

咖啡碱的味觉特性

西南农业大学食品学系 陈宗道 包先进 王碧芹

咖啡碱是茶叶的重要组成成分之一，其结构为1、3、7—三甲基黄嘌呤，为白色针状晶体，熔点为235~238℃，有升华特性，能溶于水、易溶于80℃的热水和氯仿，难溶于乙醚和苯、在272~274nm处有最大吸收峰。近10年来，许多科学工作者研究了咖啡碱对茶叶品质的影响及其在茶树体内的合成途径，但对咖啡碱味觉特性的研究少有报导。

一、咖啡碱的味阈值

选择15个评审员采用极限法进行测定。即将化学纯的咖啡碱配成等距离的系列浓度溶液，两端的浓度远在阈值以上或以下，按浓度递增系列和浓度递减系列依次交替进行测试，当上行测试中评审员报告从无到有时，或者下行测试中评审员报告从有到无时即告停止。以测定值的算术平均值表示咖啡碱的味阈值。

咖啡碱呈苦味，味阈值很低。测定结果表明，在室温25℃时味阈值为137mg/kg。3g咖啡碱含量为3%的茶叶，用150ml沸水冲泡5分钟，如在此条件下咖啡碱的浸出率为80%，则制备获得的茶汤咖啡碱浓度为：

$$C = \frac{90\text{mg} \times 80\%}{150\text{ml}} \times \frac{1000\text{ml}}{1\text{kg}} = 480\text{mg/kg}$$

如果不考虑其他化合物对咖啡碱阈值的影响，则该茶汤的咖啡碱苦味强度为：

$$\text{苦味强度} = \frac{\text{浓度}}{\text{味阈值}} = \frac{480}{137} = 3.5$$

即第一次冲泡的茶汤咖啡碱浓度为其味阈值的3.5倍，因此人们能非常显著地品尝到茶

汤中咖啡碱的苦味。

苦味感是动物初始排毒反应的天性。多数天然的苦味物质具有毒性，因此自然选择使对苦味的敏感的个体得以延续，因而味觉中以苦阈值为最低、动物本能地厌恶和拒绝单纯和浓烈的苦味。但是良药苦口，相当多的苦剂对人体有着重大的生理作用或调节机能。因而人类经过风俗习惯的教养，逐渐摆脱单凭感觉和本能选择食物的局限，喜爱上了带有适度调和苦味的食物，如啤酒、茶叶、咖啡、可可、苦瓜、百合、柚子、橄榄等，和茶叶碱、可可碱一样，咖啡碱属于生物碱苦剂，结构上的特征是能作为配基形成金属离子螯合物，并且有明显的脂溶性。咖啡碱的碱性不强，因此其苦味也不如黄连强。舌表面的味蕾对苦味最为敏感。曾广植等^[2](1980)提出苦受体的模型，认为苦受体是肌醇磷脂的孔穴，受体空穴的口部有一个多价阳离子M⁺⁺的盖子，苦剂必需先推盖子，而后进入孔穴。

二、温度和pH对咖啡碱味阈值的影响

咖啡碱的味阈值受到测定时温度和pH的影响，结果如表1所示。

表1.不同温度和pH条件下咖啡碱的味阈值
(单位: mg/kg)

温度℃	味阈值	pH	味阈值
10	150	2.3	177
25	137	4.3	149
40	105	7.0	128
60	77	9.0	100
80	52	11.0	41

由表1可知, 温度和咖啡碱味阈值之间存在显著的负相关, $r = -0.9935$, 直线回归方程 $\hat{r} = 156.3 - 1.3X$ 。因此茶汤温度越高, 其味阈值越低, 苦味强度就越大。上列茶汤在室温25℃时苦味强度为3.5, 在80℃时为6。此结果与一般苦剂表现的规律相反, 一般苦剂的苦味强度随着温度的增高而下降[1]。其原因尚难解释。pH和咖啡碱味阈值之间亦存在着显著的负相, $r = -0.9694$, 直线回归方程为 $\hat{r} = 217.1 - 14.5X$ 。因此茶汤中加入柠檬汁时, 茶汤pH下降苦味强度降低。上列茶汤pH降至2.3时, 苦味强度会降至2.7。酸的作用是减少了磷脂膜表面金属离子的密度, 从而抑制了苦味。

三、氨基酸和多酚类物质对咖啡碱味阈值的影响

茶汤是含有数十种化合物的复杂溶液, 茶汤中咖啡碱的味阈值必然受到其他呈味物质的影响。在咖啡碱系列浓度溶液中加入氨基酸和多酚类物质, 可发现咖啡碱味阈值的变化, 见图1。谷氨酸添加量分别为0.4和8mg/100ml, 多酚类物质添加量分别为0.12和23mg/100ml。多酚类物质是实验室自制的粗提物: 绿茶用80%乙醇抽提, 抽提液浓缩, 氨仿抽提2次去除咖啡碱, 用乙酸乙酯萃取多酚类物质, 浓缩干燥即得。

由附图可见, 添加氨基酸, 对咖啡碱的苦味有消减作用, 提高了咖啡碱的味阈值。因此

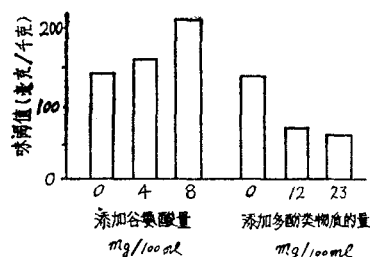


图1. 添加各氨基酸和多酚类对咖啡碱味阈值的影响

茶汤中氨基酸含量越高, 咖啡碱的苦味就越小。氨基酸对苦味的抑制机制与味盲患者的生理机制相似。所谓味盲是一种感觉缺陷, 对几种特殊结构的苦剂如咖啡碱和萝卜苦素感觉异常迟钝, 患者约占健康人群的20%左右。由于遗传的原因, 苦受体穴位表面的金属离子 Cu^{++} , Zn^{++} 和 Ni^{++} 与蛋白质络合特别牢固, 不能被含氮、硫苦剂打开, 因而有高得多的阈值。氨基酸的作用也在于改变了 M^{++} 的络合程度。

添加多酚类物质对咖啡碱的苦味有相乘效应, 有降低咖啡碱味阈值的作用。在茶汤中多酚类物质的存在加强了咖啡碱的苦味, 可以推测多酚类和咖啡碱作用于苦受体的不同部位。

茶汤中既存在氨基酸, 也存在多酚类物质, 还有其他呈味物质, 会对茶汤中咖啡碱味阈值产生综合的影响。

参考文献

- [1] R. W. Moncrieff, The Chemical Senses, 3rd, 256, Hill, 1967.
- [2] 曾广植, 魏诗泰, 化学通报, (8): 454, 1980.