

# 不同刈割时间对青贮玉米生物量和品质的影响

雷艳芳<sup>1</sup>, 王仪明<sup>2,3</sup>, 常伟<sup>3</sup>, 李俊诚<sup>3</sup>, 魏臻武<sup>4</sup>

(1 光明食品(集团)有限公司, 上海 200040; 2 甘肃农业大学农学院, 兰州 730100; 3 上海鼎赢农业有限公司, 上海 202176; 4 扬州大学草业科学研究所, 扬州 225009)

**【摘要】**研究了上海崇明地区不同刈割时间对青贮玉米品种生物量、干物质、营养成分和纤维含量的影响。结果表明:随着刈割时间的推迟,不同青贮玉米品种全株生物量均呈现先上升后下降的趋势。3个青贮玉米品种在不同刈割时间的生物量差异显著,平均生物量由高到低依次为:‘耀青3号’>‘登海11号’>‘雅玉8号’。‘雅玉8号’生物量的高峰值出现在8月6日和8月7日,‘耀青3号’生物量的高峰值出现在8月2日,‘登海11号’生物量的高峰值出现在8月5日和8月7日。刈割时间对3个青贮玉米全株干物质含量有显著影响,随着收获时间的推迟,干物质含量呈增加趋势。青贮玉米的淀粉、粗蛋白和粗脂肪含量随着收获时间的变化差异显著,淀粉含量最高峰在8月23日,为36.7%;粗蛋白含量最高峰在8月17日,为7.87%;粗脂肪含量最高峰在8月18日,为4.38%。不同阶段的酸性洗涤纤维和中性洗涤纤维含量存在显著差异,3个青贮玉米平均相对饲用价值在8月7日达到最高,为152.34%。主成分分析表明,生物量和干物质的累计贡献率达到74.741%,收获时间为8月9日时主成分的综合得分最高。

**【关键词】**青贮玉米; 上海崇明; 刈割时间; 生物量; 品质; 主成分分析;

**【中图分类号】**S513.09      **【文献标识码】**A      **【文章编号】**1000—3924(2016)04—045—05

近年来,随着我国农业产业结构的调整以及畜牧业的蓬勃发展,尤其是反当动物生产在畜牧业生产中所占比例不断增加,优质青贮饲料的紧缺问题日益突出<sup>[1]</sup>。青贮玉米营养价值高、单位面积生物学产量较高,具有气味芳香、柔软多汁、适口性好,原料中营养成分保存多、损失少等特点,是反当动物一年四季特别是冬春季节的优良饲料<sup>[2]</sup>。青贮玉米在生产和利用上具有较大的潜力,不仅可以满足奶牛、肉牛养殖业快速发展的饲草料需求,也是解决我国粮食供需矛盾,实现粮饲有效性供给的较好途径。<sup>[3]</sup>

我国青贮饲料的研究多注重其技术研究,关于北方地区青贮饲料的调制以及加工等研究报道较多,而对南方地区青贮饲料的生产技术和品质研究较少<sup>[4-5]</sup>。国内也有一些针对生产实践中青贮饲料的研究:郝玉兰等<sup>[6]</sup>研究了北京地区青贮玉米在不同生育时期产量和品质的变化规律,结果发现‘北农青贮208’的最佳收获期是在抽雄后35—40d,‘中北青贮410’的最佳收获期是在抽雄后40—50d。马金存等<sup>[7]</sup>研究发现,收获期对青贮玉米产量、干物质、粗蛋白、粗脂肪、无氮浸出物、粗纤维含量等具有显著影响。孙连双等<sup>[8]</sup>研究了不同收获时间对青贮玉米干物质积累的影响。闻峻等<sup>[9]</sup>研究表明,青贮玉米随着籽粒灌浆和成熟度的提高,全株鲜物质产量及蛋白质含量有所下降。

目前,上海郊区农业呈现以种植业为主,畜牧业与渔业发展并重的特征。崇明地区种植业以水稻、麦子等粮食生产为主,

**收稿日期:** 2016-03-03

**基金项目:** 上海市科技兴农重点攻关项目[沪农科攻字(2015)第14号一;上海市科委项目(14DZ206500)

**作者简介:** 雷艳芳(1981—),女,硕士,农艺师,从事农业种植和农业科技项目管理工

**通信作者:** 魏臻武(1966—),男,博士,教授,从事牧草和饲料作物栽培技术研究

经济作物主要是棉花和油菜，其他作物有蔬菜、西甜瓜、水果、花卉等<sup>[10]</sup>。崇明有 2 万头奶牛和 26 万头山羊，需要大量的优质青贮饲料。本研究选用 3 个青贮玉米品种在上海崇明地区进行试验，研究不同刈割时间对全株青贮玉米生物量、干物质、营养成分和纤维的综合影响，以期为青贮玉米生产提供参考，促进上海饲料产业和畜牧业的发展。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于 2013 年 3 月在上海崇明地区进行。试验地位于长江农场，东经 121009'—121054'，北纬 31027'—31°51'，属于亚热带，典型季风气候，温和湿润，全年日照时数 2094.2h，年平均气温 15.2℃，无霜期 229d，年平均降雨量 1025mm，空气相对湿度常年保持在 80%。

### 1.2 供试材料和试验设计

试验选择适合长江中下游地区的春玉米品种‘雅玉 8 号’‘耀青 3 号’和‘登海 11 号’，于 2013 年 5 月 7 日进行穴播，行距 65cm，株距 15cm，深度 2cm，播量为 49/m<sup>2</sup>，基肥 409/m<sup>2</sup>，氮肥 309/m<sup>2</sup>，适时排灌水，人工拔除杂草。试验采用随机区组设计，小区面积 33m<sup>2</sup> (5.5m×6.0m)，3 次重复，根据收获时间设计 25 个处理。收获方式采用德国进口 CLAAS 收割机，刈割后的全株玉米成为 2—3cm 的小段，再用挪威进口 Orkel 缠膜裹包机现场打包，添加青贮专用添加剂进行裹包青贮，发酵 60d 后测定其主要营养成分，每组试验 3 次重复。

### 1.3 测定指标和方法

生物量 (kg): 3 个重复的每个小区随机抽取 5 株，全株称鲜重，取平均值，计算每株玉米的全株重量。

干物质含量 (%): 收获后的青贮玉米，按照不同小区的样品取 5g 称重，烘干后称其干重，计算干物质含量。

营养指标: 分别取 3 个重复的每个小区的裹包青贮玉米 5g，装入样品盒，用意大利进口的便携式近红外仪测定其粗蛋白、淀粉、粗脂肪、酸性洗涤纤维 (ADF) 和中性洗涤纤维 (NDF) 的含量，用 % 表示。相对饲用价值 (RFV, %) = (8269.8 - 72.5 × ADF) / NDF。

### 1.4 数据分析

采用 Excel2007 进行数据统计和制图，SPSS9.0 软件进行方差分析，多重比较应用 Duncan 法。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同刈割时间对青贮玉米生物量的影响

随着刈割时间的推迟，不同玉米品种全株生物量均呈现先上升后下降的趋势。3 个青贮玉米品种在整个收获期内的生物量差异显著，‘耀青 3 号’ (4.73kg) > ‘登海 11 号’ (4.61kg) > ‘雅玉 8 号’ (4.23kg)。不同刈割时间的青贮玉米的生物产量差异显著，其中‘雅玉 8 号’生物量的高峰值 (5.43kg) 出现“8 月 6 日”和“8 月 7 日”，‘耀青 3 号’生物量的高峰值 (5.43kg) 出现 8 月 2 日，‘登海 11 号’生物量的高峰值 (5.60kg) 出现 8 月 5 日和 8 月 7 日 (图 1)。

### 2.2 不同刈割时间对青贮玉米干物质含量的影响

随刈割时间的推迟, 3个青贮玉米全株干物质含量显著增加, 8月28日的干物质均达到最高峰。‘雅玉8号’干物质的变幅在25.30%—39.97%, ‘耀青3号’干物质的变幅在21.76%—35.70%, ‘登海n号’干物质的变幅在21.55%—37.53% (表1)。

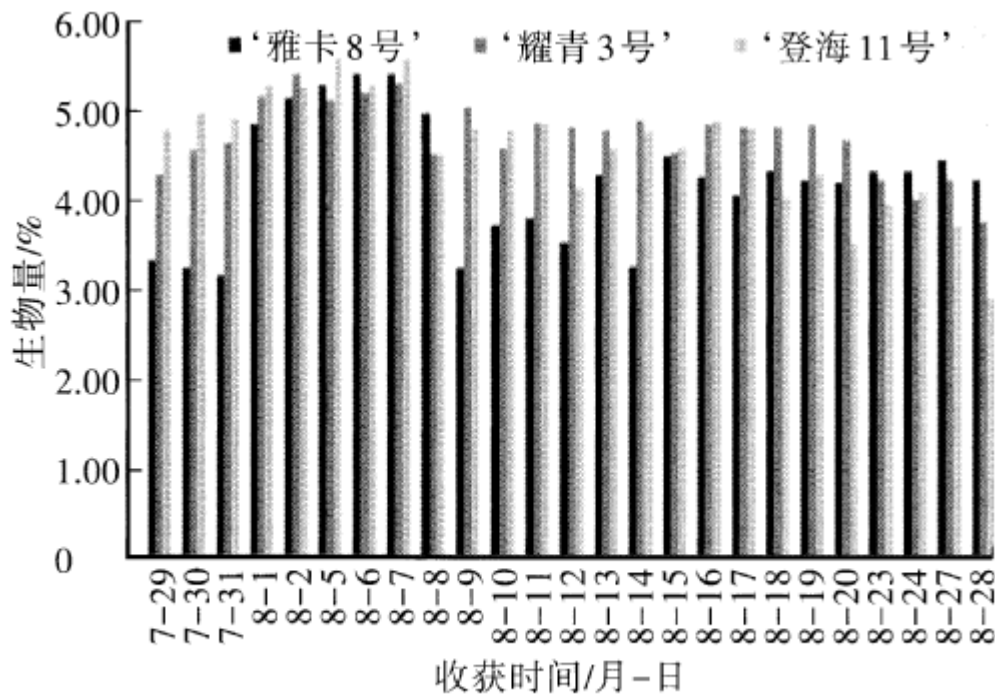


图1 不同刈割时间对青贮玉米生物量的影响

表1 不同收获时间对青贮玉米干物质含量的影响  
Table 1 Effect of different cutting time on the dry matter content of silage corn %

时间	‘雅玉8号’	‘耀青3号’	‘登海11号’	时间	‘雅玉8号’	‘耀青3号’	‘登海11号’
7月29日	26.50 ± 0.62 abc	26.87 ± 5.98 abc	21.57 ± 6.72 a	8月13日	30.93 ± 2.28 abcdef	29.07 ± 2.57 abcd	29.13 ± 9.90 ab
7月30日	25.13 ± 2.64 a	28.10 ± 5.94 abcd	23.87 ± 5.23 a	8月14日	31.00 ± 5.90 abcdef	29.23 ± 2.82 abcd	29.07 ± 10.28 ab
7月31日	26.60 ± 1.23 abc	27.67 ± 1.30 abcd	24.13 ± 6.64 a	8月15日	31.60 ± 2.52 abcdef	29.67 ± 7.16 abcd	31.70 ± 1.67 ab
8月1日	25.30 ± 1.57 a	25.27 ± 4.80 abc	21.97 ± 0.93 a	8月16日	33.20 ± 2.34 bedefg	30.47 ± 1.56 bcd	32.77 ± 8.31 ab
8月2日	25.33 ± 0.58 a	23.27 ± 0.86 ab	22.27 ± 1.16 a	8月17日	33.37 ± 1.57 bedefg	31.57 ± 1.17 bcd	33.63 ± 6.20 ab
8月5日	26.17 ± 1.06 ab	21.73 ± 6.74 a	24.77 ± 1.94 a	8月18日	33.87 ± 3.96 cdefg	31.57 ± 1.17 bcd	31.30 ± 3.22 ab
8月6日	25.83 ± 1.37 ab	23.37 ± 0.72 ab	26.07 ± 3.99 a	8月19日	35.33 ± 2.41 efg	32.13 ± 3.44 cd	31.13 ± 5.25 ab
8月7日	25.90 ± 1.23 ab	25.80 ± 2.88 abc	26.40 ± 3.99 ab	8月20日	35.13 ± 3.05 defg	32.23 ± 0.40 cd	32.27 ± 6.41 ab
8月8日	27.27 ± 3.89 abc	26.80 ± 8.17 abc	26.70 ± 0.87 ab	8月23日	36.63 ± 2.12 efg	32.73 ± 1.59 cd	32.20 ± 6.88 ab
8月9日	27.53 ± 2.07 abcd	28.10 ± 5.94 abcd	27.47 ± 6.12 ab	8月24日	36.73 ± 1.62 efg	33.07 ± 5.71 cd	33.27 ± 6.61 ab
8月10日	26.67 ± 0.78 abc	28.63 ± 8.11 abcd	28.23 ± 8.27 ab	8月27日	38.10 ± 2.10 fg	31.37 ± 3.92 bcd	37.07 ± 1.23 b
8月11日	29.67 ± 1.63 abcde	28.73 ± 2.05 abcd	28.63 ± 7.60 ab	8月28日	39.97 ± 1.79 g	35.70 ± 0.26 d	37.53 ± 0.86 b
8月12日	29.93 ± 2.94 abcde	29.03 ± 1.79 abcd	28.83 ± 11.67 ab				

### 2.3 不同刈割时间对青贮玉米营养成分的影响

随收获时间的推迟, 3个青贮玉米品种的淀粉、粗蛋白和粗脂肪含量差异显著, 但品种间无显著性差异。淀粉含量最高峰在8月23日, 为36.7%; 粗蛋白含量最高峰在8月17日, 为7.87%; 粗脂肪含量最高峰在8月18日, 为4.38%。

表2 不同刈割时间对青贮玉米营养成分的影响  
Table 2 Effect of different cutting time on the nutrients of silage corn

				%			
时间	淀粉	粗蛋白	脂肪	时间	淀粉	粗蛋白	脂肪
7月29日	28.39 ± 2.42 ab	6.27 ± 0.67 abc	3.00 ± 0.17 ab	8月13日	30.65 ± 1.98 abcde	6.33 ± 0.41 abcd	3.23 ± 0.14 bcd
7月30日	27.52 ± 2.89 a	6.88 ± 0.26 fg	3.22 ± 0.18 bcd	8月14日	31.70 ± 1.81 abcde	6.07 ± 0.36 a	3.30 ± 0.26 cd
7月31日	29.44 ± 3.74 abcd	6.93 ± 0.22 fg	3.38 ± 0.35 cd	8月15日	32.00 ± 2.45 bcdefg	7.50 ± 0.90 hi	4.28 ± 0.40 g
8月1日	29.32 ± 4.02 abcd	7.18 ± 0.41 gh	3.09 ± 0.40 abc	8月16日	33.13 ± 2.35 defghi	7.53 ± 0.49 hi	4.21 ± 0.39 fg
8月2日	29.19 ± 3.05 abc	6.70 ± 0.30 def	3.51 ± 0.32 de	8月17日	33.10 ± 2.80 defghi	7.87 ± 0.44 hi	3.98 ± 0.20 f
8月5日	30.30 ± 4.71 abcde	6.70 ± 0.17 def	2.92 ± 0.20 a	8月18日	32.59 ± 3.28 cdefgh	6.92 ± 0.51 fg	4.38 ± 0.19 g
8月6日	30.17 ± 5.35 abcde	6.90 ± 0.23 fg	3.67 ± 0.35 e	8月19日	33.79 ± 2.20 efghi	6.44 ± 0.12 abcde	3.87 ± 0.31 fg
8月7日	30.77 ± 3.20 abcde	6.90 ± 0.46 fg	3.00 ± 0.07 ab	8月20日	35.33 ± 1.44 fghi	6.57 ± 0.10 cdef	4.16 ± 0.16 fg
8月8日	29.43 ± 4.41 abcde	6.83 ± 0.22 efg	3.23 ± 0.35 bcd	8月23日	36.70 ± 3.27 i	6.14 ± 0.37 ab	4.28 ± 0.23 g
8月9日	31.30 ± 2.58 abcdef	6.53 ± 0.13 bcdef	3.41 ± 0.45 de	8月24日	35.97 ± 2.38 hi	6.27 ± 0.61 abc	4.21 ± 0.31 fg
8月10日	30.42 ± 2.05 abcde	6.93 ± 0.48 fg	3.30 ± 0.26 cd	8月27日	35.71 ± 4.84 hi	6.84 ± 0.24 efg	4.41 ± 0.23 g
8月11日	30.00 ± 2.89 abcde	6.77 ± 0.25 efg	3.30 ± 0.11 cd	8月28日	35.09 ± 4.59 ghi	7.48 ± 0.32 hi	4.23 ± 0.22 fg
8月12日	30.66 ± 3.30 abcde	6.03 ± 0.05 a	3.23 ± 0.11 bcd				

#### 2.4 不同刈割时间对青贮玉米纤维含量的影响

在整个收获期内, 3个青贮玉米品种间 ADF 和 NDF 含量差异不显著, 但是随着刈割时间的推迟, 不同阶段的 ADF 和 NDF 含量存在显著差异。其中8月8日的 ADF 含量最低, 为 21.64%, 显著低于其他刈割时间 ADF 含量; 8月13日的 NDF 含量最高, 为 55.08%, 显著高于其他刈割时间 NDF 含量。8月7日的 RFV 最高, 为 152.34%, 8月2—8日期间的 RFV 高于其他刈割时间的 RFV。

表3 不同收获时间对青贮玉米纤维含量的影响  
Table 3 Effect of different cutting time on the fiber content of silage corn

				%			
时间	ADF	NDF	RFV	时间	ADF	NDF	RFV
7月29日	28.54 ± 0.95 defg	46.47 ± 3.62 abcde	133.71	8月13日	29.12 ± 1.27 fg	55.08 ± 2.59 defg	111.82
7月30日	21.86 ± 1.49 ab	49.54 ± 3.96 abcdefg	135.47	8月14日	28.46 ± 1.56 defg	54.13 ± 2.81 bcdefg	114.67
7月31日	22.60 ± 1.62 abc	48.48 ± 4.32 abcdef	137.31	8月15日	25.57 ± 1.54 abcdef	50.73 ± 3.60 defg	126.53
8月1日	26.39 ± 2.44 bcdef	45.82 ± 3.55 abcd	138.77	8月16日	25.68 ± 1.37 abcdef	49.52 ± 2.67 bcdefg	129.44
8月2日	26.89 ± 0.44 cdef	43.23 ± 2.11 abc	146.43	8月17日	26.64 ± 1.12 cdef	50.80 ± 1.10 defg	124.78
8月5日	26.40 ± 1.55 bcdef	42.62 ± 1.94 a	149.23	8月18日	26.37 ± 1.71 bcdef	52.24 ± 2.77 defg	121.78
8月6日	26.69 ± 2.78 cdef	42.92 ± 1.06 ab	147.61	8月19日	24.49 ± 0.82 abcdef	51.10 ± 1.94 defg	127.14
8月7日	24.54 ± 0.80 abcde	42.66 ± 2.06 a	152.34	8月20日	24.20 ± 1.89 abcd	52.63 ± 2.28 defg	123.90
8月8日	21.64 ± 2.74 a	47.16 ± 2.82 abcdefg	142.39	8月23日	26.70 ± 2.56 cdef	54.10 ± 4.48 efg	117.96
8月9日	28.97 ± 3.61 efg	54.32 ± 4.18 g	113.60	8月24日	24.67 ± 1.98 abcdef	51.38 ± 3.86 defg	126.18
8月10日	28.19 ± 0.83 defg	53.48 ± 1.51 fg	117.67	8月27日	27.52 ± 0.95 defg	49.89 ± 1.93 cdefg	125.92
8月11日	27.28 ± 1.11 def	51.83 ± 1.85 defg	121.43	8月28日	26.03 ± 0.57 abcdef	50.42 ± 2.69 defg	126.66
8月12日	31.92 ± 3.04 g	53.74 ± 12.85 fg	112.37				

#### 2.5 不同刈割时间对青贮玉米的综合影响

主成份分析表明: 所选的6个主要指标中, 第1主成分为生物量, 方差贡献率为 51.948%, 第2主成分为干物质, 方差贡献率为 22.793%, 累计贡献率达到 74.741% (表4), 说明6个指标中的绝大部分相关信息可由这2个主成分来概括。计算综合得分表明, 8月9日收获主成分得分最高。

表 4 青贮玉米主要指标的主成分分析  
Table 4 Principal component analysis of main indexes of silage corn

指标	第 1 主成分	第 2 主成分	特征值	方差贡献率/%	累计贡献率/%
生物量	-0.781	-1.000	3.117	51.948	51.948
干物质	0.932	-0.810	1.368	22.793	74.741
淀粉	0.929	-0.600	0.877	14.613	89.354
粗蛋白	0.159	0.796	0.363	6.057	95.412
粗脂肪	0.848	0.088	0.171	2.858	98.270
RFV	-0.176	0.841	0.104	1.730	100.000

### 3 讨论与结论

影响青贮玉米品质的因素很多,不同的青贮玉米品种营养品质差异很大,栽培技术和外界环境,如种植密度、土壤肥力、温度、光照强度、氮肥施用量、播种期以及收获期等都会影响青贮玉米的品质<sup>[11]</sup>。收获时间不但对玉米植株的营养物质含量有直接的影响,也影响动物对饲料的利用率<sup>[12]</sup>。本研究表明,随着刈割时间的推迟,不同玉米品种全株生物量均呈现先上升后下降的趋势。不同品种间干物质含量变化没有显著差异,但是刈割时间对 3 个青贮玉米全株干物质含量有显著影响,随着收获时间的推迟,干物质含量呈增加趋势。3 个品种的干物质含量均在收获的最后一天达到最高峰。

淀粉、粗蛋白和粗脂肪是反应青贮玉米质量优劣的重要指标,也是青贮玉米饲用营养价值的重要基础<sup>[13]</sup>。随收获时间的推迟,3 个青贮玉米品种的淀粉、粗蛋白和粗脂肪含量差异显著,但是品种间无显著差异。淀粉含量过高,会造成纤维素、半纤维素的消化率降低,到达小肠的瘤胃微生物蛋白质、饲料蛋白质会减少。全株收获早,养分含量高,适口性好,但由于植株含水量高,干物质即养分总量少。

ADF 含量与饲草干物质的消化率有关,ADF 含量高则消化率低,ADF 含量低则消化率高。NDF 是纤维性的植物细胞壁成分,饲草中 NDF 含量的高低影响反当动物的自由采食量,适量的 NDF 含量对维持瘤胃正常的发酵功能具有重要意义<sup>[14]</sup>。本试验表明,3 个青贮玉米品种间在整个收获期内 ADF 和 NDF 含量差异不显著,但是随着刈割时间的推迟,不同阶段的 ADF 和 NDF 含量存在显著差异。

对生物量、干物质、淀粉、粗蛋白、粗脂肪和 RFV6 项主要指标进行主成分分析,结果表明,生物量和干物质的累计贡献率达到 74.741%,收获时间为 8 月 9 日时主成分的综合得分最高,所以建议收获时间不宜太晚,如果为了追求干物质,推迟收获时间,虽养分总量多,但纤维成分也多,所含有的可消化养分少,适口性差,青贮玉米的有效利用率没有充分提高。

#### 参考文献:

- [1] 刘桂瑞,李兆林,李正洪,等.国内外玉米青贮现状概述[J].当代畜禽养殖业,2013(4):51—52.
- [2] 杨国航,吴金锁,张春原,等.青贮玉米品种利用现状与发展[J].作物杂志,2013(2):13—15.
- [3] 李忠秋,刘春龙.青贮饲料的营养价值及其在反当动物生产中的应用[J].家畜生态学报,2010,31(3):95—98.
- [4] 陈柔屹,程江,张建波,等.饲用玉米饲用品质及区域适应性分析[J].贵州农业科学,2010,38(6):10—12.
- [5] 吴建忠,孙惠忠,常伟,等.青贮裹包生产关键技术研究与应用[J].上海农业学报,2015,31(6):117—119.

- 
- [6] 郝玉兰, 张秋芝, 南张杰, 等. 不同生育时期青贮玉米主要性状变化规律的研究[J]. 北京农学院学报, 2007, 22(2):6 —
- [7] 马存金, 刘鹏, 巩常林, 等. 不同收获期对两种饲用玉米产量及饲用品质的影响[J]. 吉林农业科学, 2012, 37(3):31 — 35.
- [8] 孙连双, 李东阳, 张亚龙, 等. 收获时期对青贮玉米产量的影响[J]. 中国农学通报, 2010, 26(3):157 — 160.
- [9] 闻峻, 高玉鹏, 王文杰, 等. 全株玉米青贮饲料在贮存期营养品质的变化规律[J]. 西北农林科技大学学报, 2009, 38(s):75 — 80.
- [10] 曾刚, 辛晓睿. 上海崇明世界级生态岛核心竞争力建设研究[J]. 上海城市规划, 2012(6):14 — 18.
- [11] 彭思蛟, 董召荣, 李友强, 等. 不同饲用玉米品种产量及青贮品质比较分析[J]. 中国农学通报, 2013, 29(20):17 — 20.
- [12] 崔卫东, 董朝霞, 张建国, 等. 不同收割时间对甜玉米秸秆的营养价值和青贮发酵品质的影响[J]. 草业学报, 2011, 20(6):213 — 216.
- [13] 杨云贵, 张越利, 杜欣, 等. 2 种玉米青贮饲料青贮过程中主要微生物的变化规律研究[J]. 畜牧兽医学报, 2012, 43(3):397403.
- [14] 王晓娜, 徐春城, 温定英, 等. 不同测定方法对青贮饲料中 NDF 和 ADF 含量的影响[J]. 草业科学, 2012, 29(1):144 — 149.