

玉米秸秆和 4 种玉米青贮饲料的营养差异性分析

刘桂要, 杨云贵, 曹社会, 胡 淼

(西北农林科技大学 动物科技学院, 陕西 杨凌 712100)

【摘要】 **【目的】**比较陕西关中地区玉米秸秆与 4 种玉米青贮饲料营养价值的差异,为玉米秸秆的贮藏饲用提供参考。**【方法】**用常规养分分析法和范氏洗涤剂法,测定了玉米秸秆和西北农林科技大学畜牧站、西安新天地草业公司、宝鸡凤翔县范家寨中学、咸阳淳化润镇中学 4 种玉米青贮饲料的水分、粗蛋白质(CP)、粗脂肪(EE)、粗纤维(CF)、无氮浸出物(NFE)、粗灰分(Ash)以及中性洗涤可溶物(NDS)、纤维素(F)、半纤维素(HF)、酸性洗涤木质素(ADL)、酸不溶灰分(AIA)等营养成分的含量。**【结果】**玉米秸秆的水分含量为 95 g/kg,玉米青贮饲料的水分含量为 742~807 g/kg;玉米秸秆的 CP 含量为 81.3 g/kg,玉米青贮饲料的 CP 含量为 144.2~160.7 g/kg,其中西北农林科技大学畜牧站专用玉米青贮饲料的 CP 含量为 160.7 g/kg;玉米秸秆的 EE 含量为 64.1 g/kg,玉米青贮饲料的 EE 含量为 78.0~80.3 g/kg;玉米秸秆的 CF 含量为 495.5 g/kg,玉米青贮饲料的 CF 含量为 393.7~429.1 g/kg,西安新天地草业公司拉丝玉米秸秆青贮饲料的 CF 含量最高,为 429.1 g/kg;玉米秸秆的 NFE 含量为 258.2 g/kg,玉米青贮饲料的 NFE 含量为 242.8~266.3 g/kg;玉米秸秆的 Ash 含量为 100.9 g/kg,玉米青贮饲料的 Ash 含量为 101.3~113.2 g/kg;玉米秸秆的 NDS 含量为 334.2 g/kg,玉米青贮饲料的 NDS 含量为 428.2~497.9 g/kg,西北农林科技大学畜牧站专用玉米青贮饲料的 NDS 含量最高,为 497.9 g/kg;玉米秸秆的 F+HF 含量最高,达 557.4 g/kg,玉米青贮饲料的 F+HF 含量为 433.0~496.7 g/kg,其中以西安新天地草业公司拉丝玉米秸秆青贮饲料的 F+HF 含量最高,为 496.7 g/kg,且其 HF 含量亦最高,为 245.3 g/kg;玉米秸秆的 ADL 含量高达 48.3 g/kg,而玉米青贮饲料则为 28.5~31.2 g/kg,西北农林科技大学畜牧站专用玉米青贮饲料的 ADL 含量最低,为 28.5 g/kg;玉米秸秆的 AIA 含量最高,为 60.1 g/kg,玉米青贮饲料的 AIA 含量为 40.6~43.9 g/kg,其中以西北农林科技大学畜牧站专用玉米青贮饲料最低,为 40.6 g/kg。**【结论】**与玉米秸秆相比,玉米青贮饲料的水分和 CP、NDS 含量均较高。几种玉米秸秆青贮饲料中,西北农林科技大学畜牧站专用玉米青贮饲料的 CP、NDS、NFE 含量最大,营养价值最高;西安新天地草业公司拉丝玉米秸秆青贮饲料的 F 含量最高,营养价值居于其次。

【关键词】 玉米秸秆;青贮玉米;常规养分分析方法;Van-Soest 洗涤剂法;营养价值

【中图分类号】 S816.5⁺31.1

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2009)04-0076-05

Analysis of corn straw and 4 silage nutritional value

LIU Gui-yao, YANG Yun-Gui, CAO She-hui, HU Miao

(College of Animal Science and Technology, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: **【Objective】**The research tested the difference of nutritional value of the corn straw and four kinds of corn silages in the area of Guanzhong, Shaanxi, in order to offer reference for the storage and use of corn straw. **【Method】**This paper used the conventional nutrient analysis method and Van-Soest detergent to get the moisture content, the crude protein (CP), the ether extract (EE), the crude fiber (CF), Nitrogen free extract (NFE), ash (Ash) and Neutral detergent solution (NDS), fiber (F), half fiber (HF), acid detergent lignin (ADL), as well as the acid insulation ash (AIA). **【Result】**The result showed that the moisture content of corn straw was 95 g/kg, and corn silage in the range of 742—807 g/kg. The CP content of corn straw was 81.3 g/kg, and corn silage in the range of 144.2—160.7 g/kg and especially the corn si-

* [收稿日期] 2008-05-22

[作者简介] 刘桂要(1982—),女,河北晋州人,在读硕士,主要从事粗饲料营养价值评定研究。E-mail: lgy2008ok@yahoo.com.cn

[通信作者] 杨云贵(1964—),男,甘肃平凉人,副教授,博士,主要从事草地生态和动物营养研究。E-mail: yungui999@163.com

lage of stock farm of Northwest A&F University 160.7 g/kg. The EE content of corn straw was 64.1 g/kg, and corn silage in the range of 78.0—80.3 g/kg. The CF content of corn straw was 495.5 g/kg, and corn silage in the range of 393.7—429.1 g/kg and the corn silage straw of Xintiandi had the highest CF, 429.1 g/kg. The NFE content of corn straw was 258.2 g/kg, and corn silage in the range of 242.8—266.3 g/kg. The Ash content of corn straw was 100.9 g/kg, and corn silages in the range of 101.3—113.2 g/kg. The NDS content of corn straw was 334.2 g/kg, and corn silage in the range of 428.2—497.9 g/kg and the corn silage of stock farm of Northwest A&F University had the highest NDS content, 497.9 g/kg. The corn straw had the highest F+HF, 557.4 g/kg, and the corn silage in the range of 433.0—496.7 g/kg and the highest content in corn silage was corn silage straw of Xintiandi, 496.7 g/kg, the HF of which was highest, 245.3 g/kg. The ADL content of corn straw was 48.3 g/kg, and corn silages in the range of 28.5—31.2 g/kg and the corn silage of stock farm of Northwest A&F University had the lowest ADL content, 28.5 g/kg. The AIA content of corn straw was 60.1 g/kg, and corn silages in the range of 40.6—43.9 g/kg and the corn silage of stock farm of Northwest A&F University had the lowest AIA content, 40.6 g/kg. 【Conclusion】 Compared with corn straw, corn silage had higher moisture content, CP and NDS. The corn silage of stock farm of Northwest A&F University had the highest nutritional value in these corn silage for the highest CP, NDS, NFE. Corn silage straw of Xintiandi had the highest F content in these corn silages and so its nutritional value came second.

Key words: corn straw; corn silage; conventional method of nutrient analysis; Van-Soest method; value of nutrition

我国农作物秸秆资源十分丰富, 每年可生产秸秆 6.4 亿 t, 占全世界秸秆总量的 20%—30%^[1]。近年来, 草食畜禽发展势头迅猛, 饲料缺口较大, 加上气候原因, 单种牧草已不能完全满足草食畜禽青饲料的周年供应, 因此饲养体形较大的草食动物时, 制作青贮饲料是一个不可或缺的工作^[2-3]。玉米青贮类型多种多样, 不同长度青玉米秸秆经揉切后调制青贮, 能明显提高青贮发酵产物的乳酸含量^[4]; 刈刈时间对青玉米秸秆青贮饲料的乳酸、丁酸含量和酸性洗涤纤维(ADF)含量没有明显影响^[5-6], 但对青贮饲料的氨态氮(NH₃-N)、粗蛋白(CP)和中性洗涤纤维(NDF)含量有明显影响, 尤其对青贮饲料的有机物体外降解率有明显影响。陕西关中地区为优质玉米产区, 籽实收获后其秸秆纤维素含量高、适口性差, 因此利用率较低, 秸秆资源浪费严重。为了提高当地玉米秸秆的利用率, 本试验采用常规养分分析方法 and 范氏洗涤剂法, 取样测定了当地玉米秸秆和 4 种玉米青贮饲料营养价值的差异, 以为农民采用最佳方式制作玉米秸秆青贮饲料提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试材料

玉米秸秆, 取自西北农林科技大学附近农田, 为成熟收获后的风干样, 任意取 2 株剪碎备用。专用

玉米青贮饲料, 于 2007-04 取自西北农林科技大学畜牧站青贮塔。玉米秸秆拉丝青贮饲料, 2007-05 取自西安新天地草业有限公司, 玉米秸秆经压扁、拉丝、喷洒微生物制剂后青贮。宝鸡凤翔县范家寨中学农家玉米青贮饲料(以下简称凤翔农家玉米青贮饲料), 于 2007-05 月取自宝鸡凤翔县范家寨中学羊场青贮窖, 带棒玉米青贮; 咸阳淳化县润镇中学农家玉米青贮饲料(以下简称淳化农家玉米青贮饲料), 于 2007-05 月取自咸阳淳化县润镇中学羊场青贮窖, 带棒玉米青贮。

1.2 测定指标及测定方法

1.2.1 风干水分与含水量 取 100 g 样品, 65 ℃ 烘干 24 h 后, 称质量, 计算风干水分; 取 100 g 样品, 105 ℃ 烘干 24 h 后, 称质量, 计算含水量。

1.2.2 常规养分分析 粗蛋白质(CP)、粗脂肪(EE)、粗纤维(CF)、无氮浸出物(NFE)和粗灰分(Ash)等采用常规方法进行化验分析^[7]。

1.2.3 洗涤纤维 中性洗涤可溶物(NDS)、纤维素(F)、半纤维素(HF)、酸性洗涤木质素(ADL)和酸不溶灰分(AIA)采用范氏(Van Soest)洗涤剂法进行分析测定^[7], 该方法实测指标为 NDF、ADF 及经硫酸处理后的残渣质量和 AIA。

1.3 数据处理

由测定指标, 用以下公式计算其指标值:

$$\text{NDS}=[(\text{样品质量}-\text{NDF})/\text{样品质量}];$$
$$\text{HF}=[(\text{NDF}-\text{ADF})/\text{样品质量}];$$
$$\text{F}=[(\text{ADF}-\text{经硫酸处理后的残渣质量})/\text{样品质量}];$$
$$\text{ADL}=[(\text{经硫酸处理后的残渣质量}-\text{AIA})/\text{样品质量}];$$
$$\text{AIA}=(\text{灰化剩余物质量}/\text{样品质量}).$$

2 结果与分析

2.1 玉米秸秆和玉米青贮饲料中风干水分和含水量的比较

Ward 等^[8]对比不同作物调制青贮时指出,适合制作青贮的原料应含有一定的水溶性碳水化合物(约占干物质质量的 8%~10%或至少占鲜样质量的 3%以上)及适宜的水分。由表 1 可见,本试验所

测的几种玉米青贮饲料的风干水分含量均在 600 g/kg 以上。因玉米秸秆采集时已经是风干样,故其风干水分含量为 0,含水量亦只有 95 g/kg。西北农林科技大学畜牧站专用玉米青贮饲料、西安新天地草业公司拉丝玉米秸秆青贮饲料、凤翔农家玉米青贮饲料、淳化农家玉米青贮饲料的含水量分别为 742,807,754 和 749 g/kg。由此可以看出,玉米青贮饲料的水分含量均在 700 g/kg 以上,特别是拉丝玉米青贮饲料的含水量高达 807 g/kg,保持了青绿饲料的新鲜状态,所以青贮饲料柔软多汁,适口性好,能提高家畜的食欲,刺激消化液的分泌和肠道蠕动,从而增强消化功能。

表 1 玉米秸秆和 4 种玉米青贮饲料风干水分和含水量的比较

Table 1 Comparison between air-dry water and water content of 4 kinds of corn straw and silage corn g/kg					
指标 Index	玉米秸秆 Corn straw	青贮饲料 Silage corn			
		专用玉米青贮 Silage corn	玉米秸秆拉丝青贮 Silage corn straw	凤翔农家玉米青贮 Silage farmer corn of Fengxiang	淳化农家玉米青贮 Silage farmer corn of Chunhua
风干水分 Air-dry water	0	628	691	638	642
含水量 Water content	95	742	807	754	749

2.2 玉米秸秆和玉米青贮饲料中常规营养成分的比较

玉米秸秆经机械处理后可改变青贮饲料的营养价值,主要是因为机械处理压碎了玉米秸秆的茎秆并增加了秸秆单位长度上的切口,增大了微生物的接触面^[9-10]。由表 2 可以看出,玉米秸秆青贮后,CP 含量由 81.3 g/kg 增加到 150 g/kg 左右,约增加 70 g/kg;其中专用玉米青贮饲料的 CP 含量最高,达 160.7 g/kg。CP 含量是评定饲料营养价值的一个重要指标,玉米秸秆经过青贮后 CP 含量提高较大,说明玉米青贮后的营养价值高于玉米秸秆。玉米秸

秆的 EE 含量仅为 64.1 g/kg,而青贮饲料的 EE 含量较玉米秸秆亦有所增加,可达到 80 g/kg 左右。

由表 2 还可看出,玉米秸秆经青贮后 CF 含量明显下降,非青贮玉米秸秆的 CF 含量高达 495.5 g/kg,玉米青贮饲料的 CF 含量只有 400 g/kg 左右。玉米秸秆和 4 种玉米青贮饲料的 NFE 含量均在 250 g/kg 左右,虽然 NFE 含量是通过其他物质含量计算得到的,存在一定误差,但也可以看出,专用玉米青贮饲料的 NFE 含量最高,为 266.3 g/kg。玉米秸秆和玉米青贮饲料的 Ash 含量变化不大,均在 100 g/kg 左右。

表 2 玉米秸秆和玉米青贮时常规营养成分含量的比较

Table 2 Comparison between nutritional contents of crude corn straw and silage corn g/kg						
饲料 Feed	干物质 ^① DM	粗蛋白质 ^② CP	粗脂肪 ^② EE	粗纤维 ^② CF	无氮浸出物 ^② NFE	粗灰分 ^② Ash
玉米秸秆 Corn straw	905	81.3	64.1	495.5	258.2	100.9
专用玉米青贮饲料 Silage corn	258	160.7	78.0	393.7	266.3	101.3
玉米秸秆拉丝青贮饲料 Silage corn straw	193	144.2	80.3	429.1	242.8	103.6
凤翔农家玉米青贮饲料 Silage farmer corn of Fengxiang	246	151.3	79.1	408.8	247.6	113.2
淳化农家玉米青贮饲料 Silage farmer corn of Chunhua	251	150.8	79.2	406.4	253.9	109.7

注:①表示以 FM 为基础测得;②表示以 DM 为基础测得。
Note:① is based on FM measured;② is based on DM measured.

2.3 玉米秸秆和玉米青贮饲料 NDS、F 与 HF 含量的比较

中性洗涤可溶物(NDS)即细胞内容物部分,包

括脂肪、糖、淀粉、粗蛋白质及其他一些可溶性维生素,还包括含量较高的矿物盐。这些养分在动物体内的消化吸收率高达 98%,故中性洗涤可溶物含量

越高,表明饲料的营养价值越大^[11]。表 3 表明,在玉米秸秆和 4 种玉米青贮饲料中,专用玉米青贮饲料的 NDS 含量最高,为 497.9 g/kg;含量最低的是玉米秸秆,为 334.2 g/kg。

表 3 还表明,玉米秸秆的纤维素(F)含量最高,为 323.3 g/kg,玉米青贮饲料的纤维素(F)含量均

在 250 g/kg 左右;半纤维素(HF)含量最高的是拉丝玉米秸秆青贮饲料,为 245.3 g/kg,最低的是专用玉米青贮饲料,为 198.7;而 F+HF 含量最高的是玉米秸秆,达 557.4 g/kg,4 种玉米青贮饲料的 F+HF 含量为 450 g/kg 左右,其中拉丝玉米秸秆青贮饲料的 F+HF 最高,为 496.7 g/kg。

表 3 玉米秸秆和玉米青贮饲料中性洗涤可溶物、纤维素与半纤维素含量的比较
Table 3 Comparison between neutral detergent solution, fiber and half fiber
of corn straw and silage corn

饲料 Feed	中性洗涤可溶物 NDS	纤维素 F	半纤维素 HF	纤维素+半纤维素 F+HF
玉米秸秆 Corn straw	334.2	323.3	234.1	557.4
专用玉米青贮饲料 Silage corn	497.9	234.3	198.7	433.0
玉米秸秆拉丝青贮饲料 Silage corn straw	428.2	251.4	245.3	496.7
凤翔农家玉米青贮饲料 Silage farmer corn of Fengxiang	473.4	246.5	206.8	453.3
淳化农家玉米青贮饲料 Silage farmer corn of Chunhua	467.3	236.9	224.0	460.9

2.4 玉米秸秆和玉米青贮饲料 ADL 与 AIA 含量的比较

由表 4 可知,4 种玉米青贮饲料的 ADL 含量均较玉米秸秆小,其中专用玉米青贮饲料中的 ADL 含量最低,为 28.5 g/kg,拉丝玉米秸秆青贮饲料、凤翔农家玉米青贮饲料、淳化农家玉米青贮饲料的 ADL 含量分别为 31.2、30.8 和 29.6 g/kg;玉米秸秆的 ADL 最高,为 48.3 g/kg。秸秆中的 ADL 含量过高,将影响 F 和 HF 在家畜体内的消化吸收,降低其

营养价值。

由表 4 可见,玉米秸秆中的 AIA 含量最高,为 60.1 g/kg,其以硅酸盐为主,这种营养成分不易被家畜吸收利用,因此玉米秸秆的 AIA 含量越高,表明该饲料的营养价值越低。玉米青贮饲料中的 AIA 含量为 40.6~43.9 g/kg,其中拉丝玉米秸秆青贮饲料的 AIA 含量最高,为 43.9 g/kg,专用玉米青贮饲料的 AIA 含量最低,为 40.6 g/kg。

表 4 玉米秸秆和玉米青贮饲料中酸性洗涤木质素与酸不溶灰分含量的比较
Table 4 Comparison between acid detergent lignin and acid insulation ash
of crude corn straw and silage corn

指标 Index	玉米秸秆 Corn straw	青贮饲料 Silage corn			
		专用玉米青贮 Silage corn	玉米秸秆拉丝青贮 Silage corn straw	凤翔农家玉米青贮 Silage farmer corn of Fengxiang	淳化农家玉米青贮 Silage farmer corn of Chunhua
酸性洗涤木质素 ADL	48.3	28.5	31.2	30.8	29.6
酸不溶灰分 AIA	60.1	40.6	43.9	42.5	42.2

3 讨论

3.1 玉米秸秆和玉米青贮饲料的含水量及其营养价值

青贮原料中若水分不足,则不易压实,会因藏有空气而发霉变质,并导致收刈损失和过度产热^[12];若原料中水分过多,则可溶性营养物质容易随渗出的汁液流失并导致梭菌发酵,因此青贮时对原料含水量的要求为 680~750 g/kg。玉米秸秆青贮处理后,其水分含量都在 700 g/kg 以上,避免了玉米秸秆保存过程中因水分大量散失而导致的动物消化吸收困难。玉米青贮饲料既保持了青绿饲料的新鲜状态,提高了自身的营养价值,又促进了精料和其他粗饲料营养物质的吸收。本试验中,西安新天地草业

公司拉丝玉米秸秆青贮饲料的含水量最高,适口性较好。

3.2 玉米秸秆和玉米青贮饲料的 CP、EE、CF、NFE 和 Ash 含量及其营养价值

玉米秸秆中的 CF 含量高达 495.5 g/kg,而 CP 含量较低。玉米秸秆青贮后和青贮前营养成分差异很大,特别是 CP 含量,玉米青贮处理后其 CP 含量较玉米秸秆提高 70 g/kg 左右。青贮处理除了使秸秆的 CF 含量有所降低外,其他各种营养成分都优于玉米秸秆。所以,在适宜收获期将玉米秸秆进行青贮处理,不仅保存了玉米秸秆的营养价值,而且使 CP 含量有所提高,CF 含量有所降低,有利于提高饲料的消化率,延长玉米秸秆的保存时间。饲料中 NFE 主要包括淀粉、双糖、单糖、低分子有机酸和不

属于纤维素的其他碳水化合物,容易为家畜消化吸收和利用,因此其含量越高,表明饲料的营养价值也越高。玉米秸秆和 4 种玉米青贮饲料的 NFE 含量均在 200 g/kg 以上,4 种玉米青贮饲料中又以专用玉米青贮饲料所含的 NFE 含量最高。本试验较余汝华^[13]研究结果中玉米青贮饲料的 CP 含量整体偏高,可能是因为地区与气候不同所致。

3.3 玉米秸秆和玉米青贮饲料的 NDS、F 和 HF 含量及其营养价值

玉米秸秆 NDS 含量最低,经青贮后,其含量大大提高,可消化率提高,因而营养价值升高。

F 和 HF 含量的高低,预示着饲料提供给动物体可利用能量潜力的大小。本试验中,玉米秸秆 F+HF 含量最高,达到了 557.4 g/kg,可以说玉米秸秆提供给家畜的潜在能量最大。4 种玉米青贮饲料中的 F 含量均在 250 g/kg 左右,HF 含量为 200 g/kg 左右,F+HF 含量较玉米秸秆低约 80 g/kg。由此可得,玉米秸秆的总能很大,能提供给家畜的潜在能量高于玉米青贮饲料;玉米青贮饲料中,西安新天地草业公司拉丝玉米秸秆青贮饲料的 HF 含量最高,所以其可利用能量较高。

3.4 玉米秸秆和玉米青贮饲料的 ADL 与 AIA 含量及其营养价值

ADL 不仅是植物中最稳定和最难以被消化的部分,而且其存在还影响着 F 与 HF 的消化,造成消化能转化率的降低,并影响其他养分的消化吸收^[11]。本试验表明,青贮饲料的 ADL 含量均小于 40 g/kg,这与杨云贵等^[11]的研究结果相似。青贮饲料较低的 ADL 含量,使其所含的 F 和 HF 大部分可被动物吸收和利用,从而提高了饲料的能量利用效率。虽然玉米秸秆中的 F+HF 含量高达 560 g/kg,总能较高,但其 ADL 含量也高,阻碍了 F、HF 的消化,影响了养分的消化吸收,从而导致饲料整体消化率的降低。

将玉米秸秆青贮后,ADL 含量降低,消化利用率有所提高。从饲料 ADL 含量的高低来看,4 种青贮饲料中,西北农林科技大学专用玉米青贮饲料的能量利用率和消化率最高,其营养价值也最高。

酸不溶灰分(AIA)中的主要营养成分为硅酸盐,硅酸盐不易被动物消化和吸收,所以 AIA 含量越高,饲料的利用率越低。本试验中,以玉米秸秆的 AIA 含量为最高,故其利用率最低。

4 结 论

与玉米秸秆相比,玉米青贮后水分和 CP、NDS

含量升高,CF、F、HF 和 ADL、AIA 含量降低。4 种青贮饲料中,西北农林科技大学畜牧站专用玉米青贮饲料的 CP、NDS、NFE 含量均为最高,ADL 和 AIA 含量最低,营养价值最高;西安新天地草业公司拉丝玉米秸秆青贮饲料为不带棒秸秆青贮饲料,其含水量最高,CF、F 和 HF 含量较高,且由于其经特殊的加工工艺——揉丝处理,使其 HF 在几种青贮饲料中达到最高,营养价值居于其次。综上研究分析,建议农区在收获玉米籽实后,将玉米秸秆揉丝青贮,以丰富农区养殖业的饲料资源,促进农区畜牧业的发展。

[参考文献]

[1] 中华人民共和国农业部. 中国农业统计年鉴 2000 [M]. 北京: 中国农业出版社,2000.
Department of agricultural of The People's Republic of China. Chinese Agricultural Statistics Yearbook 2000 [M]. Beijing: China Agricultural Press,2000. (in Chinese)

[2] 张玉发. 奶牛优质青粗饲料产业化体系建设 [J]. 中国乳业, 2004(6):25-27.
Zhang Y F. The system construction of Cow's Green roughage quality industry [J]. China Dairy,2004(6):25-27. (in Chinese)

[3] 刘 琳. 奶业发展亟待粗饲料-谈推广青贮玉米 [J]. 中国牧业通讯,2005(1):68-69.
Liu L. Dairy development to be rough feed-on the promotion of corn silage [J]. China Animal Husbandry Bulletin,2005(1): 68-69. (in Chinese)

[4] 余汝华,莫 放,赵丽华,等. 切碎和揉切对玉米秸秆青贮饲料发酵特性的影响 [J]. 中国畜牧杂志,2007,43(15):42-43.
Yu R H, Mo F, Zhao L H, et al. The effect of shredding and rubbing on the characteristics of corn stalks silage fermentation [J]. Chinese Journal of Animal Science,2007,43(15):42-43. (in Chinese)

[5] 余汝华,莫 放,赵丽华,等. 刈割时间对青贮玉米秸秆饲料营养成分的影响 [J]. 中国农业通报,2006,22(6):10-13.
Yu R H, Mo F, Zhao L H, et al. Effect of maturity of corn stalk on the chemical characteristics and nutritive value of silage [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin,2006,22(6):10-13. (in Chinese)

[6] 苗树君,杨 柳,曲永利,等. 不同收获期青贮玉米贮前和贮后营养含量变化研究 [J]. 草食家畜,2005,9(3):40-42.
Miao S J, Yang L, Qu Y L, et al. The research of nutritive contents change between whole plant corn and corn silage harvested at different growth period [J]. Grass-Feeding Livestock, 2005,9(3):40-42. (in Chinese)

[7] 宁开桂. 实用饲料分析手册 [M]. 北京:中国农业科技出版社,1993.
Ning K G. Handbook of forage analysis [M]. Beijing: China Agricultural Technology Press,1993. (in Chinese)