

附件

食品营养强化剂氨基酸使用的有关要求

一、氨基酸及其化合物来源名单及其质量规格要求

序号	氨基酸 ^{ab}	化合物来源	化学名称	分子式	相对分子质量	比旋光度 α (20°C, D)	pH	纯度 %	干燥减重 %	灼烧残渣 %	铅 mg/kg	砷 mg/kg
								≥	≤	≤	≤	≤
1	天冬氨酸	L-天冬氨酸	L-氨基丁二酸	C ₄ H ₇ NO ₄	133.1	+24.5~+26.0	2.5~3.5	98.5	0.2	0.1	0.3	0.2
		L-天冬氨酸镁	L-氨基丁二酸镁	2(C ₄ H ₆ NO ₄)Mg	288.49	+20.5~+23.0	—	98.5	0.2	0.1	0.3	0.2
2	苏氨酸	L-苏氨酸	L-2-氨基-3-羟基丁酸	C ₄ H ₉ NO ₃	119.12	-26.0~-29.0	5.0~6.5	98.5	0.2	0.2	0.3	0.2
3	丝氨酸	L-丝氨酸	L-2-氨基-3-羟基丙酸	C ₃ H ₇ NO ₃	105.09	+13.6~+16.0	5.5~6.5	98.5	0.2	0.1	0.3	0.2
4	谷氨酸	L-谷氨酸	α -氨基戊二酸	C ₅ H ₉ NO ₄	147.13	+31.5~+32.5	3.2	98.5	0.2	0.1	0.3	0.2
		L-谷氨酸钾一水物	α -氨基戊二酸钾一水物	C ₅ H ₈ KNO ₄ ·H ₂ O	203.24	+22.5~+24.0	—	98.5	0.2	0.1	0.3	0.2
		L-谷氨酸钙四水物	α -氨基戊二酸钙四水物	C ₁₀ H ₁₆ CaN ₂ O ₈ ·4H ₂ O	404.39	+27.4~+29.2	6.6~7.3	98.5	0.2	0.1	0.3	0.2
5	谷氨酰胺	L-谷氨酰胺	2-氨基-4-酰胺基丁酸	C ₅ H ₁₀ N ₂ O ₃	146.15	+6.3~+7.3	—	98.5	0.2	0.1	0.3	0.2
6	脯氨酸	L-脯氨酸	吡咯烷-2-羧酸	C ₅ H ₉ NO ₂	115.13	-84.0~-86.3	5.9~6.9	98.5	0.2	0.1	0.3	0.2
7	甘氨酸	甘氨酸	氨基乙酸	C ₂ H ₅ NO ₂	75.07	—	5.6~6.6	98.5	0.2	0.1	0.3	0.2
8	丙氨酸	L-丙氨酸	L-2-氨基丙酸	C ₃ H ₇ NO ₂	89.09	+13.5~+15.5	5.5~7.0	98.5	0.2	0.1	0.3	0.2
9	胱氨酸	L-胱氨酸	L-3,3'-二硫双(2-氨基丙酸)	C ₆ H ₁₂ N ₂ O ₄ S ₂	240.3	-215~-230	5.0~6.5	98.5	0.2	0.1	0.3	0.2

		L-半胱氨酸	L- α -氨基- β -巯基丙酸	$C_3H_7NO_2S$	121.16	+8.3~+9.5	4.5~5.5	98.5	0.5	0.1	0.3	0.2
		L-半胱氨酸 盐酸盐一水物	L-2-氨基-3-巯基丙酸盐盐酸盐 一水物	$C_3H_7NO_2S \cdot HCl \cdot H_2O$	175.64	+5.5~+7.0	1.5~2.0	98.5	8.0~12	0.1	0.3	0.2
		N-乙酰基-L-半胱氨酸	N-乙酰基-L- α -氨基- β -巯基丙酸	$C_5H_9NO_3S$	163.20	+21~+27	2.0~2.8	98.0	0.2	0.1	—	—
10	半胱氨酸	L-胱氨酸	L-3,3'-二硫双(2-氨基丙酸)	$C_6H_{12}N_2O_4S_2$	240.3	-215~-230	5.0~6.5	98.5	0.2	0.1	0.3	0.2
		L-半胱氨酸	L- α -氨基- β -巯基丙酸	$C_3H_7NO_2S$	121.16	+8.3~+9.5	4.5~5.5	98.5	0.5	0.1	0.3	0.2
		L-半胱氨酸 盐酸盐一水物	L-2-氨基-3-巯基丙酸盐盐酸盐 一水物	$C_3H_7NO_2S \cdot HCl \cdot H_2O$	175.64	+5.5~+7.0	1.5~2.0	98.5	8.0~12	0.1	0.3	0.2
		L-半胱氨酸 盐酸盐	L-2-氨基-3-巯基丙酸盐盐酸盐	$C_3H_7NO_2S \cdot HCl$	157.62	+5.6~+8.9	1.5~2.0	98.5	2.0	0.1	0.3	0.2
11	缬氨酸	L-缬氨酸	L-2-氨基-3-甲基丁酸	$C_5H_{11}NO_2$	117.15	+26.6~+28.8	5.5~6.5	98.5	0.2	0.1	0.3	0.2
12	蛋氨酸	L-蛋氨酸	2-氨基-4-甲巯基丁酸	$C_5H_{11}NO_2S$	149.21	+21.0~+25.0	5.6~6.1	98.5	0.2	0.2	0.3	0.2
		N-乙酰基-L-甲硫氨酸	N-乙酰-2-氨基-4-甲巯基丁酸	$C_7H_{13}NO_3S$	191.25	-18.0~-22.0	—	98.5	0.5	0.1	0.3	0.2
13	亮氨酸	L-亮氨酸	L-2-氨基-4-甲基戊酸	$C_6H_{13}NO_2$	131.17	+14.9~+16.0	5.5~6.5	98.5	0.2	0.2	0.3	0.2
14	异亮氨酸	L-异亮氨酸	L-2-氨基-3-甲基戊酸	$C_6H_{13}NO_2$	131.17	+38.9~+41.8	5.5~6.5	98.5	0.2	0.2	0.3	0.2
15	酪氨酸	L-酪氨酸	S-氨基-3(4-羟基苯基)-丙酸	$C_9H_{11}NO_3$	181.19	-11.3~-12.1	5.0~6.5	98.5	0.2	0.2	0.3	0.2
16	苯丙氨酸	L-苯丙氨酸	L-2-氨基-3-苯丙酸	$C_9H_{11}NO_2$	165.19	-33.0~-35.0	5.4~6.0	98.5	0.2	0.1	0.3	0.2
17	赖氨酸	L-盐酸赖氨酸	L-2,6-二氨基己酸盐盐酸盐	$C_6H_{14}N_2O_2 \cdot HCl$	182.65	+20.4~+21.5	5.0~6.0	98.5	0.4	0.1	0.3	0.2

		L-赖氨酸醋酸盐	L-2,6-二氨基己酸醋酸盐	$C_6H_{14}N_2O_2 \cdot C_2H_4O_2$	206.24	+8.5~+10.0	6.5~7.5	98.5	0.3	0.2	0.3	0.2
		L-赖氨酸	L-2,6-二氨基己酸	$C_6H_{14}N_2O_2 \cdot H_2O$	164.2	+25.5 ~ +27.0	9.0~10.5	98.5	0.2	0.1	0.3	0.2
		L-赖氨酸-L-谷氨酸二水物	L-2,6-二氨基己酸 α -氨基戊二酸盐二水物	$C_{11}H_{23}N_3O_6 \cdot 2H_2O$	329.35	+27.5~ +29.5	6.0~7.5	98.0	0.2	0.1	0.3	0.2
		L-赖氨酸-天冬氨酸	L-2,6-二氨基己酸 L-氨基丁二酸盐	$C_{10}H_{21}N_3O_6$	279.30	+24.0~+26.5	5.0~7.0	98.0	0.2	0.1	0.3	0.2
18	精氨酸	L-精氨酸	L-2-氨基-5-胍基戊酸	$C_6H_{14}N_4O_2$	174.2	+26.0~+27.9	10.5~12.0	98.5	0.2	0.1	0.3	0.2
		L-盐酸精氨酸	L-2-氨基-5-胍基戊酸盐盐酸盐	$C_6H_{14}N_4O_2 \cdot HCl$	210.66	+21.3~+23.5	—	98.5	0.2	0.1	0.3	0.2
		L-精氨酸-天冬氨酸	L-2-氨基-5-胍基戊酸-L-氨基丁二酸	$C_{10}H_{21}N_5O_6$	307.31	+25.0~+27.0	6.0~7.0	98.5	0.2	0.1	0.3	0.2
19	组氨酸	L-组氨酸	α -氨基- β -咪唑基丙酸	$C_6H_9N_3O_2$	155.15	+12.0~+12.8	7.0~8.5	98.5	0.2	0.2	0.3	0.2
		L-盐酸组氨酸一水物	L-2-氨基-3-咪唑基丙酸盐盐酸盐一水物	$C_6H_9N_3O_2 \cdot HCl \cdot H_2O$	209.63	+8.5~+10.5	3.5~4.5	98.5	0.2	0.1	0.3	0.2
20	色氨酸	L-色氨酸	L-2-氨基-3-吲哚基-1-丙酸	$C_{11}H_{12}N_2O_2$	204.23	-30.0~-32.5	5.4~6.4	98.5	0.2	0.1	0.3	0.2
21	瓜氨酸	L-瓜氨酸	L-2-氨基-5-脲戊酸	$C_6H_{13}N_3O_3$	175.19	+24.5~+26.5	5.7~6.7	98.5	0.2	0.1	0.3	0.2
22	鸟氨酸	L-盐酸鸟氨酸	2,5-二氨基戊酸单盐酸盐	$C_5H_{12}N_2O_2 \cdot HCl$	168.62	+23.0~+25.0	5.0~6.0	98.5	0.2	0.1	0.3	0.2

^a 不得使用非食用的动植物原料作为单体氨基酸的来源。

^b 只要适用，无论是氨基酸的游离状态、含水或不含水状态，以及氨基酸的盐酸化合物、钠盐和钾盐均可使用。（仅适用于特殊医学用途配方食品）

二、其他规定

(一) 范围

氨基酸的生产原料与生产工艺应符合附表 1 的规定。

附表 1 氨基酸生产原料及生产工艺

序号	氨基酸名称	原料及生产工艺
1	L-苏氨酸、L-谷氨酸、L-谷氨酸钾一水物、L-谷氨酸钙四水物、L-谷氨酰胺、L-脯氨酸、L-缬氨酸、L-亮氨酸、L-异亮氨酸、L-苯丙氨酸、L-赖氨酸、L-盐酸赖氨酸、L-赖氨酸醋酸盐、L-精氨酸、L-组氨酸、L-色氨酸	以淀粉质或糖类为原料，经发酵法生产。
2	N-乙酰基-L-半胱氨酸	以 L-半胱氨酸盐酸盐（无水或一水，非动物源）为原料，经乙酰化生产。
3	甘氨酸	以一氯乙酸氨化工艺制得的工业氨基乙酸，经纯化水溶解、活性炭脱色等工艺制得；或以羟基乙腈氨化、碱解制得的甘氨酸钠，经离子交换、膜脱色等工艺生产。
4	L-精氨酸-天冬氨酸	以 L-精氨酸和 L-天冬氨酸为原料，经中和、提取、精制等工序生产。
5	L-盐酸鸟氨酸	以发酵法生产的 L-精氨酸为原料，经酶法生产。
6	N-乙酰基-L-甲硫氨酸	以 L-甲硫氨酸（非动物源）为原料，经乙酰化生产。
7	L-天冬氨酸	以淀粉质或糖类为原料，经发酵法生产；或以有机酸为原料，经酶法生产。
8	L-天冬氨酸镁	或以有机酸为原料，经酶法生产；或以发酵法或酶法生产的 L-天冬氨酸为原料，与

序号	氨基酸名称	原料及生产工艺
		镁盐经化学合成法生产。
9	L-丝氨酸、L-胱氨酸	或以氨基酸类物质为原料，经酶法生产。
10	L-丙氨酸	或以 L-天门冬氨酸为原料，经酶法生产。
11	L-半胱氨酸、L-半胱氨酸盐酸盐、L-半胱氨酸盐酸盐一水物	或以发酵法或酶法生产的 L-胱氨酸为原料，经电解还原生产。
12	L-赖氨酸-L-谷氨酸二水物	或以 L-赖氨酸（或 L-赖氨酸盐）和 L-谷氨酸为原料，经化学合成法生产。
13	L-赖氨酸-天冬氨酸	或以 L-赖氨酸（或 L-赖氨酸盐）和 L-天冬氨酸为原料，经化学合成法生产。
14	L-盐酸精氨酸	或以 L-精氨酸为原料，经酸度调节等工序生产。
15	L-盐酸组氨酸一水物	或以 L-组氨酸为原料，经酸度调节等工序生产。
16	L-瓜氨酸	或以发酵法生产的 L-精氨酸为原料，经酶法生产。
17	L-酪氨酸	或经酶法生产。
18	L-蛋氨酸	或以 DL-蛋氨酸为原料，经酶法拆分等工序生产。

（二）氨基酸及其化合物来源各理化指标的检验方法

本标准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。试验中所用标准滴定溶液、杂质测定用标准溶液、制剂和制品在未注明其他要求时，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。

1. 各氨基酸及其化合物来源纯度的测定

1.1 L-丝氨酸、L-缬氨酸、L-亮氨酸、L-异亮氨酸、甘氨酸、L-丙氨酸、L-赖氨酸-天冬氨酸、L-组氨酸、L-苯丙氨酸、L-盐酸赖氨酸、L-赖氨酸醋酸盐、L-赖氨酸、L-赖氨酸-L-谷氨酸二水物、L-精氨酸、L-盐酸精氨酸、L-精氨酸-天冬氨酸、L-盐酸鸟氨酸、L-苏氨酸、L-谷氨酸钾一水物、L-谷氨酰胺、L-脯氨酸、L-蛋氨酸、L-色氨酸、L-天冬氨酸、L-酪氨酸 25 种氨基酸及其化合物来源纯度的测定

1.1.1 试剂和材料

1.1.1.1 冰乙酸。

1.1.1.2 无水甲酸。

1.1.1.3 乙酸汞溶液（5%）：称取乙酸汞 5.0 g，研细，加温热的冰乙酸溶解并稀释至 100 mL，置于棕色瓶内密闭保存。

1.1.1.4 高氯酸标准滴定溶液： $c(\text{HClO}_4) = 0.1 \text{ mol/L}$ 。

1.1.2 仪器和设备

1.1.2.1 电位滴定仪。

1.1.2.2 分析天平：感量为 0.0001 g。

1.1.3 分析步骤

按照附表 2 规定，称取试样，置于干燥的烧杯中，加入无水甲酸完全溶解后，加入冰乙酸和乙酸汞溶液，采用电位滴定仪用高氯酸标准滴定溶液滴定至终点。按与试样相同的测定步骤，进行空白试验。

附表 2 称样量及试剂用量

序号	氨基酸名称	称样量 (g)	无水甲酸 (mL)	冰乙酸 (mL)	乙酸汞溶液 (mL)	摩尔质量 (g/mol)
1	L-丝氨酸	0.1	1	25	0	105.09
2	L-缬氨酸	0.1	1	25	0	117.2

3	L-亮氨酸	0.1	1	25	0	131.2
4	L-异亮氨酸	0.1	1	25	0	131.2
5	甘氨酸	0.07	1.5	50	0	75.07
6	L-丙氨酸	0.08	3	50	0	89.09
7	L-赖氨酸-天冬氨酸	0.2	3	50	0	93.1
8	L-组氨酸	0.15	2	50	0	155.2
9	L-苯丙氨酸	0.3	3	50	0	165.19
10	L-盐酸赖氨酸	0.09	3	50	10	91.33
11	L-赖氨酸醋酸盐	0.1	3	30	0	103.12
12	L-赖氨酸	0.2	3	50	0	73.1
13	L-赖氨酸-L-谷氨酸二水物	0.2	3	50	0	97.77
14	L-精氨酸	0.08	3	50	0	87.10
15	L-盐酸精氨酸	0.1	3	50	6	105.3
16	L-精氨酸-天冬氨酸	0.1	3	50	0	102.4
17	L-盐酸鸟氨酸	0.09	3	50	3	84.31
18	L-苏氨酸	0.1	3	50	0	119.12
19	L-谷氨酸钾一水物	0.15	3	50	0	101.62
20	L-谷氨酰胺	0.12	3	50	0	146.1
21	L-脯氨酸	0.2	0	50	0	115.13
22	L-蛋氨酸	0.13	3	50	0	149.21
23	L-色氨酸	0.15	3	50	0	204.23
24	L-天冬氨酸	0.1	5	30	0	133.1
25	L-酪氨酸	0.15	6	50	0	181.19

1.1.4 结果计算

上述氨基酸及其化合物来源纯度（以干基计）的质量分数 ω_1 ，用百分数（%）表示，按式（1）计算：

$$\omega_1 = \frac{(v_1 - v_0) \times M \times c}{m_1 \times (1 - w_1) \times 1000} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

式中：

v_1 ——试样溶液消耗高氯酸标准滴定溶液体积，单位为毫升(mL)；

v_0 ——空白溶液消耗高氯酸标准滴定溶液体积，单位为毫升(mL)；

c ——高氯酸标准滴定溶液浓度，单位为摩尔每升(mol/L)；

m_1 ——试样的质量，单位为克(g)；

w_1 ——试样的干燥减重，用百分数表示(%)；

M ——摩尔质量，单位为克每摩尔(g/mol)；

1000——体积转换系数。

1.2 L-天冬氨酸镁纯度的测定

1.2.1 试剂和材料

1.2.1.1 氨-氯化铵缓冲溶液甲：pH≈10。

1.2.1.2 乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液： $c(\text{EDTA})=0.1\text{ mol/L}$ 。

1.2.1.3 铬黑 T 指示剂。

1.2.2 仪器和设备

1.2.2.1 滴定管。

1.2.2.2 分析天平：感量为 0.0001 g。

1.2.3 分析步骤

称取试样 0.26 g (精确至 0.0001 g)，置于干燥的烧杯或锥形瓶中，加水 10 mL 溶解后，加氨-氯化铵缓冲溶液甲 10 mL，再加铬黑 T 指示剂约 50 mg，加热至约 40 °C，用乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液滴定至溶液由紫色变为蓝色，即为终点。按与试样相同的测试步骤，进行空白试验。

1.2.4 结果计算

L-天冬氨酸镁纯度(以 $\text{C}_8\text{H}_{12}\text{MgN}_2\text{O}_8$ 计，以干基计)的质量分数 ω_2 ，用百分数(%)表示，按式(2)计算：

$$\omega_2 = \frac{(v_1 - v_0) \times 288.5 \times c}{m_1 \times (1 - w_1) \times 1000} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

式中：

v_1 ——试样溶液消耗乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液体积，单位为毫升（mL）；

v_0 ——空白溶液消耗乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液体积，单位为毫升（mL）；

c ——乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液浓度，单位为摩尔每升（mol/L）；

m_1 ——试样的质量，单位为克（g）；

w_1 ——试样的干燥减重，用百分数表示（%）；

288.5——L-天冬氨酸镁的摩尔质量，单位为克每摩尔（g/mol）；

1000——体积转换系数。

1.3 L-谷氨酸纯度的测定

1.3.1 试剂和材料

1.3.1.1 氢氧化钠标准滴定溶液： $c(\text{NaOH}) = 0.1 \text{ mol/L}$ 。

1.3.1.2 溴麝香草酚蓝指示液：称取溴麝香草酚蓝 0.1 g，加 3.2 mL 氢氧化钠溶液（0.05 mol/L）溶解后，加水稀释至 200 mL。

1.3.2 仪器和设备

1.3.2.1 滴定管。

1.3.2.2 分析天平：感量为 0.01 g、0.0001 g。

1.3.3 分析步骤

称取试样 0.25 g（精确至 0.0001 g），置于干燥的烧杯或锥形瓶中，加沸水 50 mL 溶解后，放冷，加入溴麝香草酚蓝指示液 5 滴，用氢氧化钠标准滴定溶液滴定至溶液由黄色变为蓝绿色。按与试样相同的测定步骤，进行空白试验。

1.3.4 结果计算

L-谷氨酸纯度（以 $C_5H_9NO_4$ 计，以干基计）的质量分数 ω_3 ，用百分数（%）表示，按式（3）计算：

$$\omega_3 = \frac{(v_1 - v_0) \times 147.13 \times c}{m_1 \times (1 - w_1) \times 1000} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中：

v_1 ——试样溶液消耗氢氧化钠标准滴定溶液体积，单位为毫升（mL）；

v_0 ——空白溶液消耗氢氧化钠标准滴定溶液体积，单位为毫升（mL）；

c ——氢氧化钠标准滴定溶液浓度，单位为摩尔每升（mol/L）；

m_1 ——试样的质量，单位为克（g）；

w_1 ——试样的干燥减重，用百分数表示（%）；

147.13——L-谷氨酸的摩尔质量，单位为克每摩尔（g/mol）；

1000——体积转换系数。

1.4 L-谷氨酸钙四水物纯度的测定

1.4.1 试剂和材料

1.4.1.1 氨-氯化铵缓冲液（pH=10.7）：称取氯化铵67.5 g，溶于水，加氨水570 mL，稀释至1000 mL。

1.4.1.2 乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液： $c(\text{EDTA}) = 0.02 \text{ mol/L}$ 。

1.4.1.3 铬黑T指示液：5 g/L。

1.4.2 仪器和设备

1.4.2.1 滴定管。

1.4.2.2 分析天平：感量为0.0001 g。

1.4.3 分析步骤

称取试样 0.2 g（精确至 0.0001 g），置于干燥的烧杯或锥形瓶中，

加水 50 mL 溶解后，加氨-氯化铵缓冲溶液 2 mL，再加铬黑 T 指示液 3 滴，用乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液滴定至溶液由红色变为蓝色，即为终点。按与试样相同的测定步骤，进行空白试验。

1.4.4 结果计算

L-谷氨酸钙四水物纯度（以 $C_{10}H_{16}CaN_2O_8$ 计，以干基计）的质量分数 ω_4 ，用百分数（%）表示，按式（4）计算：

$$\omega_4 = \frac{(v_1 - v_0) \times 66.46 \times c}{m_1 \times (1 - w_1) \times 1000} \times 100 \% \dots\dots\dots (4)$$

式中：

v_1 ——试样溶液消耗乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液体积，单位为毫升（mL）；

v_0 ——空白溶液消耗乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液体积，单位为毫升（mL）；

66.46——1/5 L-谷氨酸钙的摩尔质量，单位为克每摩尔（g/mol）；

c ——乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液浓度，单位为摩尔每升（mol/L）；

m_1 ——试样的质量，单位为克（g）；

w_1 ——试样的干燥减重，用百分数表示（%）；

1000——体积转换系数。

1.5 L-胱氨酸纯度的测定

1.5.1 试剂和材料

1.5.1.1 碘化钾。

1.5.1.2 盐酸溶液：量取盐酸 234 mL，加水稀释至 1000 mL。

1.5.1.3 氢氧化钠溶液：称取氢氧化钠 4.3 g，加水溶解并稀释至 100 mL。

1.5.1.4 溴化钾溶液：称取溴化钾 20 g，加水溶解并稀释至 100 mL。

1.5.1.5 溴酸钾标准滴定溶液（0.01667 mol/L）：称取溴酸钾 2.8 g，加

水溶解并定容至 1000 mL。

1.5.1.6 硫代硫酸钠标准滴定溶液： $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0.1 \text{ mol/L}$ 。

1.5.1.7 淀粉指示液：5 g/L。

1.5.2 仪器和设备

1.5.2.1 滴定管。

1.5.2.2 分析天平：感量为 0.0001 g。

1.5.3 分析步骤

称取试样约 0.08 g（精确至 0.0001 g），置碘瓶中，加入氢氧化钠溶液 2 mL 和水 10 mL 振摇溶解后，加入溴化钾溶液 10 mL，准确加入溴酸钾标准滴定溶液 50.0 mL 和盐酸溶液 15 mL，密塞后置于冰浴中，暗处放置 10 min，加碘化钾 1.5 g，摇匀，1 min 后，用硫代硫酸钠标准滴定溶液滴定，至近终点时，加淀粉指示液 2 mL，继续滴定至蓝色消失，按与试样相同的测定步骤，进行空白试验。

1.5.4 结果计算

L-胱氨酸纯度（以干基计）的质量分数 ω_5 ，用百分数（%）表示，按式（5）计算：

$$\omega_5 = \frac{(v_0 - v_1) \times 24.03 \times c}{m_1 \times (1 - w_1) \times 1000} \times 100\% \dots \dots \dots (5)$$

式中：

v_0 ——空白溶液消耗硫代硫酸钠标准滴定溶液体积，单位为毫升（mL）；

v_1 ——试样溶液消耗硫代硫酸钠标准滴定溶液体积，单位为毫升（mL）；

c ——硫代硫酸钠标准滴定溶液浓度，单位为摩尔每升（mol/L）；

m_1 ——试样的质量，单位为克（g）；

w_1 ——试样的干燥减重，用百分数表示（%）；

24.03——1/10 L-胱氨酸的摩尔质量，单位为克每摩尔（g/mol）；
1000——体积转换系数。

1.6 L-半胱氨酸纯度的测定

1.6.1 试剂和材料

1.6.1.1 碘化钾。

1.6.1.2 盐酸溶液：量取盐酸 234 mL，加水稀释至 1000 mL。

1.6.1.3 碘标准滴定溶液： $c(1/2 I_2) = 0.1 \text{ mol/L}$ 。

1.6.1.4 硫代硫酸钠标准滴定溶液： $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0.1 \text{ mol/L}$ 。

1.6.1.5 淀粉指示液：5 g/L。

1.6.2 仪器和设备

1.6.2.1 滴定管。

1.6.2.2 分析天平：感量为 0.0001 g。

1.6.3 分析步骤

称取试样 0.2 g（精确至 0.0001 g），置于碘瓶中，加水 20 mL 及碘化钾 4 g，振摇溶解后，快速置于冷水浴中，加入盐酸溶液 5 mL，准确加入碘标准滴定溶液 25.0 mL，置于暗处放置 20 min，用硫代硫酸钠标准滴定溶液滴定，临近终点时，加淀粉指示液 2 mL，继续滴定至溶液蓝色消失。按与试样相同的测定步骤，进行空白试验。

1.6.4 结果计算

L-半胱氨酸纯度（以 $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2\text{S}$ 计，以干基计）的质量分数 ω_6 ，用百分数（%）表示，按式（6）计算：

$$\omega_6 = \frac{(v_0 - v_1) \times 121.16 \times c}{m_1 \times (1 - w_1) \times 1000} \times 100\% \dots \dots \dots (6)$$

式中：

v_0 ——空白溶液消耗硫代硫酸钠标准滴定溶液体积，单位为毫升（mL）；

v_1 ——试样溶液消耗硫代硫酸钠标准滴定溶液体积，单位为毫升（mL）；

c ——硫代硫酸钠标准滴定溶液浓度，单位为摩尔每升（mol/L）；

m_1 ——试样的质量，单位为克（g）；

w_1 ——试样的干燥减重，用百分数表示（%）；

121.16——L-半胱氨酸的摩尔质量，单位为克每摩尔（g/mol）；

1000——体积转换系数。

1.7 L-半胱氨酸盐酸盐、L-半胱氨酸盐酸盐一水物纯度的测定

1.7.1 试剂和材料

1.7.1.1 碘化钾。

1.7.1.2 盐酸溶液：量取盐酸 234 mL，加水稀释至 1000 mL。

1.7.1.3 碘标准滴定溶液： $c(1/2 I_2) = 0.1 \text{ mol/L}$ 。

1.7.1.4 硫代硫酸钠标准滴定溶液： $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0.1 \text{ mol/L}$ 。

1.7.1.5 淀粉指示液：5 g/L。

1.7.2 仪器和设备

1.7.2.1 分析天平：感量为 0.0001 g。

1.7.3 分析步骤

称取试样约 0.25 g（精确至 0.0001 g），置于碘瓶中，加水 20 mL 及碘化钾 4 g，振摇溶解后，加盐酸溶液 5 mL，准确加入碘标准滴定溶液 25.0 mL，置于暗处放置 15 min，再置于冰浴中冷却 5 min，用硫代硫酸钠标准滴定溶液滴定，临近终点时，加淀粉指示液 2 mL，继续滴定至溶液蓝色消失。按与试样相同的测定步骤，进行空白试验。

1.7.4 结果计算

L-半胱氨酸盐酸盐、L-半胱氨酸盐酸盐一水物纯度（以 $C_3H_7NO_2S \cdot HCl$ 计，以干基计）的质量分数 ω_7 ，用百分数（%）表示，按式（7）计算：

$$\omega_7 = \frac{(v_0 - v_1) \times 157.6 \times c}{m_1 \times (1 - w_1) \times 1000} \times 100\% \dots \dots \dots (7)$$

式中：

v_0 ——空白溶液消耗硫代硫酸钠标准滴定溶液体积，单位为毫升（mL）；

v_1 ——试样溶液消耗硫代硫酸钠标准滴定溶液体积，单位为毫升（mL）；

c ——硫代硫酸钠标准滴定溶液浓度，单位为摩尔每升（mol/L）；

m_1 ——试样的质量，单位为克（g）；

w_1 ——试样的干燥减重，用百分数表示（%）；

157.6——L-半胱氨酸盐酸盐的摩尔质量，单位为克每摩尔（g/mol）；

1000——体积转换系数。

1.8 N-乙酰基-L-半胱氨酸纯度的测定

1.8.1 试剂和材料

1.8.1.1 碘标准滴定溶液： $c(1/2 I_2) = 0.1 \text{ mol/L}$ 。

1.8.2 仪器和设备

1.8.2.1 滴定管。

1.8.2.2 分析天平：感量为 0.0001 g。

1.8.3 分析步骤

称取试样 0.3 g（精确至 0.0001 g），加水 30 mL 溶解后，在 20℃～25℃用碘标准滴定溶液迅速滴定至溶液显微黄色，并在 30 s 内不褪色。按与试样相同的测定步骤，进行空白试验。

1.8.4 结果计算

N-乙酰基-L-半胱氨酸纯度（以 $C_5H_9NO_3S$ 计，以干基计）的质量分数 ω_8 ，用百分数（%）表示，按式（8）计算：

$$\omega_8 = \frac{(v_1 - v_0) \times 163.2 \times c}{m_1 \times (1 - w_1) \times 1000} \times 100\% \dots \dots \dots (8)$$

式中：

v_1 ——试样溶液消耗碘标准滴定溶液体积，单位为毫升（mL）；

v_0 ——空白溶液消耗碘标准滴定溶液体积，单位为毫升（mL）；

c ——碘标准滴定溶液浓度，单位为摩尔每升（mol/L）；

m_1 ——试样的质量，单位为克（g）；

w_1 ——试样的干燥减重，用百分数表示（%）；

163.2——N-乙酰基-L-半胱氨酸的摩尔质量，单位为克每摩尔（g/mol）；

1000——体积转换系数。

1.9 L-盐酸组氨酸一水物纯度的测定

1.9.1 试剂和材料

1.9.1.1 乙醇。

1.9.1.2 甲醛溶液：36.0%~38.0%。

1.9.1.3 氢氧化钠标准滴定溶液： $c(\text{NaOH}) = 0.1 \text{ mol/L}$ 。

1.9.1.4 酚酞指示液：10 g/L。

1.9.2 仪器和设备

1.9.2.1 滴定管。

1.9.2.2 分析天平：感量为 0.0001 g。

1.9.3 分析步骤

称取试样 0.2 g（精确至 0.0001 g），置于干燥的烧杯或锥形瓶中，加水 5 mL 溶解后，加甲醛溶液 1 mL 与乙醇 20 mL 的中性混合溶液（对

酚酞指示液显中性)，再加酚酞指示液数滴，用氢氧化钠标准滴定溶液滴定至终点。按与试样相同的测定步骤，进行空白试验。

1.9.4 结果计算

L-盐酸组氨酸一水物纯度的质量分数 ω_9 ，用百分数(%)表示，按式(9)计算：

$$\omega_9 = \frac{(v_1 - v_0) \times 104.8 \times c}{m_1 \times 1000} \times 100\% \dots\dots\dots (9)$$

式中：

v_1 ——试样溶液消耗氢氧化钠标准滴定溶液体积，单位为毫升(mL)；

v_0 ——空白溶液消耗氢氧化钠标准滴定溶液体积，单位为毫升(mL)；

c ——氢氧化钠标准滴定溶液浓度，单位为摩尔每升(mol/L)；

m_1 ——试样的质量，单位为克(g)；

104.8——1/2 L-盐酸组氨酸一水物的摩尔质量，单位为克每摩尔(g/mol)；

1000——体积转换系数。

1.10 L-瓜氨酸纯度的测定

1.10.1 试剂和材料

1.10.1.1 硫酸钾。

1.10.1.2 五水硫酸铜。

1.10.1.3 无水乙醇。

1.10.1.4 硫酸。

1.10.1.5 氢氧化钠溶液(40%)：称取氢氧化钠 40.0 g，加水溶解并定容至 100 mL。

1.10.1.6 甲基红指示液：称取甲基红 0.02 g，加乙醇 60 mL 溶解，加水

稀释并定容至 100 mL。

1.10.1.7 氢氧化钠标准滴定溶液： $c(\text{NaOH}) = 0.1 \text{ mol/L}$ 。

1.10.1.8 硫酸标准滴定溶液： $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.05 \text{ mol/L}$ 。

1.10.1.9 混合催化剂：称取五水硫酸铜 0.5 g 和硫酸钾 5.0 g，研磨混匀；或购买商品化的凯氏定氮催化剂片。

1.10.2 仪器和设备

1.10.2.1 凯氏蒸馏装置：常量直接蒸馏式或半微量水蒸气蒸馏式。

1.10.2.2 定氮仪：以凯氏原理制造的各种类型半自动、全自动定氮仪。

1.10.2.3 消煮炉或电炉。

1.10.2.4 凯氏烧瓶。

1.10.2.5 消煮管。

1.10.2.6 分析天平：感量为 0.0001 g。

1.10.3 分析步骤

称取试样 0.12 g（精确至 0.0001 g），置于凯氏烧瓶中，加入混合催化剂，用少量水冲洗烧瓶全部内壁，再沿瓶壁缓缓加入硫酸 20 mL。在凯氏烧瓶口放置一小漏斗，并使凯氏烧瓶呈 45° 倾斜，缓慢加热至泡沫不再产生，煮沸，保持 6 h。冷却后，缓慢加入水 150 mL，摇匀，冷却，加沸石或锌粒防爆。将蒸馏装置的冷凝管末端浸入装有硫酸标准滴定溶液 25 mL 和水 50 mL 的锥形瓶中。然后向凯氏烧瓶加入氢氧化钠溶液 60 mL~70 mL，摇匀后加热蒸馏，至去其溶液体积的 2/3。降下锥形瓶，使冷凝管末端离开液面，用少量水冲洗冷凝管内外壁。在锥形瓶中加入甲基红指示液 3 滴，用氢氧化钠标准滴定溶液滴定至终点。按与试样相同的测定步骤，进行空白试验。

1.10.4 结果计算

L-瓜氨酸纯度（以 $C_6H_{13}N_3O_3$ 计，以干基计）的质量分数 ω_{10} ，用百分数（%）表示，按式（10）计算：

$$\omega_{10} = \frac{(v_0 - v_1) \times 175.19 \times c}{m_1 \times (1 - w_1) \times 3 \times 1000} \times 100\% \dots \dots \dots (10)$$

式中：

v_0 ——空白溶液消耗氢氧化钠标准滴定溶液体积，单位为毫升（mL）；

v_1 ——试样溶液消耗氢氧化钠标准滴定溶液体积，单位为毫升（mL）；

c ——氢氧化钠标准滴定溶液浓度，单位为摩尔每升（mol/L）；

m_1 ——试样的质量，单位为克（g）；

w_1 ——试样的干燥减重，用百分数表示（%）；

175.19——L-瓜氨酸的摩尔质量，单位为克每摩尔（g/mol）；

3——L-瓜氨酸的氮原子数；

1000——体积转换系数。

1.11 N-乙酰基-L-甲硫氨酸纯度的测定

1.11.1 试剂和材料

1.11.1.1 磷酸氢二钾。

1.11.1.2 磷酸二氢钾。

1.11.1.3 碘化钾。

1.11.1.4 淀粉指示液：5 g/L。

1.11.1.5 碘标准滴定溶液： $c(1/2 I_2) = 0.1 \text{ mol/L}$ 。

1.11.1.6 硫代硫酸钠标准滴定溶液： $c(Na_2S_2O_3) = 0.1 \text{ mol/L}$ 。

1.11.2 仪器和设备

1.11.2.1 滴定管。

1.11.2.2 分析天平：感量为 0.0001 g。

1.11.3 分析步骤

称取试样 0.25 g (精确至 0.0001 g), 置于干燥的烧杯或锥形瓶中, 加水 100 mL, 磷酸氢二钾 5 g, 磷酸二氢钾 2 g 和碘化钾 2 g, 混合均匀至溶解, 加入碘标准滴定溶液 50.0 mL, 加塞后混合均匀。静置 30 min, 加入淀粉指示液, 用硫代硫酸钠标准滴定溶液滴定过量的碘。按与试样相同的测定步骤, 进行空白试验。

1.11.4 结果计算

N-乙酰基-L-甲硫氨酸纯度 (以 $C_7H_{13}NO_3S$ 计, 以干基计) 的质量分数 ω_{11} , 用百分数 (%) 表示, 按式 (11) 计算:

$$\omega_{11} = \frac{(v_0 - v_1) \times 95.63 \times c}{m_1 \times (1 - w_1) \times 1000} \times 100\% \dots\dots\dots (11)$$

式中:

v_0 ——空白溶液消耗硫代硫酸钠标准滴定溶液体积, 单位为毫升 (mL);

v_1 ——试样溶液消耗硫代硫酸钠标准滴定溶液体积, 单位为毫升 (mL);

c ——硫代硫酸钠标准滴定溶液浓度, 单位为摩尔每升 (mol/L);

m_1 ——试样的质量, 单位为克 (g);

w_1 ——试样的干燥减重, 用百分数表示 (%);

95.63——1/2 N-乙酰基-L-甲硫氨酸的摩尔质量, 单位为克每摩尔 (g/mol);

1000——体积转换系数。

2. 各氨基酸及其化合物来源比旋光度的测定

各氨基酸及其化合物来源比旋光度 α (20°C, D) 的检验方法执行 GB/T 613。比旋光度测定溶液按照附表 3 进行制备, 溶液定容至 50 mL, 以干基进行计算。

附表3 比旋光度测定溶液制备方法

序号	氨基酸名称	溶液制备方法	
		称样量 (g)	溶剂
1	L-赖氨酸、L-蛋氨酸	1.0	6 mol/L 盐酸溶液
2	L-亮氨酸、L-异亮氨酸、L-盐酸鸟氨酸	2.0	
3	L-天冬氨酸、L-精氨酸-天冬氨酸、L-缬氨酸、L-盐酸赖氨酸、L-赖氨酸-L-谷氨酸二水物、L-赖氨酸-天冬氨酸、L-精氨酸、L-盐酸精氨酸、L-瓜氨酸	4.0	
4	L-组氨酸、L-盐酸组氨酸一水物	5.5	
5	L-天冬氨酸镁	1.0	5 mol/L 盐酸溶液
6	L-谷氨酸	3.5	2 mol/L 盐酸溶液
7	L-丝氨酸、L-谷氨酸钾一水物、L-谷氨酸钙四水物	5.0	
8	L-胱氨酸	1.0	1 mol/L 盐酸溶液
9	L-丙氨酸	2.5	
10	L-半胱氨酸、L-半胱氨酸盐酸盐、L-半胱氨酸盐酸盐一水物	4.0	
11	L-酪氨酸	2.5	
12	L-苯丙氨酸、N-乙酰基 L-甲硫氨酸	1.0	水
13	L-脯氨酸	2.0	
14	L-谷氨酰胺	2.0 (40 °C水浴中溶解后放冷)	
15	L-苏氨酸	3.0	
16	L-赖氨酸醋酸盐	5.0	
17	L-色氨酸	0.5	
18	N-乙酰基-L 半胱氨酸	称取试样 2.5 g, 加 1%乙二胺四乙酸二钠溶液 2 mL 和 4%氢氧化钠溶液 15	

	mL 溶解, 用 pH7.0 磷酸盐缓冲液 (称取磷酸二氢钾 0.68 g, 加 0.1 mol/L 氢氧化钠溶液 29.1 mL, 加水稀释至 100 mL) 定容。
--	--

3. 各氨基酸及其化合物来源 pH 值的测定

各氨基酸及其化合物来源 pH 值的检验方法执行 GB/T 9724, pH 测定溶液按照附表 4 进行配制。

附表 4 pH 值测定溶液制备方法

序号	氨基酸名称	溶液制备方法 (水溶液)
1	L-天冬氨酸	0.5%
2	L-苏氨酸、L-胱氨酸、L-半胱氨酸盐酸盐、L-半胱氨酸盐酸盐一水物、N-乙酰基-L 半胱氨酸、L-缬氨酸、L-亮氨酸、L-异亮氨酸、L-苯丙氨酸、L-赖氨酸醋酸盐、L-色氨酸、L-蛋氨酸	1%
3	L-组氨酸	2%
4	L-半胱氨酸	2.5%
5	甘氨酸、L-丙氨酸、L-赖氨酸-L-谷氨酸二水物、L-赖氨酸-天冬氨酸、L-精氨酸	5%
6	L-丝氨酸、L-脯氨酸、L-盐酸赖氨酸、L-赖氨酸、L-精氨酸-天冬氨酸、L-盐酸组氨酸一水物、L-瓜氨酸、L-盐酸鸟氨酸、L-谷氨酸钙四水物	10%
7	L-谷氨酸	饱和水溶液 (称取试样 1.0 g, 加水 100 mL 制成)
8	L-酪氨酸	饱和水溶液 (称取试样 0.02 g, 加水 100 mL 制成)

4. 各氨基酸及其化合物来源干燥减重的测定

各氨基酸及其化合物来源干燥减重的测定方法按照附表 5 执行。

附表5 干燥减重测定方法

序号	产品名称	测定方法	
		试验条件（精确至 0.0001 g）	检验方法
1	N-乙酰基-L-甲硫氨酸	称取试样 1 g~2 g, 干燥 2 h。	GB/T 6284
2	L-天冬氨酸、L-苏氨酸、L-丝氨酸、L-谷氨酸、L-谷氨酰胺、L-脯氨酸、L-丙氨酸、甘氨酸、L-胱氨酸、L-缬氨酸、L-亮氨酸、L-异亮氨酸、L-苯丙氨酸、L-盐酸赖氨酸、L-精氨酸、L-盐酸精氨酸、L-组氨酸、L-盐酸组氨酸一水物、L-瓜氨酸、L-盐酸鸟氨酸、L-酪氨酸、L-蛋氨酸、L-色氨酸	称取试样 1 g~2 g, 干燥 3 h。	
3	L-赖氨酸醋酸盐	称取试样 1 g~2 g, 80 °C, 干燥 3 h。	
4	L-谷氨酸钾一水物	称取试样 1 g~2 g, 80 °C, 干燥 5 h。	
5	L-赖氨酸-L-谷氨酸二水物	称取试样 1 g~2 g, 干燥 5 h。	
6	L-精氨酸-天冬氨酸	称取试样 1.0 g~2.0 g, 60 °C, 干燥 24 h。	
7	L-天冬氨酸镁、L-谷氨酸钙四水物	称取试样 0.1 g, 直接电量滴定法。	
8	L-赖氨酸	称取试样 0.2 g, 电量反滴定法。	
9	L-赖氨酸-天冬氨酸	称取试样 2.0 g, 2.0 kPa 以下, 室温 (10 °C~30 °C) 干燥 5 h。	GB 5009.3 减压干燥法
10	L-半胱氨酸	称取试样 2.0 g, 2.0 kPa 以下, 室温 (10 °C~30 °C) 干燥 3 h。	
11	L-半胱氨酸盐酸盐、L-半胱氨酸盐酸盐一水物	称取试样 2.0 g, 2.67 kPa 以下, 室温 (10 °C~30 °C) 干燥 24 h。	
12	N-乙酰基-L-半胱氨酸	称取试样 2.0 g, 2.67 kPa 以下, 70 °C 干燥 3 h。	

5. 各氨基酸及其化合物来源灼烧残渣的测定

各氨基酸及其化合物来源灼烧残渣的测定执行以下内容。

5.1 试剂和材料

浓硫酸。

5.2 仪器和设备

5.2.1 石英坩埚或瓷坩埚。

5.2.2 高温炉。

5.2.3 干燥器（内有干燥剂）。

5.2.4 分析天平：感量为 0.0001 g。

称取试样 1.0 g~2.0 g，置于已灼烧至恒重的坩埚中，称量，于坩埚中滴加浓硫酸 0.5 mL~1 mL 使试样湿润，低温加热至硫酸蒸气逸尽后，在 600°C±50°C 灼烧使完全灰化，移至干燥器内，冷却至室温，称量。再在 600°C±50°C 灼烧至恒重，即得。重复灼烧至前后两次称量相差不超过 0.5 mg 为恒重。

5.3 结果计算

灼烧残渣的质量分数 ω_{12} ，按式（12）计算：

$$\omega_{12} = \frac{m_3 - m_2}{m_4 - m_2} \times 100\% \dots\dots\dots (12)$$

式中：

m_3 ——灼烧至恒重的坩埚和灼烧至恒重的试样的质量总和，单位为克（g）；

m_2 ——灼烧至恒重的坩埚的质量，单位为克（g）；

m_4 ——灼烧至恒重的坩埚和初始称取试样的质量总和，单位为克（g）。

6. 各氨基酸及其化合物来源铅的测定

铅的检验方法执行 GB 5009.12 或 GB 5009.75。

7. 各氨基酸及其化合物来源砷的测定

砷的检验方法执行 GB 5009.11 或 GB 5009.76。