

ICS 67.050
B20

团 体 标 准

T/ NAIA XXX—2025

牛奶中 22 种磺胺类残留量的测定 液相 色谱-串联质谱法

Determination of Twenty-two Sulfonamides Residues in Milk by
HPLC-MS/MS

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

宁夏化学分析测试协会 发 布

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020 《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》规定编写。

本文件由宁夏化学分析测试协会提出并归口。

本文件起草单位：宁夏回族自治区食品检测研究院（国家市场监督管理总局重点实验室（枸杞及葡萄酒质量安全））、宁夏计量质量检验检测研究院、宁夏化学分析测试协会。

本文件主要起草人：朱燕燕、马桂娟、郭阳、姚博伟、刘竞择、王鹏、孙少忆、吕毅、吴明、张小飞。

本文件于 2025 年 XX 月 XX 日首次发布。

牛奶中 22 种磺胺类残留量的测定 液相色谱-串联质谱法

1 范围

本文件规定了牛奶中磺胺类抗生素（磺胺醋酰、磺胺苯酰、磺胺氯哒嗪、磺胺二甲基嘧啶、磺胺地索辛、磺胺多辛、磺胺嘧啶、磺胺异恶唑、磺胺脒、磺胺索嘧啶、磺胺对甲氧嘧啶、磺胺间甲氧嘧啶、磺胺二甲唑、磺胺甲氧嗪、磺胺甲噻唑、磺胺甲噻二唑、磺胺甲恶唑、磺胺苯吡唑、磺胺吡啶、磺胺喹恶啉、磺胺噻唑、甲氧苄啶）的液相色谱-串联质谱检测方法。

本文件适用牛奶中 22 种磺胺类的测定。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 6682 分析实验室用水规格和实验方法

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 原理

试样经 1% 的甲酸乙腈溶液提取，经分散固相萃取净化，反相色谱柱分离，供液相色谱-串联质谱仪测定，外标法定量。

5 试剂和材料

本方法所用的试剂，除另有规定外，均为分析纯，水为 GB/T 6682 规定的一级水。

5.1 试剂

5.1.1 乙腈：色谱纯。

5.1.2 甲酸：优级纯。

5.1.3 氯化钠：分析纯

5.1.4 十八烷基（C₁₈）粉末：粒径 50μm。

5.1.5 N-丙基乙二胺(N-primary secondary amine, PSA)粉末：粒径 50μm。

5.1.6 1%甲酸乙腈：取 10.0mL 甲酸（5.1.2），用乙腈（5.1.1）定容到 1000mL，摇匀。

5.1.7 0.1%甲酸乙腈：取 1mL 甲酸（5.1.2），用乙腈（5.1.1）溶解定容到 1000mL，摇匀。

5.1.8 15%甲酸乙腈：取 150mL 甲酸（5.1.2），用水溶解定容到 1000mL，摇匀。

5.1.9 0.1%甲酸水：取 1mL 甲酸（5.1.2），用水溶解定容到 1000mL，摇匀。

5.2 标准品

22 种磺胺标准品名称、化学分子式和 CAS 号见附录表 A。

5.3 标准溶液配制

5.3.1 标准储备液（1.0mg/mL）：分别准确称取 22 种磺胺标准物质适量，用乙腈(5.1.1)溶解并定容至 10.0mL 容量瓶中，避光冷冻贮存，保存 3 个月。

5.3.2 混合标准储备液（10.0μg/mL）：分别移取 22 种标准储备液 100μL，混合后用乙腈(5.1.1)稀释得到 10.0μg/mL 的混合标准储备溶液，避光冷冻贮存，保存 1 个月。

5.3.3 混合标准工作溶液：分别准确吸取不同体积混合标准储备液，用空白基质定容至 1.0 mL，配制浓度为 1.0~200.0ng/mL 的标准工作溶液，临用现配。

6 仪器和设备

6.1 液相色谱-串联质谱仪：配备电喷雾离子源。

6.2 天平：感量 0.00001g 和 0.01g。

6.3 涡旋混合器。

6.4 高速离心机：最大转速 8000r/min。

6.5 超声波清洗器。

6.6 氮吹仪。

6.7 有机微孔滤膜，孔径 0.22μm，或相当者。

7 分析步骤

7.1 试样制备

取适量样品混合均匀，冷藏保存。

7.2 试液的提取

称取 5.0g 试样（精确到 0.01g），置于 50mL 具塞离心管中，加入 10g 氯化钠（5.1.3）和 20mL 甲酸乙腈（5.1.6），高速涡旋 5min，8000r/min 离心 5min，取上清液；残渣再加 20mL 的甲酸乙腈（5.1.6）重复提取一次，合并上清液，用 15%的甲酸乙腈（5.1.8）定容至 50mL，待净化。移取 5.0mL 上清液至内含 80mg C18（5.1.4）和 50mg PSA（5.1.5）离心管中，涡旋 5min，8000 r/min 离心 5min，吸取上清液氮吹至近干，1.0mL 初始流动相复溶，过 0.22μm 滤膜（6.7），供液相色谱-串联质谱仪测定。

7.3 仪器参考条件

7.3.1 液相色谱参考条件

a) 色谱柱：C₁₈，2.1mm×150mm，粒径 3.5μm 或性能相当。

b) 柱温：30℃。

c) 流动相：A：0.1%的甲酸溶液（5.1.9），B：0.1%甲酸乙腈溶液（5.1.7）；梯度洗脱见表 1。

d) 流速：0.3mL/min。

e) 进样量：5μL。

表 1 流动相及梯度洗脱条件

时间/min	流速/（mL/min）	流动相 A/%	流动相 B/%
0.00	0.3	90	10
3.00	0.3	90	10
3.01	0.3	50	50
8.00	0.3	30	70
12.00	0.3	10	90
12.01	0.3	90	10
15.00	0.3	90	10

7.3.2 质谱参考条件

- a) 离子源：电喷雾离子源（ESI）。
- b) 扫描方式：正离子扫描。
- c) 检测方式：多反应监测（MRM）。
- d) 鞘气温度：375℃。
- e) 鞘气流速：12.0L/min。
- f) 雾化器压力：310.23kPa。
- g) 喷嘴电压：500V。
- h) 毛细管电压：3000V。
- i) 定性离子对、定量离子对、碎裂电压、碰撞能量等参数参见附录 B。

7.4 定量测定

根据试液中被测物含量情况，选定浓度相近的基质标准混合使用液，基质标准混合使用液和待测试液中被测物的响应值均应在仪器检测的线性范围内。基质标准混合使用液与试液等体积进样测定。标准溶液及试液均按 7.3.1 和 7.3.2 规定的条件进行测定，如果试液中与标准溶液相同的保留时间有峰出现，则对其进行确证。22 种磺胺标准品的多反应监测（MRM）色谱图参见附录 C，采用基质溶液校准曲线外标法定量。

7.5 定性测定

经确证分析被测物质色谱峰保留时间与标准物质相一致，并且在扣除背景后的样品谱图中，所选择的离子均出现。同时所选择离子的丰度比与标准溶液中相关离子的相对丰度一致，相似度在允许偏差之内（见表 2），则可判定样品中存在对应的被测物。

表 2 定性确证时相对离子丰度的最大允许偏差

相对离子丰度	>50%	>20%至 50%	>10%至 20%	≤10%
允许的相对偏差	±20%	±25%	±30%	±50%

7.6 空白试验

除不加试样外，均按上述步骤进行。

8 分析结果的表述

试样中 22 种磺胺的含量按式（1）进行计算：

$$X = \frac{c \times V \times 1000}{m \times 1000} \quad (1)$$

式中：

X ——试样中各种化合物含量，单位为微克每千克（ $\mu\text{g/kg}$ ）；

c ——由标准曲线计算出的试样溶液浓度，单位为纳克每毫升（ ng/mL ）；

V ——试样的最后定容体积，单位为毫升（ mL ）；

m ——试样质量，单位为克（ g ）。

注：测定结果用平行测定的算术平均值表示，保留两位有效数字。

9 精密度

在重复性测定条件下获得的两次独立测定结果的绝对差值不得超过算术平均值的 10%。

10 其他

当称样量为 5.0g，定容体积为 1.0mL 时，磺胺醋酰、磺胺苯酰、磺胺氯哒嗪、磺胺二甲基嘧啶、磺胺地索辛、磺胺多辛、磺胺嘧啶、磺胺异恶唑、磺胺脒、磺胺索嘧啶、磺胺对甲氧嘧啶、磺胺间甲氧嘧啶、磺胺二甲唑、磺胺甲氧嗪、磺胺甲嘧啶、磺胺甲噻二唑、磺胺甲恶唑、磺胺苯吡唑、磺胺吡啶、磺胺喹恶啉、磺胺噻唑、甲氧苄啶的检出限为 $0.5\mu\text{g/kg}$ ，定量限为 $1.0\mu\text{g/kg}$ 。

附录 A
(资料性附录)

表 A 22 种磺胺标准品名称、化学分子式和 CAS 号

序号	名称	化学分子式	CAS 号
1	磺胺醋酰	$C_8H_{11}N_2NaO_4S$	144-80-9
2	磺胺苯酰	$C_{13}H_{12}N_2O_3S$	127-71-9
3	磺胺氯哒嗪	$C_{10}H_9ClN_4O_2S$	80-32-0
4	磺胺二甲基嘧啶	$C_6H_9N_3O_2S$	57-68-1
5	磺胺地索辛	$C_{12}H_{14}N_4O_4S$	122-11-2
6	磺胺多辛	$C_{12}H_{14}N_4O_4S$	2447-57-6
7	磺胺嘧啶	$C_{10}H_{10}N_4O_2S$	68-35-9
8	磺胺异恶唑	$C_{11}H_{13}N_3O_3S$	127-69-5
9	磺胺脒	$C_7H_{10}N_4O_2S$	57-67-0
10	磺胺索嘧啶	$C_{12}H_{14}N_4O_2S$	515-64-0
11	磺胺对甲氧嘧啶	$C_{11}H_{12}N_4O_3S$	651-06-9
12	磺胺间甲氧嘧啶	$C_{11}H_{12}N_4O_3S$	1220-83-3
13	磺胺二甲唑	$C_{11}H_{13}N_3O_3S$	729-99-7
14	磺胺甲氧嗪	$C_{11}H_{12}N_4O_3S$	80-35-3
15	磺胺甲嘧啶	$C_{11}H_{12}N_4O_2S$	127-79-7
16	磺胺甲噻二唑	$C_9H_{10}N_4O_2S_2$	144-82-1
17	磺胺甲恶唑	$C_{10}H_{11}N_3O_3S$	723-46-6
18	磺胺苯吡唑	$C_{15}H_{14}N_4O_2S$	526-08-9
19	磺胺吡啶	$C_{11}H_{11}N_3O_2S$	144-83-2
20	磺胺喹恶啉	$C_{14}H_{12}N_4O_2S$	59-40-5
21	磺胺噻唑	$C_9H_9N_3O_2S_2$	72-14-0
22	甲氧苄啶	$C_{14}H_{18}N_4O_3$	738-70-5

附录 B
(资料性附录)

表 B 22 种磺胺的质谱参数

序号	组分	母离子(m/z)	子离子(m/z)	碎裂电压(v)	碰撞能量(ev)
1	磺胺醋酰 (SAA)	215.1	156.0*,92.0	70	5,20
2	磺胺苯酰 (SBA)	277.1	156.0*,108.0	80	10,25
3	磺胺氯吡啶 (SCP)	285.0	156.0*,108.0	100	22,25
4	磺胺二甲基嘧啶 (SDM)	279.1	186.1*,156.1	120	15,16
5	磺胺地索辛 (SDT)	311.0	156.0*,108.0	130	20,32
6	磺胺多辛 (SDX)	311.1	156.0*,92.0	120	15,32
7	磺胺嘧啶 (SDZ)	251.1	156.0*,108.0	100	10,21
8	磺胺异恶唑 (SFZ)	268.1	156.0*,113.0	100	10,25
9	磺胺脒 (SGN)	215.0	156.0*,108.1	70	10,20
10	磺胺索嘧啶 (SIM)	279.0	124.0*,186.0	100	15,20
11	磺胺对甲氧嘧啶 (SMD)	281.0	156.0*,108.0	110	15,25
12	磺胺间甲氧嘧啶 (SMM)	281.0	156.1*,108.1	100	15,26
13	磺胺二甲唑 (SMO)	268.0	156.0*,113.0	100	13,10
14	磺胺甲氧嘧啶 (SMP)	281.1	156.0*,108.0	105	15,25
15	磺胺甲嘧啶 (SMR)	265.0	172.0*,156.1	110	20,20
16	磺胺甲噻二唑 (SMT)	271.0	156.0*,108.0	90	10,22
17	磺胺甲恶唑 (SMZ)	254.1	156.0*,108.0	100	100,25
18	磺胺苯吡唑 (SPA)	315.0	158.0*,222.0	130	22,15
19	磺胺吡啶 (SPD)	250.0	156.0*,184.0	100	22,15
20	磺胺喹恶啉 (SQX)	301.1	156.0*,108.0	130	11,26
21	磺胺噻唑 (STZ)	255.9	155.9*,108.0	100	10,15
22	甲氧苄啶 (TMP)	291.1	230.2*,123.2	120	25,25

注：*为定量离子

附录 C
(资料性附录)

图 C 22 种磺胺的多反应监测 (MRM) 典型色谱图





