

苜蓿青干草替代部分精料对奶牛生产性能及经济效益的影响

刘艳娜，史莹华，严学兵，王成章，梁明根，周路

(河南农业大学，河南郑州 450002)

摘要 本研究的目的在于探讨苜蓿青干草替代部分精料后对奶牛生产性能、牛奶品质和经济效益的影响，为在奶牛饲粮中合理利用苜蓿青干草和精料提供依据。选取体重、产奶量、胎次相近处于泌乳中期的中高产荷斯坦奶牛 24 头，随机分为 4 组。对照组日粮组成为全株玉米青贮料、花生秧和混合精料，精粗比为 52:48，试验 A、B、C 组分别用 3kg 苜蓿青干草替代 1.5kg、2kg、3kg 精料，饲养期 70d。结果表明：试验 A 组、B 组、C 组产奶量极显著高于对照组 ($P<0.01$)，试验 A 组显著高于 B 组、C 组 ($P<0.05$)，试验 B 组、C 组差异不显著 ($P>0.05$)；试验 A 组、B 组、C 组的乳蛋白含量显著高于对照组 ($P<0.05$)，试验 B 组和 C 组显著高于 A 组 ($P<0.05$)；试验组的乳脂率极显著 ($P<0.01$) 和乳糖、干物质显著 ($P<0.05$) 高于对照组，各试验组之间差异不显著 ($P>0.05$)。试验 A 组、B 组干物质采食量显著高于对照组和 C 组 ($P<0.05$)，C 组与对照组差异不显著 ($P>0.05$)，A 组干物质采食量最高。试验组与对照组体细胞数差异不显著 ($P>0.05$)，但均较对照组低。试验 B 组、C 组的粗蛋白表观消化率显著 ($P<0.05$) 和中性洗涤纤维表观消化率极显著 ($P<0.01$) 高于对照组，试验 A 组与对照组差异均不显著 ($P>0.05$)。试验 A 组的纯增收益最高，为 7.92 元/d。由以上结果可知，用苜蓿青干草替代适量的精料补充料可以提高奶牛的生产性能，改善乳品质，增加收益，其中用 3kg 苜蓿青干草替代 1.5kg 精料组效果最好。

关键词 奶牛；苜蓿青干草；经济效益；生产性能；节粮

Effect of Alfalfa Hay Substituting Part of the Concentrate on the Production of Cows and Economic Profit

LIU Yan-na, SHI Ying-hua, YAN Xue-bing,
WANG Cheng-zhang, LIANG Ming-gen, ZHOU Lu
(Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The experiment was conducted to study the effect of alfalfa hay substituting part of the concentrate on production performance, milk quality of dairy cows and economic profit. Twenty-four multiparous Holstein Lactation cows in mid lactation were selected, which had the similar body weight and milk production. They were randomly divided into four groups. The control group diet included corn silage, peanut vine and concentrate, the test groups A、B and C were used 3kg of alfalfa hay substituting 1.5kg, 2kg

第六届中国苜蓿发展大会

and 3kg concentrate ,respectively, for 70 days of the feeding trial. The results showed that the milk yield of the experimental groups were significantly higher than the control group ($P<0.01$), that of the group A was significantly higher than those of group B and group C ($P<0.05$), there was no significant difference for the milk yield between group B and group C ($P>0.05$). There were significant difference among experimental groups and control group in milk protein ($P<0.05$), and those of group B and group C were significantly higher than that of group A in milk protein ($P<0.05$). Compared with the control group, fat percentage ($P<0.01$), lactose and dry matter ($P<0.05$) of the test groups were significantly increased, but those were not significant among three test groups ($P>0.05$). Dry matter intake of group A was the highest, and those of the A and B groups were significantly higher than ($P<0.01$) those of group C and the control group, however, the difference was not significant between group C and the control group ($P>0.05$). Compared to the control group, somatic cell count of the test groups reduced, but the difference among the four groups were not significant ($P>0.05$). The apparent digestibility of crude protein ($P<0.05$) and neutral detergent fiber ($P<0.01$) of the group A and group B were significantly higher than that of the control group, but the difference was not significant between the group A and the control group ($P>0.05$). The profit of group A was the greatest, which was 7.92 yuan/d. The above results showed 3 kg alfalfa hay substituting different ration of concentrate can improve the milk yield, the quality of milk and profit. So 3kg alfalfa hay substituting 1.5kg concentrate was suggested.

Keywords: dairy cow; alfalfa hay; economic profit; production performance; grain-saving

我国 2010 年 6 月正式实施的乳品安全国家标准中，乳蛋白含量从 1986 年的 2.95% 降至 2.8%，细菌总数则从 2003 年的 50 万. mL^{-1} 下调至 200 万. mL^{-1} ，均为历史新低。而丹麦、新西兰等几乎所有的乳业大国，生乳蛋白质含量标准都在 3.0% 以上；美国、欧盟规定牛奶中细菌总数低于 10 万. mL^{-1} ，丹麦为 3 万. mL^{-1} ，都仅仅是中国的几十分之一；而且我国每头奶牛单产仅相当于发达国家的 1/2~1/3。推造成以上现象的主要原因是我国大多数奶牛养殖单位长期采用玉米秸秆青贮料+高精料这一落后的饲喂模式，奶牛饲粮缺乏优质的豆科牧草所致。由于玉米秸秆营养价值低，因此奶牛养殖者为提高产奶量采用的高精料饲养模式常带来不良后果：耗费了大量的饲料粮，不利于国家的粮食安全；牛奶产量和品质下降，尤其是牛奶品质不能得到保障；引发奶牛瘤胃酸中毒等一系列代谢性疾病，减少了奶牛的使用寿命。在奶牛饲粮中使用优质苜蓿青干草和全株玉米青贮饲料即提高粗饲料质量、降低精饲料的使用量是提高奶牛生产性能、改善牛奶品质和提高经济效益的重要途径。

苜蓿青干草含有丰富的蛋白质，占其干物质的 18% 左右，其蛋白质品质优良，含有 20 多种氨基酸，包括人和动物全部的必需氨基酸和一些稀有氨基酸，如刀豆氨酸、瓜氨酸等。苜蓿的氨基酸组成接近乳清粉，富含赖氨酸，含量高达 1.06%~1.38%，比玉米高 4.5 倍，有利于平衡谷物饲料中赖氨酸的不足和乳蛋白含量的提高。挥发性脂肪酸（volatile fatty acid, VFA）中的乙酸是合成乳脂的前体，提高瘤胃中乙酸的产量可以在一定程度上提高乳脂率，苜蓿青干草的乙酸产量在粗饲料中是最高的，所以奶牛日粮中添加苜蓿青干草有利于乳脂率的提高；粗饲料的有效中性纤维（efficient neutral

detergent fiber,eNDF) 含量也是影响乳脂率的一个重要因素, eNDF 含量越高, 维持和提高乳脂率的作用越强, 苜蓿中的 eNDF 含量在几乎所有粗饲料中也是最高的。此外, 苜蓿适口性好, 还含有丰富的维生素、矿物质, 营养均衡而全面, 因此苜蓿是奶牛饲养一种理想的优质牧草。

国内外关于苜蓿在奶牛饲粮中应用已进行过较多的研究。苜蓿已成为美国、加拿大等国家奶牛饲养的一种基本日粮组分, 其粗饲料组成几乎都含有苜蓿的一种或几种处理形式。但国内外奶牛饲养利用苜蓿所开展的相关研究中, 多偏重于不同苜蓿青干草添加量或代替精料量对其生产性能、牛奶品质的影响方面。例如岳春旺 (2009) 用苜蓿青干草 0kg、3kg、6kg、9kg 分别替代了 0kg、2.2kg、3.1kg、3.7kg 精料, 其试验组的产奶量和乳蛋白无明显改善, 唯乳脂率有显著提高, 其中 6kg 替代组效果最佳。李志强等在高产奶牛饲粮中添加 3kg、6kg、9kg 的苜蓿青干草, 饲粮中粗蛋白质含量依次为 16.4%、17.9% 和 19.4%, 结果随着苜蓿青干草添加量和饲粮中粗蛋白质含量的增加, 产奶量极显著增加, 干物质采食量、乳蛋白和乳脂量显著改善, 但其乳蛋白率和乳脂率无明显提高, 其中每头奶牛日喂 9kg 苜蓿效果最好。Rebecca (1983) 在奶牛的泌乳早期用苜蓿青干草和苜蓿青贮料作为基础粗饲料, 用 20% 苜蓿青干草替代等量精料, 结果产奶量下降了 9.2%, 乳蛋白质率 (%) 均为 3.2, 乳脂率由 3.2% 提高到了 3.7 %。上述这些不同苜蓿青干草添加量或代替精料量的研究中, 普遍认为苜蓿青干草在奶牛中的用量以 6-9kg 为宜。但我国现阶段苜蓿生产量很少, 国产苜蓿价格高、进口苜蓿价格昂贵的局面很难在短期内改变, 奶牛饲粮中使用高用量的苜蓿在生产实践中几乎很难实行, 每头奶牛每天 3kg 左右的苜蓿青干草是奶牛养殖者普遍能接受的使用量水平; 而且, 国内外相关的研究中, 对苜蓿在改善牛奶乳脂率方面有较为一致的结果, 但对牛奶产量和牛奶乳蛋白方面结果很不一致。因此, 研究我国目前的玉米青贮料+高精料的饲养模式下, 以 3kg 的苜蓿青干草代替不同量的精料, 对奶牛的生产性能、牛奶品质和经济效益的影响以及其节粮潜力, 就有着十分重要的意义, 其结果可为苜蓿在奶牛中的应用和节粮潜力提供科学参考。

1 材料与方法

1.1 试验地点与试验期

试验于 2011 年 10 月 10 日 至 2011 年 12 月 18 日在郑州市中荷奶业科技发展有限公司的奶牛养殖场进行。试验期 10 周, 其中预试期 2 周, 正试期 8 周。

1.2 试验设计

选取胎次 2~4 胎 (平均 2.5 胎)、体重 $550 \pm 27\text{kg}$ 、产奶量 $23 \pm 1.1\text{kg}$ 的泌乳中期的中高产中国荷斯坦奶牛 24 头, 采用完全随机设计, 分为 4 组, 每组 6 头牛。

试验用苜蓿为本公司生产田 2011 年初花期刈割的第一茬紫花苜蓿, 经田间干燥、打捆后贮存的青干草。以干物质 (dry matter,DM) 为基础 (%): 粗蛋白质 (crude protein,CP) 含量为 16.32, 中性洗涤纤维 (neutral detergent fiber, NDF) 含量为 43.80, 酸性洗涤纤维 (acid detergent fiber, ADF) 35.87, ca 1.29, p 0.56。试验分为四个组, 对照组饲喂基础日粮: 精料补充料 11.83kg, 花生秧 3.5kg, 全株玉米青贮料 6.49kg (含水量为 25.1%)。试验组分别用 3kg 苜蓿青干草替代 1.5kg (A 组)、2kg (B 组)、3kg (C 组) 精料补充料。各组日粮组成及营养成分见表 1。对照组使用养殖场精料配方, 各试验组在

第六届中国苜蓿发展大会

其基础上适当改动（见表 2）。

表 1 试验饲粮组成和营养水平 (DM 基础)

Table 1 Diet composition and nutritional levels

	对照组 Control group	A 组 A group	B 组 B group	C 组 C group
全株玉米青贮料.Corn silage (%)	32.4	30.5	31.2	32.4
花生秧 Peanut vine (%)	15.6	14.6	14.9	15.6
苜蓿青干草 Alfalfa hay (%)	0.0	12.3	12.5	13.1
混合精料 Concentrate (%)	52.0	42.6	41.4	38.9
营养浓度 Nutrient content				
NE _L (MJ/kg)	6.07	6.07	6.07	6.07
CP(%)	15.97	15.29	15.31	15.16
NDF(%)	40.25	41.42	41.48	41.53
Ca(%)	0.84	0.78	0.80	0.84
P(%)	0.56	0.53	0.54	0.56

注：产奶净能为估测值。

Note: NE_L is the estimated value.

表 2 各试验组牛混合精料配方 (占 DM%)

Table 2 Concentrate ingredient of each group

原料 Ingredient s	玉米 Cor n	麸皮 Whe at bran	豆粕 Soybea n meal	棉粕 Cottonsee d meal	菜粕 Rapesee d meal	蛋白 Protei n power	胚芽 Ger m meal	DDG S	苹果粕 Apple pomac e	预混 料 Pre mix	保护性 脂 肪 Protect ed
对照组											
Control group	50.0	5.0	10.0	10.0	5.0	0.0	5.0	10.0	0.0	5.0	0.0
A 组 A group	39.8	10.0	5.1	10.0	4.0	0.0	8.0	10.0	8.0	5.1	0.0
B 组 B group	46.7	10.0	7.8	11.4	5.0	0.0	10.0	3.6	0.0	5.5	0.0
C 组 C group	52.2	0.0	15.0	5.0	3.0	4.0	0.0	12.0	0.0	6.1	2.7

1.3 奶牛的饲养管理

试验奶牛采用对尾拴系式、单栏饲养。每组试验牛均配成饲料利用率高的全混日粮 (total mixed ratio ,TMR) 饲喂, 每天 2 次; 采用自动饮水器, 自由饮水; 用真空泵提桶式挤奶机挤奶, 每天 2 次, 早上 5:30~7:00、下午 16:30~18:00。挤奶时严格遵循每头奶牛一条毛巾的要求, 挤完奶立刻对乳头消毒。早上挤奶后, 赶牛到运动场自由活动。工作人员在上午 8:00 ~9:00 之间对牛舍清扫和消毒。试验期内每周对牛舍进行一次彻底消毒。上午 10:00 左右赶牛回棚, 进行饲喂。兽医每天对牛群进行观察, 发现不正常的状况时及时处理。

1.4 牛奶品质测定

产奶量由试验员每天测定。乳成分每 2 周测定一次, 每头采样 10mL, 采样当天早上和中午各一次, 样品混合后在河南省奶牛生产性能测定中心用乳成分自动分析仪 (FOSS ft+200) 分析其乳脂、乳蛋白、乳糖、干物质含量和体细胞数 (somatic cell count, SCC) 。干物质采食量 (dry matter intake, DMI) 每 2 周测定一次。

1.5 表观消化率的测定

消化代谢试验采用粪尿袋 (ZL 2008 2 0109628 5)、单独舍饲栏内连续 3d 每天 24h 全收粪法, 混合一天所收集的粪样称重, 并准确称取总粪量的 4%, 加入 1/4 粪重的 10% 的酒石酸, 混合均匀, -20°C 冷冻贮存待分析用。在此期间, 每天测定试验牛日粮的采食量和剩料量并均匀取样, 饲料样品采集后 65°C 鼓风干燥 48h, 制成风干样待测定常规营养成分。最后使用自动定氮仪 (Foss, Kjeltec 8400) 测定样品中粗蛋白质的含量, 使用全自动纤维测定仪 (RAYPA F-6) 测定样品中中性洗涤纤维含量。

1.5 统计分析

试验数据用 SPSS17.0 进行单因素方差分析及多重比较, 试验数据用平均值±标准差表示。

2 结果与分析

各组奶牛产奶量和乳成分的结果见表 3, 表观消化率的结果见表 4。

2.1 对产奶量的影响

从表 3 可以看出, 试验 A 组、B 组和 C 组平均产奶量极显著高于对照组 ($P<0.01$); 3 个试验组之间比较, A 组显著高于 B 组 ($P<0.05$)、极显著高于 C 组 ($P<0.01$), B 组和 C 组之间差异不显著 ($P>0.05$)。

2.2 对乳成分的影响

试验结果表明 (表 3), 和对照组相比, A 组的乳蛋白显著 ($P<0.05$)、B 组和 C 组极显著 ($P<0.01$) 高于对照组, A 组、B 组和 C 组的乳蛋白含量分别比对照组提高了 6.13%、10.65% 和 13.55%; 各试验组之间比较, 有随着苜蓿青干草替代精料量的增加乳蛋白含量依次提高的趋势, 其中 C 组显著高于 A 组 ($P<0.05$), 但 A 组与 B 组之间、B 组与 C 组之间差异均不显著 ($P>0.05$)。

试验组的乳脂率均极显著高于对照组 ($P<0.01$), 然而 3 个试验组的乳脂率之间差异不显著 ($P>0.05$); 牛乳中乳糖、干物质的研究结果一致, 3 个试验组均高于对照组, 其中 C 组极显著高于对照组 ($P<0.01$), A 组、B 组显著高于对照组 ($P<0.05$), 各试验组之间差异不显著 ($P>0.05$)。体细胞的研究结果表明: 无论是各试验组与对照组之间还是 3 个试验组之间差异均不显著 ($P>0.05$), 但试验组的体细胞数均低

第六届中国苜蓿发展大会

于对照组，对照组的体细胞数分别比 A 组、B 组和 C 组高 78.01%、27.27% 和 48.84%。

表 3 苜蓿替代不同精料对奶牛生产性能和乳成分的影响

Table 3 Effect of alfalfa hay substituting different ration concentrate on production performance and milk quality of dairy cows

	对照组 control group	A 组 A group	B 组 B group	C 组 C group
产奶量 Milk yield (kg/d)	22.71±0.83Cc	24.70±0.42Aa	23.78±0.52ABb	23.69±1.11Bb
乳蛋白率 Milk protein(%)	3.10±0.07 Bc	3.29±0.19 ABb	3.43±0.08 Aab	3.52±0.18 Aa
乳脂率 Milk fat (%)	3.56±0.11Bb	3.92±0.18Aa	3.95 ±0.17Aa	3.92±0.16Aa
乳糖 Lactose(%)	4.86±0.07Bb	5.02±0.13ABA	4.97±0.13ABA	5.05±0.08Aa
干物质 Dry matter (%)	12.76±0.49Bb	13.57±0.50ABA	13.48±0.70ABA	13.81±0.78Aa
体细胞 SCC ($10^4/ml$)	42.42±2.63 Aa	23.83±2.47 Aa	33.33±3.16 Aa	28.50±3.34 Aa
干物质采食量 Dry matter intake (kg/d)	19.41±0.84Bb	20.89±0.83Aa	20.82±0.19Aa	19.84±0.24ABb

注：同行不同大写字母表示差异极显著 ($p<0.01$)，不同小写字母表示差异显著 ($p<0.05$)，有相同大或小写字母表示差异不显著 ($p>0.05$)，下同。

Note: Values with different capital letter within the same line are extremely different ($p<0.01$), values with different lowercase are significantly different ($p<0.05$), values with the same lowercase are no significant different ($p>0.05$). The same below.

表 4 苜蓿替代不同精料对奶牛营养物质表观消化率 (DM%) 的影响

Table 4 Effect of alfalfa hay substituting different ration concentrate on apparent nutrient digestibility

	对照组 control group	A 组 A group	B 组 B group	C 组 C group
粗蛋白表观消化率 Apparent digestibility of crude protein	72.03±0.46Ab	73.69±0.88Aab	74.03±0.31Aa	74.46±0.82Aa
中性洗涤纤维表观消化率 Apparent digestibility of neutral detergent fiber	39.16±0.39Cc	43.04±2.52BCbc	46.35±0.26ABb	51.03±1.55Aa

2.3 对干物质采食量的影响

表 3 显示，试验组的干物质采食量均高于对照组，其中 A 组、B 组极显著高于对照组 ($P<0.01$)，C 组与对照组差异不显著 ($P>0.05$)；A 组、B 组显著高于 C 组 ($p<0.05$)，A 组干物质采食量最高。

2.4 对奶牛营养物质表观消化率的影响

表 4 显示，试验 B 组、C 组的粗蛋白质表观消化率显著高于对照组 ($p<0.05$)，试验 A 组与对照组差异不显著 ($P>0.05$)，各试验组之间差异不显著 ($P>0.05$)；试验 B 组、C 组的中性洗涤纤维表观消化率极显著高于对照组 ($P<0.01$)，试验 A 组与对照组差异不显著 ($P>0.05$)，试验 C 组显著高于试

验 A 组、B 组 ($p<0.05$)。

2.5 对经济效益的影响

试验用苜蓿青干草、花生秧、全株玉米青贮料的价格分别为 1.9 元. kg^{-1} 、0.87 元. kg^{-1} 、0.4 元. kg^{-1} ，四种精料混合料的价格分别为 2.442 元. kg^{-1} 、2.238 元. kg^{-1} 、2.358 元. kg^{-1} 、2.990 元. kg^{-1} 。试验期间达标牛奶的价格为 3.65 元. kg^{-1} ，蛋白质含量在 2.9% 的基础上每提高 0.1%，收购价格提高 0.03 元. kg^{-1} ；脂肪含量在 3.1% 的基础上每提高 0.1%，收购价格提高 0.05 元. kg^{-1} ，因此对照组和各试验组牛奶的收购价格分别为：3.68、3.70、3.70、3.70 元. kg^{-1} ，由以上数据计算出用苜蓿青干草替代不同量精料的经济效益（见表 5）。从表 5 可以看出，3kg 苜蓿青干草替代 1.5kg 精料混合料组的纯增效益最高为 7.92 元/d。

表 5 苜蓿青干草替代不同精料量各组日粮成本和经济效益分析

Table 5 Profit of alfalfa hay substituting different ration concentrate

项目 items	对照组 Control group	A 组 A group	B 组 B group	C 组 C group
日粮成本 Diet cost(yuan/d)	42.27	42.20	42.26	45.48
牛奶收入 Milk revenue (yuan/d)	83.51	91.37	88.08	87.73
经济效益 Profit(yuan/d)	41.24	49.17	45.82	42.25
纯增效益 Added profit(yuan/d)		7.92	4.57	1.01

3 讨论

从本研究产奶量结果可以看出：奶牛日粮中用适宜量的苜蓿青干草替代部分精料，可以提高产奶量，与刘树欣用 5kg 苜蓿草段替代 4.5kg 奶牛精料补充料、每头奶牛每天产奶量增加 1.5kg，以及胡军用 1kg 苜蓿草块替代日粮中 1kg 的精料，每头奶牛日均多产 0.96kg 的结果相似。奶牛日粮的粗蛋白含量是影响其产奶量的重要因素，但翟少伟等（2009）指出，对于产奶量为 20.5~25 kg/d 的奶牛，日粮粗蛋白质水平超过 14% 后产奶量的变化幅度很小，表明 14% 蛋白质水平就可以满足奶牛蛋白质需要。本试验中各组的粗蛋白质含量均超过 15%，可以满足奶牛对粗蛋白质的需求，因此其日粮粗蛋白质含量不是造成产奶量差异的主要原因。干物质采食量是影响奶牛产奶量的又一重要因素。在日粮营养成分含量基本相同的条件下，干物质采食量越大，奶牛的产奶量越高，干物质采食量的变化规律与产奶量的变化规律基本一致，张峰等（2007）、王昆等（2007）、李志强等（2003）、阎旭东等（2010）结果均支持这一观点，本文的研究结果也与这一观点吻合。奶牛干物质采食量（DMI）主要受瘤胃容积即瘤胃的充满程度和内容物的排放速度的影响，苜蓿青干草的适口性好，粗蛋白质含量高，瘤胃降解率也高，因此含一定比例苜蓿的日粮能显著提高 DMI，但苜蓿青干草的添加量也不是越多越好。张小丽（2006）指出，在奶牛日粮中分别添加 3.5 kg、7.5 kg、10.5 kg 苜蓿干草，试验组干物质采食量分别为 17.07 kg、19.02 kg、18.59 kg，可见 10.5 kg 苜蓿干草添加组由于 NDF 含量过高，强烈的瘤胃填充作用抑制了奶牛干物质的采食量，从这一试验可以看出在苜蓿青干草添加量低于 7.5kg 时不会对奶牛干物质采食量产生负面影响。本试验采用的是 3kg 苜蓿青干草代替部分精料，各试验组的干物质采食量均

高于对照组，与上述研究结果吻合。至于 C 组相对于 A 组、B 组干物质采食量较低的原因，推测是因 C 组奶牛日粮中精料被替代较多、适口性降低所致。

Clark 等 (2001) 研究结果表明，如果瘤胃可降解蛋白相对于可利用能量过量，就会导致氮和能量的释放不同步，从而使发酵底物的利用效率降低以及瘤胃微生物蛋白的合成量减少。苜蓿青干草能够提供优质的蛋白质和粗纤维资源，苜蓿不仅叶蛋白中各种氨基酸组成较为均衡，且能提供较多的过瘤胃蛋白，所含碳水化合物的降解率也高，故能提供较多的能量供瘤胃微生物利用，促使瘤胃微生物蛋白的合成量增加。本研究中，试验组的乳蛋白含量均显著高于对照组，且有随着苜蓿青干草替代精料量的增加牛奶中乳蛋白含量依次提高的趋势，3 个试验组饲粮中的粗蛋白质的含量和对照组相比均有所降低，但其产奶量均高于对照组故 3 个试验组和对照组之间产奶量的不同可能与其饲粮粗蛋白水平无关，因此推测其乳蛋白的结果与其奶牛饲粮中各种饲料原料的粗蛋白质质量、过瘤胃程度和消化率，以及中性洗涤纤维表观消化率存在差异有关。从张民等 (2006)、Casper D P 等(1999)、Schor A 等 (2001)、Cunningham K D 等 (1995) 的研究结果可以看出，提高泌乳奶牛日粮粗蛋白质中的 RUP 含量可以提高牛奶产量和乳蛋白产量，对乳蛋白率有提高的趋势，但差异均不显著，可见提高泌乳奶牛日粮粗蛋白质中的 RUP 含量，不是提高奶牛乳蛋白率的主要因素。从表 4 可以看出，对照组的粗蛋白质和中性洗涤纤维的表观消化率均低于试验组，对照组的干物质采食量也是最低的，导致对照组可利用能量和氮的供给均较低；再加上苜蓿的氨基酸丰富且平衡，赖氨酸含量高，有利于平衡谷物饲料中赖氨酸的不足和乳蛋白含量的提高，因此对照组乳蛋白率在四个组中是最低的。3 个试验组中，随着苜蓿青干草替代精料量的增加乳蛋白含量依次上升，可能与其粗蛋白表观消化率和中性洗涤纤维的表观消化率有关，因为 3 个试验组上述两种成分的消化率有逐渐增高的趋势。

表 4 显示添加苜蓿干草的试验组的中性洗涤纤维的表观消化率均高于对照组，且试验组之间有上升的趋势。其原因可能是苜蓿干草中性洗涤纤维的瘤胃降解率为 62.7%，高于玉米秸秆 (43.8%) 和羊草干草 (46.8%)，几乎是所有粗饲料中最高的，略低于精料。但是苜蓿干草和作物秸秆之间存在着协同利用关系，苜蓿干草产生的大量乙酸能有效缓解由于淀粉的丙型发酵带来的瘤胃 pH 值的急剧下降，从而使不耐酸的纤维分解菌有更好的生长环境，将各原料所含纤维分解的更充分。

奶牛日粮中如果精料含量偏高或者粗纤维含量不足，就会造成瘤胃挥发性脂肪酸中乙酸产量下降，而乙酸是合成乳脂的前体物质，瘤胃中乙酸含量降低会在一定程度上降低乳脂率。提高粗饲料中有效中性洗涤纤维 (eNDF) 的含量可以维持和提高原料奶中的乳脂率，苜蓿青干草在瘤胃中被微生物降解产生乙酸的量在粗饲料中是最高的，同时它的有效中性洗涤纤维几乎也是所有粗饲料中首屈一指的，以及苜蓿含有丰富的烟酸等维生素，这些因素可能都有利于提高乳脂率。本研究中 3 个试验组的乳脂率都极显著高于对照组 ($P<0.01$)，试验组之间差异不显著 ($P>0.05$)。从四个组日粮的精粗比来看，各组日粮的精粗比分别为 (干物质计量)：对照组 1:0.92，A 组 1:1.35，B1:1.42，C1:1.57，即 3 个试验组的饲粮粗饲料的比例都高于对照组，有利于乙酸的形成。另外从本试验中性洗涤纤维的表观消化率和干物质采食量数据来看，试验组均高于对照组，这些都可能是对照组的乳脂率极显著低于试验组的原因。试验组之间乳脂率差异不显著 ($P>0.05$)，可能有多个方面的原因：试验 C 组虽然中性洗涤纤维表观消化率显著高于 A 组和 B 组，但由于其干物质采食量显著低于 A 组和 B 组，所以导致其乳脂

率并不高于 A、B 组；试验 A 组和 B 组中性洗涤纤维表观消化率与干物质采食量差异虽不显著，但由于 A 组产奶量显著高于 B 组，产奶量与乳脂率一般成负相关，所以 A 组乳脂率略低于 B 组。本试验用苜蓿青干草替代部分精料提高了乳脂率，这一结果与大量试验结果吻合，如刘树欣（2002）试验结果表明，用 5kg 苜蓿段替代等量的精料，乳脂率显著提高 ($P<0.05$)；侯生珍（2005）试验中用苜蓿青干草替代部分精料乳脂率比对照组高，差异达到显著水平 ($P<0.05$)；邓先德（2004）试验中用苜蓿草块替代 33% 的精料，奶牛乳脂率从 3.41% 提高到了 3.52%。

国内外关于乳糖的报道很少。反刍动物由于其特殊的瘤胃结构，不能直接合成乳糖的前体物质—葡萄糖，只能通过体内的糖异生作用合成，其中丙酸是转变成葡萄糖的主要前体，其次是氨基酸和甘油等。从本试验的研究结果来看，试验组的乳糖百分含量均显著高于对照组 ($P<0.05$)，试验组之间差异不显著。三个试验组相对于对照组而言，由苜蓿发酵产生的 VFA 中可提供较多的丙酸推测是产生差异的主要原因，至于造成这一差异的具体机制有待进一步研究。

牛奶体细胞数 (SCC) 与许多因素有关，其中乳房炎对体细胞数影响大。美国、欧盟、澳大利亚、新西兰等国家分别有自己的标准，且多作为牛奶品质的必检指标。本研究中，试验组的体细胞数均低于对照组，可能与苜蓿青干草含有丰富的维生素，以及苜蓿的富硒作用有关，这与李志强和阎旭东的研究结果一致。

4 结论

在本试验日粮组成条件下，用 3kg 苜蓿青干草替代 1.5kg 精料效果最好，不仅节粮，而且提高了产奶量和乳品质，降低了饲料成本，有推广价值。

参考文献（略）