

奶牛性情评定方法及其影响因素分析

张 驰¹, 罗宇茜¹, 王嘉熠¹, 常 瑶¹, 李源韬¹, 苏义童¹,
黄铭逸¹, 徐 伟¹, 张海亮¹, 董刚辉², 李锡智², 王雅春^{1*}

(1. 中国农业大学动物科技学院, 北京 100193; 2. 北京首农畜牧发展有限公司, 北京 100029)

摘 要: 旨在建立简便可行的奶牛性情评定方法并探究性情在奶牛生产中的重要性, 本研究采用两种简便、快捷的性情评分方法, 于 2016 年 7-8 月在北京地区 7 个牛场现场评定 3 988 头处于泌乳期的荷斯坦牛, 采用固定模型分析奶牛性情影响因素及性情对产奶量、体况评分(BCS)的影响。分析表明, 两种方法均能显示奶牛性情的差异, 且两种性情评分方法均值差异仅为 0.04, 秩相关检验无显著差异; 不同场、胎次、泌乳阶段的奶牛性情评分之间有显著性差异($P < 0.05$), 头胎牛性情暴躁的概率高于经产牛, 泌乳高峰期(45~99 d)奶牛性情暴躁的概率高于其他泌乳阶段, 尤其高于泌乳期天数 300 d 以后的阶段。奶牛性情评分对校正奶量和 BCS 均无显著影响, 但不同性情评分奶牛在产奶性能上存在差异。本研究提出的两种性情评分方法简便易行, 可用于快速评定大规模牛群的性情, 为改善牛群福利、提高管理水平提供便利工具。

关键词: 荷斯坦牛; 性情评分; 体况评分

中图分类号: S823.91

文献标志码: A

文章编号: 0366-6964(2018)03-0488-09

Study on Scoring Method and Influencing Factors of Temperament in Dairy Cows

ZHANG Chi¹, LUO Yu-xi¹, WANG Jia-yi¹, CHANG Yao¹, LI Yuan-tao¹,
SU Yi-tong¹, HUANG Ming-yi¹, XU Wei¹, ZHANG Hai-liang¹,
DONG Gang-hui², LI Xi-zhi², WANG Ya-chun^{1*}

(1. College of Animal Science and Technology, China Agricultural University, Beijing 100193, China; 2. Beijing Sunlon Livestock Development Co., Ltd., Beijing 100029, China)

Abstract: To establish simple and feasible methods to evaluate the temperament of dairy cow and study the importance of temperament in dairy production, totally 3 988 milking Holstein cows from 7 large-scale farms in Beijing were assessed to derive their temperament scores based on two easy and quick scoring methods of temperament in dairy cows during July and August in 2016. The influence factors of temperament score and the effects of temperament on milk yield and body condition score (BCS) were analyzed using fixed effect model. The results showed that both of the two methods could reveal the variation of the temperament among dairy cows, and there was no significant differences between the ranking of the two scoring methods based on rank correlation test, there was a trivial difference of 0.04 between the mean values of two scoring methods. Farm, parity and lactation stage had significant effects on temperament score ($P < 0.05$). The proportion of bad temperament cows tended to be higher in the first parity, and probability of dairy cows with bad temperament during lactation peak period (45-99 d) was higher than that in other lactation stages, especially when comparing to cows in the stage of later than 300 days in

收稿日期: 2017-08-25

基金项目: 现代农业(奶牛)产业技术体系建设专项资金(CARS-36); 现代农业产业技术体系北京市奶牛创新团队(BAIC06-2017); 长江学者和创新团队发展计划(IRT_15R62)

作者简介: 张 驰(1996-), 男, 四川成都人, 本科生, 主要从事动物科学研究, E-mail: 530647550@163.com

* 通信作者: 王雅春, 主要从事分子数量遗传学研究, E-mail: wangyachun@cau.edu.cn

milk. The effects of temperament score on corrected milk yield and BCS were not significant ($P > 0.05$), however cows with different temperament scores differed in their milk production. The two temperament scoring methods for dairy cow proposed in this study are simple and easy to apply, and can be used to assess the temperament of cows in large-scale farms efficiently, which can provide convenient tools to improve the cow welfare and management.

Key words: Holstein; temperament score; BCS

奶牛性情是指奶牛对人为压力或环境因素改变时的反应程度^[1],这种反应程度可以从奶牛一系列行为和生理变化上体现^[2]。目前动物福利问题备受关注,动物福利不仅影响动物的生产性能,还与人类的健康密不可分^[3],奶牛性情可在一定程度上反映牛场的管理状况和动物福利^[4]。此外,有研究发现,奶牛性情与其代谢^[5]、免疫^[6]有密切关系。部分国家已将性情评分作为附加指标用于体型线性评定^[7],但我国尚无公认的奶牛性情评定方法,并缺少对大规模牛群进行性情评定的相关研究。现有的性情评定方法主要有心率测量法^[8]、约束-逃逸测试^[9]、踏步踢腿计数^[10]、回避距离测试^[11]等,这些评定方法大多需要特殊评定场地或额外的昂贵仪器,操作繁琐影响牛场正常生产,不适用于评定大规模群体。关于性情对生产性能的影响研究者各执一词^[12-13],但研究数据量均较小,不具有说服力。

本研究提出两种简便、快捷的方法,用于评定大规模牛群的性情,同时利用大规模牛群数据探索快速评定性情的可行性,剖析性情影响因素并探究奶牛性情对生产性能的影响,以期在一定程度上利用奶牛性情评分反映牛场的生产状况、经营管理和动物福利。

1 材料与方法

1.1 数据来源

本试验数据来自于北京地区 7 个饲养中国荷斯坦牛的规模化牛场,由中国农业大学牛百科团队于 2016 年 7 月 1 日—8 月 10 日集中评测。同年 7 月和 8 月奶牛生产性能测定(Dairy Herd Improvement, DHI)数据由北京奶牛中心提供。

1.2 奶牛性情及体况评分方法

1.2.1 性情评分方法一 测定员第一次测定奶牛直肠温度(将电子体温计插入奶牛直肠深约 10 cm,约 10 s 后取出读数)的同时观察并评价温度计从插入到拔出全过程中奶牛的反应程度,记为性情评分 I。评分原则为:1 分——奶牛一直很安静,基本

无反应;2 分——奶牛后躯左右摆动,有轻微排斥反应;3 分——奶牛有较大排斥反应,甚至有踢人动作。

1.2.2 性情评分方法二 测量员在测定颈部皮肤褶皱厚度(使用电子游标卡尺,在牛体右侧颈侧部测得)的同时观察并评价从接近奶牛到测定结束全过程中奶牛的反应程度,记为性情评分 II,评分原则同方法一。

1.2.3 体况评分 利用视觉评估和触觉判断相结合,采用五部位综合评分法^[14],进行 1~5 分的 BCS 评定(Body condition score, BCS)。

1.3 数据处理

1.3.1 数据转换 将体细胞数(Somatic cell count, SCC)转换为体细胞评分(Somatic cell score, SCS)^[15],通过转换使体细胞数更接近正态分布。

校正奶量(Herd test adjusted corrected milk, HTACM)是对抽样值奶量(Herd test milk, HTM)进行校正,将实际产量校正到产奶天数为 150 d,乳脂率 3.5%、乳蛋白 3.2%、头胎牛占 30%、二胎牛占 20%、三胎及以上牛占 50%进行校正,便于比较测定群之间的产量和水平^[16]。

1.3.2 胎次和泌乳阶段分组 本研究将胎次分为一胎、二胎、三胎、四胎和五胎及以上。泌乳阶段的划分兼顾数据分布均衡性和不同阶段特性,分为 6 个阶段,阶段 I (1~44 d)、阶段 II (45~99 d)、阶段 III (100~199 d)、阶段 IV (200~304 d)、阶段 V (305~330 d)和阶段 VI (330 d 以上)。

1.3.3 数据匹配及筛选 本试验共收集到 3 988 头奶牛的性情数据,用于不同场、胎次、泌乳阶段奶牛性情评分分布研究,在此基础上进行如下筛选并分为 3 个数据集:

数据集 1:具有两种方法性情评分的个体共 2 101 头,用于分析比较性情评分 I 和性情评分 II 两种评定方法。

数据集 2:具有两种性情评分且 DHI 数据完整个体 2 036 头,用于性情评分 I 和性情评分 II 对产奶性能影响的分析。

数据集 3:具有两种性情评分且 BCS 和 DHI 数据完整个体 1 768 头,用于性情评分 I 和性情评分 II 对 BCS 影响的分析。

1.4 统计分析

采用 SAS9.2 软件,用 Logistic 回归模型分析奶牛性情评分的影响因素,用 GLM 过程分析性情评分对日产奶量和 BCS 的影响,采用 Duncan 检验对均值进行多重比较。

奶牛性情评分的影响因素分析中,以分类变量,即胎次、泌乳阶段、场人效应(因为评分员与场效应不完全交叉,故将评分员和场效应合并)作为自变量建立 Logistic 回归模型。通过对依变量(即性情评分)进行逐步回归选择最优模型。对模型偏回归系数假设检验采用似然比、计分和 Wald 检验, $P < 0.05$ 代表模型具有显著统计学意义。

对校正奶量的影响因素分析采用固定模型 1:

$$Y_{ijkl} = \mu + Farm_i + Temper I_j + Temper II_k + \beta X + e_{ijkl} \quad \text{——模型 1}$$

式中, Y_{ijkl} 为校正奶量, μ 为总体平均数, $Farm_i$ 为场效应, $Temper I_j$ 为性情评分 I 效应, $Temper II_k$ 为性情评分 II 效应, X 为体细胞评分, β 为体细胞评

分的回归系数, e_{ijkl} 为随机残差。

对 BCS 的影响因素分析采用固定模型 2:

$$Y_{ijklmn} = \mu + Farm-Human_i + Stage_j + Parity_k + Temper I_l + Temper II_m + e_{ijklmn} \quad \text{——模型 2}$$

式中, Y_{ijklmn} 为 BCS, μ 为总体平均数, $Farm-Human_i$ 为场-人效应, $Stage_j$ 为泌乳阶段效应, $Parity_k$ 为胎次效应,其他简写代表含义与模型 1 相同。

2 结果

2.1 奶牛性情评分的简单统计量

2.1.1 不同评分方法得出的奶牛性情评分比较

两种评分方法下,奶牛性情评分分布如图 1 所示。本研究中,方法一和方法二评定的 1 分牛占比分别为 81.21% 和 85.24%,均超过 80%,2 分牛占比分别为 15.17% 和 11.99%,而 3 分牛仅占 3.62% 和 2.77%。方法一评得的 1 分牛占比小于方法二。性情评分 I 的均值为 1.21 分,性情评分 II 的均值为 1.17 分,均值差异小(仅为 0.04 分)。经秩相关检验,两种方法所得评分之间秩相关显著($P < 0.05$),即两种评分方法所得结果之间无显著性差异。

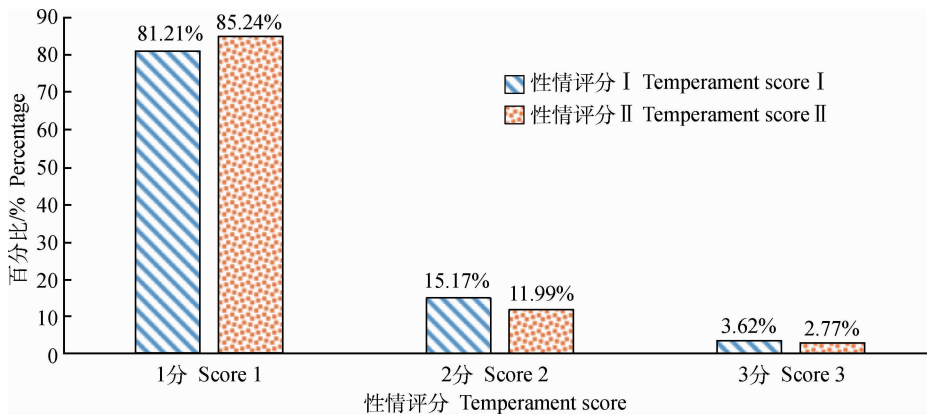


图 1 性情评分 I 和性情评分 II 的性情评分分布

Fig. 1 Distribution of temperament scores by temperament score I and temperament score II

2.1.2 奶牛各胎次、泌乳阶段性情评分的分布

不同胎次性情评分如图 2 所示。性情评分 I 中,头胎牛中的 1 分个体占比(78.4%)小于经产牛(81.7%~86.6%);性情评分 II 中,头胎牛中的 1 分个体占比(84.9%)与二胎牛(84.3%)相近,均小于三胎、四胎、五胎及以上的 1 分牛占比(86.4%~86.6%)。不同泌乳阶段性情评分分布如图 3 所示,当奶牛处于泌乳阶段 II(即产奶高峰)时,性情评分 I 和性情评分 II 中的 1 分(即温顺)个体数降至

最低。

2.2 奶牛性情评分影响因素分析

如图 2 和图 3 所示,头胎和处于泌乳阶段 II 的群体中性情评分为 1 分的个体占比低于其他胎次或泌乳阶段,因此将一胎、泌乳阶段 II、场人效应-19 或-7(性情评分 I 为 19,性情评分 II 为 7)设为基准,同时产生 4 个哑变量取代胎次效应、5 个哑变量取代泌乳阶段效应、18 个或 6 个哑变量取代场人效应,表 1 是基于以上参数的 Logistic 回归分析结果。

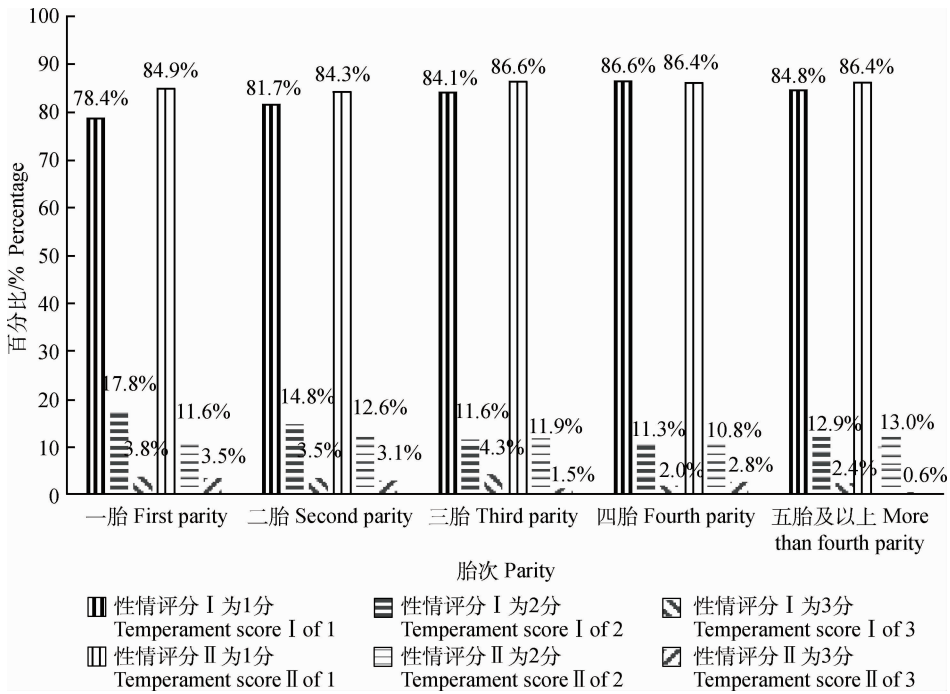


图 2 各胎次中性情评分的分布
Fig. 2 Distribution of temperament scores in each parity

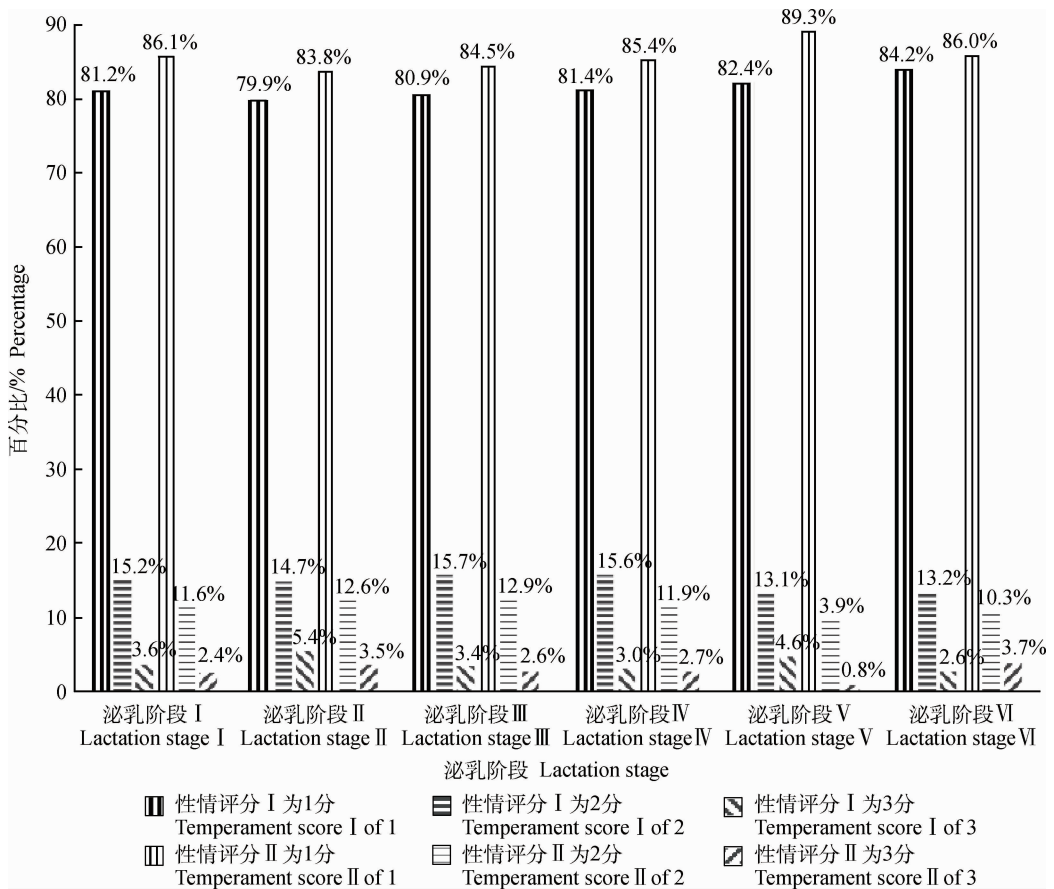


图 3 各泌乳阶段的性情评分分布
Fig. 3 Distribution of temperament scores in each lactation stage

利用似然比检验、计分检验和 Wald 检验对模型偏回归系数假设进行检验, P 值均小于 0.001(截距), 表明建立的回归方程具有显著意义。当表 1 中 OR 值大于 1 时, 则代表该水平与基准水平相比, 性情评分为 1 的概率增大。表 1 中所有 OR 值均大于 1, 表明相比同组因子其他水平, 基准水平 1 胎和泌乳阶段 II 性情评分为 1 的概率最小, 且性情评分 I 和性情评分 II 结果趋势一致。胎次、泌乳阶段、场人效应对性情评分 I 有显著影响 ($P < 0.05$), 泌乳阶段、场人效应对性情评分 II 有显著影响 ($P < 0.05$), 限于篇幅, 场人效应不予列出分析。

表 2 是 Logistic 回归分析中, 将不同胎次与泌

乳阶段的性情评分进行多重比较的检验结果, 限于篇幅, 仅列出 $P < 0.15$ 的多重比较对子 (即有显著差异或显著趋势的)。

当估计差值小于 0 时, 则比较参数从前者变到后者时, 性情评分为 1 的优势对数值减小。例如表 2 中性情评分 I 一胎与二胎比较, 优势对数为 -0.28, 代表一胎比二胎优势对数减少了 0.28, 且 $P < 0.05$, 代表其有显著性差异。总而言之, 头胎牛性情评分为 1 的概率低于其他胎次, 处于泌乳阶段 II 的奶牛性情评分为 1 的概率低于其他泌乳阶段, 且胎次和泌乳阶段对性情评分 I 与性情评分 II 的影响趋势一致。

表 1 奶牛性情评分为 1 的 Logistic 回归分析结果

Table 1 Results of Logistic regression analysis on temperament scored as 1 in dairy

参数 Parameter	水平 Level	自由度 Df	估计值 Estimate	标准误 Standard error	卡方 Chi-square	P 值 P -value	OR 值 Odds ratio	95% CI 95% confidence interval	
性情评分 I Temperament score I									
截距 Intercept	1	1	1.17	0.29	16.07	<0.000 1	—	—	—
胎次 Parity	2	1	0.28	0.12	5.54	0.02	1.32	1.05	1.67
	3	1	0.20	0.15	1.76	0.19	1.23	0.91	1.66
	4	1	0.56	0.23	5.89	0.02	1.75	1.11	2.75
	5	1	0.45	0.24	3.55	0.06	1.58	0.98	2.53
泌乳阶段 Lactation stage	I	1	0.26	0.21	1.62	0.20	1.30	0.87	1.96
	III	1	0.26	0.16	2.65	0.10	1.30	0.95	1.77
	IV	1	0.18	0.16	1.34	0.25	1.20	0.88	1.64
	V	1	0.25	0.23	1.24	0.27	1.29	0.83	2.00
	VI	1	0.54	0.22	6.17	0.01	1.72	1.12	2.64
性情评分 II Temperament score II									
截距 Intercept	1	1	1.50	0.37	16.64	<0.000 1	—	—	—
胎次 Parity	2	1	0.15	0.15	1.06	0.30	1.17	0.87	1.57
	3	1	0.20	0.19	1.20	0.27	1.23	0.85	1.76
	4	1	0.36	0.27	1.78	0.18	1.43	0.85	2.41
	5	1	0.45	0.28	2.64	0.10	1.57	0.91	2.69
泌乳阶段 Lactation stage	I	1	0.34	0.25	1.85	0.17	1.41	0.86	2.30
	III	1	0.15	0.19	0.61	0.43	1.16	0.80	1.69
	IV	1	0.30	0.20	2.42	0.12	1.36	0.92	1.99
	V	1	0.81	0.37	4.84	0.03	2.26	1.09	4.65
	VI	1	0.31	0.25	1.52	0.22	1.36	0.83	2.22

表 2 胎次和泌乳阶段多重比较结果

Table 2 Multiple comparisons among different levels of parity and lactation stage

水平 Level	估计值 Estimate	标准误 Standard error	置信区间 Confidence interval		卡方 Chi-square	P 值 P-value
性情评分 I Temperament score I						
一胎 vs 二胎 First parity vs Second parity	-0.28	0.12	-0.51	-0.05	5.54	0.02
一胎 vs 四胎 First parity vs Fourth parity	-0.56	0.23	-1.01	-0.11	5.89	0.02
一胎 vs 五胎及以上 First parity vs More than fourth parity	-0.45	0.24	-0.93	0.02	3.55	0.06
泌乳阶段 II vs 泌乳阶段 V Lactation stage II vs Lactation stage V						
泌乳阶段 II vs 泌乳阶段 VI Lactation stage II vs Lactation stage VI	-0.54	0.22	-0.97	-0.11	6.17	0.01
性情评分 II Temperament score II						
一胎 vs 五胎及以上 First parity vs More than fourth parity	-0.45	0.28	-0.99	0.09	2.64	0.10
泌乳阶段 II vs 泌乳阶段 IV Lactation stage II vs Lactation stage IV						
泌乳阶段 II vs 泌乳阶段 V Lactation stage II vs Lactation stage V	-0.81	0.37	-1.54	-0.09	4.84	0.03

2.3 奶牛性情评分对校正奶量的影响

采用模型 1 分析性情评分对校正奶量的影响,不同性情评分校正奶量的最小二乘均值如表 3 所示。性情评分 I 和性情评分 II 对校正奶量的影响均

表 3 性情评分对校正奶量的影响

Table 3 The effect of temperament score on corrected milk yield

性情评分 Tempera- ment score	校正奶量/kg HTACM			
	性情评分 I		性情评分 II	
	Temperament score I		Temperament score II	
	LSM	SE	LSM	SE
1	38.06	0.77	38.82	0.66
2	39.22	1.26	39.19	1.36
3	38.30	1.87	37.56	1.83

LSM 代表最小二乘均值,SE 代表标准误

LSM represents the least square mean, and SE represents the standard error

不显著($P>0.05$)。在两种评分体系中,性情评分为 2 的个体均为校正奶量最高,比评分为 1 或 3 的个体高 0.37~1.63 kg。本模型考虑的场效应和 SCS 均对校正奶量有显著影响($P<0.05$),因篇幅有限不予列出。

2.4 奶牛性情评分对 BCS 的影响

采用模型 2 分析性情评分对 BCS 的影响,结果表明,泌乳阶段对 BCS 有显著影响($P<0.05$),当泌乳阶段为 V 时 BCS 最高,泌乳阶段为 II 时 BCS 最低,胎次对 BCS 无显著影响($P>0.05$)。性情评分 I 和性情评分 II 对 BCS 的影响均不显著($P>0.05$)。

3 讨论

奶牛性情是奶牛对外界环境变化和人为刺激产生应激的程度^[17]。L. Kovács 等^[8]提出了心率测量法,通过对奶牛心率及其变异的测量来量化奶牛的性情,但此方法器械昂贵、操作繁琐、需专业人士进

行操作,不适合大规模测量。B. Forkman 等^[9]的约束-逃逸测试需要特殊装置约束奶牛,对场地要求较高。T. Rousing 等^[10]的踏步踢腿计数法需要在挤奶时进行操作,易影响牛场正常生产。M. S. Dodzi 等^[6]的回避距离测试是通过奶牛对逐渐逼近的陌生人产生回避行为时的距离来衡量性情,不适用于大规模测定。综上,目前尚无可用于大规模牛群简便、快速评定的性情评价方法,因此,本研究利用测量直肠温度和测量颈部皮肤褶皱厚度两种刺激对奶牛性情分别进行评判。

本研究中,两种评分方法皆是在相同环境下对奶牛进行人为刺激,方法 I 是在测量直肠温度时评价奶牛性情,而方法 II 是在测量颈部皮肤褶皱厚度时评价奶牛性情,两种方法评定结果间无显著差异($P>0.05$),方法 I 评分均值(1.21)略高于方法 II (1.17),原因可能与奶牛视野盲区和两种评分方法评定的先后顺序有关。奶牛能看到其身体周围 300 度范围内的物体^[18],方法 I 评分时,操作员在奶牛的视野盲区,所以奶牛有更强烈的应激,而方法 II 评分时,操作员在奶牛的视野内,奶牛产生更小的应激。本研究中,首先采用方法 I 对每头奶牛进行性情评定,此时奶牛多是第一次接触陌生的测定员,而后采用方法 II 进行评定时,奶牛已多次接触测定人员,应激紧张感减少,最终导致方法 I 评分略高于方法 II。但两种方法皆可用于评价奶牛性情,且下述分析结果中两种评分方法趋势相同,不再分开阐述。

本研究发现,处于泌乳阶段 II (45~99 天)的奶牛群体中,性情温顺的牛占比最小,Logistic 分析显示,奶牛处于泌乳阶段 II 时,性情温顺的比例显著低于泌乳阶段 V ($P<0.05$),可能是因为泌乳阶段 II 时奶牛产奶压力较大能量负平衡严重^[19],从而产生紧张感。

胎次对奶牛性情有显著影响($P<0.05$),头胎牛中 1 分个体占比小于经产牛,经产牛比头胎牛更加温顺,这与 K. Uetake 等^[20-21]的研究结果一致,Logistic 分析结果表明,头胎牛性情评分为 1 分的概率与 5 胎及以上性情评分为 1 分的概率有显著差异($P<0.05$),而其余胎次与 5 胎及以上则无显著差异($P>0.05$)。L. Kovács 等^[22-24]对奶牛心率变异资料的研究也表明,经产牛比初产牛有着更低的紧张感,初产牛尚未适应每天的挤奶生活,但经产牛已经习惯了挤奶技术与流程,所以对周围熟悉的环境并不紧张。

有研究表明,性情对产奶量有显著影响($P<0.05$),产奶量对性情回归系数为 -0.40 ^[25],本研究中两种方法评定的性情均对校正奶量无显著影响($P>0.05$),但性情平静(1 分)和性情暴躁(3 分)奶牛的校正奶量较性情中等(2 分)稍低。不同研究中,奶牛群体遗传背景、牧场饲养管理以及性情评判方法的差异都可能导致结果的不同。本研究利用两种方法进行评分,与同类研究相比数据量更大,且本研究中两种方法所得结果趋势基本一致,因此本研究得到的分析结果具有较高的可信度。R. F. Cooke 等^[26]的研究中性情对肉牛 BCS 没有显著影响($P>0.05$),这与本研究结果一致。

本研究只对影响性情的固定效应进行了初步分析,未考虑遗传因素,C. A. Morris 等^[27]估计得到肉牛性情遗传力为 0.36,S. M. Schmutz 等^[28-29]也对影响性情的遗传因素做了研究。在今后的研究中,应结合固定效应和遗传因素,进行更深入的探究。

4 结 论

本研究提出的两种 3 分制性情评定方法均可用于大规模、快速评定奶牛性情,评分越低奶牛越温顺,牛群性情评分可显示牛场福利状况和管理水平。头胎牛和处于泌乳高峰时奶牛性情暴躁概率最大,符合当前奶牛管理中重视头胎牛、泌乳高峰期牛的理念。性情适中的奶牛校正奶量较高的结果有待进一步验证,但为在奶牛行为学与高效生产之间建立联系提供了有力证据。

致谢:感谢牛百科实践小组成员赵新钢、于亚冬、姜文琦、王俊健、杨光新、周结科、朱莹琳、赵艺竹、安涛、罗艺萌、任怀彦对本试验在数据采集、整理等方面提供的帮助。

参考文献 (References):

- [1] SUTHERLAND M A, ROGERS A R, VERKERK G A. The effect of temperament and responsiveness towards humans on the behavior, physiology and milk production of multi-parous dairy cows in a familiar and novel milking environment [J]. *Physiol Behav*, 2012, 107(3): 329-337.
- [2] FRONDELIUS L, JÄRVENRANTA K, KOPONEN T, et al. The effects of body posture and temperament on heart rate variability in dairy cows [J]. *Physiol Behav*, 2015, 139: 437-441.
- [3] 米法英, 王翠芳, 敖长金, 等. 动物福利对奶牛生产性能的影响 [J]. 中国奶牛, 2016, 317(9): 4-8.

- MI F Y, WANG C F, AO C J, et al. Effect of animal welfare on the performance in dairy cows[J]. *China Dairy Cattle*, 2016, 317(9): 4-8. (in Chinese)
- [4] SEABROOK M F. The psychological interaction between the stockman and his animals and its influence on performance of pigs and dairy cows[J]. *Vet Rec*, 1984, 115(4): 84-87.
- [5] SANCHEZ N C B, CARROLL J A, BROADWAY P R, et al. Cattle temperament influences metabolism; metabolic response to glucose tolerance and insulin sensitivity tests in beef steers[J]. *Domest Anim Endocrinol*, 2016, 56: 85-95.
- [6] DODZI M S, MUCHENJE V. Avoidance-related behavioural variables and their relationship to milk yield in pasture-based dairy cows[J]. *Appl Anim Behav Sci*, 2011, 133(1-2): 11-17.
- [7] HOLSTEIN U K. A useful guide to Linear Assessment[EB/OL]. (2017-11) <http://www.holstein-uk.org/media/legacyhw/Breeding%20for%20HW/Breeding-Linear-Assessment.pdf>.
- [8] KOVÁCS L, KÉZÉR F L, TÖZSÉR J, et al. Heart rate and heart rate variability in dairy cows with different temperament and behavioural reactivity to humans[J]. *PLoS One*, 2015, 10(8): e0136294.
- [9] FORKMAN B, BOISSY A, MEUNIER-SALAÜN M C, et al. A critical review of fear tests used on cattle, pigs, sheep, poultry and horses[J]. *Physiol Behav*, 2007, 92(3): 340-374.
- [10] ROUSING T, BONDE M, BADSBERG J H, et al. Stepping and kicking behaviour during milking in relation to response in human-animal interaction test and clinical health in loose housed dairy cows[J]. *Livest Prod Sci*, 2004, 88(1-2): 1-8.
- [11] DODZI M S, MUCHENJE V. Avoidance-related behavioural variables and their relationship to milk yield in pasture-based dairy cows[J]. *Appl Anim Behav Sci*, 2011, 133(1-2): 11-17.
- [12] RUSHEN J, DE PASSILLÉ A M B, MUNKS-GAARD L. Fear of people by cows and effects on milk yield, behavior, and heart rate at milking[J]. *J Dairy Sci*, 1999, 82(4): 720-727.
- [13] BREUER K, HEMSWORTH P H, BARNETT J L, et al. Behavioural response to humans and the productivity of commercial dairy cows[J]. *Appl Anim Behav Sci*, 2000, 66(4): 273-288.
- [14] WILDMAN E E, JONES G M, WAGNER P E, et al. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics[J]. *J Dairy Sci*, 1982, 65(3): 495-501.
- [15] 郭 刚, 王雅春, 孙东晓, 等. 体细胞评分(SCS)的变异规律分析[C]//中国畜牧兽医学学会第七届养牛学分会2009年学术研讨会论文集. 南京: 中国畜牧兽医学学会, 2009.
- GUO G, WANG Y C, SUN D X, et al. Analysis of the variation of somatic cell score (SCS)[C]//. Nanjing: Chinese Animal Husbandry and Veterinary Association, 2009. (in Chinese)
- [16] 吕文龙. DHI报告的正确解读[J]. 今日畜牧兽医, 2014(8): 53-55.
- LV W L. The correct understanding of DHI report [J]. *Today Animal Husbandry and Veterinary Medicine*, 2014(8): 53-55. (in Chinese)
- [17] GRIGNARD L, BOISSY A, BOIVIN X, et al. The social environment influences the behavioural responses of beef cattle to handling[J]. *Appl Anim Behav Sci*, 2000, 68(1): 1-11.
- [18] 黄鸿威. 奶牛习性与奶牛舒适[J]. 今日畜牧兽医, 2014(6): 47-48.
- HUANG H W. The habit and comfort of cow[J]. *Today Animal Husbandry and Veterinary Medicine*, 2014(6): 47-48. (in Chinese)
- [19] 王 琨, 邢震全, 李国滨. 泌乳期奶牛的饲喂[J]. 黑龙江动物繁殖, 2003, 11(2): 29.
- WANG K, XING Z Q, LI G B. Feeding of lactating cows[J]. *Heilongjiang Journal of Animal Reproduction*, 2003, 11(2): 29. (in Chinese)
- [20] UETAKE K, KILGOUR R J, ISHIWATA T, et al. Temperament assessments of lactating cows in three contexts and their applicability as management traits [J]. *Anim Sci J*, 2004, 75(6): 571-576.
- [21] SZENTLÉLEKI A, NAGY K, SZÉPLAKI K, et al. Behavioural responses of primiparous and multiparous dairy cows to the milking process over an entire lactation[J]. *Ann Anim Sci*, 2015, 15(1): 185-195.
- [22] KOVÁCS L, KÉZÉR L, TÖZSÉR J. Measuring stress level of dairy cows during milking using by geometric indices of heart rate variability[J]. *Scient Pap: Anim Sci Biotechnol*, 2013, 46(1): 213-217.
- [23] RUSHEN J, DE PASSILLÉ A M B, MUNKS-GAARD L. Fear of people by cows and effects on milk yield, behavior, and heart rate at milking[J]. *J Dairy Sci*, 1999, 82(4): 720-727.
- [24] BREUER K, HEMSWORTH P H, BARNETT J L,

- et al. Behavioural response to humans and the productivity of commercial dairy cows[J]. *Appl Anim Behav Sci*, 2000, 66(4): 273-288.
- [25] HEDLUND L, LØVLIE H. Personality and production: nervous cows produce less milk[J]. *J Dairy Sci*, 2015, 98(9): 5819-5828.
- [26] COOKE R F, BOHNERT D W, MENEGHETTI M, et al. Effects of temperament on pregnancy rates to fixed-timed AI in *Bos indicus* beef cows[J]. *Livest Sci*, 2011, 142(1-3): 108-113.
- [27] MORRIS C A, CULLEN N G, KILGOUR R, et al. Some genetic factors affecting temperament in *Bos taurus* cattle[J]. *New Zeal J Agr Res*, 1994, 37(2): 167-175.
- [28] SCHMUTZ S M, STOOKEY J M, WINKELMAN-SIM D C, et al. A QTL study of cattle behavioral traits in embryo transfer families [J]. *J Hered*, 2001, 92(3): 290-292.
- [29] VASSEUR E, GIBBONS J, RUSHEN J, et al. Development and implementation of a training program to ensure high repeatability of body condition scoring of dairy cows [J]. *J Dairy Sci*, 2013, 96(7): 4725-4737.

(编辑 郭云雁)