

纤维测定仪、纤维分析仪测定干草料中的粗纤维含量

一、前言

干草料是畜牧业中重要的饲料资源，其营养成分直接影响牲畜的健康和生产性能。粗纤维是干草料的关键成分之一，对牲畜的消化系统功能和整体健康有重要作用。测定干草料中粗纤维含量，不仅有助于评估其营养价值，还为饲养管理和饲料配方优化提供了科学依据。

首先，粗纤维在牲畜的饲养过程中起着促进消化和维持胃肠健康的作用。它能够刺激反刍动物的瘤胃发酵，提高消化效率，并帮助维持胃肠道微生物群的平衡。通过测定干草料中粗纤维含量，可以科学评估其适口性和消化率，确保饲料符合牲畜的实际需求。

其次，不同种类的牲畜对粗纤维的需求量各不相同。测定粗纤维含量有助于优化饲料配比，避免粗纤维过多导致能量摄入不足或过少引发消化问题，从而提升饲养效率。

此外，粗纤维含量的测定还能反映干草料的品质，为生产者选择优质草料、提高畜牧产品质量提供科学指导。

综上所述，测定干草料中粗纤维含量对畜牧业的科学饲养、饲料管理及生产效率提升具有重要意义，有助于推动畜牧业的可持续发展。

本方案参照《GB/T 6434-2022 饲料中粗纤维的含量测定》，对干草料样品中的粗纤维含量进行测定，并将 F800 纤维测定仪（下称 F800）与 F2000 全自动纤维分析仪（下称 F2000）测得的数据进行对照。

二、仪器与试剂

2.1、仪器

F2000 全自动纤维分析仪、F800 纤维测定仪，马弗炉，分析天平等

2.2、试剂

0.13mol/L 硫酸溶液，0.23mol/L 氢氧化钾溶液，石油醚（沸程 30%~60%），丙酮（分析纯），三级水，正辛醇（分析纯）。

三、实验方法

3.1、粗纤维的测定——F2000

3.1.1、准备滤袋

用油性笔在滤袋上编号，然后在烘箱中于 $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 下烘干 1 小时，冷却后称重，记为 m_1 。

3.1.2、称样

用称过重量的滤袋称取样品 1.0g（精确至 0.1mg）并记为 m ，称样体积以滤袋的一半为准。轻轻磕碰



滤袋底部，使样品尽量集中在滤袋的底部。

设置封口机为 4 档，在距离滤袋开口沿 5mm 处封口。封口时应用力压实封口机，并在加热结束后继续按压 3 秒钟，然后小心取下滤袋，封口后的滤袋如上图。

3.1.3、脱脂

将滤袋转移至烧杯中，加入石油醚至浸没滤袋，小心搅拌两次并浸泡五分钟，然后倒去石油醚。重复该过程两次，然后将滤袋在通风橱中风干 20 分钟挥干残余石油醚。

3.1.4、消煮

检查试剂余量（两种洗涤剂至少各 2.5L，洗涤用水至少 10L），将样品摆放到滤袋架上并装入纤维分析仪中，如下图。



选择粗纤维方法并运行（酸碱消煮时间各 55 分钟，洗涤次数各 4 次），仪器自动进行消煮和洗涤。

3.1.5、脱脂

重复 3.1.3 步骤，但使用的有机试剂为丙酮

3.1.6、恒重

将滤袋放入烘箱中，于 $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 下烘干 4 小时，冷却后称重，记为 m_2 。

3.1.7、灰化

准备好洁净瓷坩埚并称重，记为 m_n ，放入恒重后的盛有残渣的滤袋，于 550°C 下灰化 3h，待坩埚冷却后称重，记为 m_k 。

3.1.8、计算

按照下公式计算 CF 的含量：

$$X = \frac{\left(m_3 - m_1 \times \frac{(m_{b3} - (m_{bk} - m_{bn}))}{m_{b1}} - (m_k - m_n) \right)}{m} \times 100\%$$

m_3 ：恒重后滤袋和样品残渣的总重，g；

m_1 ：滤袋空重，g；

m_k ：灰化后坩埚和灰分的总重，g；

m_n ：坩埚空重，g

m_{b3} ：空白滤袋恒重后的总重，g；

m_{b1} : 空白滤袋空重, g;

m_{bk} : 空白滤袋灰化后坩埚和灰分的总重, g;

m_{bn} : 空白滤袋的坩埚空重, g

X: 样品中的粗纤维含量, %。

3.2、粗纤维的测定——坩埚法

3.2.1、称样

精确称取样品约 1g (精确至 0.1mg), 放入盛有约 2g 经处理的硅藻土的坩埚中。

3.2.2、脱脂

将坩埚安装至纤维测定仪的对应位置, 拉下固定拉手。在仪器顶端进液口倒入 15mL 石油醚, 浸泡 5 分钟后在操作界面按下抽滤, 将石油醚排出。重复该步骤三次, 然后推上固定拉手, 用坩埚夹拿下坩埚并在通风橱中风干。

3.2.3、试剂准备

检查试剂桶中的试剂类型及其是否充裕, 可打开预热。

3.2.4、消煮

将风干后的坩埚重新安装至仪器对应位置, 点击加液按钮添加酸/碱试剂至中间刻度线, 然后手动加入约 0.2mL 正辛醇, 设定加热时间并点击加热, 将功率按钮旋到最大, 并将反射板插入对应位置。待消煮管中微沸后, 将功率旋钮调节至三分之一处, 保持微沸状态至保温结束。沸腾下样品状态如下图。



3.2.5、洗涤

点击抽滤按钮将酸/碱试剂抽干，然后点击加水按钮，旋转每个通道的加水阀加水至中间刻度线，然后抽干，重复该步骤至少 4 次或直至将样品洗涤至中性（使用 pH 试纸检测样品表面）。

3.2.6、脱脂

在仪器顶端进液口倒入 15mL 丙酮，浸泡 5 分钟后在操作界面按下抽滤，将丙酮排出。重复盖步骤三次，然后推上固定拉手，用坩埚夹拿下坩埚并在通风橱中风干。

3.2.7、干燥

将坩埚放入鼓风干燥箱内，以 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 烘干至恒重，并称重。

3.2.8、灰化

将恒重后的坩埚放入马弗炉，于 550°C 下灰化 3h，待坩埚冷却后称重。

3.2.9、计算结果

按照下式计算样品中的粗纤维含量：

$$X = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100\%$$

m_2 ：坩埚+硅藻土+样品残渣恒重后的重量，g；

m_1 ：坩埚+硅藻土+样品残渣灰化后的重量，g；

m ：样品的称样量，g。

四、结果与讨论

经过 F800、F2000 的测试，得到干草料样品的测试结果如下表：

样品	称样量/g	坩埚+残渣/g	坩埚+硅藻土/g	粗纤维含量/%	均值/%	精密度/%
干草料	0.5144	30.4093	30.2272	30.861	30.028	5.55
	0.5150	32.4442	32.2705	29.194		
空白	0.0000	32.1066	32.0824			
	0.0000	31.5046	31.4821			

F2000 全自动纤维分析仪

样品	称样量/g	滤袋/g	滤袋+残渣/g	滤袋+坩埚/g	灰分+坩埚/g	粗纤维含量/%	均值/%	精密度/%
干草料	0.2515	0.2622	0.3343	52.1474	51.8116	29.026	29.142	0.80
	0.2516	0.2561	0.3288	46.5702	46.2399	29.259		
空白	0.0000	0.2624	0.2604	50.1660	49.9037			
	0.0000	0.2626	0.2609	48.6871	48.4232			

结果显示，F800 的测试结果为 30.028%，精密度符合参考标准的要求；F2000 的测试结果为 29.142%，精密度也符合参考标准的要求。方法间的精密度为 2.99%，同样符合参考标准的要求，说明两种方法的测试结果一致。

六、参考

[1] GB 5009.6-2016 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定 [s]