



不同测定方法对青贮饲料中 NDF 和 ADF 含量的影响

王晓娜^{1,2}, 徐春城³, 温定英¹, 陶雅¹, 孙启忠¹, 韩海波⁴

(1. 中国农业科学院草原研究所, 内蒙古 呼和浩特 010010; 2. 中国农业科学院研究生院, 北京 100081;

3. 中国农业大学工学院, 北京 100093; 4. 内蒙古草原勘察规划院, 内蒙古 呼和浩特 010051)

摘要:为探讨滤器和不同测定方法对青贮饲料中性洗涤纤维(NDF)和酸性洗涤纤维(ADF)的影响,本试验选取内蒙古地区常见的8种青贮饲料为供试材料,选用 ANKOM 滤袋、CAU 滤袋和 P2 型玻璃坩埚为热抽滤装置,以传统的范氏法为对照,分别对青贮饲料 NDF 的测定进行耐高温 α -淀粉酶处理, ADF 的测定采用连续洗涤法。结果表明,8种青贮饲料的 NDF 和 ADF 含量,经 ANKOM 滤袋和 CAU 滤袋所测结果均无显著差异;通过 P2 型玻璃坩埚测定的 NDF 值普遍高于其他2种滤器测得结果,尤其以 TMR 青贮饲料最为显著;经 P2 型玻璃坩埚测得全株玉米(*Zea mays*)青贮和 TMR 青贮饲料的 ADF 含量显著($P < 0.05$)高于其他2种滤器的测得结果;与对照相比,通过在中性洗涤剂中添加耐高温 α -淀粉酶,全株玉米青贮饲料和 TMR 青贮饲料 NDF 值显著下降,其他青贮饲料 NDF 值无显著($P > 0.05$)变化;连续洗涤法对苜蓿(*Medicago stiva*)青贮饲料和尖叶胡枝子(*Lespedeza hedysaroides*)青贮饲料的 ADF 产生显著($P < 0.05$)影响,对其他青贮饲料 ADF 无影响。

关键词:青贮饲料;中性洗涤纤维;酸性洗涤纤维

中图分类号:S816.5⁺3

文献标识码:A

文章编号:1001-0629(2012)01-0144-06

青贮饲料作为现代畜禽最主要的粗饲料来源,在畜牧业的发展中愈来愈受到养殖户的重视,畜禽日粮营养价值的高低与其纤维性物质含量高低密切相关^[1-3],按 Van Soest^[4]提出的洗涤纤维分析方法,饲料中的中性洗涤纤维(Neutral Detergent Fiber, NDF)和酸性洗涤纤维(Acid Detergent Fiber, ADF)可以替代传统的粗纤维,较准确地反映纤维的实际含量。根据薛红枫和孟庆翔^[5]的分析,由于日粮中大部分 NDF 来源于饲草,粗饲料来源的 NDF 有效性平均相当于非粗饲料来源 NDF 的 2 倍,粗饲料的 NDF 对家畜生产性能的发挥至关重要。ADF 虽然不能做为饲料纤维的评价指标,但是它为木质素的测定奠定了基础,与饲料营养物质的消化率有较强的相关关系,且在评价饲料有效能值的过程中使用广泛^[6-8]。所以,准确快速地测定青贮饲料中 NDF 和 ADF 含量对于青贮饲料质量评价和畜牧业的发展起着举足轻重的作用。

目前,国际上普遍采用 Van Soest 饲草分析法,其中,ADF 的分析方法已被 AOAC 收录(AOAC973.18),

但 Van Soest 法测定 NDF 的方法未被 AOAC 收录^[9],这主要由于在测定 NDF 时,中性洗涤剂提取淀粉不彻底,尚有一定数量淀粉残留在洗涤后的残渣中,降低了 NDF 的准确性^[10]。但通过在洗涤剂中添加一定量的耐高温 α -淀粉酶,可使这个问题得以解决^[11-12],因为耐高温 α -淀粉酶是一种内切淀粉酶,能随机水解淀粉、可溶性糊精及低聚糖中的 α -1,4 淀粉葡萄糖糖苷键,酶作用后可使糊化淀粉的粘度迅速降低,变成液化淀粉,水解生成糊精及少量葡萄糖和麦芽糖,进而增加饲料中 NDF 测定结果的准确性。目前,实验室一般采用范氏洗涤法对饲料中的 ADF 进行测定,此种方法在测定时需要重新称取样品,测定过程中还需要保持滤器质量不变。习惯上认为,NDF 相当于纤维素、半纤维素和木质素,而 ADF 则相当于纤维素和木质素^[13],由于 NDF 和 ADF 仅相差一种物质,所以可以考虑采用连续洗涤法对青贮饲料的 ADF 进行测定,这样不仅减少了实验的繁琐步骤,而且有效提高测定的效率。对于粗饲料 ADF 的测定,国内大部分研究均

收稿日期:2011-03-31 接受日期:2011-06-01

基金项目:现代农业产业技术体系建设资金(CARS-35)

作者简介:王晓娜(1983-),女,内蒙古呼和浩特人,在读硕士生,研究方向为牧草加工与利用。E-mail:wxn.11@163.com

通信作者:孙启忠 E-mail:sunqz@126.com

采用传统的范氏洗涤法^[14-17],薛红枫和孟庆翔^[12]在试验中使用连续洗涤法对粗饲料 ADF 进行测定,并证明了此法的可行性。国内对饲料中 NDF 和 ADF 测定过程中所使用的滤器做了大量的研究,实验室一般使用的热抽滤装置主要有玻璃坩埚、ANKOM 滤袋、CAU 滤袋等^[18-20]。

为了准确快速有效地评价青贮饲料纤维价值,本研究采用酶处理法测定不同青贮饲料的 NDF,连续洗涤法测定 ADF 含量,并就 3 种滤器对青贮饲料 NDF 和 ADF 的影响进行比较,以期测定青贮饲料 NDF 和 ADF 含量提供可行性依据。

1 材料与方法

1.1 样品的选取与制备 选取采集自内蒙古的 8 种不同青贮饲料,分别为全株玉米(*Zea mays*)青贮、干玉米秸青贮、青玉米秸青贮、甜菜(*Beta vulgaris*)青贮、苜蓿(*Medicago stiva*)青贮、直穗鹅观草(*Roegneria turzaninovi*)青贮、尖叶胡枝子(*Lespedeza hedysaroides*)青贮和全混合日粮(Total Mixed Ration, TMR)青贮(组成 TMR 日粮后青贮)。对青贮样品采用四分法,缩分至 200 g,粉碎后过 0.425 mm 分析筛,样品待用。

1.2 仪器与试剂 本试验选取的滤器为玻璃坩埚(型号为 P2,砂芯孔径 40~60 μm)、ANKOM F57(30 μm)滤袋、CAU(20 μm)滤袋以及配套的封口机,纤维半自动测定仪,烧杯,FOSS 纤维测定仪。

耐高温 α -淀粉酶(α -Amylase, heat-stable)由美国 Sigma 公司提供,型号为 A3306,推荐用量为每样品 0.1 mL。

中性洗涤剂:称取 18.61 g 乙二胺四乙酸二钠(EDTA,化学纯)和 6.81 g 四硼酸钠($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)同时放入 1 000 mL 烧杯中,加少量水加热溶解后,再加 30 g 十二烷基硫酸钠和 10 mL 乙二醇乙醚。称取 4.65 g 无水磷酸氢二钠,放在另一烧杯中,加少量水,微微加热溶解后倾入第 1 个烧杯中,稀释至 1 000 mL,此溶液 pH 值范围为 6.9~7.0。

酸性洗涤剂:称取 20 g 十六烷基三甲基溴化铵,溶于 1 000 mL 已标定过的 0.5 mol \cdot L⁻¹ 硫酸溶液中,搅动溶解。

1.3 实验步骤

NDF 测定:称取 1 g(准确到 1/10 000 g)样品装入已恒重的 ANKOM F57 滤袋、CAU 滤袋中,封

紧袋口,每个样品设 3 个重复,每种滤袋设 3 个空白,将空白组和处理组分别放入 3 000 mL 的烧杯,每个烧杯放 20 个滤袋,按每个滤袋 100 mL 中性洗涤剂和 0.5 g 无水亚硫酸钠加入烧杯,处理组每样另外加入 100 μL 耐高温 α -淀粉酶。将置有冰袋的蒸发皿放在烧杯上口,将烧杯置于电热板上,在 5~10 min 内煮沸,并持续保持微沸 1 h。在整个煮沸过程中,每隔 10 min 用玻璃棒轻轻搅动并在烧杯壁上挤出各滤袋内的溶液,以保证中性洗涤剂充分作用于袋内样品。煮沸完毕后,离火冷却 10 min,用玻璃棒将滤袋夹出并放入另一烧杯,倒掉废液。然后用沸水少量多次反复洗涤,在洗涤过程中,要用玻璃棒挤压滤袋,以使洗涤完全。并用 pH 试纸检测,直至滤液显示为中性,挤干余水,用 20 mL(20 mL \cdot 袋⁻¹)丙酮冲洗 2 次,挤干袋内丙酮,置于 105 $^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中烘 3 h,然后取出放入干燥器中冷却 30 min,称量,直至质量不变,并记录数据。P2 型玻璃坩埚按照 FOSS 仪器说明测定青贮饲料中 NDF 含量。

ADF 测定:对照组按范氏洗涤法步骤进行,即与 NDF 对照组的测定步骤相同,只是不添加无水亚硫酸钠。处理组按 Goering 和 Van Soest^[21]的连续洗涤法对不同青贮饲料中 ADF 的含量进行测定,即用装有 NDF 残渣的 3 种滤器继续进行酸性洗涤处理。

1.4 数据分析 采用 SAS 学生版 8.0 软件中的 ANOVA 程序对数据进行方差分析和多重比较。

2 结果

2.1 洗涤剂对 3 种滤器质量的影响 各种滤器直接经中性洗涤剂和酸性洗涤剂处理后,质量虽有增减,但是变化幅度很小(表 1),平均失重率的绝对值都小于 1%。经过添加耐高温 α -淀粉酶的中性洗涤剂以及连续洗涤法对 3 种滤器做空白处理后,3 种滤器质量均未受到显著影响。因此,使用 3 种滤器测定青贮饲料中 NDF 和 ADF 时,可以不考虑滤器质量的变化对结果产生的影响。

2.2 耐高温 α -淀粉酶对青贮饲料 NDF 含量的影响 与对照所测青贮饲料 NDF 结果相比,在中性洗涤剂中添加耐高温 α -淀粉酶对不同种类青贮饲料的 NDF 影响不同,但是大都存在减小的趋势,其中全株玉米青贮和 TMR 青贮饲料在添加耐

表 1 洗涤剂对滤器质量的影响

Table 1 Effects of detergent on filter bag quality

滤器 Filter	洗涤剂 Detergent	对照 Control	处理 Treatment
ANKOM	中性洗涤剂 Neutral detergent	-0.78%	-0.61%
	酸性洗涤剂 Acidic detergent	-0.45%	-0.64%
CAU	中性洗涤剂 Neutral detergent	-0.56%	-0.45%
	酸性洗涤剂 Acidic detergent	-0.23%	-0.69%
P2 玻璃坩埚 Glass crucible	中性洗涤剂 Neutral detergent	+0.01%	-0.09%
	酸性洗涤剂 Acidic detergent	+0.02%	+0.05%

高温 α -淀粉酶后 NDF 含量显著减小 ($P < 0.05$), 尤以 TMR 青贮饲料变化最为显著 (表 2); 耐高温 α -淀粉酶对其他青贮饲料的 NDF 含量无显著影响; 滤

袋与淀粉酶之间对青贮饲料 NDF 含量的测定无显著的交互作用 ($P < 0.05$)。

2.3 不同滤器对青贮饲料 NDF 含量的影响

在中性洗涤剂中添加耐高温 α -淀粉酶后, 不同青贮饲料经过 3 种滤器测得的 NDF 结果差异情况不同, 但是, 与其他 2 种滤袋相比, 通过 P2 型玻璃坩埚进行热抽滤所测得的结果均存在增高的趋势, 尤其以 TMR 青贮饲料表现最为显著 ($P < 0.05$); 其他 7 种青贮饲料经 3 种滤器测得的结果相差不显著; 8 种青贮饲料经过 ANKOM 滤袋和 CAU 滤袋所得 NDF 值均无显著差异 (表 2)。

2.4 连续洗涤法对青贮饲料 ADF 测定结果的影响

与范氏洗涤法相比, 连续洗涤法对 ADF 测定结果的影响因青贮种类不同而存在差异。除 P2 型玻璃坩埚测定全株玉米青贮饲料和 TMR 青贮饲料的 ADF 外, 经过连续洗涤法测定的 ADF 均存在减小的趋势, 与对照相比, 苜蓿青贮饲料和尖叶

表 2 酶处理对不同滤器中青贮饲料 NDF 含量的影响

Table 2 Effects of enzyme treatment on silage NDF content

青贮饲料 Silage	处理 Treatment	ANKOM	CAU	P2 玻璃坩埚 Glass crucible	%
全株玉米 <i>Zea mays</i> whole plant	对照 Control	56.58 ± 0.84*	55.56 ± 0.78*	59.39 ± 3.59*	
	酶处理 Enzyme	53.05 ± 1.35a	53.08 ± 1.01a	53.50 ± 0.44a	
干玉米秸 <i>Zea mays</i> dry straw	对照 Control	65.96 ± 0.71	65.66 ± 0.17	67.18 ± 1.11	
	酶处理 Enzyme	65.39 ± 0.72a	65.53 ± 1.07a	66.81 ± 1.54a	
青玉米秸 <i>Zea mays</i> green straw	对照 Control	59.22 ± 3.45	58.79 ± 2.22	60.57 ± 3.23	
	酶处理 Enzyme	59.38 ± 3.40a	59.00 ± 3.75a	60.78 ± 3.45a	
甜菜 <i>Beta vulgaris</i>	对照 Control	48.05 ± 1.42	48.28 ± 2.06	50.22 ± 2.21	
	酶处理 Enzyme	47.30 ± 1.12a	47.05 ± 1.91a	49.65 ± 0.74a	
苜蓿 <i>Medicago sativa</i>	对照 Control	35.70 ± 1.28	36.19 ± 2.37	37.48 ± 1.91	
	酶处理 Enzyme	37.16 ± 2.43a	36.18 ± 3.23a	37.86 ± 3.09a	
鹅观草 <i>Roegneria turzaninovii</i>	对照 Control	57.83 ± 0.88	56.76 ± 0.58	59.36 ± 0.90	
	酶处理 Enzyme	58.42 ± 0.06a	57.38 ± 0.30a	59.63 ± 0.25a	
尖叶胡枝子 <i>Lespedeza hedysaroides</i>	对照 Control	40.60 ± 1.34	40.55 ± 0.38	43.39 ± 0.64	
	酶处理 Enzyme	40.44 ± 0.01a	40.21 ± 0.12a	43.73 ± 0.86a	
TMR	对照 Control	38.53 ± 0.13*	37.54 ± 0.14*	44.98 ± 0.26*	
	酶处理 Enzyme	31.91 ± 0.06a	30.43 ± 0.07b	41.02 ± 1.63b	

注: NDF 测定以干物质为基础。同种青贮饲料酶处理下不同小写字母表示不同滤器间差异显著 ($P < 0.05$)。同列中同种青贮饲料 * 表示对照与处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: NDF is calculated based on dry matter. Different lower case letters for the same silage within the same row show significant difference at 0.05 level, and * for the same silage within the same column indicate significant difference between treatments.

表3 连续洗涤法对青贮饲料 ADF 含量的影响

Table 3 Effects of continuous washing method on silage ADF content

%

青贮饲料 Silage	处理 Treatment	ANKOM	CAU	P2 型坩埚 Glass crucible
全株玉米 <i>Zea mays</i> whole plant	范氏洗涤法 Van Soest	31.85±1.14	31.56±0.32	32.89±1.48
	连续洗涤法 Continuous washing	31.73±0.36b	30.74±0.60b	36.04±1.15b
干玉米秸 <i>Zea mays</i> dry straw	范氏洗涤法 Van Soest	41.62±1.24	43.17±2.40	46.34±1.91
	连续洗涤法 Continuous washing	41.02±1.61a	40.65±1.49a	41.89±1.78a
青玉米秸 <i>Zea mays</i> green straw	范氏洗涤法 Van Soest	38.26±1.77	39.01±1.55	41.09±1.83
	连续洗涤法 Continuous washing	35.84±2.12a	37.15±2.95a	40.02±1.27a
甜菜 <i>Beta vulgaris</i>	范氏洗涤法 Van Soest	26.53±1.21	27.99±1.50	29.11±0.99
	连续洗涤法 Continuous washing	27.87±1.37a	27.23±1.86a	28.42±0.73a
苜蓿 <i>Medicago stiva</i>	范氏洗涤法 Van Soest	29.75±0.97*	29.69±0.49*	32.60±1.20*
	连续洗涤法 Continuous washing	26.07±1.88a	26.44±1.48a	26.71±0.38a
鹅观草 <i>Roegneria turzaninovi</i>	范氏洗涤法 Van Soest	37.95±0.70	36.48±0.49	37.87±0.03
	连续洗涤法 Continuous washing	37.44±1.03a	36.02±0.04a	35.58±1.03a
尖叶胡枝子 <i>Lepedeza hedysaroides</i>	范氏洗涤法 Van Soest	39.52±0.36*	45.76±0.23*	37.81±1.65*
	连续洗涤法 Continuous washing	31.94±1.16a	31.99±0.57a	30.75±0.89a
TMR	范氏洗涤法 Van Soest	18.72±2.16	16.91±0.24	22.61±0.18
	连续洗涤法 Continuous washing	17.35±0.08b	17.49±0.62b	27.78±0.40* a

注: ADF 测定以干物质为基础。同种青贮饲料连续洗涤法下不同小写字母与滤器间差异显著($P < 0.05$); 同列中同种青贮饲料 * 表示范氏洗涤法与连续洗涤法差异显著($P < 0.05$)。

Note: ADF is calculated based on dry matter. Different lower case letters for the same silage within the same row show significant difference at 0.05 level, and * for the same silage within the same column indicate significant difference between treatments.

胡枝子青贮饲料的 ADF 含量变化较为显著($P < 0.05$)(表 3)。连续洗涤法在测定全株玉米青贮饲料和 TMR 青贮饲料 ADF 时, 实验未能完全消除 P2 型玻璃坩埚对 NDF 测定结果的影响, 导致 P2 型玻璃坩埚测定的 ADF 结果显著高于对照($P < 0.05$), 其他种类青贮饲料的 ADF 无显著变化。在使用连续洗涤法测定 ADF 时, 此法与滤器无显著交互作用($P > 0.05$), 连续洗涤法与青贮种类以及青贮种类与滤器均存在显著交互作用($P < 0.05$)。

2.5 不同滤器对青贮饲料 ADF 的影响 使用 3 种不同滤器测定不同青贮饲料 NDF 后, 继续进行酸性洗涤处理。由于测定 NDF 时各种滤器孔径存在不同的阻塞, 全株玉米青贮饲料和 TMR 青贮饲料经 P2 玻璃坩埚进行热抽滤后所测得的 ADF 值显著($P < 0.05$)高于其他 2 种滤器的测定结果, 其他种类青贮饲料经 3 种滤器所测结果均无显著差异(表 3)。

3 讨论

3.1 酶处理对青贮饲料 NDF 的影响 本研究表明, 测定不同青贮饲料 NDF 含量时, 在中性洗涤剂中添加耐高温 α -淀粉酶, 只对全株玉米青贮饲料和 TMR 青贮饲料产生显著影响, 这主要由于全株玉米青贮饲料和 TMR 青贮饲料中高淀粉含量的玉米籽实所致。也有研究指出^[11], 测定高淀粉含量玉米样品的 NDF 时, 必须在洗涤剂中添加耐高温 α -淀粉酶。NDF 是对植物细胞壁或纤维成分的一种测量指标, 所测得的 NDF 主要由不溶性的非淀粉多糖和木质素组成。在测定高淀粉青贮饲料的 NDF 时, 有效地去除其中的淀粉, 是保证实验结果准确性的必需步骤, 只有在中性洗涤剂中添加耐高温 α -淀粉酶才会显著地提高测定结果的准确性, 而对于淀粉含量低的青贮饲料, 添加耐高温 α -淀粉酶则会增加测定成本^[22]。隋连敏等^[11]在测定玉米样品的 NDF 时, 研究了酶量的确定, 指出在分析高淀

粉含量样品的 NDF 时,耐高温 α -淀粉酶的适宜用量为每滤袋 0.8~1.0 mL。本研究使用的酶量与其相符,试验结果也说明青贮样中的淀粉得到了充分的水解,实验的准确性得到了提高。

3.2 连续洗涤法对青贮饲料 ADF 的影响

本研究表明,与传统的范氏洗涤法相比,苜蓿青贮饲料和尖叶胡枝子青贮饲料经过连续洗涤法所测 ADF 含量显著减小;连续洗涤法测定全株玉米青贮饲料与 TMR 青贮饲料的 ADF 含量显著高于范氏洗涤法测定结果,这主要由于玻璃坩埚在测定这 2 种青贮饲料 NDF 时,高淀粉导致砂芯被堵,以致过滤困难,最终导致 ADF 结果偏高。薛红枫和孟庆翔^[12]采用连续洗涤法对玉米青贮饲料 ADF 进行测定,但是未与传统的范氏洗涤法进行比较,很多学者对粗饲料中的 ADF 也做了大量研究^[23-24],但是采用的均是传统的洗涤法,所以连续洗涤法测定青贮饲料 ADF 含量的可行性还有待进一步的研究。

3.3 滤器对青贮饲料 NDF 和 ADF 测定结果的影响

中性洗涤剂 and 酸性洗涤剂对各种滤器的质量影响不明显,因此在使用这几种滤器时,可以忽略滤器对测定结果的影响,这与魏时来等^[16]的研究结果相同。ANKOM 滤袋和 CAU 滤袋是由特殊材料所制成,可耐受强烈化学试剂,合理的孔径可以保证洗涤液的自由流通,从而滤器质量不受洗涤剂的影响^[5,19]。本研究表明,3 种滤器测得的青贮饲料 NDF 和 ADF 值无显著差异,但是使用 P2 型玻璃坩埚所测得的值却存在情况不同的增大趋势,尤其是在淀粉含量高的全株玉米青贮和 TMR 青贮饲料上体现最为明显,这主要是由于样品中含有大量的淀粉,玻璃砂锅孔径被堵所致。正如冯继华等^[25]所述,由于待测样品中含有较多的树脂、蛋白质、多糖等物质,在抽滤分离的过程中这些细小的颗粒容易在玻璃砂芯滤板表面形成致密层,或者直接堵住滤板细孔,阻碍过滤过程,明显延长过滤时间,甚至难以过滤,导致测定失败。薛红枫和孟庆翔^[12]比较了这 3 种滤器对饲料样品 NDF 和 ADF 测定结果的影响,发现 ANKOM 滤袋和 CAU 滤袋对饲料样品中 NDF 和 ADF 的测定结果的相似系数(R^2)均为 0.996,玻璃坩埚与其他 2 种滤袋的相似系数也很高,这主要是由于试验中所使用的玻璃坩埚型号以及试验样品与本研究不同,关于 P2 型玻璃坩埚在测定青贮饲料中 NDF 和 ADF 试验的可行性,仍需

大量试验验证。

4 结论

ANKOM 滤袋和 CAU 滤袋适用于内蒙古地区常见青贮饲料 NDF 和 ADF 含量的测定,对于淀粉含量高的青贮饲料,需要在测定过程中进行酶处理以提高测定的准确性,在使用玻璃坩埚测定高淀粉含量的青贮饲料时应谨慎对待。连续洗涤法对苜蓿青贮饲料和尖叶胡枝子青贮饲料的影响较为显著,对其他种类青贮饲料的 ADF 含量无显著的影响,其原因仍有待进一步研究探讨。

参考文献

- [1] 冯仰廉. 反刍动物营养学[M]. 北京:科学出版社, 2004:307-319.
- [2] [美]国家科学研究委员会. 奶牛营养需要[M]. 孟庆翔,译. 北京:中国农业大学出版社,2002:45-50.
- [3] Fox D G, Sniffen C J, Connor O J D, *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy[J]. Journal of Animal Science, 1992, 70: 3578-3596.
- [4] Van Soest P J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. I. Preparation of fiber residues of low nitrogen content[J]. Journal of the Association of Official Analytical Chemists, 1963(46): 825-829.
- [5] 薛红枫,孟庆翔. 奶牛中性洗涤纤维营养研究进展[J]. 动物营养学报, 2007(19): 454-458.
- [6] 吴秋珏,徐延生. 碳水化合物及其在反刍动物饲养中的应用研究[J]. 当代畜牧, 2006(10): 21-23.
- [7] 张吉鹏,卢德勋,刘建新,等. 粗饲料品质评定指数的研究现状及进展[J]. 草业科学, 2004, 21(9): 55-60.
- [8] 刘彩霞,王康宁. 用中性、酸性洗涤纤维及粗纤维预测猪饲料消化能值的比较[J]. 西南农业学报, 2000, 13(增刊): 51-56.
- [9] 美国公职分析家协会. AOAC 分析方法手册[M]. 曲孝慈,译. 北京:北京大学出版社, 1988: 300-305.
- [10] 蒋永清. 纤维性物质分析方法的演变[J]. 国外畜牧学——饲料, 1994(6): 32-33.
- [11] 隋连敏,张丽英,李德发,等. 淀粉酶用量对玉米样品中性洗涤纤维测定结果影响的研究[J]. 饲料工业, 2002, 23(10): 26-27.
- [12] 薛红枫,孟庆翔. 不同方法测定反刍动物饲料 NDF 和 ADF 和木质素含量的比较[J]. 中国畜牧杂志, 2006, 42(19): 41-45.
- [13] 吴秋珏,徐延生. 饲料中纤维的定义分类和功用[J]. 当代畜牧, 2007(1): 24-25.

- [14] 李慧玲,郭振华,牛昌奎. 制样方法对粗饲料中 NDF 和 ADF 测定值的影响[J]. 牧草饲料, 2010(3): 97-99.
- [15] 闫贵龙,曹春梅,刁其玉,等. 不同季节对青贮窖中全株玉米青贮品质和营养价值的影响[J]. 畜牧兽医学报, 2010, 41(5): 557-563.
- [16] 魏时来, 蔺淑琴, 李典芬, 等. 饲粮样品粉碎粒度对 ADF 和 NDF 尼龙滤袋法测定值的影响[J]. 畜牧兽医杂志, 2008, 27(4): 3-5.
- [17] 余汝华, 赵丽华, 莫放, 等. 玉米秸秆青贮饲料中 NDF 和 ADF 含量变化规律的研究[J]. 饲料工业, 2003, 24(10): 19-20.
- [18] 吴秋珏, 张晓庆, 郝正里. 用尼龙滤袋测定饲料中粗纤维的试验研究[J]. 饲料工业, 2005, 26(1): 55-56.
- [19] 张丽英, 王宗义, 李德发. 滤袋技术在饲料纤维分析中的应用[J]. 饲料工业, 2001, 55(5): 9-10.
- [20] 蔺淑琴, 魏时来, 李典芬, 等. 不同滤器对粗饲料中 NDF 和 ADF 测定结果的影响[J]. 畜牧兽医杂志, 2008, 27(5): 24-26.
- [21] Goering H K, Van Soest P J. Agriculture Handbook [M]. Washington D C: ARS USDA, 1970, 397: 1-12.
- [22] 彭键. 日粮纤维定义、成分、分析方法及加工影响[J]. 国外畜牧学——猪与禽, 1999(4): 8-11.
- [23] 马春晖, 夏艳军, 韩军, 等. 不同青贮添加剂对紫花苜蓿青贮品质的影响[J]. 草业学报, 2010, 9(1): 128-133.
- [24] 玉柱, 魏馨, 于艳东, 等. 添加剂对尖叶胡枝子青贮发酵品质及体外消化率的影响[J]. 草业学报, 2009, 18(5): 73-79.
- [25] 冯继华, 曾静芬, 陈茂春. 应用 Van Soest 法和常规法测定纤维及木质素的比较[J]. 西南民族学院学报, 1994, 20(1): 55-56.

Effects of different methods on NDF and ADF of silage

WANG Xiao-na^{1,2}, XU Chun-cheng³, WEN Ding-ying¹,
TAO Ya¹, SUN Qi-zhong¹, HAN Hai-bo⁴

(1. Institute of Grassland Research, CAAS, Huhhot 010010, China;

2. Graduate School Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China;

3. College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100193, China;

4. Inner Mongolia Academy Survey and Design, Huhhot 010051, China)

Abstract: Taking Van Soest as control, the ANKOM bag, CAU bag, and P2 Glass crucible filters were used to measure NDF and ADF of eight kinds of silages often using in the Inner Mongolia for determine the effect of the different filters and testing methods on neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) content of silage. NDF was treated by α -amylase heat-stable and ADF was measured by continuous washing. This study indicated that NDF and ADF measured by CAU bag and ANKOM bag were not significantly different but they were significantly lower than those measured by P2 Glass crucible ($P < 0.05$), especially NDF in TMR silage and ADF in whole-plant corn silage and TMR silage. Compared with control, the NDF of whole plant corn silage and TMR silage significantly decreased by adding high temperature α -amylase ($P < 0.05$) and continuous washing greatly impacted on ADF of alfalfa silage and Lespedeza hedysaroides silage.

Key words: silage; neutral detergent fiber; acid detergent fiber

Corresponding author: SUN Qi-zhong E-mail: sunqz@126.com