



中华人民共和国国家标准

GB 1903.78—2025

食品安全国家标准

食品营养强化剂 柠檬酸铜

2025-09-02 发布

2026-03-02 实施

中华人民共和国国家卫生健康委员会
国家市场监督管理总局 发布

食品安全国家标准

食品营养强化剂 柠檬酸铜

1 范围

本标准适用于以碳酸铜、氧化铜和柠檬酸为原料或以硫酸铜和柠檬酸钠为原料,按一定比例反应并加工制得食品营养强化剂柠檬酸铜。

2 化学名称、分子式、结构式和相对分子质量

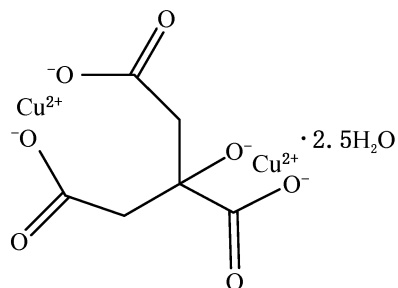
2.1 化学名称

2-羟基丙烷-1,2,3-三羧酸铜盐

2.2 分子式

$\text{C}_6\text{H}_4\text{Cu}_2\text{O}_7 \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$

2.3 结构式



2.4 相对分子质量

360.22(按 2022 年国际相对原子质量)

3 技术要求

3.1 感官要求

感官要求应符合表 1 的规定。

表 1 感官要求

项 目	要 求	检 验 方 法
色泽	蓝色、蓝灰或蓝绿色	取适量试样置于清洁、干燥的白瓷盘中,在自然光线下观察其色泽和状态,并嗅其气味
状态	结晶粉末,无肉眼可见外来杂质	
气味	无异味	

3.2 理化指标

理化指标应符合表 2 的规定。

表 2 理化指标

项 目	指 标	检 验 方 法
柠檬酸铜含量(以 Cu 计), $w/\%$	34.6~36.7	附录 A 中 A.4
pH(浓度为 30 g/L)	5~8	GB/T 9724
干燥减量, $w/\%$	≤ 2	附录 A 中 A.5
盐酸不溶物, $w/\%$	≤ 0.2	附录 A 中 A.6
硫酸盐(以 SO_4 计), $w/\%$	≤ 0.05	附录 A 中 A.7
铅 (Pb)/(mg/kg)	≤ 2.0	GB 5009.75 或 GB 5009.12
总砷 (以 As 计)/(mg/kg)	≤ 2.0	GB 5009.76 或 GB 5009.11

附录 A

检验方法

A.1 安全提示

本标准检验方法中所使用的部分试剂具有腐蚀性,操作时须小心谨慎!如溅到皮肤上应立即用水冲洗,严重者立即治疗。使用剧毒品时,应严格按照有关规定管理;使用时应避免吸入或与皮肤接触,必要时应在通风橱中进行。暴露部位有伤口的人员不能接触。

A.2 一般规定

本标准检验方法中所用试剂和水在没有注明其他要求时,均指分析纯试剂和 GB/T 6682 规定的三级水。试验中所用标准溶液、杂质标准溶液、制剂及制品,在没有注明其他要求时,均按 GB/T 601、GB/T 602、GB/T 603 的规定制备。试验中所用溶液在未注明用何种溶剂配制时,均指水溶液。

A.3 鉴别试验

A.3.1 试剂和材料

A.3.1.1 盐酸。

A.3.1.2 盐酸溶液:1+4(V_1+V_2):量取 10 mL 盐酸,缓慢加入到 40 mL 水中,混匀。

A.3.1.3 氨水溶液(10%):配制方法参考 GB/T 603。

A.3.1.4 铁片:光亮未生锈。

A.3.1.5 吡啶-乙酸酐溶液:3+1(V_1+V_2)。

A.3.1.6 亚铁氰化钾(0.10 g/mL):称取 1.0 g 亚铁氰化钾,溶解于 10 mL 水中,该溶液现用现配。

A.3.2 仪器和设备

红外光谱仪。

A.3.3 鉴别方法

A.3.3.1 铜离子鉴别

取约 1 g 试样,溶于 20 mL 水,加入少量盐酸酸化试样溶液。将一个光亮的未生锈的铁片放入酸化后的试样溶液中,在铁片表面会形成红色的金属铜薄膜。

取约 1 g 试样,溶于 20 mL 水,加入过量的氨水溶液,先生成蓝色的沉淀,然后转变为深蓝色的溶液。

取约 1 g 试样,溶于 20 mL 水,加入亚铁氰化钾溶液,生成红棕色沉淀,沉淀不溶于盐酸溶液。

A.3.3.2 柠檬酸根鉴别

称取 5 mg 试样于吡啶-乙酸酐溶液 5 mL,振摇,即生成黄色到红色或紫红色的溶液。

A.3.3.3 红外吸收光谱鉴别

采用溴化钾压片法,按照 GB/T 6040 的规定进行试验,试样的红外光谱应与对照图谱(对照图谱见附录 B)一致。

注:本标准所指柠檬酸铜的 CAS 号为 866-82-0。

A.4 柠檬酸铜含量的测定

A.4.1 方法提要

在微酸性条件下,试样中加入过量碘化钾与二价铜定量反应,用硫代硫酸钠标准滴定溶液滴定析出的碘,以淀粉为指示剂,由颜色的变化来判断终点。

A.4.2 试剂和材料

A.4.2.1 冰乙酸。

A.4.2.2 碘化钾。

A.4.2.3 硫代硫酸钠标准滴定溶液 [$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)=0.1\text{ mol/L}$,以实际浓度为准]。

A.4.2.4 硫氰酸铵溶液(100 g/L)。

A.4.2.5 淀粉指示液(10 g/L)。

A.4.3 分析步骤

称取 0.1 g~0.2 g(精确至 0.000 1 g)试样,置于 250 mL 碘量瓶中,加 4 mL 冰乙酸溶解后,加入 50 mL 水,碘化钾 3 g,摇匀,置于暗处放置 10 min。用硫代硫酸钠标准滴定溶液滴定至溶液呈淡黄色,加入 3 mL 淀粉指示液,加入 20 mL 硫氰酸铵溶液,摇匀。继续滴定至蓝色消失,即为终点。

同时进行空白试验。空白试验除不加试样外,其他操作及加入试剂的种类和量(标准滴定溶液除外)与测定试验相同。

A.4.4 结果计算

试样中柠檬酸铜含量(以 Cu 计)的质量分数 w ,以 % 表示,按式(A.1)计算:

$$w = \frac{(V - V_0) \times c \times M}{1\,000 \times m} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (\text{A.1})$$

式中:

V ——滴定试样消耗硫代硫酸钠标准溶液滴定体积的数值,单位为毫升(mL);

V_0 ——滴定空白试验消耗硫代硫酸钠标准溶液滴定体积的数值,单位为毫升(mL);

c ——硫代硫酸钠标准溶液的浓度,单位为摩尔每升(mol/L);

M ——铜的摩尔质量的数值,单位为克每摩尔(g/mol)[$M(\text{Cu})=63.5$];

m ——试样质量的数值,单位为克(g);

1 000 ——换算因子。

结果以平行测定结果的算术平均值为准(保留一位小数)。两次平行测定结果的差值不超过算术平均值的 5%。

A.5 干燥减量

A.5.1 试剂和材料

称量瓶。

A.5.2 仪器和设备

A.5.2.1 分析天平:感量为 0.000 1 g。

A.5.2.2 干燥器。

A.5.2.3 烘箱:温度可控制在 $105\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ 。

A.5.3 分析步骤

在已恒重($105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$)的称量瓶中称取试样 $1\text{ g} \sim 2\text{ g}$, 精确至 0.000 1 g 。如试样为较大的结晶或块状, 应迅速粉碎至直径 2 mm 以下的粉末, 试样在称量瓶中的铺层厚度一般不超过 5 mm (疏松物质不超过 10 mm)。将称量瓶放入 $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 烘箱中干燥 2 h , 于干燥器中冷却称重, 如此反复多次, 直至恒重(前后两次称量结果之差不大于 2 mg)。

A.5.4 结果计算

干燥减量的质量百分数 w_1 , 以%表示, 按式(A.2)计算:

$$w_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (\text{A.2})$$

式中:

m_1 ——称量瓶加上试样的质量, 单位为克(g);

m_2 ——称量瓶和样品干燥后的质量, 单位为克(g);

m ——称量瓶的质量, 单位为克(g)。

取平行测定结果的算术平均值为测定结果, 两次平行测定结果的差值不超过算术平均值的 5% 。

A.6 盐酸不溶物的测定

A.6.1 方法提要

将试样溶于盐酸, 用玻璃砂坩埚过滤, 洗涤, 烘干、称重, 计算盐酸不溶物含量。

A.6.2 试剂和材料

A.6.2.1 盐酸溶液: $1+1(V_1+V_2)$ 。

A.6.2.2 3号玻璃砂芯漏斗: $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 烘 2 h 冷却至恒重后称重。

A.6.3 仪器和设备

烘箱: 温度能控制在 $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

A.6.4 分析步骤

称取 $1\text{ g} \sim 2\text{ g}$ 试样(准确至 0.001 g), 加盐酸溶液 10 mL 和水 50 mL , 混合后盖上表面皿, 加热至微沸保持 30 min , 将溶液转入 3 号玻璃砂芯漏斗过滤, 真空泵抽滤, 用 200 mL 水分五次洗涤沉淀物后, 玻璃砂芯漏斗同沉淀物于 $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 烘箱内干燥 2 h , 冷却、称重, 如此多次反复, 直至恒重。

A.6.5 结果计算

盐酸不溶物的质量百分数 w_2 , 以%表示, 按式(A.3)计算:

$$w_2 = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (\text{A.3})$$

式中:

m_2 ——玻璃砂坩埚与盐酸不溶物的质量, 单位为克(g);

m_1 ——玻璃砂坩埚的质量, 单位为克(g);

m ——试样的质量, 单位为克(g)。

取平行测定结果的算术平均值为测定结果, 两次平行测定结果的差值不超过算术平均值的 5% 。

A.7 硫酸盐的测定

A.7.1 试剂和溶液

A.7.1.1 盐酸溶液:1+3(V_1+V_2)。

A.7.1.2 氯化钡溶液:250 g/L。

A.7.1.3 硫酸盐标准溶液:按 GB/T 602 配制后,稀释至每 1 mL 相当于 0.005 mg 硫酸根离子。

A.7.2 分析步骤

称取约 1 g(精确至 0.000 1 g)样品于 50 mL 比色管中,加水溶解,加入 1 mL 盐酸溶液,用水稀释至 50 mL,此为试样溶液。另取一支比色管,加入 1 mL 硫酸盐标准溶液,用水稀释至 50 mL,此为对照液。若溶液不够澄清,则将两份溶液在同样条件下过滤。分别加入氯化钡溶液 3 mL,混匀后放置 10 min。

A.7.3 结果判定

试样溶液的浊度不得深于对照液的浊度,即试样中硫酸盐含量(以 SO_4 计)不大于 0.05%。

附 录 B
柠檬酸铜红外光谱图

柠檬酸铜红外光谱图(KBr 压片法)见图 B.1。

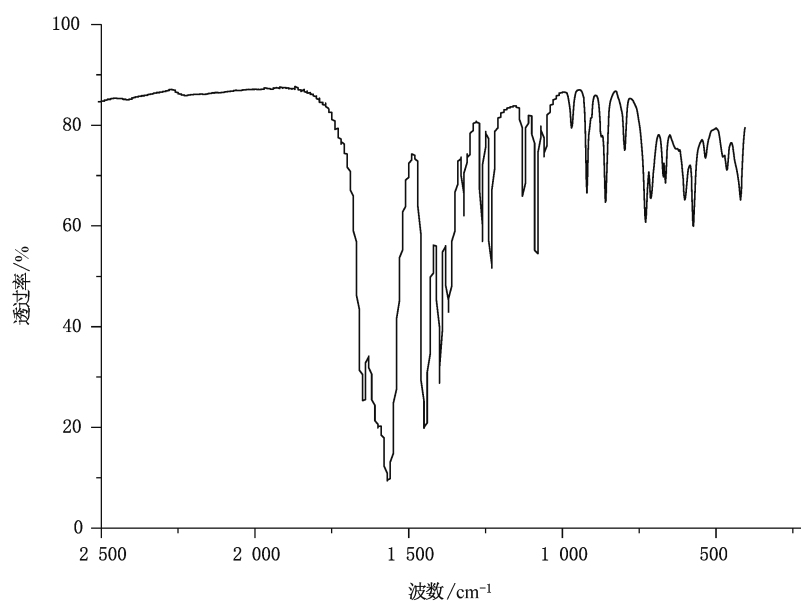


图 B.1 柠檬酸铜红外光谱图