

牛乳中脂蛋白比变化规律研究

吕茜¹, 崔燕¹, 尹召华², 吕贞龙², 朱建明², 毛永江^{3*} (1. 国药集团扬州威克生物工程有限公司, 江苏扬州 225009; 2. 扬州大学实验农牧场, 江苏扬州 225009; 3. 扬州大学动物科学与技术学院, 江苏扬州 225009)

摘要 [目的]探索牛乳中脂蛋白比在不同胎次、产犊季节、泌乳月份和测定季节的变化规律。[方法]对我国荷斯坦奶牛牛奶中 FPR 及乳成分相关指标进行测定, 分析胎次、产犊季节、泌乳月、测定日产奶量、乳成分、测定季节等因素对乳中脂蛋白比的影响。[结果]该牛场脂蛋白比为 1.26 ± 0.19 , 胎次、泌乳月和测定月份对脂蛋白比的影响达到显著水平 ($P < 0.05$), 而产犊季节对脂蛋白比无显著影响 ($P > 0.05$)。第 1 胎奶牛乳中脂蛋白比 (1.23 ± 0.17) 显著低于第 4 胎次奶牛 (1.32 ± 0.2)。第 1 个泌乳月脂蛋白比最高 (1.49 ± 0.26), 2~6 个泌乳月脂蛋白比逐渐下降, 7~12 个泌乳月脂蛋白比基本保持不变, 此后又开始下降且达到最低 (1.17 ± 0.17)。[结论]胎次、泌乳月和测定月份对脂蛋白比的有显著影响, 而产犊季节对脂蛋白比的影响不显著。

关键词 奶牛; 脂蛋白比; 变化规律

中图分类号 S823.9^{†1} **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)30-12049-03

Study on Variation of Fat-to-protein Ratio of Holstein Cows

LV Qian et al (Yangzhou Weike Bioengineering Co. Ltd., China Pharmaceutical Group, Yangzhou, Jiangsu 225009)

Abstract [Objective] The objective of this study was to explore the effects of the different parity, calving season, lactation month and seasons on fat-to-protein ratio (FPR). [Method] The relevant indicators of FPR and milk composition in Holstein cow were determined. The effects of the different parity, calving season, lactation month and seasons on FPR were analyzed. [Result] The FPR were 1.26 ± 0.19 . Different parity, lactation month and seasons have greatly significant effects on FPR ($P < 0.01$), but calving season has no significant effect on FPR ($P > 0.05$). The FPR in the first parity (1.23 ± 0.17) is significantly lower than the other parities (1.32 ± 0.2). The FPR in the first lactation is the highest, and it drops sharply from 2th to 6th of lactation month. It's unchanged from 7th to 12th of lactation month, then falls to the lowest in the end periods of lactation (1.17 ± 0.17). [Conclusion] Parity, lactation month and seasons have greatly significant effects on FPR, and calving season has no significant effect on FPR.

Key words Dairy cows; Fat-to-protein ratio (FPR); Variation law

脂蛋白比是牛奶中脂肪与蛋白质的比值, 是反映脂肪动员和能量负平衡的重要指标之一。在奶牛生产和繁殖周期中, 围产期是十分重要的。在干奶后期和泌乳前期, 干物质摄入不足以及泌乳前期的高能量需求将会导致能量负平衡。能量平衡是能量消耗和维持需要及生产需要之间的区别。初产牛很难合成足够的能量来满足生理能量需求, 所以容易出现能量负平衡的状态。出现能量负平衡时奶牛就会动用体内贮存的脂肪。若奶牛游离脂肪酸的释放超过肝脏代谢脂肪酸的能力, 脂肪酸就会以甘油三酯的形式储存在肝脏中, 然后肝脏会利用这些甘油三酯合成酮体。肝脏中有太多甘油三酯或者大量合成酮体都会引起脂肪肝。这种代谢和一些产后疾病有关, 如胎衣不下、子宫炎、子宫内膜炎、乳腺炎、真胃移位和临床性酮体病等。因此, 及时测定脂蛋白比值, 可以有效地预防疾病的发生。Toni 等^[1]对 3 个牛群共 1498 头泌乳早期(产后 7 d 左右)脂蛋白比与产后奶牛健康、繁殖性能、生产性能及淘汰率等方面的关系进行研究, 结果表明脂蛋白比大于 2 的奶牛产后胎衣不下、真胃移位、子宫炎等病症有增加的趋势, 同时淘汰率也有所增加。Heuer 等^[2]研究表明脂蛋白比大于 1.5 的奶牛体况评分损失较大, 同时酮病、乳房炎、真胃移位、蹄病等疾病发生的可能性增加。Grieve 等^[3]、Reist 等^[4]、Huttman 等^[5]的研究表明无论

是表型相关还是遗传相关, 奶牛泌乳早期乳中脂蛋白比与能量平衡均呈显著负相关。因此, 近年来有关泌乳早期乳脂蛋白比的研究有所增加^[6-7]。国外有关胎次、产犊季节、泌乳月份和测定季节对脂蛋白比的影响的研究也只有少量报道, 而在国内未见相关报道^[8]。笔者对我国荷斯坦牛牛奶中脂蛋白比及乳成分相关指标进行测定, 同时分析胎次、产犊季节、泌乳月和测定季节对脂蛋白比的影响, 以期合理利用乳中乳蛋白比指导奶业生产和提高奶牛养殖业经济效益等方面提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 牛场饲养管理 试验牛场为散放饲养、TMR 饲喂、进口鱼骨式挤奶机、自动刮板清粪系统, 其设施条件为国内先进水平, 使用牧场管理软件对牛群进行管理。所有奶牛均参加 DHI 测定, 每月 1 次。

1.2 脂蛋白比测定 于 2012 年在江苏省某大型奶牛场进行试验。采取全天三次挤奶混合奶样(早: 中: 晚比例为 4: 3: 3, 使用流量计采样), 送至上海光明乳业集团 DHI 实验室测定。测定指标包括乳脂率、乳蛋白率、乳糖、体细胞数 (SCC)、总固体、尿素氮等, 并按照以下公式计算出脂蛋白比: 脂蛋白比 = $\frac{\text{乳脂肪含量}}{\text{乳蛋白含量}}$ 。其中, 乳成分及尿素氮测定使用

Milkoscan 6000 型乳成份分析仪进行, 乳中体细胞数用 Fossomatic 5000 型体细胞分析仪进行。由于在测定中部分样品数据不全, 最后用于脂蛋白比分析的数据为 518 头牛共 4 395 次测定记录。

1.3 数据统计与分析 采用一般线性模型分析不同因素对脂蛋白比的影响, 模型为: $y = \mu + p + mm + cs + s + e$ 。

基金项目 江苏省苏北专项 (BN2013038); 徐州市科技计划和苏州市吴中区科技计划资助项目。

作者简介 吕茜 (1983 -), 女, 江苏扬州人, 助理兽医师, 从事动物疫苗新产品研发工作。* 通讯作者, 副教授, 博士, 从事牛生产学与动物遗传资源评价、保护与利用。

收稿日期 2013-09-23

其中, y 为脂蛋白比的观察值; μ 为总体均值, p 为胎次的固定效应(从第 1 胎到第 5 胎), mm 为泌乳月效应(第 1 ~ 13 泌乳月, 每 30 d 为 1 个泌乳月, 超过 13 个月的只记录 13 个月数据), cs 为泌乳牛本胎次产犊季节的固定效应, s 为测定月份的固定效应(第 1 ~ 12 月), e 为残差效应。采用 SPSS 软件(Ver 16.0)中 GLM(General linear model)过程对数据进行分析, 并采用 LSD 法进行多重比较。根据当地气候特点, 产犊季节划分如下: 3 ~ 5 月为春季, 6 ~ 8 为夏季, 9 ~ 11 为秋季, 12 ~ 次年 2 月为冬季。

2 结果与分析

2.1 不同胎次对脂蛋白比的影响 从图 1 可以看出, 第 1 胎次乳中脂蛋白比最低(1.23), 从第 1 胎到第 4 胎乳中脂蛋白比逐渐上升, 第 4 胎达到最高, 第 5 胎有所下降。多重比较分析表明, 第 4 胎脂蛋白比显著高于其他胎次, 第 3 胎和第 5 胎无显著差异, 而第 1 胎乳中脂蛋白比显著低于其他胎次($P < 0.05$)。

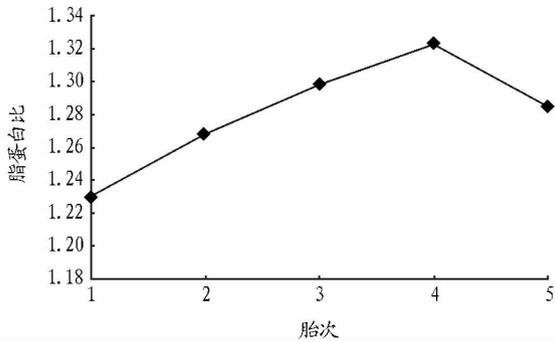


图 1 不同胎次牛乳中脂蛋白比的变化

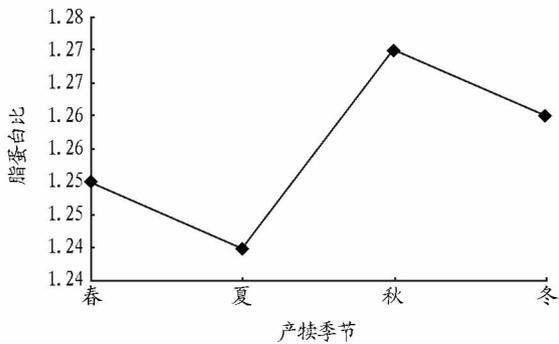


图 2 不同产犊季节牛乳中脂蛋白比的变化

2.2 产犊季节对脂蛋白比的影响 从图 2 可以看出, 夏季产犊的奶牛脂蛋白比最低, 而秋季产犊的奶牛牛乳中脂蛋白

比有所升高, 冬季和春季产犊的奶牛脂蛋白比居中。

2.3 不同泌乳月对脂蛋白比的影响 从图 3 可以看出, 第 1 个泌乳月脂蛋白比最高(1.49), 2 ~ 4 个泌乳月逐渐下降, 5 ~ 12 个泌乳月保持基本不变, 此后就开始下降且达到最低(1.17)。多重比较结果表明, 泌乳前 4 个月差异显著, 且第 1 个月的脂蛋白比显著高于其他月, 5 ~ 8 月脂蛋白比差异不显著, 但此后的几个月差异显著, 13 个月以后脂蛋白比明显下降, 达到最低值。

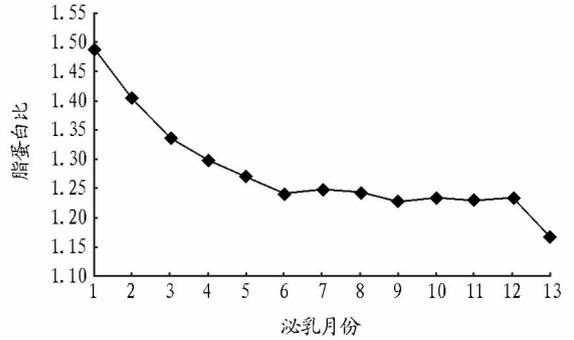


图 3 不同泌乳月份牛乳中脂蛋白比的变化

2.4 不同测定月份对脂蛋白比的影响 从图 4 可以看出, 1 月和 3 月脂蛋白比相对较高, 此后逐渐下降, 6 月达到最低(1.16), 然后又逐渐上升, 10 月达到最高水平。多重比较结果表明, 6 月脂蛋白比显著低于其他月份, 1、3、8、9、11 月差异不显著, 10 月和 12 月脂蛋白比显著高于其他月份。

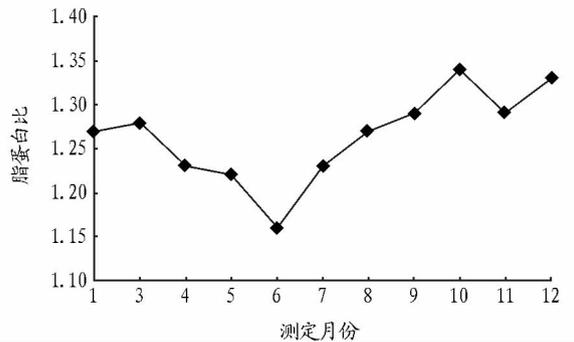


图 4 不同测定月份牛乳中脂蛋白比的变化

2.5 脂蛋白比与其他泌乳性状的相关性 由表 1 可知, 脂蛋白比与产奶量、乳脂率呈显著正相关, 相关系数分别为 0.242 和 0.821, 脂蛋白比与蛋白率呈显著负相关, 相关系数为 -0.391。日产奶量与乳脂率、蛋白率、体细胞和 SCS 呈显著负相关。

表 1 脂蛋白比与其他泌乳性状的相关系数

泌乳性状	产奶量	乳脂率	蛋白率	脂蛋白比	体细胞	SCS
产奶量	1	-0.048 **	-0.509 **	0.242 **	-0.111 **	-0.052 **
乳脂率		1	0.195 **	0.821 **	-0.021	0.008
蛋白率			1	-0.391 **	0.052 **	0.040 **
脂蛋白比				1	-0.050 **	-0.016
体细胞					1	0.557 **
SCS						1

注: ** 表示在 0.01 水平上极显著相关($P < 0.01$)。

3 讨论与结论

3.1 不同胎次对脂蛋白比的影响 该试验结果表明, 第 4

胎牛脂蛋白比值最高, 第 1 胎牛脂蛋白比值最低。这可能是由于头胎牛的产奶量往往不是最高的, 处于较低水平, 身体

处于生长发育阶段,所摄入的能量大多用于合成蛋白质。第1胎由于母牛本身尚在生长发育阶段,所以产奶量较低,此后随着年龄和胎次的增长,泌乳系统逐渐发育健全,因此产奶量会逐渐增加,但到第3、4胎达到高峰后又开始下降^[8]。因此,牛场要注意奶牛的利用年限,及时淘汰老年牛。

3.2 不同产犊季节对脂蛋白比的影响 该试验结果表明,秋、冬季节牛脂蛋白比水平高于其他季节,夏季脂蛋白比水平稍低于其他季节。牛场应多注意秋、冬季节的饲养管理,适当调整日粮结构,保证奶牛正常的日粮蛋白质平衡。

3.3 不同泌乳月份对脂蛋白比的影响 试验结果表明,随着泌乳月的增加,脂蛋白比的变化并不一致。在刚开始的1个月内脂蛋白比最高,此后逐渐下降。一般情况下,从产犊到泌乳70~140 d,采食量逐渐增加,并在泌乳70~140 d达到能量正平衡和干物质摄入高峰期。这说明产犊后脂蛋白比下降是因为脂蛋白比的变化取决于采食量的变化。产奶量在产犊后50~70 d最高,而此时的采食量还未达到峰值,机体能量负平衡比较严重,奶牛以消耗自身脂肪和蛋白为产乳提供能量和原料,加强了自身的氮代谢,而且这段时期的干物质摄入量增加速度高于泌乳70~140 d,瘤胃微生物还没有完全适应瘤胃氮浓度的增加速度,从而使脂蛋白比下降;在泌乳70 d以后,处于能量平衡阶段,干物质摄入量的增加速度减慢,自身氮代谢也减弱,因此脂蛋白比增幅减少,这解释了脂蛋白比在产犊后30~90 d下降速度较快的原因。在泌乳140 d以后,奶牛处于能量正平衡阶段,干物质摄入量逐渐降低,脂蛋白比下降不明显。泌乳360 d以后脂蛋白比低的原因也在于采食量低,瘤胃内氮利用充分。

3.4 不同测定月份对脂蛋白比的影响 该试验结果表明,10月的脂蛋白比水平显著高于其他月份,6月脂蛋白比水平显著低于其他月份。秋季产犊奶牛的产奶高峰期恰好在秋季或冬季,此时为泌乳前期,母牛体内催乳素分泌旺盛,几乎没有蚊蝇侵袭,有利于产奶量的大幅提高^[9]。因此,牧场大多是秋季产犊,在6月大多数奶牛泌乳后期,所以脂蛋白

比低。

不同胎次、产犊季节和测定月份对乳中体细胞评分的影响均达到极显著水平($P < 0.05$)。这说明通过保持牛场的日粮结构在一定程度上可以维持牛奶脂蛋白比的水平,保证奶牛的日粮蛋白质和能量的平衡。此外,泌乳月对乳中脂蛋白比的影响达到显著水平($P < 0.05$)。由此可见,该牧场要注意分群饲养,针对不同的牛群饲喂不同结构的日粮,以保证饲料的充分利用。

该研究中胎次,泌乳月和测定季节对脂蛋白比的影响达到显著水平($P < 0.05$),产犊季节对脂蛋白比的影响不显著($P > 0.05$)。第1个泌乳月脂蛋白比最高,2~6个泌乳月脂蛋白比逐渐下降,7~12个泌乳月脂蛋白比基本保持不变,泌乳末期下降且达到最低。

参考文献

- [1] TONI F, VINCENTI L, GRIGOLETTO L, et al. Early lactation ratio of fat and protein percentage in milk is associated with health, milk production, and survival[J]. *Journal of Dairy Science*, 2011, 94:1772-1783.
- [2] HEUER C, SCHUKKEN Y H, DOBBELAAR P. Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility, yield, and culling in commercial dairy herds[J]. *Journal of Dairy Science*, 1999, 82:295-304.
- [3] GRIEVE D G, KORVER G, RIJPKEMA Y S, et al. Relationship between milk composition and some nutritional parameters in early lactation[J]. *Livestock Production Science*, 1986, 14:239-254.
- [4] REIST M, DRDIN D, VON EUW D, et al. Estimation of energy balance at the individual and herd level using blood and milk traits in high yielding dairy cows[J]. *Journal of Dairy Science*, 2002, 85:3314-3327.
- [5] HUTTMANN H. Analyse der Futtermittel- und der Energiebilanzmerkmale bei hochleistenden, erstlaktierenden milchkuhen [D/OL]. http://www.tierzucht.uni-kiel.de/dissertationen/diss_huettmann_07.pdf.
- [6] HENK VOS, AB F. Groen Altering milk proteinfat - ratio: results of a selection experiment in dairy cattle[J]. *Livestock Production Science*, 1998, 53:49-55.
- [7] BUTTCHEREIT N, STAMER E, JUNGE W, et al. Evaluation of five lactation curve models fitted for fat:protein ratio of milk and daily energy balance[J]. *Journal of Dairy Science*, 2010, 93:1702-1712.
- [8] 张美荣, 廖想想, 陈丹. 产犊季节、胎次及牛场对荷斯坦牛泌乳性能的影响[J]. *中国牛业科学*, 2012, 38(4):6-9.
- [9] 尚文博. 影响奶牛产量的因素[J]. *畜牧兽医杂志*, 2007, 26(2):67-68.

(上接第12031页)

过17 d孵化,受精蛋就发育成雏鹌,雏鹌出壳1~2 h绒毛已干,取出放入育雏室饲养。⑧孵化率:成熟、破壳而出的胚胎数占受精卵总数的百分比;⑨18 d胚胎形成率:孵化18 d时照蛋观察,观察胚胎形成和发育情况;⑩幼鹌鹑14 d存活率:幼鹌鹑孵出后喂养至14 d,观察症状及死亡数;⑪饲料受试物浓度分析:保证暴露过程中饲料受试物浓度不低于80%。

2.7 质量控制 ①如果对照组小鹌鹑、小鸭的生成率不足12或10只/笼,则试验不可接受;②如果对照组鹌鹑蛋壳厚度小于0.19 mm,对照组野鸭蛋壳厚度小于0.34 mm,则试验不可接受;③如果试验过程中对照组鸟的死亡率超过10%,则试验不可接受。

3 展望

笔者建立的农药鸟类慢性毒性试验方法体系填补了我

国农药对鸟类慢性危害影响试验方法的空缺,但今后需要开展典型农药对鸟类的慢性试验,以进一步完善鸟类慢性毒性试验方法体系,这对于完善我国农药环境安全评价体系、促进我国农药环境安全管理具有重要意义。

参考文献

- [1] USEPA. Summary of Chlorfenapyr Risk Benefit Assessment [EB/OL]. (1999) <http://www.epa.gov/oppr-d-ool/chlorfenapyr/summary.pdf>.
- [2] USEPA, EPA712-C-96-141, OPPTS850. 2300 Avian Reproduction Test [EB/OL]. (1996) http://www.epa.gov/opptsfrs/OPPTS_Harmonized/850_Ecological_Effects_Test_Guidelines/Drafts/850-2300.pdf.
- [3] USEPA, EPA712-C-96-140, OPPTS850. 2200 Avian Dietary Toxicity Test [EB/OL]. (1996) http://www.epa.gov/opptsfrs/OPPTS_Harmonized/850_Ecological_Effects_Test_Guidelines/Master/850_master.pdf.
- [4] OECD 206 Avian Reproduction Test [EB/OL]. (1994) <http://corrado.sourceoecd.org/vl=1365951/cl=66/nw=1/rpsv/ij/oecdjournals/1607310x/v1n2/s5/p1>.
- [5] OECD 205 Avian Dietary Toxicity Test [EB/OL]. (1984) http://www.toxrat-solutions.de/Software/Eigensch-aften/Biotests/body_biotests.html.