

刘佳杰, 马兰, 周韦, 等. 不同切碎方式及不同青贮时间对饲用苧麻青贮品质影响[J]. 江西农业大学学报, 2019, 41(4): 773-780.



不同切碎方式及不同青贮时间 对饲用苧麻青贮品质影响

刘佳杰, 马兰, 周韦, 向伟, 吕江南*

(中国农业科学院 麻类研究所, 湖南 长沙 410205)

摘要:为探索不同切碎方式对饲用苧麻青贮品质影响, 试验 I 以饲用苧麻和饲用玉米为青贮原料, 分别进行切碎、切碎揉丝和揉丝 3 种不同切碎处理, 每个处理设 6 个重复组, 使用全自动 MK-5050 型青贮打包机进行打包, 在室温下储存 70 d, 之后进行感官评定及营养成分检测分析。试验结果表明: 采用不同切碎方式处理对青贮化学成分中的干物质、脂肪、中性洗涤纤维(NDF)、粗蛋白等无显著影响($P>0.05$), 对有机酸含量、灰分、氨态氮(NH_4^+-N)有显著影响($P<0.05$), 采用切揉处理乳酸含量最高, 占总酸总量达到 84.7%, 乙酸、丁酸含量极低, 且采用切揉处理氨态氮含量最低仅为 0.03%。综合来看, 采用切揉处理方式青贮饲料青贮品质最优。为探索不同青贮时间对青贮品质影响, 在试验 I 结果基础上, 试验 II 将相同原料配方进行切揉处理, 采用相同的打包方式, 在室温下分别储存 40, 70, 100 d, 分为 3 个处理组, 每个处理组设 6 个重复, 最后进行取样检测分析。试验表明: 不同青贮时间对青贮 pH 值影响不显著($P>0.05$), 对粗蛋白、灰分、丙酸和丁酸影响显著($P<0.05$), 其中 40 d 组乳酸占总酸比重达到 84.8%, 乙酸占总酸比重为 14.6%, 70 d 组乳酸占总酸比重为 82.7%, 乙酸占总酸比重为 15.5%, 而 100 d 组时乳酸占总酸比重下降至 79.4%, 乙酸占总酸比重上升至 19.9%。试验结果表明青贮时间过长乳酸占总酸比重呈缓慢下降趋势, 乙酸占总酸比重呈上升趋势, 过长青贮时间可能会降低青贮饲料的品质。

关键词: 饲用苧麻; 切碎方式; 青贮时间; 青贮品质

中图分类号: S563.1; S816.5*3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-2286(2019)04-0773-08

The Effects of Different Cutting Methods and Different Silage Time on the Quality of Silage for Feeding Ramie

LIU Jia-jie, MA Lan, ZHOU Wei, XIANG Wei, LYU Jiang-nan*

(The Institute of Bast Fiber Crops, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Changsha, 410205, China)

Abstract: In order to explore the effect of different mechanical processes on the forage quality of feeding-ramie, at a ratio of 1:1, the whole-plant feeding-ramie mixed with corn of milk-matured stage was chosen to

收稿日期: 2018-10-20 **修回日期:** 2018-11-12

基金项目: 国家麻类产业技术体系初加工机械化岗位(CARS-19-E21)和科技部中国农业科学院科技创新工程项目南方经济作物栽培与收获技术(CAAS-ASTIP-2018-IBFC)

Project supported by the National Agro-Industry Technology Research System for Crops of Bast and Leaf Fiber (CARS-19-E21) and Science and Technology Innovation Project of Chinese Academy of Agricultural Sciences (CAAS-ASTIP-2018-IBFC)

作者简介: 刘佳杰(1986—), 男, 助理研究员, 硕士, 主要从事南方经济作物加工机械设计研究, orcid.org/0000-0001-8722-8523, teryjiajie@163.com; *通信作者: 吕江南, 研究员, orcid.org/0000-0001-7174-818, yjljn@sina.com。

process with cutting and smashing, smashing, cutting respectively. Then the materials were packed with full-automatic MK-5050 silage baler. Finally these silage bags were preserved in thermostatic laboratory and opened 70 days later. The results showed that there were no evident effects for different mechanical processes on DM content, NDF content, CP content, and etc ($P>0.05$). The highest content of lactic acid was 84.7%, which was achieved by cutting and rubbing treatment group. And the contents of acetic acid, butyric acid and ammonia nitrogen were extremely low. In summary, the cutting and rubbing process method was optimal for the quality of feeding-ramie silage. In order to explore the effect of different silage time on silage quality of feeding-ramie, based on the results of experiment 1, experiment II was conducted. The same test materials were cut and kneaded directly, after the same packaging process, stored at thermostatic laboratory for 40 days, 70 days, and 100 days, respectively. The test was divided into three treatment groups, each treatment group was set to six repetitions. The experiments showed that: silage time had significant influence on crude protein, ash, propionic acid and butyric acid ($P<0.05$). In the 40-days group, the proportion of lactic acid of total acid was 84.8%, acetic acid was 14.6%; in the 70-days group, the proportion of lactic acid in total acid was 82.7%, acetic acid was 15.5%; in the 100-days group, the proportion lactic acid in total acid decreased to 79.4%, acetic acid rose to 19.9%. The test results showed that the proportion of lactic acid in the total acid showed a significant downward trend, and the proportion of acetic acid in the total acid showed an upward trend in the 100-days group. Excessively long silage time might impair the quality of the silage.

Keywords: feeding ramie; cutting methods; silage time; silage quality

饲用苧麻嫩茎叶中富含蛋白质、氨基酸、维生素等动物生长发育所需的营养物质^[1-2],可与苜蓿媲美,是一种优质的青贮饲料原料。且年生物产量大,干茎年产可达 1.8×10^4 kg/hm²,是我国南方植物性蛋白饲料的重要来源^[3-5]。近年来,随着饲用苧麻青贮饲料的发展和饲料工业技术的完善,对于饲用苧麻青贮加工技术有着越来越高的要求。因此探索加工环节中不同切碎方式对饲用苧麻青贮饲料品质影响具有重要意义。

切碎处理是青贮加工工艺的必须步骤,是保障青贮品质的重要基础。不同的青贮原料由于作物茎秆本身物理特性的差异,其最佳切碎形式亦可能不一样^[6]。不同的青贮发酵时间对青贮品质的影响较大。青贮时间过短,导致发酵不充分,青贮时间过长可能引起pH值升高及干物质损失等问题^[7-10]。由于饲用苧麻属非常规性青贮原料,发展起步较晚。目前,对于不同切碎方式及不同切碎时间对饲用苧麻青贮品质影响的研究还未见报道。本文通过2组试验分别对饲用苧麻青贮不同切碎处理方式及不同青贮时间进行研究,旨在探索不同切碎加工方式和不同青贮时间对饲用苧麻青贮品质的影响,从而为获得更佳饲用苧麻青贮饲料提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 青贮原料

取自常德西湖农场种植中饲苧1号(成熟期)和青贮玉米奥玉5102(乳熟期)。试验原料饲用苧麻生长期为125 d,为第4次刈割,全株茎秆含水率约92%,全株玉米含水率约为75.8%。

1.2 试验设备

选取现有生产上广泛使用的3种不同切碎方式机器及打包机。主要青贮加工设备有:9Z-5.0铡草机(切碎机),用于对物料进行切碎处理;9ZRS-3秸秆揉丝机,用于对物料进行揉丝处理;9RS-600秸秆切碎揉丝机,用于对物料进行切碎揉丝处理;MK5050-G全自动青贮圆捆打包机可对物料进行自动装填打包并包膜成捆。机器设备主要技术参数如表1所示。主要检测设备为:气相色谱7890A、液相色谱1260、马弗炉、脂肪抽提仪、纤维提取仪、pH计、流动注射仪等。

表 1 切碎加工机具主要技术参数
Tab.1 Main technical parameters of chopping processing equipment

处理方式 Processing methods	机型 Machine model	配用动力/kw Power	主轴转速/(r·min ⁻¹) Spindle speed	质量/kg Weight	生产效率/(t·h ⁻¹) Productivity
切碎揉丝 Cutting-smashing	9RS-600	15	2 150	650	2.5
揉丝方式 Smashing	9ZRS-3.0	7.5	2 280	170	3.0
切碎方式 Cutting	9Z-5.0	7.5	2 200	720	2.5

1.3 实验设计

试验 I 将 3 种不同切碎方式(揉丝、切碎、切揉)处理的“中饲苕 1 号”苕麻与“奥玉 5102”饲用玉米按质量比例 1:1 均匀混合,通过晾晒的方式使水分控制在 70% 左右,并添加 0.25% 乳酸菌溶液,由 MK5050 全自动打包机打包包膜成圆捆(圆捆大小为 50 cm×70 cm),放置 70 d 进行乳酸菌发酵,设 6 组重复处理,共 18 个青贮包,最后进行青贮质量感官评价分析及营养成分检测。试验 II 将与试验 I 相同原材料进行切揉处理,使用全自动 MK-5050 青贮打包机进行打包,在室温下分别储存 40, 70, 100 d,分为 3 个处理组,每个处理组设 6 个重复,最后进行取样检测分析。

1.4 青贮样品感官评定及化学成分分析

按照德国农业协会(DLG)青贮质量感官评价标准进行评定,并对青贮样品主要营养成分指标进行化学分析,主要检测指标有有机酸含量,如甲酸、乙酸、丁酸及乳酸,及一些其它化学成分指标,如干物质、灰分、中性洗涤纤维(NDF)、酸性洗涤纤维(ADF)、氨态氮(NH₄⁺-N)、脂肪、粗蛋白。

2 结果与分析

2.1 不同的切碎方式处理下构成物的物理形态比较

苕麻茎秆横截面构造,从外向内可粗略地分为麻壳、纤维层与麻骨三大部分^[11]。它们在结构和物理特性上是有差异的。麻壳包括表皮与皮层,富含水分,较脆弱,抗弯强度小,弯折时易折断;纤维层主要由纤维束和果胶等组成,质地柔软抗拉强度大,可以任意弯折而不断;麻骨主要由木纤维素组成,中间为髓与髓腔,质地较硬。苕麻稍部茎叶中富含高蛋白等营养成分。苕麻茎秆经切碎处理后其构成物主要分为麻骨、麻纤维、麻茎和叶片等。不同的切碎方式处理下,这些构成物的物理形态各不相同^[12],见表 2。

表 2 不同的切碎方式处理下构成物的物理形态
Tab.2 The physical form of the structures under different cutting modes

切碎处理 Cutting treatment	茎长/mm Stem length	叶面积/原叶面积/mm ² Leaf area/Total area before treatment	茎长平均细度/mm Average fineness
9Z-5.0 铡草机切碎机 9Z-5.0 Model chopper	40.00	0.25	8.00
9ZRS-3 揉丝机揉丝机 9ZRS-3Model chopper	11.00	0.05	呈丝状
9RS-600 切揉机切揉机 9RS-600 Model chopper	15.00	0.08	呈丝状

由表2可以得出,经9ZRS-3秸秆揉丝机加工后苕麻形态为麻骨长约11 mm左右,麻叶成细碎状面积约原叶片的1/20,麻纤维成丝状且成团;经9Z-5.0铡草机加工苕麻形态为,茎秆为碎段,长约40 mm,其内部结构未破坏,麻叶成叶片状面积约为原叶片1/4,麻纤维不成团;9RS-600秸秆切碎揉丝机加工饲用苕麻,麻骨约15 mm,茎叶呈丝状。

2.2 饲用苕麻青贮品质的感官判断

按照德国农业协会(DLG)青贮质量感官评价标准^[13](表3)进行评定,对试验青贮包进行感官评定,根据青贮料的颜色、气味、质地、结构等指标,通过感官可以初步评定其品质好坏。优质的青贮饲料非常接近于作物原先的颜色。若青贮前作物为绿色,青贮后仍为绿色或黄绿色最佳。品质优良的青贮料具有轻微的酸味和水果香味。若有刺鼻的酸味,则醋酸较多,品质较次。腐烂腐败并有臭味的则为劣等,不宜喂家畜^[14]。植物的茎叶等结构应当能清晰辨认,结构破坏及呈粘滑状态是青贮腐败的标志,粘度越大,表示腐败程度越高。优良的青贮饲料,在包内压得非常紧实,但拿起时松散柔软,略湿润,不粘手,茎叶花保持原状,容易分离。

以青贮饲料感官评定方法来看,本实验中采用揉丝方式和切揉方式处理的青贮苕麻饲料为1级优良青贮饲料,采用切碎方式处理的为2级尚好青贮饲料(表4)。

表 3 青贮质量感官评价标准
Tab.3 Silage quality sensory scoring standard

感官指标 Sensory indices	评分标准 Scoring standard	得分 Score
气味 Smell	有很强的丁酸或者氨味,或几乎无酸味	2
	丁酸味较重,或有刺鼻焦糊味或霉味	4
	有微弱的丁酸臭味,或较强的酸味、芳香味弱	10
	无丁酸臭味、芳香味浓或明显面包香味	14
结构 Structure	茎叶腐烂或污染严重	0
	茎叶结构保持较差,发现轻度霉菌或轻度污染	1
	茎叶结构保持较差	2
	茎叶结构保持较好	4
颜色 Colour	变色严重,墨绿色或则黄色	0
	略有变色,呈淡黄色或带褐色	1
	接近原料颜色,烘干后变成淡褐色	2
总分 Score	16-20,10-15,5-9,0-4	
等级 Grade	1级优等,2级尚好,3级中等,4级腐败	

表 4 不同切碎方式青贮饲料感官评定表
Tab.4 Silage Sensory Assessment Form under different cutting models

切碎方式 Cutting treatment	气味 Smell	结构 Structure	颜色 Colour	得分 Score	等级 Grade
切碎方式 Cutting	10	2	1	13	2级尚好
揉丝方式 Smashing	14	1	1	16	1级优等
切揉方式 Cutting-smashing	14	4	2	20	1级优等

2.3 不同切碎方式对各青贮饲料有机酸含量及 pH 值影响

各处理方式对青贮饲料有机酸含量及 pH 值影响见表 5, 优质青贮饲料 pH 值一般在 4.2 以下^[15-18], 本试验各处理组揉丝方式和切揉方式的 pH 值均在此范围内, 符合优质青贮饲料的标准。而切碎处理方式获得的青贮饲料 pH 值略偏高达到 5.05, 表明青贮发酵过程中, 腐败菌活动较为强烈。

从表 5 可知, 不同切碎处理对青贮有机酸含量多个指标(乙酸、丙酸、丁酸及乳酸及 pH 值)有显著影响($P<0.05$), 其中采用切揉处理乳酸含量占总酸总量 84.7%, pH 值为 4.09, 且乙酸与丁酸含量极低。以有机酸含量评定青贮质量的标准来看, 本实验中采用切揉方式明显优于切碎方式, 优于揉丝方式。

表 5 不同切碎处理下各处理组有机酸含量及 pH 值影响
Tab.5 Effect of organic acid content and pH value of ramie silage %

处理 Treatment	pH 值	有机酸 Organic acid					质量比 Mass ratio	
		乙酸	丙酸	丁酸	乳酸	总酸	乳酸/ 总酸	乙酸/ 总酸
		Acetic acid	Propionic acid	Butyric acid	Lactic acid	Acid value	LA/AV	AA/AV
切碎方式 Cutting	5.05±0.43 ^a	14.10±1.11 ^a	2.31a±0.74 ^a	10.06a±1.99 ^a	11.94±2.29 ^b	36.15	27.00	39.00
揉丝方式 Smashing	4.14±0.19 ^b	15.74a±0.40 ^a	0.76±0.46 ^b	0.09±0.02 ^b	36.30±3.85 ^a	52.90	69.00	30.00
切揉方式 Cutting-smashing	4.09±0.04 ^b	6.00±0.06 ^b	ND	0.19±0.05 ^b	34.77±0.70 ^a	41.05	84.70	14.70

同列数据肩标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$), 不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$), 相同字母表示差异不显著($P>0.05$)

In the same column, values with different small letter superscripts mean significant difference ($P<0.05$), and with different capital letter superscripts mean significant difference ($P<0.01$), while with the same letter superscripts mean no significant difference($P>0.05$)

2.4 不同切碎方式对各青贮饲料化学成分含量的影响

从表 6 中可以看出, 采用不同切碎处理对青贮化学成分中干物质、脂肪、中性洗涤纤维(NDF)以及酸性洗涤纤维(ADF)粗蛋白无显著影响($P>0.05$), 对灰分、氨态氮($\text{NH}_4^+\text{-N}$)均有显著影响($P<0.05$), 采用切碎方式和揉丝方式处理青贮样灰分、氨态氮较高, 采用切揉方式获得灰分含量为 7.52%, 氨态氮为 0.03%, 为最低。综合表 5、表 6 得出采用切揉方式为饲用苕麻与玉米混合青贮最优切碎方式。

表 6 各处理青贮饲用苕麻化学成分含量
Tab.6 Chemical composition of treatment groups %

处理 Treatment	干物质 DM	灰分 CA	中性洗涤纤维 NDF	酸性洗涤纤维 ADF	氨态氮 $\text{NH}_4\text{-N}$	脂肪 FAT	粗蛋白 CP
切碎方式 Cutting	33.10±2.40 ^a	12.07±0.86 ^a	59.06±2.43 ^a	40.43±2.84 ^a	0.06±0.009 ^a	4.60±0.82 ^a	11.38±0.58 ^a
揉丝方式 Smashing	31.50±1.58 ^a	11.83±1.01 ^a	59.08±2.90 ^a	43.86±2.21 ^a	0.05±0.007 ^a	4.12±0.64 ^a	11.16±0.68 ^a
切揉方式 Cutting-smashing	31.70±1.66 ^a	7.52±0.62 ^b	60.33±3.45 ^a	49.24±3.23 ^a	0.03±0.01 ^b	3.76±0.35 ^a	10.39±1.03 ^a

2.5 不同青贮时间对饲用苜蓿青贮饲料化学成分影响

在试验 I 的结论基础上,为了探究不同青贮时间对饲用苜蓿青贮品质影响,开展试验 II,将饲用苜蓿与青贮玉米混合料(与试验 I 同一原料配比)直接进行切揉处理,然后进行打捆包膜,分别储存 40, 70, 100 d,最后进行青贮品质营养化学成分分析(表 7)。由表 7 可知,不同青贮时间下切揉处理对饲用苜蓿与玉米混合青贮成分各指标除对粗蛋白、灰分有显著影响($P<0.05$)外,对其它指标没有显著影响。其中,40 和 70 d 各指标差别不大,100 d 后粗蛋白较 70 d 下降至 7.33%,脂肪上升至 3.97%,灰分上升至 8.17%。对比这 3 种青贮时间,70 d 粗蛋白含量最高,灰分最低,为最佳青贮时间。

表 7 不同青贮时间对各处理组饲用苜蓿青贮化学成分影响

Tab.7 Effect of different silage time on the chemical composition in different treatment groups %								
处理 Treatment	青贮时间/d Silage time	干物质 DM	灰分 CA	中性洗涤纤维 NDF	酸性洗涤纤维 ADF	氨态氮 NH ₄ -N	脂肪 FAT	粗蛋白 CP
切揉方式 Cutting-s mashing	40	32.10±0.55 ^a	7.33±0.05 ^a	63.93±0.97 ^a	52.10±2.66 ^a	ND	3.67±0.25 ^a	10.38±0.98 ^a
	70	28.77±0.49 ^a	7.07±0.35 ^a	64.37±0.31 ^a	46.53±2.17 ^a	ND	3.67±0.45 ^a	10.44±1.08 ^a
	100	30.53±1.45 ^a	8.17±0.66 ^b	70.7±1.90 ^a	49.1±2.59 ^a	ND	3.97±0.37 ^a	7.33±0.49 ^b

从表 8 可以看出,不同青贮时间对饲用苜蓿与玉米混合青贮 pH 值、乙酸及乳酸影响不显著($P>0.05$),对丙酸和丁酸影响显著($P<0.05$),其中 40 d 乳酸占总酸比重达到 84.8%,乙酸占总酸比重为 14.6%,而 100 d 时乳酸占总酸比重下降至 79.4%,乙酸占总酸比重上升至 19.9%。青贮时间过长乳酸菌占总酸比重呈缓慢下降趋势,乙酸占总酸比重呈缓慢上升趋势,表明过长青贮时间会降低青贮饲料的品质。

表 8 不同青贮时间对各处理组有机酸含量和 pH 值影响

Tab.8 Effect of different silage time on organic acid content and pH of each treatment group %									
处理 Treatment	青贮 时间/d Silage time	pH 值	有机酸 Organic acid					质量比 Mass ratio	
			乙酸 Acetic acid	丙酸 Propionic acid	丁酸 Butyric acid	乳酸 Lactic acid	总酸 Acid valu	乳酸/ 总酸 LA/AV	乙酸/ 总酸 AA/AV
切揉方式 Cutting-smashing	40	4.09±0.04 ^a	5.99±0.06 ^b	0.08±0.001 ^a	0.19±0.05 ^a	34.76±0.71 ^a	41.02	84.8	14.6
	70	3.99±0.02 ^a	5.80±0.32 ^b	0.10±0.02 ^a	0.17±0.04 ^a	30.93±1.28 ^a	37.40	82.7	15.5
	100	4.08±0.14 ^a	7.72±1.35 ^a	0.02±0.01 ^b	0.25±0.10 ^b	30.77±0.40 ^a	38.76	79.4	19.9

3 讨论与结论

目前,对饲用苜蓿青贮加工方式对青贮品质的影响研究比较少。本研究通过对 3 种不同青贮加工切碎方式(切碎方式、揉丝方式、切揉方式)进行研究,分析了不同的切碎方式处理下构成物的物理形态,发现通过揉丝处理和切揉处理方式处理的物料,比纯切碎处理的,它们的构成物长度更短,细度更细,叶面积更小,物料内部结构破坏。之后对所加工的青贮包进行感官评价与品质检测分析,得出采用揉丝方式和切揉方式处理的青贮苜蓿饲料为 1 级优良青贮饲料,采用切碎方式处理的为 2 级尚好青贮饲料。试验 I 数据表明:不同切碎处理对青贮有机酸含量多个指标(乙酸、丙酸、丁酸及乳酸及 pH 值)有显著影响($P<0.05$),其中采用切揉处理乳酸含量占总酸总量的 84.7%,pH 值为 4.09,且乙酸与丁酸含量极低,对化学成分中干物质、脂肪、中性洗涤纤维(NDF)以及酸性洗涤纤维(ADF)粗蛋白无显著影响($P>0.05$),对灰分、氨态氮(NH₄⁺-N)有显著影响($P<0.05$)。从乳酸占总酸的含量及氨态氮占总氮的含量看,切揉处理是

最优处理方式,其次是揉丝处理,最后是切碎处理。这个结论与青贮感官评价的结果是相一致的,因此本研究认为通过不同的切碎处理,而导致的加工构成物物理形态的差异,会对青贮品质产生直接影响。采用切揉处理最优,这可能与切揉处理构成物的物理形态有关,即物料的长度、细度、叶面积的大小、茎秆内部破坏程度等。试验Ⅱ在试验Ⅰ的结论基础上,探究了不同青贮时间对饲用苕麻青贮品质影响,试验数据表明,青贮时间过长乳酸菌占总酸比重呈缓慢下降趋势,乙酸占总酸比重呈缓慢上升趋势,但是,在这些取样样品中,并未直接检测出氨态氮,同样验证了切揉处理的青贮品质好的结论,同时表明了过长青贮时间可能会降低青贮饲料的品质。

试验Ⅰ对饲用苕麻与玉米混合青贮进行化学分析得出,试验所选用材料干物质含量达31%以上,粗蛋白含量最高达10.29%,为优质青贮原料。试验Ⅰ青贮试验结果表明,采用揉丝处理和切揉处理的饲用苕麻混合青贮饲料为优质青贮饲料,采用切碎处理的饲用苕麻混合青贮饲料pH值明显偏高,达到5.05。进一步分析表明,采用切揉处理青贮原料,乳酸含量占总酸总量达到84.7%,且乙酸与丁酸含量极低,灰分含量为7.52%,为最低,为3种切碎方式中的最理想切碎加工方式。试验Ⅱ表明:青贮时间过长乳酸菌占总酸比重呈缓慢下降趋势,乙酸占总酸比重呈缓慢上升趋势,表明过长青贮时间可能会降低青贮饲料的品质。

参考文献:

- [1] 朱涛涛,朱爱国,余永廷,等.苕麻饲料化的研究[J].草业科学,2016,33(2):338-347.
Zhu T T, Zhu A G, Yu Y T, et al. Research progress of ramie for feedstuff [J]. Pratacultural Science, 2016, 33(2): 338-347.
- [2] 姜涛.苕麻饲用资源产量与品质性状的研究[D].北京:中国农业科学院,2008.
Jiang T. Studies on yield and quality character of ramie [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2008.
- [3] 白杰.不同红麻品种营养价值的比较及青贮利用技术的研究[D].北京:中国农业科学院,2016.
Bai J. Comparison of the nutritive value of different kenaf (*Hibiscus cannabinus*) varieties and the study on silage utilization technology of kenaf [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2016.
- [4] 吴端钦,唐守伟,朱四元,等.饲用苕麻产量和品质的影响因素及其在动物生产中的应用[J].中国饲料,2015(7):35-37.
Wu D Q, Tang S W, Zhu S Y, et al. Influencing factors of yield and quality of forage ramie and its application in animal production [J]. China Feed, 2015(7): 35-37.
- [5] 陈继康,谭海涛,喻春明,等.不同氮素水平对饲用苕麻氮代谢关键酶的影响[J].草业学报,2017,26(10):207-218.
Cheng J K, Tang L T, Yu C M, et al. Effects of different nitrogen levels on key enzyme activities associated with nitrogen metabolism of feed ramie [J]. Acta Prataculturae Sinica, 2017, 26(10): 207-218.
- [6] 张继友.中国王草种质资源经济价值研究[D].海口:海南大学,2014.
Zhang J Y. Research on economic value of king grass germplasm resources for China [D]. Haikou: Hainan University, 2014.
- [7] 张晓娜.刈割期、品种及青贮方式对苜蓿品质的影响[D].杨凌:西北农林科技大学,2016.
Zhang X N. Effect cutting period varieties and silage methods quality of alfalfa [D]. Yangling: Northwest A & F University, 2016.
- [8] 张磊.添加剂对象草和意大利黑麦草青贮发酵品质及有氧稳定性影响的研究[D].南京:南京农业大学,2010.
Zhang L. Study of effects of additives on napier grass and Italian ryegrass fermentation quality and aerobic stability [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2010.
- [9] 周苗苗,崔景香.水分含量和发酵时间对花椰菜茎叶青贮效果的影响[J].饲料研究,2015(18):70-73.
Zhou M M, Cui J X. Moisture content and fermentation time on effects of stem and leaf silage of cauliflower [J]. Feed Research, 2015(18): 70-73.
- [10] 侯美玲.草甸草原天然牧草青贮乳酸菌筛选及品质调控研究[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2017.
Hou M L. Study on screening of lactic acid bacteria and the quality of modulation of native grasses on meadow steppe [D].

- Huhhaote: Inner Mongolia Agricultural University, 2017.
- [11] 王绍文, 宋贻则等. 麻类作物生产机械[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997: 11-12.
- Wang S W, Song Y Z. Fiber crops production machinery[M]. Beijing: China Agriculture Press, 1997: 11-12.
- [12] 毛玉霞. 不同青贮方法的表层物料品质变化与压实度影响研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2012.
- Mao Y X. The effects of different silage ways on quality of surface materials and degrees of compaction on corn silage[D]. Yangling: Northwest A & F University, 2012.
- [13] 和立文. 全株玉米青贮品质评价及其对肉牛育肥性能和牛肉品质的影响[D]. 北京: 中国农业大学, 2017.
- He L W. Quality evaluation of corn silage and its effect on the growth performance and beef quality of finishing cattle[D]. Beijing: China Agricultural University, 2017.
- [14] 苑忠央, 姜淑贞. 优质青贮饲料的制作及其在畜牧生产中的应用[J]. 饲料与畜牧, 2015(7): 22-24.
- Yuan Z M, Jiang S Z. Production of high quality silage and its application in livestock production[J]. Feed and Animal Husbandry, 2015(7): 22-24.
- [15] 王福春, 付凌, 瞿明仁, 等. 油菜秸秆与皇竹草适宜混合微贮模式的研究[J]. 江西农业大学学报, 2015, 37(4): 702-707.
- Wang F C, Fu L, Qu M R, et al. A study of mixed microbial ensilage of rape straw and Pennisetum hybridum[J]. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 2015, 37(4): 702-707.
- [16] 王林. 苜蓿青贮饲料质量调控技术研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2011.
- Wang L. Study on quality regulation technology of alfalfa silage[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2011.
- [17] 闫峻. 玉米青贮饲料开窖后贮存期营养成分及霉菌变化规律研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2009.
- Yan J. Research on the variation law of corn silage nutritional composition fungal under different storage periods[D]. Yangling: Northwest A & F University, 2009.
- [18] 美合热阿依·木台力甫(Mihray Mutallip). 乳酸菌与纤维素分解菌混合添加剂对青贮饲料品质的影响研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2014.
- Mihray Mutallip. Effects on mixed additive of lactobacillus and cellulose decomposition bacteria on the silage quality[D]. Urumqi: Xinjiang University, 2014.