

酱油的味与生产工艺(一)

包 启 安

一、酱油甜味与生产工艺

当曲中的液化型淀粉酶或糖化型淀粉酶作用于小麦或面粉的淀粉时即生成糊精、葡萄糖、麦芽糖等,麦芽糖借麦芽糖转移酶作用生成异麦芽糖或潘糖生成较多的甜味物质。如果使用麦麸,所生成的葡萄糖、麦芽糖等的量就很少,含于麦麸中的大量阿拉伯聚糖、木聚糖等则在制曲过程中分别分解成为阿拉伯糖、木糖等,成为甜味成分,但其大部分,尤其是在基质浓度较高、发酵温度较高的发酵条件下却变成了色素。这一反应在采取40~60℃发酵温度固态发酵时最为显著。

原料处理时撒水量大、高压短时间蒸煮的脱脂大豆的甜味较多,这是因为原料中蔗糖、棉子糖、木苏糖分解得较好,生成果糖、半乳糖等缘故。当曲的糖化力强时则生成较多的全糖,其大部分为直接还原糖,尚有部分淀粉或糊精。酱油生产是用全部制曲的方法,而且是菌丝生长非常旺盛,初结孢子的上黄曲,就要消耗原料碳水化物的25~35%,其中有一部分转化为菌体,另一部分作为能源变成CO₂和水。在熟成的长时间过程中,直接还原糖的大部分即为乳酸菌及酵母所消耗而减少。因此稀发酵经过长时间旺盛的酒精发酵,残存于酱油中的直接还原糖并不太多,例如日本发酵6个月的浓口酱油,虽然使用了将近一半的小麦,其直接还原糖含量一般在3.5%左右,而另一种发酵2个月左右的淡口酱油,虽然使用小麦较多,产品的直接还原糖只占5.1%左右;白酱油因使用小麦较多,发酵时间也较短,直接还原糖可达21%左右,因而甜味较浓。这是一种典型甜味浓厚的酱油,我国以前生产过的白酱油,在生产工艺上及成分组成上与之有很大的区别,大致相当于日本的浅色酱油。现将日本白酱油的生产工艺简单介绍一下,从这个例子就可以看出浅色甜味酱油与一般酱油在工艺

上的差别。

日本白酱油以小麦为主原料,大豆只占10~20%。白酱油要求色泽浅,在原料处理上也有其独特的地方。小麦粒的两端含较多的戊糖。易于与氨基酸发生褐变反应,因此用精麦机将小麦两端去掉。但小麦组织柔软,易变成粉末,因而只精白5%。焙炒后易于着色,故与焙炒脱皮大豆用水浸泡3~4小时,淋干后进行蒸熟。整粒大豆进行2小时的蒸熟,蛋白质变性不充分,所以先进行焙炒、脱皮、也可防止大豆种皮的着色,蒸熟后放冷至40℃、接种、制曲。品温控制在低点,约48小时,孢子着生前出曲。制醪盐水Bé19°,水量为十二成,即原料重量的120%。制醪后,并不打耙或浇淋,以免促进氧化褐变以及酵母等微生物的增殖、发酵,而损失大量的糖分。表面上加盖、压重石,使曲子浸在盐水内,尽量抑制酒精发酵是白酱油生产工艺的重要特点。利用酶进行蛋白质水解及淀粉的糖化;2~3个月即熟成完了。酱醪不压榨,采取抽取汁液法。进行打耙或压榨必将小麦粒破碎,未完全分解的淀粉或蛋白质就会渗出,使酱醪发粘,压榨困难,并会产生大量酱油泥。得出头滤油后,再加Bé15~16°盐水(用量为制醪用水量的一半)放置10~15天即得二滤油,混合调整成分即为成品。一般不加热,以防色泽变深、装瓶后产生酱油泥。表1是日本白酱油的一般成分。

为了增加酱油的甜味成分,在原料配比上要增加淀粉原料,同时要控制发酵周期和防止酵母过于旺盛地酒精发酵,以防微生物消耗大量糖分,这是工艺上应注意采取的主要措施。我国传统酱油是使用生面粉的。例如湖南省龙牌酱油的糖分达8%左右,与日本浓口酱油相比较,淀粉用量基本相同,虽然发酵周期均长达半年左右,却较日本浓口酱油含糖量高一倍左右,因此甜度较高。所以如此,可能与使用生面粉

白 酱 油 的 一 般 成 分

表 1

试样	°Bé	T.N (%)	A.N (%)	T.S (%)	R.S (%)	NaCl (%)	滴 定 酸 度		pH	酒 精 v/V
							I	II		
A	26.28	0.690	0.390	15.03	14.30	18.80	5.7	3.1	4.65	0.20
B	26.12	0.718	0.383	15.78	14.90	19.04	5.0	3.5	4.80	0.10
C	25.38	0.497	0.256	18.11	15.90	18.02	3.9	2.8	4.85	0.12
D	26.90	0.443	0.221	24.61	22.30	18.80	3.4	2.7	4.90	0.29
E	25.90	0.580	0.314	15.03	14.67	18.53	5.6	3.1	4.80	0.63

及发酵技术有关,有待进一步研究。

日本某些浓口酱油中和以前我国的酱油中有添加一些甜味剂如甘草浸膏等,最近日本市场上销售的酱油中常添加甘草精,其使用量也多有不同,下表即不同产品的含量。

试 样	A	B	C	D	E
纯甘草精量(1石)	12.7	9.7	18.5	7.1	40.3

引自ニューフードインダストリー23.(3)39(1981)

纯品甘草精的甜味倍率为300,是甘草甜味的主成分。其特点在于在口内能长时间保持其独特的甜味,具有耐热性,无褐变,无腐败性。但在pH低时其溶解度要降低。

二、酱油的酸味与生产工艺

酱油酸味的主要组分为乳酸,一部分来自制曲过程,即由于易变微球菌、凝聚性微球菌、酱油足球菌、串珠菌、溶乳酪微球菌等产酸菌的繁殖,就给酱油带来酸味。当制曲前蒸料尤其是水分大的曲料,在夏季长时间在空气中曝露冷却过程中,常常污染大量生酸菌;在制曲温度较低,接种孢子不能迅速发芽等等条件下都会使产酸菌繁殖旺盛,赋予酱油以酸味;卫生条件不好,如果污染酪酸菌,会产生酪酸,使酱油发生恶臭。总之,生成过多有机酸,使制醅后酱醪pH迅速下降,妨碍蛋白水解,常常使酱油酸味较重,影响酱油质量。在正常制曲条件下成曲制醅后的pH一般是在6附近,所以一般口味正常,不会令人感到酸味。

酱油酸味的另一部分,来自发酵熟成过程,而且对稀发酵来讲这是主要部分。成曲中所带来的微球菌、乳酸菌、酵母菌、芽孢菌等

经过制醅盐水的作用,这些菌的非耐盐性部分就逐渐死亡,而酱油足球菌、耐盐微球菌等耐盐性细菌则生存下来,于是产酸,逐渐使酱醪的pH下降。酱油醪中添加乳酸菌的工业生产在日本已很普遍,有专门贩卖培养乳酸菌或加用乳酸菌的种曲,加用乳酸菌有速酿效果。选用适当的种类,选择适当使用量及使用时期是非常重要的。过度的增殖会导致酸度过高,甚至妨碍蛋白分解,酸味过度也会使产品质量降低;乳酸菌中有的产生滋味好的乳酸,有的却不好;有的还生成谷氨酸,有利于产品的滋味,因此选定优良菌种是必要的。另外,一般与酵母合用的情况较多。因此,必须与酵母性质相吻合,使用乳酸菌于酱油,一般认为除酸味可口外对产生香气有利,单用效果差,嗜盐足球菌可耐22%的食盐,与酱油的酸味及发酵有密切关系,但耐酸性弱,pH5.0以下即不能增殖,制醅后有消除豆臭的作用,粪链球菌是酱醪中常被分离出的乳酸菌,其耐酸性强,特点是蛋白分解力在乳酸菌中最强的¹⁾,可促进蛋白质的分解,并可抑制氧化着色。这两种乳酸菌是常用的乳酸菌,关于培养应用方法,容后另文撰述。

至于固态发酵酱油的酸度,比稀发酵的要低些,例如日本酱油的总酸一般达到3%,pH值在4.5左右,吃起来也明显地有适口的酸味,而我国固态发酵酱油的酸度一般说来较低,总酸一般含量在2.0%、pH值在5左右。这与这两种发酵工艺不同有关。发酵工艺合理,含氮成分等较高时即使含酸量较高,由于缓冲能大,所表现的pH不一定低,口味也舒适,不觉得酸。

三、酱油的鲜味与诸工艺的关系

1. 原料与原料处理

目前酱油的蛋白原料以大豆或脱脂大豆为标准是有一定原因的。用它作的酱油不仅滋味鲜美,而且还有良好的色泽,小麦蛋白的水解产物滋味也很鲜美,可与大豆媲美,但色泽浅薄,甜味较浓。一般只能配合大豆使用,很难单独作为酱油的原料。另外所用原料必须有适当的C/N比,也就是说蛋白质与碳水化合物必须有一定的比率,这样才能酿出酱油的风味来。酱油的鲜味一般是以谷氨酸作为其主要呈味成分,从这个意义上讲,选择制作酱油的蛋白原料时,当然以谷氨酸含量高的较为合适,这是很自然的事。但是还要看蛋白质的结构和性质。有时化验谷氨酸含量虽高,而有一部分很难为现用曲霉的酶水解成游离谷氨酸或呈美味的低级肽,这样产品呈味性就不会好,达不到与所含谷氨酸相对应的鲜度。另外,大豆或脱脂大豆酱油的味道与味精或小麦蛋白水解液的味道不同,它是一种以多种氨基酸和肽混合调熟的味道,所以有时用其它蛋白原料制成的酱油滋味就不如大豆或脱脂大豆的鲜美。为了保持酱油原来风味目前还是以选用脱脂大豆为佳。我国幅员辽阔,各地蛋白质原料各不相同,各地根据具体情况,广泛地利用大豆以外的其它蛋白质原料,也是开发蛋白资源的一项重大任务。著者在河北省产棉地带试用棉子饼及花生饼酿造酱油,棉子饼酱油鲜味还不小,也无怪味,效果还好,是一种较好的代用原料。其谷氨酸含量为17%左右,与大豆蛋白的18.5%相比,相差不多,可是味道总有些差别。花生蛋白中含17.4~19.8%谷氨酸,作出的酱油滋味并不比棉子饼的好。另外,绿豆蛋白含谷氨酸21.5%,玉米蛋白含谷氨酸24.5%,豌豆蛋白含谷氨酸18.5%,有些厂曾用制淀粉后的“浆水”生产酱油,就是这些原料蛋白的利用,其鲜味尚可。

大豆的原料处理的首要目的在于使其蛋白质变性,变成适合于曲霉等微生物繁殖的状态,制曲后所产生的酶系,直接影响着酱油的

主体味。最近普遍采用高温、短时间蒸煮迅速减压冷却的工艺,这不仅能提高大豆蛋白的水解率,而且还由于谷氨酸生成率的提高增加了酱油的鲜味。酱油的滋味与原料处理中大豆撒水量有密切关系,撒水量大,滋味鲜美,根据许多试验证明撒水量130%以上是必要的^{2,3}。在这条件下压力愈高,最适蒸煮时间也就愈短,而水解率也就愈高。我国采用旋转高压蒸煮罐的工厂很多,据试验³改装排气管,缩短脱压时间至4分钟左右,就可收到较好效果。关于这些问题限于篇幅请参考另文⁴。

2. 发酵pH与酱油鲜味

酱油酿造过程中,发酵pH的变化,对酱油质量及原料水解率有直接的影响。尤其是在制醪或制醅后的pH迅速下降,就会抑制曲霉碱性蛋白酶及中性蛋白酶的活性,使全氮水解率降低,而且还影响谷氨酸的生成,直接影响酱油的鲜味,这点将在下面详细介绍。同时也会抑制耐盐性乳酸菌的繁殖,引起一系列不良后果。自从采用通风制曲法之后,酱醪的pH下降较曲盘法的要快了些,尤其是制曲条件不好,引起杂菌污染的曲子更为显著。制曲时某些生酸菌如微球菌、乳酸菌的大量繁殖很可能是制醪制醅后pH急速下降的原因^{5,6}。

图1为不同pH(pH7.0~pH4.5)制醪发酵结果对全氮的水解影响曲线。从这一试验可以看出,中性发酵得较好,酸性的就较差。正常生产的酱油曲、酱曲或米曲的pH值一般在6附近,接近中性,只有受产酸菌污染的劣质曲,pH较低,这样就会影响酶的作用,不但全氮水解率较低,而且还会影响谷氨酸的生成。图2表示了在25℃不同pH发酵对游离谷氨酸的影响。中性发酵的谷氨酸含量最高,其次是对照(pH5.6),酸性发酵的最差。这种区别在不同发酵温度下也是一样。

图3表示发酵pH对谷酰胺的影响。谷酰胺在制醪初的含量就有明显的差别。在酸性制醪的余量为0.5g/dl,对照含量为0.3g/dl,中性的含量为0.1g/dl。随着发酵的进行,谷酰胺成直线形的减少(图4),中性制醪的在发

酵8天就完全消失，而酸性制醪的却要75天才
能完全消失。

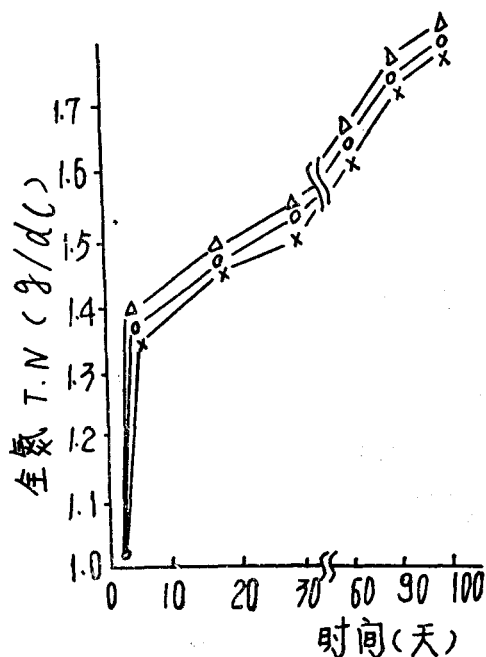


图 1 发酵pH对全氮的影响(30°C)

△——△ pH7.0; ○——○ 7.0~4.5中间;
×——× pH4.5

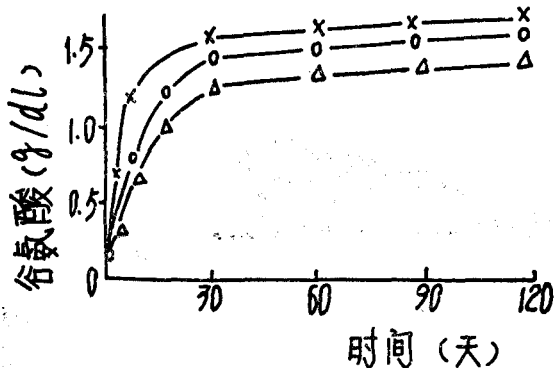


图 2 25°C不同pH发酵对游离谷氨酸的影响

×——× pH7.0; ○——○ 对照;
△——△ pH4.5

焦性谷氨酸在整个发酵期间是慢慢增长的。高温发酵较低温发酵的焦性谷氨酸含量要高。酸性制醪所生成的焦性谷氨酸含量高，次为对照，中性的最少。这种倾向在高温或低温都是一样的，如图3。

制醪发酵 pH 对酱醪中谷氨酸、谷酰胺及焦性谷氨酸三者的消长情况影响不但很大，而

且左右三者的因果关系，图5、6说明了这种关系。在酸性制醪的条件下游离谷氨酸含量低，中性制醪后游离谷氨酸含量高，相反，谷酰胺在酸性制醪中含量高，中性制醪条件下含量很低。焦性谷氨酸在制醪初期几乎未生成多少。发酵120天后如图6所示，谷酰胺几乎全部消失，而谷氨酸及焦性谷氨酸较制醪初期均有所增加。

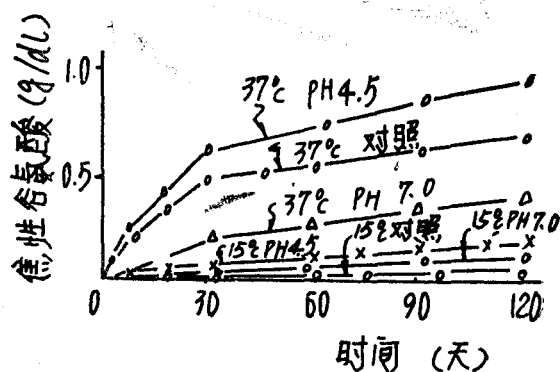


图 3 在不同pH谷酰胺的消长情况

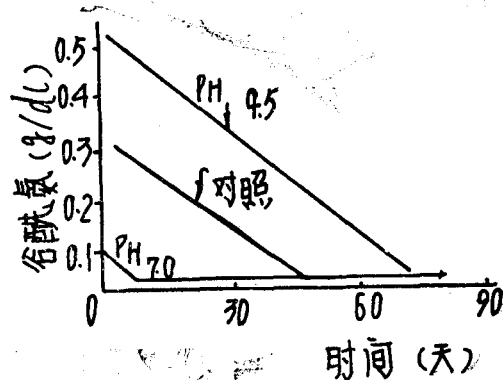


图 4 焦性谷氨酸消长情况

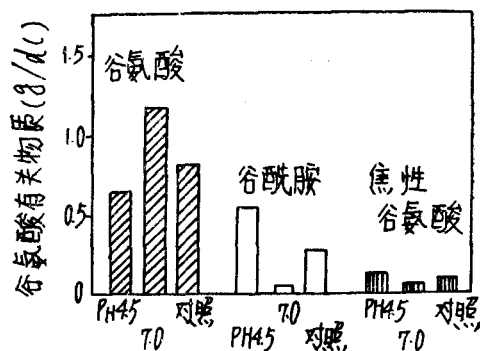


图 5 pH对游离谷氨酸、谷酰胺及焦性谷氨酸的影响(25°C 8天)

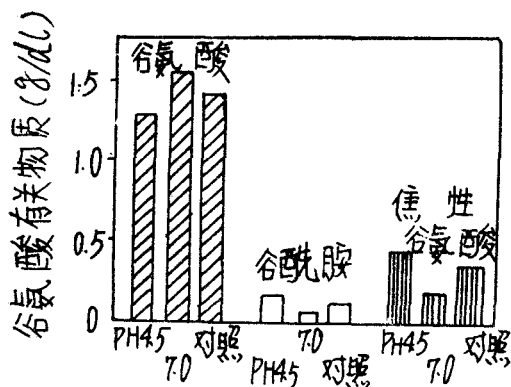


图 6 pH对游离谷氨酸、谷酰胺及焦性谷氨酸的影响(25°C、120天)

由以上试验结果可以看出,制醪初期谷酰胺的含量是左右谷氨酸或焦性谷氨酸的变化因素,于是添加谷酰胺 0.5g/dl 于不同 pH 的酱醪,结果如图 7 所示,添加的谷酰胺在中性醪的很快就变成谷氨酸了。而在酸性醪的谷酰胺却也消失得很快,但未变成谷氨酸,而是变成了焦性谷氨酸。

这些变化的主要因素是霉菌所分泌的谷酰胺酶,在中性制醪时谷酰胺酶的活性得以充分发挥,将大量存在的谷酰胺变成了游离谷氨酸。如在酸性高温条件下,谷酰胺酶受到抑制,反而适合于谷氨酸变成焦性谷氨酸的条件,结果慢慢变成焦性谷氨酸,这并不是酶的反应,因属于化学反应,温度高愈易进行。

谷酰胺及谷氨酸的变成焦性谷氨酸是一种非酶的化学反应,曾按照酱油酿造过程中的谷酰胺及谷氨酸的浓度,在 37°C 观测了焦性谷氨酸

酸的化学生成,如图 8 所示,从谷酰胺生成的焦性谷氨酸占绝大多数。当谷酰胺浓度大时焦性谷氨酸的生成很少,当浓度在 7mg/ml 以下时,其大部分就变成了焦性谷氨酸,这种情况、温度、pH 的影响不大。进一步观测了从谷酰胺变成谷氨酸的化学变化,而未发现有这一反应的进行。

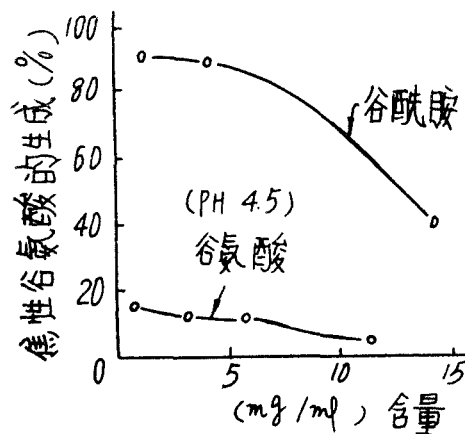


图 8 谷氨酸、谷酰胺含量对焦性谷氨酸生成的作用(37°C、30天)

谷氨酸变成焦性谷氨酸的化学反应仅为从谷酰胺变成焦性谷氨酸反应的 1/6~1/7,这一反应也是在谷酰胺浓度低的情况下才进行得较激烈。

3. 谷酰胺酶与酱油鲜味

制醪发酵初期,借曲霉蛋白分解酶的作用,将原料中的谷氨酸及谷酰胺分解溶出,谷酰胺性不安定,根据条件变成谷氨酸或焦性谷氨酸,这点也在前面讲过。由谷酰胺变成谷氨酸是酶反应,即借微生物的谷酰胺酶的作用而成谷氨酸。在酿造酱油过程中是一种很重要的酶。谷氨酸浓度愈大,味道就愈鲜美。为了增加游离型谷氨酸,必须加强肽酶,特别是亮氨酸胺酶-II 的活性和谷酰胺酶的活性,因此筛选产生大量谷酰胺酶的菌株,或利用人工变异,在培育谷酰胺酶活性强

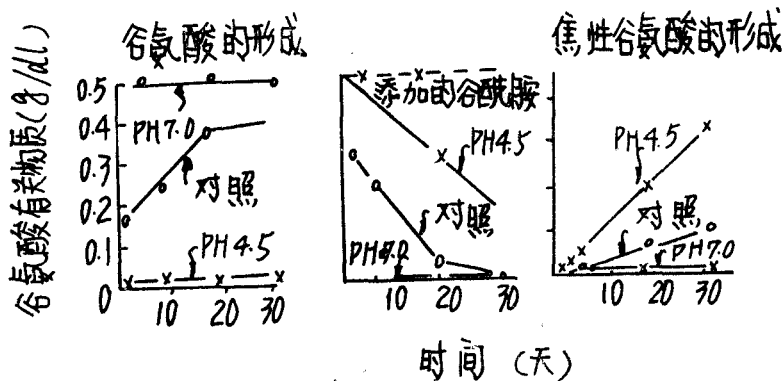


图 7 pH对添加谷酰胺的影响(30°C)

的变异株，以适应目前的工艺是具有特殊意义的工作。谷酰胺酶广泛地存在于动物、植物、酵母、细菌及霉菌，尤其是某些枯草杆菌的谷酰胺酶活性特强，已引起人们的注意和研究。

酱醪中谷氨酸的生成及其形态变化如图9，蛋白质借曲霉的蛋白酶及肽酶的作用生成谷氨酸或谷酰胺，酱油曲霉或米曲霉所制成酱油曲的浸出液，谷酰胺酶的作用最适pH在中性附近6.5~7.5，作用最适温度为40~45℃（图10）。

图10是实际进行制醪发酵，测定醪液中谷酰胺酶活性的结果。

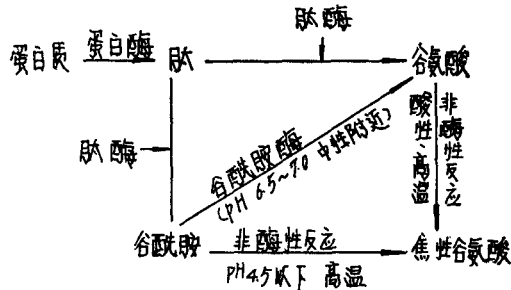


图9 谷氨酸的生成及其形态变化

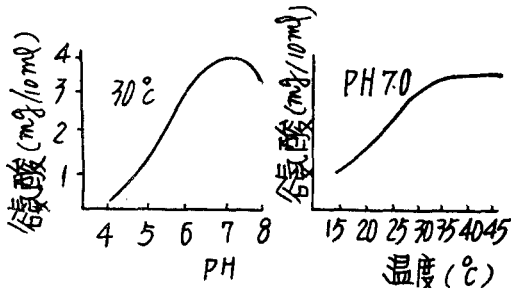


图10 pH及温度对谷酰胺酶活性的影响

反应混合物	全量 10ml
酶浸出液 5ml	培养时间18小时
谷酰胺 170μm	甲苯：2滴
Mellvaine 缓冲液 4ml	

发酵在pH中性时活性最强，其次为pH 5.6，至于酸性pH4.5的几乎没有什么活性。关于温度对谷酰胺酶活性的影响，只要在pH 7.0附近，温度从15~37℃几乎对酶活性均无影响。发酵时间对酶活性的持久时间如图11所示，随着发酵的进行，谷酰胺酶活性逐渐变弱，30天以后几乎完全失活。

谷酰胺酶是胞内酶，不将菌体设法加以破

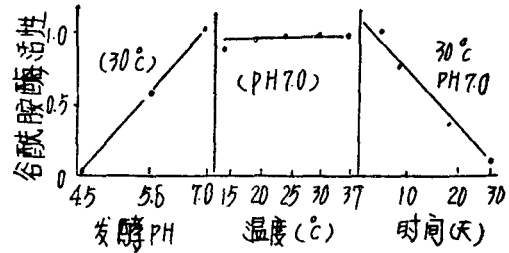


图11 发酵pH、温度、时间对谷酰胺酶的影响

碎，酶是不会被提出来的。在酱油醪或黄酱醪中菌体经过自溶，酶才被溶出而发挥作用。因此，在这种条件下谷酰胺就很快地变成谷氨酸，酸性（pH6.0以下）谷酰胺酶的作用就很弱了。如果发酵条件是酸性，而且是高温，谷氨酸或谷酰胺就会进行非酶性的焦性化反应。生成焦性谷氨酸，降低了谷氨酸含量。从来酱油酿造过程中常常出现随着熟成的进行，游离谷氨酸含量逐渐下降的现象，温酿法或夏季酱醪的游离谷氨酸含量较低的现象也是常见的。这是不愿使其在酿造过程中发生的反应。为此，在制醪初期，应尽量保持pH在中性附近，温度控制在40℃以下，以便充分发挥谷酰胺酶的作用，作成游离谷氨酸含量高的酱醪。待谷酰胺安全溶出后，在不妨害酿造微生物活动的前提下，采用低温管理来抑制焦性谷氨酸的生成，这就是提倡低温酿造法根据之一。

下面就介绍一下从酱油曲霉液体培养生产谷酰胺酶的技术条件⁷⁾，供参考。

培养基的特点是含高浓度的磷酸钾，取1克过筛（20号筛）麦麸、1克豆饼、3克 KH_2PO_4 ，加蒸馏水90毫升，用40%NaOH调节pH至7.5，用蒸馏水使成100毫升，放入500毫升三角瓶，于120℃加压灭菌30分钟，接种酱油曲霉悬浮孢子，于30℃振荡培养72小时，其培养经过如图12。谷酰胺酶和酸性蛋白酶的活性在72小时达到最高水平，而碱性蛋白酶的最高量则在48小时或稍迟一些的时间达到。到96小时，谷酰胺酶活性急剧下降，可能是由于细胞的自溶。碱性及酸性蛋白酶活性到72小时后就逐渐降低。在培养过程中，pH从7.2上升至pH7.9。

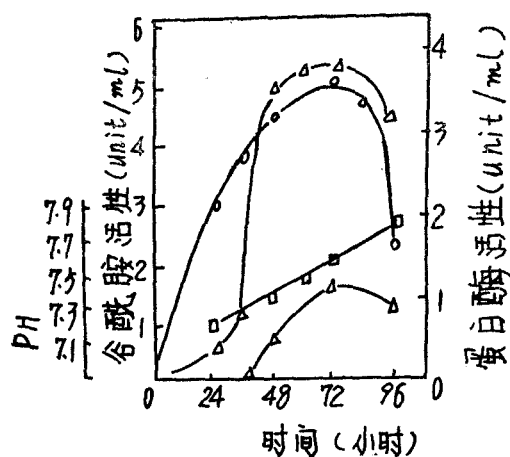


图 12 在30°C培养酱油曲霉酶的生成过程

●: 谷酰胺酶; ▲: 酸性蛋白酶; △: 碱性蛋白酶
■: pH

图13表示了起始 pH 对谷酰胺酶, 碱性蛋白酶和酸性蛋白酶生成的影响。谷酰胺酶和碱性蛋白酶的生成与开始 pH 的关系最为密切, 最高的活性分别为 8.0 及 7.0。相反, 在这条件下酸性蛋白酶的生成却在相当低的水平。

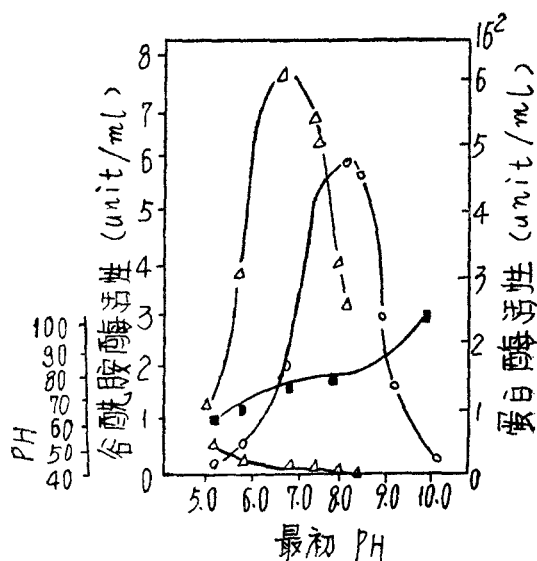


图 13 最初pH对酱油曲霉产生酶的影响

●: 谷酰胺酶; △: 碱性蛋白酶; ▲: 酸性蛋白酶;
■: pH

FeSO_4 及 MgSO_4 对谷酰胺酶的生成起到抑止作用, 但对碱性蛋白酶的生成却有些促进作用。中性营养物。如酵母膏、牛肉膏、蛋白胨、玉米浆等, 当其浓度为 0.05~0.3% 范围内,

对谷酰胺酶及碱性蛋白酶的生成并没有作用。

S/N比 (S 是基质中淀粉含量 (g), N 是基质中的全氮 (g)) 对谷酰胺酶的影响较大。如图14所示, 谷酰胺酶生成最佳的S/N是 3:1, 并在 3~5% KH_2PO_4 的条件下生成。培养液的 pH 在 7.5 附近, 当 KH_2PO_4 的含量为 1%, 就不会有大量谷酰胺酶出现。

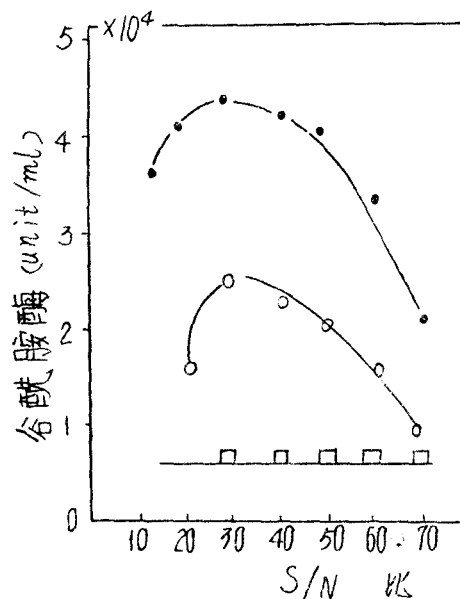


图 14 S/N比对谷酰胺酶生成的影响

●: 5% KH_2PO_4 ; ○: 3% KH_2PO_4 ;
□: 1% KH_2PO_4

麦麸和脱脂大豆与S/N比的关系如下:

	2.1	2.9	4.0	4.3	5.9	6.8
麦麸(g)	1.0	1.0	2.0	2.0	3.0	5.0
脱脂大豆(g)	2.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5

磷酸二氢钾在培养基内的浓度对谷酰胺酶及碱性蛋白酶的生成有较大的影响。如图15所示, 含 5% KH_2PO_4 培养基所生成的谷酰胺酶要较不加 KH_2PO_4 的多十倍。虽然人们早就知道磷酸可以活化谷酰胺酶, 但是在 KH_2PO_4 存在下可以提高谷酰胺酶产量的报告还是首次。这种现象认为是由于 pH 被保持在 7.5 的缘故, 而 pH 7.5 是产生谷酰胺酶的最适 pH。另一方面, 碱性蛋白酶在含 4~8% KH_2PO_4 的条件

试论蔬菜腌制的基本原理

郑继舜 杨昌举

蔬菜的腌制加工，在我国已有悠久的历史，劳动人民在长期生产实践中积累了丰富的经验，创制出许多名特产品，如四川的榨菜、云南的大头菜，北京六必居的酱菜，华北的冬菜等早已驰名中外。由于腌酱菜的加工方法简便，成本低廉，风味多样，易于保藏，深受人们的喜爱。腌酱菜在调剂蔬菜淡季供应，丰富副食品品种方面都占有一定的重要地位。蔬菜的腌制品能增进食欲、帮助消化、促进健康。

蔬菜腌制品包括腌菜和酱菜。腌菜有经过发酵的和没有经过发酵的两大类。酱菜是腌制的蔬菜经撒盐后酱制而成的。本文仅就我们的一点粗浅看法试图讨论一下蔬菜腌制防腐原理和腌制加工中的变化与产品质量关系。

一、蔬菜腌制的防腐原理

有害微生物在蔬菜上面大量繁殖生长和酶的活力，是造成蔬菜腐烂的主要原因，也是导致腌制品质量变劣的重要原因。蔬菜在腌制过程中，利用食盐的防腐能力，微生物的发酵作

用以及添加某些香料等方法来抑制有害微生物和酶的活动从而达到腌制防腐目的。

(一) 利用食盐的防腐能力

在蔬菜腌制品中，除了清水发酵的如酸白菜以外，一般要在腌制过程中进行盐渍、酱渍和糖醋渍。高浓度的溶液，具有很高的渗透压（例如1%的食盐溶液其渗透压可达6.1大气压）。而微生物细胞液的渗透压一般为3.5~16.7个大气压，当食盐溶液的渗透压大于微生物细胞液的渗透压时，细胞的水分就向外流出而使细胞脱水，最后导致原生质和细胞壁发生质壁分离。脱水的微生物细胞的生理代谢活动呈抑制状态，停止生长或者死亡，所以利用食盐造成的高渗透压就能够有效地抑制一些有害微生物的生长。另外，有些学者还认为，在食盐溶液中的一些离子如 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等，在高浓度时都能对微生物发生生理毒害作用。

蔬菜腌制过程中几种微生物所能忍受的最高食盐溶液的浓度如表1：

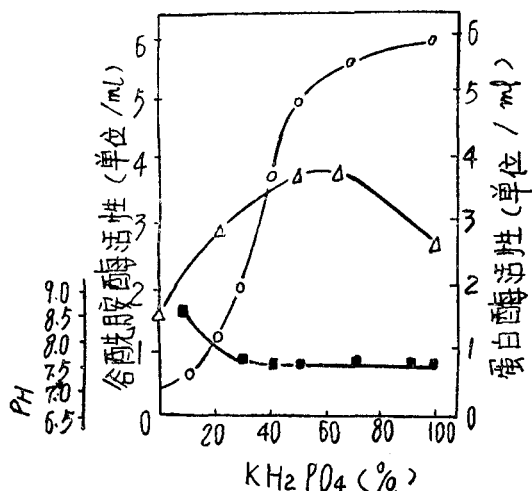


图 15 KH_2PO_4 浓度对酱油曲霉产生酶的影响

●：谷氨酸酶；△：碱性磷酸酶；■：pH

下，生成得也最多。

用生成谷酰胺酶较多的酱油曲霉制成酱油后，所生成谷氨酸和焦性谷氨酸的结果如表2。所生成的谷氨酸要多于对照试验，说明谷酰胺酶在盐度较高的醪中，同样可以将谷酰胺变成谷氨酸。这点可由谷酰胺在酱醪中含量低得到说明。

谷氨酸及焦性谷氨酸在酱醪中的含量 表 2

菌 株	谷 氨 酸 (mg/ml)	焦性谷氨酸 (mg/ml)	可溶性氮 (mg/ml)
1112	14.8	1.35	16.4
对照	12.8	2.99	16.42

(待续)