

干奶期体况评分对荷斯坦奶牛产犊性能及下一泌乳期产奶性能和疾病发生率的影响

王建¹ 张闯¹ 赵卿尧¹ 靳爽¹ 李聪聪¹ 马慧² 刘登科³ 顾宪红^{1*}

(1.中国农业科学院北京畜牧兽医研究所,动物营养学国家重点实验室,北京 100193;2.北京首农畜牧发展有限公司,北京 100076;3.河北首农现代农业科技有限公司,定州 073009)

摘要: 体况评分(BCS)是评价奶牛机体能量储备的重要系统,干奶期BCS(DBCS)对牛群的健康和生产力至关重要。本研究旨在探讨DBCS对荷斯坦奶牛产犊性能及下一泌乳期产奶性能、健康状况的影响。DBCS由2个专业人员在干奶期(约预产期前8周)评价。试验共选取1154头奶牛,根据DBCS分为5组,分别为BL组(DBCS \leq 3.00, $n=52$,胎次=2.5)、B3.25组(DBCS=3.25, $n=115$,胎次=2.8)、B3.50组(DBCS=3.50, $n=371$,胎次=2.5)、B3.75组(DBCS=3.75, $n=224$,胎次=2.7)、BH组(DBCS \geq 4.00, $n=392$,胎次=2.8)。结果表明:随着DBCS的增加,305 d产奶量、乳脂产量和乳蛋白产量先增加后降低($P<0.01$),并在B3.25组均达到高峰。此外,DBCS与乳脂率、乳蛋白率呈极显著正相关($P<0.01$)。与B3.25、B3.50和B3.75组相比,BH组的犊牛初生重极显著降低($P<0.01$)。同时,随着DBCS的增加,难产($P=0.082$)和酮病($P=0.063$)的发生率有增加趋势,但DBCS对乳腺炎、跛行、子宫炎、胎盘滞留的发生率无显著影响($P>0.05$)。综上所述,奶牛预产期前8周过胖(DBCS \geq 4.00)会降低犊牛初生重,且推荐最优DBCS为3.25。

关键词: 体况评分;荷斯坦奶牛;产犊性能;产奶性能;疾病

中图分类号:S823

文献标识码:A

文章编号:1006-267X(2020)12-5751-09

体况评分(body condition score, BCS)是一种评估机体能量储备的主观测量系统^[1-3]。尽管BCS是一个物理和视觉指标,但其足以准确地评估特定身体区域的皮下脂肪覆盖度^[4]。研究发现,BCS可以作为指示牛群营养状况、产奶量、繁殖性能和动物福利的线索^[3,5-6]。目前对BCS与生产性能、乳成分之间的关系研究较多^[7-8],学者们普遍认为奶牛BCS过高对产奶量有不利影响^[7,9-10],且两者关系是非线性的^[11]。目前对于BCS与奶牛健康的研究结果不尽相同。Ruegg等^[12]研究发现,产时BCS对跛行、乳房炎等疾病没有显著影响,而Roche等^[3]则报道,产时BCS和

产后BCS损失变化大对奶牛健康状况有显著影响。Hoedemaker等^[13]研究发现,分娩时BCS较低的奶牛更容易发生跛行和子宫内膜炎。此外,胎盘滞留不下、临床乳腺炎、酮病和子宫炎与奶牛分娩和早期泌乳BCS息息相关^[13-15]。众所周知,奶牛难产增加人工协助且减少牧场利润,但BCS和难产发生率之间的关系目前研究较少。肉牛产前BCS过高增加难产发生率^[16],此外,干奶期BCS(DBCS)损失过多的奶牛难产发生率也增加^[5],但Berry等^[17]发现临产奶牛BCS与难产发生率无显著相关。到目前为止,虽有大量文献研究了BCS与产奶性能的关系,但鲜少关注整个泌乳期的产

收稿日期:2020-05-31

基金项目:奶牛产业技术体系北京市创新团队项目(BAIC06-2020);国家重点研发计划课题(2017YFD0502003,2016YFD0500507);中国农业科学院科技创新工程(ASTIP-IAS07)

作者简介:王建(1990—),女,山东潍坊人,硕士研究生,研究方向为动物营养与饲料科学。E-mail:wangjian_1884@163.com

*通信作者:顾宪红,研究员,博士生导师,E-mail:guxianhong@vip.sina.com

奶量变化,此外,对犊牛初生重及难产的研究相对较少。因此,本研究的目的是探讨 DBCS 与荷斯坦奶牛产犊性能、下一泌乳期产奶性能及疾病发生率间的关系,为 DBCS 在农场管理和生产中的应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

DBCS 的评价由牛场 2 个受过专业培训的技术人员评定,这 2 名技术人员有 4 年 BCS 的评价经验,在此基础上,根据 Edmonson 等^[1]所描述的方法,采用五分制评分法,即 1 为消瘦,5 为肥胖,每个梯度增量为 0.25,在奶牛干奶期(预产期前约 8 周)进行 DBCS 的测定。根据 DBCS 评分将奶牛分为 5 组,分别为 BL 组($DBCS \leq 3.00$, $n = 52$,胎次 = 2.5)、B3.25 组($DBCS = 3.25$, $n = 115$,胎次 = 2.8)、B3.50 组($DBCS = 3.50$, $n = 371$,胎次 = 2.5)、B3.75 组($DBCS = 3.75$, $n = 224$,胎次 = 2.7)、BH 组($DBCS \geq 4.00$, $n = 392$,胎次 = 2.8)。

1.2 饲养管理

本试验在河北首农现代农业科技有限公司开展,试验方案经中国农业科学院北京畜牧兽医研究所实验动物福利伦理委员会批准(批准号:IAS2018-7)。数据采集从 2017 年 1 月至 2019 年 2 月,共计 1 154 头荷斯坦奶牛的记录数据。试验中所有采集数据的奶牛均纳入南京丰顿科技有限公司开发的智能奶牛场管理系统进行统一管理。该系统基于计算机系统,通过该系统采集符合试验条件的奶牛的胎次、出生日期、DBCS 评估时间、产奶量及后代等信息。

所有奶牛统一人工授精,精液来自同一品种及同一牛场(北京奶牛中心延庆基地)。所有奶牛统一饲喂全混合日粮(TMR),且根据泌乳周期,将饲料分为泌乳期饲料、干奶前期饲料、干奶后期饲料及新产牛饲料,不同泌乳周期饲喂不同 TMR,每天提供 3 次饲料,自由采食,且剩料量为 5%~10%。奶牛采用散栏饲养,自由饮水。根据当地气候特点,将产犊季节划分为春季(3~5 月)、夏季(6~8 月)、秋季(9~11 月)、冬季(12~2 月)。进入数据统计的奶牛每组的产犊季节是平衡的,且新生犊牛的公犊与母犊比例为 1:1。

1.3 指标测定

1.3.1 奶牛产奶性能

奶牛每天挤奶 3 次,每次挤奶时系统自动记录产奶量。奶牛个体 305 d 产奶量的校准系数参考中国奶牛协会制定的《北方荷斯坦奶牛 305 天校正产奶量系数》标准。分别在泌乳早期(泌乳天数:29.4、58.7 和 89.1 d)、泌乳中期(泌乳天数:119.5、149.8 和 180.2 d)和泌乳后期(泌乳天数:209.9、239.7 和 269.2 d)对试验牛采集 9 次奶样,以测定乳成分。乳样中添加防腐剂(bronopol tablet; D&F Control System Inc., 加拿大),样品储存在 4 °C,使用乳成分分析仪(Foss MilkoScan™ Minor, Foss Food Technology Corp., 丹麦)对乳成分进行分析。为了保证数据的可靠性,本试验根据乳脂率(2%~7%)、乳蛋白率(2%~6%)和产奶量(2~70 kg/d)等指标对数据集进行筛选。

1.3.2 产犊性能和疾病发生

奶牛的健康状况和小牛出生体重信息由接产员或兽医记录,犊牛出生后立即使用体重秤测量初生重,且以上所有的信息均录入奶牛智能管理系统中。根据分娩期间提供帮助的程度^[18-19],将难产分为 5 个等级:1 分为顺产,不需要接产员干预;2 分为需要人工干预,但不需使用接产器械;3 分为需要大于 2 个人的干预;4 分为需要接产器械将犊牛拉出,5 分为剖宫产接生。本试验中进入难产数据统计的标准是:只要人工干预接产,即当难产分数大于等于 2 时,判定为该奶牛难产,其他均为奶牛顺产。临床乳腺炎的诊断标准是在牛奶中观察到有凝块或乳房发红、疼痛或炎症迹象^[11]。当牛跛行或偏好使用某侧肢蹄时记录为跛行^[13]。子宫炎的诊断是子宫异常增大,有恶臭、水状的红棕色液体到黏稠的、灰白色的脓性子官分泌物,且在产后 21 d 内伴有或不伴有发热^[20]。奶牛酮病(包括亚临床酮病和酮病)确诊参考 Zhang 等^[21]的标准。胎盘滞留不下诊断标准为在分娩后 24 h 内胎盘未排出^[22]。

1.4 数据统计分析

所有试验数据均采用 SAS 9.4 统计软件进行分析。采用重复测量方差分析过程(repeated measures ANOVA)对乳成分进行分析。重复测量模型包含 DBCS、泌乳期、DBCS 与泌乳期的交互作用及奶牛个体的随机效应。305 d 产奶量、犊牛初生重采用 SAS 9.4 中 one-way ANOVA 进行单

因素方差分析。数据以最小平方平均值和标准误差方式呈现。对 DBCS 与产奶性能、DBCS 与犊牛初生重、DBCS 与妊娠期时长、犊牛初生重与妊娠期时长进行相关分析,获得 Pearson 相关系数(r)。卡方检验分析 DBCS 与难产、疾病发生率的关系。 $P < 0.05$ 表示差异显著, $0.05 \leq P < 0.10$ 则表示有显著差异的趋势。

2 结 果

2.1 DBCS 对荷斯坦奶牛下一泌乳期产奶性能及乳成分的影响

由表 1 可知,随着 DBCS 的增加,305 d 产奶

量、乳脂产量和乳蛋白产量先增加后降低($P < 0.01$),并在 B3.25 组均达到高峰,而 BH 组则降至最低。乳脂率和乳蛋白率均随 DBCS 的升高而升高($P < 0.01$),且在 BH 组达到最高峰。DBCS 与泌乳期对乳成分无显著交互影响($P > 0.05$)。

由表 2 可知,DBCS 与乳脂率($r = 0.081, P < 0.01$)、乳蛋白率($r = 0.151, P < 0.01$)呈极显著正相关,与 305 d 产奶量呈极显著负相关($r = -0.136, P < 0.01$)。305 d 产奶量与乳脂率($r = -0.039, P < 0.01$)和乳蛋白率($r = -0.331, P < 0.01$)呈极显著负相关。此外,乳脂率与乳蛋白率呈极显著正相关($r = 0.246, P < 0.01$)。

表 1 DBCS 对荷斯坦奶牛下一泌乳期 305 d 产奶量及乳成分的影响

Table 1 Effects of DBCS on subsequent 305 days milk yield and milk composition in Holstein cows

项目 Items	组别 Groups					SEM	P 值 P-value		
	BL	B3.25	B3.50	B3.75	BH		DBCS	LS	DBCS×LS
305 d 产奶量 305 days milk yield/kg	9 811 ^a	10 051 ^a	9 449 ^{ab}	9 119 ^b	8 596 ^c	174.3	<0.01		
乳脂率 Milk fat percentage/%	4.17 ^b	4.23 ^b	4.27 ^b	4.34 ^{ab}	4.43 ^a	0.040	<0.01	<0.01	0.18
乳脂产量 Milk fat yield/(kg/d)	1.43 ^{ab}	1.50 ^a	1.43 ^{ab}	1.40 ^{ab}	1.34 ^b	0.029	<0.01	<0.01	0.11
乳蛋白率 Milk protein percentage/%	3.30 ^c	3.34 ^c	3.38 ^c	3.43 ^b	3.49 ^a	0.016	<0.01	<0.01	0.21
乳蛋白产量 Milk protein yield/(kg/d)	1.15 ^{ab}	1.19 ^a	1.14 ^{ab}	1.11 ^{ab}	1.06 ^b	0.020	<0.01	<0.01	0.30

DBCS:干奶期体况评分;LS:泌乳期;DBCS×LS: DBCS 与泌乳期交互作用。DBCS: body condition score at dry off; LS: lactation stage; DBCS×LS: interaction between DBCS and LS.

同行数据肩标无字母或相同字母表示差异不显著($P > 0.05$),不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。In the same row, values with no letter or the same letter superscripts mean no significant difference ($P > 0.05$), while with different small letter superscripts mean significant difference ($P < 0.05$).

表 2 DBCS 与 305 d 产奶量及乳成分的皮尔逊相关性分析

Table 2 Pearson correlation coefficients between DBCS and 305 days milk yield and composition in Holstein cows

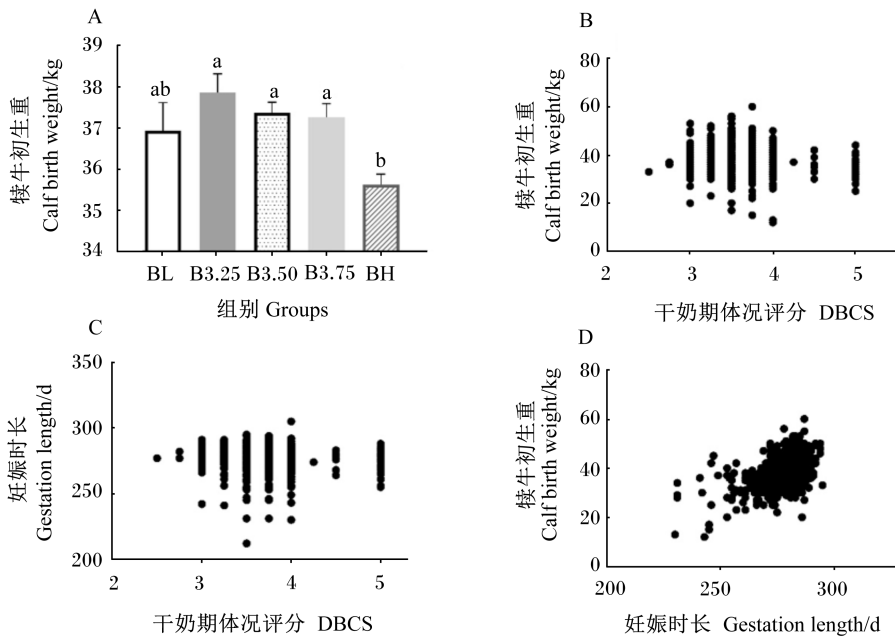
项目 Items	干奶期体况评分 DBCS	305 d 产奶量 305 days milk yield	乳脂率 Milk fat percentage
305 d 产奶量 305 days milk yield	-0.136 ^{**}		
乳脂率 Milk fat percentage	0.081 ^{**}	-0.039 ^{**}	
乳蛋白率 Milk protein percentage	0.151 ^{**}	-0.331 ^{**}	0.246 ^{**}

** 表示极显著相关($P < 0.01$)。 ** mean significant correlation ($P < 0.01$).

2.2 DBCS 对荷斯坦奶牛随后产犊性能的影响

如图 1 所示,与 B3.25、B3.50 和 B3.75 组相比,BH 组的犊牛初生重极显著降低($P < 0.01$;图 1-A),而 BL 组与其他组无显著差异($P > 0.05$)。DBCS 与犊牛初生重($r = -0.167, P < 0.01$;

图 1-B)和妊娠时长($r = -0.078, P < 0.01$;图 1-C)呈极显著负相关。妊娠时长与犊牛初生重呈极显著正相关($r = 0.413, P < 0.01$;图 1-D)。此外,DBCS 与难产率呈趋势关系($X^2 = 8.28, P = 0.082$;表 3),即随着 DBCS 的增加,奶牛难产率有增加的趋势。



A: 各组犊牛出生体重; B: DBCS 与犊牛出生体重的相关性; C: DBCS 与妊娠时长的相关性; D: 妊娠时长与犊牛出生体重相关性。A: calf birth weight in different groups; B: correlation between DBCS and calf birth weight; C: correlation between DBCS and gestation length; D: correlation between gestation length and calf birth weight.

A 图中数据柱形标注不同字母表示差异极显著 ($P < 0.01$)。Value columns with different letters mean significant difference in figure A ($P < 0.01$) .

图 1 DBCS 对荷斯坦奶牛随后产犊性能的影响

Fig.1 Effects of DBCS on calving performance in Holstein cows

2.3 DBCS 对荷斯坦奶牛下一泌乳期难产率和疾病发生率的影响

由表 3 可知, DBCS 对乳腺炎、跛行、子宫炎、胎盘滞留的发生率无显著影响 ($X^2 = 6.55, P =$

$0.162; X^2 = 0.54, P = 0.970; X^2 = 7.66, P = 0.105; X^2 = 1.37, P = 0.849$), 但随着 DBCS 增加, 酮病的发生率有增加趋势 ($X^2 = 8.93, P = 0.063$) .

表 3 DBCS 对荷斯坦奶牛下一泌乳期难产率和疾病发生率的影响

Table 3 Effects of DBCS on subsequent incidences of dystocia and diseases in Holstein cows

项目 Items	组别 Groups					卡方 χ^2	P 值 P-value
	BL	B3.25	B3.5	B3.75	BH		
难产率 Dystocia incidence	7.69 (4/52)	16.52 (19/115)	22.37 (83/371)	19.20 (43/224)	22.45 (88/392)	8.28	0.082
疾病发生率 Disease occurrence							
乳房炎 Mastitis	11.54 (6/52)	20.00 (23/115)	25.34 (94/371)	20.98 (47/224)	20.66 (81/392)	6.55	0.162
跛行 Lameness	5.77 (3/52)	6.96 (8/115)	7.28 (27/371)	6.70 (15/224)	7.91 (31/392)	0.54	0.970
子宫炎 Metritis	0 (0/52)	3.48 (4/115)	5.93 (22/371)	5.80 (13/224)	8.16 (32/392)	7.66	0.105

续表 3

项目 Items	组别 Groups					卡方 χ^2	P 值 P-value
	BL	B3.25	B3.5	B3.75	BH		
酮病 Ketosis	1.92 (1/52)	2.61 (3/115)	3.50 (13/371)	5.36 (12/224)	7.40 (29/392)	8.93	0.063
胎盘滞留 Placental retention	1.92 (1/52)	5.22 (6/115)	4.85 (18/371)	4.91 (11/224)	5.61 (22/392)	1.37	0.849

括号中数据为发生牛头数/每组牛头数。

Data in brackets represent number of occurrence/number of cows per group.

3 讨 论

3.1 DBCS 对荷斯坦奶牛下一泌乳期产奶性能及乳成分的影响

BCS 评价已广泛应用于奶牛场^[23-25]。了解 DBCS 对奶牛的影响将为制定适宜的干奶期营养策略提供更多信息。因此,我们评估了 DBCS 与后续产犊性能、产奶量和疾病发生率之间的关系。

在本研究中,305 d 产奶量随着 DBCS 的增加先升高后降低。此外,当 DBCS ≥ 4 时,305 d 产奶量显著降低,与 Contreras 等^[14]结果类似,即 DBCS 较低 (≤ 3.00) 的牛在泌乳前期的产奶量高于 DBCS 较高 (≥ 3.25) 的牛。Garnsworthy 等^[9]也证明,在产后 16 周,产时 BCS 较低的奶牛比 BCS 较高的奶牛产奶量略多。此外,Treacher 等^[10]也发现在整个泌乳期,BCS 过高的牛的平均产奶量减少约 500 kg。正如许多研究报道 BCS 和干物质摄入量呈负相关^[10,26-27],本试验 BH 组产奶量下降的原因可能是体脂过高抑制奶牛采食量,而低摄食并不能满足奶牛产奶的能量需求。此外,由于产奶所需能量主要来源于采食而非机体自身体脂动员,因此低 BCS 牛比高 BCS 牛的产奶生物学效率高^[28]。本研究中,305 d 产奶量随着 DBCS 的增加而增加,直到 3.25,但当 DBCS 大于 3.25 时,产奶量下降。这一结果与 Waltner 等^[29]的结果相似,他们报道产时 BCS 与产奶量呈二次相关。Berry 等^[30]也发现产时 BCS 与产奶量之间存在非线性关系,且最佳产时 BCS 为 4.25(5 分制)。目前普遍认为,BCS 水平适中奶牛的产奶量要高于体况过高的奶牛^[28]。然而,本试验中推荐的最佳 DBCS 与 Berry 等^[30]不一致,造成这种差异的主要原因有 2 个:一方面是前人关注产时 BCS,而本试验研究 DBCS,另一方面可能是牧场饲喂等管理条

件的不同。

本试验表明,随着 DBCS 的增加,乳脂率和乳蛋白率增加,且 BH 组达到峰值。此外,BCS 与乳脂率、乳蛋白率呈正相关,这一结果与 Stockdale^[31]的研究结果相似,即乳脂率与泌乳期 BCS 呈正相关。高 DBCS 奶牛具有较高的乳脂浓度,可能是由于产后体内脂肪储备动员程度高^[25,30]。本试验发现,乳成分产量的变化趋势与 305 d 产奶量的变化趋势一致,即 B3.25 组乳脂产量和乳蛋白产量最高,而 BH 组最低。这与 Tsuruta 等^[32]的研究结果相似,即产奶量与乳脂量、乳蛋白量呈正相关关系。此外,本研究发现产奶量与乳脂率、乳蛋白率呈负相关,这可能是由产奶量的稀释效应造成^[33-34]。

3.2 DBCS 对荷斯坦奶牛随后产犊性能的影响

作为奶牛重要的数量性状之一,犊牛初生重是犊牛选育的重要标准,且犊牛初生重与围产期死亡率、出生后生长发育及 305 d 产奶量密切相关^[35-36],因此犊牛初生重影响牛场的经济效益。Spitzer 等^[37]在肉牛中发现,产时 BCS(9 分制)增大可以提高犊牛初生重,与 BCS 为 4 的母牛相比,产时 BCS 为 6 的妊娠母牛所产犊牛体重高约 3.5 kg,同时不增加难产风险。但 Mulliniks 等^[24]在放牧牛中发现,产时 BCS(9 分制)对犊牛初生重没有显著影响。本研究中,适当提高 DBCS 可以增加犊牛初生重,但当 DBCS ≥ 4 时,犊牛初生重显著降低,与上述文献中结果不尽相同,造成这一结果的原因可能是 DBCS 的评分标准不同。本试验 BH 组降低犊牛出生重的原因可能是胎儿在妊娠期最后 8 周体重增加大约 1/2^[38],而较高的 DBCS 可能损害胎盘功能,从而导致胎儿在子宫内发育迟缓^[39]。有趣的是,我们发现妊娠时长和犊牛初生重之间存在正相关关系,这与 Price 等^[40]研

究结果相同,即两者之间的相关系数在 0.15~0.57。此外,本试验还发现 DBCS 与妊娠时长呈负相关,表明 DBCS 可能通过缩短妊娠时长而降低犊牛初生重。Lacetera 等^[41]报道,奶牛 DBCS 过高,围产期间免疫抑制更加明显,母体炎症挑战增加^[42],而炎症是一个早产的重要风险因素^[43],因此我们推测高 DBCS 奶牛可能处于炎症状态,使得母体早产,从而降低犊牛初生重。但由于本试验中 DBCS 与妊娠时长相关系数较低,因此 DBCS 是否通过缩短妊娠时长而降低犊牛初生重有待进一步探究。

研究发现,母牛难产增加犊牛围产期死亡率,引发母牛产道损伤和感染增加^[44],损害母牛的生育力,增加奶牛淘汰率,给牧场生产造成严重的经济损失^[45]。但目前关于 DBCS 与难产率关系的研究较少。本研究发现,随着 DBCS 增加,难产率有增高趋势,这与肉牛产前 BCS 过高或者奶牛产时 BCS 过高结果^[5,16]类似。DBCS 过高导致难产的原因可能是盆腔内脂肪堆积导致盆腔空间减小。此外,BCS 过高奶牛产道的脂肪堆积和子宫口的缓慢扩张也可能阻碍分娩过程^[46]。与本试验结果不同,Berry 等^[17]发现产前 8 周 DBCS 对奶牛难产率无显著影响。因此,DBCS 和难产的关系还需进一步研究证实。

3.3 DBCS 对荷斯坦奶牛下一泌乳期难产率和疾病发生率的影响

众所周知,奶牛的健康状况至关重要,除了影响产奶性能及繁殖性能外,奶牛疾病增加牛场的管理成本,直接降低牛场的经济效益。Randall 等^[47]发现,当 BCS<2 时,增加奶牛跛行的风险,增加 BCS 则可降低风险。此外,Hoedemaker 等^[13]报道,产时 BCS 过低增加跛足和子宫内膜炎的发生风险。与前人研究不同,本研究发现除酮症以外,其他监测的疾病发生率无显著差异,可能原因是本试验 DBCS 没有过低的情况。Garro 等^[48]报道,与产前 BCS \leq 3.50 的奶牛相比,产前 BCS \geq 3.75 的奶牛发生亚临床酮症的风险高 5.25 倍。此外,Gillund 等^[49]还发现,BCS \geq 3.50 的母牛比 BCS \leq 3.25 的母牛更容易发生酮病。DBCS 升高增加酮病发生率的可能原因是泌乳初期对乳糖需求量增加,而 DBCS 过高奶牛采食量降低使得生糖物质缺乏,机体调动脂肪储备,从而导致能量负平衡而产生大量酮体。

4 结论

① DBCS 与 305 d 产奶量和产犊性能呈极显著负相关,当 DBCS \geq 4.00 时减少下一泌乳期的产奶量,且降低犊牛初生重。

② DBCS 与难产率和酮病发生率呈正相关趋势。

③ DBCS 的监测对牛场的管理十分重要,应采取一定的营养策略,避免分娩前 8 周奶牛的 DBCS 过高,且推荐最优 DBCS 为 3.25。

参考文献:

- [1] EDMONSON A J, LEAN I J, WEAVER L D, et al. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows [J]. *Journal of Dairy Science*, 1989, 72(1): 68-78.
- [2] ATASEVER S, SEN U, ONDER H. A study on the determination of body condition score and somatic cell count in Turkish Saanen goats [J]. *Journal of Applied Animal Research*, 2015, 43(4): 445-449.
- [3] ROCHE J R, FRIGGENS N C, KAY J K, et al. Invited review: body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare [J]. *Journal of Dairy Science*, 2009, 92(12): 5769-5801.
- [4] GREGORY N G, ROBINS J K, THOMAS D G, et al. Relationship between body condition score and body composition in dairy cows [J]. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 1998, 41(4): 527-532.
- [5] GEARHART M A, CURTIS C R, ERB H N, et al. Relationship of changes in condition score to cow health in Holsteins [J]. *Journal of Dairy Science*, 1990, 73(11): 3132-3140.
- [6] CHOI S B, LEE J W, CHOY Y H, et al. Estimates of parameters for genetic relationship between reproductive performances and body condition score of hanwoo cows [J]. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2005, 18(7): 909-914.
- [7] DOMEQ J J, SKIDMORE A L, LLOYD J W, et al. Relationship between body condition scores and milk yield in a large dairy herd of high yielding Holstein cows [J]. *Journal of Dairy Science*, 1997, 80(1): 101-112.
- [8] VAN STRATEN M, FRIGER M, SHPIGEL N Y. Events of elevated somatic cell counts in high-producing dairy cows are associated with daily body weight loss in early lactation [J]. *Journal of Dairy Science*, 2009, 92(9): 4386-4394.

- [9] GARNSWORTHY P C, TOPPS J H. The effect of body condition of dairy cows at calving on their food intake and performance when given complete diets [J]. *Animal Science*, 1982, 35 (1) : 113-119.
- [10] TREACHER R J, REID I M, ROBERTS C J. Effect of body condition at calving on the health and performance of dairy cows [J]. *Animal Science*, 1986, 43 (1) : 1-6.
- [11] BERRY D P, LEE J M, MACDONALD K A, et al. Associations among body condition score, body weight, somatic cell count, and clinical mastitis in seasonally calving dairy cattle [J]. *Journal of Dairy Science*, 2007, 90 (2) : 637-648.
- [12] RUEGG P L, MILTON R L. Body condition scores of Holstein cows on Prince Edward Island, Canada; relationships with yield, reproductive performance, and disease [J]. *Journal of Dairy Science*, 1995, 78 (3) : 552-564.
- [13] HOEDEMAKER M, PRANGE D, GUNDELACH Y. Body condition change ante- and postpartum, health and reproductive performance in German Holstein cows [J]. *Reproduction in Domestic Animals*, 2010, 44 (2) : 167-173.
- [14] CONTRERAS L L, RYAN C M, OVERTON T R. Effects of dry cow grouping strategy and prepartum body condition score on performance and health of transition dairy cows [J]. *Journal of Dairy Science*, 2004, 87 (2) : 517-523.
- [15] SHIN E K, JEONG J K, CHOI I S, et al. Relationships among ketosis, serum metabolites, body condition, and reproductive outcomes in dairy cows [J]. *Theriogenology*, 2015, 84 (2) : 252-260.
- [16] CHASSAGNE M, BARNOUIN J, CHACORNAC J P. Risk factors for stillbirth in Holstein heifers under field conditions in France: a prospective survey [J]. *Theriogenology*, 1999, 51 (8) : 1477-1488.
- [17] BERRY D P, LEE J M, MACDONALD K A, et al. Body condition score and body weight effects on dystocia and stillbirths and consequent effects on postcalving performance [J]. *Journal of Dairy Science*, 2007, 90 (9) : 4201-4211.
- [18] LOMBARD J E, GARRY F B, TOMLINSON S M, et al. Impacts of dystocia on health and survival of dairy calves [J]. *Journal of Dairy Science*, 2007, 90 (4) : 1751-1760.
- [19] BENZAQUEN M, GALVÃO K N, COLEMAN A E, et al. Effect of oral mineral and energy supplementation on blood mineral concentrations, energetic and inflammatory profile, and milk yield in dairy cows affected with dystocia [J]. *The Veterinary Journal*, 2015, 204 (2) : 186-191.
- [20] SHELDON I M, LEWIS G S, LEBLANC S, et al. Defining postpartum uterine disease in cattle [J]. *Theriogenology*, 2006, 65 (8) : 1516-1530.
- [21] ZHANG G S, HAILEMARIAM D, DERVISHI E, et al. Dairy cows affected by ketosis show alterations in innate immunity and lipid and carbohydrate metabolism during the dry off period and postpartum [J]. *Research in Veterinary Science*, 2016, 107 : 246-256.
- [22] DERVISHI E, AMETAJ B N. Retained placenta: a systems veterinary approach [M] // AMETAJ B. *Periparturient diseases of dairy cows*. Cham: Springer, 2017.
- [23] AL IBRAHIM R M, KELLY A K, O' GRADY L, et al. The effect of body condition score at calving and supplementation with *Saccharomyces cerevisiae* on milk production, metabolic status, and rumen fermentation of dairy cows in early lactation [J]. *Journal of Dairy Science*, 2010, 93 (11) : 5318-5328.
- [24] MULLINIKS J T, COX S H, KEMP M E, et al. Relationship between body condition score at calving and reproductive performance in young postpartum cows grazing native range [J]. *Journal of Animal Science*, 2012, 90 (8) : 2811-2817.
- [25] PIRES J A A, DELAVALD C, FAULCONNIER Y, et al. Effects of body condition score at calving on indicators of fat and protein mobilization of periparturient Holstein-Friesian cows [J]. *Journal of Dairy Science*, 2013, 96 (10) : 6423-6439.
- [26] CALDEIRA R M, BELO A T, SANTOS C C, et al. The effect of body condition score on blood metabolites and hormonal profiles in ewes [J]. *Small Ruminant Research*, 2007, 68 (3) : 233-241.
- [27] ROCHE J R, BLACHE D, KAY J K, et al. Neuroendocrine and physiological regulation of intake with particular reference to domesticated ruminant animals [J]. *Nutrition Research Reviews*, 2008, 21 (2) : 207-234.
- [28] GARNSWORTHY P C, JONES G P. The influence of body condition at calving and dietary protein supply on voluntary food intake and performance in dairy cows [J]. *Animal Production*, 1987, 44 (3) : 347-353.
- [29] WALTNER S S, MCNAMARA J P, HILLERS J K. Relationships of body condition score to production variables in high producing Holstein dairy cattle [J].

- Journal of Dairy Science, 1993, 76(11):3410-3419.
- [30] BERRY D P, BUCKLEY F, DILLON P. Body condition score and live-weight effects on milk production in Irish Holstein-Friesian dairy cows [J]. *Animal*, 2007, 1(9):1351-1359.
- [31] STOCKDALE C R. Investigating the interaction between body condition at calving and pre-calving energy and protein nutrition on the early lactation performance of dairy cows [J]. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 2005, 45(12):1507-1518.
- [32] TSURUTA S, MISZTAL I, LAWLOR T J. Genetic correlations among production, body size, udder, and productive life traits over time in Holsteins [J]. *Journal of Dairy Science*, 2004, 87(5):1457-1468.
- [33] PHIPPS R H, WILKINSON J I D, JONKER L J, et al. Effect of monensin on milk production of Holstein-Friesian dairy cows [J]. *Journal of Dairy Science*, 2000, 83(12):2789-2794.
- [34] SILVESTRE A M, MARTINS A M, SANTOS V A, et al. Lactation curves for milk, fat and protein in dairy cows: a full approach [J]. *Livestock Science*, 2009, 122(2/3):308-313.
- [35] JOHANSON J M, BERGER P J. Birth weight as a predictor of calving ease and perinatal mortality in Holstein cattle [J]. *Journal of Dairy Science*, 2003, 86(11):3745-3755.
- [36] 王梦琦, 朱小瑞, 邢世宇, 等. 影响荷斯坦牛犊牛初生重的因素分析 [J]. *家畜生态学报*, 2016, 37(10):22-25.
- [37] SPITZER J C, MORRISON D G, WETTEMANN R P, et al. Reproductive responses and calf birth and weaning weights as affected by body condition at parturition and postpartum weight gain in primiparous beef cows [J]. *Journal of Animal Science*, 1995, 73(5):1251-1257.
- [38] KERTZ A F, REUTZEL L F, BARTON B A, et al. Body weight, body condition score, and wither height of prepartum holstein cows and birth weight and sex of calves by parity: a database and summary [J]. *Journal of Dairy Science*, 1997, 80(3):525-529.
- [39] WALLACE J M, BOURKE D A, AITKEN R P, et al. Relationship between nutritionally-mediated placental growth restriction and fetal growth, body composition and endocrine status during late gestation in adolescent sheep [J]. *Placenta*, 2000, 21(1):100-108.
- [40] PRICE T D, WILTBANK J N. Dystocia in cattle a review and implications [J]. *Theriogenology*, 1978, 9(3):195-219.
- [41] LACETERA N, SCALIA D, BERNABUCCI U, et al. Lymphocyte functions in overconditioned cows around parturition [J]. *Journal of Dairy Science*, 2005, 88(6):2010-2016.
- [42] AKBAR H, GRALA T M, RIBONI M V, et al. Body condition score at calving affects systemic and hepatic transcriptome indicators of inflammation and nutrient metabolism in grazing dairy cows [J]. *Journal of Dairy Science*, 2015, 98(2):1019-1032.
- [43] LIU B Y, XU G F, SUN Y B, et al. Association between maternal pre-pregnancy obesity and preterm birth according to maternal age and race or ethnicity: a population-base [J]. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 2019, 7(9):707-714.
- [44] 李宗方, 叶东东, 黄锡霞, 等. 影响荷斯坦奶牛难产度的因素分析 [J]. *新疆农业科学*, 2011, 48(1):160-165.
- [45] HOHNHOLZ T, VOLKMANN N, GILLANDT K, et al. Risk factors for dystocia and perinatal mortality in extensively kept angus suckler cows in Germany [J]. *Agriculture*, 2019, 9(4):85.
- [46] PHILIPSSON J. Studies on calving difficulty, stillbirth and associated factors in Swedish cattle breeds- II. Effects of non-genetic factors [J]. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 1976, 26(2):165-174.
- [47] RANDALL L V, GREEN M J, CHAGUNDA M G G, et al. Low body condition predisposes cattle to lameness: an 8-year study of one dairy herd [J]. *Journal of Dairy Science*, 2015, 98(6):3766-3777.
- [48] GARRO C J, MIAN L, ROLDÁN M C. Subclinical ketosis in dairy cows: prevalence and risk factors in grazing production system [J]. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 2015, 98(5):838-844.
- [49] GILLUND P, REKSEN O, GRÖHN Y T, et al. Body condition related to ketosis and reproductive performance in Norwegian dairy cows [J]. *Journal of Dairy Science*, 2001, 84(6):1390-1396.

Effects of Body Condition Score at Dry Off on Calving Performance, Subsequent Milk Performance and Incidence of Disease in Holstein Cows

WANG Jian¹ ZHANG Chuang¹ ZHAO Qingyao¹ JIN Shuang¹ LI Congcong¹ MA Hui²
LIU Dengke³ GU Xianhong^{1*}

(1. State Key Laboratory of Animal Nutrition, Institute of Animal Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 2. Beijing Sunlon Livestock Development Company Limited, Beijing 100076, China; 3. HeBei Shounong Modern Agricultural Technology Company Limited, Dingzhou 073009, China)

Abstract: Body condition score (BCS) is an important system to assess body energy reserves in dairy herds. The BCS at dry off (DBCS) is vital for the health and productivity of dairy flocks. This study investigated the effects of DBCS on calving performance, subsequent milk performance and incidence of disease in Holstein cows. The DBCS evaluation was conducted at dry off period (approximately eight weeks before expected parturition date) by two trained professional staff. A total of 1 154 multiparous cows were classified on the basis of DBCS into five groups: BL group (DBCS \leq 3.0, $n=371$, parity=2.5), B3.25 group (DBCS=3.25, $n=115$, parity=2.8), B3.50 group (DBCS=3.50, $n=371$, parity=2.5), B3.75 group (DBCS=3.75, $n=224$, parity=2.7) and BH group (DBCS \geq 4, $n=392$, parity=2.8). The results showed that with the increasing of DBCS, the 305 days milk yield milk fat yield and milk protein yield first increased and then decreased ($P<0.01$), and peaked in B3.25 group. In addition, DBCS was positively associated with milk fat percentage and milk protein percentage ($P<0.01$). The BH group showed the lowest calf birth weight than groups B3.25, B3.50 and B3.75 ($P<0.01$). It was also observed that with the increasing of DBCS, incidence of dystocia ($P=0.082$) and ketosis ($P=0.063$) showed an increased tendency. However, DBCS had no effect on the incidence of mastitis, lameness, metritis and placental retention ($P>0.05$). In conclusion, prenatal over condition (DBCS \geq 4.00) impairs calf birth weight, and the recommended optimal DBCS is 3.25. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2020, 32(12):5751-5759]

Key words: body condition score; Holstein cow; calving performance; milk performance; disease