{式 2-3-6})$$

式中： $X_4$ ——样品中硝酸盐的含量 mg/kg

- $m_4$ ——样品的质量 g  
 $m_5$ ——经镉粉还原后测得亚硝酸钠的总量, ug  
 $m_6$ ——直接测得亚硝酸盐的含量, ug  
 1. 232——亚硝酸盐换算成硝酸盐的系数;  
 $V_4$ ——样品处理液总体积 mL,  
 $V_3$ ——测定用样液体积, mL。

结果的表述, 报告算术平均值的两位有效数字, 允许差: 相对相差 $\leq 10\%$ 。

## 5、说明

- (1) 根据 GB5198-84 和食品中亚硝酸盐限量卫生标准规定 (表 2-3-2)

**表 2-3-2 肉品中亚硝酸盐限量卫生标准**

品种	鱼类 (鲜)	肉类 (鲜)	蛋类 (鲜)	乳粉
指标 (以 $\text{NaNO}_2$ 计), mg/kg	3	3	5	2

GB2760-80 规定: 肉类罐头最大使用量 0.50g/kg, 残留量 $\leq 50\text{mg/kg}$ ; 肉制品 0.15g/kg, 残留量 $\leq 30\text{mg/kg}$ ; 净肉制盐水火腿残留量 $\leq 70\text{mg/kg}$ 。

- (2) 本方法亚硝酸盐方法检出限为 1mg/kg, 硝酸盐方法检出限为 1.4mg/kg

(3) 硝酸盐和亚硝酸盐是食品添加剂中发色剂, 添加在制品中后转化为亚硝酸, 它极易分解出亚硝基, 与肌红蛋白反应生成鲜艳的亮红色的亚硝基血色原, 从而赋予食品鲜艳的红色, 另外, 亚硝酸盐对抑制微生物增殖有一定作用, 与食盐并用, 可增加抑菌, 对肉毒梭状芽孢杆菌有特殊抑制作用。

(4) 亚硝酸盐摄入量过多会对人体产生毒害作用。在 pH6.0-7.0 从-18-22℃温度范围内, 亚硝酸盐与仲胺反应生成亚硝胺, 具有致癌作用, 已得到公认, 另外误食亚硝酸钠为食盐在国内也屡屡发生, 过多地摄入亚硝酸盐会引起正常血红蛋白转变为高铁血红蛋白, 而失去携氧功能, 导致组织缺氧, 引起肠原性青紫症。

(5) 硫酸锌溶液, 在 pH=8.0 产生氢氧化锌是蛋白质沉淀剂, 这是 GB/T5009.33-1996 方法和过去 GB5009.33-85 不同的地方, 后者采用亚铁氢化钾和乙酸锌溶液, 产生亚铁氰化锌沉淀与蛋白质产生共沉淀, 另还应饱和硼砂溶液, 也是蛋白质沉淀剂。

(6) 氨缓冲液除控制溶液的 pH 条件外, 又可缓解镉对亚硝酸根的还原, 还可作为络合剂, 以防止反应生成的  $\text{Cd}^{2+}$  与  $\text{OH}^-$  形成沉淀。

(7) 在制取海绵状镉和装镉术时最好在水中进行, 勿使镉粒暴露于空气中以免氧化, 每次使用完毕后, 应先以 25mL 0.1mol/L 盐酸洗涤, 再用水洗两次, 每次 25mL, 最后用水覆盖镉信, 镉柱还原率应当经常检查。

## 实验四 腌腊类制品的加工

### 目的要求

通过本次实验，要求对腊肉、培根（方肉）、火腿的加工过程有所了解，并初步掌握其加工方法。

### 实验项目

#### 一、腊肉的加工

##### （一）材料及仪器设备

剔骨肋条鲜猪肉及辅料、麻线 10g、腌板 1 块、剥皮刀 1 把、簸箕 1 个、天平（感应量 0.1g）一架、台称 1 台、小缸 2 只、烘烤熏烟炉 1 个、烤箱（公用）、温度计 1 支、铝锅 1 只。

##### （二）加工方法

#### 1、方式腊肉（广味肉或广东腊肉）

（1）原料肉的选择和处理：选择健康猪的腰部、肋部和下腹部的新鲜肉，最好剔去骨头，切成 2-3kg 重的长条肉块。然后，将肉挂在或铺在阴凉通风处，冷凉至 0-10℃，凉透后即可进行加工。

（2）原料肉的修整：将猪肋条肉，去骨切除奶脯，切成 3cm 宽、36-40cm 长、约 0.17kg 重的条肉，肉的一头刺一小洞，以便穿麻线悬挂。然后用 40℃ 的温开水洗去浮油，稍沥干水分，放入配料液中腌制。

（3）配料：每 50kg 修整后的肉，用精盐 1.5kg，硝酸盐 25g，白糖 2kg，酱油 2kg，60 度的大曲酒 0.9kg 配合调制而成。

（4）腌制：将肉浸入配料中，腌制 5-8 h 后，依次穿上细麻线，挂在竹秆上（如余有配料液，可分次涂擦于肉条表面），稍干后，再进行烘制。

广式腊肉感官评定标准（GB2730-81）见表 2-4-1。

表 2-4-1 广式腊肉感官指标

项目	一级鲜度	二级鲜度
色泽	色泽鲜明，肌肉呈鲜红色或暗红色，脂肪透明或呈乳白色。	色泽稍淡、肌肉呈暗红色或咖啡色，脂肪呈乳白色，表面可以有霉点，但抹后无痕迹
组织状态	肉身干爽、结实	肉身稍软
气味	具有广式腊味固有的风味	风味略减，脂肪有轻度酸败味

（5）烘制：用烤房或烤箱烘制，温度掌握在 40-50℃，烘烤 2-3 天即成。烘烤中要上下调换位置，注意检查质量，以防烘坏。此外，还可以用日光曝晒，晚上移进室内，晒数天后，至肉表面出油时即可。但如遇阴雨天气，应及时地进行烘烤，以防变质。

（6）成品：金黄色，味香而鲜美，肉条整齐，不带碎骨，成品率不低于 70%。

## 2、川味腊肉（四川腊肉）

(1)原料肉的修整:选新鲜的猪肉,剔骨带皮,切成长 30-40cm,宽 4-6cm,重 0.7-0.85kg 的长条肉块。

(2)配料:每 100kg 肉,用食盐 7-8kg,花椒 0.1kg,白酒 0.15kg,硝酸盐 2g,混合香料 0.15kg(用桂皮 3kg,草拔 3kg,甘草 2kg 碾成粉末而成)。

(3)腌制:将配料调制均匀,一次涂在肉上,然后将肉块皮面向下,肉面向上(最后一层皮面向上),平放在腌肉缸或腌肉池内,并将剩余的配料均匀地撒在腌肉面上,腌制 3-4 天翻缸一次,再腌 3-4 天,配料全部渗入肉内即可出缸。

(4)水洗:出缸后用 15-20℃的温水洗净肉上的白霜或杂质,然后悬挂在通风处凉干,再进行烘烤。

(5)烘烤:通常用烘干房烘烤,开始时温度为 40℃左右,经过 4-5h 后逐渐加温,最高不超过 55℃,以免烤焦流油,影响品质。最后逐步降温,共计需要烘烤 40-48h。在烘烤过程中,当烤制肉皮略带黄色时,翻竿一次,烤到皮色干硬,瘦肉呈鲜红色,肥肉透明或乳白色时就可以出房。

(6)成品与规格:腊肉出房后,悬挂在空气流通处,散尽热气后即为成品。成品率为 70%左右。其规格是:无骨带皮,形状长条,每块 0.5-0.75kg,长度 27-37cm,宽度 3.3-5.0cm,色泽鲜明,瘦肉具有鲜红色,肥肉透明或乳白色,肉身干爽、结实、有弹性,指压无明显凹痕,具有腊肉固有的风味,不哈不臭。

## 3、腊牛羊肉

陕西省西安市西大街鞏止坡老童家腊牛羊肉铺子,以传统的操作技艺,制作的腊牛羊肉,一直保持肉色红润,肉质酥松,味美可口,食而不腻,闻而不膻的特点著称于世。

(1)腌制:先将牛肉切成 1.5-2 公斤重的大块,剔去大骨,用刀划开裂纹,准备下缸,冬季每缸下生肉 90 公斤,夏季下缸 60 公斤。冬季每 25 公斤下盐 500 克,夏季每 20 公斤下盐 500 克。每缸冬季用井水 20 公斤,夏季用水较多,但以翻肉时水能起浪为准。所腌牛肉每天用木棍挑翻 4-5 次,夏季要勤加翻倒。夏季,腌肉缸要放在凉爽通风之处,防止肉品变质;冬季放在温室中,不使结冻,能使肉色易于变红。冬季一般腌 7 天,夏季只能腌 1-2 天即可出缸。腌肉出缸后,沥去血和盐水,然后用清水冲洗一遍,以保证肉清洁卫生。

(2)煮制:冬季每锅下生肉 90 公斤,用盐 2.5 公斤。夏季每锅下生肉 65 公斤,用盐 3.5 公斤。小茴香 250 克,大茴香 25 克,草果 25 克,桂皮 100 克一并入锅。待水烧开,及时撇净汤沫。每小时要挑翻 1 次。肉熟出锅时,要用锅内热汤把肉上浮油冲刷干净。

羊肉腌制、煮制方法和牛肉大体相同。羊肉配料:以每锅下 6 只羊的羊肉计,用粗纱布包装小茴香 250 克,大茴香 25 克,草果 25 克,花椒 150 克。冬季每锅下盐 2.5 公斤,夏季每锅下盐 3 公斤。

## 二、培根（方肉）的加工

培根(Bacon):即外国式腊肉,因其形状呈长方形,故又名方肉。

### (一)材料及仪器设备

剔骨肋条鲜猪肉及辅料;腌制缸 2 个、剥皮刀 1 把、容器、冰箱、模具、天平(感应量 0.1g)一架、台称 1 台、烘烤熏烟炉 1 个、煤气灶、温度计 1 支、铝锅 3 只。

## （二）加工方法

（1）原料肉的修整：将冷却后的胸部部的肉，剔去肋骨，切除乳头和腹膜，修整边缘，成为长 20-30cm，宽 15cm 的长方形肉块。

（2）腌制：小块腊肉一般不挤血，采用湿淹法进行腌制。将修整后的肉平放在缸内，皮面向下，逐层推叠，最后一层皮面向上，用石头加压，按每 100kg 原料肉，用腌制液 6-10kg，倒入缸中，溶液要高出肉面 10cm 左右。腌制液的配制是：水 100 千克，硝酸盐 350-500 克，食盐 22-25 千克，调味料 200-500 克，砂糖 5-7 千克。腌制温度以 5℃ 为最佳，不得超过 12℃。应根据温度、食盐浓度和肉质等确定腌制的时间，一般是每公斤肉重，腌制 5 天左右。

（3）脱盐及整形：为了使腊肉内外盐味一致，应将腌制后的肉块，放入 10℃ 左右的水中浸泡 2-3h，然后整理成方形。

（4）干燥：将整形后的肉块挂在通风处风干 1-3 天，也可以在 40℃ 以下的烘干房中干燥 2-3h，达到表面干燥，使烟的成分渗透入肉内。

（5）熏烟：将干燥后的肉块挂熏烟室（可与干燥室共用），进行熏烟，一般采用 30-40℃，熏制 7-10h 即可，具体时间按贮藏期的长短而定。

（6）水煮：在食用前必须将肉块放入 70-75℃ 的水中煮 30min 左右，具体时间以肉块中心达到 62-65℃ 为宜。当肉中心达到 60℃ 左右时，肉中气体膨胀，肉块上浮，这时再在 70-75℃ 的温度内煮 30min，以能达到杀菌和除去部分烟熏味等目的，以上共需煮 2-4h。

（7）贮藏：水煮后的方肉，水分含量较高，不宜长期保存。在常温下，不超过 48h。如在 -10℃ 条件下贮藏，可以保存 7 天左右。

生熏方肉，水分较低，含盐量高，在常温下悬挂于阴凉通风处，能保存 3-4 天；在 -10℃ 冷藏，可保存一个月以上。

## 三、火腿的加工

### （一）西式火腿加工

1、材料与仪器设备：肉、辅料；刀具、容器、滚柔机、盐水注射机、软化机、火腿模、蒸煮槽等。

#### 2、加工方法

（1）腌制液的配制：见表 2-4-2

（2）将水加热至 100℃，把辅料置于开水溶解，拌匀过滤，冷却至 2-3℃ 备用。

表 2-4-2 西式火腿腌制液的配制（以 10kg 肉计）

名称	质量 (g)	名称	质量 (g)	名称	质量 (g)
精盐	500	水	5000	亚硝酸钠	3
味精	50	糖	330	白胡椒粉	10
复合磷酸盐	30	生姜粉	5	肉蔻粉	5

（3）原料肉的选择：选择新鲜、脂肪少、瘦肉多的优质肉，剔除筋膜、腱、骨，切成条状或块状，洗净冷却待用。

（4）肉的软化：此过程实际是用机械的方法对肉进行穿刺或切断，破坏筋膜和结缔组织，以便制成质地均匀的火腿。常用的软化机有滚刀型和多针型。

(5) 腌制：目的是改善风味颜色，提高产品的保存性。为了加快腌制速度，通常采用盐水注射法，一般注射量约为肉块总质量的 20-45%。腌制条件为：温度 5-10℃，时间 16-24h。

(6) 滚揉：即为腌制过程，通过一种机械处理，使得肉之间的黏合强度和内聚力提高。滚揉总次数为 2000-6000 次，环境温度为 4-6℃。此外，采用真空滚揉，还能防止氧化，消除成品中的气泡，从而提高产品质量。

(7) 装模：大多是手工装模。其包装形式通常有 3 种：金属罐头包装、模制型料包装、人造肠衣包装。其中模制型包装使用铝或不锈钢材料制成，通常用弹簧对内施加压力，使其质地紧实。

(8) 煮制：连同火腿模一起置于热水槽中加热，使火腿中心温度达 68-72℃，加热时间一般决定于煮制温度和产品单重，根据通常经验，一般为 1h/kg。

(9) 冷却：分两个阶段，先采用冷水冷却，当温度降到 38-40℃时送入 0℃冷库中，保持 12-15h。

(10) 感官评定：感官评定指标见表 2-4-3

表 2-4-3 西式火腿感官评定指标[GB13101-91]

项目	一级鲜度
外观	外表光洁，无黏膜，无污垢，不破损
色泽	呈粉红色或玫瑰红色，色泽均一一致
组织状态	组织致密，有弹性，无汁液流出，无异物
滋味和气味	咸淡适中，无异味，无酸败味

## (二) 烟熏干火腿的加工

1、材料与设备：猪后腿或前腿、辅料；刀具、容器、冰箱、烘烤熏烟炉等。

2、加工方法

(1) 原料肉处理：把猪后腿或前腿冷却到 2℃，再进行剔骨，修整出一个漂亮而光亮的小火腿。

(2) 腌制：加入亚硝酸钠和食盐进行干腌，若进行湿腌，则需把盐液浓度控制在 15 波美度，8℃以下冷库或冰箱中腌制 5-7h。

(3) 清洗：用适量浓度的碳酸氢钠溶液清洗小火腿，再用清水冲洗，擦干。

(4) 干燥：将小火腿放于冷藏室中冷却干燥 5d 左右。

(5) 烟熏：在熏炉中熏制 12h。

(6) 二次干燥：将小火腿放于 12-15℃，RH=70-80%的干燥间吊挂，直到失重 20-30% 后，即为成品。

## (三) 盐水火腿加工

1、实验材料与用具：新鲜或解冻猪肉、食盐、白糖、味精、复合磷酸盐、硝酸盐、葡萄糖、淀粉、抗坏血酸等；去皮刀 1 把、剔骨刀 1 把、砧板 1 块、腌肉容器、滚揉机 1 台、按摩机 1 台、灌装机 1 台、灌装材料等。

2、加工方法

(1) 原料肉的选择整理：选用后腿等瘦肉比较多的部位，剔骨去皮、去脂肪、筋膜、只留精瘦肉，控制肥瘦比为 1: 9。将瘦肉切成 50~100g 的小肉块。

## (2) 腌制

①配料：食盐 3%、硝酸盐 0.05%、复合磷酸盐 300g/100Kg、抗坏血酸 60g/100kg、葡萄糖 50g/100Kg、淀粉 4%、味精 1.5%、糖 2%、水 22%。

②把各种辅料（除淀粉外）溶于水后，加入肉中搅拌均匀，进行腌制。（注意：硝酸盐和磷酸盐分别溶解后加入腌制液）。在 2~4℃温度条件下腌制 48h，以浸提可溶性蛋白质，并使腌料扩散均匀。腌制期间每隔 12h 手工搅拌一次。

(3) 滚揉：滚揉的目的是破坏肌肉的结构，使腌液渗透均匀，充分浸提可溶性蛋白质，增强肉的粘着性。滚揉在专门的滚揉机或按摩机中进行，在 14 小时内滚揉 4 次，每次持续 15~20 分钟，最后一次滚揉时加入淀粉。为节约时间，滚揉可在腌制过程中进行。若无滚揉机可手工翻压代替。

(4) 填充：用玻璃纸粘成长 40cm，直径 6~8cm 的双层圆筒，用线绳将一头结扎；将腌好的肉胚加入灌装机盛料筒，通过灌嘴装入玻璃纸筒，尽量避免气泡形成。灌装后用绳结扎成 "卄" 形。

(5) 煮制：装好的圆腿放入平底锅摆整齐，加水淹没表面，迅速加热使水温升至 80℃，并在 80℃-85℃条件下煮制 3.5 小时左右，检查圆腿的中心温度达 68℃即可。

(6) 冷却、脱模：煮制后的圆腿出锅后，用水浴冷却 20~30 分钟，使肉温降至与水温相同，再在 0℃条件冷却 12 小时左右，使中心温度降至 4℃左右即可脱模。

## 实验五 酱卤类制品的加工

### 目的要求

通过对盐水鸭、板鸭、啤酒鸡的加工操作，了解和掌握酱卤类制品原料、辅料的选择要求，熟悉生产工艺流程、技术要点和机械设备操作要领。

### 实验项目

#### 一、南京盐水鸭的加工

##### (一) 材料与仪器设备

当年健康仔鸭、生姜、葱、八角、盐等。

##### (二) 加工方法

1、选鸭宰杀拔毛后，切去翅膀和脚爪，然后在左翅下开膛，取出全部内脏，用清水冲净体内外，再放入冷水中浸泡 1 小时左右，挂起凉干待腌。

2、腌制：先干腌，用食盐或用八角炒制的盐涂擦鸭体内腔和体表，用盐 2-3 两，擦后堆码腌制 2-4 小时，然后扣卤进行复卤 2-3 小时即可出缸，复卤即用老卤腌制。复卤后的鸭胚，用 6 厘米长的中空竹管插入肛门，再从开口处填入腹腔料，姜 2-3 片，八角 2 粒，葱 1-2 根，然后用开水浇淋鸭体表，使肌肉和外皮绷紧，外形饱满。

3、煮制：水中加三料（葱、姜、八角）煮沸，将鸭放入锅中，开水很快进入内腔，提鸭头放出腔内热水，再将鸭放入锅中让热水再次进入腔内，反复 3-4 次，依次一一将鸭胚放入锅中，压上竹盖使鸭全浸在液面以下，焖煮 20 分钟左右，此时锅中水温约在 85℃ 左右，20 分钟后加热升温到水似开而未开时，提鸭倒汤，再入锅焖煮 20 分钟左右。第二次再升温至 90-95℃ 时，再次提鸭倒汤，然后焖 5-10 分钟，即可起锅，在焖煮过程中水不能开，始终维持在 85℃ 左右，否则水开肉中脂肪熔化，肉质变老，失去鲜嫩特色。

4、冷却切块：煮好的盐水鸭，冷却后切块，取煮鸭的汤汁适量，加少量的食盐和味精，调制成最适口味，浇于切块鸭肉上，即可食用，切块必须冷却后切，否则肉汁易流失，切块不成形。

##### (三) 品评南京盐水鸭

按色、香、味、形和嫩度照该产品标准评定

#### 二、南京板鸭的加工

##### (一) 材料与仪器设备

活鸭、辅料、盐卤；刀具、宰杀架、容器、脱毛机等。

##### (二) 加工方法

原料选择→宰杀→烫褪毛→开口取内脏→清洗→腌制→成品

1、活鸭的选择：选择健康、无损伤的活鸭且为肉用型，以两翅下有“核桃肉”，尾部四方肥为佳，活重在 1.5 千克以上。

2、宰杀：以口腔宰杀为佳，可保持商品完整美观，减少污染，但为易拉出内脏起见，

目前多采用切断三管法，为便于放血干净和内脏易于处理，宰前 12hr 即停止喂食，不断饮水，宰杀要注意以切断三管为度，刀口过深易掉头和出次品。

### 3、烫褪毛

(1) 烫毛：水温以 63-65℃为宜，水量要多便于鸭尸搅烫均匀，一般 2-3 分钟，温度过高，制得的成品皮色不好；过低，脚爪不能脱皮，大毛不易拔动，且皮易撕破。此外，浸烫时间过长，则毛孔收缩，尸体发硬，褪毛就很困难。

(2) 褪毛：先拔翅羽毛，次拔背毛，再拔腹脯毛、尾毛、颈毛，此称为抓大毛。拔完后随即拉出鸭舌，再投入冷水中浸洗，并用镊子拔净小毛、绒毛，称为净小毛。

### 4、开口取内脏

(1) 下四件：即两翅、两腿脚，从翅、腿中间关节处切断，小腿骨齐须露出，并不拉筋，否则会造成腿部空虚而成次品。

(2) 开口：将左翅提起，用刀在肋下垂直向下切深约 3cm，并可听到一声“扑”的声音。再将刀向上划至翅根的中部，再向下划至腰窝，形成一月牙形口子，长 7-8cm，注意一定要与鸭体平行围绕核桃肉，防止口子偏大，因为鸭子食道偏右，便于拉出食道，故开口在右翅下，顺手用指头在泄殖腔口挤出生殖器并割去。

(3) 挖心脏：用左手抵住胸部，用右手大拇指在月牙口子下部推断肋骨，抽出心脏，然后拉出食道和素囊，若遇公鸭，须挖出喉节。

(4) 取鸭肫：用右手食指，由月牙口子伸入腹腔，先将内脏和体壁相连的筋膜搅断，用力拖出鸭肫，抽出食道，扯出肠子，于是全部消化系统由月牙口子内拉出，最后取出鸭肺。按上述方法取出内脏后，鸭子空腹，但外观完整美观，与没有取出内脏的光鸭一样。

### 5、清膛水浸

(1) 用清水清洗体腔内残留的破碎内脏和血液，从肛门内把肠子断头拉出剔除，注意切勿将腹膜内脂肪的油皮割断，以免影响成品品质。

(2) 水浸（冷水拔血）：将洗净的鸭尸浸泡于冷的清洁水中，浸 3-4h。

(3) 沥水：将体腔内残留的水沥净，并挂起鸭子沥水晾干。

### 6、腌制

(1) 腌制前的准备

①炒磨食盐：腌鸭用的食盐，一般用粗盐经过炒熟磨细工序。

②炒制过程中放茴香，加量以 0.2-0.3 千克/100 千克盐。

③新卤的配制：采用浸泡鸭尸的血水，加盐配成，每百千克血水，加粗盐 75 千克，放锅内煮成饱和溶液，撇去血沫与泥污，用纱布滤去杂质，再加辅料，每 200 千克卤水放入大片生姜 100-150 克，八角 50 克，葱 150 克，使卤具有香味，冷却后成新卤。

④老卤：新卤经过腌鸭多次使用和长期贮存即成老卤，愈老愈好，这是因为腌制鸭子后一部分营养物质渗进卤水，每烧煮一次，卤水中营养成分愈浓厚，而每批鸭子在卤中互相渗透、吸收，促进鸭子味道愈好。

⑤卤的保管：盐卤以保持澄清为原则，每腌一次，一部分血液拨入盐卤中，使盐卤成淡红色，并混浊，因此盐卤澄清工作一定要定期进行，每腌 4-5 次，必须烧卤，否则变质发臭，造成次品及带臭味，板鸭生产结束后，每年 5 月份进行一次烧卤，并补充食盐，使卤水保持在 22-25° Be'。腌制前必须检查卤水和烧卤工作。

(2) 腌制过程

①擦盐：一般用盐量为鸭重的 1/15，约 150 克左右，方法是先取 1/3-2/3 的盐放进右翅下月牙口子内，然后把鸭子放在案板上左右前后翻动，再用左食指、中指伸入泄殖腔，同时提起鸭子使盐倒入腔部，这样可使胸部、腹腔布满食盐，腌制均匀且透彻。其余食盐一部分抓在掌中，在两鸭大腿下部向上抹，则大腿肌肉因抹盐的压力就离开了腿骨向上收缩，盐分由骨肉脱离处空隙入内，再将余盐放颈部刀口处及鸭嘴内，其余少量盐放在胸部两旁肌肉上，用手轻轻揉搓，叠放缸中，进行干腌。

②扣卤：干腌 12h 以后，肌肉内部分血水浸出存留在体腔内，此时鸭尸被盐腌紧缩，为了使体腔内血卤很快排出，用左手提鸭翅，右手二指撑开泄殖腔，放出盐水，此工序为扣卤，必要时再叠放 8h，进行第二次扣卤，目的是腌透并浸出血水，使肌肉洁白美观，此血水经烧煮后，作新卤处理。

③复卤：扣卤后进行湿腌，从开口处灌入老卤，再浸没老卤缸内，使鸭尸全部淹入老卤中即为复卤，经 24h 出缸，从泄殖腔处排出卤水，挂起滴净卤水。

④叠坯：将流尽卤水的鸭尸放在案板上，背朝下，腹部向上，用手掌向下压鸭的胸部，压成人字骨，使鸭呈扁平形，再把四肢排开盘入缸中，头向缸中心，以免刀口渗出血水污染鸭体，一般叠坯 2-4 天后进行排坯。

⑤排坯：将鸭取出，用清水净体，但勿使清水流入鸭体内，挂在木档钉上，用手将颈拉开。胸部拍平，挑起腹肌，以达到外形美观。置于通风处风干，鸭子皮干水净后，再收后复排，加盖印章（一般在鸭左侧）送入仓库晾挂，鸭体互不接触，经 2 周后，即成板鸭。

### （三）食用方法

先将鸭子放在冷水中浸泡，经过一定时间，待鸭体变软即可，然后用一段 10cm 左右的中空竹管插入鸭体肛门处的孔中，一半留在体外。向锅中放清水，加葱、姜、八角适量，煮沸，将鸭投入其中，待热水灌满腹腔后，提起鸭腿，倒出腹内汤水，再掺入约占锅内汤水量的 1/6 的冷水，以略小于锅的盖子压住鸭身，焖煮半小时，加热烧至锅边冒起连珠小泡时（称为第一次抽丝），再停火焖半小时，提腿倒汤，第二次加热，将水烧至第二次抽丝时，停火焖 5-10 分钟，即可煮熟。

鸭子是否煮熟，可用手指检验，以大拇指掐胸部两旁的肌肉若感觉肌肉发软，且有油鼓起来，则已煮熟。

煮熟的板鸭，需待冷却后切片食用，这样可避免油脂的流失。

### （四）南京板鸭成品的质量规格

特级板鸭：肌肉丰满，全身有明显的脂肪，尾部脂肪丰满。重量在 1.7kg 以上。

一级板鸭：肌肉较良好，身部有明显脂肪，尾部脂肪丰满。重量在 1.5-1.6kg。

二级板鸭：鸭肉较良好，身部有少量脂肪，尾部脂肪欠丰满。重量在 1.2-1.4kg。

三级板鸭：有一般肥膘，重量在 1-1.2kg。

四级板鸭：重量在 1kg 以下。

## 三、啤酒鸡的加工

### （一）材料及仪器设备

肉用仔鸡、盐、八角、花椒、草果、姜、啤酒、豆蔻、白芷、台称、注射器、刀具、锅、煤气炉、封口机。

### （二）配料

按加工原料鸡 100 公斤算：盐 0.8kg、八角 40g、草果 20g、姜 30g、白芷 10g、豆蔻 30g、啤酒 3kg、酱油 200g、味精少许。

### （三）加工方法

选鸡→宰杀放血→清洗去小毛→去内脏→漂洗→沥水→注射腌制→控干水分→包装→成品冷藏→蒸煮食用

1、选鸡：选择 50 日龄 1.3-1.5 公斤左右的肉用仔鸡。

2、宰杀放血：候宰鸡先禁食 12 小时，切断三管部放血，60-63℃浸烫脱毛。

3、清洗去小毛：将宰杀后的鸡冲洗去小毛。

4、去内脏、漂洗、沥水：腹下开膛取出全部内脏和法氏囊冲洗内外，沥干水分，冷却待用。

5、腌制液的配制：将调料（除盐、酱油、味精、啤酒）于沸水中煮沸 30 分钟，再将盐、啤酒、味精、酱油倒入料液中煮沸 2-3 分钟即停火，冷却备用。

6、注射腌制：用注射器将料液注入鸡体内，注射总量为鸡胴体重的 10-15%，然后将鸡放入腌制液中在 2-4℃的条件下腌制 10-16h。

7、控干水分：将腌制好的鸡捞出控干水分。

8、包装：用封口机将沥干水分的鸡包装密封。

9、成品冷藏：将包装好的鸡放于 0-2℃冷藏。

10、食用：食用时将鸡去掉包装，在锅中蒸至 20-30 分钟，即可食用。

### （四）品尝鉴定

按色、香、味、形的标准来评定，应突出鸡的啤酒香气和鲜的特点。

## 实验六 烧烤类制品的加工

### 目的要求

通过对南京烤鸭、道口烧鸡、烤鸡的加工操作，初步掌握烧烤类制品的加工特点及工艺要领，熟悉三种特色烧烤类产品的加工技术。

### 实验项目

#### 一、南京烤鸭的加工

##### (一) 材料和设备

活鸭、葱、姜、八角、酱油、盐、糖、味精、刀具、烤炉

##### (二) 加工方法

选料→宰杀、清洗→挂色灌汤→挂炉烤制→成品

1、选料：烤鸭的原料必须选用当年长成经肥育的健康肉鸡，以2月龄左右活重2.5公斤以上的最为适宜。

2、宰杀、清洗：宰前12小时停止喂食，但给予饮水，采用切断三管颈部放血法宰杀，烫毛水温为63-65℃，时间约2-3分钟，拔毛后，切去翅膀和脚爪，拉出鸭舌，然后在右翼下开膛，取出全部内脏，用清水把鸭体内残留的破碎内脏和血污冲洗干净，再放入冷水里浸泡1小时左右，以除净体内存血，然后晾挂沥干水分，用100℃水浇淋烫皮。

3、挂色灌汤：烫皮后，用饴糖均匀涂抹鸭体表全身，然后放通风处晾干，进炉前，用一根8厘米左右的竹管插入鸭体肛门中，再从翅下开口处向腹腔内放入八角2粒，生姜2-3片、葱2根，然后向体腔内灌入100℃开水70-100毫升，进炉烤制。

4、挂炉烤制：鸭子挂入烤炉后，先以180℃烤制30-40分钟，以达烤熟目的，再升温至240℃左右，爆烤5-10分钟，以达爆色产香，至鸭的全身呈枣红色，均匀一致，即可出炉。烤鸭出炉后，首先拔出肛门中的竹管，收集腔内汤汁，并加入少量的开水，再放入味精、酱油、盐、糖，煮沸后待用。烤鸭冷却后，切块放入盘中，然后烧上调制好的汤汁即可食用。

##### (三) 品评南京烤鸭

按色、香、味、形对照该产品标准进行评定。

#### 二、道口烧鸡的加工

##### (一) 选料、整理

选用半年以上1年以内的1~1.25Kg重的鸡，以雏鸡和肥母鸡为佳。宰杀前禁食12-14小时，采用颈部宰杀法宰杀、放血，浸烫水温为65-68℃，脱净全身羽毛，然后腹下开膛，掏出内脏，斩去两爪，洗净血污，排除口腔内污物。

##### (二) 撑鸡造型

清洗后的鸡放在加工台上，腹部向上，左手稳住鸡身，右手用利刀将肋骨切开。根据鸡的大小，用一束高粱秆在腹内把鸡撑开，再将两腿插入刀口内，两翅交叉插入鸡的口腔，形成两头尖的半圆形造型，用清水漂洗一遍，挂在绳上，晾去水分。

### （三）配料

主要沿用多年老汤，佐以八味辅料。每煮 100 只鸡，配料的比列是：砂仁、豆蔻各 15g，丁香 3g，草果、陈皮各 30g，肉桂、白芷、良姜各 90g（无老汤时，用量加倍）。盐的用量，一般 2-3Kg，亚硝酸钠 15-18g。用开水溶化，除去杂质，根据煮鸡次数和不同气候以及群众口味，适当增减。

### （四）炸鸡（也称为烧鸡）

将晾去水分的鸡坯涂上糖稀或蜂蜜水，比例为：糖稀（蜂蜜）占 40%，水占 60%。然后用花生油或菜籽油（最好用鸡油）加热到 150~180℃，将鸡放入油锅内翻炸约 1 分钟，成橘黄色时即可捞出。

### （五）煮制

按数量多少，配以八味辅料。把油炸的鸡顺序平摆在锅内，兑入老汤煮沸后，每百只鸡再用 18g 火硝放入鸡汤中溶化。从而保证烧鸡色泽鲜艳，表里如一，然后用小火焖煮，直到煮熟为止。从汤沸时算起母鸡一般煮 3-5 小时，公鸡一般煮 2-4 小时。但要根据季节、鸡龄及种类不同而灵活掌握，以防止过火或欠火，降低质量，整个焖煮过程中，掌握火候极为重要，这与烧鸡产生鲜味和香味，保持独特风味有很大关系。

### （六）出锅捞鸡

事前准备工具，眼疾手快，稳而准地将鸡一只只从锅中捞出，要确保造型，不破不碎。否则不仅影响外形，也给包装携带造成一定困难。

### （七）制成品的规格

要求鸡身色泽浅红，稍带黄底。鸡皮不破不裂造型完整，甜咸适口，鸡肉不碎烂，而且一咬定茬的为正品。

## 三、三特（鲜、香、嫩）烤鸡的加工

### （一）材料及仪器设备

肉仔鸡、生姜、葱、花椒、八角、香菇、食盐、香油、鲜辣粉、电烤炉、台称、腌制缸、刀具、锅、电炉。

### （二）配料

1、腌制料：按 10 公斤腌制液计，生姜 20 克、葱 30 克、八角 30 克、花椒 20 克、香菇 10 克、食盐 1.7 公斤、香油适量。

配制：将八角、花椒包入纱布与香菇、葱和生姜放入水中煮制，煮沸后将料水倒入腌制缸内加盐溶解，冷却至室温备用。

2、腹腔涂料：香油或精炼鸡油 100 克，鲜辣粉 50 克，味精 15 克，拌匀，约涂 20-30 只鸡、

3、腹腔填料：每只用生姜 2-3 片（约 10 克）、葱 2-3 根（15 克）、香菇 2 块（约 10 克），姜切片、葱打成结，香菇预先温水浸软。

4、浸烫皮料：饴糖与水为 1：10 的比例配制，在电炉上煮沸待用。

### （三）加工方法

选鸡→宰杀→整形→腌制→涂料→填料→浸烫皮料→烤制→包装→成品

1、选鸡：标准型的三特烤鸡是选用肉用仔鸡，50日龄体重1.5-2公斤，这样的鸡肉质香嫩，净肉率高，成品烤鸡，出率高，风味佳、

2、宰杀：按要求选好的原料鸡，经放血、浸烫、脱毛、腹下开膛，取出全部内脏。

3、整形：将全净膛光鸡，先去脚爪，再将放血处的颈部表皮横切断，向下推脱颈皮，切断颈骨，去掉头颈，再将两翅反转成八字形。

4、腌制：将整形后的光鸡，逐只放入腌缸中，用压盖将鸡压入液面以下，腌制时间1小时，腌好后，将鸡捞出，挂起晾干。

5、涂放腔内涂料：把腌好的光鸡放在案桌上，用带园头的棒具，挑约5克左右的涂料插入腹腔，向四壁涂抹均匀。

6、填放腹内填料：向每只鸡腹腔内填入生姜2-3片，葱2-3根，香菇2块，然后用钢针绞缝腹下开口，不让腹内汁液外流。

7、浸烫皮料：用钩将鸡放入煮沸的皮料中浸烫1分钟，至表皮微黄绷紧，挂起晾干，待烤。

8、烤制：一般用远红外电烤炉，先将炉温升到100℃后，将鸡挂入炉内，当炉温升到180℃，恒温烤20分钟，再将炉温升至240℃，再烤5-10分钟，当鸡体全身上色均匀，达到桔红色或枣红色时，立即出炉，趁热在鸡表擦上一层香油，使表皮红艳发亮，包装后即成为成品。

#### （四）食用方法

三特烤鸡热食风味更佳。

# 实验七 肉干类制品的加工

## 目的要求

通过本次实验，要求对肉松、肉干、肉脯的加工过程有所了解，并初步掌握其加工特点及工艺要领。

## 实验项目

### 一、肉松的加工

肉松是我国著名特产，具有营养丰富、美味可口、携带方便等特点，肉松是以瘦肉除去水分而制成，故畜禽的瘦肉和鱼肉都可以加工肉松，其中以猪肉松、牛肉松、鸡肉松为最多。一般的加工方法如下

#### (一) 材料及用具

瘦肉、酱油、精盐、白糖、白酒、生姜、茴香、八角、味精、刀、深底锅、炒锅、煤气灶、锅铲、砧板。

#### (二) 加工方法

1、原料肉的处理：选择瘦肉多的后腿为原料，除去腱、膜、脂肪和骨头，顺瘦肉纹路切成 3-4cm 的方块。

2、配料：按 100kg 瘦肉计算，盐 1.67%、酱油 7%、白糖 11%、50° 白酒 1%、大茴香 0.38%、生姜 0.28%、味精 0.17%；

3、加工方法：将切好的瘦肉块放进深底锅中，加水到淹没肉面程度，将生姜、香料用纱布包起同时放入锅中进行水煮，分以下三个阶段进行。

(1) 肉烂期（大火期）：用大火煮，直到煮烂为止，大约需 4h 左右，煮肉期间要不断加水，以防煮干，并撇去上浮的油沫，检查肉是否煮烂，可用筷子夹住肉块，稍加压力，如果肉纤维自行分离，可认为肉已煮烂，这时可将其他的调味料全部加入，继续煮肉，直到汤煮干为止。

(2) 炒压期（中火期）：取出纱布包，采用中等火力，用锅铲一边压散肉块，一边翻炒，注意炒压要适时，因为过早炒压工效很低，而炒压过迟，肉太烂，容易粘锅炒糊，造成损失。

(3) 成熟期（小火期）：用小火勤炒翻，操作轻而均匀，当肉块全部炒松散和炒干时，颜色即由灰棕色变为金黄色，用手指压挤肉松没有汁液渗出即成为具有特殊香味的肉松。

为了使炒好的肉松进一步蓬松，可利用滚筒式擦松机将肌肉纤维擦开，再用振动筛将长短不齐的纤维分开，使产品规格整齐一致。

(4) 包装和贮藏：肉松的吸水性很强，长期贮藏最好装入玻璃或马口铁罐中，短期贮藏可装入食品塑料袋内，刚加工成的肉松趁热装入预先经洗涤、消毒和干燥的玻璃瓶中，贮藏于干燥处，可以半年不会变质。

#### 4、肉松（太仓式）卫生标准（GB2729-81）

(1) 感官指标：呈金黄色或淡黄色，带有光泽，絮状，纤维纯洁疏松，无异味异臭。

(2) 理化指标见表 2-7-1

表 2-7-1 肉松理化指标

项目	指标
水分	≤20

(3) 细菌指标见表 2-7-2

表 2-7-2 肉松细菌指标

项目	指标
细菌总数 (个/克)	≤30, 000
大肠菌群 (个/100 克)	≤40
致病菌 (系指肠道致病菌及致病性球菌)	不得检出

## 二、肉干的加工

肉干是用新鲜的猪、牛、羊等瘦肉切成小块，经煮熟后加入配料复煮、烘烤而成的肉制品，因其形状多是 1cm<sup>3</sup> 大小的块状，所以叫肉干，按原料分为猪肉干、牛肉干等；按配料分为五香肉干、辣味肉干和咖喱肉干等。

### (一) 材料及仪器设备

瘦肉及辅料、细孔铁丝肉 (60×70cm<sup>2</sup>)、烘箱。

### (二) 加工方法

表 2-7-3 咖喱牛肉干的配料

配方	物料	用量	物料	用量
配方一	精瘦肉	100 千克	食盐	3 千克
	白砂糖	14 千克	酱油	4 千克
	味精	600 克	曲酒	1.4 千克
	咖喱	500 克	辣椒粉	500 克
配方二	精瘦肉	100 千克	食盐	2 千克
	白砂糖	7 千克	酱油	7 千克
	味精	200 克	曲酒	1 千克
	桂皮	1.2 千克	葱	2 千克
	丁香	30 克	姜	800 克

1、原料肉的处理：多采用新鲜的猪肉和牛肉，以前后腿的瘦肉为最佳，先将原料肉的脂肪和筋腿剔去，然后洗净沥干，切成 0.5 千克左右的肉块。

2、配料：配料方法很多，见表 2-7-3

3、烘烤：将肉丁或肉片铺在铁丝网上用 50-55℃进行烘烤，要经常翻动，以防烤焦，需 8-10h 烤到肉发硬变干，有芳香味时即成肉干，牛肉干的成品率为 50%左右，猪肉干的成品率约为 45%。

4、包装和贮藏：肉干用陶瓷缸或分装塑料袋热合封口，可在常温下保存 2 个月；用纸袋包装后，再焙烤 1h，可以防止发霉变质，能延长保存期，装入玻璃瓶或马口铁罐中，约可保藏 3-5 个月，肉干受潮发软，可再次烘烤，但滋味较差。

### 三、肉脯的制作

#### (一) 配料

- 1、靖江猪肉脯：白糖 13.5%、酱油 8.5%、胡椒 0.1%、鲜鸡蛋 3%、味精 0.2%
- 2、汕头猪肉脯：白糖 16%、酒 1.5%、鱼露 12%、鲜鸡蛋 3%、胡椒 0.2%。
- 3、湖南猪肉脯：白糖 16%、大曲酒 2%、盐 2.8%、味精 0.3%、芝麻 6%、硝酸钠 0.05%、鱼露 12%。

#### (二) 仪器设备

方型肉模、冷库（或冰箱）、容器、筛盘、烘房（或干燥箱）

#### (三) 加工方法

选料、整理→冷冻→腌渍→烘烤→包装和贮藏→成品

1、选料、整理：选用新鲜猪后腿瘦肉为原料，剔骨，除去肥膘，筋膜等结缔组织，顺着肌纤维方向将瘦肉切成小块，洗去油浮。

2、冷冻：将肉块装入方型肉模内，压紧以后入冷库速冻，使肉块深层温度达-2~-4℃，再用切片机切成 0.2cm 的薄片。

3、腌渍：将肉片稍微解冻后，按配方加入各种配料，拌匀后，浸渍 0.5-1 小时，待肉片充分吸收配料后将肉片平摊在筛盘上，即可烘烤。

#### 4、烘烤

第一阶段：烘房温度为 65℃，时间 5-6 小时；

第二阶段：温度为 200-250℃，时间约 1 分钟，至肉片收缩出油，呈棕红色，即时出烘房，然后用压平机压平，再将肉片切成 8×12cm 长方块。

5、包装和贮藏：将长方块的肉脯，装入食品袋中，真空封口，外加硬纸盒包装，成品分 500 克、250 克、100 克、50 克等包装。

# 实验八 香肠类制品的加工

## 目的要求

通过对腊肠、香肠、灌肠的加工操作，要求初步掌握它们的加工特点及工艺要领。

## 实验项目

### 一、腊肠的加工

#### (一) 配料

1、广式香肠：原料肉 10kg、精盐 0.32kg、白糖 0.7kg、酱油 0.1L、白酒 0.2L、味精 20g、亚硝酸钠 1g（用少量水溶解后使用）

2、麻辣香肠：原料肉 10kg、精盐 0.25kg、白糖 0.3kg、酱油 0.1L、白酒 0.2L、味精 20g、花椒粉 15g、胡椒粉 30g、五香粉 30g、辣椒粉 80g、姜粉 20g、硝酸钠 4g（用少量水溶解后使用）

#### (二) 仪器设备

刀、切丁机、绞肉机、灌肠机、容器、排针、烘炉等

#### (三) 加工方法

1、肠衣的制备：取清除内容物的新鲜猪或羊小肠，剪成 1m 左右的小段，翻出内层洗净，置于平木板上，用有棱角的竹刀均匀用力刮去浆膜层、肌肉层和粘膜层后，剩下的色白而坚韧的薄膜（粘膜下层）即为肠衣。刮好、洗净后泡于水中备用。若选用盐渍肠衣或干肠衣，用温水浸泡，清洗后即可。

2、原料肉预处理：选用猪后臀，肥瘦比为 3：7 为宜。瘦肉绞成 0.5-1.0cm<sup>3</sup> 的肉丁，肥肉用切丁机或手工切成 1cm<sup>3</sup> 的丁后用 35-40℃ 热水漂选去浮油，沥干水备用。

3、腌制灌装：将绞切后的肉及其他辅料搅拌均匀，腌 30min 后即可灌入肠衣，按要求长度结扎。

4、刺孔漂洗：用排针刺孔排气后，置于温水中将肠衣漂洗干净。

5、日晒或烘烤：将漂洗干净的肠悬挂于日光下晒 4-5d 至肠衣干缩并紧贴肉馅后进行烘烤。烘烤温度 50℃ 左右，时间 36-48h。若遇阴天，可直接进行烘烤，但时间需酌情延长。

6、成熟：将日晒或烘烤后的肠悬挂于通风透气的成熟间，20d 左右即可产生腊肠独有的风味。出品率为 65% 左右。

### 二、香肠的加工

#### (一) 原材料和设备

新鲜猪肉（包括瘦肉和肉膘）、肠衣（猪、羊干肠衣）、食盐、亚硝酸盐、酱油、白砂糖、白酒、混合香料、天平、称、盆盘盛器、砧板、刀、灌肠工具、烘烤设备。

#### (二) 加工方法

##### 1、原材料的选择及处理

(1) 猪肉：以新鲜猪后腿瘦肉为主，夹心肉次之（冷冻肉不用），肉膘以背膘为主，

腿膘次之。剥皮剔骨，除去结缔组织，各切成小于 1cm<sup>3</sup> 的肉丁，分开放置。硬膘用温开水洗去浮油后沥干待用。

(2) 配方：见表 2-8-1

表 2-8-1 几种香肠配方

配方	物料	用量	物料	用量	物料	用量
无硝腊肠	猪后腿瘦肉	70 千克	白膘丁	30 千克	60 度大曲酒	3 千克
	白砂糖	8 千克	白酱油	0.5 千克	精盐	3-3.4 千克
	液体葡萄糖	2 千克				
武汉腊肠	瘦猪肉	75 千克	切丁肥肉	30 千克	硝酸盐	50 克
	细盐	3 千克	汾酒	2.5 千克	味精	0.3 千克
	白糖	4 千克	生姜粉	0.3 千克	白胡椒粉	0.2 千克
四川香肠	瘦猪肉	80 千克	肥肉	20 千克	精盐	3 千克
	白糖	1 千克	白酱油	3 千克	花椒	0.1 千克
	白酒	1 千克	混合香料	0.15 千克		

(3) 其他材料的准备：肠衣用新鲜猪或羊的小肠衣。干肠衣在用前要用温水泡软洗净，沥干水后在肠衣一端打一死结待用，麻绳用于结扎香肠。一般加工 100 千克原料用麻绳 1.5 千克。

2、拌料：按瘦、肥 7：3 比例的肉丁放入容器中，另将其余配料用少量温开水（50℃ 左右）溶化，加入肉馅中充分搅拌均匀，使肥、瘦肉丁均匀分开，不出现粘结现象，静置片刻即可用以灌肠。

3、灌制：将上列配置好的肉馅用灌肠机灌入肠内（用手工灌肠时可用搅肉机取下筛板和搅刀，安上漏斗代替灌肠机），每灌到 12-15 厘米时，即可用麻绳结扎，待肠衣全灌满后，用细针（百支针）戳洞，以便于水分和空气外泄。

4、漂洗：灌好结扎后的湿肠，放入温水中漂洗几次，洗去肠衣表面附着的浮油盐汁等污渍物。

5、日晒、烘烤：水洗后的香肠分别挂在竹竿上，放到日光下晒 2-3 天。工厂生产的灌肠应进烘房烘烤，温度在 50-60℃（用炭火为佳），每烘烤 6 小时左右，应上下进行调头换尾，以使烘烤均匀。烘烤 48 小时后，香肠色泽红白分明，鲜明光亮，没有发白现象，烘制完成。

6、成熟：日晒或烘烤后的香肠，放到通风良好的场所凉挂成熟。一般一根麻绳 2 节香肠（一对）进行剪肠，穿挂好后凉挂 30 天左右，此时为最佳食用时期。成品率约为 60%。规格为每节长 13.5 厘米，直径 1.8-2.1 厘米，色泽鲜明，瘦肉呈鲜红色或枣红色，肥膘乳白色，肉身干爽结实，有弹性，指压无明显凹痕，咸度适中，无肉腥味，略有甜香味。

在 10℃ 下可保藏 4 个月。

### 三、灌肠的加工

#### (一) 材料及仪器设备

猪肉、牛肉、肠衣、淀粉、食盐、硝酸盐（ $\text{NaNO}_3$  或  $\text{KNO}_3$ ）、白糖、料酒、胡椒粉、桂皮、大茴香、生姜粉、味精、蒜（去皮）；绞肉机、拌和机、剁肉机、灌肠机、烘房、冷库。

## （二）加工方法

### 1、原材料整理、腌制

（1）整理：生产灌肠的原料肉，应选择脂肪含量低、结着力好的新鲜猪肉、牛肉。要求剔去大骨头、剥去肉皮，修去肥油、筋头、血块、淋巴结等。最后切成拳头大小的小块，将猪膘切成 1 厘米见方的膘丁，以备腌制。

各种灌肠配料见表 2-8-2

（2）腌制：每 100 千克原料加入 3-5 千克精盐（3.5 千克），硝酸钠 50 克，磨细拌和均匀后拌合在切好的肉块上，装入容器腌制 2-3 天。大规模生产时，须在  $5^{\circ}\text{C}$  以内的条件下进行。等肉块切面变成鲜红色，且较坚实有弹性，无黑心时腌制结束。肥膘的腌制，一般以带皮的大块肉膘进行腌制，也可腌去皮的脂肪块，将按配料比例混合好的硝酸盐，均匀地揉擦在脂肪上，然后移入  $10^{\circ}\text{C}$  以下的冷库内，一层层地堆起，经 3-5 日脂肪坚硬，切面色泽一致即可使用。

### 2、制馅

（1）绞碎：腌制后的肉块，需要用绞肉机绞碎。一般用 2-3 厘米孔径粗眼绞肉机绞碎。牛肉纤维坚实，硝酸盐不易渗入，所以要多一道工序，即在加入硝酸盐后，先用大眼（1.3cm）绞肉机绞碎，并搅拌后再冷却。在绞碎时必须注意，由于与机器摩擦而温度升高，尤其在夏天更应注意，必要时须进行冷却。

（2）剁碎：原料须经剁碎工序（大红肠、小红肠必须经剁碎工序）。剁碎的程序是先剁牛肉后剁其他原料。因为牛肉的脂肪较少，较耐热。牛肉置入剁肉机时，须同时加适量的水（夏季用冰屑水）和预先配好的配料，再加入猪肉混合剁碎至浆糊状，有粘性时，再翻入搅拌机和膘丁搅拌均匀即成肉馅。剁制时加水量一般每 100 千克原料为 30-40 千克，根据原料干湿程度和肉馅是否具有粘性为准，灵活掌握。

（3）拌馅：通常是将剁碎的牛肉和规定量的水在拌馅机中混合，经 6-8min，水被肉充分吸收后，再按配方规定加入香料，然后加入猪肉，混合 4-6min，最后加入膘丁充分混合 2-3min。淀粉必须先以清水调合，除去底部杂质后，在加肥肉丁前加入。拌馅时间应以拌好的肉馅弹力好，包水性强，没有乳状分离，脂肪块分布均匀为宜。肉馅温度不应超过  $10^{\circ}\text{C}$  为宜。

3、灌制：灌制过程包括灌馅，捆扎和吊挂等工作。在装馅前对肠衣进行质量检查。肠衣必须用清水冲洗，不得有漏气。灌制前将肠衣按规格要求剪断，用纱绳扎好一头，一头套在灌肠机的管子上进行灌馅，待灌满后，用手或扎绳机将肠衣顶端用纱绳结紧。口径大或质量差的肠衣，大多在灌肠半腰处加扎一道纱绳，并与肠衣顶端纱绳连结，以防肠子中断。灌好的肠子，须用小针戳孔放气。灌制时必须掌握松紧均匀，肠子过松，易于渗入空气变质，过紧则肉馅膨胀而使肠衣破裂。每根灌肠上端结以约 10 厘米长的双道纱绳，悬挂于木棒上，待烘烤。吊挂灌肠互相之间不应紧贴在一起，以防烘烤时受热不均。

表 2-8-2 几种中式（改良）灌肠配料表

名称	瘦猪肉		肥猪肉		其他配料(kg/50kg 肉馅)	备注
	重量(kg)	规格筛板孔径(mm)	重量(kg)	规格(cm <sup>3</sup> )		
哈尔滨红肠	38	2-3	12	1	淀粉 3.0, 味精 0.045, 胡椒粉 0.045, 大蒜 0.15, 硝酸钠 0.025, 精盐 1.75-2	
松江肠	38.5	2-3	8.5	0.25-0.4	淀粉 2.0, 味精 0.045, 大蒜 0.05, 胡椒粉 0.07, 桂皮粉 0.025, 硝酸钠 0.05, 精盐 1.75-2.0	用牛拐头灌制
一号茶肠	38.5	肉泥	8.5	0.8	淀粉 2.0, 味精 0.09, 胡椒粉 0.04, 豆蔻粉 0.025, 大蒜 0.35-0.40, 硝酸钠 0.05, 精盐 1.75-2.0	
小干肠(阿怀尼肠)	38.5	2-3	8.5	0.4-0.5	淀粉 2.0, 味精 0.09, 胡椒粉 0.09, 桂皮粉 0.05, 大蒜 0.075, 白糖 0.25, 硝酸钠 0.05, 精盐 1.5-1.75	用羊小肠衣灌制
北京香雪肠	25	2	25	1	淀粉 7.5, 味精 0.05, 鲜姜 0.5, 香雪酒 1.0, 硝酸钠 0.025, 精盐 2.0	
普通猪肉灌肠	30 20	粗粒 细粒	5	1	淀粉 2.5, 味精 0.31, 胡椒粉 0.063, 五香粉 0.30, 小茴香 0.31, 白糖 1.25, 大曲酒 0.25, 硝酸钠 0.025, 精盐 1.75	
沈阳长征肠	42.5	肉泥	5	绞碎	淀粉 2.5, 胡椒粉 0.07, 味精 0.1, 大蒜 0.25, 茴香 0.05, 香油 0.25	

4、烘烤：为使灌肠膜干燥及肠内杀菌，延长保存时间，一般均要进行烘烤。烘房温度保持在 65-80℃，烘烤时间应以肠中心温度达 45℃以上为准，待肠衣表皮干燥、光滑，手摸无粘湿感觉，表面深红色，肠头附近无油脂流出时，即可出烘房，大约 1 小时左右。烘烤使用的木材应不含或少含树脂类的硬木为好，以防止产生黑烟将灌肠熏黑。灌肠在烘房内距火焰应保持一定距离，以下垂的一端与焰火相距 60 厘米以上为宜，以防肠端脂肪烤化流油，甚或把肠端肉馅烤焦。同时必须保持温度正常稳定，每隔 5-10min，要把烘烤

房内的灌肠上下和近火远火端调一下位置，避免烘烤不均。目前一些大城市食品厂烘烤采用煤气上少加木柴，保持烟熏味。

5、煮制：煮制和染色同时进行。煮制通常用水煮，先使锅内水温达到 90-95℃，放入色素，搅和均匀，随即放入灌肠。保持水温在 80℃左右。灌肠在锅内的位置须移动 1-2 次，以防染色不匀。约 1 小时左右，待灌肠中心温度达到 75℃以上时，用手掐肠体感到挺硬、有弹性时，即为煮熟的标志，可以出锅。习惯上每 50 千克灌肠需用水量约 150 千克。

6、熏烟：熏烟的作用主要使灌肠有一种清香的烟熏味，并借烟中的酚、醛类的化学作用，使灌肠易于防霉防腐。熏烟和烘烤可在同一处进行。熏房内温度须保持在 60-70℃之间，烟的来源，目前在烧着的木柴堆上覆盖锯木屑的办法来产生烟。熏烟过程中，要使灌肠之间保持一定间距，如相互紧靠，则靠着的一面烟末熏到，会形成“粘疤”（灰白色）影响质量。熏烟室温保持在 40-50℃，熏烟 5-7 小时，等灌肠表面光滑而透出内部肉馅红色，并且有枣子式的皱纹时，即为熏烟成熟的成品。出烘房自然冷却，揩去烟尘，即可食用。

### （三）灌肠品质鉴定

#### 新鲜灌肠的特征

1、外观：肠衣干燥，表面无霉点，坚固具有弹性，肠衣和肉馅紧紧贴住，不易分离，无黑点，无杂色。

2、气味：具有灌肠的固有气味和香味，无酸味，无哈喇味和腐败味。

3、肉馅：肉馅粉红色，膘丁白色，内部坚实，无空洞。

## 实验九 肉类罐头的加工

### 目的要求

了解肉类罐头的集中加工产品及原辅料和加工工艺，掌握几种产品的加工方法。巩固课堂所学知识。

### 实验项目

#### 一、清蒸原汁类罐头的加工

清蒸原汁类罐头是肉类罐头中生产过程中比较简单的一类罐头。它的基本特点是最大限度地保持各种肉类的风味。原料经初步加工后，不经烹调而直接装罐，罐内仅加入食盐、胡椒、洋葱、月桂叶以及猪皮等配料，这类产品有原汁猪肉、清蒸猪肉、牛肉、羊肉、白烧鸡、鸭、去骨鸡、鹅等。

##### (一) 材料及仪器设备

猪肉、盐、胡椒粉等；刀、绞肉机、冰箱、封罐机、杀菌锅、蒸煮锅

##### (二) 加工方法：

##### 猪皮胶熬制



原辅料验收→去毛处理→切块→拌料→装罐→排气密封→杀菌冷却

1、原辅料验收：须经宰前宰后兽医卫生检验合格的肉方可使用（排除炭疽、布氏杆菌病、结核、马鼻疽等疾病，排除囊虫、旋毛虫等寄生虫），为保证制成品的品质，不能使用配种猪、产过仔的母猪、黄膘猪作为加工原料。为使产品有良好的风味，肉须经过成熟，不要使用冷冻两次或超期冷藏的肉。

拌料中所用白胡椒粉应干燥，无霉变、无杂质、香辣味浓郁。

2、处理：去皮、剔骨后的猪肉，除去过多肥膘，控制肥膘厚度为 1-1.5 厘米，然后将肉切为 3.5-5 厘米的小方块，每块重约 50-70 克。

3、拌料：不同部位的肉分别拌料，以便装罐时搭配。

表 2-9-1 拌料比例表

物料	肉块	精盐	白胡椒粉	猪皮粒
配量（千克）	100	0.8	0.05	按 4.5%加入

4、猪皮或猪皮胶的制备：取新鲜的背部猪皮，清洗干净，于沸水中煮 10 分钟，取出冷水冷却，拔除毛根，然后切成 5-7 厘米宽的长条，于 -2~-5℃（最大冰晶带）中冻结 2 小时，破坏皮的组织结构，上绞肉机绞碎（绞板孔径为 2-3 毫米），而后置于冰箱中冷藏备用。

猪皮胶的制备则是在上述煮沸后，按 1：2 的皮水微沸熬煮，至浓度为 14-16%，即可过滤使用。

5、排气密封：原辅料装罐后，把瓶罐的旋口盖盖上并旋进少许（但不要旋死，否则

无法排气)将瓶放入杀菌锅中,加至淹没瓶罐的一半处,常压下煮沸 30min,使罐内组织间的空气充分逸出并被水汽带出,然后迅速旋紧瓶盖,进行杀菌。

6、杀菌冷却:杀菌公式

$$\frac{15' - 60' - 20'}{121^{\circ}\text{C}} \text{ 或 } \frac{15' - 70' - \text{反压冷却}}{121^{\circ}\text{C}} \quad (\text{式 2-9-1})$$

(反压压强为 1.1~1.3kg/cm<sup>2</sup>)

## 二、调味类罐头的加工

调味类罐头是肉类罐头品种数量最多的一种。它是指将经过整理、预煮或油炸、烹调的肉装罐后,加入调味汁液的罐头。这类产品按烹调方法及加入汁液的不同,可分为红烧、五香、浓汁、豉汁、茄汁、咖喱、沙茶等类别。

### (一)材料及仪器设备

猪肉、盐、酱油等;刀、绞肉机、冰箱、封罐机、杀菌锅、蒸煮锅、切片机

### (二)加工方法

配汤→↓

原料处理→预煮→油炸→切片→复炸→装罐→真空密封→杀菌冷却

1、原料处理:最好选用合格猪的肋条及腹部的带皮猪肉。若使用前腿肉时,瘦肉过厚者应适当割除。保持肥膘厚度 2-3 厘米,瘦肉厚 2 厘米左右。

2、预煮:是形成红烧扣肉表皮皱纹的一个较重要工序,经预煮以后,肉皮的胶原蛋白膨胀,外层并发生部分水解。在这种情况下突然经高温油炸脱水,肉皮表里的收缩程度不同,再经突然冷却,加剧了其收缩不均匀的程度,因而形成了皱纹。预煮过度,油炸时会发生大泡,并易造成脱离,预煮不足,油炸时不能形成皱纹。

预煮时加水量与肉量之比为 2:1 左右,肉块必须全部浸入水中,水先加热至沸腾,将肉下锅,视肉质情况煮 35-55 分钟,至肉皮发软带有粘性时为止。预煮得率约 88-92%。

3、油炸:预煮后的大块猪肉在油炸前需由专人逐块检查,拔除残余猪毛和毛根,然后立即上色趁热油炸,或检查后将肉放在 70℃左右的肉汤中待油炸,但时间不宜超过半小时。上色之前,先将肉皮表面水分擦净,然后在皮面涂抹一层含糖分较高的饮料酒(或酱色与黄酒,酱色与糖的混合液)。涂抹要均匀,且注意不要涂到或流到瘦肉和块面上。上色后立即投入 200-220℃油锅中进行油炸,油炸时间约 1 分钟左右,炸至肉皮呈棕红色并起皱发脆,瘦肉转黄色,即可捞出。稍滤油后立即投入冷水冷却 1 分钟左右,捞出切片。

油炸开始投料时应皮面向下,油炸至中后期要略加翻动,以使均匀和便于观察油炸程度。

4、切片:油炸后的肉块切成厚 1.2-1.5 厘米的肉片。操作时先切成 6-8 厘米或 8-10 厘米左右的条块,再切片。要注意修去焦糊边缘及剔除不合规格要求者。

5、将切好之肉片复入 180-190℃油锅中炸 30-50 秒,并加搅拌至肉片切面稍有黄色,即可捞出,稍滤油后水中浸一下或以水冲淋,去掉焦屑。

6、汤汁配制(千克):见表 2-9-2。

表 2-9-2 汤汁配制

配料	肉汤 (3%)	酱油	黄酒	砂糖	鲜葱	精盐	生姜	味精
用量	100	20.6	4.5	6	0.45	2.1	0.45	0.15

除黄酒、味精外，将上述配料在夹层锅内煮沸 5 分钟，至出锅前加入黄酒和味精，以 6-8 层纱布过滤备用。

7、装罐：净重 397 克的，装肉片 7-9 片；重 260-285 克，加汤汁 120-145 克。装罐时要排列整齐，皮面向上，添称的小块衬在底部。

8、杀菌冷却

杀菌公式 (397 克): 
$$\frac{10' - 65' - \text{反压冷却}}{121^{\circ}\text{C}} \quad (\text{式 2-9-2})$$

(反压冷却压强为 1.2 千克/厘米<sup>2</sup>)

### 三、腌制类罐头的加工

原料经过整理之后，以食盐、亚硝酸钠为起主要作用的混合盐进行腌制，再经过不同加工所制成的罐头。按其加工特点来说，统统要经过腌制过程，(有些产品再经过烟熏过程)。这类产品最大特点是经腌制后，赋予制品以鲜艳的红色和较高的持水性(或经熏制赋予制品以熏烟风味)。

主要介绍腌制类罐头中午餐肉罐头的制作。

#### (一) 材料及仪器设备

猪肉、盐、酱油等；刀、绞肉机、冰箱、封罐机、杀菌锅、蒸煮锅、斩拌机

#### (二) 加工方法

原料验收→处理→分级切块→腌制→绞肉斩拌→真空搅拌→装罐→杀菌冷却

1、原料验收：生产肉糜产品，对冻肉质量要求必须严格。冻肉解冻条件控制的好坏，对产品质量有较大的影响。解冻较好的条件是所谓“自然解冻”。

2、处理：原料解冻后的处理过程要特别注意前后衔接紧密，不应有堆迭积压现象。在整个处理过程肉的温度应在 15℃ 以下。

在处理过程中对留肥厚度有一定要求，前后腿完全去净肥膘的净瘦肉，其脂肪量应不超过 10%；肋条部位留 0.5-1 厘米厚度肥膘的肥瘦肉，其脂肪量不超过 60%。

3、腌制：腌制使用混合盐，其组成为食盐 98%，砂糖 1.5%，亚硝酸钠 0.5%。有时，还加入品质改良剂三聚磷酸钠，其加入量为用量的 0.2%，于混合盐中加入。

腌制操作为将砌成小块的肉与为肉量的 2.25% 的混合盐(不包括三聚磷酸钠)均匀混合，瘦肉与肥膘操作相同，但分别操作。混合好的肉在 2-4℃ 冰箱中经 24-72 小时腌制，即可进行后工序加工。

4、绞肉、斩拌和真空搅拌：腌制以后的肉根据产品配方要求，一部分用 7-13mm 孔径绞板绞碎，称粗绞肉。粗绞肉应为粒状，温度不宜超过 10℃，为此，就要求绞肉机的绞刀必须锋利，且与绞板配合松紧适度。除粗绞肉外，还要将腌制肉的另一部分细斩，即在斩拌机上斩成肉糜状，并同时加入其它辅料。其过程为开动斩拌机后，先将肉均匀地放入

斩拌机的圆盘内，然后放入冰屑，再另加入淀粉和香辛料，依斩拌机的性能不同，斩拌时间控制在 1-2 分钟，或 3-5 分钟。

表 2-9-3 午餐肉原辅材料配方

原辅材料	品种	
	夹花	无夹花
粗绞腿肉（净瘦肉）	8 千克	—
粗绞肋条（肥瘦肉）	8.5 千克	—
细斩腿肉（净瘦肉）	17.5 千克	25.5 千克
细斩肋条（肥瘦肉）	8 千克	16.5 千克
冰屑	5 千克	5 千克
淀粉	3 千克	3 千克
胡椒粉（白）	50 克	50 克
玉果粉（肉豆蔻）	20 克	20 克

真空搅拌除将粗绞肉与细斩肉混合均匀之外，更主要的是防止肉糜混入大量空气。若肉糜中空气多了，制成品外观上会形成大小气孔，肉色会变成暗褐色。

5、装填：午餐肉罐头最好用镀膜涂料罐生产。不然，在装填之前的空罐除洗净消毒，一般处理外，要涂油，使在罐壁上形成一层油膜。由于这层油膜的存在，可以防止肉糜在杀菌遇热后凝固在罐壁上，造成成品粘罐的缺陷。

装填时用力要均匀，以保证良好形态。

#### 6、杀菌冷却

杀菌公式（340 克装）：
$$\frac{15' - 55' - \text{反压冷却}}{121^{\circ}\text{C}} \quad (\text{式 2-9-3})$$

（反压冷却压强为 1.5 千克/厘米<sup>2</sup>）

## 第三篇 蛋与蛋制品

### 实验一 禽蛋的构造和物理性状的测定

#### 目的要求

熟悉蛋的构造，了解蛋的物理性状并掌握其测定的方法。

#### 实验项目

##### 一、材料及仪器设备

各种禽蛋、称或粗天平、游标卡尺、蛋壳强度测定计、蛋壳厚度测定仪、显微镜、乙醚或酒精、脱脂棉、美兰或高锰酸钾、浓盐酸、镊子、剪刀、2%复红与2%桔黄G的混合液、滤纸、载玻片、平皿、烧杯、酒精灯、小刀、蛋黄蛋白分离器或窗纱等。

##### 二、实验项目及方法

**(一) 蛋的重量：**蛋的大小对消费者购买欲望影响很大，而且加工蛋制品时要求蛋的大小一致。因此，蛋的大小是很重要的物理指标，蛋的大小一般用重量表示。

取各种禽蛋若干枚，然后用天平称重。根据称重结果，确定各种禽蛋的重量范围，并求出各种禽蛋重量的平均数和标准差。

**(二) 蛋的形状：**蛋的形状用蛋形指数表示，蛋形指数即蛋的纵径与蛋的横径之比。形状标准的蛋呈椭圆形，其中鸡蛋的蛋形指数多为1.30-1.35。由于圆形的蛋比筒形的蛋耐压性强，故包装运输时最好剔除筒形的畸形蛋，以免运输过程中破壳。

取蛋数枚，逐个用游标卡尺量出蛋的最长和蛋的最宽处，用下式进行计算。

$$\text{蛋形指数} = \frac{\text{蛋长径}}{\text{蛋短径}} \quad (\text{式 3-1-1})$$

蛋形指数小于1.30者为球形蛋，大于1.35者为长形蛋。比较鸡、鸭和鹅的蛋形指数。

**(三) 蛋壳强度：**即蛋的耐压性，是指蛋最大限度能接受的压力，蛋的耐压性在蛋的包装和运输中有重要的意义，蛋的长轴耐压性比短轴强，筒形蛋耐压性最小。使用专用蛋压力测定器，其测定方法如下：

- 1、扭松螺旋，将蛋大头向上放置，并扭紧螺旋至适当的紧度；
- 2、将“操作器”打开（即由右扭向左侧搬动）；

3、按“开动按钮”，计算器则自动转动，当达到蛋能承受的最大压力时，蛋壳破裂，计算器上的指针就自动停止转动，指针所指数即为蛋壳强度，单位为 kg/cm<sup>2</sup>。

4、将“操作器”恢复原状，取出蛋，再扭动计算器的调节器，使指针恢复至“0”。

**(四) 蛋壳厚度：**用蛋壳厚度测定仪或游标卡尺测定。取蛋壳的不同部位，分别测定其厚度，然后求出平均厚度。也可只取中间部位的蛋壳，除去壳内膜后测出厚度，以此厚度代表该类蛋的蛋壳厚度。

#### **(五) 蛋壳结构观察**

1、气孔及其数量：取蛋壳一块，剥下蛋壳膜，用滤纸吸干蛋壳，再用乙醚或酒精除去油脂，然后在蛋壳内面滴上美兰或高锰酸钾溶液，约经 15-20min，蛋壳表面即显出许多兰点或紫红点，用低倍显微镜观察并计数 1cm<sup>2</sup> 的气孔数。

2、蛋壳结构：取蛋壳一小块，放入 50mL 的烧杯中，加 2mL 浓盐酸，就可观察到碳酸钙被溶解，二氧化碳产生，最后只剩下一层有机膜。

3、壳内膜与蛋白膜的结构：在气室处用镊子小心取下壳内膜和蛋白膜，于水中展开成薄膜，分别铺在载玻片上，再用 2%复红或 2%桔黄 G 按 1: 1 混合液滴在膜上染色 10min，然后用水冲去染色液，用滤纸吸去水分，并在酒精灯上稍烘一下，即可在高倍显微镜下观察。将观察结果各绘一图。

#### **(六) 蛋内容物的观察**

1、蛋白结构：将蛋打开，把内容物小心倒在培养皿中，观察稀薄蛋白和浓厚蛋白，再用剪刀剪穿蛋白层，内稀蛋白就可从剪口处流出，同时观察系带的状况。

2、蛋黄结构：用蛋白蛋黄分离器或窗纱将蛋白和蛋黄分开，观察蛋黄膜、蛋黄上的胚盘状况，为观察蛋黄的层次和蛋黄心，可将蛋煮熟，用快刀沿长轴切开，可看到黄白相间的蛋黄层次和位于中心呈白色的蛋黄心。

**(七) 禽蛋的组成：**在蛋内容物观察时，分别将蛋壳、蛋白和蛋黄称重，并计算其所占全蛋重量的百分率。将所测数据填入表中。

**表 3-1-1 禽蛋物理性状记录表**

种类	重量 (g)				蛋的组成比例 (%)			蛋形				蛋壳性状		
	全蛋	蛋壳	蛋白	蛋黄	蛋壳	蛋白	蛋黄	纵径 (cm)	横径 (cm)	蛋形指数	形状	强度 (kg/cm <sup>2</sup> )	厚度 (mm)	气孔 (个/cm <sup>2</sup> )
鸡蛋														
鸭蛋														
鹅蛋														
鹌鹑蛋														

## 实验二 禽蛋的新鲜度和品质检验

### 目的要求

通过本实验了解禽蛋的新鲜度和品质的指标，掌握新鲜度和品质的评定方法。

### 实验项目

#### 一、材料及仪器设备

新鲜蛋、陈次蛋、蛋托、食盐、比重计、大烧杯、照蛋器、厚纸板和万能表格纸或气室高度测定规尺、哈夫单位测定仪、玻璃板、游标卡尺、酸度计等。

#### 二、实验项目及方法

##### (一) 蛋壳检验

1、外观检验：用肉眼观察蛋的形状、大小、色泽、蛋壳的完整性和污洁情况。优质蛋的蛋壳完整清洁、色泽和蛋形正常，表面粗糙，无光泽，有一层粉状物（外蛋壳膜）。陈次蛋的外蛋壳膜脱落、表面光滑、有光泽、颜色变暗灰色或青白色。

2、比重的测定：新鲜蛋的比重为 1.08-1.09 左右，陈旧蛋的比重减轻，所以通过测定蛋的比重就可知其新鲜程度。

测定时先配成 11%、10%和 8%三种浓度的食盐溶液，其比重分别为 1.080、1.073 和 1.060，用比重计校正后分盛于大烧杯内。将被检蛋放于比重 1.080 的食盐水中，下沉者为比重大于 1.080 的蛋，评为新鲜蛋。上浮者转放入比重 1.073 的食盐水中，下沉者为比重小于 1.080 大于 1.073 的蛋，评为普通蛋。上浮者再转放于比重 1.060 的食盐水中，下沉者为合格蛋，上浮者为陈旧蛋或腐败蛋。

3、照视检查：透视检查就是利用灯光照检蛋的好坏。照蛋时用手握住蛋的下半部，将蛋的大头送到照蛋孔前，使灯光透过蛋，并左右旋转，使蛋内的蛋黄、蛋白随着蛋的转动而转动，借以观察蛋内的蛋黄位置、蛋白状况、气室大小、透光性、颜色、有无异物及变质情况等。

4、气室大小的测定：气室大小可用气室高度和气室底部直径来表示。

气室高度用专用的测定规尺或用厚纸板贴上万能表格纸再剪成半圆形缺口的自制检测尺来测量。测定时将大头向上置于规尺半圆形切口内，读出气室两端各落在规尺刻度线上的刻度数，按下列公式计算气室高度。

$$\text{气室高度} = \frac{\text{气室左边的高度} + \text{气室右边的高度}}{2} \quad (\text{式 3-2-1})$$

气室底部直径可用游标卡尺量出。见图 3-2-1

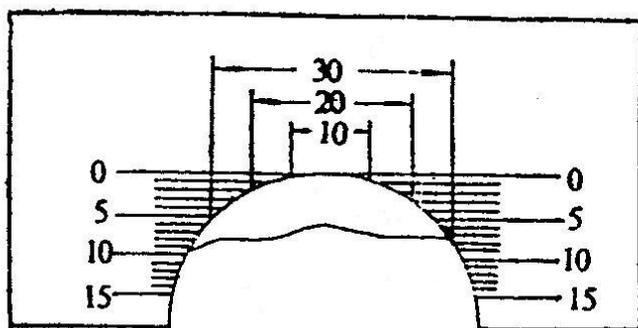


图 3-2-1 气室测定规尺

最新鲜蛋的气室高度小于 3mm，底部直径 10-15mm，普通蛋高度为 10mm 以内，直径 15-25mm，可食蛋高度在 10mm 以上，直径 30mm。

## (二) 开蛋检验

1、感观检验：把蛋打开后，将其内容物置于玻璃平皿内，观察蛋黄和蛋白的颜色、稠度、性状；有无血斑和肉斑、胚盘是否发育；有无异物和异味。

2、蛋黄指数的测定：蛋黄指数是表示蛋黄体积增大的程度，蛋愈陈旧，蛋黄指数愈小。新鲜蛋的蛋黄指数为 0.4-0.44。蛋黄指数达 0.25 时，打开后几成散黄蛋。测定时将蛋打在水平位置的玻璃板上，在蛋白与蛋黄不分离的状态下，用高度游标卡尺量出蛋黄高度，再用普通游标卡尺量出蛋黄宽度。量时以卡尺刚接触蛋黄膜为宜，且应在 90 度的相互方向上各测二次，求其平均数。

新鲜蛋的蛋黄指数为 0.4 以上，普通蛋的蛋黄指数为 0.35-0.4，合格蛋蛋黄指数为 0.3-0.35。

3、蛋白哈夫单位的测定：蛋白哈夫单位是反应蛋白存在状况和质量的指标。测定时先将哈夫单位测定仪接通电源，载物台调到水平位置。再取蛋称重（精确到 0.01g），然后打蛋，将蛋内容物倒在载物台的玻璃板上，选距蛋黄 1cm 处，浓厚蛋白最宽的部位作测定点。将照明灯线放入玻璃板上的蛋液内，逆时针转动调测尺螺旋，使指针慢慢落下，当指针与浓厚蛋白接触时，照明灯亮，立即停止移动调测尺，并读出卡尺上标示的刻度数。根据蛋白高度与蛋重，按下列公式计算蛋白的哈夫单位。

$$Hu=100\log(H-1.7W^{0.37}+7.6) \quad (\text{式 3-2-2})$$

式中：Hu——哈夫单位；

H——蛋白的高度（mm）；

W——蛋的重量（g）。

优质蛋的哈夫单位为 72 以上，中等蛋的哈夫单位为 60~71，次质蛋的哈夫单位为 31~60。

不同品质蛋的特征，参考表 3-2-1。

将所测数据填入表 3-2-2 中，并判断其新鲜程度。

表 3-2-1 不同品质蛋的特征

蛋品质	照蛋时呈现	打开蛋壳后内容物呈现	产生原因	食用性
	特征			
新鲜蛋	蛋体透光，呈均匀浅桔红色，蛋白内无异物。蛋黄固定稍动，轮廓模糊，气室很小，无移动	蛋白浓厚并包围在蛋黄周围，蛋黄高高凸起，系带坚固有弹性		供食用
陈蛋	蛋体透光性较差，蛋黄轮廓明显，转动蛋体时，蛋黄向周围移动，气室增大	蛋白稀薄澄清，蛋黄膜松弛，蛋黄呈扁平状，系带松弛	放置时间长，未变质	可食用
胚胎发育蛋	蛋内呈暗红色，在胚盘附近有明显黑色影子移动，气室增大。	蛋白稀，胚胎增大，蛋黄膜松弛，蛋黄扁平系带细而无弹性	未受精蛋受热，胚胎膨胀增大	轻者可食用
靠黄蛋	蛋白透光性差，呈淡暗红色，转动时见一个暗红色影子（蛋黄）始终上浮靠近蛋壳，气室增大。	蛋白稀薄，系带较细，蛋黄扁平，无异味	贮存时间太长	可食用
贴壳蛋	蛋白透光性差，蛋内呈暗红色，转动时有一不动暗影贴在蛋壳上，轻者可稍转动蛋后，蛋黄脱离蛋壳后见暗影流动上浮，重者无此现象。气室大	蛋白稀，系带细，蛋黄扁平或成散黄	靠黄蛋进一步发展的结果	轻者可食用
散黄蛋	蛋体内呈云雾状或暗红色，蛋黄形状不正，气室大小不一，不流动	蛋白与蛋黄混合，浓蛋白很少或无，轻度散黄无异味	受震动后，蛋膜破所致	未变质者可食用
霉蛋	蛋体周围有黑斑点，气室大小不一，蛋黄整齐或破裂	蛋白浓稀不一，蛋黄扁平，蛋壳内有黑斑或黑点	霉菌侵入所致	霉菌未进入蛋可食用
黑腐蛋	蛋壳面呈大理石花纹，除气室外，全部不透光	内容物呈水样弥漫状，蛋黄蛋白分不清	细菌引起内容物变质	不能食用
气室移动蛋	气室位置不定，有气泡	内容物变化不大	气室移动	可食用
孵化蛋	蛋内呈暗红色，有血丝呈网状，有黑色移动影子	可见发育不全的胎儿及血丝	授精蛋、孵化受热且胚盘发育所致	一般不食用
异物蛋	光照时蛋白或系带附近有暗色斑点或条形蠕动阴影	具备新鲜蛋特征，但内容物内有异物	异物入蛋内	一般可食用

#### 4、蛋 pH 值的测定

(1) 原理：蛋在储存时，由于蛋内 CO<sub>2</sub> 逸放，加之蛋白质在微生物和自溶酶的作用下不断分解，产生氮及氨态化合物，使蛋内 pH 向碱性方向变化。

(2) 操作方法：将蛋打开，取 1 份蛋白（全蛋或蛋黄）于 9 份水混匀，用酸度计测定 pH 值。

(3) 判定标准：新鲜鸡蛋的 pH 为：蛋白 7.3-8.0，蛋黄 6.2-6.6，全蛋 6.7-7.1。

**表 3-2-2 禽蛋新鲜度和品质检验记录表**

禽蛋组别	比重	气室 (cm)	蛋黄指数	哈夫单位	外观特征	照视特征	内容物特征
第一组							
第二组							
第三组							
第四组							
第五组							
第六组							

## 实验三 禽蛋的保鲜

### 目的要求

通过本实验使同学们加深对禽蛋保鲜原理的理解，要求掌握常用禽蛋保鲜的方法。

### 实验项目

#### 一、保鲜原理

根据蛋的结构、成分和理化性质及禽蛋发生变陈与腐败的原因，通过闭塞禽蛋的气孔，减少蛋内水分和二氧化碳外逸，防止微生物和氧气的侵入；降低保管温度抑制蛋内酶的活性，延缓蛋内容物的分解；保持适宜的相对湿度和清洁卫生条件等，来延缓禽蛋发生变陈与腐败而达到较长时间的贮存保鲜目的。

#### 二、材料及仪器设备

水玻璃、生石灰、液体石蜡、食盐、无菌蒸馏水、瓷盘、烧杯、盛蛋容器、塑料袋、冰箱、鲜蛋、波美度比重计、多菌灵等。

#### 三、实验项目及加工方法

(一) **水玻璃贮存法**：水玻璃又称泡花碱，其主要成分是硅酸钠。用于保存鲜蛋的浓度是 4 波美度，而市售水玻璃浓度较大（通常有 40、45、52、56 度等），用前需加水稀释。加水的倍数可按下列公式计算。

$$\text{加水倍数} = (\text{原水玻璃浓度} \div 4) - 1 \quad (\text{式 3-3-1})$$

例如，56 波美度的水玻璃 1Kg，加水 13Kg 即可配成 4 波美度的水玻璃溶液。稀释用水应是无菌蒸馏水，加水后要充分搅拌均匀，并用波美度比重计检校浓度。

水玻璃溶液配好后，将洁净的鲜蛋放入溶液内浸泡数分钟，取出晾干，放在 21℃ 以下的仓库内贮存。也可将鲜蛋长期浸泡在溶液内封盖保存。

(二) **石灰水贮存法**：称取自来水 10kg 于桶中，加入生石灰 0.2-0.3kg、食盐 0.1kg，充分搅拌，使石灰溶解，待石灰溶解澄清冷却后，取上清液加入装好鲜蛋的缸（桶）内浸泡保存鲜蛋。石灰水液面应高于蛋面 15-20cm。贮存的温度不要高于 23℃。

(三) **涂膜保存法**：涂膜法是采用涂膜剂涂布在蛋壳表面上，起到保鲜作用的一种保存方法。涂膜剂种类很多，而较为常用的涂膜剂是液体石蜡。本实验则以液体石蜡作为代表。

涂膜时把液体石蜡倒在海棉上，然后用海棉在检验合格的鲜蛋表面上均匀地涂上一层液体石蜡，再装入蛋箱、篓或塑料蛋盘内，即可送入凉爽干燥的仓库贮存。

#### (四) 冷藏保存法

1、直接冷藏：取鲜蛋若干枚，分成两组，分别装入塑料袋内，扎紧袋口后，一组放在冰箱内（0-2℃）贮存，另一组至于室温贮存。

2、杀菌处理后冷藏：取鲜蛋若干枚，用 0.1% 多菌灵（苯并咪唑-44 号）或其它防

腐剂在蛋壳上喷雾，进行杀菌处理，然后分成两组，分别装入塑料袋内，扎紧袋口后，一组放入 0-2℃冰箱内，另一组置于室温下贮存。

3、涂膜处理后冷藏：取涂过液体石蜡的鲜蛋若干枚，分成二组，分别装入塑料袋内，扎紧袋口后一组放入 0-2℃的冰箱内，另一组置于室温下贮存。

将各种保鲜方法的禽蛋，置一定条件下保藏，每隔一定时间测定质量指标，并填于表中，分析不同贮藏保鲜方法的效果。

表 3-3-1 禽蛋保鲜效果比较表

保鲜方法	重量	比重	气室高度	蛋黄指数	哈夫单位
室温保存					
杀菌后室温保存					
冷藏					
杀菌后冷藏					
涂膜后冷藏					
水玻璃					
石灰水					
涂膜法					

# 实验四 皮蛋的加工

## 目的要求

通过实验加深对皮蛋加工原理的理解，初步掌握原辅材料的选择、皮蛋的加工工艺及操作要领。

## 实验项目

### 一、加工原理

鲜蛋转变成皮蛋，起主导作用的是氢氧化钠。辅料中的生石灰、碳酸钠在水的参与下产生氢氧化钠，它渗入蛋内，使蛋内的蛋白质结构破坏、脂肪皂化，而使蛋白、蛋黄中的蛋白质发生凝固；蛋内的化学成分，在氢氧化钠、蛋白酶和辅料中渗入的有效成分的作用下，发生复杂的变化，形成皮蛋特有的色泽、风味和“松花”等。

### 二、材料及仪器设备

鲜鸭蛋或鲜鸡蛋、生石灰、纯碱、茶叶、食盐、硫酸铜、酚酞、盐酸、烧碱、氯化钡、液体石蜡、固体石蜡、黄土、稻壳、植物灰、水、称、天平、酸式滴定管、滴定架、三角烧瓶、量筒、电炉、缸、桶、勺、盆、木棒、胶手套、锅、刮泥刀等。

### 三、实验项目及加工方法

#### (一) 浸泡皮蛋加工

1、原料蛋的选择：加工皮蛋的原料蛋须经照蛋和敲蛋逐个严格的挑选。

(1) 照蛋：加工皮蛋的原料蛋用灯光透视时，气室高度不得高于 9mm，整个蛋内容物呈均匀一致的微红色，蛋黄不见或略见暗影，胚珠无发育现象。转动蛋时，可略见蛋黄也随之转动。次蛋，如破损蛋、热伤蛋、散黄蛋等均不宜加工皮蛋。

(2) 敲蛋：经过照蛋挑选出来的合格鲜蛋，还需检查蛋壳完整与否，厚薄程度以及结构有无异常。裂纹蛋、沙壳蛋、油壳蛋都不能作皮蛋加工的原料。此外，敲蛋时，还应根据蛋的大小进行分级。

2、辅料的选择

(1) 生石灰：要求色白、重量轻、块大、质纯，有效氧化钙的含量不低于 75%。

(2) 纯碱 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )：纯碱要求色白、粉细，含碳酸钠在 96%以上，不宜用普通黄色的“老碱”，若用存放过久的“老碱”，应先在锅中灼热处理，以除去水分和二氧化碳。

(3) 茶叶：选用新鲜红茶或茶末为佳。

(4) 硫酸铜或硫酸锌：选用食品级或纯的硫酸铜或硫酸锌。

(5) 其它：水用自来水，黄土取深层、无异味的，取后晒干、敲碎过筛备用。稻壳要求金黄干净，无霉变。

3、配料：参考配料表 3-4-1。

表 3-4-1 皮蛋料液配合表

配方 编号	原材料 (kg)										备注
	投蛋 枚数	石灰	纯 碱	食 盐	茶 叶	硫酸 铜	硫酸 锌	氧化 铅	草 灰	水	
1	1000	9	4.5	2	2	0.125	0.2	0.05		50	铜、锌、铅只 用其中之一
2	1000	12	6	1.7	1.5	0.120				50	鸡蛋 溏心 皮蛋
3	5000	8.5	4	2	2	0.120				50	鹌鹑 溏心 皮蛋
4	1000	27.5	7.5	4	4	0.350	0.4		6	110	鹅蛋 溏心 皮蛋

料液配制：据投蛋枚数，按配料标准预先准确称量，先将碱、盐放入缸中，将熬好的茶汁倒入缸内，搅拌均匀，再分批投入生石灰，及时搅拌，使其反应完全，待料液温度降至 50℃ 左右将硫酸铜（锌）化水倒入缸内（不用黄丹粉时选用），捞出不溶石灰块并补加等量石灰，冷却后备用。

4、料液碱度的检验：用刻度吸管吸取澄清料液 4mL，注入 300mL 的三角瓶中，加水 100mL，加 10% 氯化钡溶液 10mL 摇匀后静置片刻，加 0.5% 酚酞指示剂三滴，用 1N 盐酸标准溶液滴定至溶液的粉红色恰好消褪为止，消耗 1N 盐酸标准溶液的毫升数即相当于氢氧化钠含量的百分数。料液中的氢氧化钠含量要求达到 4% 左右。若浓度过高应加水稀释，若浓度过低应加烧碱提高料液的 NaOH 浓度。

5、装缸、灌料泡制：将检验合格的蛋装入缸内，装时要轻拿轻放，蛋放平稳，装蛋至离缸口 15-20 厘米左右，用竹蓖盖撑封，将检验合格冷却的料液在不停的搅拌下徐徐倒入缸内，使蛋全部浸泡在料液中。

6、成熟：灌料后要保持室温在 16-28℃，最适温度为 20-25℃，浸泡时间为 25-40d。在此期间要进行 3-4 次检查。

第一次检查：浸泡后 5-6 天（冬季 6-10 天）进行破壳检查，此时蛋白液应呈清水样，蛋黄无变化。若蛋白还像鲜蛋一样，说明料液 NaOH 含量太低，应及时补加。

第二次检查：浸泡 15 天左右进行剥壳检查，此时蛋白已凝固，表面光洁，颜色褐中带青，蛋黄也开始凝固并变成褐绿色。

第三次检查：浸泡 20-25 天左右剥壳检查，此时蛋白凝固很光洁，不粘壳，呈棕黑色，蛋黄呈褐绿色，蛋黄中心呈淡黄色溏心。若发现蛋白烂头、粘壳现象，说明料液 NaOH 浓度过高，要提前出缸。如发现蛋白软化，不坚实，表明料液碱性过低，应稍推迟出缸。

第四次检查：即出缸检查。出缸前取数枚蛋，用手颠抛，皮蛋回到手心时有震动感。用灯光透视蛋内呈灰黑色。剥壳检查蛋白凝固光滑，不粘壳，呈墨绿色，蛋黄中央呈溏心即可出缸。

7、包装：皮蛋的包装有传统的涂泥包糠法和现在的涂膜包装法。

(1) 涂泥包糠：用残料液加黄土调成浆糊状，包泥。包泥时，双手戴好手套，左手抓稻壳，右手用刮泥刀取 40-50g 的黄泥放在左手的稻壳上，用泥刀压平，然后放皮蛋于

黄泥上，再双手团团搓几下，使皮蛋全部被泥糠包埋。包好的皮蛋放在缸里或塑料袋内密封贮存。

(2) 涂膜包装：用液体石蜡或固体石蜡等作涂膜剂，喷涂在皮蛋上（固体石蜡需先加热熔化后喷涂或涂刷），待晾干后，再封装在塑料袋内贮存。

用刮泥刀取 40-50g 左右的黄泥及稻壳，使皮蛋全部被泥糠包埋，放在缸里或塑料袋内密封贮存。

## (二) 硬心皮蛋加工

1、料泥的配制：加工 1000 只鸭蛋的料泥需水 17.5-20kg，生石灰 6kg，纯碱 1.2-1.6kg，红茶 0.5-1.5kg，食盐 1.5-1.75kg，植物灰或黄土 15kg。

配制时，先将茶叶泡开，再将生石灰投入茶汁内化开，生石灰化开后，捞除石灰渣，并用生石灰酌量补足，然后加入纯碱、食盐、搅拌均匀，最后加入植物灰或黄土，充分搅拌，待料泥起粘无块后，倒在水泥地上冷却。第二天将冷却成硬块的料泥全部放入石臼或木桶内用木棒反复锤打，边打边翻，直至捣成粘糊状为止。

2、料泥的简易测定：取料泥一小块放于平皿上，表面抹平抹光，再取鸭蛋白少许滴在料泥上，等 10 分钟后，用手指摸蛋白，若蛋白凝固并有粒状或片状带粘性的感觉，说明料泥正常，可以使用；若不凝固，说明料泥碱性过重；如摸上去像粉末感觉，说明料泥碱性不足。后两种情况都应及时调整用碱量，达到第一种情况时方可使用。

3、包料滚糠：方法同溏心皮蛋的涂泥包糠一样，唯用料泥的量要求准确一致。一般料泥用量为蛋重的 65%~67%。包料时要均匀一致，防止半边厚半边薄，一端少以及严防出现隔缝空白。包好后滚上苍糠，放入缸中。

4、封缸：每缸装至九成满后，用两层塑料薄膜盖住缸口，并用细麻绳捆（2-3 道）扎紧，不能漏气。缸上贴上标签，注明时间、批次、数量、级别、加工代号等。

5、成熟：春秋季节（平均室温 15.5-21℃），一般 60-70 天可成熟；夏季（平均室温 26.5-35℃），30 天可成熟。

## 四、皮蛋品质的感官评定

(一) 外观和组织状态：包蛋料泥均匀，完整微湿润。无霉变，蛋壳无破损，敲摇时有颤动感。去壳后蛋白不粘壳，蛋体完整，蛋白凝固成半透明状，有弹性。溏心皮蛋蛋黄略带溏心。

(二) 色泽：蛋白成棕褐色或绿褐色的半透明体。一般具有松花花纹。蛋黄呈深浅不同的绿色、茶色、砖红色等。

(三) 滋味、气味：具有皮蛋特有的滋味、气味，无异味。

# 实验五 咸蛋的加工

## 目的要求

通过本实验要求掌握几种咸蛋的加工方法，了解咸蛋质量标准及鉴定方法。

## 实验项目

### 一、加工原理

咸蛋主要用食盐腌制而成。食盐对蛋有防腐、调味和改变胶体状态的作用。食盐分子渗入蛋内，形成的食盐溶液产生很高的渗透压，能抑制微生物的生长发育；食盐又能降低蛋白酶和细菌产生蛋白酶的活力，从而延缓了蛋内容物的分解速度，起到防腐作用。在蛋内的食盐电离成的正负离子与蛋白质、卵磷脂等作用而改变蛋白、蛋黄的胶体状态，使蛋白变稀，蛋黄变硬，蛋黄中的脂肪游离聚积（冒油）而形成咸蛋。

### 二、材料及仪器设备

鲜鸭蛋、食盐、稻草灰、黄泥、净水、水缸、水桶、称、灰盘、木棒、筛子、竹篾、竹片等。

### 三、实验项目及加工方法

#### （一）草灰咸蛋

1、配料：鸭蛋 1000 枚、草木灰 20kg、食盐 6kg、干黄土 1.5kg、水 18kg

2、加工方法：先将食盐和水放入拌料缸内，经搅拌使食盐溶化后，再分批加入筛过的草木灰和黄土，搅拌均匀至灰浆发粘为止。将检验合格的蛋放在灰浆内翻滚一周，使蛋壳表面均匀粘上灰浆后，取出放入灰盘内滚上一层干灰，用手将灰料捏紧后放入缸或塑料袋中，封口，置阴凉通风室内，40-45d 即为成品。

#### （二）黄泥咸蛋

1、配料：鸭蛋 1000 枚、食盐 7.5kg、干黄土 8.5kg、水 4kg

2、加工方法：将黄土捣碎过筛后，与食盐和水放入拌料缸内，用木棒充分搅拌成稀薄的糊状，其标准以一个鸭蛋放进泥浆，一半浮在泥浆上面，一半浸在泥浆内为合适，将检验合格的蛋放于泥浆中，使蛋壳全部粘满泥浆后，取出放入缸或塑料袋中，最后将剩余的泥浆倒在蛋上，盖好盖子封口，存放 30-40d 即为成品。

#### （三）盐水咸蛋

1、配料：鸭蛋 1000 枚、食盐 12.5kg、水 50kg

2、加工方法：称取 50kg 开水和 12.5kg 食盐放入缸内，搅拌至盐粒全部溶化为止。将挑选合格的鲜蛋整齐的摆放在缸内，在蛋摆放至离缸口 5-6cm 处，盖上一个竹篾，在竹篾上用几根竹片卡住。再将冷却到室温后的盐水缓慢地倒入缸内，使蛋全部淹没在盐水中。经 20-30 天腌制，即可食用。

#### （四）五香咸蛋

1、配料：鸭蛋 1000 只、干黄土 50kg、食盐 10kg、水 10kg、桂皮 1.5kg、茴香 0.7kg、辣椒粉 1kg、甘草 1.25kg、山萘 1.75kg、黄酒 1.5kg

2、加工方法：将香辛料放入水中煎煮 1.5 小时，滤出渣滓，倒入黄泥中，同时加入食盐和黄酒，充分搅拌成粘稠的泥糊，便可用来包蛋。每只鸭蛋取泥糊 50g 左右，用双手均匀地包在蛋上，然后逐个放入坛或塑料袋内，密封坛口或袋口，腌制 30-40 天即成。

#### 四、质量鉴定

（一）咸蛋质量标准：咸蛋质量主要是感观指标，它包括蛋壳状况、气室大小、蛋白状态、蛋黄状态和滋味。

- 1、蛋壳状况：咸蛋壳应完整、无裂纹、无破损、表面清洁。
- 2、气室应该小。
- 3、蛋白状况：蛋白应纯白、无斑点、细嫩、变稀。
- 4、蛋黄状况：色泽红黄、蛋黄圆球、粘度增大、煮熟后蛋黄中起油。
- 5、滋味：咸味适中，无异味。

#### （二）质量鉴定方法

1、透视检验：抽取腌制到期的咸蛋，洗净后放到照蛋器上，用灯光透视检验。腌制好的咸蛋透视时，蛋内澄清透光，蛋白清澈如水，蛋黄鲜红并靠近蛋壳。将蛋转动时，蛋黄随之转动。

2、摇震检验：将咸蛋握在手中，放在耳边轻轻摇动，感到蛋白流动，并有拍水的声响是成熟的咸蛋。

3、除壳检验：取咸蛋样品，洗净后打开蛋壳，倒入盘内，观察其组织状态，成熟良好的咸蛋，蛋白与蛋黄分明，蛋白呈水样，无色透明，蛋黄坚实，呈珠红色。

4、煮熟剖视：品质好的咸蛋，煮熟后蛋壳完整，煮蛋的水洁净透明，煮熟的咸蛋，用刀沿纵面切开观察，成熟的咸蛋，蛋白鲜嫩洁白，蛋黄坚实，呈珠红色，周围有露水状的油珠，品尝时咸淡适中，鲜美可品，蛋黄发沙。

# 实验六 糟蛋的加工

## 目的要求

通过实验，加深对糟蛋加工原理的理解，了解加工工艺特点，掌握其加工要领。

## 实验项目

### 一、加工原理

鲜蛋经糯米酿制的酒糟糟制而成糟蛋。糯米受糖化菌的作用，淀粉分解成糖类，再经酵母的酒精发酵产生醇类，同时一部分醇氧化成酸。醇同酸使蛋白质变性而凝固，蛋白变成乳白胶冻状，蛋黄成半凝固状；酸使蛋壳的主要成分碳酸钙溶解而使蛋壳脱落成软壳；醇、酸、糖和食盐渗入蛋内，赋予蛋以咸、甜、酸、醇之味和芳香味，同时又提高贮存性，还使蛋体膨大、重量增加。

### 二、材料及仪器设备

鸭蛋、糯米、绍药、甜药、食盐、水、红糖、白酒、陈皮、花椒、缸、淘米箩、蒸饭桶、木盖、淋饭架、淘饭棒、陶土坛、木桶、竹匾、板刷、洗帚、小竹片、竹箬、三丁纸、牛皮纸、方砖、新鲜猪血等。

### 三、实验项目及加工方法

#### (一) 平湖糟蛋

1、浸米与蒸饭按加工 100 个糟蛋用米 9—9.5 千克计算，将所需糯米放入缸内，加清水浸泡，一般浸 24 小时，10℃以下浸 28 小时，20℃以上浸 20 小时。把浸好的糯米从缸中捞出，用水冲洗干净，倒入蒸桶内，四周铺平。将蒸桶放在沸水锅上蒸饭，待蒸气上升后再加木盖，蒸 10 分钟后，拿开木盖，在饭面上撒些热水，再盖好木盖，继续蒸 15 分钟，使饭全部熟透。饭蒸好后放在淋饭架上，用二倍米的冷开水淋饭 2—3 分钟，使饭温降到 30℃左右。

2、配药与酿糟：制糟时间 4—5 月为最适宜。酿糟时气温在 14—22℃之间，一般每 75kg 米饭用白绍药 100g、甜酒药 200g。根据气温不同，用药量可适当增减，气温低用药应重一点，气温高反之。

将 30℃左右的饭倒入缸中，按上述用药量将酒药撒在米饭上拌匀，面上拍平，中间挖一个直径约 30cm 的潭，然后用草盖盖好保温。经 24—48 小时可产生酒酿，当潭内酒酿达 3—4cm 时，应把草盖用竹片撑起散热降温。酒酿满潭时，用勺淘起酒酿泼在糟面上，每隔 6 小时一次。经 7 天酿制后把酒酿拌和再灌入坛内，存放 14 天，使糟充分成熟。

3、糟蛋坛的消毒：糟制前将所用的坛，用清水洗净，再将坛底朝上，涂上石灰水，然后倒置在第三孔的木锅盖上，使锅内蒸汽通入坛内加热杀菌。待坛底石灰水蒸干时，消毒即告完毕，就可将坛翻转，使蒸汽外溢冷却，然后叠起备用，叠时坛与坛之间用三丁纸二张衬垫，最上面的坛口用方砖压上。

4、洗蛋与击蛋：先将鸭蛋挑选，符合规格的进行照蛋，剔除次蛋。再将鸭蛋逐个用板刷清洗，不使蛋壳留有污点，洗净后摊放在阳光下晒干。如仍有少许水迹，可用毛巾揩干。

洗净晾干的蛋拿在左手，右手拿一根竹片（长 13cm、宽 3cm、厚 0.7cm），在蛋的纵向二边轻敲二下，要击破蛋壳而不使蛋壳膜破裂。

5、落坛糟制：取消毒过的坛，将成熟的酒糟 4kg 平铺坛底，随手拿蛋放入，蛋的大头朝上，直插入糟内，按次平排，蛋间的间隙及蛋周围均有糟，且能旋转自如为宜。第一层蛋排好后，再放糟 4kg，再排放第二层蛋。每坛二层共放 120 只蛋。第二层蛋排好后，用 9 千克糟摊平盖面，然后均匀地撒上 1.5-1.8kg 食盐。最后坛口用牛皮纸二张对角刷上猪血封口，上面加竹箬后用草绳扎牢，然后堆叠糟制 4-5 个月，就可制成软壳糟蛋了。

## （二）叙府糟蛋

1、用料配方：鸭蛋 150 枚、糯米 5kg、红糖 2kg、酒曲 10-15g、57 度白酒 1.25kg、68 度白酒 4kg、熬糖 2kg、食盐 2kg、陈皮 100g、花椒 50g。

2、加工方法：叙府糟蛋的加工分三个阶段进行。

第一阶段，是鸭蛋的糟渍过程。先将糯米蒸成饭，拌曲使其发酵制成甜醪糟，再在上述用料配方中称取红糖 1kg，57 度白酒 1.25kg，食盐 1.5kg，投放在糟内搅拌均匀。然后在坛底铺 1/4 的糟，将击破蛋壳的鸭蛋 40 枚，大头向上，竖立在糟里，再加入 1/4 糟，铺平后再竖放鸭蛋 70 枚，再铺上 1/4 糟，然后将余下的 40 枚蛋竖立放在糟里，共放 150 枚蛋。最后加入剩下的糟，铺平后用塑料布密封坛口，在室温下存放糟制 3 个月左右。

第二阶段，是糟蛋的浸泡糟制过程。在室温下糟制 3 个月左右后，将蛋从坛内翻出，逐枚剥去蛋壳，并保留蛋壳膜，不能将其剥破。

将剥去蛋壳的蛋，放入另一只坛内，每坛放 150 枚，加 68 度白酒 4kg，使蛋浸泡在白酒中，经 2 天浸泡后，蛋白和蛋黄凝固不动，蛋膜鼓胀，完整饱满为合格。

将浸泡合格的蛋取出，放入原来的糟坛内，并在原甜醪糟中再加入红糖 1kg，食盐 0.5kg，陈皮 100g，花椒 50g，熬糖 2kg（用红糖加水于锅中，熬炼到红糖起糖丝时，取出冷却后就成熬糖）。调和拌匀后，按第一阶段装坛法进行装坛、密封。存放在库房中再糟制 3—4 个月。

第三阶段，是翻坛密封贮存过程。经第二阶段 3-4 个月糟制后，需要进行一次翻坛。即将上层的蛋翻到下层，下层的蛋翻到上层。同时作一次质量检查，剔出次劣糟蛋。翻坛后仍密封坛口，继续糟制 5-6 个月，共糟制一年左右。才基本成熟。若继续贮存至 3 年以上的糟蛋，称为陈年糟蛋。

3、糟蛋的品质与规格：成品糟蛋，蛋壳与蛋壳膜完全分离，全部或大部分脱落，蛋膜不破，蛋白呈乳白色，质稠（如糊状），叙府糟蛋的蛋白呈酱黄色，蛋黄为桔红色或黄色，气芬芳，味鲜美；平湖糟蛋的蛋黄与蛋白分清，叙府糟蛋可以融为一体。

糟蛋规格按 1000 只重量计算：155-170kg 为特级，140-154kg 为一级，130-139kg 为二级。

按糟蛋的品质要求，鉴定糟蛋的质量。

# 实验七 熟制蛋的加工

## 目的要求

通过实验，要求了解各种熟制蛋的特点，并掌握其不同的加热烹制方法。

## 实验项目

### 一、材料及仪器设备

鲜蛋、食盐、白糖、红糖、白酒、黄酒、味精、植物油、香油、酱油、醋、葱、生姜、红茶、茴香、八角、丁香、桂皮、甘草、锅、电炉、纱布、滤蛋器、漏勺、筛板、玻璃瓶、封罐机、高压消毒锅、盛蛋容器等。

### 二、实验项目及加工方法

#### (一) 蛋松

1、用料配方：鲜蛋液 100kg、植物油 15kg、精盐 2.75kg、白糖 7.5kg、黄酒 5kg、味精 0.1kg。

2、加工方法：选用合格的鲜蛋，将蛋液打在容器内，搅拌均匀后用纱布过滤蛋液。在滤过的蛋液中加入精盐和黄酒，并搅拌均匀。把油倒入锅内烧开，然后将调匀的蛋液倒入滤蛋器中，使蛋液通过小孔成滤丝状流入沸油锅内而炸成细丝，待细丝浮出油面后，再用漏勺捞出，沥净余油，然后用手搓拉成细丝状。将蛋丝倒入炒锅内，加白糖和味精，搅拌均匀后，用文火炒 3—5 分钟，就成为干而蓬松的蛋松。

#### (二) 五香茶蛋

1、用料配方：鲜蛋 100 枚、食盐 150g、茶叶 100g、酱油 400g、茴香 25g、桂皮 25g、八角 25g、丁香 10g、水 5kg。

2、加工方法：将鲜蛋洗净，放入锅内，加清水、茶叶、食盐、酱油和香料，加热煮 5 分钟，用漏勺将蛋逐个捞出放在盆内，冷却后轻轻敲击，使蛋壳微裂，并不使蛋壳脱落。将裂壳的蛋放回原锅中，用小火煮沸后，再继续煮 1 小时左右，使调料和香味慢慢渗透进蛋白中，并达到蛋黄的外围，即为五香茶蛋成品。做成的五香茶蛋，一般不从锅里取出，仍浸泡在锅内的卤汁中存放，在夏天可保存 3 天，秋天可保存 7 天，冬天可存放 15 天，但每天都要煮沸一次，以杀死细菌，防止腐败。

#### (三) 卤蛋

1、用料配方：鲜蛋 100 枚、水 5kg、酱油 1.25kg、白酒 0.1kg、白糖、八角和桂皮各 0.4kg、丁香 0.1kg、葱 0.5 千克、生姜 0.2 千克、甘草 0.2kg、味精适量、食盐 0.25 千克。

2、加工方法：先将各种香辛料用纱布包好，放入水中煮沸，再加酒、糖、盐、味精、酱油等调料，继续加热至沸即调成卤汁。将鲜蛋洗净，放在水中煮沸 6—8 分钟，待蛋白全部凝固后，取出浸在冷水中冷却数分钟，剥去蛋壳，用小刀将蛋白表面轻划几条裂纹。然后将蛋浸入调好的卤汁中，用小火卤制 30 分钟左右，使卤汁香味渗入蛋内，蛋白呈酱色即为成品。

#### **(四) 熏蛋**

1、用料配方：鲜蛋 100 枚、红糖 0.2kg、湿红茶 0.2kg、葱 0.8kg、香油少许。

2、加工方法：将鲜蛋洗净，放入锅中加水淹没，用小火煮开，经 5—6 分钟，待蛋白全部凝固后捞出，浸在冷水中数分钟后，逐个剥去蛋壳。

在锅底铺一层红糖和湿红茶叶，上面放一块带孔眼的筛板，筛板上放一层葱。将已剥壳的蛋排放在葱上，盖好锅盖，然后用小火将锅烧热，使茶叶和红糖发生浓烟，经 3—5 分钟即可开盖，再逐个涂上一层香油即成。

为了使熏蛋具有浓郁的香味，可将卤蛋和茶叶蛋剥壳后进行熏烟成熏蛋。亦可用鲜蛋放在 15—20% 的食盐水中，再加重 1% 的香料进行煮制，剥壳后再进行熏制。

#### **(五) 醉蛋**

1、用料配方：鲜蛋 100 枚、酱油 2.5kg、黄酒或白酒 2.5kg。

2、加工方法。将鲜蛋洗净，放入锅中加水煮熟，然后捞出浸入冷水中冷却一下，再轻轻敲破蛋壳，浸入酱油与酒的混合液中，浸泡 72 小时以上便成醉蛋。

#### **(六) 虎皮蛋**

1、用料配方：鲜蛋 100 枚、植物油 1kg、麻油 0.5kg、酱油 0.1kg、鲜汤 2kg、味精 40g、白糖 50g。

2、加工方法：将鲜蛋洗净后放入水锅中煮熟，捞出放在冷水中冷却，剥去蛋壳，再放入酱油中腌一会儿。植物油倒入锅内烧至八成熟，放入腌好的蛋炸至金黄色，蛋白起皱，然后捞出冷却，再装入马口铁罐或玻璃瓶内，浇上用鲜汤、味精、酱油、麻油、白糖调成的味汁，加盖密封，放入高压消毒锅内，进行高温杀菌后即成为虎皮蛋罐头。

## 实验八 湿蛋黄的加工

### 目的要求

通过实验掌握湿蛋黄的加工方法。

### 实验项目

#### 一、材料及仪器设备

鲜蛋、食盐、硼酸、苯甲酸钠、甘油、照蛋器、棕刷、打蛋器、搅拌器、铜丝筛、秤、盛蛋容器、漂白粉、分蛋杯等。

#### 二、实验项目及加工方法

**(一) 原料蛋检验：**原料蛋应先进行感官鉴定，观察蛋壳清洁、完整、蛋的形状等。剔除破损蛋、污壳蛋，并将草除尽。将整理出来的蛋在暗室内用照蛋器进行照蛋，剔出不能加工的各种次劣蛋。

**(二) 清洗和消毒：**将检验合格的蛋放在流水池中，用棕刷洗刷干净，若是污壳蛋，应先浸泡 15-30 分钟，再逐个用棕刷洗净污物，然后在流水中再用棕刷洗刷一次。洗净的蛋放于有效氯浓度为 800—1000ppm 的漂白粉水溶液中浸泡消毒 5 分钟，再放于温水中浸泡片刻，除去蛋壳上的余氯后取出晾干。

**(三) 打蛋：**将晾干的蛋打破蛋壳，剥开蛋壳使蛋液流入打蛋盘上的分蛋杯内，蛋黄留在分蛋杯的存蛋黄处，而蛋白就可从蛋黄上分离出来流入备好的蛋白杯内，最后将蛋黄从分蛋杯内倒入蛋黄桶内。

**(四) 搅拌和过滤：**打蛋分离出的蛋黄用搅拌器充分搅拌，使其成为均匀的蛋黄液。将蛋黄液倒入 18 目的铜丝筛上过滤，所得过滤液再倒入 24 目的铜丝筛上再过滤一次，滤除蛋黄液中的蛋黄膜、系带、碎蛋壳等杂质。滤得的蛋黄液过称后贮存于蛋液缸内。

**(五) 加防腐剂：**根据湿蛋黄品种不同加入不同种类和数量的防腐剂。苯甲酸钠湿鸡蛋黄加入苯甲酸钠 1-1.5%；硼酸湿鸡蛋黄加入 1.5% 硼酸；苯甲酸钠盐鸡蛋黄加入 1% 苯甲酸钠和 6-8% 精盐；硼酸盐鸡蛋黄加入 1-2% 硼酸和 10-12% 精盐；蜜蛋黄加入 12-14% 上等甘油。

防腐剂添加后应充分搅拌均匀，使防腐剂溶化于蛋黄液中。蜜蛋黄加甘油时，应边加边搅拌，搅拌速度为每分钟 120 转，搅拌时间为 5 分钟，搅拌均匀后，放入烘箱内，用 50-60℃ 的温度烘去蜜蛋黄 1/3 的水分。

**(六) 静置与装桶：**经搅拌后的蛋黄液在蛋液缸内静置 3—5 天，使泡沫消失，精盐溶解，杂质沉淀，蛋黄液与防腐剂完全混合后，用 24 目铜丝筛过滤，滤过的蛋黄液即可灌入木桶，每桶 100kg，木桶孔口用木塞紧密塞住，便成为湿蛋黄制品。

### 三、湿蛋黄的质量指标

表 3-8-1 新粉盐蛋黄质量标准

指标名称	规定
状态	均匀
色泽	橙黄
气味	正常
杂质	无
水分（最高）	52%
油量（三氯甲烷冷浸法，最低）	26%
游离脂肪酸（以油酸计，最高）	7%
氯化钠	6%-8%
苯甲酸钠	0.5%-1.0%

肠道致病菌（志贺氏菌属及沙门氏力量属），不得存在，不得有微生物引起的腐败与变质现象。

表 3-8-2 老粉盐蛋黄质量标准

指标名称	规定
状态	均匀
色泽	橙黄
气味	正常
杂质	无
水分（最高）	52%
油量（三氯甲烷冷浸法最低）	25%
游离脂肪酸（以油酸计，最高）	7%
氯化钠	8%-12%
苯甲酸钠	1%-2%

肠道致病菌（志贺氏菌属及沙门氏菌属），不得存在，不得有微生物引起的腐败与变质现象。

## 实验九 蛋黄酱的加工

### 目的要求

通过试验，要求掌握蛋黄酱的加工方法。

### 实验项目

#### 一、材料及仪器设备

色拉油、醋、蛋黄、盐、糖、味精、芥末、胡椒粉、辣椒、打蛋器、胶体磨等。

#### 二、实验项目及加工方法

(一) 配方：油脂 75%、白胡椒 0.2%、醋 10.8%、蛋黄 9%、砂糖 2.5%、食盐 1.5%、芥末 1.0%

#### (二) 加工方法

1、原料杀菌：香辛料常带有芽孢杆菌、酵母等，将香辛料与部分色拉油混合加热进行巴氏杀菌。

2、调制：先将按比例搭配好的原料、蛋黄、调味料、杀菌后的香辛料、味精和一部分醋猛烈搅拌，然后将余下的醋和油，相互慢慢交替加入，同时混合搅拌，此过程可由胶体磨或搅拌机完成，使之成为均匀的细小粒子的乳状液。

3、乳化后杀菌：将乳化后的产品在 45-55℃ 下加热杀菌 8-24h，也可添加乳酸菌，在常温下放 20 天，增酸而抑制有害菌。

4、成品特点：黄色，有适当粘度，有香味，无异味，乳化状态好。有的蛋黄酱在低温下长期存放后会发生分离，这是因为低温下油粒子形成固体结晶，使产品乳性破坏所致，所以用作蛋黄酱的色拉油是一种具特殊性质的精炼油，主要是经“冬化”后去除了成分中的固体脂和醋质，使它在低温下不凝固，与所用油脂的种类关系不大。

# 实验十 鸡蛋饮料的加工

## 目的要求

通过实验了解鸡蛋饮料的加工原理和加工工艺，掌握主要工序的操作要领。

## 实验项目

### 一、加工原理

鸡蛋蛋白质在低温长时间加热处理过程中，发生自己消化，使一部分蛋白质分解，而提高了蛋白质的稳定性；再通过添加有机酸，调整鸡蛋饮料的 PH 值，使其超过蛋白质的等电点，从而大大提高了鸡蛋饮料的稳定性、防腐性。

### 二、材料及仪器设备

鸡蛋、蔗糖、柠檬酸、水浴锅、烧杯、温度计、量筒、玻璃棒、电炉、水、漏斗、乳酸菌发酵剂。

### 三、实验项目及加工方法

#### （一）全蛋饮料加工

1、蛋液制备：取新鲜鸡蛋 10 个，洗净拭干后，用酒精棉花涂擦蛋壳进行消毒，再打开蛋将蛋液倒入预先灭过菌的大烧杯内，然后用灭过菌的玻璃棒搅拌均匀。

2、加热消化：搅拌均匀的蛋液，加入 300g 蔗糖，充分搅拌均匀后，放入水浴锅内，间接加热至 50℃，并在保温 50℃12 小时，进行自己消化，消化过程应经常进行搅拌。

3、添加糖浆：取蔗糖 300g、加水 600mL，加热至沸腾，使糖溶解，然后冷却到 50℃，再将糖浆添加到消化好的蛋液内，充分搅拌均匀。

4、调整 pH 值：取结晶柠檬酸 1.89g 加入 20mL 水中，搅拌溶解后，再加入到蛋液内，使蛋液的 pH 值达到 6.8 左右。

5、过滤：调整 pH 值后，将蛋液过滤，滤除系带，蛋黄膜及其它杂物。

6、装瓶、杀菌：过滤后的蛋液装入灭菌过的瓶中，加盖密封，然后放入 80℃的水浴中杀菌 30 分钟，冷却后即为成品。

食用时，加 5-10 倍水稀释饮用。

（二）全蛋酸乳酪加工：全蛋液 6.5 份、加甜炼乳 2 份和水 1.5 份，混合均匀后，于 70℃的水浴加热杀菌 30 分钟，冷却后再重复一次或二次杀菌。最后一次杀菌后，冷却到 42℃，加入 1%的嗜酸乳杆菌和 3%的保加利亚乳杆菌发酵剂，搅拌均匀后，分装于无菌瓶内，于 37-40℃下进行 12-18 小时乳酸发酵，即为全蛋酸乳酪。