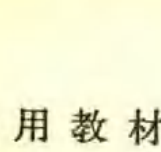


中等专业学校轻工专业试用教材

味精生产工艺学

陈卓贤 沈春明 陈国良 编



中国轻工业出版社

中等专业学校轻工专业试用教材

味精生产工艺学

陈卓贤 沈春明 陈国良 编

中国轻工业出版社

(京)新登字034号

内 容 提 要

本书系统地阐述了以糖质为原料、发酵法生产味精的工艺操作和技术理论。全书共分六章：第一章为绪论，第二章为谷氨酸发酵微生物，第三章为谷氨酸发酵机制，第四章为谷氨酸发酵工程，第五章为谷氨酸的提取，第六章为由谷氨酸制成味精。内容深入浅出，通俗易懂，能启发读者探索创新。

本书为轻工中专工业发酵专业教材，也可供从事味精生产工程技术人员及工人在解决实际生产问题时参考，并可作为味精生产企业职工培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

味精生产工艺学/陈卓贤等编. - 北京: 中国轻工业出版社,
1996重印

中等专业学校轻工专业试用教材

ISBN 7-5019-0847-8

I. 味… II. 陈… III. 味精-生产工艺-专业学校-教材 IV.
TS264.2

中国版本图书馆CIP数据核字(96)第05239号

中等专业学校轻工专业试用教材

味精生产工艺学

陈卓贤 沈春明 陈国良 编

*

中国轻工业出版社出版

(北京市东长安街6号)

北京交通印务实业公司印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

850×1168毫米1/32 印张: 10.375 字数: 263千字

1990年11月第1版第1次印刷

1996年5月第1版第3次印刷

印数: 10001—13000 定价: 15.10元

ISBN 7-5019-0847-8/TS·0555

编 者 的 话

本教材是由全国轻工中专食品工艺、工业发酵专业教学研究会组织编写的发酵工艺专业教材之一。

教材是根据1988年制订的《味精生产工艺学》教学大纲编写而成的，供各轻工中专学校交流使用，并征求修改意见。本教材介绍了糖质原料发酵生产味精的微生物菌种特性、谷氨酸发酵机理、味精生产的工艺过程及设备等内容。由轻工业部广州轻工业学校陈卓贤、湖北省轻工业学校沈春明、青岛市第一轻工业学校陈国良编写，广州轻校陈卓贤主编。冯容保、陈传实任主审。

教材编写过程中，得到轻工业部教育司中专处、各参编学校领导的大力支持，并得到广州味精厂厂长陈光松工程师和苏振玉总工程师、郭文驹技师及广东江门味精厂刘嘉子工程师和岑广荣同志等热情支持及提出宝贵意见，谨在此表示感谢。

由于时间仓促及编者水平有限，错误之处请读者指出。

编者

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 L-谷氨酸的化学结构、性质及用途.....	(1)
一、L-谷氨酸的化学结构.....	(1)
二、谷氨酸的理化性质.....	(3)
三、谷氨酸的用途.....	(9)
第二节 味精工业发展简史.....	(10)
第三节 谷氨酸的几种制造法.....	(15)
一、蛋白质水解法.....	(15)
二、合成法.....	(18)
三、发酵法.....	(19)
第二章 谷氨酸发酵微生物	(21)
第一节 L-谷氨酸生产菌的种类及其通性.....	(21)
第二节 常用的谷氨酸生产菌.....	(25)
一、北京棒状杆菌AS 1,299的基本特性.....	(25)
二、钝齿棒状杆菌AS 1,542菌种特性.....	(27)
三、黄色短杆菌T ₁₁₃ 菌株特性.....	(28)
四、HU7251菌株特性.....	(29)
五、其余菌株特性比较.....	(31)
第三节 谷氨酸生产菌的分离与选育.....	(32)
一、谷氨酸生产菌的筛选.....	(32)
二、谷氨酸生产菌的诱变育种.....	(35)
第四节 菌种保藏与复壮.....	(41)
一、菌种保藏.....	(41)
二、复壮.....	(43)
第三章 谷氨酸发酵机制	(45)
第一节 谷氨酸的生物合成途径.....	(45)

第二节 生物素对谷氨酸发酵的影响	(50)
第三节 细胞膜渗透性与谷氨酸的积累	(54)
一、菌体表层结构	(54)
二、影响细胞膜渗透性的因素	(56)
第四节 代谢的控制	(65)
第四章 谷氨酸发酵工程	(76)
第一节 液体葡萄糖制备工程	(76)
一、淀粉的酸法水解	(77)
二、淀粉的酶法水解	(91)
三、酸-酶结合法水解	(104)
四、各种淀粉水解制糖方法比较	(105)
第二节 培养基	(106)
一、培养基类型及其作用和要求	(107)
二、培养基的成分及其配比	(109)
三、培养基的配制	(117)
第三节 灭菌	(117)
一、灭菌的意义和灭菌的基本方法	(117)
二、热灭菌原理和影响灭菌的因素	(121)
三、生产上常用的灭菌方法	(126)
四、空气净化	(131)
第四节 供氧	(146)
一、微生物的耗氧	(146)
二、氧的传递	(148)
三、供氧设备与溶氧系数	(150)
四、供氧对谷氨酸发酵的影响	(162)
五、通风比的掌握	(167)
第五节 消泡	(168)
一、泡沫的产生	(168)
二、影响泡沫稳定性的因素	(169)
三、泡沫的消长规律	(171)
四、泡沫的消除	(172)

第六节 种子培养	(177)
一、种子培养的工艺流程	(177)
二、种子培养所用的培养基	(180)
三、种子培养过程中必须注意的几个方面	(181)
四、成熟种子的质量要求	(184)
第七节 大罐发酵	(185)
一、发酵动态	(185)
二、发酵过程工艺条件的控制	(187)
三、发酵过程异常现象分析与处理	(192)
四、发酵生产成绩计算	(195)
五、高糖发酵动态	(196)
第八节 杂菌和噬菌体的防治	(200)
一、杂菌污染的防治	(200)
二、噬菌体的污染与防治	(205)
第五章 谷氨酸的提取	(221)
第一节 谷氨酸发酵液的性质及菌体分离	(221)
一、谷氨酸发酵液的性质	(221)
二、菌体的分离方法	(222)
第二节 等电点法提取谷氨酸	(223)
一、等电点法提取谷氨酸的原理	(223)
二、谷氨酸晶形及影响结晶析出的主要因素	(228)
三、等电点法提取谷氨酸的工艺流程	(236)
四、等电点法提取谷氨酸的操作要点	(236)
五、低温等电点和浓缩等电点提取谷氨酸	(237)
第三节 离子交换法提取谷氨酸	(239)
一、离子交换树脂的类型和结构	(239)
二、离子交换树脂的理化性质	(244)
三、离子交换过程与离子交换树脂的选择性	(245)
四、离子交换装置	(253)
五、离子交换法提取谷氨酸	(255)
六、双柱法与等电点-离子交换法	(263)

第四节 其他提取谷氨酸方法介绍	(264)
一、盐酸盐法提取谷氨酸	(264)
二、金属盐法提取谷氨酸	(269)
三、离子交换膜和电渗析的应用	(275)
第六章 由谷氨酸制成味精	(282)
第一节 谷氨酸的中和	(282)
第二节 中和液脱色处理	(285)
一、色素来源	(286)
二、脱色方法	(287)
第三节 浓缩结晶	(293)
一、浓缩结晶的基本原理	(294)
二、浓缩结晶的设备	(303)
三、浓缩结晶的基本工艺操作	(304)
四、结晶母液的处理	(308)
五、晶味精的晶形	(310)
第四节 味精的分离与干燥	(311)
一、分离	(311)
二、干燥与筛分	(314)
第五节 几种异常晶粒的产生原因	(317)
第六节 精制收率	(320)
第七节 味精成品标准	(320)

第一章 概 述

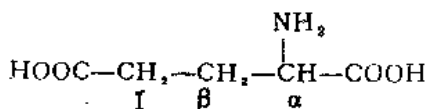
第一节 L-谷氨酸的化学结构、 性质及用途

味精的化学名称为谷氨酸一钠，其基本成分为L-谷氨酸。

将蛋白质水解，能够得到多种氨基酸，如谷氨酸、缬氨酸、苏氨酸、胱氨酸、半胱氨酸、天门冬氨酸等等。定量分析各种氨基酸，其中又以L-谷氨酸所占的份量最大，由此可知，谷氨酸在蛋白质的组成中是非常重要的。它的生产对于丰富人民的生活、推动其他氨基酸的发酵生产有着不可低估的作用。

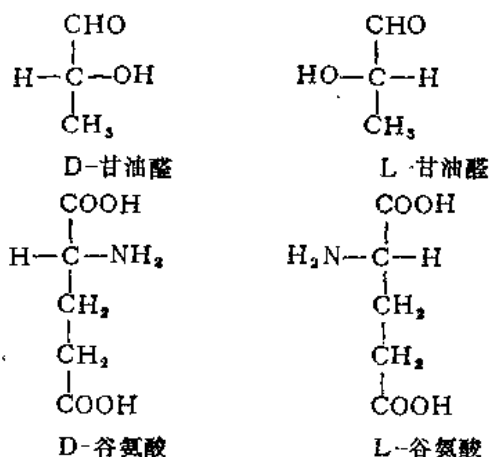
一、L-谷氨酸的化学结构

有机酸分子中烃基上的一个或几个氢原子被氨基取代的化合物叫氨基酸。根据氨基和羧基的相对位置，可分为 α -氨基酸、 β -氨基酸，等等。 α -氨基酸在自然界中存在最广，也最重要。蛋白质都是由 α -氨基酸构成的，蛋白质的水解产物也是 α -氨基酸。谷氨酸的学名称为 α -氨基戊二酸，它的结构式为：

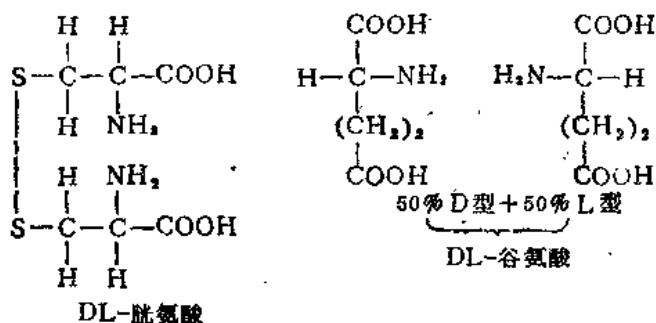


从谷氨酸的结构式知， α 位碳原子为手性碳原子，故谷氨酸具有光学活性。氨基酸的构型习惯上是用D/L法标记。D/L标记法是以甘油醛的构型为对照标准来进行标记的，右型甘油醛的构

型被定为D型，左型甘油醛的构型被定为L型。谷氨酸的构型也有D型和L型，



若为光学消旋体者，则用DL型表示，例如：



由蛋白质水解所得的 α -氨基酸，除甘氨酸外，均具有旋光性，并且都是L-型。用发酵法制得的各种氨基酸也是L-型。

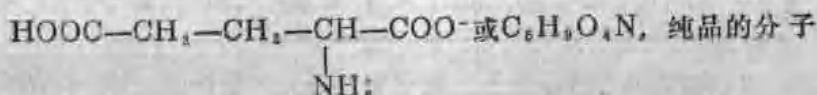
“D”和“L”只表示构型，不表示旋光方向。例如，L-型谷氨酸，在水溶液中是右旋的，在酸溶液中也是右旋光性的；也有一些氨基酸在水溶液和酸溶液中的旋光性是完全不同的。若要表示构型又要表示旋光方向，则旋光方向用“(+)”或“(−)”表示，分别表示右旋或左旋。象上述的L-型谷氨酸可以写成L-(+) -谷氨酸，旧称为d-谷氨酸，为方便起见，现通称为L-

谷氨酸。D-型谷氨酸都是左旋的，可写成D（-）-谷氨酸，旧称L-谷氨酸，现通称为D-谷氨酸。DL型谷氨酸不具旋光性，是消旋体，化学合成法生产的谷氨酸是DL-谷氨酸。

二、谷氨酸的理化性质

1. 谷氨酸的物理性质：

谷氨酸（Glutamic acid）的分子式可写成



量为147.13，含氮9.52%，为无色斜方晶系（图1-1），密度1.538 g/ml。



图1-1 L-谷氨酸的晶形

谷氨酸象所有氨基酸那样，熔点都很高，一般超过200℃，并且在近熔点的温度时就开始熔化并立即分解。因此，要想准确得知其熔点是困难的。有人测定，谷氨酸的熔点在208℃左右。

谷氨酸在水中的溶解度很低(表1-1),但谷氨酸钠在水中的溶解度却很高。谷氨酸在酒精中的溶解度比水更低,如在75°酒精中25℃的溶解度为0.037g,在无水酒精中25℃时为0.003g,不溶于乙醚。

表 1-1 谷氨酸在水中的溶解度 (g/100g水)

温度 (°C)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
溶解度	0.34	0.54	0.72	1.04	1.51	2.19	3.17	4.59	6.66	9.66	14

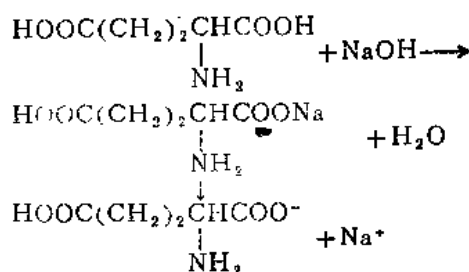
谷氨酸因具手性碳原子,能够将偏振光的偏振面旋转一定的角度(即旋光度)。谷氨酸水溶液的比旋光度为 $(\alpha)_D^{25} + 12.0$ ($C = 2g/100mL$, 25℃水中),在盐酸溶液中的比旋光度 $(\alpha)_D^{25} + 31.8$ ($C = 10g/100mL$, 2N HCl中)。

L-谷氨酸具酸味(D型者无味),阈值为5mg/100mL,其一钠盐具强烈的肉鲜味,故用作烹调和食品鲜味剂,即俗称味精或味素。

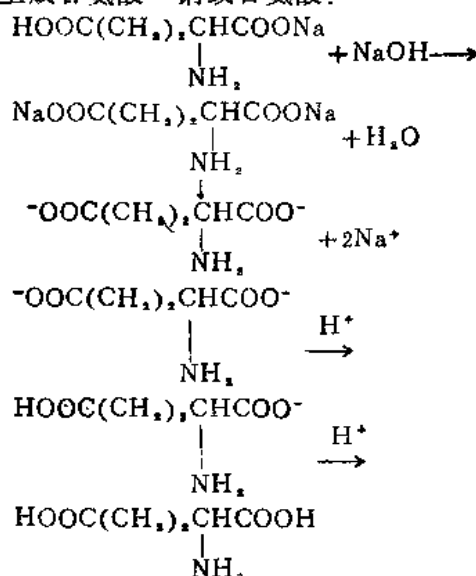
谷氨酸一钠为带一分子水的无色具光泽的针状结晶,也属斜方晶系(见封二),是八面柱状晶体。分子量为187.14。不溶于纯酒精、乙醚、丙酮等,极易溶于水。其熔点为195℃,在125℃以上便逐渐失去结晶水。在盐酸溶液中比旋光度 $(\alpha)_D^{25} + 25.16$ ($C = 10g/100mL$, 2N HCl)。密度为1.65g/mL。

2. 化学性质

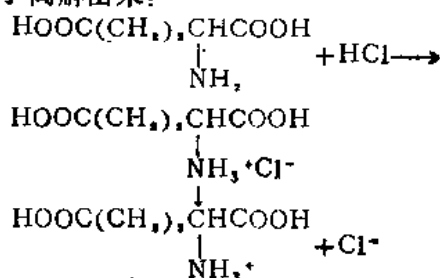
(1) 两性性质和等电点 谷氨酸含有一个碱性基团(氨基)和两个酸性基团(羧基),它可以和酸生成盐,也可以和碱生成盐,是一个两性物质。例如,在碱性溶液中,氨基被抑制,谷氨酸的酸性基团便与碱结合成盐并成负离子离解出来,



在强碱溶液中，还会生成谷氨酸二钠盐，但一经用酸中和，又立即生成谷氨酸一钠或谷氨酸：



若在酸性溶液中，羧基离解被抑制，氨基与酸结合成盐，并成正离子离解出来：



虽然谷氨酸可用式 $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_2\text{CHCOOH}$ 表示，但实际



上，即使谷氨酸的晶体也是以偶极离子的形式

$\text{HOOC}(\text{CH}_2)_2\text{CHCOO}^-$ 存在的。这种偶极离子是分子内的氨



基与羧基成盐的结果，故又称内盐。谷氨酸之所以具有相当高的熔点、难溶于有机溶剂等等，都是因为它是内盐，因而具有盐的性质的缘故。

谷氨酸偶极离子在水溶液中，既可以与一个 H^+ 结合成正离子 $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_2\text{CHCOOH}$ ，又可以失去 H^+ 成为负离子

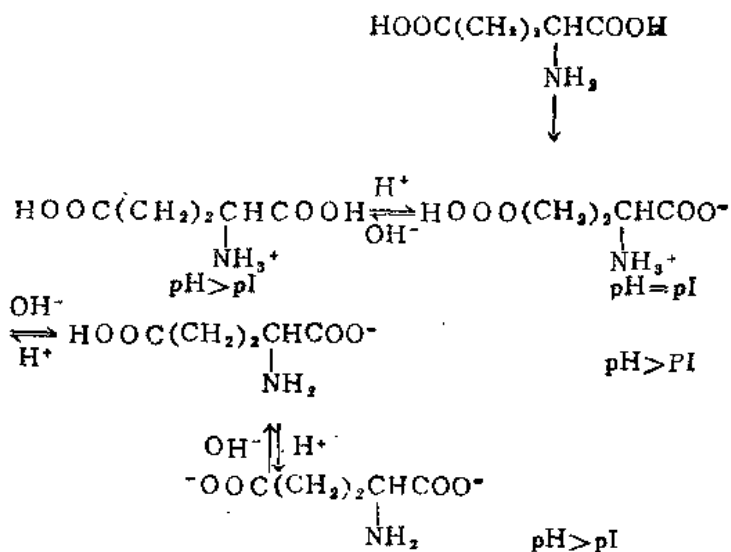


$\text{HOOC}(\text{CH}_2)_2\text{CHCOO}^-$ 或 $^-\text{OOC}(\text{CH}_2)_2\text{CHCOO}^-$

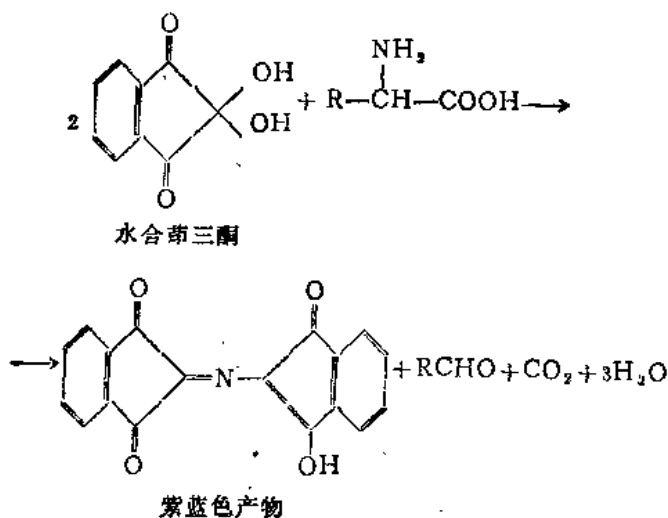


偶极离子、正离子、负离子在水溶液中的存在状况取决于溶液的pH值。在某pH值时，谷氨酸以正离子的形式存在为主；而在另一pH时，又主要以负离子的形式存在，或者成偶极离子存在。将谷氨酸溶液电解时，正离子向阴极移动，负离子向阳极移动。在一定的pH值的溶液中，正离子和负离子数量相等，且浓度都很低，而偶极离子浓度最高，此时电解，以偶极离子形式存在的氨基酸不移动，这时溶液的pH值就叫氨基酸的等电点，用符号pI表示。等电点不是pH的中性点，各种氨基酸水溶液的pH值，就是该氨基酸的等电点。据测定，谷氨酸的等电点为 $\text{pI}=3.22$ 。等电点时，溶液中偶极离子的浓度最高，氨基酸的溶解度最小。

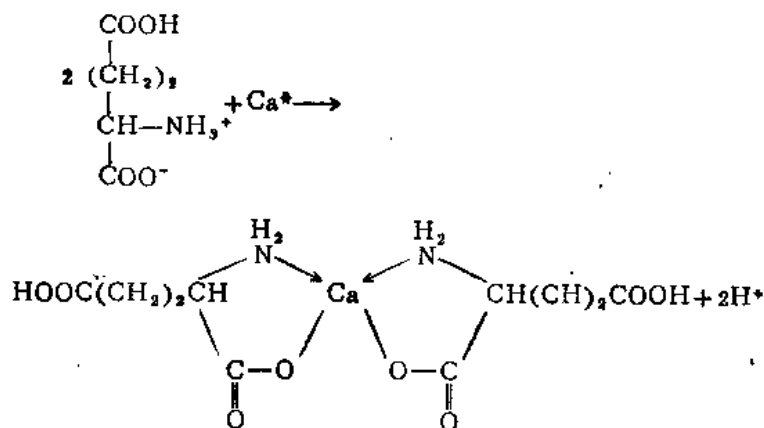
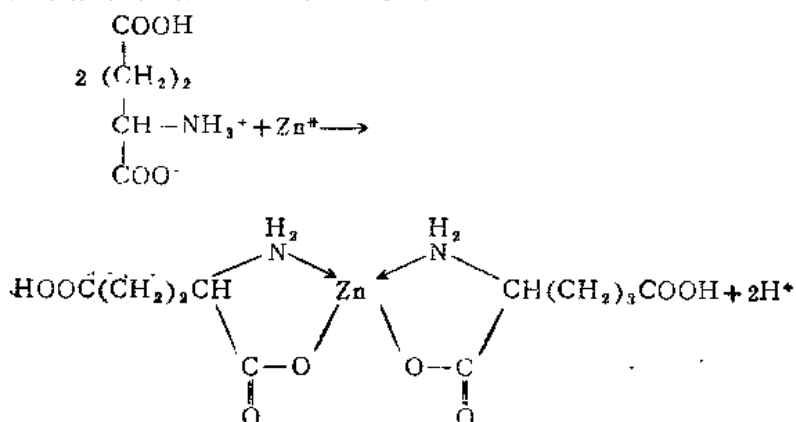
据上述，谷氨酸的两性性质可用下式表示：



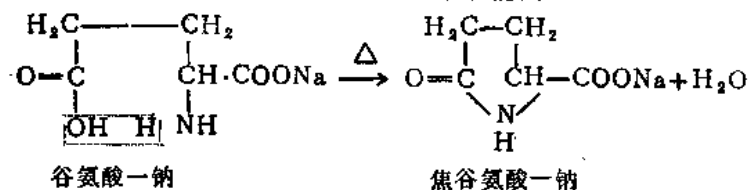
(2) 水合茚三酮反应 α -氨基酸的水溶液遇水合茚三酮，生成紫蓝色产物。这种颜色反应常被用于 α -氨基酸的比色测定和色层分析的显色。反应表示如下：



(3) 与金属盐反应 谷氨酸与金属盐在一定pH下反应生成难溶于水的复盐。这点性质也被用于提取发酵液中谷氨酸。



(4) 热稳定性 在水溶液中长时间加热(120℃, 3小时), 会引起完全失水生成焦谷氨酸或焦谷氨酸钠。



三、谷氨酸的用途

1. 用作食品助鲜剂

由于L-谷氨酸一钠具有强烈的肉类鲜味，而且是人类的营养物质，因而广泛地用于食品调味。它用水稀释至3000倍仍然有鲜味的感觉。但它与鲜味更强烈的肌苷酸钠、鸟苷酸钠比较，又远为逊色。若将谷氨酸钠的鲜味定为100，则肌苷酸钠的鲜味可达4000，鸟苷酸钠的鲜味达16000。因此，可得L-谷氨酸一钠与少量的5'-肌苷酸钠、5'-鸟苷酸钠混合制成强力味精、超鲜味精、特鲜味精、味精王等。

它们的配比有：

谷氨酸一钠：5'-肌苷酸钠=98.5%：1.5%

谷氨酸一钠：5'-肌苷酸钠=95%：5%

谷氨酸一钠：5'-肌苷酸钠=92%：8%

谷氨酸一钠：5'-鸟苷酸钠=95%：5%

谷氨酸一钠：肌苷酸钠：鸟苷酸钠=95%：2.5%：2.5%。

此外，也可将谷氨酸一钠、某些氨基酸、核苷酸、维生素等科学地组合为第三代复合调味料。

味精，作为食品风味增强剂，是食品的一种基础调味成分，是人体营养物质之一。成年人可以无疑虑地按各人的喜爱程度摄取。1987年3月，在荷兰海牙召开了第十九届联合国粮农及世界卫生组织食品添加剂法规委员会会议，出席这次会议的有美、中、英、日、德等37个成员国、30个国际组织的二百多位代表。会上，各国专家提出大量科学证据，证明味精(MSG)属于人体所需要的重要营养品之一，是存在于人类食物及人体本身的天然物质；人体摄入味精(MSG)，可以完全消化、吸收，并进行正常的生理新陈代谢。因此，这次会议上作出决议，取消过去的成人每人摄入6~7.5g味精(MSG)食用限量的规定。并取消了对未满十二周的婴儿服用味精的限制。会上，一致认为：