



## 影响江苏某牛场荷斯坦牛日产奶量和乳成分因素分析

刘钉钉, 卢徐斌, 赵静雯, 孙雨佳, 杨章平\*

(扬州大学动物科学与技术学院, 江苏 扬州 225009)

**摘要:** [目的]探究江苏某牛场荷斯坦牛日产奶量和乳成分的影响因素。[方法]试验采集了该规模化牛场 2018—2020 年 139 703 条测定数据, 并利用多因素方差模型对其进行系统的分析。[结果]不同胎次、测定季节、产犊季节、泌乳月对荷斯坦牛日产奶量、乳脂率、乳蛋白率、体细胞评分、乳尿素氮均有极显著影响( $P < 0.01$ )。产奶量与乳脂率、乳蛋白率、体细胞评分均存在极显著负相关。[结论]综上所述, 在生产中, 应结合胎次、季节、产犊时间、泌乳等多种因素, 灵活调整牛群结构、生产规划和饲养管理, 以实现提高产奶量和乳品质的目的。

**关键词:** 荷斯坦牛; 日产奶量; 乳成分; 影响因素

中图分类号: S823

文献标识码: A

文章编号: 1001-9111(2022)01-0001-05

奶牛群体改良(dairy herd improvement, DHI)又称奶牛生产性能测定。DHI 通过推广一套完善的生产性能测定体系获得大量生产数据, 通过对这些数据进行分析, 指导牧场改进饲养管理, 疫病防控, 提高经济效益。其中, 日产奶量是评价奶牛生产性能的最重要的指标之一, 而乳成分主要包括乳脂率、乳蛋白率、体细胞评分和尿素氮等指标, 与牛奶品质直接相关。对 DHI 报告中日产奶量和乳成分进行分析, 可为牛奶品质的改进和奶牛产量的提高提供指导。现有研究表明, 奶牛日产奶量易受品种、胎次、泌乳阶段、产犊时期、气候环境、管理水平等多种因素影响<sup>[1-9]</sup>。

该牧场属于温带向亚热带过渡性气候, 气候温和, 雨量适中, 四季分明。本研究通过采集江苏地区某规模化牧场的 DHI 测定数据, 对其系统统计分析, 探究该牧场荷斯坦牛不同胎次、泌乳阶段、产犊季节、季节变化对日产奶量和乳成分的影响, 为该牧场饲养管理的改进和提高乳品质提供依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 数据采集

试验牛群来源于江苏省某个规模化奶牛场, 通过对自 2018 年 1 月到 2020 年 12 月共 20 余万条 DHI 测定数据进行质控选择, 最后得到共 139 703

条记录数。该牧场采用自动流量计对日产奶量进行测定, 并每月采集奶样送往南京奶牛生产性能测定中心进行乳成分测定。

#### 1.2 牧场信息

试验牧场均位于江苏苏中地区, 长江下游到淮河之间。气候为亚热带季风气候, 夏季受季风影响明显, 雨热同季, 全年平均气温介于 13~15℃, 1 月最冷, 平均气温(-1.0)~3.3℃, 7 月最热, 平均气温 26.1~28.8℃。该试验牧场共有 20 000 多头奶牛, 泌乳牛为 12 000 多头。泌乳奶牛采用散栏饲养, 全混合日粮饲喂, 每天早中晚各 3 次饲喂和挤奶, 挤奶方式为转盘式。

#### 1.3 数据整理

在数据整理时, 剔除记录不完善数据和部分异常数据。为确保数据的可靠性, 对数据范围进行如下限定: 日产奶量 2~60 kg, 乳脂率 2%~7%, 乳蛋白率 2%~6%, 体细胞评分 1~9, 乳尿素氮含量 0.9~31.6 mg/dL。最后筛选出用于分析的 139 703 条记录。同时在统计中, 对固定效应进行水平划分, 划分结果为: 胎次分为 1 胎、2 胎、3 胎、4 胎及以上; 季节划分为 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; 泌乳阶段划分为 30 d 为 1 个泌乳月, 共 12 个月。

#### 1.4 统计分析

将数据在 Excel 中整理好后, 用 SPSS(Ver26.0)

收稿日期: 2021-09-09 修回日期: 2021-09-20

基金项目: 江苏现代农业(奶牛)产业技术体系项目(JATS[2020]433)

作者简介: 刘钉钉(1995—), 男, 在读硕士, 主要从事奶牛遗传育种研究。

\* 通讯作者: 杨章平(1965—), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事动物遗传育种与繁殖研究。

多因素方差分析模型分析不同胎次、测定季节、产犊季节、泌乳月份等因素对日产奶量和乳成分的影响,模型为:

$$Y = u + P + J + D + M + e$$

式中:  $Y$  为日产奶量或乳成分的观察值;  $u$  为总体均值;  $P$  为胎次的固定效应(1~4);  $J$  为测定季节的固定效应(1~4);  $D$  为产犊季节的固定效应(1~4);  $M$  为泌乳月的固定效应(1~12);  $e$  为随机残差。

各因素间不同水平多重比较用 Duncan's 法,  $P < 0.05$  表示显著,  $P < 0.01$  表示极显著。结果采用“平均值 ± 标准误”表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同胎次对日产奶量和乳成分影响

由表 1 可知,不同胎次对荷斯坦牛日产奶量、乳脂率、乳蛋白率、体细胞评分和乳尿素氮含量的影响

达到极显著水平( $P < 0.01$ )。其中,荷斯坦牛 3 胎日产奶量最高,1 胎日产奶量最低,1~3 胎牛日产奶量逐步增高。乳成分指标中,3 胎牛乳脂率最高,1 胎牛乳脂率最低;乳蛋白率在 2 胎牛时达到最高,4 胎及以上牛乳蛋白率最低;乳尿素氮含量 2 胎时最高,在 2~4 胎及以上时逐步下降;体细胞评分随胎次的增加而逐步增高。

### 2.2 不同测定季节对日产奶量和乳成分含量影响

由表 2 可知,不同测定季节对荷斯坦牛日产奶量和乳成分的影响达到极显著水平( $P < 0.01$ )。其中,荷斯坦牛在春季和冬季日产奶量较高,春季最高,夏季和秋季日产奶量较低,夏季最低。在乳成分指标中,冬季乳脂率最高,秋季乳蛋白率最高,乳脂率和乳蛋白率在夏季均达到最低;夏季时荷斯坦牛体细胞评分最高,春季最低;乳尿素氮春季最高,夏季最低,在秋季和冬季之间差异不显著( $P > 0.05$ )。

表 1 胎次对日产奶量和乳成分的影响

| 胎次    | 样本量/条  | 日产奶量/kg                   | 乳脂率/%                    | 乳蛋白率/%                   | 体细胞评分                    | 尿素氮/(mg · dL <sup>-1</sup> ) |
|-------|--------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|
| 1     | 61359  | 29.47 <sup>c</sup> ± 0.04 | 3.91 <sup>d</sup> ± 0.00 | 3.34 <sup>b</sup> ± 0.00 | 2.70 <sup>d</sup> ± 0.01 | 13.45 <sup>a</sup> ± 0.02    |
| 2     | 37156  | 33.65 <sup>b</sup> ± 0.05 | 3.97 <sup>b</sup> ± 0.01 | 3.36 <sup>a</sup> ± 0.00 | 2.92 <sup>c</sup> ± 0.01 | 13.53 <sup>a</sup> ± 0.02    |
| 3     | 22757  | 34.41 <sup>a</sup> ± 0.06 | 4.01 <sup>a</sup> ± 0.01 | 3.35 <sup>b</sup> ± 0.00 | 3.09 <sup>b</sup> ± 0.01 | 13.41 <sup>b</sup> ± 0.03    |
| ≥4    | 18431  | 33.65 <sup>b</sup> ± 0.07 | 3.94 <sup>c</sup> ± 0.01 | 3.31 <sup>c</sup> ± 0.00 | 3.46 <sup>a</sup> ± 0.01 | 13.20 <sup>c</sup> ± 0.03    |
| 总计    | 139703 | 33.11 ± 0.03              | 3.91 ± 0.00              | 3.30 ± 0.00              | 2.84 ± 0.01              | 13.45 ± 0.01                 |
| $F$ 值 |        | 2835.330 **               | 77.646 **                | 86.195 **                | 872.089 **               | 24.911 **                    |
| $P$ 值 |        | 0.000                     | 0.000                    | 0.000                    | 0.000                    | 0.000                        |

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。

表 2 季节对日产奶量和乳成分的影响

| 测定季节  | 样本量/条 | 日产奶量/kg                   | 乳脂率/%                    | 乳蛋白率/%                   | 体细胞评分                    | 尿素氮/(mg · dL <sup>-1</sup> ) |
|-------|-------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|
| 春     | 41406 | 34.66 <sup>a</sup> ± 0.05 | 3.92 <sup>c</sup> ± 0.01 | 3.29 <sup>c</sup> ± 0.00 | 2.95 <sup>d</sup> ± 0.01 | 13.85 <sup>a</sup> ± 0.02    |
| 夏     | 36333 | 31.45 <sup>d</sup> ± 0.05 | 3.91 <sup>d</sup> ± 0.01 | 3.26 <sup>d</sup> ± 0.00 | 3.03 <sup>b</sup> ± 0.01 | 12.44 <sup>c</sup> ± 0.03    |
| 秋     | 33344 | 31.81 <sup>c</sup> ± 0.05 | 3.96 <sup>b</sup> ± 0.01 | 3.38 <sup>a</sup> ± 0.00 | 3.16 <sup>a</sup> ± 0.01 | 13.66 <sup>b</sup> ± 0.03    |
| 冬     | 28620 | 33.27 <sup>b</sup> ± 0.06 | 4.05 <sup>a</sup> ± 0.01 | 3.43 <sup>b</sup> ± 0.00 | 3.02 <sup>c</sup> ± 0.01 | 13.64 <sup>b</sup> ± 0.03    |
| $F$ 值 |       | 990.610 **                | 146.900 **               | 1617.340 **              | 77.020 **                | 749.590 **                   |
| $P$ 值 |       | 0.000                     | 0.000                    | 0.000                    | 0.000                    | 0.000                        |

### 2.3 不同产犊季节对日产奶量和乳成分含量的影响

由表 3 可知,荷斯坦牛在不同季节产犊对日产奶量和乳成分含量有极显著影响( $P < 0.01$ )。其中,荷斯坦牛在秋季产犊日产奶量最高,显著高于其他三季( $P < 0.05$ )。在乳成分指标中,荷斯坦牛在

夏季产犊乳脂率最高,冬季产犊最低;冬季产犊乳蛋白率最高,秋季产犊乳蛋白率最低;夏季和秋季产犊体细胞评分最高,冬季产犊体细胞评分最低;秋季产犊乳尿素氮含量最高,夏季产犊时最低。

表 3 产犊季节对日产奶量和乳成分的影响

| 产犊季节  | 样本量/条 | 日产奶量/kg                   | 乳脂率/%                     | 乳蛋白率/%                    | 体细胞评分                     | 尿素氮/(mg · dL <sup>-1</sup> ) |
|-------|-------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|
| 春     | 18692 | 32.80 <sup>b</sup> ± 2.80 | 3.95 <sup>b</sup> ± 0.950 | 3.34 <sup>b</sup> ± 0.340 | 3.01 <sup>b</sup> ± 0.010 | 13.54 <sup>b</sup> ± 3.54    |
| 夏     | 25860 | 32.55 <sup>b</sup> ± 2.55 | 3.98 <sup>a</sup> ± 0.985 | 3.34 <sup>b</sup> ± 0.345 | 3.07 <sup>a</sup> ± 0.075 | 13.21 <sup>c</sup> ± 3.21    |
| 秋     | 48285 | 33.50 <sup>a</sup> ± 3.50 | 3.97 <sup>a</sup> ± 0.970 | 3.32 <sup>c</sup> ± 0.320 | 3.07 <sup>a</sup> ± 0.070 | 13.63 <sup>a</sup> ± 3.63    |
| 冬     | 46866 | 32.33 <sup>b</sup> ± 2.33 | 3.94 <sup>b</sup> ± 0.943 | 3.36 <sup>a</sup> ± 0.363 | 2.92 <sup>c</sup> ± 0.923 | 13.22 <sup>c</sup> ± 3.22    |
| $F$ 值 |       | 148.274 **                | 14.459 **                 | 101.694 **                | 82.064 **                 | 90.021 **                    |
| $P$ 值 |       | 0.000                     | 0.000                     | 0.000                     | 0.000                     | 0.000                        |

2.4 不同泌乳月对日产奶量和乳成分含量的影响

由表 4 可知,不同泌乳月对荷斯坦牛日产奶量和乳成分有极显著影响( $P<0.01$ )。其中,从泌乳第 1 月到第 3 月日产奶量逐步增高,在第 3 月达到最高,从第 3 月到第 12 月逐步下降;乳尿素氮含量在泌乳第 1 月最低,从第 1 月到第 5 月逐步增高,在

泌乳第 5 月达到最高,随后从第 5 月到第 12 月呈下降趋势;第 1 泌乳月荷斯坦牛乳脂率最高,从第 1 月到第 4 月呈下降趋势,在第 4 月达到最低,从第 4 月起,乳脂率随泌乳月份的增加而增高;乳蛋白率和体细胞评分均在泌乳第 2 月最低,从第 2 月开始逐步升高,到第 12 月达到最高。

表 4 泌乳月对日产奶量和乳成分的影响

| 泌乳月 | 样本量/条 | 日产奶量/kg                  | 乳脂率/%                   | 乳蛋白率/%                  | 体细胞评分                   | 尿素氮/(mg·dL <sup>-1</sup> ) |
|-----|-------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|
| 1   | 12313 | 33.75 <sup>f</sup> ±0.08 | 4.25 <sup>a</sup> ±0.01 | 3.29 <sup>f</sup> ±0.00 | 3.04 <sup>e</sup> ±0.02 | 11.72 <sup>h</sup> ±0.04   |
| 2   | 14083 | 39.17 <sup>b</sup> ±0.08 | 3.84 <sup>f</sup> ±0.01 | 3.05 <sup>k</sup> ±0.00 | 2.68 <sup>j</sup> ±0.02 | 12.65 <sup>g</sup> ±0.04   |
| 3   | 13638 | 39.35 <sup>a</sup> ±0.08 | 3.76 <sup>i</sup> ±0.01 | 3.11 <sup>j</sup> ±0.00 | 2.70 <sup>j</sup> ±0.02 | 13.25 <sup>de</sup> ±0.04  |
| 4   | 13979 | 37.84 <sup>c</sup> ±0.08 | 3.76 <sup>i</sup> ±0.01 | 3.19 <sup>i</sup> ±0.00 | 2.76 <sup>j</sup> ±0.02 | 13.76 <sup>ab</sup> ±0.04  |
| 5   | 13590 | 36.48 <sup>d</sup> ±0.08 | 3.78 <sup>i</sup> ±0.01 | 3.25 <sup>h</sup> ±0.00 | 2.88 <sup>h</sup> ±0.02 | 13.94 <sup>a</sup> ±0.04   |
| 6   | 13424 | 34.77 <sup>e</sup> ±0.08 | 3.83 <sup>h</sup> ±0.01 | 3.30 <sup>g</sup> ±0.00 | 2.93 <sup>g</sup> ±0.02 | 13.89 <sup>b</sup> ±0.04   |
| 7   | 12955 | 33.10 <sup>g</sup> ±0.08 | 3.87 <sup>g</sup> ±0.01 | 3.35 <sup>f</sup> ±0.00 | 3.00 <sup>f</sup> ±0.02 | 13.90 <sup>b</sup> ±0.04   |
| 8   | 12731 | 31.05 <sup>h</sup> ±0.08 | 3.93 <sup>e</sup> ±0.01 | 3.41 <sup>e</sup> ±0.00 | 3.08 <sup>e</sup> ±0.02 | 13.76 <sup>c</sup> ±0.04   |
| 9   | 12427 | 29.30 <sup>i</sup> ±0.08 | 4.03 <sup>d</sup> ±0.01 | 3.46 <sup>d</sup> ±0.00 | 3.19 <sup>d</sup> ±0.02 | 13.72 <sup>c</sup> ±0.04   |
| 10  | 9513  | 27.63 <sup>j</sup> ±0.09 | 4.09 <sup>c</sup> ±0.01 | 3.51 <sup>c</sup> ±0.00 | 3.30 <sup>c</sup> ±0.02 | 13.61 <sup>cd</sup> ±0.05  |
| 11  | 6474  | 26.22 <sup>k</sup> ±0.11 | 4.16 <sup>b</sup> ±0.01 | 3.56 <sup>b</sup> ±0.00 | 3.41 <sup>b</sup> ±0.02 | 13.41 <sup>e</sup> ±0.06   |
| 12  | 4576  | 24.91 <sup>l</sup> ±0.13 | 4.17 <sup>b</sup> ±0.01 | 3.58 <sup>a</sup> ±0.01 | 3.55 <sup>a</sup> ±0.03 | 13.17 <sup>f</sup> ±0.07   |
| F 值 |       | 2868.222 <sup>**</sup>   | 411.003 <sup>**</sup>   | 2557.258 <sup>**</sup>  | 194.165 <sup>**</sup>   | 260.251 <sup>**</sup>      |
| P 值 |       | 0.000                    | 0.000                   | 0.000                   | 0.000                   | 0.000                      |

2.5 荷斯坦牛日产奶量和乳成分相关性分析

由表 5 可知,产奶量与乳脂率、乳蛋白率、体细胞评分均存在极显著负相关关系,与乳尿素氮含量呈极显著正相关( $P<0.01$ );乳脂率与乳蛋白率、体

细胞评分、乳尿素氮均呈极显著正相关( $P<0.01$ );乳蛋白率与体细胞评分呈极显著正相关,与乳尿素氮呈极显著负相关( $P<0.01$ );体细胞评分与尿素氮之间不存在显著相关关系( $P>0.05$ )。

表 5 日产奶量和乳成分相关性分析

| 性状    | 产奶量                  | 乳脂率                  | 乳蛋白率                 | 体细胞评分                | 尿素氮                  |
|-------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 产奶量   |                      | -0.143 <sup>**</sup> | -0.338 <sup>**</sup> | -0.153 <sup>**</sup> | 0.007 <sup>**</sup>  |
| 乳脂率   | -0.143 <sup>**</sup> |                      | 0.273 <sup>**</sup>  | 0.099 <sup>**</sup>  | 0.236 <sup>**</sup>  |
| 乳蛋白率  | -0.338 <sup>**</sup> | 0.273 <sup>**</sup>  |                      | 0.133 <sup>**</sup>  | -0.030 <sup>**</sup> |
| 体细胞评分 | -0.153 <sup>**</sup> | 0.099 <sup>**</sup>  | 0.133 <sup>**</sup>  |                      | 0.004                |
| 尿素氮   | 0.007 <sup>**</sup>  | 0.236 <sup>**</sup>  | -0.030 <sup>**</sup> | 0.004                |                      |

3 讨 论

3.1 不同胎次对奶牛日产奶量和乳成分的影响

本研究显示,胎次对奶牛日产奶量和乳成分有极显著影响。其中,3 胎牛日产奶量最高,1~3 胎日产奶量逐渐升高,这与魏琳琳<sup>[7]</sup>和叶东东等<sup>[8]</sup>的研究相一致。脱征军<sup>[9]</sup>和熊北海等<sup>[10]</sup>研究显示乳脂率和乳蛋白率在 2,3 胎时最高,呈先升高再下降趋势,与本研究结果相符。吴双军等<sup>[11]</sup>研究显示 1 胎时,乳脂率和乳蛋白率最高,与本研究不同。本研究

中,体细胞评分随胎次增加而升高,这与韩晓晖<sup>[12]</sup>、赖安强等<sup>[13]</sup>的研究一致。乳尿素氮在 2 胎时最高,与 Johnson 等<sup>[14]</sup>的研究一致。奶牛日产奶量与乳成分随胎次变化而变化,可能是因为随胎次增加,奶牛泌乳机能逐渐完善,使日产奶量增加,乳脂率、乳蛋白率也相对升高。在 3 胎之后,奶牛机能开始衰退,患病次数增加,长期挤奶对乳房组织造成一定损伤,奶牛日产奶量、乳脂率、乳蛋白率开始下降,而体细胞数随胎次增加不断上升。现有研究表明,奶牛乳尿素氮与日粮营养摄取关系密切<sup>[15-17]</sup>。

### 3.2 不同测定季节对奶牛日产奶量和乳成分影响

在本研究中,不同测定季节对荷斯坦牛日产奶量和乳成分有极显著影响。其中,夏季奶牛日产奶量最低,明显低于其他季节。乳脂率在秋冬季较高,夏季最低,这与吐尔逊古丽·肉孜阿洪等<sup>[13]</sup>的研究类似;乳蛋白率秋季最高,夏季最低,这与张梦华等<sup>[18]</sup>的研究相一致。夏季奶牛体细胞评分最高,显著高于其他三季,这与王祖新等<sup>[19]</sup>的研究结果一致。乳尿素氮含量春夏两季差异显著,春季高,夏季低,这与一些研究有所不同。Hojman 等<sup>[20]</sup>、Fatehi 等<sup>[21]</sup>和 Carlsson 等<sup>[22]</sup>都认为夏季乳尿素氮含量较高。江苏中部地区夏季高温高湿,奶牛容易产生热应激,从而奶牛日产奶量下降以及乳脂率、乳蛋白率也较低。同时夏季气候利于牛场细菌滋生,使奶牛患乳房炎的机率增加,因此其体细胞评分也相应升高,故牛场夏季一定要做好防暑降温和卫生工作。夏季时有些奶牛场为节约成本会减少低产奶牛的精料配比,这可能导致乳尿素氮含量降低。

### 3.3 不同产犊季节对奶牛日产奶量和乳成分影响

本研究发现,不同季节产犊对日产奶量和乳成分有极显著影响。其中,荷斯坦牛在秋季产犊日产奶量最高,冬季和夏季较低,这与刘燕飞等<sup>[23]</sup>的研究一致。脱征军等<sup>[5]</sup>研究表明,冬季产犊乳蛋白率和乳脂率均最高,本研究冬季产犊乳蛋白率最高,与其研究结果一致,夏季产犊乳脂率最高,冬季产犊最低,与其不同;本研究夏季产犊体细胞评分最高,冬季产犊体细胞评分最低,与现有大多数报道一致;苏义童等<sup>[25]</sup>研究认为春季、秋季产犊的牛乳尿素氮含量高于夏季、冬季,基本与本研究结果一致。一般认为,夏季产犊江苏地区气候炎热,奶牛由于热应激会使采食减少,导致日产奶量下降。秋季时牧草种类丰富,使奶牛摄取营养水平更高的食物,便于奶牛产犊后及时恢复,从而影响其日产奶量。本研究夏季产犊乳脂率高,可能是因为日产奶量下降,由于乳的浓缩作用,会使乳脂相对含量升高。在夏季高温高湿的情况下产犊,奶牛更容易感染细菌和患病,从而体细胞评分较高。

### 3.4 不同泌乳月份对奶牛日产奶量和乳成分影响

本研究结果表明,不同泌乳月的日产奶量和乳成分含量存在极显著差异,日产奶量和乳成分随泌乳月的变化具有明显的规律性。其中,日产奶量和乳尿素氮含量随泌乳月的增加都呈先升高后下降趋势,这与赖福琪等<sup>[26]</sup>、Arunvipas 等<sup>[27]</sup>的研究基本一致。王若勇<sup>[28]</sup>、李胜利等<sup>[29]</sup>研究表明,乳脂率、乳蛋白率、体细胞评分均随泌乳阶段的进行呈现先下降后升高的规律,上升趋势明显,与本研究结果一

致。奶牛开始产奶时,产奶机制还不稳定,所以日产奶量较低,随着泌乳月的增加逐渐达到高峰,随后开始逐步下降。由于日产奶量的多少会引起牛奶浓度的浓缩变化,从而乳脂率、乳蛋白率、体细胞评分受奶牛日产奶量的变化而变化。有研究表明,在泌乳前几个月,奶牛采食量会逐渐增加,这可能导致乳尿素氮含量增高,而随着泌乳的进行,奶牛会加强对体内氮的利用,从而乳尿素氮含量逐渐下降。

### 3.5 日产奶量和乳成分间的相关性分析

本研究中,日产奶量与乳脂率、乳蛋白率、体细胞评分均存在极显著负相关关系,与尿素氮含量呈极显著正相关,这与 Z. Litwi 等<sup>[30]</sup>、张峥臻等<sup>[31]</sup>、郭梦玲等<sup>[32]</sup>的研究基本一致;张慢等<sup>[33]</sup>、刘欢等<sup>[34]</sup>的研究认为乳脂率和乳蛋白率、体细胞评分、乳尿素氮均呈极显著正相关,而乳蛋白率与尿素氮呈极显著负相关,这均与本研究结果一致;本研究中体细胞评分与尿素氮之间未存在显著相关关系,这与李大刚等<sup>[35]</sup>、焦蓓蕾等<sup>[36]</sup>的报道相一致。随着体细胞评分的升高,表明奶牛乳房开始出现炎症,从而导致日产奶量下降,所以体细胞评分与日产奶量负相关。另一方面,当日产奶量增加时,牛奶的乳脂和乳蛋白含量可能会被稀释,而当产奶量减少时,其浓度就会增加,所以日产奶量和乳脂率、乳蛋白率负相关。而日产奶量的增加很可能与奶牛采食调整相关,进而造成乳尿素氮含量的变化。体细胞评分增加造成日产奶量减少,使其乳汁浓度升高,从而导致乳脂率、乳蛋白率升高,所以其正相关。当乳蛋白率上升时,说明乳腺对血液中氮的利用率增加,其形成尿素氮的氮就相应下降,乳尿素氮含量下降。本研究中体细胞评分与尿素氮无相关性,也有研究认为其存在正相关关系,这可能与饲养管理、日粮配比等有关,需有待进一步研究。

## 4 结 论

不同胎次、测定季节、产犊季节、泌乳月都对江苏地区荷斯坦牛日产奶量和乳成分产生极显著的影响。其中,2胎和3胎的日产奶量、乳脂率、乳蛋白率、乳尿素氮含量较高,而体细胞评分较低。夏季及在夏季产犊牛的日产奶量、乳脂率、乳蛋白率、乳尿素氮含量均较低,而体细胞评分较高。日产奶量和乳尿素氮含量随泌乳月呈先增加后下降趋势,而乳脂率、乳蛋白率、体细胞评分呈先下降再增加的趋势,具有明显的规律性。而产奶量与乳脂率、乳蛋白率、体细胞评分均存在极显著负相关关系。因此在奶牛实际生产管理中,牛群胎次结构以2~3胎为宜,在夏季防治奶牛热应激,加强管理,调整繁育计

划尽量避免在夏季产犊,利用泌乳规律改进日粮饲喂水平。

### 参考文献:

- [1] KHASTAYEVA A Z, ZHAMUROVA V S, MAMAYEVA L, et al. Qualitative indicators of milk of Simmental and Holstein cows in different seasons of lactation[J]. *Veterinary World*, 2021, 14(4): 966-963.
- [2] YAYLAKÂE, ERDAL M, YAVUZA S. The effects of calving season and parity on colostrum quality of Holstein cows[J]. *Indian Journal of Animal Research*, 2017, 51(3): 594-598.
- [3] 栗敏杰,任小丽,闫磊,等. 荷斯坦奶牛泌乳曲线拟合分析[J]. *家畜生态学报*, 2020, 41(9): 34-38.
- [4] 王辉,谭向荣,张立岗,等. 引进澳洲奶牛在宝鸡地区饲养的适应性研究[J]. *畜牧兽医杂志*, 2020, 39(2): 30-33.
- [5] 杨梦友,文惠,米思远,等. 副乳头对中国荷斯坦牛产奶性能和血常规指标的影响[J]. *中国畜牧杂志*, 2022, 58(2): 69-74.
- [6] 付静. 夏季奶牛饲养管理技术措施[J]. *河南畜牧兽医*, 2021(15).
- [7] 魏琳琳,杨继业,秦雪,等. 季节、胎次、泌乳时期与奶牛产奶量及乳成分的相关分析[J]. *中国奶牛*, 2015(23): 10-14.
- [8] 叶东东,张孔杰,热西提·阿不都热合,等. 影响荷斯坦奶牛305 d产奶量的因素分析[J]. *新疆农业科学*, 2011, 48(1): 148-152.
- [9] 脱征军,李委奇,邵怀峰,等. 基于DHI数据对奶牛部分生产性状的影响因素分析[J]. *中国奶牛*, 2021(4): 51-56.
- [10] 熊本海,易渺,杨琴,等. 中国北方荷斯坦奶牛乳成分及相关指标的季节性与胎次变化规律研究[J]. *畜牧兽医学报*, 2013, 44(1): 31-37.
- [11] 吴双军,尚娇,尚海彬,等. 不同年龄、胎次和泌乳月对奶牛乳脂率的影响[J]. *安徽农业科学*, 2016, 44(14): 125-126.
- [12] 韩晓晖,周震,吴泽标,等. 胎次、泌乳阶段和季节对华南地区荷斯坦奶牛产奶量和乳成分的影响[J]. *家畜生态学报*, 2021, 42(4): 52-56.
- [13] 赖安强,王之盛,王祖新,等. 不同饲喂方式下西南地区中国荷斯坦牛乳中体细胞数变化规律研究[J]. *中国奶牛*, 2009(2): 40-43.
- [14] JOHNSON R G, YOUNG A J. The association between milk urea nitrogen and DHI production variables in western commercial dairy herds[J]. *Journal of Dairy Science*, 2003, 86(9): 3008-3015.
- [15] GAO X, KOUTRAKIS P, COULL A, et al. Short-term exposure to PM<sub>2.5</sub> components and renal health: Findings from the veterans affairs normative aging study[J]. *Journal of Hazardous Materials*, 2021, 420: 126557.
- [16] KESSLER E C, BRUCKMAIER R M, GROSS J J. Milk urea nitrogen concentration is higher in brown Swiss than in Holstein dairy cows despite identical feeding[J]. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 2020, 104(6): 1671-1677.
- [17] AHVENJÄRVI S, HUHTANEN P. Effects of intraruminal urea-nitrogen infusions on feed intake, nitrogen utilization, and milk yield in dairy cows[J]. *Journal of Dairy Science*, 2018, 101(10): 9004-9015.
- [18] 吐尔逊古丽·肉孜阿洪,刘丽元,伊力哈尔·沙塔尔,等. 荷斯坦牛乳脂率、乳蛋白率变化规律及其相关性分析[J]. *草食家畜*, 2015(4): 20-25.
- [19] 张梦华,尤震晨,魏趁,等. 新疆地区中国荷斯坦牛和新疆褐牛生产性能影响因素分析[J]. *中国畜牧杂志*, 2021, 57(5): 246-252.
- [20] 王祖新,王之盛,王立志,等. 不同季节温湿度指数对奶牛生产性能和生理生化指标的影响[J]. *中国畜牧杂志*, 2009, 45(23): 60-63.
- [21] HOJMAN D, GIPS M, EZRA E, et al. Association between live body weight and milk urea concentration in Holstein cows[J]. *Journal of Dairy Science*, 2005, 88(2): 580-584.
- [22] FATEHI A, ZALI M, HONARVAR M, et al. Review of the relationship between milk urea nitrogen and days in milk, parity, and monthly temperature mean in Iranian Holstein cows[J]. *Journal of Dairy Science*, 2012, 95(9): 5156-5163.
- [23] CARLSSON J, BERGSTR M J, PEHRSON B, et al. Variations with breed, age, season, yield, stage of lactation and herd in the concentration of urea in bulk milk and individual cow's milk[J]. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 1995, 36(2): 245-254.
- [24] 刘燕飞. 产犊季节和胎次对奶牛产奶量的影响[J]. *甘肃畜牧兽医*, 2013, 43(10): 39-40.
- [25] 苏义童,任怀彦,杨光新,等. 影响北京地区荷斯坦牛牛奶乳尿素氮的环境及生理因素分析[J]. *中国畜牧杂志*, 2018, 54(3): 99-103, 113.
- [26] 赖福琪,刘胜军. 黑龙江省某牛场产奶量和乳成分相关关系及影响因素分析[J]. *黑龙江畜牧兽医*, 2019(2): 46-49.
- [27] ARUNVIPAS P, DOHOO I R, KEEFE G P, et al. The effect of non-nutritional factors on milk urea nitrogen levels in dairy cows in Prince Edward Island, Canada[J]. *Preventive Veterinary Medicine*, 2003, 59(1): 83-93.
- [28] 王若勇. 应用DHI对陕西省奶牛中心奶牛生产性能综合分析[D]. 陕西 杨凌: 西北农林科技大学, 2019.
- [29] 李胜利. 黄梅县中国荷斯坦奶牛产奶量和乳成分的相关性及其影响因素研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2017.
- [30] LITWIŃCZUK Z, KRÓL J, BRODZIAK A, et al. Changes of protein content and its fractions in bovine milk from different breeds subject to somatic cell count[J]. *Journal of Dairy Science*, 2011, 94(2): 684-691.
- [31] 张峥臻,张瑞华,张克春. 上海地区奶牛场牛奶体细胞数与产奶量及乳成分关系的研究[J]. *中国奶牛*, 2014(6): 49-52.
- [32] 郭梦玲,王海洋,梁艳,等. 江苏某奶牛场荷斯坦牛和娟姗牛泌乳性能比较分析[J]. *中国牛业科学*, 2021, 47(2): 29-33.
- [33] 张慢,王湘阳,易建明,等. 荷斯坦奶牛产奶量与乳成分的相关性研究[J]. *中国畜牧杂志*, 2018, 54(1): 55-59.
- [34] 刘欢,陈艳会,郭伶. 辽西地区规模化奶牛场奶牛乳房炎发病情况监测[J]. *中国牛业科学*, 2021, 47(1): 3.
- [35] 李大刚,王宏. 通过乳尿素氮含量对奶牛日粮营养状况的评价[J]. *中国饲料*, 2005(15): 8-11.
- [36] 焦蓓蓓,田茂,杨春生,等. 奶牛乳脂合成及其关键基因的调控作用[J]. *中国牛业科学*, 2021, 47(2): 36-42.

- 差异研究[J]. 肉类研究,2015,29(8):1-4.
- [20] KAZALA E C, LOZEMAN F J, MIR P S, et al. Relationship of fatty acid composition to intramuscular fat content in beef from crossbred Wagyu cattle [J]. J. Anim. Sci., 1999, 77(7): 1717-1725.
- [21] 李光全,刘毅,龚绍明,等. 皖西白鹅与罗曼鹅屠宰性能及肉品质分析[J]. 中国家禽,2020,42(3):97-99.
- [22] 王鑫,李光鹏. 牛肉质性状及其影响因素[J]. 动物营养学报,2019,31(11):4949-4958.
- [23] 姜碧杰,咎林森,辛亚平,等. 性别对秦川牛肉品质的影响[J]. 中国农学通报,2010,26(6):1-4.
- [24] 郎玉苗,沙坤,李海鹏,等. 中国培育品种牛肉品质特性比较分析[J]. 肉类研究,2013,27(5):31-35.
- [25] 王喆,袁希平,王安奎,等. 牛品种和性别对牛肉脂肪及脂肪酸含量的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2011,39(4):24-28.

## Effect of Castration Treatment on the Meat Quality of 12-month-old Zaosheng Bull

ZHUANG Lei<sup>1</sup>, LIU Meng<sup>1</sup>, HUANG Wei-hua<sup>1</sup>, HAN Cui<sup>1</sup>, WU Zhan-yue<sup>1</sup>, ZHANG Yan<sup>1</sup>, WU Sen<sup>1,2\*</sup>

(1. College of Animal Science and Veterinary Medicine, Qinghai University, Xining 810016;

2. Key Laboratory of Plateau Livestock Genetic Resources Protection and Innovative Utilization in Qinghai Province, Qinghai University, Xining 810016)

**Abstract:** [Objective] In order to study the effect of castration on the quality of Zaosheng bulls, [Method] the experiment was conducted to select healthy, normal development, and consistent breeding environment of 3 12-month-old Zaosheng cattle bulls and 3 steers (6 months old early castration treatment). They were short-term fattened for 3 months. After slaughter, the longissimus dorsi were taken to detect cooking loss, drip loss, shear force, pH value, flesh color ( $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$ ), water power, crude protein, crude fat, moisture, crude ash and amino acid composition and content. [Result] The results showed that the pH, redness ( $a^*$ ), yellowness ( $b^*$ ), water power, crude fat, Glu, and Leu contents of the longissimus muscle from steers were significantly higher than those from bulls ( $P < 0.05$ ); The cooking loss, drip loss, shear force, brightness ( $L^*$ ), crude protein and moisture of steers were significantly lower than bulls ( $P < 0.05$ ). In the amino acid composition and content of bulls and steers, there was no significant difference in the content of most amino acids, but the amino acid content of steers was slightly higher than bulls. [Conclusion] Castration treatment could significantly increase the tenderness and water capacity of the 12-month-old Zaosheng cattle, improve the color of beef, and increase the dry matter and amino acid content of the beef.

**Key words:** Zaosheng cattle; castrate; meat quality

(上接第 5 页)

## Analysis of Factors Affecting Daily Milk Production and Milk Composition of Holstein Cattle in a Farm in Jiangsu

LIU Ding-ding, LU Xu-bin, ZHAO Jing-wen, SUN Yu-jia, YANG Zhang-ping\*

(Yangzhou University, College of Animal Science and Technology, Yangzhou, Jiangsu 225009)

**Abstract:** [Objective] In order to explore the factors affecting the daily milk production and milk composition of Holstein cows in a farm in Jiangsu. [Method] This experiment collected 139 703 measured data from a large-scale farm in Jiangsu from 2018 to 2020, and used a multi-factor variance model to systematically analyze it. [Result] The results showed that: different parity, measuring season, calving season and lactation month had extremely significant effects on the daily milk production, milk fat rate, milk protein rate, somatic cell score and milk urea nitrogen of Holstein cows ( $P < 0.01$ ). There was a very significant negative correlation between milk production and milk fat rate, milk protein rate, and somatic cell score. [Conclusion] In summary, the structure of the herd, production planning and feeding management should be adjusted flexibly in combination with parity, season, calving time, lactation and other factors to achieve the goal of improving milk production and milk quality.

**Key words:** Holstein cattle; daily milk production; milk composition; influencing factors