

酱油的味及其生成

包 启 安

酿造酱油是一种通过复杂发酵过程而制成具有独特风味的调味食品，酱油的味与香气有密切的联系，现在扼要地叙述一下味的由来以及生产工艺之间的关系。

1. 甜 味

酱油中的甜味来自糖类。从其中分离出的有葡萄糖、果糖、阿拉伯糖、木糖、半乳糖、麦芽三糖、异麦芽三糖等。其含量常因酱油品种及原料配比而有显著的差别。表 1 为日本酿造酱油的一般糖分组成。

酱油中糖分的组成 (克/100毫升) 表 1

糖 类	含 量	糖 类	含 量
全还原糖	2.24	阿拉伯糖	0.14
半乳糖	0.57	木 糖	0.15
葡萄糖	1.03		

日本浓口酱油的糖分(%) 表 2

糖 类	原 料	
	脱 脂 大 豆	黄 豆
木 糖	0.082	0.341
阿拉伯糖	0.160	0.357
葡萄糖	1.004	0.750
半乳糖	0.482	0.332

日本浓口酱油糖类含量(表 2)与目前我国普通酱油相似，一般在2~3%。除糖分之外还有1%左右的甘油、各种糖醇。甘氨酸、丙氨酸等也都有一定的甜味。以上所述均系由酿造而生成的糖类，但在市场上销售的酱油中常另添加甜味剂，如砂糖、甘草膏等以增加甜味。

日本白酱油的全糖及直接还原糖均较普通酱油高7~8倍，葡萄糖占全糖的70%，异麦芽

糖也较多，全氮及氨基态氮只有普通酱油的一半。这是使用原料配比不同所致，小麦与大豆的配比是7~8:2~3；另外发酵时间也短，只要2~3个月即成熟。因而有大量糖分未发酵而残存于酱油中。所以一般白酱油的甜味较浓。与白酱油相反，有只用脱脂大豆为原料而不用米、麦的溜酱油，近来虽也使用些小麦，但用量很少，所以糖分含量很低，糖的种类也必然不同。在制醪发酵时阿拉伯糖最多，其次是半乳糖、木糖、葡萄糖、棉子糖、麦芽糖等依次减少。发酵过程中都会减少，而以阿拉伯糖及半乳糖最为显著。一个月后即检不出葡萄糖、麦芽糖和棉子糖。这不仅是由于原料大豆中这些糖含量少，而且在制曲过程中消耗了大部分的缘故。

用纸上色层分析法曾从酱油检出了甘油、D—阿拉伯醇、D—甘露醇、赤藓糖醇等糖醇，也都有甜味，不单与酱油的味有关，而且对酱油风味影响也较大。其中甘油含量最多，这些成分可统称之为多元醇。用离子交换法测定酱油中的多元醇的含量如表 3。大西氏等从酱油分离出甘油及D—甘露醇外，又分离出赤藓糖醇及D—阿拉伯糖醇，兹将其所得糖分及多元醇含量数据介绍于表 4。

酱油中多元醇的含量 表 3

试 样	多元醇(%)	全氮 TN(%)
大豆酱油 1	1.85	1.473
大豆酱油 2	1.61	1.550
温酿酱油	1.17	1.555
脱脂大豆酱油	1.25	1.466
新二号酱油	0.73	1.673
化学酱油	0.07	2.205
淡口酱油	1.96	1.116

%=W/V 按甘油计

酱油中糖分及多元醇含量 表 4

试样	直接还原糖 (按葡萄糖计)	碳水化合物 (按葡萄糖计)	全多元醇 (按甘油计)	纯甘油	甘油以外的多元醇 (按甘油计)
A	3.20%	3.20%	1.13%	0.73%	0.35%
B	2.45	2.30	1.13	0.66	0.47
C	3.04	3.35	1.05	0.79	0.26
D	2.70	2.80	0.57	0.36	0.21
E	3.22	3.33	1.03	0.73	0.30
F	1.85	2.05	1.07	0.86	0.21

从酱油、豆酱分离出的嗜盐性或耐盐性酵母，都具有生成多元醇的能力。鲁氏酵母在有盐培养条件下，要较无盐时生成的甘油及多元醇多。许多试验证明多元醇的生成并非完全在酱油发酵、熟成时期，在制曲过程中就已生成一部分。

2. 酸 味

酱油的酸味是以乳酸为主的有机酸类，它们不仅是呈味成分，而且也关系到产品的香气。从酱油中分离出的有机酸有乳酸、醋酸、焦性谷氨酸、琥珀酸、丙酮酸、乙醇酸、丙酸、乙酰丙酸、 α -酮基戊二酸、异丁酸等。主要有机酸的含量如表 5，其中以乳酸为主，乳酸的酸味带有涩味，与具有爽快酸味的柠檬酸不同。这些有机酸在酱油中的存在，使酱油的强烈盐味变得柔和，腌制咸鱼浇上酱油之后就不觉得那么咸，主要是有机酸的缘故。

酱油中有机酸分析例(毫克/100毫升) 表 5

焦性谷氨酸	乳酸	醋酸	甲酸	丙酮酸	苹果酸	柠檬酸	琥珀酸
322.2	1061.0	233.6	17.6	20.1	0	8.5	67.1

这些有机酸主要是属于三羧循环的酸类和脂肪酸等。它们来自原料和微生物的生化反应，其生成的种类或数量，主要取决于生产过程中微生物的活动状态。酱油原料大豆、脱脂大豆、小麦或麦麸中均含有不同量的有机酸，下面就分制曲、发酵及制成三过程将有机酸的变化情况加以介绍，以阐明有机酸的生成与生

产工艺的关系。

在制曲的前一阶段柠檬酸、苹果酸、琥珀酸逐渐减少，而后又逐渐增加。乳酸则在这阶段急剧上升，以后又下降，至于醋酸到后半阶段开始下降，以后变化不大。制曲开始20.5~30小时这阶段和从此以后的变化是有很大的差别，这正说明微生物的活动从此以后转入旺盛期，到出曲，有机酸的含量差别很大，夏季制曲的总酸量要高些。

制曲中有机酸变化很大的原因，首先是由于微生物的活动，为了搞清楚它的规律，用如表 6 中的几种微生物进行了单一培养，测定了有机酸的变化。

各菌的增殖都比较旺盛，进行了活跃的有机酸代谢。由于是单一培养，培养基又都适合于各菌的生长，其结果与真正的制曲就有较大的差别。

米曲霉在20小时内变化不大，到67小时柠檬酸、醋酸显著地减少。延胡索酸、琥珀酸增加较显著，有机酸总量减少1/2以上。

枯草杆菌的变化较大，柠檬酸、苹果酸明显地减少，后期生成醋酸，延胡索酸、琥珀酸均有增加，与米曲霉一样消耗淀粉及蛋白质生成氨，使pH上升，有机酸量减少，前期减少1/2，后期减少1/4。

乳酸菌有同质及异质2个型式，前期柠檬酸、苹果酸大量减少，到后期同质型乳酸菌生成少量醋酸和大量乳酸，至于异质型乳酸菌则生成大量的乳酸和醋酸，使pH大幅度地下降，同质乳酸菌使有机酸量约增加了0.5~1.4倍，异质乳酸菌增加了1~2.1倍。

从曲中分离出的微球菌也有两种型式：耐盐性微球菌很好地生成乳酸、琥珀酸，使pH下降，非耐盐性的微球菌却使培养基的有机酸减少，pH上升。前者可增加有机酸0.5~1倍，后者则减少有机酸4/5~3/5。

鲁氏酵母的变化不大显著，仅仅可以看出醋酸的变化和苹果酸、柠檬酸的减少而已。一般有机酸除构成产品的味和香气外，作为微生物的能源，可能被消耗一部分。在制曲初期柠

几种微生物在脱脂大豆、小麦培养基上的有机酸代谢(毫克/100克)

表 6

	培 养 (小 时)	酪 酸	丙 酸	醋 酸	未 知 酸	延 胡 索 酸	α - 酮 戊 二 酸	乳 酸	琥 珀 酸	焦 性 谷 氨 酸	未 知 酸 (3)	乙 醇 酸 (4)	未 知 酸	苹 果 酸	柠 檬 酸	异 柠 檬 酸	总 有 机 酸
对 照	0	—	—	68.6	—	19.1	—	—	13.4	62.4	—	2.0	—	89.1	771.7	11.0	1037.3
米 曲 霉	20	—	—	51.7	—	50.9	1.0	6.2	5.6	61.6	—	0.7	—	45.5	775.2	5.2	1103.6
	67	—	0.9	60.2	—	129.4	2.3	1.9	89.2	47.3	—	1.3	—	85.2	47.3	2.2	467.2
德 氏 酵 母	20	—	8.5	108.2	—	29.8	1.4	—	15.6	61.1	—	9.8	—	54.1	429.7	10.6	728.8
	67	—	0.8	11.6	—	21.7	0.9	—	11.2	61.6	1.0	10.3	—	42.1	479.9	8.0	649.1
枯 草 杆 菌	20	2.1	0.6	19.9	—	0.9	—	3.5	2.3	26.3	—	3.2	—	4.1	503.8	10.1	576.8
	67	8.1	7.6	96.7	—	37.6	0.6	1.3	39.9	19.5	0.8	2.0	—	1.4	7.2	2.1	224.8
酱油足球菌	20	—	6.7	87.8	—	26.6	0.2	44.2	2.0	31.6	0.1	7.3	—	15.4	182.0	9.6	413.5
	67	—	4.6	147.1	—	21.4	—	1161.0	—	25.3	—	12.4	—	2.2	24.6	8.5	1407.1
串 珠 菌	20	—	0.3	98.1	—	15.7	—	40.8	10.0	74.2	—	1.6	—	62.5	673.5	6.1	982.8
	67	—	3.6	597.3	—	16.4	0.6	649.6	—	57.5	—	4.1	—	31.8	725.6	12.8	2099.3
溶 乳 酪 微 球 菌	20	—	1.0	85.7	1.2	20.8	0.5	16.0	4.4	66.9	1.5	10.2	—	57.9	573.2	9.2	848.5
	67	—	0.2	13.3	0.2	4.9	1.3	2.3	11.9	57.6	—	7.9	—	28.4	521.7	9.9	659.6
溶 乳 酪 微 球 菌	20	—	2.0	76.8	1.1	15.5	—	3.6	17.8	65.5	—	8.3	—	41.3	198.0	1.6	431.5
	67	—	2.8	17.8	0.2	6.4	2.4	251.4	37.8	77.4	0.7	15.4	—	22.5	612.1	13.8	1060.7

柠檬酸、苹果酸的减少,可能是为菌体增殖所消耗的现象。微球菌、乳球菌、德氏酵母的这种倾向最为明显。

以上概括地叙述了与制曲有关的微生物的有机酸代谢情况,实际工业生产上的条件就复杂多了。例如温度、原料配比、水分、微生物的共生等等生长条件的不同,和互相的影响,都会影响有机酸的代谢,这些问题将在味与生产工艺一项中进行探讨。

(2) 发酵与有机酸的变化

制醪后的有机酸变化可能受原料、成曲性能、发酵时间、温度、环境等的影响。

曲中主要有有机酸柠檬酸、苹果酸在制醪后就迅速减少,而乳酸开始生成,3个月达到最高峰,以后就几乎没有什么变化。但这最高数值的变化较大,100毫升中含2000毫克~200毫克。可能是由于上述条件不同而出入很大。制醪初期温度愈高生酸也愈多。琥珀酸在发酵3个月时达到最高值,以后稍减少,但又升至最高值,减少以后又逐渐增加。其它的三羧循环

有机酸较发酵初期均有所减少,到成熟时残余量也很少了。

(3) 酱油乳酸菌的生成乳酸

乳酸发酵后有机酸的增减情况如表7。制醪后30天pH虽上升至5.68,而乳酸却不见增加。苹果酸、柠檬酸等来自原料的有机酸仍然很多。到60天,乳酸、醋酸、琥珀酸增加,苹果酸、柠檬酸减少都很明显。到150天,只有焦性谷氨酸及醋酸有所增加,其他的酸就没有大的变化。随着发酵天数的推移,增加的是焦性谷氨酸、乳酸、醋酸、琥珀酸,减少的是苹果酸、柠檬酸。根据20个样品的研究,乳酸的

酱油中有机酸的消长(毫克/毫升) 表 7

发酵 时间 (天)	pH	焦 性 谷 氨 酸	乳 酸	乙 酸	甲 酸	马 来 酸	柠 檬 酸	琥 珀 酸	总 酸
30	5.68	1.04	0.14	0.71	0.03	0.28	3.11	0.14	5.45
60	5.05	1.54	8.02	2.68	0.06	0	0	0.58	12.88
90	4.91	1.97	7.63	2.57	0.07	0	0	0.52	12.76
120	4.92	2.26	7.82	2.91	0.06	0	0	0.51	13.56
150	4.90	2.54	7.72	3.02	0.07	0	0	0.56	13.91

含量差别最大,最高9.02毫克/毫升,最低1.06毫克/毫升,其差别将近9倍。乳酸含量高的,醋酸含量也高,乳酸含量低的酱醪,亦即乳酸发酵不太旺盛的酱醪中苹果酸、柠檬酸有较多的残存。说明酱油中所含醋酸有相当一部分是由酱油乳酸菌所生成,乳酸与柠檬酸之间正好成相反的关系,这是由于乳酸菌可以用柠檬酸为碳源而将其消耗掉。以柠檬酸为基质进行乳酸菌培养试验,结果证明柠檬酸是乳酸菌的良好碳源,虽然乳酸菌的生长较缓慢,但由于柠檬酸被消耗,培养基的pH上升很多,这时生成的有机酸与以葡萄糖为碳源的基本相同,一克分子柠檬酸生成酸的克分子比平均为:乳酸:醋酸:甲酸=0.16:1.86:0.59。而葡萄糖为基质的克分子比却分别为1.71:0.28:0.17。接近同质型乳酸发酵。以苹果酸为基质时,生成的OD值为葡萄糖的1/5以下,柠檬酸的1/2以下,生长相当缓慢,可以认为酱油乳酸菌是不会产生苹果酸的。酱油乳酸菌的碳源葡萄糖与柠檬酸生成比完全不同。以柠檬酸为碳源较以葡萄糖为碳源生产的醋酸要多得多,这正好说明酱醪中乳酸与柠檬酸之间有相反的关系。乳酸菌代谢柠檬酸时产生较多的甲酸,这就是甲酸主要来源之一。

3. 咸 味

酱油的咸味来自所含的大量食盐,一般含17%左右,含如此大量的食盐而吃起来绝不象海水那样咸,一般认为这是酱油中含有大量的有机酸、氨基酸及肽的缘故。

加乳酸于盐水即感觉咸味有所减弱,如添加少量醋酸反而加强了咸味,例如1~2%食盐溶液中添加0.01%醋酸,或10~20%食盐溶液中添加0.1%的醋酸,就可以增强咸味;但再增加醋酸,却又感觉咸味缓和,例如1~2%食盐溶液中添加0.05%以上醋酸(pH3.4以下)或10~20%食盐溶液加0.3%以上(pH3.0以下)的醋酸之后,咸味就减弱。

随着酱油的熟成,肽或氨基酸的生成量在增加,这样就会感到咸味变得柔和。如果加些

化学调味料如化学酱油或味精,也会起到同样作用。

日本松本宪次曾认为蛋白质分解发酵生成的氨基酸有一部分脱羧之后生成胺类,它能麻痹人对咸味的感觉。使用盐较多的自酿豆酱经过长时间熟成之后分析其胺类确实较多。吃这种豆酱时也确实觉得并不很咸。另外食盐中除含氯化钠之外,还含有不少其他的无机盐类,一部分来自制醪用水,这些无机盐同样可减弱盐的咸味。无机物的一个原子周围的另外原子或分子相聚形成一个络合离子,与在外侧另外的离子进行离子结合而形成络合物,这种高次化合物在溶液中较为稳定,其味道与盐的咸味起相减作用,也会令人感到咸味减弱。

酱油的强烈咸味能刺激人的味觉而增进食欲,除其本身具有这种作用外,与其他成分成一平衡混合系而促进其作用也是不可忽视的。如果将酱油脱去食盐之后,就成为一种鲜味非常大而与酱油完全不同的液体。日本近年生产的减盐酱油,一般只含9%的食盐,与普通酱油比较起来,鲜味更大,但还具有酱油的风味。从这两个例子看来,盐的咸味与酱油中其他成分之间是有一定的平衡关系的。

4. 苦 味

普通酱油感不到有任何苦味。如上述将酱油脱盐制成无盐酱油后,仍具有相当强的鲜味,如果再去掉谷氨酸就会感到相当的苦。这一苦味主要是源于某些苦味氨基酸及肽。当肽分子中所含疏水性氨基酸比例较高时,就产生苦味。含疏水性的氨基酸位于分子内侧,当蛋白酶加水分解使其分子量降低变成低分子,露出内部的疏水基变成可溶性,与人舌的味蕾接触就感觉到苦味。这种苦味成分也可由亮氨酸氨基肽酶或羧基肽酶的作用,从肽的末端顺次加水分解,使其苦味消失。加谷氨酸或天门冬氨酸也可使苦味消失,谷氨酸或N-谷酰胺寡肽具有苦味遮蔽效果。这些现象存在于酱油发酵期,初期产生苦味成分,随着水解的进行,苦味逐渐消失,增加了鲜味,最后成为调和的

良好风味。

5. 鲜 味

我们吃某些食物时常说滋味很“鲜”，这是主观上的感觉，这种鲜味的程度常称作“鲜度”相当于日语的“旨さ”，英语的 palatability。与此相对的所谓“鲜味”与甜、酸、苦、咸等味一样，同属客观的味的一种，相当于日语的“旨味”。简单而具体的讲 L-谷氨酸钠 (MSG) 与 5'-肌苷酸钠 (IMP) 的味道就是鲜味。我们东方人对鲜味都有较深的体会，而且很敏感。欧美人对 MSG 或 IMP 的鲜味尚不理解，因此尚无表示鲜味的用语。很多人认为是添加食品后增强食品味道的增强剂 (flavor potentiator 或 flavor enhancer)。

(1) 酱油中的氨基酸

酱油中的鲜味主要是以谷氨酸为代表的氨基酸和肽类。这些鲜味成分几乎全部来自原料中大豆蛋白及小麦蛋白。

酱油中主要氨基酸有谷氨酸、丝氨酸、脯氨酸、精氨酸、亮氨酸、缬氨酸、天门冬氨酸、异亮氨酸、赖氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、甘氨酸、组氨酸等，其中成单体而具有鲜味的是谷氨酸，其它单体氨基酸则具有甜味、苦味、酸味，但在酱油中却是构成极其复杂风味而不可缺少的成分。

酱油中所有氨基酸并不能全部成游离状态。理论上讲全氮与游离氨基态氮相等，即 100% 游离，实际上受脯氨酸、精氨酸、组氨酸、赖氨酸的影响，只能达 70% 左右。用甲醛法滴

定时脯氨酸及赖氨酸的氮只能部分地被滴定，组氨酸的 3 个氮，精氨酸的 4 个氮只有一个被滴定。另外有一部分氨基酸可能遮盖住某种氨基，因而测得结果只不过是 70% 左右而已。实际上测得的比率为 53% 左右。这由于酱油中还有不少肽存在的缘故。将酱油进行加水分解，氨基酸是要增加的，这点也正好说明肽的存在。关于酱油中氨基酸的分析数据很多，兹介绍生物定量法 (表 8) 和气相色谱分析法 (表 9) 的数据。

酱油中氨基酸的增长情况，用天然酿造法一般异亮氨酸、亮氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸是逐渐增加的，而谷氨酸、甘氨酸、赖氨酸、缬

酱油中氨基酸的分析值 (毫克/毫升) 表 8

名 称	加水分解前	加水分解后
精氨酸	6.60	6.39
天门冬氨酸	4.73	7.60
半胱氨酸	0.25	0.93
谷氨酸	12.08	21.10
甘氨酸	2.90	4.15
组氨酸	1.42	1.62
异亮氨酸	3.88	3.04
亮氨酸	6.78	7.04
赖氨酸	3.68	5.67
蛋氨酸	1.99	1.38
苯丙氨酸	3.70	3.45
脯氨酸	6.97	6.87
丝氨酸	9.40	4.76
苏氨酸	3.06	3.01
色氨酸	0.61	0.15
酪氨酸	0.72	0.96
缬氨酸	4.93	5.21

注：生物法。

各种酱油氨基酸分析值

表 9

试 样	TN*	AN*	精氨酸	谷氨酸	甘氨酸	异亮氨酸	亮氨酸	赖氨酸	蛋氨酸	苯丙氨酸	苏氨酸	脯氨酸
Kiage	1.394	0.790	1.00	11.15	3.47	3.52	5.40	4.03	0.90	3.54	3.12	4.04
	1.078	0.594	0.77	8.17	2.64	2.82	4.07	2.96	0.73	3.16	2.64	3.17
溜 酱 油	2.438	1.289	2.07	11.63	5.05	5.46	8.16	7.62	1.36	4.78	5.92	6.93
	1.748	0.909	0.47	8.21	3.11	3.99	6.36	4.36	0.99	—	4.32	4.68
市售酱油	1.200	0.590	2.21	6.26	2.38	2.83	3.83	2.75	0.57	2.45	2.08	—
	1.538	0.835	2.61	0.84	2.90	3.53	4.79	3.56	0.84	3.75	2.96	3.99

* W/V% 气体色谱分析法。 自石上等：醇工，43.128(1965)

氨酸在 396 日以前就达到最高峰，而后开始下降，制醪后47天氨基酸生成率已达到45%，赖氨酸就达到了60%。而谷氨酸和亮氨酸的分解要低些。温酿法的第三天，氨基酸的生成率已达到相当大，为总量的1/3。30天就达到60%，以后的增长就很慢了。一般在熟成阶段，精氨酸、组氨酸、脯氨酸逐渐减少，酱油中的焦性谷氨酸大部分是由酿造初期所生成大量的谷氨酸而逐渐变成的，这种变化并不是靠酶的作用。

酱油中的碱基类有组胺、腺嘌呤、胆碱、6-羟基嘌呤、黄嘌呤、鸟嘌呤、尿嘧啶、胞嘧啶等，可能来自原料及菌种的 RNA 或其它的分解物。其中以6-羟基嘌呤最多，占全碱基的50%以上。

（2）谷氨酸的来源及其消长

酱油酿造过程中，作为呈味主要成分的游离谷氨酸的来源，主要有下列三方面：

- 1）原料蛋白质的分解而溶出；
- 2）有关微生物的谷氨酸生化合成；
- 3）微生物的菌体自溶而生成的。

另外，在酱油熟成后期，温酿法酱油或夏季发酵醪，所溶出的游离谷氨酸常较少，这种游离谷氨酸的减少原因，主要有下列两种：

- 1）有关酿造微生物的代谢而摄取谷氨酸所引起的；
- 2）由于从谷氨酸或谷酰胺生成焦化谷氨酸所引起的。

表10表示了大豆、脱脂大豆、小麦及酱油曲中谷氨酸、谷酰胺、焦性谷氨酸、结合谷氨酸含量。根据这些数据来看，被抽出的谷氨酸很少，脱脂大豆及破碎炒麦的约占原料中的5~7%。酱油曲中含量虽较高些，也只是12%而已。其绝大部分是结合型的谷氨酸。因此一般认为原料中的谷氨酸或谷酰胺都是结合状态的，到现在还没有将这两种比例准确测出的方法。酱油曲在25℃，制醪酸性发酵初期的谷酰胺含量可达0.5克/100克，由这点也可以推知原料中谷酰胺以胺状态存在的数量是相当大的。

关于谷氨酸的消长情况，已有不少研究。

原料中有关谷氨酸物质的含量(g/100g) 表 10

	原 料		抽 出 物				
	水分 (%)	总谷氨酸	总谷氨酸	游离谷氨酸	谷酰胺	焦性谷氨酸	结合谷氨酸
焙炒麦粒	10.14	3.28	0.16	0	0	0.01	0.15
脱脂大豆	13.49	10.40	0.75	0.04	0	0.19	0.52
麦粒+脱脂大豆	11.80	7.00	0.33	0.02	0	0.09	0.22
酱油曲	29.81	6.32	0.86	0.05	0	0.17	0.64

当然从原料蛋白质的分解而生成的谷氨酸是其主体。参与大豆发酵制品的微生物的作用也是不容忽视的。一般，培养基中的谷氨酸等营养物质通过微生物的细胞壁而进入菌体，用于蛋白质的合成或分解。Gale 等人用粪链球菌 (*Streptococcus faecalis*) 进行了摄取各种氨基酸的研究，当谷氨酸通过细胞壁时需要有葡萄糖、酪蛋白水解物及精氨酸存在作为能源的。大豆发酵食品具有丰富的糖类及氨基酸等营养物质作为能源而存在，在发酵过程中大量的精氨酸和葡萄糖消失，可能与这反应有关。用合成培养基检查了酱油酿造微生物中的鲁氏酵母，产膜酵母、杆菌菌体内的谷氨酸，发现各种微生物均有所增加，以产膜鲁氏酵母 (*S. rouxii* var *halomembranis*) 及异常汉逊酵母 (*H. anomala*) 摄取谷氨酸的作用最为显著，鲁氏酵母次之，杆菌更次之。在未加食盐的培养基中谷氨酸的分解更为容易，食盐浓度愈大，分解作用也就愈受到抑制，而且被摄入菌体内的谷氨酸也因之而减少，培养基中有葡萄糖存在确实促进了谷氨酸的分解，摄入菌体内的谷氨酸也较多。另一方面，在微生物同样存在时谷氨酸会产生合成反应，往往谷氨酸合成反应大的微生物，其分解谷氨酸性能也是很强的。食盐浓度也影响其合成能力，无盐时谷氨酸合成能力强，合成反应进行得很活跃，食盐浓度从5%增加到18%，随着食盐浓度的增加，谷氨酸合成反应随之减弱。产膜鲁氏酵母 (*S. rouxii* var *halomembranis*) 及异常汉逊酵母 (*H. anomala*) 具有 α -酮戊二酸与各种氨基酸的氨基转化作用，并且可以从 γ -氨

基丁酸生成 α -谷氨酸。

以上是用合成培养基所观察的结果，象酱油醪等各种营养丰富的状态，微生物对谷氨酸的分解和合成作用虽基本上相同，但较合成培养基进行得迟钝，受到抑制，作为能源促进反应的葡萄糖，在18%的盐度下几乎失掉促进作用，这种现象说明在酱油培养基中存在抑制谷氨酸分解产生合成的物质。这证明高浓度的谷氨酸有抑制谷氨酸产生合成的作用。大豆发酵食品所含成分复杂，彻底弄清抑制物质的全貌是比较困难的。

实际在酱油等大豆发酵食品中，谷氨酸的分解和生化合成是同时进行的，只是向那个方向进行的问题。在最适合于生化合成的条件下，仍有分解在进行。而且与生化合成相比较，分解程度仍然很大，所以认为谷氨酸分解作用较生化合成可能更大些，尤其是在大豆发酵食品经常发生的产膜酵母存在时更是显著。因此在熟成阶段，防止产膜酵母的生长，不仅从香气的角度是重要的，而且在防止谷氨酸的损失来讲也是具有一定意义的。

(3) 肽与酱油的鲜味

最近利用分子筛研究了酱油中肽态氮的分布情况，证明酱油含氮成分中有50~75%是游离的氨基酸，有15~35%是肽态氮，残余的是氨态氮(11~15%)。酱油中存在的肽中，低级肽(氨基酸残基数个以下)占全氮的9~20%，氨基酸残基10个以上的高级肽占4~12%，这两种占其中大部分，中间的肽只不过1~3%。酱油中这些肽的种类和分布情况，与制曲时间长短有很大的关系，制曲时间长的酱油中的高级肽含量也愈少。构成肽的氨基酸是天门冬氨酸、谷氨酸、赖氨酸、甘氨酸、丙氨酸、亮氨酸、异亮氨酸。肽的存在赋与酱油以风味，是主要呈味物质。

α -L-谷酰基二肽，其N末端为L-谷酰基二肽，鲜味虽然很小，但是具有类似谷氨酸的鲜味。荒井等人合成了一系列这样L-型氨基酸的二肽，将其C末端的氨基酸加以改变，其呈味性也有所不同，根据二肽的呈味性如表11所

α -L-谷酰基二肽的疏水性强度与呈味性

表 11

二 肽	Δf_1 a) (CoL/ moL)	ΔW b) (CaL/ moL)	味
谷氨酸-天冬氨酸	<0	-199	鲜味
谷氨酸-谷氨酸	<0	0	
谷氨酸-丝氨酸	40	-47	
谷氨酸-苏氨酸		43	
谷氨酸-甘氨酸	0	0	
谷氨酸-丙氨酸	730	299	无
谷氨酸-脯氨酸	2600	360	
谷氨酸-缬氨酸	1690	480	
谷氨酸-酪氨酸	2870	442	
谷氨酸-苯丙氨酸	2650	1073	
谷氨酸-亮氨酸	2420	1073	苦味
谷氨酸-异亮氨酸	2970	1170	

a)根据C.Tanford(1962)

b)根据S.AraL等(1973)

示，可分为二组，第一组如谷氨酸-天冬氨酸表示，其C端的氨基酸为亲水性的氨基酸，都具有鲜味；第二组为谷氨酸-甘氨酸的氨基酸的肽，这些二肽几乎都无味；第三组具有鲜味的L-谷酰基二肽都是亲水性很大的，疏水基愈大则愈带苦味。

(4) 肽的鲜味效果

肽，特别是低分子肽，其两性电解质特性很强，因此与 Na^+ 、 Cl^- 离子结合，其本身虽是无味肽，但是在食品中一经与盐类作用即可缓和盐的咸味。因此肽可以使食品的味道柔和，其理由之一就是这种缓和效果。本身具有鲜味的肽类与MSG或5'-IMP混合之后，如表12所示将谷氨酸-甘氨酸与MSG混合时或与5'-IMP混合都可以增强其鲜味，特别是三者混合后的鲜味与天然肉味无甚区别。从牛肉水解物分离出具有肉鲜味相同的肽，它是谷氨酸二残基的八肽：

H_2N 赖氨酸-甘氨酸-天冬氨酸-谷氨酸-谷氨酸-丝氨酸-亮氨酸-丙氨酸OH

利用蛋白酶的逆反应(缩肽合成反应)可将多数谷氨酸组成肽结合状的缩肽，然后再用蛋白酶进行加水分解，可得到完全没有苦味而有强烈鲜味产物，将此加水分解物进行鲜味区

分, 得到谷氨酸-谷氨酸、谷氨酸3-5的谷氨酸寡肽, 而且如表13所示, 具有遮盖的苦味肽的苦味或其他多种苦味物质的作用。

肽类广泛地存在于食品中, 也是构成酱油的重要组成部分。仅由氨基酸或其他有基酸实际不能充分说明酱油的鲜味。某些肽类除本身具有鲜味外, 某些肽类所赋与酱油的综合鲜味效果, 是不容忽视的。

L-谷氨酸-谷氨酸-丝氨酸(G)谷氨酸钠(M)5'-IMP(I)三者鲜味相互作用的解析

表 12

№	混合试样 a)	鲜味评比 b)	平 均	附 记
1	N000	0 0 0 0 0	0.0	咸味缓和
2	NM00	2 2 2 2 2	2.0	
3	NOIO	2 1 2 1 2	1.6	
4	NOOG	1 1 1 2 2	1.4	
5	NMLO	5 3 4 4 3	3.8	较N0.2味道柔和 较N0.3味道柔和 似肉膏
6	NMOG	4 2 4 3 4	3.4	
7	NOIG	3 2 4 2 4	3.0	
8	NMIG	5 4 5 5 5	4.8	

a) N: 2% NaCl(Iml); M: 0.2% MSG(Iml); I: 0.01% 5'-IMP·Na₂(Iml); G: 1% 谷氨酸-谷氨酸-丝氨酸(毫升)。

b) 五人品尝所得分数, 5: 非常强; 4: 强; 3: 一般; 2: 弱; 1: 非常弱; 0: 只有盐味。

L-谷酰基-L-谷氨酸的苦味遮蔽效果 表 13

苦味物质a)	谷氨酸-谷氨酸b) 添 加 与 否	苦味强度c)
L-异亮氨酸(%)	无 有	++++ -
甘氨酸L-亮氨酸 (0.2%)	无 有	++++ -
氯化镁(2%)	无 有	++++ +
绿原酸($6 \times 10^{-2}\%$)	无 有	+++ ±
咖 啡($6 \times 10^{-2}\%$)	无 有	+++ ±
苯 硫 脲($6 \times 10^{-2}\%$)	无 有	+++ ±

a) pH6水溶液()内是浓度;

b) GLu-GLu添加成0.1%

c) +++++强烈苦味;

+, 微苦; ±非常微弱; -, 无味。

国外香蕉食品加工

陈钢译

这里介绍几种国外利用香蕉加工的食品, 其加工方法并不困难, 可供有关方面研究。

香蕉干 即一种经干燥处理过的剥皮香蕉。可用整个的、半个的香蕉或香蕉片制成。干燥办法可视条件而定, 因地制宜, 从简单的太阳晒, 到先进的太阳能烘箱均可采用。

加工的香蕉要求选用成熟的、但还未软透的香蕉, 含糖19.5%左右。加工的香蕉经水洗、剥皮后, 涂上二氧化硫以避免变色。然后在烘房中进行干燥处理, 直到含水量达15~20%时即可。前后大约需要24小时左右, 温度先在70°C上下, 后期降到60°C或更低。

香蕉粉 其制作方法是: 挑选熟透的香蕉, 先磨成糊状, 再干燥而成。喷雾干燥法在这类场合由于损耗较高而不太合用。但可通过加进少许大豆蛋白质来解决这个问题。

制作流程简述如下: 用水洗净香蕉, 再剥皮, 然后送进一台切碎、磨浆两用机, 出来的就是糊状香蕉了。为使成品的颜色更好看, 可在干燥前加进1~2%的亚硫酸氢钠溶液。一般情况下, 把糊状香蕉放在烘箱中烘成粉状即可。但高级香蕉粉往往用另一套程序进行干燥处理: 先把糊状的香蕉烘干成泡沫块状, 再放进交流脱水机作最后干燥处理。

香蕉面粉 用未成熟的香蕉制作, 要求较高的淀粉含量。含淀粉和糖分的比例取决于香蕉的成熟程度, 必须掌握适当。

加工时, 香蕉先用冷水洗, 再用热水洗, 以使香蕉皮松散。洗过的香蕉剥掉皮后切成小片, 切成的小片用二氧化硫熏。然后再把这些小片干燥到含水8%左右。干了的小片先冷却一下, 再磨和筛, 最后用内衬塑料薄膜的纸袋包装。