

苜蓿青贮部分替代玉米青贮对泌乳奶牛生产性能的影响

李志强¹, 李长才¹, 玉柱¹, 刘忠宽²

(1.中国农业大学草地研究所, 北京 100193; 2.河北省农林科学院农业资源环境研究所, 石家庄 050051)

摘要 24头2~4胎次的荷斯坦奶牛随机分为三组,各组产奶量($30.0\pm0.5\text{kg}$)、体重($600\pm36\text{kg}$)、胎次(3.2 ± 0.3)、泌乳天数($102\pm13\text{d}$)差异不显著($P>0.05$)。奶牛日粮中苜蓿青贮替代玉米青贮的量分别为0kg(对照)、4kg和8kg鲜重,相应日粮干物质(DM)中粗蛋白含量分别为17.45%、17.73%和18.01%。结果表明,苜蓿青贮部分替代玉米青贮,可以极显著提高干物质采食量(DMI)、产奶量、4%标准乳产量、乳蛋白率、乳蛋白产量、乳脂产量($P<0.01$)。苜蓿青贮部分替代玉米青贮对于乳脂率和饲料转化率没有显著的影响($P>0.05$)。在奶牛日粮中使用苜蓿青贮替代玉米青贮,可以提高经济效益,与对照组相比,8kg组纯增效益最高。

关键词 苜蓿青贮; 玉米青贮; 泌乳奶牛

Effect of Partial Replacement of Corn Silage with Alfalfa Silage on Production Performance of Lactating Dairy Cows

Li Zhiqiang¹, Li Changcai¹, Yu Zhu¹, Liu Zhongkuan²

(¹ Institute of Grassland Science, China Agricultural University, Beijing, 100193; ² Institute of Agricultural Resource and Environment Science, Hebei Academy of Agriculture and Forestry, Shijiazhuang, 050051)

Abstract: 24 multiparous, lactating Holstein cows were assigned to 3 groups according to milk yield($30.0\pm0.5\text{kg}$), body weight($600\pm36\text{kg}$), parity(3.2 ± 0.3) and days in milk(DIM)($102\pm13\text{ d}$) with a randomized design. No difference was existed among groups. The amount of the replacement of corn silage with alfalfa silage in these diets was 0(control), 4, 8kg respectively, corresponding crude protein (CP) concentration was 17.45%, 17.73%, 18.01%. The results were as follows : As the replacement of corn silage with alfalfa silage in diet increased, DMI, milk yield, 4%FCM yield, milk protein percentage, milk protein yield and milk fat yield were significantly increased($P < 0.01$). No change was found in milk fat percentage, feed conversion ratio ($P > 0.05$). The replacement of corn silage with alfalfa silage in the dairy cows diet increased economic income. Compared with control, using 8kg alfalfa silage in diet could achieve the greatest profit.

Keywords: Alfalfa silage, Corn silage, Lactating dairy cow

据中国海关数据统计，2014年中国进口苜蓿干草总计88.40万吨，连续两年排名世界第一，同比增16.99%；进口金额总计34232.07万美元，同比增21.99%，全年平均到岸价为387.24美元/吨。苜蓿干草开始出现在越来越多奶牛的日粮中，中国乳业因此得到了快速发展。在苜蓿干草进口继续攀升的同时，国产苜蓿干草由于地域和气候限制、机械化程度高、制作复杂等原因，质低、量少，不能满足奶牛需要。与苜蓿干草相比，苜蓿青贮适宜地域广、制作方便。在广大非干草生产区推广苜蓿青贮(Alfalfa Silage, AS)的制作，并将苜蓿青贮添加到奶牛日粮中，可以推动国内苜蓿产业的发展，减少对进口苜蓿干草的依赖。本实验通过苜蓿青贮部分替代玉米青贮，研究其对泌乳奶牛生产性能的影响，为苜蓿青贮应用于奶牛日粮配方提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点与试验期

试验于2014年11月至2015年2月在河北省承德市丰宁满族自治县五道营乡京北缘天然农牧有限责任公司第一牧场进行。试验共进行11周，其中预试期3周，正试期8周。

1.2 试验设计

从1000头泌乳牛中选取试验前日产奶量30.0kg(± 0.5)、胎次2~4胎(3.2 ± 0.3)、泌乳天数102d(± 13)、体重平均为600kg的24头健康荷斯坦泌乳牛。采用完全随机设计，试验分为3个组，每组8头牛，组间试验前日产奶量、体重、胎次、泌乳天数差异不显著($P > 0.05$)。

采用2014年7月制作的裹包苜蓿青贮，对照组日粮中不包括苜蓿青贮，两个试验组苜蓿青贮的添加量分别为4kg、8kg鲜重，即0AS组(对照组)、4AS组、8AS组，苜蓿青贮与玉米青贮的干物质总和保持不变，其它组分相同。饲料原料的营养成分以及配合后的三组日粮配方见表1与表2。

表1 饲料原料的营养成分含量

Table 1 Nutrient composition of feed

	DM (%)	CP (%DM)	NDF (%DM)	ADF (%DM)	钙 (%DM)	磷 (%DM)
艾福斯90精料	88.45	20.80	22.85	9.26	1.70	0.63
乐福1918精料	88.60	22.80	30.00	11.36	1.99	0.42
羊草	90.00	7.58	46.16	37.22	0.92	0.20
酒糟	24.09	26.31	56.26	20.65	0.57	0.31
玉米青贮	20.62	10.24	63.32	33.31	0.95	0.18
苜蓿青贮	30.34	14.90	51.53	33.66	3.05	0.36

表 2 日粮配方及营养成分含量

Table 2 Diet formulation and nutrient composition

	0AS	4AS	8AS
艾福斯 90 精料 (%DM)	6.7	6.7	6.7
乐福 1918 精料 (%DM)	51.0	51.0	51.0
羊草 (%DM)	18.0	18.0	18.0
酒糟 (%DM)	3.6	3.6	3.6
玉米青贮 (%DM)	20.7	14.7	8.7
苜蓿青贮 (%DM)	0	6.0	12.0
营养成分含量:			
NE _L (MJ/kgDM)	7.33	7.23	7.13
CP (%DM)	17.45	17.73	18.01
NDF (%DM)	40.27	39.56	38.86
ADF(%DM)	20.75	20.77	20.79
Ca (%DM)	1.51	1.63	1.76
P (%DM)	0.34	0.35	0.36

1.3 试验奶牛管理

三组试验牛的日粮均按日粮配方配制成 TMR 后每日由饲养员进行单独饲喂。每头牛配置一个直径 60cm、高 50cm 的圆柱形饲槽，以便测定剩料并计算干物质采食量。试验牛群自由采食，每日两次投放 TMR，投喂时间为上午七点至十点以及下午四点到晚上九点。试验牛自由饮水，每天两次机械挤奶，时间为凌晨三点半和下午三点半。

1.4 试验数据测定

干物质采食量(DMI)每周测 1 次，逐头测定剩料量并用铝盒采样在 105℃下烘干 3h 测定干物质含量，然后计算剩料干物质量及奶牛干物质采食量。产奶量每周测 1 次，用乳量仪分早、晚 2 次逐头测定。乳成分每 1 周测 1 次，每头奶牛采样 50ml，分早、晚 2 次各采取 25ml，混合后在缘天然乳业公司测定乳脂率、乳蛋白率。

1.5 日粮成本和经济效益计算

根据日粮成分价格及奶牛 DMI 计算日粮成本。牛奶价格采用农业部定点监测价格，不考虑乳成分变化对奶价的影响。经济效益即为牛奶收入与日粮成本之差。

1.6 统计分析

用 excel2007 进行单因素方差分析。

2 结果与分析

2.1 日粮不同水平的苜蓿青贮对奶牛干物质采食量的影响

干物质采食量 (DMI) 是保证奶牛正常生理代谢以及泌乳的关键, DMI 直接决定了产奶量。影响奶牛 DMI 的因素很多, 不仅包括饲料的物理和化学因素, 也包括奶牛的自身生理因素等, 日粮中的 NDF 和 CP 影响 DMI。根据瘤-网胃物理充满程度理论, 消化率较低的饲料成为 DMI 木桶效应里的短板, 其原因是这些低消化率的饲料在瘤胃里的降解速度较慢。饲料中 NDF 组分的降解速度通常较慢, 所以被认为是与瘤胃充满程度效应相关的主要饲料成分因子。Mertens 认为, 饲料中中性洗涤纤维(NDF)的含量影响 DMI 的上限与下限^[1]。随着苜蓿青贮替代玉米青贮比例的增加, 日粮中的 NDF 含量逐渐下降, 0AS、4AS、8AS 三组日粮的 NDF 含量分别是 40.27%、39.56%、38.86%, 干物质采食量增加。这种变化趋势与 Allen 研究的结果相一致^[2]。0AS、4AS、8AS 三组的粗蛋白分别为 17.45%、17.73%、18.01%, 随着粗蛋白含量增加, 干物质采食量增加, 这与 Roffler 等的研究结果一致^[3]。实验期间 0AS、4AS、8AS 三组的平均干物质采食量分别为: 20.62kg/d、21.31kg/d、22.08kg/d, 组间达到了差异极显著 ($P<0.01$), 表明在苜蓿青贮替代玉米青贮能提高奶牛 DMI (表 3)

表 3 日粮不同水平的苜蓿青贮对干物质采食量的影响 kg

Table3 The effect of different levels of alfalfa silage on DMI kg

泌乳周数	0AS	4AS	8AS
14	21.62	22.82	22.57
15	20.49	20.78	21.97
16	22.10	20.90	22.84
17	20.40	21.97	22.21
18	19.44	21.63	22.77
19	19.68	19.80	20.36
20	20.56	21.50	21.48
21	20.69	21.07	22.40
平均值	20.62±0.89 ^{Bb}	21.31±0.90 ^{ABab}	22.08±0.82 ^{Aa}

注: 同行肩标不同大写字母者差异极显著 ($P<0.01$), 标不同小写字母者差异显著 ($P<0.05$)。

Note: The means in the row with different capital letter (small letter) indicate significant difference at 0.01(0.05) level.

2.2 日粮不同水平的苜蓿青贮对奶牛产奶量的影响

0AS、4AS、8AS 三组奶牛的产奶量均呈现下降趋势(表 4), 符合 NRC(2001)的奶牛泌乳曲线。三组试验牛试验前的平均泌乳期为 14 周, 均过了泌乳高峰期, 奶牛的产奶量将成下降趋势, 这是由奶牛特殊的生理造成的。与对照组相比, 随着苜蓿青贮替代玉米青贮量的增加, DMI 呈现上升趋势, 相应的产奶量也呈现出相类似的上升趋势, 这表明 DMI 增加, 会增加产奶量, 这与 NRC(2001)的研究相一致。随着日粮粗蛋白含量增加, DMI 增加, 产奶量呈现了增加趋势, 这与 Roffler 等^[3]和李志强等^[4]研究结果一致。实验期间 0AS、4AS、8AS 三组奶牛的平均产奶量分别为: 26.73kg/d、28.06kg/d、28.84kg/d, 组间达到了差异极显著 ($P<0.01$), 表明在苜蓿青贮替代玉米青贮能提高奶牛牛奶产量(表 4)。

第六届中国苜蓿发展大会

表 4 日粮不同水平的苜蓿青贮对产奶量的影响 kg/d

Table4 The effect of different levels of alfalfa silage on milk yield kg/d

泌乳周数	0AS	4AS	8AS
14	27.78	30.35	30.08
15	26.40	29.30	29.96
16	26.83	28.05	28.76
17	25.90	27.25	29.56
18	27.35	26.55	28.24
19	26.95	28.10	27.52
20	26.90	27.50	28.56
21	25.75	27.40	28.00
平均值	26.73±0.69 ^{Bb}	28.06±1.22 ^{ABa}	28.84±0.94 ^{Aa}

注：同行肩标不同大写字母者差异极显著 ($P<0.01$)，标不同小写字母者差异显著 ($P<0.05$)。

Note: The means in the row with different capital letter (small letter) indicate significant difference at 0.01(0.05) level.

2.3 日粮不同水平的苜蓿青贮对乳脂率和乳蛋白率的影响

牛奶中的乳脂约有一半来自于饲料中的经降解后的脂肪，另一半来自于饲料在瘤胃中发酵后的主要产物乙酸，乙酸能被奶牛的乳腺吸收后用于合成乳脂。Romo 等^[5]研究表明随着日粮中 NDF 含量的增加乳脂率得到提高。通常玉米青贮的 NDF 含量高于苜蓿青贮 (DM 基础)，Groff 和 Wu^[6]研究却表明，随着玉米青贮替代苜蓿青贮的比例提高，乳脂率变化不明显，本文得出了与之相似的研究结果 (表 5)。

乳蛋白率也是衡量乳质的重要指标，乳蛋白受日粮组成影响。实验结果表明，日粮中乳蛋白率变化与日粮中粗蛋白含量变化一致，乳蛋白率以乳蛋白量均随着日粮中粗蛋白水平的提高而增加，这与 Metcalf 等^[7]和 Burke 等^[8]的研究结果一致。三组乳蛋白率存在着极显著差异 ($P<0.01$)，这与 Broderick^[9]的研究一致，苜蓿青贮替代玉米青贮能显著提高乳蛋白率。

表 5 日粮不同水平的苜蓿青贮对乳脂率和乳蛋白率的影响

Table1 The effect of different levels of alfalfa silage on milk fat and protein percentage

	0AS	4AS	8AS
乳脂率 (%)	4.14±0.10 ^a	4.11±0.12 ^a	4.09±0.18 ^a
4 %标准乳 (kg/d)	27.29±1.00 ^{Bb}	28.50±1.00 ^{ABa}	29.20±0.74 ^{Aa}
乳脂量 (g/d)	1107.45±49.93 ^{Bb}	1151.89±39.02 ^{ABab}	1177.70±39.42 ^{Aa}
乳蛋白率 (%)	3.12±0.03 ^{Bb}	3.23±0.05 ^{Aa}	3.27±0.09 ^{Aa}
乳蛋白量 (g/d)	833.66±23.34 ^{Bc}	907.01±28.33 ^{Ab}	943.52±24.12 ^{Aa}

注：同行肩标不同大写字母者差异极显著 ($P<0.01$)，标不同小写字母者差异显著 ($P<0.05$)。

Note: The means in the row with different capital letter (small letter) indicate significant difference at 0.01(0.05) level.

2.4 日粮不同水平的苜蓿青贮对奶牛生产效率的影响

奶牛生产效率指标包括饲料转化效率、日粮 CP 转化效率等。饲料转化效率指的是奶牛每采食 1kg 日粮干物质所产生的 4%FCM 的量。三组奶牛的饲料转化效率分别为 1.33、1.34、1.32，组间没有显著差异。

三组奶牛的日粮 CP 转化效率分别为 23.18%、23.99%、23.72%，呈现出先上升再下降的趋势，这与日粮中 CP 的增加的趋势不一致，与李志强等^[4]和 Wu 等^[10]研究结果不一致。在一定的产奶量范围内，产奶量的提高通常伴随着日粮 CP 转化效率的提高，但产奶量再提高，日粮 CP 转化效率往往出现一定程度的下降，主要原因是 NRC(2001)指出日粮 CP 含量与产奶量之间存在二次曲线正相关关系，而不是线性正相关。

2.5 日粮不同水平的苜蓿青贮对日粮成本和经济效益的影响

艾福斯 90、乐福 1918、羊草、酒糟、玉米青贮以及苜蓿青贮的价格分别为 3.82、3.02、1.10、0.70、0.49、0.70 元/kg，换算为干物质，每公斤干物质分别 4.31、3.41、1.22、2.70、2.38、2.31 元。计算得到 0AS、4AS、8AS 组奶牛日粮每公斤干物质的价格分别为 2.84、2.83、2.83 元。牛奶价格采用的是根据农业部定点监测，2015 年 2 月份第 4 周（采集日为 2 月 25 日）内蒙古、河北等 10 个奶牛主产省（区）生鲜乳平均价格 3.43 元/公斤。根据上述数据计算不同日粮对奶牛日粮成本和经济效益的影响见表 6。

在不考虑乳蛋白率升高对奶价影响的前提下，4AS 和 8AS 组每天分别比 0AS 组增加了 2.82、3.31 元的经济效益（表 6）。考虑到 4AS 和 8AS 组的乳蛋白率与 0AS 组差异极显著（P<0.01），按照“按质论价”原则，对于高乳蛋白率的牛奶通常给予较高的收购价格，因此高乳蛋白率的 4AS 组与 8AS 组获得的潜在经济效益将会更高。

表 6 日粮不同水平的苜蓿青贮对日粮成本和经济效益的影响

Table 6 The effect of different levels of alfalfa silage on diet cost and profit

	0AS	4AS	8AS
日粮成本（元/日）	58.56	60.31	62.49
牛奶收入（元/日）	91.68	96.25	98.92
经济效益（元/日）	33.12	35.94	36.43
纯增效益（元/日）	0	2.82	3.31

3 结论

苜蓿青贮部分替代玉米青贮，可以显著提高干物质采食量、产奶量、乳蛋白率，对乳脂率和饲料转化效率没有显著影响。苜蓿青贮部分替代玉米青贮，可以增加经济效益，8kg 苜蓿青贮组的纯增效益最大。

参考文献（略）