

# 影响荷斯坦牛体细胞评分差的因素分析

梁 艳,张 强,郭佳禾,唐 程,王梦琦,张慧敏,李明勋,毛永江  
(扬州大学 动物科学与技术学院,江苏 扬州 225009)

**摘要:**为预测荷斯坦牛亚临床型乳房炎的发病规律,利用最小二乘法对2015—2018年江苏省某大型奶牛场的48 778条荷斯坦牛生产性能测定记录中的体细胞评分差(SCSD)进行分析,探索不同胎次、测定年度、测定月份、产犊季节和泌乳月对荷斯坦牛SCSD的影响。结果显示,不同胎次、测定年度、测定月份和泌乳月对荷斯坦牛的SCSD有极显著影响,其中,不同胎次中第1胎的荷斯坦牛体细胞评分(SCS)降低最多,SCSD为-0.33;测定年度中2016年荷斯坦牛的SCS下降最大,2018年SCS增加最多,其SCSD分别为-0.66和0.18;测定月份中2月荷斯坦牛的SCS降低最多,7月份SCS增加最多,其SCSD分别为-0.90和0.37;第2泌乳月荷斯坦牛的SCS下降最大,SCSD为-0.87,第5—13泌乳月SCSD间无显著差异;不同产犊季节对荷斯坦牛的SCSD无显著影响;荷斯坦牛的SCSD与乳脂率、蛋白率和尿素氮含量呈极显著正相关,相关系数分别为0.092、0.109和0.036。因此,SCSD作为一种预测荷斯坦牛亚临床型乳房炎发病规律的指标,受到奶牛胎次、测定年度、测定月份、泌乳月的影响。

**关键词:**乳房炎;体细胞评分差;荷斯坦牛;影响因素  
**中图分类号:** S823      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1004-3268(2019)05-0137-06

## Analysis of Factors Affecting Somatic Cell Score Difference in Holstein Cow

LIANG Yan,ZHANG Qiang,GUO Jiahe,TANG Cheng,WANG Mengqi,ZHANG Huimin,  
LI Mingxun,MAO Yongjiang  
(College of Animal Science and Technology,Yangzhou University,Yangzhou 225009,China)

**Abstract:** To predict the incidence of subclinical mastitis in Holstein cow, the factors affecting the somatic cell score difference (SCSD) were analyzed by using least squares model for 48 778 dairy herd improvement (DHI) records from a large Holstein dairy farm in Jiangsu Province from 2015 to 2018, and the effects of different parity, year, month, calving season and lactation month on SCSD of Holstein cow were explored. The results showed that different parity, year, month and lactation month had very significant effects on SCSD of Holstein cow. The somatic cell score (SCS) of Holstein cow with the first parity was lowered most, and the SCSD was -0.33. The SCS of Holstein cow decreased most in 2016 but increased most in 2018, and the SCSDs were -0.66 and 0.18, respectively. The SCS of Holstein cow decreased most in February but increased most in July, and the SCSDs were -0.90 and 0.37, respectively. The SCS of Holstein cattle decreased the most in the second lactation month, and SCSD was -0.87, and there was no significant difference in SCSD from 5th to 13th lactation months. The calving seasons had no significant effect on SCSD of Holstein cow. The SCSD of Holstein cow showed significantly positive corre-

收稿日期:2018-12-03  
基金项目:江苏省农业自主创新基金项目[CX(17)1005];江苏省高等学校自然科学研究项目(18KJA230003);江苏现代农业(奶牛)产业技术体系项目(JATS[2018]300);江苏省企业研究生工作站资助项目  
作者简介:梁 艳(1994-),女,安徽阜阳人,在读硕士研究生,研究方向:奶牛遗传育种。E-mail:15755081060@163.com  
通信作者:毛永江(1974-),男,贵州江口人,教授,博士,主要从事奶牛遗传育种研究。E-mail:cattle@yzu.edu.cn

lation with milk fat percentage,protein percentage and urea nitrogen content,and the correlation coefficients were 0.092,0.109 and 0.036,respectively. These results showed that as a useful indicator to predict the incidence of subclinical mastitis in Holstein cow,SCSD was influenced by many factors such as parity of the cow,testing year and month and lactation month.

**Key words:** Mastitis; Somatic cell score difference (SCSD); Holstein cow; Influence factor

随着现代奶业的不断发展和奶牛群体改良计划的推广,奶牛的生产性能测定(Dairy herd improvement,DHI)记录日益完善。通过对规模化奶牛场 DHI 记录数据进行分析,可以评估奶牛在不同生长阶段的生产性能和生理指标的变化,并对奶牛常见疾病的发病规律进行分析,及时发现牛场管理存在的问题<sup>[1]</sup>,从而针对性地解决实际问题。

奶牛隐形乳房炎是奶牛的常见疾病之一,在发病后无明显临床症状,但能使奶牛的产乳量降低、乳品质下降、乳成分发生改变<sup>[2]</sup>,它极易转变成临床型奶牛乳房炎。奶牛乳房炎病因复杂,微生物、物理、化学等致病因子都可引起乳房炎症<sup>[3-5]</sup>。DHI 记录的体细胞数(Somatic cell count,SCC)是衡量奶牛乳房健康的间接指标<sup>[6]</sup>,在一定范围内与牛乳品质和奶牛乳房健康呈负相关<sup>[7]</sup>。在实际生产中,由于奶牛 SCC 呈偏态分布,通常将其转化为接近正态分布的体细胞评分(Somatic cell score,SCS)加以应用<sup>[8]</sup>。奶牛 SCS 与临床型乳房炎的遗传相关系数为 0.60~0.80,且具有较高的遗传力,检测奶牛 SCS 是奶牛乳房炎抗性选择的一种有效方法<sup>[9]</sup>,也是衡量乳品质和奶牛乳房炎感染程度的重要指标。研究表明,奶牛 SCS 受到环境和自身等多重因素的影响<sup>[10]</sup>,不能准确地反映出奶牛乳房健康的变化情况<sup>[11]</sup>。ZWERTVAEGHER 等<sup>[12]</sup>研究表明,SCC 和 SCS 的增减可以直观反映出牛群乳房炎的发病规律和变化情况,可以作为奶牛乳房炎性反应的重要指标。体细胞评分差(Somatic cell score difference,SCSD)是奶牛同一胎次前后 2 个泌乳月 SCS 的差值,可准确反映奶牛同一胎次内 SCS 的变化情况。因此,可以通过 SCSD 对奶牛亚临床型乳房炎的发病规律及变化趋势进行分析与预测。目前,国内外对奶牛体细胞数差(Somatic cell count difference,SCCD)和 SCSD 的研究较少,DAMM 等<sup>[13]</sup>首次提出了 SCCD 的概念及其在奶牛乳房炎监测方面的应用,史良玉等<sup>[11]</sup>报道了北京地区 121 个牛场 7 万多头奶牛 SCSD 的影响因素,并估计了其遗传力。为探索不同因素对江苏省荷斯坦牛 SCSD 变化的影响,以 2015—2018 年江苏省某大型奶牛场荷斯坦牛的 DHI 数据为基础,分析不同胎次、测定年度、测定月

份、产犊季节和泌乳月对荷斯坦牛 SCSD 的影响,以期研究奶牛乳房炎发病规律和奶牛场的饲养管理提供参考依据,从而提高奶牛场的经济效益。

1 材料和方法

1.1 数据来源

供试数据来自 2015—2018 年江苏省某大型奶牛场的 48 778 条(为保证结果的可靠性,数据不完整的记录不纳入分析)荷斯坦牛 DHI 测定记录,记录内容包括胎次、测定年度、测定月份、产犊季节、泌乳月、SCC、SCS、乳脂率、乳蛋白率、尿素氮等。SCCD 和 SCSD 是奶牛同一胎次后一个泌乳月的 SCC 和 SCS 与前一个泌乳月的 SCC 和 SCS 的差值。

1.2 统计分析

所有供试数据录入 Excel 后,用 SPSS (Ver 16.0)多因素方差分析模型分析不同胎次、测定年度、测定月份、产犊季节、泌乳月等因素下 SCC、SCS、SCCD、SCSD 的分布情况,模型如下:

$$Y=\mu+P+N+C+S+M+e$$

式中:Y 为 SCCD 或 SCSD 的观察值, $\mu$  为总体均值,P 为胎次的固定效应,N 为测定年度的固定效应,C 为测定月份的固定效应,S 为产犊季节的固定效应,M 为泌乳月的固定效应,e 为随机残差。其中,产犊季节根据江苏省的气候特点进行划分:3—5 月为春季,6—8 月为夏季,9—11 月为秋季,12 月到下一年 2 月为冬季。泌乳月根据本次 DHI 所得的泌乳天数进行划分,30 d 为 1 个泌乳月,大于 365 d 统一合并为第 13 个泌乳月。

1.3 数据处理

各因素不同水平间的多重比较使用 Duncan's 法,数值采用平均值±标准误形式表示。

2 结果与分析

2.1 不同胎次对荷斯坦牛 SCSD 的影响

由表 1 可知,不同胎次对荷斯坦牛的 SCC 影响显著( $P<0.05$ ),对 SCSD 影响极显著( $P<0.01$ ),对 SCS 和 SCCD 无显著影响( $P>0.05$ )。其中,荷斯坦牛第 1 胎的 SCSD 为 -0.33,表明 SCS 降低最多;荷斯坦牛第 2 胎和第 3 胎的 SCSD 无显著差异;荷

斯坦牛第 3 胎的 SCC 显著高于第 1、2 胎( $P < 0.05$ )。

表 1 不同胎次荷斯坦牛的 SCC、SCS、SCCD 和 SCSD 变化分析  
Tab.1 Analysis of SCC, SCS, SCCD and SCSD difference of different parity in Holstein cow

| 胎次<br>Parity | 样本数/条<br>Number | 体细胞数/(万个/mL)<br>SCC/( $\times 10^4$ cell/mL) | 体细胞评分<br>SCS    | 体细胞数差/(万个/mL)<br>SCCD/( $\times 10^4$ cell/mL) | 体细胞评分差<br>SCSD                |
|--------------|-----------------|--|-----------------|--|-------------------------------|
| 1            | 26 856          | 15.72 $\pm$ 0.25 <sup>b</sup>                | 2.46 $\pm$ 0.01 | -2.30 $\pm$ 0.35                               | -0.33 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup> |
| 2            | 12 358          | 15.69 $\pm$ 0.34 <sup>b</sup>                | 2.45 $\pm$ 0.02 | -0.38 $\pm$ 0.49                               | 0.00 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>  |
| 3            | 9 564           | 16.78 $\pm$ 0.41 <sup>a</sup>                | 2.49 $\pm$ 0.02 | -0.39 $\pm$ 0.53                               | 0.03 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>  |
| 合计 Total     | 48 778          | 15.92 $\pm$ 0.18                             | 2.47 $\pm$ 0.01 | -1.48 $\pm$ 0.25                               | -0.19 $\pm$ 0.01              |
| F 值 F value  |                 | 3.17 <sup>*</sup>                            | 1.07            | 0.13   | 11.74 <sup>**</sup>           |
| P 值 P value  |                 | 0.04   | 0.34            | 0.88   | 0                             |

注:同列数据肩标不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。\* 表示差异达到显著水平( $P < 0.05$ ), \*\* 表示差异达到极显著水平( $P < 0.01$ )。下同。

Note: Data with different lowercase superscripts mean significant difference( $P < 0.05$ ). \*:  $P < 0.05$  indicates that the difference reaches a significant level; \*\*:  $P < 0.01$  indicates that the difference reaches a very significant level. The same below.

2.2 不同测定年度对荷斯坦牛 SCSD 的影响

由表 2 可知,不同测定年度对荷斯坦牛 SCC、SCS、SCCD 和 SCSD 的影响极显著( $P < 0.01$ )。其中,2018 年荷斯坦牛的 SCSD 为 0.18,表明 SCS 增加最多,显著高于 2015—2017 年( $P < 0.05$ );2016 年荷斯坦牛的 SCSD 为 -0.66,表明 SCS 降低最多,

显著低于 2015 年、2017 年和 2018 年( $P < 0.05$ );2018 年荷斯坦牛的 SCSD 为正值,2015—2017 年荷斯坦牛的 SCSD 均为负值。此外,2015 年荷斯坦牛的 SCC 为 19.99 万个/mL,显著高于 2016—2018 年( $P < 0.05$ );2018 年荷斯坦牛的 SCCD 为 1.68 万个/mL,显著高于 2015—2017 年( $P < 0.05$ )。

表 2 不同测定年度荷斯坦牛的 SCC、SCS、SCCD 和 SCSD 变化分析  
Tab.2 Analysis of SCC, SCS, SCCD and SCSD of different measured year in Holstein cow

| 测定年度<br>Measured year | 样本数/条<br>Number | 体细胞数/(万个/mL)<br>SCC/( $\times 10^4$ cell/mL) | 体细胞评分<br>SCS                 | 体细胞数差/(万个/mL)<br>SCCD/( $\times 10^4$ cell/mL) | 体细胞评分差<br>SCSD                |
|-----------------------|-----------------|--|------------------------------|--|-------------------------------|
| 2015                  | 3 261           | 19.99 $\pm$ 0.93 <sup>a</sup>                | 2.57 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup> | -5.75 $\pm$ 1.15 <sup>c</sup>                  | -0.56 $\pm$ 0.04 <sup>c</sup> |
| 2016                  | 15 081          | 15.11 $\pm$ 0.33 <sup>b</sup>                | 2.35 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup> | -5.01 $\pm$ 0.46 <sup>c</sup>                  | -0.66 $\pm$ 0.02 <sup>d</sup> |
| 2017                  | 14 282          | 15.40 $\pm$ 0.31 <sup>b</sup>                | 2.39 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup> | -0.53 $\pm$ 0.46 <sup>b</sup>                  | -0.04 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup> |
| 2018                  | 16 154          | 16.31 $\pm$ 0.31 <sup>b</sup>                | 2.61 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup> | 1.68 $\pm$ 0.43 <sup>a</sup>                   | 0.18 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>  |
| F 值 F value           |                 | 14.13 <sup>**</sup>                          | 113.79 <sup>**</sup>         | 20.62 <sup>**</sup>                            | 185.45 <sup>**</sup>          |
| P 值 P value           |                 | 0  | 0                            | 0  | 0                             |

2.3 不同测定月份对荷斯坦牛 SCSD 的影响

由表 3 可知,不同测定月份对 SCC、SCS、SCCD 和 SCSD 的影响极显著( $P < 0.01$ ),其中,3 月、7 月和 8 月荷斯坦牛的 SCSD 为正值,分别为 0.35、0.37 和 0.09,其中 7 月荷斯坦牛的 SCS 增加最多;其余测定月份荷斯坦牛的 SCSD 均为负值,2 月荷斯坦牛

的 SCSD 为 -0.90,表明 SCS 降低最多;7 月荷斯坦牛的 SCCD 为 4.47 万个/mL,表明 SCC 增加最多;2 月荷斯坦牛的 SCCD 为 -7.53 万个/mL,表明 SCC 降低最多。此外,8 月荷斯坦牛的 SCC 和 SCS 最高,分别为 20.75 万个/mL 和 2.89,显著高于其他测定月份(9 月除外)( $P < 0.05$ )。

表 3 不同测定月份荷斯坦牛的 SCC、SCS、SCCD 和 SCSD 变化分析  
Tab.3 Analysis of SCC, SCS, SCCD and SCSD of different measured month in Holstein cow

| 测定月份<br>Measured month | 样本数/条<br>Number | 体细胞数/(万个/mL)<br>SCC/( $\times 10^4$ cell/mL) | 体细胞评分<br>SCS                 | 体细胞数差/(万个/mL)<br>SCCD/( $\times 10^4$ cell/mL) | 体细胞评分差<br>SCSD                 |
|------------------------|-----------------|--|------------------------------|--|--------------------------------|
| 1                      | 3 400           | 12.87 $\pm$ 0.60 <sup>fg</sup>               | 2.17 $\pm$ 0.03 <sup>e</sup> | -5.57 $\pm$ 1.03 <sup>d</sup>                  | -0.43 $\pm$ 0.04 <sup>e</sup>  |
| 2                      | 1 898           | 15.67 $\pm$ 1.09 <sup>de</sup>               | 2.46 $\pm$ 0.04 <sup>e</sup> | -7.53 $\pm$ 1.30 <sup>d</sup>                  | -0.90 $\pm$ 0.05 <sup>e</sup>  |
| 3                      | 4 317           | 14.68 $\pm$ 0.51 <sup>ef</sup>               | 2.42 $\pm$ 0.03 <sup>c</sup> | 1.66 $\pm$ 0.86 <sup>b</sup>                   | 0.35 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>   |
| 4                      | 6 744           | 13.34 $\pm$ 0.45 <sup>fg</sup>               | 2.28 $\pm$ 0.02 <sup>d</sup> | -2.45 $\pm$ 0.60 <sup>c</sup>                  | -0.23 $\pm$ 0.03 <sup>cd</sup> |
| 5                      | 4 211           | 11.82 $\pm$ 0.44 <sup>e</sup>                | 2.26 $\pm$ 0.02 <sup>d</sup> | -2.23 $\pm$ 0.64 <sup>c</sup>                  | -0.24 $\pm$ 0.03 <sup>cd</sup> |
| 6                      | 4 992           | 13.42 $\pm$ 0.46 <sup>fg</sup>               | 2.31 $\pm$ 0.02 <sup>d</sup> | -1.17 $\pm$ 0.59 <sup>c</sup>                  | -0.30 $\pm$ 0.03 <sup>d</sup>  |
| 7                      | 3 189           | 18.07 $\pm$ 0.75 <sup>bc</sup>               | 2.62 $\pm$ 0.03 <sup>b</sup> | 4.47 $\pm$ 0.99 <sup>a</sup>                   | 0.37 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>   |
| 8                      | 4 702           | 20.75 $\pm$ 0.70 <sup>a</sup>                | 2.89 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup> | 2.21 $\pm$ 0.91 <sup>ab</sup>                  | 0.09 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>   |

续表 3 不同测定月份荷斯坦牛的 SCC、SCS、SCCD 和 SCSD 变化分析

Tab.3( Continued) Analysis of SCC, SCS, SCCD and SCSD of different measured month in Holstein cow

| 测定月份           | 样本数/条  | 体细胞数/(万个/mL)                     | 体细胞评分                    | 体细胞数差/(万个/mL)                     | 体细胞评分差                     |
|----------------|--------|----------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| Measured month | Number | SCC/( × 10 <sup>4</sup> cell/mL) | SCS                      | SCCD/( × 10 <sup>4</sup> cell/mL) | SCSD                       |
| 9              | 5 444  | 19.63 ± 0.69 <sup>ab</sup>       | 2.67 ± 0.02 <sup>b</sup> | -0.28 ± 1.02 <sup>bc</sup>        | -0.14 ± 0.03 <sup>c</sup>  |
| 10             | 2 437  | 16.68 ± 0.83 <sup>cd</sup>       | 2.49 ± 0.03 <sup>c</sup> | -2.49 ± 1.23 <sup>c</sup>         | -0.19 ± 0.05 <sup>cd</sup> |
| 11             | 3 608  | 18.72 ± 0.76 <sup>b</sup>        | 2.62 ± 0.03 <sup>b</sup> | -2.76 ± 0.97 <sup>c</sup>         | -0.41 ± 0.04 <sup>c</sup>  |
| 12             | 3 836  | 16.35 ± 0.65 <sup>cde</sup>      | 2.43 ± 0.03 <sup>c</sup> | -6.58 ± 0.99 <sup>d</sup>         | -0.56 ± 0.04 <sup>f</sup>  |
| F 值 F value    |        | 17.52 **                         | 57.24 **                 | 4.90 **                           | 20.23 **                   |
| P 值 P value    |        | 0                                | 0                        | 0                                 | 0                          |

2.4 不同产犊季节对荷斯坦牛 SCSD 的影响

由表 4 可知,不同产犊季节对荷斯坦牛的 SCC、SCS 影响极显著 ( $P < 0.01$ ),对荷斯坦牛的 SCCD、SCSD 影响不显著 ( $P > 0.05$ )。其中,夏、秋两季荷斯坦牛的 SCS 分别为 2.54、2.53,春、冬季节荷斯坦

牛的 SCS 分别为 2.37、2.41,夏、秋两季荷斯坦牛的 SCS 显著高于春、冬季节 ( $P < 0.05$ );冬季荷斯坦牛的 SCC 为 15.16 万个/mL,显著低于春、夏、秋三季 ( $P < 0.05$ )。

表 4 不同产犊季节荷斯坦牛的 SCC、SCS、SCCD 和 SCSD 变化分析

Tab.4 Analysis of SCC, SCS, SCCD and SCSD of different calving season in Holstein cow

| 产犊季节           | 样本数/条  | 体细胞数/(万个/mL)                     | 体细胞评分                    | 体细胞数差/(万个/mL)                     | 体细胞评分差       |
|----------------|--------|----------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------|
| Calving season | Number | SCC/( × 10 <sup>4</sup> cell/mL) | SCS                      | SCCD/( × 10 <sup>4</sup> cell/mL) | SCSD         |
| 春 Spring       | 6 122  | 16.38 ± 0.58 <sup>a</sup>        | 2.37 ± 0.02 <sup>b</sup> | -1.41 ± 0.79                      | -0.27 ± 0.03 |
| 夏 Summer       | 10 127 | 16.92 ± 0.41 <sup>a</sup>        | 2.54 ± 0.02 <sup>a</sup> | -1.95 ± 0.56                      | -0.16 ± 0.02 |
| 秋 Autumn       | 12 236 | 16.12 ± 0.35 <sup>a</sup>        | 2.53 ± 0.02 <sup>a</sup> | -1.55 ± 0.48                      | -0.16 ± 0.02 |
| 冬 Winter       | 20 293 | 15.16 ± 0.28 <sup>b</sup>        | 2.41 ± 0.01 <sup>b</sup> | -1.22 ± 0.39                      | -0.19 ± 0.02 |
| F 值 F value    |        | 1.03 **                          | 21.09 **                 | 0.68                              | 0.93         |
| P 值 P value    |        | 0                                | 0                        | 0.57                              | 0.43         |

2.5 不同泌乳月对荷斯坦牛 SCSD 的影响

由表 5 可知,不同泌乳月对荷斯坦牛的 SCC、SCS、SCCD 和 SCSD 影响极显著 ( $P < 0.01$ )。其中,第 2 泌乳月荷斯坦牛的 SCSD 为 -0.87,表明 SCS 下降最大,显著低于第 3—13 泌乳月 ( $P < 0.05$ );荷斯坦牛的 SCSD 随泌乳月呈上升趋势,至第 5 个泌

乳月后保持动态平衡,第 5—13 泌乳月 SCSD 无显著差异 ( $P > 0.05$ )。此外,第 1 泌乳月荷斯坦牛的 SCC 为 23.35 万个/mL,显著高于第 2—13 泌乳月 ( $P < 0.05$ );第 2 泌乳月荷斯坦牛的 SCCD 为 -13.74 万个/mL,显著低于第 3—13 泌乳月 ( $P < 0.05$ )。

表 5 不同泌乳月荷斯坦牛的 SCC、SCS、SCCD 和 SCSD 变化分析

Tab.5 Analysis of SCC, SCS, SCCD and SCSD of different lactation month in Holstein cow

| 泌乳月             | 样本数/条  | 体细胞数/(万个/mL)                     | 体细胞评分                     | 体细胞数差/(万个/mL)                     | 体细胞评分差                     |
|-----------------|--------|----------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| Lactation month | Number | SCC/( × 10 <sup>4</sup> cell/mL) | SCS                       | SCCD/( × 10 <sup>4</sup> cell/mL) | SCSD                       |
| 1               | 4 059  | 23.35 ± 0.92 <sup>a</sup>        | 2.81 ± 0.03 <sup>b</sup>  |                                   |                            |
| 2               | 4 665  | 13.69 ± 0.53 <sup>fg</sup>       | 2.17 ± 0.02 <sup>g</sup>  | -13.74 ± 1.37 <sup>b</sup>        | -0.87 ± 0.05 <sup>d</sup>  |
| 3               | 4 548  | 13.07 ± 0.55 <sup>g</sup>        | 2.11 ± 0.02 <sup>g</sup>  | -3.34 ± 0.78 <sup>a</sup>         | -0.42 ± 0.03 <sup>c</sup>  |
| 4               | 4 852  | 13.20 ± 0.51 <sup>fg</sup>       | 2.17 ± 0.02 <sup>g</sup>  | -2.38 ± 0.70 <sup>a</sup>         | -0.25 ± 0.03 <sup>b</sup>  |
| 5               | 4 581  | 13.43 ± 0.49 <sup>fg</sup>       | 2.27 ± 0.02 <sup>f</sup>  | -0.69 ± 0.66 <sup>a</sup>         | -0.10 ± 0.03 <sup>a</sup>  |
| 6               | 4 237  | 14.83 ± 0.65 <sup>efg</sup>      | 2.34 ± 0.03 <sup>f</sup>  | 0.22 ± 0.70 <sup>a</sup>          | -0.15 ± 0.03 <sup>ab</sup> |
| 7               | 3 941  | 16.74 ± 0.76 <sup>de</sup>       | 2.44 ± 0.03 <sup>e</sup>  | 0.38 ± 0.97 <sup>a</sup>          | -0.05 ± 0.03 <sup>a</sup>  |
| 8               | 4 149  | 15.26 ± 0.53 <sup>def</sup>      | 2.55 ± 0.02 <sup>d</sup>  | -0.29 ± 0.76 <sup>a</sup>         | -0.04 ± 0.03 <sup>a</sup>  |
| 9               | 3 947  | 16.97 ± 0.65 <sup>cde</sup>      | 2.65 ± 0.03 <sup>c</sup>  | 0.22 ± 0.87 <sup>a</sup>          | -0.05 ± 0.04 <sup>a</sup>  |
| 10              | 3 048  | 15.45 ± 0.54 <sup>def</sup>      | 2.68 ± 0.03 <sup>c</sup>  | -0.83 ± 0.77 <sup>a</sup>         | -0.11 ± 0.04 <sup>a</sup>  |
| 11              | 1 361  | 17.34 ± 1.13 <sup>bcd</sup>      | 2.82 ± 0.04 <sup>b</sup>  | 0.22 ± 1.39 <sup>a</sup>          | -0.14 ± 0.06 <sup>ab</sup> |
| 12              | 1 377  | 19.27 ± 1.00 <sup>bc</sup>       | 2.92 ± 0.04 <sup>a</sup>  | 1.72 ± 1.34 <sup>a</sup>          | -0.11 ± 0.06 <sup>a</sup>  |
| 13              | 3 991  | 19.06 ± 0.66 <sup>b</sup>        | 2.88 ± 0.03 <sup>ab</sup> | 0.20 ± 0.89 <sup>a</sup>          | -0.06 ± 0.04 <sup>a</sup>  |
| F 值 F value     |        | 18.03 **                         | 94.89 **                  | 13.77 **                          | 24.81 **                   |
| P 值 P value     |        | 0                                | 0                         | 0                                 | 0                          |

2.6 荷斯坦牛的 SCC、SCS、SCCD、SCSD 与乳脂率、蛋白率、尿素氮的相关性分析

由表 6 可知,荷斯坦牛的 SCC、SCS、SCCD、SCSD 与乳脂率、蛋白率呈极显著正相关 ( $P < 0.01$ ),其中荷斯坦牛的 SCSD 与乳脂率和蛋白率的相关系数分别为 0.092 和 0.109;SCCD 和 SCSD 与尿素氮含量呈极显著正相关 ( $P < 0.01$ ),相关系数分别为 0.017 和 0.036;SCC 与尿素氮含量呈极显著负相关 ( $P < 0.01$ ),相关系数为  $-0.015$ ;SCS 与尿素氮含量无显著相关性 ( $P > 0.05$ )。

表 6 荷斯坦牛的 SCC、SCS、SCCD、SCSD 与乳脂率、蛋白率、尿素氮的相关系数

Tab.6 Correlation coefficient of SCC, SCS, SCCD and SCSD with milk fat content, protein and urea nitrogen in Holstein cow

| 项目<br>Items                | 体细胞数<br>SCC | 体细胞评分<br>SCS | 体细胞数差<br>SCCD | 体细胞评分差<br>SCSD |
|----------------------------|-------------|--------------|---------------|----------------|
| 乳脂率<br>Milk fat percentage | 0.091 **    | 0.158 **     | 0.060 **      | 0.092 **       |
| 蛋白率<br>Protein percentage  | 0.106 **    | 0.217 **     | 0.060 **      | 0.109 **       |
| 尿素氮<br>Urea nitrogen       | -0.015 **   | 0.007        | 0.017 **      | 0.036 **       |

3 结论与讨论

奶牛乳房炎是影响奶品质的一个重要原因,关于乳房炎发病规律的研究对奶牛产业健康发展至关重要。本研究中,DHI 记录的奶牛 SCCD 和 SCSD 与乳脂率、蛋白率和尿素氮含量极显著相关。有研究表明,SCS 随着胎次增加呈现出上升趋势<sup>[14]</sup>。本研究中,不同胎次对荷斯坦牛 SCSD 影响极显著,且随着胎次的增加 SCSD 由负值增加至正值。张佳兰等<sup>[15]</sup>和史良玉等<sup>[11]</sup>研究表明,经产牛的 SCS 和 SCSD 均高于头胎牛,与本研究结果一致。荷斯坦牛的 SCSD 随胎次增加而升高的原因可能是其抵抗力随着胎次的增加而逐渐降低、经产牛接触病原微生物的概率大于头胎奶牛、生产性能逐年下降、患病率逐年升高<sup>[16-17]</sup>,从而导致奶品质下降,SCS 升高。

此外,李世平等<sup>[18]</sup>研究表明,不同测定年度奶牛的 SCCD 差异极显著。本研究发现,除 2018 年荷斯坦牛的 SCSD 为正值外,2015—2017 年荷斯坦牛的 SCSD 均为负值,不同测定年度间差异极显著。原因可能是随着 DHI 的推广,牛场管理日益规范,饲养管理水平和奶品质均有所提升,SCC 和 SCS 差异降低。而 2018 年荷斯坦牛的 SCSD 为正值,可能是由于 2018 年江苏省气候受汛情的影响<sup>[19]</sup>,导致

荷斯坦牛乳房炎的发病增加。

3—10 月荷斯坦牛的 SCSD 显著高于其他测定月份,且从 9 月至 12 月,荷斯坦牛的 SCSD 呈下降趋势,且均为负数。其中,3 月、7 月和 8 月荷斯坦牛的 SCSD 为正值,8 月 SCS 最高。张佳兰等<sup>[15]</sup>研究结果显示,6—9 月荷斯坦牛的平均 SCS 最高,5 月和 10 月次之,其余测定月份较低,这与本研究结果一致。结合不同测定月份的温度、湿度等指标发现,高温、高湿的月份对荷斯坦牛的 SCSD 影响较大。

本研究发现,不同产犊季节对荷斯坦牛的 SCS 影响极显著,其中夏、秋两季荷斯坦牛的 SCS 显著高于春、冬两季。郭刚等<sup>[8]</sup>、毛永江等<sup>[20]</sup>和 OLDE RIEKERINK 等<sup>[21]</sup>的研究均表明,产犊季节为夏季时,荷斯坦牛的 SCS 高于其他季节;产犊季节为春、冬季时,荷斯坦牛的 SCS 最低。这与本研究结果一致,也与高温、高湿季节是奶牛乳房炎的多发季节相符。而产犊季节对荷斯坦牛的 SCSD 影响不显著,这可能是由于各季节荷斯坦牛的 SCS 变化幅度接近所致。

相关研究表明,泌乳月对荷斯坦牛的 SCSD 影响显著,SCSD 随着泌乳月的增加而上升<sup>[11]</sup>。本研究发现,第 5—13 泌乳月荷斯坦牛的 SCSD 显著高于第 2—3 泌乳月;荷斯坦牛的 SCSD 整体随泌乳月呈上升趋势,至第 5 个泌乳月后保持动态平衡。OLDE RIEKERINK 等<sup>[21]</sup>研究表明,奶牛的 SCS 随着泌乳月的增加而上升,与本研究结果基本一致。其原因可能是随着泌乳月的增加,奶牛的产奶相关细胞增加<sup>[22]</sup>,从而使 SCC 和 SCS 大幅度增加。并且,随着泌乳月份的增加,奶牛乳腺上皮细胞不断更新<sup>[23]</sup>,也可能导致乳中的 SCC 随之增加。

由本研究可知,不同胎次、年度、月份和泌乳月对荷斯坦牛的 SCSD 影响极显著;荷斯坦牛的 SCSD 随胎次、泌乳月增加而上升,与乳脂率、蛋白率和尿素氮含量呈极显著正相关。因此,本研究为利用 SCSD 检测亚临床型乳房炎和分析临床型乳房炎发病规律提供了参考依据。

参考文献:

[1] 孙彦琴,任小丽,闫磊,等. 河南省奶牛生产性能测定数据质量分析[J]. 河南农业科学, 2016, 45(9): 140-145.

[2] 郭抗抗,张为民,张彦明,等. 奶牛隐性乳房炎的调查分析[J]. 动物医学进展, 2010, 31(11): 26-29.

[3] 唐程,郭佳禾,王梦琦,等. 中国荷斯坦牛乳房炎病原菌的分离鉴定与分析[J]. 河南农业科学, 2018, 47

- (10):122-126.
- [4] 孟丹,孟庆玲,乔军,等.牛源 MRSA 新疆流行株的分离鉴定及 *spa* 基因多态性分型[J].南方农业学报,2017,48(8):1493-1498.
- [5] 高翔,韩克光.奶牛乳房炎中药注射剂的制备[J].山西农业科学,2018,46(11):1931-1934,1962.
- [6] BEAUDEAU F,FOURICHON C,SEEGERS H,*et al.* Risk of clinical mastitis in dairy herds with a high proportion of low individual milk somatic-cell counts[J]. Preventive Veterinary Medicine,2002,53(1/2):43-54.
- [7] 钱梦樱,乔婕,王晓,等.使用 SCC 差值法分析北方牛场中国荷斯坦牛生产状况[J].中国奶牛,2015(13):18-22.
- [8] 郭刚,王雅春,孙东晓,等.体细胞评分(SCS)的变异规律分析[C]//中国畜牧学会.中国牛业健康发展与科技创新: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.北京:[出版者不详],2009.
- [9] YANG Y,FAN W,MAO Y,*et al.* Bovine leukemia virus infection in cattle of China: Association with reduced milk production and increased somatic cell score[J]. Journal of Dairy Science,2016,99(5):3688-3697.
- [10] Haas Y D,Barkema H W,Veerkamp R F. The effect of pathogen-specific clinical mastitis on the lactation curve for somatic cell count[J]. Journal of Dairy Science,2002,85(5):1314-1323.
- [11] 史良玉,张瑞强,李想,等.北京地区中国荷斯坦牛体细胞评分差值变化规律及遗传力估计[J].畜牧兽医学报,2018,49(5):935-941.
- [12] ZWERTVAEGHER I,VLIEGHER S D,VERBIST B,*et al.* Short communication: Associations between teat dimensions and milking-induced changes in teat dimensions and quarter milk somatic cell counts in dairy cows[J]. Journal of Dairy Science,2013,96(2):1075-1080.
- [13] DAMM M,HOLM C,BLAABJERG M,*et al.* Differential somatic cell count-A novel method for routine mastitis screening in the frame of dairy herd improvement testing programs[J]. Journal of Dairy Science,2017,100(6):4926.
- [14] 唐程,郭佳禾,王梦琦,等.影响奶牛日产奶量和 SCS 的因素分析[J].黑龙江畜牧兽医,2018(14):68-71.
- [15] 张佳兰,咎林森,方平.不同因素对荷斯坦牛体细胞评分的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2007,35(4):60-62.
- [16] 甘宗辉,杨章平,李云龙,等.奶牛乳房炎的细菌感染与奶中体细胞数及乳成分的关系[J].畜牧兽医学报,2013,44(6):972-979.
- [17] SHARMA N,SINGH N K,BHADWAL M S. Relationship of somatic cell count and mastitis: An overview[J]. Asian Australasian Journal of Animal Sciences,2011,24(3):429-438.
- [18] 李世平,毛永江,常洪,等.南方地区中国荷斯坦牛乳中体细胞数变化规律的研究[J].中国畜牧杂志,2008,44(3):7-9.
- [19] 张芳,何立富.2018 年 6 月大气环流和天气分析[J].气象,2018,44(9):1237-1244.
- [20] 毛永江,常玲玲,陈莹,等.影响中国荷斯坦牛 SCS 分布的因素分析[J].中国畜牧杂志,2011,47(7):21-23.
- [21] OLDE RIEKERINK OLDE R G M, BARKEMA H W, STRYHN H. The effect of season on somatic cell count and the incidence of clinical mastitis[J]. Journal of Dairy Science,2007,90(4):1704-1715.
- [22] LEE C S, WOODING F B, KEMP P. Identification, properties, and differential counts of cell populations using electron microscopy of dry cows secretions, colostrum and milk from normal cows[J]. Journal of Dairy Research,1980,47(1):39-50.
- [23] ZAVIZION B,VAN DUFFELEN M,SCHAEFFER W,*et al.* Establishment and characterization of a bovine mammary myoepithelial cell line with unique properties[J]. In Vitro Cellular & Developmental Biology-Animal,1996,32(3):149-158.