

鸡蛋加工品技术的展望(二)

干燥蛋和浓缩蛋

蛋加工品的蛋黄加工品中约含有50%的水分，全蛋中约含有75%的水分，蛋白中约含有87%的水分。对含有如此多水分的加工品，在冷冻、冷藏保管或运输中是不利的，而且又因蛋黄和全蛋在低温下容易引起蛋白的凝固，在长期冷冻后，又可增大其粘度，以致使使用不方便，从而才要求制出一种去掉其水分、减轻重量，即使在室温条件下也能流通的干燥蛋加工品。

干燥蛋加工品中可分为干燥全蛋、干燥蛋白以及加了糖的这些加糖干燥制品，这些蛋加工品现正应用于各种用途中。

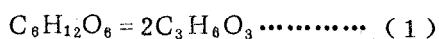
在蛋的成分中，例如在蛋黄中约有0.2%、在蛋白中约有0.4%、在全蛋中约有0.3%的游离葡萄糖。为了直接把这蛋白、全蛋等加以干燥时，那么这些葡萄糖和蛋白中的氨基发生反应而引起所谓的“美拉德”(Maillard)反应的结果，就使这些干燥蛋出现褐变，发生臭味和不溶化等现象，从而降低了质量。因此，在蛋成分的干燥前，就应通过某种手段把这些游离葡萄糖除去，这就是脱糖。

1. 脱糖法

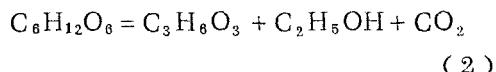
A. 自然发酵

这个方法只适用于蛋白的脱糖，不适用于全蛋和蛋黄的脱糖。脱糖的方法是把蛋白置于发酵容器中，依一定的时间或调节其温度，使存于原料蛋白中的细菌进行繁殖和根据它所消耗葡萄糖的能力加以脱糖。

脱糖的过程中，由于蛋白中的菌类不同，可分为下式(1)，但不产生其它物质的菌类和(2)把一个分子的葡萄糖生成一个分子的乳酸，一个分子的乙醇把一个分子的葡萄糖生分成两个分子的乳酸和一个分子的二氧化碳的菌类。



或是：



葡萄糖 乳酸 乙醇 二氧化碳

在自然发酵中生成的乳酸，能降低蛋白的PH，能把象粘阮(蛋白质的一种，在浓厚蛋白中较多，是蛋白粘性的主体，但比较不溶于水)那样容易凝固析出的蛋白加以上浮或下沉，就在这上浮或下沉之间，乳酸就可以把卵带和其它的不纯物一齐加以澄清。此外，发酵产生物之一的二氧化碳，虽然一部分已溶解于蛋白中，多少起着降低PH的作用，但大部分是以气体的形式随着所析出的蛋白和其它的固体物而上浮，这很有利于蛋白的澄清。

至于混入蛋白中的蛋黄，则大部分随着析出的蛋白的上浮或下沉而被除去。现如从细菌学观点来看自然发酵时，那么链球菌属是进行真正的乳酸发酵的，而革兰氏阴性杆菌属则属于产生气体、发生秽臭的不良菌。表1是表示了在自然发酵中细菌上升的例子，但如果它的初菌数很少时，就不能引起发酵。

蛋白的自然发酵，虽然在旧中国就曾较好

表1 产气气杆菌和乳酸杆菌的发酵比较

	产气气杆菌	乳酸杆菌
产气	多	无
发酵速度	一般	稍慢
味	独特的甜酸味	少
最终pH值	普通程度5.8~6.2	低于左，5.4~5.8
浮泡及残渣	和气体一起上浮，形成比较完整的浮泡，沉淀少	浮泡少，大部分沉淀在底部
干燥后蛋白的起泡力	一般良好	比左稍差

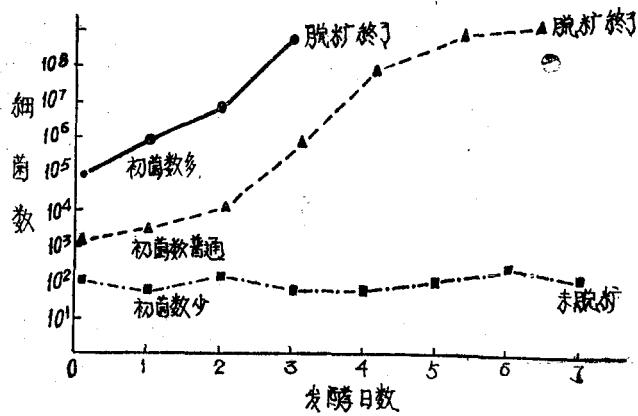


图 1 自然发酵中细菌的变化 (于室温。8月份)

地运用过，但目前因打蛋工序的卫生良好，原料蛋白的初菌数少，这样反而不能很好地发酵，以及在自然发酵时，很难保持稳定的发酵状态，并又因有了新技术，现在世界各国都改用以下的各方法。

B. 细菌发酵

细菌发酵方法一般只适用于蛋白发酵。虽然上述的自然发酵也是细菌发酵中的一种。但它不能控制发酵，最多也只是能调整开始时的PH或室温。细菌发酵是指用纯培养的细菌在蛋白中进行增殖而达到脱糖的一种方法。蛋白在自然发酵时，由于前一批原料中的细菌分布和细菌的数量并不相同以及由于气温等问题，细菌的增殖方法也不一定，常常很难得到相同的发酵状态。此外，在自然发酵中，如果含有象沙门氏菌那样有害的细菌时，那么也会使这些有害菌同时增殖。

基于上述理由，把单一或混用纯培养的糖分解力强的或产生乳酸力强的细菌接种于蛋白中并保持其一定的温度时，那么它就比自然发酵能得出一定优质的产品。细菌发酵时所使用的细菌有：乳酸球菌 (*Streptococcus lactis*)、粪链球菌 (*Streptococcus faecalis*) 和大肠杆菌中的一种产生气杆菌 (*aerobacter aerogenes*) 等。

根据笔者以前的实验认为，虽然上述的前两种细菌发酵是不产生气体的发酵，味道好，

PH也低，但需要有相当长的发酵日期，起泡力也不那么好，这是因为在发酵过程中随着气体的上浮而浮起的卵黄脂肪不容易被除掉的关系。但后一种是产生气型的发酵，PH低于普通的程度，有特殊的甜酸味道，起泡力很好。现在欧美通常使用的菌种是产气气杆菌。表1是使用产气气杆菌和乳酸球菌发酵的比较。

在实际操作细菌发酵时的困难是：仅为了大量培养这细菌取得菌体就需要有繁杂的手续和备有培养这种细菌所需的培养基。用普通的机器打蛋后的蛋白中含有 $10^2 \sim 10^4/g$ 的各种细菌。那么为了克服这些细菌的影响和发挥纯培养菌的力量时，至少要加 $10^8/g$ 左右的纯培养菌才成。为此，1吨的蛋白就必须准备 10^{12} 的菌体。但每次只用试管培养这些菌体时是非常繁琐的，通常是用平皿或烧瓶在500克无菌蛋白中进行培养繁殖，然后以此作为菌种，依次增加到5公斤、50公斤、1吨，加以冻结保藏，随时在蛋白中加入 $1/10 \sim 1/20$ 左右的菌种，这样才能做到大量地发酵。如果是使用了灭菌蛋白时在最初的菌数为少时，那么添加的菌数便可以少。此外，也可反复培养几次，即把上次发酵完了的一部分液加入到下一次使用。随着发酵的进行，液中的PH降低，便发生泡沫和沉淀，于是中间的液就变的澄清起来。在PH达到56~60或已测出液体中的葡萄糖在0.05%以下以及通过定性测知为阳性时，就可以认为发酵完了。发酵完了后，可用虹吸管或水泵只吸其中间的澄清部分或用筛过滤，弃去其泡沫和沉淀物。图2是表示了细菌发酵中的PH变化。

从图2来看，发酵初期的PH下降速度稍缓，中间到后期变快的原因也就是因为初期菌数少的缘故。至于因初期的PH高到9，或者有象溶菌酶那样的抗菌性酶时也可抑制了细菌的繁殖。

发酵完了后，如仍任其继续发酵时，一般

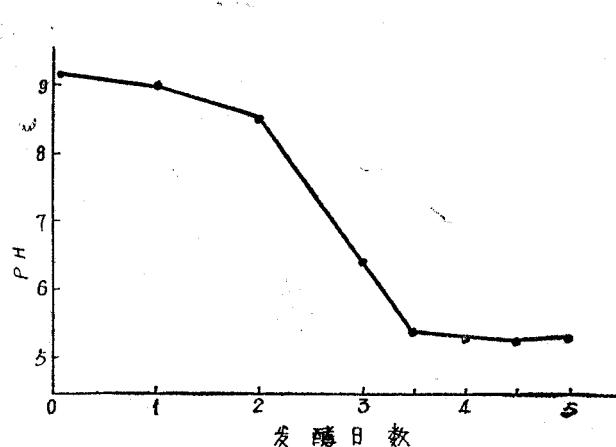
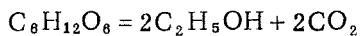


图 2 细菌发酵中的 PH 的变化 (于 27°C)
Aerobacter aerogenes 初菌数 $10^7/g$

是 pH 再次上升。这是因为细菌把葡萄糖全部分解后又分解了蛋白质，结果便产生了碱性物质的分解生成物。但这也得根据细菌的性质分为分解蛋白力强和弱的两种。前者一旦抑出后，会使已发生上浮和沉淀的粘朊质再次溶出，这时可影响了干燥品的透明度。

C. 酵母发酵

酵母发酵当然可用于蛋白，也可适用于全蛋或蛋黄发酵。这种方法因为也是利用微生物，所以它的原理和上述的细菌发酵相同，但它使用的酵母是制糖工场的副产品，这种酵母原是供应面包厂用的，进价便宜。至于进行蛋白发酵时所用的酵母虽都喜用面包酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*)，但也有使用圆酵母 (*Torülllopsi monosa*) 的。酵母发酵时，正如下所示是一个分子的葡萄糖被分解各为两个分子的乙醇和二氧化碳。



葡萄糖 乙醇 二氧化碳

因此，酵母发酵所产生的气体要比自然发酵或细菌发酵时强烈，而且在这种酵母发酵时可高到有部分的二氧化碳溶解于蛋白中，PH 有若干的下降，尤其不产生有机酸的分解生成物。至于因干燥的关系，二氧化碳便从制品中逸出，因此单独使用酵母发酵蛋白而后再干燥

的产品，其 PH 是非常高的。

根据上述，从酵母的 PH 适应性这一点来看，那就应在发酵时加进有机酸，把 PH 降到弱酸性后再进行发酵才好。但发酵时间一般仅是短短的几个小时，在这期间，即使析出粘朊，但也不能完全沉淀或上浮，很容易以自沉形式残留在制品中。此外，虽然也可用不使粘朊析出的 PH、即用 6.2 以上的 PH 去进行发酵，但最终的制品中的 PH 就升为 9 或 10 以上，这样便降低了商品的价值。由于这些，也有采用加柠檬酸铵之类的热分解性中性盐，通过干燥时的热，使其分解成为铵和柠檬酸，铵因热而被蒸发，只残留柠檬酸作为维持 PH 中性的方法。

酵母的分解力虽强，但因酵母不具备蛋白分解力和脂肪分解力，所以那用酵母发酵法制成的干燥蛋白，一般是起泡力低。为此，也有采用在酵母发酵前，使用胰酶和胰蛋白酶把蛋白的一部分加以分解，同时并把混进的蛋黄中的部分脂肪进行分解的方法。不过胰酶因含有蛋白酶、脂肪酶和淀粉酶三种酶，这些酶即使是在干燥或在热处理后，也不太失去其活性，因此在用干印染剂等时，可能因它分解该剂中的淀粉，从而降低了印染剂的粘度，或在用于糕点加工业中就要避免和人造奶油，起酥油等月桂酸中的油脂并用，否则因胰酶的作用其油脂，会产生游离月桂酸而发生异味。

使用酵母发酵法进行脱糖的制品，在最终的产品中会残留一些酵母味。为此，欧美已改用下述的葡萄糖氧化酶的方法。不过作为面包用时，些种酵母味并不会成什么问题。从成品收率来说，这种方法虽然可在干燥过程中使含于蛋白中约有 0.4% 的葡萄糖转化为二氧化碳和乙醇而造成了损失，但并无粘朊时蛋白析出的损失，只因这种方法约有 2% 的上浮泡沫充实到葡萄糖中，因此它比自然发酵和细菌发酵为好。

在蛋或全蛋进行酵母发酵时，是直接使用

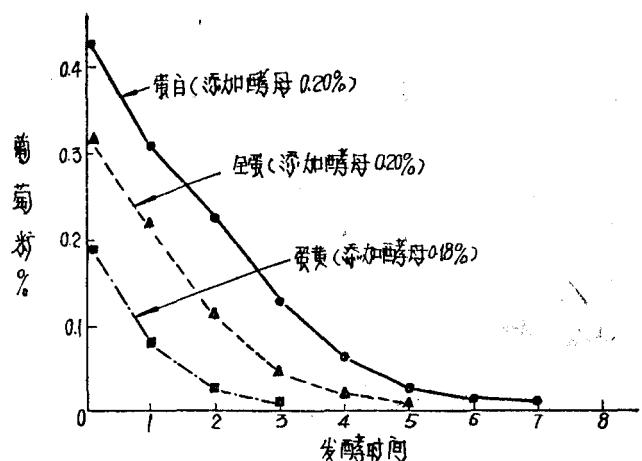
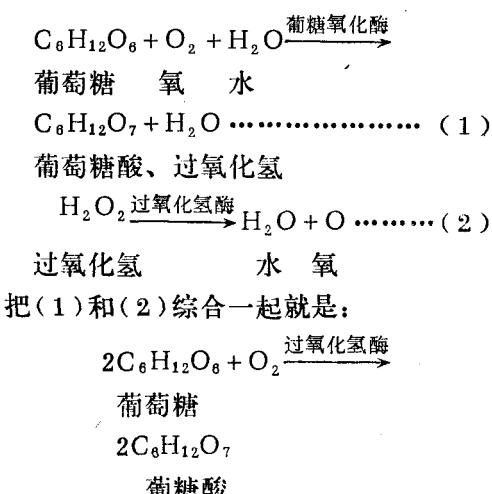


图3 用酵母发酵时葡萄糖减少的状况(于30℃)

或用水稍加稀释，待其降低粘度后才加进酵母；在蛋白的酵母发酵时，则要用10%的有机酸，把PH定在7.5上下，再用少许的水把占蛋量的0.15~0.20%面包酵母加以悬浊，约保持在30℃即可。一般如图5那这，在数小时内，葡萄糖即被消化。

D. 酶法脱糖

酶法脱糖完全适用于蛋白、全蛋和蛋黄，是一种利用葡萄糖的氧化而成为葡萄糖酸的葡萄糖氧化酶的脱糖方法。



日本市销的葡萄糖氧化酶，一般都含有过氧化氢酶，在上式中是指把过氧化氢分解成为水和氧的一种酶，这就称为葡萄糖过氧化氢酶。

化酶。在上式反应中的氧是以过氧化氢的形式不断地加入到蛋白中，再被过氧化氢酶分解成为氧。

此外，也可采用直接吹进氧以代替过氧化氢，这时酶的适性PH是3~8。但以在6.7~7.2时为最适宜。酶法脱糖反应的结果，可得出某种程度的酸，因此它比酵母脱糖时所得到的酸更少，或者采用添加柠檬酸铵制出中性的产品。但往往起泡力低，因此在希望有较高起泡力时，那就同样可以采用胰酶法。图6是表示了蛋白在酶法脱糖中的葡萄糖减少的曲线。

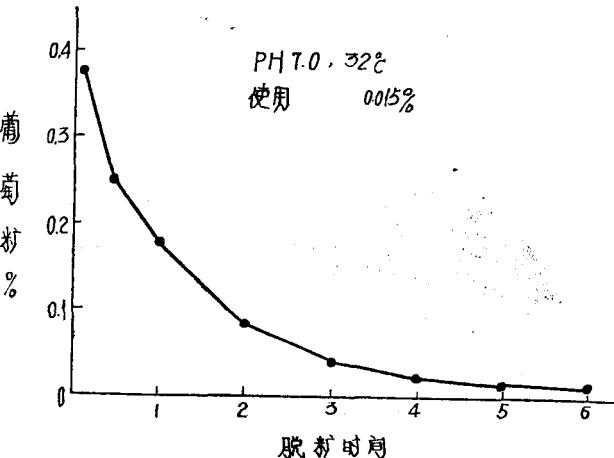


图4 用蛋白的葡萄糖氧化酶脱糖曲线
(于PH 7.0, 温度32℃)

酶法脱糖的具体操作是先把蛋白用10%左右的有机酸使其保持在PH7.0的上下，然后按着预定的脱糖时间，大约加进0.01~0.04%范围的葡萄糖 氧化酶（葡萄 糖氧化 酶在美国有 Dee O.ovazyme市售品，在日本有 Deoxin等成 品），以后再用搅拌机进行缓慢的搅拌，同时并加入占蛋白0.35%的7 %过氧化氢之后，每小时再把上述量的 7 %过氧化氢用定量泵或采用动力流下的方式进行加进。脱糖时的温度，有在30℃上下进行的温式和在10~15℃进行的冷式两种，不过前者进行的快。但在采用夜间脱

糖、次日清晨干燥时等，也有采用后者的方法的。全蛋、蛋黄的脱糖因开始时的葡萄糖含量少，所以才能在更短的时间中完成。

从理论起讲，酶法脱糖因系采用了氧结合葡萄糖而变为葡萄糖酸，其产量虽可超过100%，但因含有过氧化氢或因搅拌而产生了泡沫，大约收率最高可达到98%，不过它总比前三者方法好，缺点是这种酶本身的单价高，从最终成品的单价来说，以用酵母法比较便宜。

E. 其它的脱糖方法

其它的脱糖方法，有在蛋白液中加入相当量的酸进行搅拌，使一部分蛋白沉淀和过滤，然后再加干燥的方法。这种方法，也就是把含糖量多的粘朊部分加以沉淀除去，使制品保持低酸而防止褐变的一种方法。

另一种方法是：在蛋白中加10%左右的蔗糖，并且，用食用酸调整到6~8，不脱糖，就干燥的方法。

第三种方法是：用反渗透浓缩装置进行浓缩蛋白，这样便把分子量低的葡萄糖随排出的水一起排走，但这只能做到某种程度的脱糖。

2. 脱糖的意义

已如上述，脱糖的第一个目的是为了防止糖氨基反应，除去葡萄糖。但脱糖还具有除此以外的次要意义，即不论使用何种方法的脱糖，在最终产品质量上都会出现很大的差距。

所谓次要的作用，一是产生能调整PH值作用的有机酸；二是提高起泡力作用的蛋白分解作用和除去脂肪部分的作用。在自然发酵和细菌发酵时，葡萄糖是变成不挥发性的乳酸或在用葡萄糖氧化酶脱糖时则变成葡萄糖酸。但在用酵母发酵后的干燥时，为了只产生飞散的二氧化碳和乙醇，就要保持最终产品为中性。这时，只有加进比其它三种方法更为多的有机酸才成。在使用自然发酵和细菌发酵时不加任何的有机酸也能制出产品，但在用葡萄糖氧化酶方法时，只要在酶达到最适宜的PH时，在开始时加入少许的有机酸即可。

起泡力的提高作用，只有在自然发酵和细

菌发酵时才有；在使用酵母或葡萄糖氧化酶时并无这种作用。目前这种作用虽然还未弄清，但已知其原因一是因在自然发酵和细菌发酵时，蛋白中混进了微量的蛋黄，这蛋黄便和析出的粘朊物质连同二氧化碳气泡一起上浮，在没有气体时便沉淀而被除去；二是因菌的作用，把一部分的蛋白分解成为低分子以及蛋黄脂肪的被脂肪酶所分解。因而，在欧美只有必需起泡性的干燥蛋白时才用细菌发酵，在无需起泡性时，则用葡萄糖氧化酶法。

3. 低温灭菌

脱糖后的蛋液，可用大约40目的粗滤网过滤，其后再用上期介绍过的装置进行低温灭菌或先不灭菌。一般都是在干燥时利用其干热进行热处理的。这种干热法对预防二次污染和多少能提高起泡力上是有利的。在使用葡萄糖氧化酶脱糖时，虽因菌数少易于灭菌，但在使用自然发酵、细菌发酵或酵母发酵时则因细菌多，只凭液体的常规灭菌是难以使菌数达到要求程度的。至于全蛋和蛋黄一般之所以采取葡萄糖氧化酶脱糖法以及采用干热灭菌法，是因为考虑到可能引起脂肪的氧化，因而通常才采用液体灭菌。

4. 干燥

工业中的干燥一般是采用Niro, Anhydro等的离心喷雾干燥机或Henningsen, Rogers等的喷嘴式喷雾干燥机又或用浅盘干燥分批式的面包干燥机等。在喷雾干燥时，蛋液是被送入有140~170°C左右热风室中被喷成雾状，瞬间中，水分便被除掉。这时蛋白成分因开始时的水分多，而且又夺取了蒸发潜热，它不会达到环境温度，只不过在到达出口附近时，才有60°C左右而已。因此，一般是不会引起蛋白变性的。干燥机在工业上是用250~100l/时的干燥机，在实验室中是用5~10l/时的干燥机。

使用离心式的干燥机，一般可制出比重轻的产品；使用喷嘴式的干燥机，可制出比重重的产品。比重的轻重将影响产品的包装、保管和运输费用。离心式干燥机的占地面积小，但

高度则需平常楼房的三层高，喷嘴式只需要稍大的面积，但却不需要高度。此外，离心式的则需要离心式的分尘器去分离蛋粉和空气，分尘器也比较容易扫除，不过喷嘴式的则需要较多的布袋加以分离，而这些布袋的清扫、洗净则是很麻烦的。因此，在长时间进行同一种蛋品的喷雾时常用喷嘴式；在用同一干燥法加工蛋白、全蛋、蛋黄或加糖等异种蛋品时，则以使用离心式的好。

分批式的干燥机目的不是为了取得粉末品，而是要取得片状或结晶状的干燥蛋粉，这在很早以前主要就用作加工蛋白的一种方法，尽管它处理的效果较差，但因特殊的需要，目前在欧美仍是使用它。它是一种在厚为1~7cm，面积为0.5~1m²左右的浅盘中放进蛋白液，用不致使蛋白有热变性的温度，即用50~55℃的热风在比较长的时间，通常是在12~36小时中进行干燥，也有在浅盘的周围装上套管通以循环热水借以促进干燥的形式的。

至于真空冷冻干燥机、传送干燥机、转筒干燥机等，虽也在实验中用于蛋制品的干燥，但因效率低和成本高等。在工业上一般是不用的。此外真空冷冻干燥，极易引起蛋黄的低温度性，反而不如用30~50℃左右的温度把蛋品制成薄膜状的真空干燥的方法能够得到质量好的成品。

为了除去粉末中的凝块，一般可用20~40目的筛筛选后装进容器。容器通常是用能容1~2公斤的聚乙烯袋。以若干袋为一组，再装进可容10公斤左右的瓦楞纸板箱中，对大用户者，也有供应装进5~10公斤的牛皮纸袋里的产品。

5. 干热处理

这种干热处理是通过蒸气喷嘴装置——电热或气热等在密闭室中蓄积50~70℃左右的温度，通过这温度可使干燥后的蛋加工品在其中能保持一定时间的灭菌方法。因而这种方法在欧美很广泛使用，它虽然能使蛋白在比液状时能经受高温而不会发生热凝固，但如不使用比

干燥液状时的更高的温度和长时间加热时则不会杀死其中的细菌。

在欧美的实验例中，有在44℃保持3日、55℃保持14日、57℃保持7日或63℃保持3日等的实例，并还有在54℃中保持60日也毫不影响干燥蛋白特性的例子。在薄片时如用低温，时间不长，就易引起蛋白的变性。表2是表示干燥蛋白在干热处理后的效果例。从这个例子可能看出，为了加强蛋白的起泡性，这种处理方法是为人们所乐于采用的。

表2 用干热处理干燥蛋白的结果

处理时间	0	24	48	72
一般活菌数	41,000,000/g	1900	500	200
大肠菌群	330	10以下	10以下	10以下
沙门氏菌*	+	+	—	—
起泡力	135m/m	138	141	142
pH	7.21	7.20	7.20	7.18

* 实验性的添加。

6. 蛋制品的浓缩

浓缩加工蛋是比较在近年才开始制造的产品。这种加工品大体可用于两种范围：其一是把加有糖的全蛋进行浓缩去其水分，借以能在室温或以能在冷藏程度的温度中进行流通而创造的一种加糖浓缩全蛋。在荷兰等也有不加糖而加盐的；其二是把蛋白中所含有的87%水分除去一部分以图达到减少包装、保管和运输费用而制作的浓缩蛋白。

A. 加糖浓缩全蛋

全蛋如冷冻时间一长，那么就可因蛋黄部分中的蛋白发生低温度性、粘度上升而造成使用不便。因此常常在全蛋中添加砂糖或食盐，通过降低其凝固点去防止变性的。做法通常是把全蛋放在真空盘中，把温度升到全蛋不凝固的60℃上下的温度中，然后再加入砂糖，经搅拌溶解后就在真空中进行加温浓缩。

加糖浓缩蛋如果浓缩率已达到两倍，加糖率是50%左右和通过卫生手段充填于密闭容器

后，则可在室温中能保存一个月，在冷藏中可保存半年以上。但要注意如果加糖率过高，那么在贮存中会析出砂糖。此外，也有用蛋白分解酶把蛋白分解到一定程度后再加糖浓缩的成品。

B. 浓缩蛋白

浓缩蛋白是一种把蛋白中水分根据反浸透或超滤等，不经蒸发就加过滤而除去水分的方法。

适用于蛋白浓缩的前述装置有丹麦的Rovosan，后者美国的Romicon的装置。蛋白的浓缩一般可把固体物浓缩到生蛋白的两升程度，但前者可浓缩到3倍左右。用上述这些装置所浓缩的蛋白，其目的是作为冷冻蛋白，可减低包装、保管和运输的费用，另外则是因近几年受石油冲击之后的欧洲多以之作为制造干

表3 浓缩蛋白的特性二倍浓缩制品

	生蛋白	反浸透法	超滤法
固体物	12.33%	24.52	24.46
蛋白质	10.59%	21.22	21.09
沉淀物	0.61%	0.98	0.96
葡萄糖	0.42%	0.62	0.61
pH	9.40	7.00*	9.40
起泡力	110mm	1.10*	110**
泡的稳定性	130g以上	130g以上	130g以上**

* 浓缩前，调整pH到7.00

** 用水调到原来100浓度后再测定的。

燥蛋白的预处理手段，借以提高喷雾干燥的能力。表3是表示了通过反浸透和超滤进行浓缩后的蛋白特性。（收稿日期80.6）

方宗谷 李刚译自日文《食品工业》

19卷10期。张瑞霖校

（上接第37页）

浆的胆固醇。抗氧剂也会影响到脂类中磷的含量。其他的研究者用啮齿动物作试验没有得到与灵长类同样的结果。

对于食品的氧化作用的研究工作已经说明，由于氧化的脂肪之间的相互作用而引起蛋白质中基本氨基酸遭受很大破坏。喂养老鼠的试验也说明饲以氧化脂肪后，蛋白质的生理价值与消化率都有明显地降低。

把酪蛋白、牛奶和向日葵分离蛋白氧化之后，进行氨基酸的分析，分析说明甚至是适度的氧化处理也引起了蛋氨酸残留物的很大氧化。

在圭尔夫大学对热氧化玉米油与橄榄油的营养性与新陈代谢性质的作用进行了研究，同时也研究了一种含有规定重量15%食用脂肪的半合成食物，共喂养28天。两组喂以新鲜玉米油或新鲜橄榄油的可蒸馏部份；两组喂以热氧化的脂肪的可蒸馏部份；而剩余的两组分别喂

以新鲜脂肪作为对照。在热氧化时，脂肪中脂肪酸成份发生了大的改变，只有用热氧化的橄榄油喂的老鼠表现出有明显的加热脂肪毒性的症状。这一点反映在这些动物的组织结构的评分上，这些动物的肝脏遭到了很大的、极其严重的损害。任何明显的组织脂肪酸的变化很大程度上局限于喂了氧化的玉米油或橄榄油的老鼠的极性肝脂上。

在给老鼠喂养氧化的红花油的研究过程中，发现减少了体重的增长，增加了死亡率，在血液葡萄糖或肝脏甘油三酸酯和胆固醇含量方面没有变化，而在酶的活性方面却有明显的差异。

食品中的氧化作用与酸败引起了风味、气味、颜色和咀嚼质量的变坏，并造成了食品的废弃。由于抗氧剂能延长食品的货架期，故可以有效地防止食品的废弃损失。

（收稿日期80.7） 魏庆译自英文

《Food Processing》1980.1, P 30~33