

### 3种豆科植物青贮品质比较

牟 兰<sup>1</sup>,蔡 明<sup>1,2</sup>,高月娥<sup>2</sup>,岳信龙<sup>2</sup>,黄必志<sup>2\*</sup>

(1. 兰州大学 草地农业科技学院,甘肃 兰州 730020; 2. 云南省草地动物科学研究院,云南 昆明 650212)

**摘要:**为开拓新的蛋白质饲草资源,以紫花苜蓿、楚雄南苜蓿和蚕豆秸秆3种常见豆科植物为材料,研究其在不同贮存时间(30、60、90、120、150、180、210、240 d)的营养成分和发酵参数,比较3种豆科植物的青贮品质。结果显示,随贮存时间延长,蚕豆秸秆干物质含量高于紫花苜蓿和楚雄南苜蓿,尤其在贮存150 d时,蚕豆秸秆的干物质含量达到最高,分别高于紫花苜蓿和楚雄南苜蓿25.24、26.91个百分点;整个贮存过程中,粗蛋白含量表现为紫花苜蓿>楚雄南苜蓿>蚕豆秸秆;酸性洗涤纤维含量和中性洗涤纤维含量方面,贮存30~120 d,基本表现为紫花苜蓿<楚雄南苜蓿<蚕豆秸秆,贮存150~240 d,表现为紫花苜蓿<蚕豆秸秆<楚雄南苜蓿;贮存240 d时,蚕豆秸秆的酸性洗涤纤维含量为22.23%,与同贮存时间紫花苜蓿的酸性洗涤纤维含量相近;pH值在整个青贮时期基本表现为蚕豆秸秆<楚雄南苜蓿<紫花苜蓿,在贮存180 d和240 d时,蚕豆秸秆pH值为3.98和3.85,低于紫花苜蓿和楚雄南苜蓿,并显著低于其他贮存时间;贮存150~240 d,蚕豆秸秆氨态氮/总氮均显著低于紫花苜蓿和楚雄南苜蓿;乳酸含量基本表现为楚雄南苜蓿>紫花苜蓿>蚕豆秸秆;在整个青贮时期,乙酸、丙酸含量总体表现为蚕豆秸秆显著低于紫花苜蓿和楚雄南苜蓿;蚕豆秸秆除在贮存210 d时有少量丁酸产生外,其他贮存时间均无丁酸产生,丁酸含量整体上低于紫花苜蓿和楚雄南苜蓿。因此,综合考虑营养价值和青贮品质,长期贮存下蚕豆秸秆作为饲料资源优势明显。

**关键词:**紫花苜蓿;楚雄南苜蓿;蚕豆;青贮品质

**中图分类号:**S816.5<sup>+3</sup>   **文献标志码:**A   **文章编号:**1004-3268(2017)12-0116-06

### Comparison on Silage Quality of Three Leguminous Plants

MU Lan<sup>1</sup>, CAI Ming<sup>1,2</sup>, GAO Yuee<sup>2</sup>, YUE Xinlong<sup>2</sup>, HUANG Bizhi<sup>2\*</sup>

(1. College of Pastoral Agriculture Science and Technology, Lanzhou University, Lanzhou 730020, China;

2. Yunnan Academy of Grassland and Animal Science, Kunming 650212, China)

**Abstract:** For developing new resources of protein forages, three common leguminous plants (*Medicago sativa*, *Medicago hispida* and *Vicia faba*) were selected in this research, and the silage quality of nutrients and fermentation parameters under different storing times (30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 d) were determined. The results showed that with storing time extension, the dry matter content of *Vicia faba* was higher than that of *Medicago sativa* and *Medicago hispida*. And at the 150 d of storage, the dry matter content of *Vicia faba* reached highest, which was 25.24 and 26.91 percentage points higher than that of *Medicago sativa* and *Medicago hispida* respectively. The content of crude protein showed as *Medicago sativa*>*Medicago hispida*>*Vicia faba* in the whole storing time. The content of acid detergent fiber and neutral detergent fiber in the pre-storage(30 to 120 days) basically performed as *Medicago sativa*<*Medicago hispida*<*Vicia faba*, but it showed as *Medicago sativa*<*Vicia faba*<*Medicago hispida* in the storage of

收稿日期:2017-07-10

基金项目:国家肉牛牦牛产业技术体系项目(CARS-38);云南省现代农业草产业技术体系项目(2017KJTX0018);公益性行业(农业)科研专项项目(201403049)

作者简介:牟 兰(1988-),女,山东高密人,在读博士研究生,研究方向:饲草资源开发与利用。

E-mail:mulan1016@163.com

\*通讯作者:黄必志(1964-),男,云南腾冲人,研究员,博士,主要从事草畜结合与动物营养研究。E-mail:hbz@ynbp.cn

150 to 240 days, especially at 240 d of storage, the acidic detergent fiber content of *Vicia faba* was 22.23%, which was very similar to that of *Medicago sativa* in the same storage time. During all the storage period, the pH value basically presented as *Vicia faba* < *Medicago hispida* < *Medicago sativa*. At 180 d and 240 d of storage, the pH value of *Vicia faba* was 3.98 and 3.85, which was much lower than that of *Medicago hispida* and *Medicago sativa*, and significantly lower than other storage time. Ammonia nitrogen/total nitrogen of *Vicia faba* was significantly lower than that of *Medicago hispida* and *Medicago sativa* (150—240 d). The content of lactic acid showed as *Medicago hispida* > *Medicago sativa* > *Vicia faba*. The acetic acid and propionic acid content of *Vicia faba* in the whole storing time was significantly lower than that of *Medicago hispida* and *Medicago sativa* on the whole. *Vicia faba* generated a little butyric acid at 210 d storage, no butyric acid in other storing times. Therefore, taken nutritive value and silage quality into consideration, *Vicia faba* as a feed resource has obvious advantages under long-term storage.

**Key words:** *Medicago sativa*; *Medicago hispida*; *Vicia faba*; silage quality

饲草资源紧缺是制约我国畜牧业快速发展的首要因素之一,随着人们对畜产品数量和质量的要求不断提高,中长期内饲料用量的缺口将会日益增大,且优质蛋白质饲料资源更是短缺<sup>[1]</sup>。豆科植物是蛋白质饲料的主要来源,因此,开发优质豆科植物饲用价值是缓解饲草资源缺乏的有效途径。

目前,在我国南方种植较为广泛的豆科植物有蚕豆(*Vicia faba* L.)和楚雄南苜蓿(*Medicago hispida* Gaertn. cv. Chuxiong)等。蚕豆作为典型的豆科作物,产量巨大,其籽实常被食用,也可药用<sup>[2]</sup>,但蚕豆收获后的秸秆作为剩余物常被丢弃或焚烧,污染环境的同时也浪费资源<sup>[3]</sup>。楚雄南苜蓿又名金花菜,为1年生或越年生豆科草本植物,在南方栽培范围较广,适应性强;其幼嫩枝尖可食用,根和全草有药用价值<sup>[4]</sup>,还可作为绿肥植物。蚕豆和楚雄南苜蓿营养物质丰富<sup>[5-8]</sup>,在南方不仅种植广泛,而且产量大,其种植周期可以有效弥补我国饲草资源冬季短缺的时间差。可见,将其作为新的饲料资源进行开发,潜力巨大。裹包青贮具有投资少、见效快、易于运输和商品化等优势,是目前利用较为普遍的青贮方式之一。加快裹包青贮手段的饲草资源贮存研究已成为目前饲草商品化的研究热点。鉴于此,以优质豆科牧草紫花苜蓿为对照,采用裹包青贮方式,研究楚雄南苜蓿、蚕豆秸秆在不同贮存时间下的青贮品质,以期为开发新的饲草资源、扩大豆科植物饲用转化途径提供技术支撑和理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 供试材料

3份供试材料紫花苜蓿、楚雄南苜蓿、蚕豆秸秆均于2014年2月下旬取自云南省楚雄彝族自治州彩云镇。

### 1.2 试验方法

材料收获后风干晾晒,将水分含量控制在50%~60%,然后采取3层膜包裹方法进行圆捆式拉伸膜裹包青贮制作。制作完成后,转移至贮存仓库单层竖向放置。记录青贮制作时间,之后30、60、90、120、150、180、210、240 d各取样1次,每次3个重复。取样后,置于自封袋密封标号待测。若取样过程中发现裹包变形或破损,立即更换裹包取样。

测定样品干物质、粗蛋白、中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维<sup>[9]</sup>、氨态氮含量及pH值<sup>[10]</sup>;用气相色谱法测定乙酸、丙酸、丁酸含量,用高效液相色谱法测定乳酸含量<sup>[11]</sup>。

### 1.3 数据分析

利用SPSS 22.0统计软件One-way ANOVA程序对数据进行单因素方差分析,采用Duncan's新复极差法进行比较,采用Excel 2007作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同贮存时间3种豆科植物干物质和粗蛋白含量变化

由表1可知,随贮存时间延长,蚕豆秸秆的干物质含量高于紫花苜蓿和楚雄南苜蓿,紫花苜蓿的干物质含量整体上呈下降趋势,楚雄南苜蓿和蚕豆秸秆的干物质含量基本呈上升趋势;在贮存150 d时,蚕豆秸秆的干物质含量达到最高,分别高于紫花苜蓿和楚雄南苜蓿25.24、26.91个百分点。其中,紫花苜蓿的干物质含量在贮存90 d内变化不大,但显著高于其他贮存时间的干物质含量;楚雄南苜蓿在贮存240 d时干物质含量达到最高,显著高于其他贮存时间的干物质含量;蚕豆秸秆的干物质含量在贮存150 d和210 d时较高,显著高于其他贮存时间的干物质含量。

表 1 不同贮存时间下 3 种豆科植物干物质含量 %

贮存时间/d	紫花苜蓿	楚雄南苜蓿	蚕豆秸秆
30	37.97 ± 0.96a	27.61 ± 0.54d	47.96 ± 3.32bc
60	39.04 ± 0.40a	31.37 ± 0.46b	48.56 ± 0.53b
90	38.74 ± 0.47a	28.64 ± 0.38cd	43.84 ± 1.24c
120	29.85 ± 0.48bc	30.53 ± 0.75b	47.36 ± 0.48bc
150	29.72 ± 0.53bc	28.05 ± 0.44d	54.96 ± 0.97a
180	27.50 ± 0.43cd	30.23 ± 0.58bc	45.99 ± 0.77bc
210	31.88 ± 1.50b	24.75 ± 0.39e	53.88 ± 0.32a
240	26.59 ± 0.46d	40.21 ± 0.61a	47.87 ± 0.92bc

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ ),下同。

在整个青贮期内,3 种豆科植物的粗蛋白含量表现为紫花苜蓿 > 楚雄南苜蓿 > 蚕豆秸秆,且 3 种豆科植物的粗蛋白含量均在贮存 30 d 时达到最高,贮存 60 d 时开始显著下降,基本呈现为先下降后平缓的变化趋势(表 2)。这可能是由于贮存前期 3 种豆科植物都有不同程度发酵,导致蛋白质降解,粗蛋白含量降低,随贮存时间延长,受多种因素影响乳酸菌等微生物活动被抑制,使其粗蛋白含量变化较小。

表 2 不同贮存时间下 3 种豆科植物粗蛋白含量 %

贮存时间/d	紫花苜蓿	楚雄南苜蓿	蚕豆秸秆
30	26.42 ± 0.28a	21.02 ± 0.20a	16.84 ± 1.03a
60	23.91 ± 0.27bc	18.01 ± 0.10d	13.43 ± 0.19b
90	23.82 ± 0.16bc	17.85 ± 0.13d	13.09 ± 0.08b
120	23.53 ± 0.15c	18.67 ± 0.13c	12.86 ± 0.11b
150	23.66 ± 0.14c	19.43 ± 0.22b	13.82 ± 0.15b
180	23.71 ± 0.17c	18.99 ± 0.08bc	12.97 ± 0.07b
210	24.39 ± 0.17b	19.43 ± 0.11b	14.13 ± 0.16b
240	24.02 ± 0.10bc	19.29 ± 0.08b	13.60 ± 0.16b

## 2.2 不同贮存时间 3 种豆科植物酸性洗涤纤维和中性洗涤纤维含量变化

由表 3 可知,在贮存前期(30 ~ 120 d),酸性洗涤纤维含量基本表现为紫花苜蓿 < 楚雄南苜蓿 < 蚕豆秸秆,贮存 150 ~ 240 d,基本表现为紫花苜蓿 < 蚕豆秸秆 < 楚雄南苜蓿;紫花苜蓿、楚雄南苜蓿和蚕豆秸秆的酸性洗涤纤维含量基本呈先升高后降低的趋势。其中,紫花苜蓿和蚕豆秸秆的酸性洗涤纤维含量均在贮存 210 d 时达到最低,分别低于楚雄南苜蓿 8.99、7.55 个百分点,且显著低于其他贮存时间。在贮存 240 d 时,蚕豆秸秆的酸性洗涤纤维含量为 22.23%,与同贮存时间下紫花苜蓿的酸性洗涤纤维含量相近。楚雄南苜蓿在贮存 240 d 时最低。可见,适当的贮存时间有助于降低饲草的酸性洗涤纤维含量,提高消化率。

在贮存 30 ~ 120 d,中性洗涤纤维含量基本表现为紫花苜蓿 < 楚雄南苜蓿 < 蚕豆秸秆,贮存 150 ~ 240 d,则基本表现为紫花苜蓿 < 蚕豆秸秆 < 楚雄南

苜蓿。在整个青贮过程中,随贮存时间延长,紫花苜蓿的中性洗涤纤维含量整体上呈下降趋势;楚雄南苜蓿和蚕豆秸秆的中性洗涤纤维含量整体上呈先升高后降低的趋势(表 4)。其中,紫花苜蓿的中性洗涤纤维含量在贮存 240 d 时达到最低,显著低于其他贮存时间;楚雄南苜蓿的中性洗涤纤维含量在贮存 30 d 时最低,蚕豆秸秆的中性洗涤纤维含量在贮存 210 d 时最低。以上结果表明,对于不同饲草,选择其适宜的贮存时间有助于降低饲草中性洗涤纤维含量,从而有助于提高动物采食量。

表 3 不同贮存时间下 3 种豆科植物酸性洗涤纤维含量 %

贮存时间/d	紫花苜蓿	楚雄南苜蓿	蚕豆秸秆
30	21.26 ± 0.16e	25.19 ± 0.27bc	24.00 ± 0.12e
60	24.94 ± 0.29a	27.79 ± 3.22abc	31.08 ± 0.25bc
90	24.14 ± 0.10b	31.47 ± 0.26a	31.95 ± 0.29b
120	22.74 ± 0.25cd	31.29 ± 0.32a	33.67 ± 0.28a
150	20.65 ± 0.30f	27.58 ± 0.36abc	27.51 ± 0.30d
180	23.00 ± 0.07c	28.62 ± 0.26ab	30.82 ± 0.40c
210	19.03 ± 0.21g	28.02 ± 0.19abc	20.47 ± 0.33g
240	22.17 ± 0.13d	24.54 ± 0.30c	22.23 ± 0.65f

表 4 不同贮存时间下 3 种豆科植物中性洗涤纤维含量 %

贮存时间/d	紫花苜蓿	楚雄南苜蓿	蚕豆秸秆
30	27.79 ± 0.25b	32.49 ± 0.41f	31.45 ± 0.46c
60	29.80 ± 0.24a	38.34 ± 0.22bc	38.65 ± 0.70b
90	29.61 ± 0.33a	38.93 ± 0.09ab	38.86 ± 0.20b
120	29.02 ± 0.14a	39.60 ± 0.27a	40.84 ± 0.16a
150	26.72 ± 0.11c	36.16 ± 0.34e	31.04 ± 0.47c
180	29.08 ± 0.23a	37.20 ± 0.27de	38.21 ± 0.32b
210	26.67 ± 0.41c	37.35 ± 0.55cd	29.50 ± 0.56d
240	24.24 ± 0.20d	33.18 ± 0.44f	30.28 ± 0.38cd

## 2.3 不同贮存时间 3 种豆科植物 pH 值变化

如表 5 所示,3 种豆科植物的 pH 值在贮存过程中整体上呈下降趋势,除贮存 180、210 d 时楚雄南苜蓿的 pH 值大于紫花苜蓿外,其他贮存时间下,pH 值均表现为蚕豆秸秆 < 楚雄南苜蓿 < 紫花苜蓿。其中,蚕豆秸秆在贮存 180 d 和 240 d 时,其 pH 值为 3.98 和 3.85,明显低于紫花苜蓿和楚雄南苜蓿,并显著低于其他贮存时间的 pH 值;紫花苜蓿和楚雄南苜蓿均在贮存 240 d 时 pH 值最低,但均高于蚕豆秸秆。

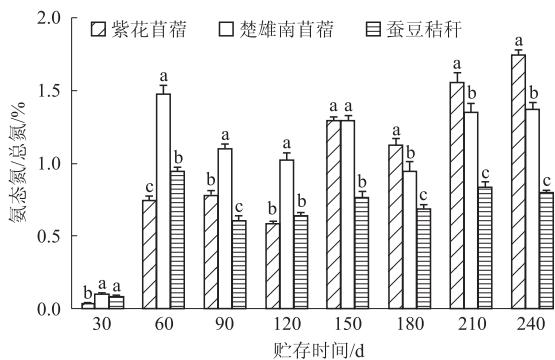
## 2.4 不同贮存时间 3 种豆科植物氨态氮含量变化

贮存 30 ~ 120 d,3 种豆科植物的氨态氮/总氮基本表现为紫花苜蓿 < 蚕豆秸秆 < 楚雄南苜蓿,贮存 150 ~ 240 d,3 种豆科植物的氨态氮/总氮则表现为蚕豆秸秆 < 楚雄南苜蓿 < 紫花苜蓿(图 1)。其

中,紫花苜蓿的氨态氮/总氮基本呈现上升趋势,楚雄南苜蓿和蚕豆秸秆的氨态氮/总氮基本呈现先升高后下降至平缓的趋势。3 种豆科植物的氨态氮含量均在贮存 30 d 时最低;楚雄南苜蓿的氨态氮/总氮在贮存 60 d 时最高,显著高于紫花苜蓿和蚕豆秸秆;紫花苜蓿的氨态氮含量在 240 d 时最高,显著高于楚雄南苜蓿和蚕豆秸秆。这可能是由于不同贮存时间下微生物活动程度不同导致蛋白质降解存在变化。

表 5 不同贮存时间下 3 种豆科植物 pH 值 %

贮存时间/d	紫花苜蓿	楚雄南苜蓿	蚕豆秸秆
30	5.97 ± 0.03a	5.53 ± 0.05a	4.70 ± 0.03a
60	5.95 ± 0.03a	5.23 ± 0.05b	4.42 ± 0.03bc
90	5.72 ± 0.04b	5.05 ± 0.05bc	4.24 ± 0.03c
120	5.62 ± 0.03b	4.92 ± 0.02c	4.21 ± 0.05c
150	5.29 ± 0.03c	5.09 ± 0.05bc	4.53 ± 0.08b
180	4.80 ± 0.05d	5.47 ± 0.08a	3.98 ± 0.05d
210	4.67 ± 0.03e	4.94 ± 0.05c	4.26 ± 0.09c
240	4.59 ± 0.05e	4.58 ± 0.03d	3.85 ± 0.06d



同一贮存时间标不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ ) , 下同

图 1 不同贮存时间下 3 种豆科植物氨态氮含量

## 2.5 不同贮存时间 3 种豆科植物乳酸含量变化

从图 2 可以看出,紫花苜蓿的乳酸含量整体呈上升趋势,楚雄南苜蓿和蚕豆秸秆整体呈先上升后下降的趋势;其中,贮存 60~180 d,楚雄南苜蓿的乳酸含量高于紫花苜蓿和蚕豆秸秆;贮存 210~240 d,紫花苜蓿的乳酸含量显著高于蚕豆秸秆和楚雄南苜蓿。紫花苜蓿的乳酸含量在贮存 210 d 时最高,达到 4.25%,蚕豆秸秆的乳酸含量在贮存 60 d 达到最高,楚雄南苜蓿的乳酸含量在贮存 150 d 时最高,为 4.22%;而紫花苜蓿和蚕豆秸秆的乳酸含量均在贮存 180 d 时最低,楚雄南苜蓿在贮存 30 d 时乳酸含量最低。这可能是由于不同植物可溶性碳水化合物含量不同,导致其在不同贮存时间下乳酸菌发酵程度不同,乳酸含量存在差异性。

## 2.6 不同贮存时间 3 种豆科植物乙酸含量变化

除贮存 90 d 外,在整个青贮时期,蚕豆秸秆的

乙酸含量均显著低于紫花苜蓿和楚雄南苜蓿(图 3),且紫花苜蓿和楚雄南苜蓿的乙酸含量基本表现为先下降后上升趋势,蚕豆秸秆的乙酸含量基本呈下降趋势。其中,蚕豆秸秆在贮存 120 d 和 240 d 时乙酸含量较低,分别仅为 0.13% 和 0.10%。紫花苜蓿在贮存 90 d 时乙酸含量最低,贮存 210 d 和 240 d 时最高;楚雄南苜蓿的乙酸含量在整个青贮时期均较高,在贮存 90、120 d 时相对较低,但仍显著高于蚕豆秸秆。

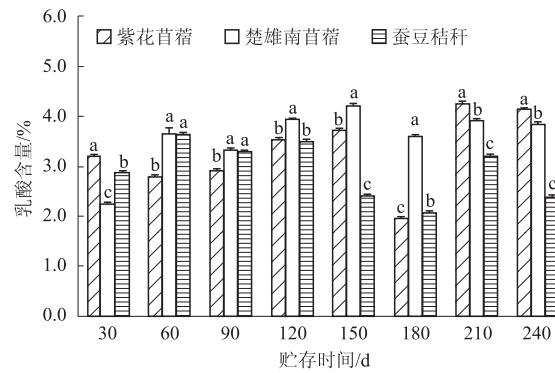


图 2 不同贮存时间下 3 种豆科植物乳酸含量

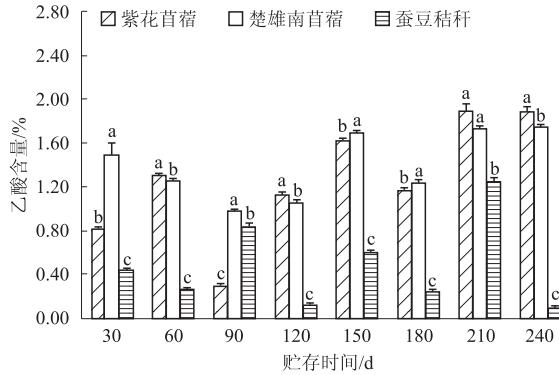


图 3 不同贮存时间下 3 种豆科植物乙酸含量

## 2.7 不同贮存时间 3 种豆科植物丙酸含量变化

从图 4 可以看出,整个青贮时期,蚕豆秸秆的丙酸含量均显著低于紫花苜蓿和楚雄南苜蓿。其中,蚕豆秸秆除在贮存 210 d 丙酸含量较高外,其他贮存时间均较低。在贮存 120 d 时,分别显著低于楚雄南苜蓿和紫花苜蓿 0.70 个百分点和 0.49 个百分点。紫花苜蓿在贮存 90 d 和 180 d 时,丙酸含量较低,在贮存 210 d 和 240 d 时最高,显著高于蚕豆秸秆;楚雄南苜蓿的丙酸含量在贮存 30~90 d 时较低,其他贮存时间则一直维持较高水平,显著高于蚕豆秸秆和紫花苜蓿(210 d 除外)。

## 2.8 不同贮存时间 3 种豆科植物丁酸含量变化

从图 5 可以看出,蚕豆秸秆除在贮存 210 d 时有少量丁酸产生外,其他贮存时间均无丁酸产生。紫花苜蓿在贮存 30~90 d 无丁酸产生,贮存 120~

240 d 均有丁酸产生,在贮存 150 d 时丁酸含量最高,达到 0.23%。而楚雄南苜蓿除在贮存 180 d 和 240 d 外,其他贮存时间下均有丁酸产生,且在贮存 60 d 时,其丁酸含量较高。

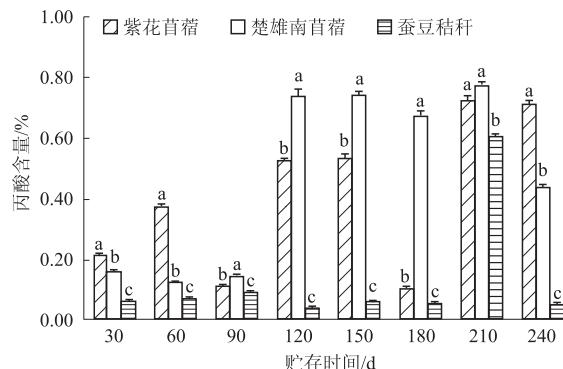


图 4 不同贮存时间下 3 种豆科植物丙酸含量

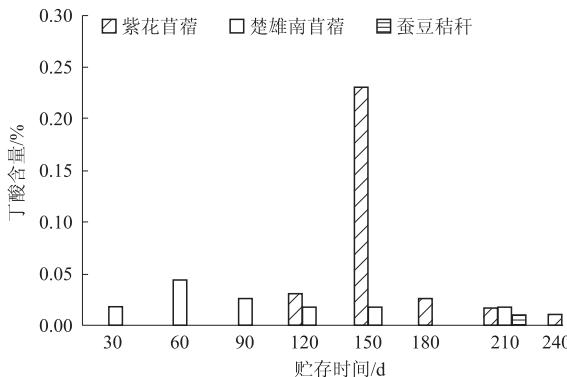


图 5 不同贮存时间下 3 种豆科植物丁酸含量

### 3 结论与讨论

纤维中含有大量不能被草食动物消化利用的物质,本研究中,3 种豆科植物的酸性洗涤纤维和中性洗涤纤维含量较低,这是由于在裹包青贮的厌氧环境下,发酵微生物有效降解了纤维含量。pH 值是反映青贮饲料发酵品质的重要指标,pH 值低说明青贮饲料发酵效果好,优质青贮料 pH 值应在 4.20 以下<sup>[12]</sup>。本研究中,蚕豆秸秆的 pH 值在贮存过程中基本达到优质青贮饲料的标准,优于紫花苜蓿和楚雄南苜蓿,这与阿依丁等<sup>[13]</sup>的研究结果一致,反映了其良好的发酵品质。乳酸含量方面,本研究中 3 种豆科植物的乳酸含量在贮存 120 d 时达到 3.50% ~ 3.90%,这与荀桂荣等<sup>[14]</sup>的研究结果一致。乳酸菌发酵产生乳酸,能够在短时间内抑制有害微生物的繁殖并阻止有害物质产生,从而进一步提高青贮料的品质。氨态氮含量的高低直接反映青贮原料的蛋白质降解程度,氨态氮含量越高,说明青贮原料中蛋白质降解越多,青贮品质越差。本研究中 3 种豆科植物在贮存 60 d 和 120 d 时,氨态氮含

量与顾拥建等<sup>[6]</sup>和荀桂荣等<sup>[14]</sup>的研究结果不尽一致,本研究中的氨态氮含量偏低,这可能是由于 3 种豆科植物的蛋白质含量较高,而可溶性碳水化合物含量较低,导致贮存过程中微生物发酵不完全而造成的。丁酸的产生不仅会加重家畜病害,还会影响家畜的新陈代谢和生长性能,丁酸含量高低反映青贮饲料的品质好坏,丁酸含量越多,青贮品质越差。本研究中,紫花苜蓿和楚雄南苜蓿有部分丁酸产生,但蚕豆秸秆在贮存过程中几乎无丁酸产生,这可能是由于三者在青贮过程中水分存在差异,导致有害微生物发酵所致。此外,青贮品质还受裹包层数等因素的影响。白春生等<sup>[15]</sup>、Keller 等<sup>[16]</sup>和 Mceniry 等<sup>[17]</sup>通过采用不同层数拉伸膜裹包青贮发现,2 层包裹的青贮原料与其他包裹层数的青贮原料相比,不仅发霉严重,发酵品质总体上也都较差。崔国文等<sup>[18]</sup>研究发现,拉伸膜裹包青贮选择 4 层裹包较为适宜。含水量过高或过低都会影响青贮原料的发酵品质<sup>[19-21]</sup>。适宜的青贮原料含水量应维持在 50% ~ 65%,适宜的含水量可使青贮原料 pH 值在发酵过程中迅速下降以抑制有害菌群活动,并保证有机酸发酵处于适当环境,从而减少蛋白质降解。因此,豆科植物类进行拉伸膜裹包青贮制作,应尽量选择 4 层以上的包裹,避免由于包裹不严而导致霉烂、影响发酵品质的问题。保证干物质含量维持在恰当范围,并可考虑加入合适的添加剂或和禾本科类易青贮的牧草以合适比例混合青贮,以保证发酵的基本条件,提高饲草原料的青贮品质<sup>[22-29]</sup>。

对于不同豆科植物而言,适当的青贮时间有助于改善青贮品质。短时间贮存(30 ~ 90 d),紫花苜蓿表现出较强的优势,其次是楚雄南苜蓿,蚕豆秸秆较差;随贮存时间延长(120 ~ 240 d),蚕豆秸秆优势逐渐显现,表现出优于紫花苜蓿和楚雄南苜蓿的趋势。因此,长期贮存的条件下,蚕豆秸秆具有更好的饲用优势,未来可考虑作为蛋白质饲料替代部分豆科牧草,其作为饲料推广和发展应用前景十分广阔。

### 参考文献:

- [1] 任继周. 我国传统农业结构不改变不行了——粮食九连增后的隐忧[J]. 草业学报, 2013, 22(3): 1-5.
- [2] 马宝山. 蚕豆的药用[N]. 上海中医药报, 2007-04-20 (005).
- [3] 岳信龙, 蔡明, 牟兰, 等. 蚕豆秸秆拉伸膜裹包青贮营养成分动态变化研究[J]. 家畜生态学报, 2016, 37(6): 51-54, 78.
- [4] 任海龙, 魏臻武, 陈祥. 金花菜应用研究进展[J]. 中国野生植物资源, 2014, 33(5): 33-36.

- [5] 徐晓俞,李爱萍,吴凌云,等.蚕豆秸秆综合利用研究进展[J].福建农业学报,2015,30(2):204-207.
- [6] 顾拥建,占今舜,沙文峰,等.不同处理方式对青贮蚕豆秸秆发酵品质和营养成分的影响[J].饲料研究,2016(8):1-3,50.
- [7] Helfrich M, Ludwig B, Potthoff M, et al. Effect of litter quality and soil fungi on macroaggregate dynamics and associated partitioning of litter carbon and nitrogen[J]. Soil Biology & Biochemistry, 2008, 40(7):1823-1835.
- [8] 刘国道,罗丽娟,白昌军,等.海南豆科饲用植物资源及营养价值评价[J].草地学报,2006,14(3):254-260.
- [9] 杨胜.饲料分析及饲料质量检测技术[M].北京:北京农业大学出版社,1993.
- [10] 高月娥,张美艳,徐驰,等.苜蓿属拉伸膜裹包青贮品质变化规律[J].中国草地学报,2016,38(2):111-116.
- [11] 李友元,陈长华,陶萍.高效液相色谱法测定螺旋霉素发酵液中的有机酸[J].色谱,2002,20(1):46-48.
- [12] 张养东,杨军香,王宗伟,等.青贮饲料理化品质评定研究进展[J].中国畜牧杂志,2016,52(12):37-42.
- [13] 阿依丁,李学森,王博,等.三种豆科牧草捆裹青贮技术初步研究[J].草食家畜,2005(1):59-60,63.
- [14] 荀桂荣,韩建国,玉柱.不同裹包方式对紫花苜蓿青贮品质的影响评价[C]//中国草学会.2007年中国草学会青年工作委员会学术研讨会论文集.海口:[出版者不详],2007:388-394.
- [15] 白春生,玉柱,薛艳林,等.裹包层数对苜蓿拉伸膜裹包青贮品质的影响[J].草地学报,2007,15(1):39-42.
- [16] Keller T H, Nonn H, Jeroch H. The effect of sealing and of additives on the fermentation characteristics and mould and yeast counts in stretch film wrapped big-bale lucerne silage[J]. Arch Anim Nutr, 1998, 51:63-75.
- [17] Mceniry J, Forristal P D, O' kiely P. Factors influencing the conservation characteristics of baled and precision-chop grass silages[J]. Irish Journal of Agricultural and Food Research, 2011, 50(2):175-188.
- [18] 崔国文,徐春阳,刘护国,等.紫花苜蓿半干捆包青贮技术的研究[J].中国草地,2005,27(4):15-19.
- [19] 聂柱山,玉兰.水份含量对袋装苜蓿青贮品质影响的研究[J].中国草地,1990(1):71-74.
- [20] 李改英,高腾云,傅彤,等.影响苜蓿青贮的因素及其青贮技术的研究进展[J].中国畜牧兽医,2010,37(12):22-26.
- [21] 李向林,万里强.苜蓿青贮技术研究进展[J].草业学报,2005,14(2):9-15.
- [22] 玉柱,荀桂荣,韩建国,等.苜蓿拉伸膜裹包青贮研究[C]//中国草学会,中国畜牧业协会.第二届中国苜蓿发展大会暨牧草种子、机械、产品展示会论文集.北京:[出版者不详],2003:136-138.
- [23] Filya I. The effect of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of low dry matter corn and sorghum silages [J]. Journal of Dairy Science, 2003, 86(11):3575-3581.
- [24] 葛剑,刘贵河,杨翠军,等.紫花苜蓿混合青贮研究进展[J].河南农业科学,2014,43(9):6-10,17.
- [25] 董起飞,宋婷婷,玉柱,等.不同添加剂对鸭茅青贮饲料品质的影响[J].山西农业科学,2011,39(10):1119-1121.
- [26] Filya I, Sucu E, Karabulut A. The effects of *Propionibacterium acidipropionici* and *Lactobacillus plantarum*, applied at ensiling, on the fermentation and aerobic stability of low dry matter corn and sorghum silages [J]. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, 2006, 33(5):353-358.
- [27] 段宇珩,谈重芳,王雁萍,等.青贮饲料中微生物及乳酸菌特性初步研究[J].河南农业科学,2008,37(6):111-113,124.
- [28] 薛艳林,白春生,玉柱,等.添加剂对苜蓿草渣青贮饲料品质的影响[J].草地学报,2007,15(4):339-343.
- [29] 魏金涛,严念东,杨雪海,等.复合青贮剂对苎麻青贮品质的影响[J].河南农业科学,2017,46(1):132-135,139.