

---

## 泡菜和酸菜的科学

---

泡菜就是用盐水或可食的酸(如醋酸)的溶液浸泡加工的蔬菜,如黄瓜、洋葱、菜花、白菜以及其它蔬菜或水果。

世界各国的人都喜欢吃泡菜。普利尼(公元23—79年,罗马学者一译者)的著作中就提到过加有香料的腌黄瓜。腌黄瓜是凯撒军团的士兵特别喜爱的食品。台比里亚斯(罗马皇帝一译者)经常吃泡菜。据说克利奥佩特拉(古埃及女王,公元前69—30—译者注)也喜吃泡菜。泡菜更是今天东方人、欧洲人和美国人的不可缺少的一种食品。

泡菜的历史十分古老,已无从查考。很可能起源于东方。公元前三世纪秦始皇修长城,苦工们的口粮就包括各种泡、腌菜,可能是白菜、小萝卜、萝卜、黄瓜、甜菜根等。

虽然盐腌菜和盐腌肉古时候就有了,但是提炼盐的工艺方法相对来讲历史却短多了。过去,盐是很贵重的,成份也不纯,往往含有杂质和沙土。那么早就出现了泡菜和腌菜,这确实令人惊异。情况一定是这样:当人们往蔬菜里加入少量盐的时候,发现盐水浑浊了,泡菜产生了一股酸味。这酸味部份地抵消了原来的齁咸味,因而很受人欢迎。

用盐水来泡菜的原因可能是干盐粒无法从蔬菜中吸取出足够的水份将菜淹住。如果用盐水,就可以使盐里的沙土和其它不溶性杂质沉淀出来。当时做泡菜都是各行其事、虽然彼此间也有些经验交流,但是没有统一的标准。后来逐渐形成了三种方法:高盐溶液浸泡法、低盐溶液浸泡法和干盐粒腌制法。

过去,甚至现在,许多人认为盐水表面形成的那层白色沫子就是使蔬菜发酵的东西。直

至本世纪初,才运用了科学的泡菜方法,发现了致使蔬菜发酵的各种细菌和酵母菌。过去四、五十年间蔬菜发酵技术的重大革新是一百多年来微生物科学发展的结果。人们终于弄白了,蔬菜发酵是几种乳酸菌在起作用。自然界中存在的这些不同种类的乳酸菌既有类似之处也有重要的区别。这些菌种引起的发酵过程是受环境因素,尤其是盐水的浓度和温度的影响的。另外,我们也摸清楚了蔬菜发酵的性质以及所发生的微生物学、物理学和化学变化。

### 蔬菜发酵的微生物学原理

几乎所有的蔬菜都可以通过乳酸菌发酵。蔬菜含有糖,可以为乳酸菌和其它微生物的生长繁殖提供足够的基质。相对而言,能使蔬菜发酵的菌种是不多的,而各菌种的作用又受到环境因素的限制。

由于蔬菜是在需氧的环境中生长的,不可避免地要接触空气、泥土和水气,所以,在收获的时候,它们表面上的细菌大多是需氧的泥土和水中的菌种,如Pseudomonas, Flavobacterium, Achromobacter, Aerobacter, Escherichia和Bacillus。蔬菜表面上的微生物的种类和数量都是极多的。而促使发酵的菌种就少多了。使蔬菜发酵的时候,最重要的是为需氧菌丛创造不利的环境条件而同时为乳酸菌丛创造有利条件。今天,这些条件已摸得相当清楚了。缺氧和适当的盐浓度是至关重要的。

早期的微生物学家将发酵的原因归咎于两种细菌:一种叫Bacillus cucumeris fermentati的能产生同型乳酸的发酵细菌和一种吃Bacillus brassicas fermentatas的异型发酵细菌。后来的研究表明,几乎所有的蔬菜发酵过程都有这两

种细菌起作用。

Pederson证实(1971年)蔬菜发酵靠下列几种细菌—*Leuconostoc mesenteroides*、*Lactobacillus brevis*、*Pediococcus cerevisiae*和*Lactobacillus plantarum*。影响发酵过程的诸因素为：环境条件、微生物的种类和数量、清洁卫生条件、盐溶液浓度和配制方法、温度和密闭状况。

砍割蔬菜的时候，切口表面会渗出少量的原生质。这正好是发酵细菌，尤其是*leuconostoc*菌的适宜的生长介质。在某些情况下，*Leuconostoc mesenteroides*的繁衍会使这些渗出物成为浆液黏稠状。这些椭圆菌微生物产生二氧化碳、乳酸、醋酸和乙醇。这种菌能够比其它乳酸菌更快地使蔬菜发酵，而且能经受住更广泛的温度和盐溶液浓度。它产生的二氧化碳和酸很快使PH值下降，因而阻止了其它有害的微生物的生长繁殖，阻止了会使蔬菜变软的酶的活动。二氧化碳取代了空气，形成一种适宜于抗坏血酸保持稳定和蔬菜保持天然颜色的绝氧状态。显然，这种发酵菌改变了周围环境，使其更宜于其它乳酸菌的生长。各种酸、醇、酯和其它形成物的作用加在一起就使泡菜获得了独特的可口的味道。这种发酵菌能将多余的糖转化成甘露醇和葡聚糖，这两种东西除了乳酸菌之外别的细菌一般是不能使它们发酵的。甘露醇和葡聚糖缺乏可以同氨基酸结合而使食品发黑的自由醛或酮群。这种发酵菌能比同型乳酸菌使任何一种酸的水平达到达更高的PH水平。人们通过对*Leuconostoc mesenteroides*发酵菌的作用的深入的研究，已经使蔬菜发酵工业的某些技术发生了变革和实现了标准化。这种菌对别的发酵过程的作用现在还尚未完全认清。

蔬菜发酵的复杂变化是由一连串的乳酸菌的生长繁殖引起的。各菌种的生长繁殖取决于蔬菜开初所带有的菌种、糖和盐的浓度以及温度。虽然我们强调各菌种中*Leuconostoc mesenteroides*起着突出重要的作用，但这并不是说其它乳酸菌所起的作用就不重要。*Lactobacillus plantarum*就是一种能快速产生酸的菌种，它同

另一种不太为人所知的*Pediococcus cerevisiae*菌一起，在发酵过程中，尤其是在盐水里的发酵过种中起着主导作用。*Lactobacillus brevis*能增进发酵蔬菜的味道，其特点就是能促使戊糖的发酵。在盐水发酵过程中早期繁殖的*Leuconostoc mesenteroides*具有明显的作用，它能很快地降低PH值，因而阻止了酶的活动，产生出二氧化碳形成绝氧状况，同时为乳酸菌的继续发酵构成了适宜的环境条件。

这些菌种的特性是有差别的，尤其是在耐盐、耐酸和繁殖温度方面。在泡制蔬菜的时候，尤其是在干盐腌制的时候，必须考虑它们不同的特性。主要的问题不外两方面：一是蔬菜变软，一是蔬菜发酵不好、鼓胀和变色。出现这些问题的原因主要是对盐的作用认识不清。费比恩、埃切尔斯、沃恩、弗雷德等人根据他们对黄瓜、橄榄和德国酸菜的研究，写出了不少论文，对上述问题作了阐明。

在许多早期的研究蔬菜发酵的试验中，并未观察到*Leuconostoc mesenteroides*。这种菌喜欢果糖而不喜欢葡萄糖，因此，在蔗糖的发酵过程中，果糖就发酵了，剩下的葡萄糖分子就互相结合成黏稠状的不溶于水的葡聚糖。有时，食品在发酵的中间阶段会变得更黏。进一步发酵时，葡聚糖就用上了。在糖厂里，这些葡聚糖的生成不仅降低糖产量，而且造成严重的问题，比如黏着在管道上、降低生产效率。甘蔗、甜菜和蔬菜的切口上就可以见到葡聚糖的形成和增长。

如前所述，发酵蔬菜缸表面最初所见的气体是由*Leuconostoc mesenteroides*菌产生的，也有一部份是从蔬菜内部放散出的。之后，*Lactobacillus brevis*菌也产生一部份气体。由于*Leuconostoc mesenteroides*的作用，干盐腌制的发酵蔬菜的酸度，就乳酸而论，可以达到1.0至1.2%的酸。盐水泡菜的酸度要低一些，为0.4至0.6%，因为其脂含量更低。只要温度适宜，在开始发酵时会同时产生*Lactobacillus brevis*，有时会产生*Pediococcus cerevisiae*，而在任

何时候都会产生Lactolacillus plantasum。如果有足够的糖份，干盐腌菜的酸度可达到2.0至2.5%。用盐水发酵时，则酸度很少超过1.0至1.2%。不过，如果盐水泡制的蔬菜的含盐量增加过快，盐的阻碍作用就可能阻止酸的产生，使酸度较低，这是常见的现象。盐水浸泡的蔬菜所产生的酸和二氧化碳会阻止不利的厌氧微生物的生长。由于空气被二氧化碳取代，于是形成绝氧状态，这有利于抗坏血酸的稳定能阻止氧化和变色。

简短的小结。Leuconostoc mesenteroides 菌可以使泡菜产生可口的味道，这些味道是由于发酵过程产生了酸、醇和其它成份而得来的。这种细菌显然能形成有利于其它乳酸菌生长的条件。其它菌种生长的顺序包括 Leuconostoc mesenteroides, Lactolacillus brevis, 往往还有 Pediococcus cerevisias和Lactokacillus plantasum。偶尔，在早期还会出现Streptococcus faecalis 菌种，不过它们的作用很小。各菌种数量的多少视其耐酸性而定，但总是有各菌种同时存在的情况。

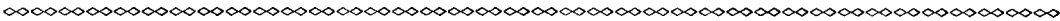
蔬菜发酵的现象多年来一直引起科学家的好奇心。过去一百年里人们所掌握的资料现在已经对酶作用作出了解释，还是酶作用为活的

微生物细胞提供了生命过程的能源。发酵的主要目的就在于为微生物的新陈代谢和生长繁殖提供能量。碳水化合物、氨基酸和胨、类脂物、维生素的及矿物质等就是乳酸菌生长繁殖所需要的物质。

如前所述，蔬菜的发酵是由 Leuconostoc mesenteroides菌引起的，随后其它三种乳酸菌继续这一过程。最后生成乳酸、二氧化碳、乙醇和抗坏血酸。虽然糖为新陈代谢过程提供了能量，但是其它营养成分也很重要。而其它营养成分一定在某些方面发生了变化。沃贝克等人的研究(1961、1963)已经证实，蔬菜的各种类脂物有明显的变化。我们只能设想，来自类脂物的许多次要的发酵产物对发酵蔬菜的品质也是有重要影响的。

我们得出的结论是，泡菜的特殊香气、味道和结构不但同食物本身的性质有关，而且同微生物酶的活动而引起的变化、同食物本身存在的酶、同发酵期间各种酶之间的相互作用以及由此而产生的腌制和成熟过程也有密切的关系。(收稿日期80.5)

侯开宗译自英文《Commelcial Vegetable Processing》



# 日本冷库冷藏能力

| 年别 | 冷库数   | 冷藏能力 (米³)  | 增长率 |
|----|-------|------------|-----|
| 65 | 3,094 | 5,558,219  | 100 |
| 67 | 3,190 | 6,386,536  | 115 |
| 69 | 3,373 | 8,010,909  | 144 |
| 70 | 3,377 | 8,454,281  | 152 |
| 71 | 3,498 | 9,294,762  | 167 |
| 72 | 3,530 | 10,031,709 | 180 |
| 73 | 3,591 | 11,718,392 | 211 |
| 74 | 3,605 | 12,553,049 | 226 |
| 75 | 3,702 | 13,736,812 | 247 |