# 奶山羊不同泌乳月份体细胞数与乳成分相关性的研究

刘 刚[1]，孙 强[2]，于 团[3]

1 山东省青岛市即墨区畜牧业发展服务中心，山东青岛 266200
2 山东省青岛市即墨区段泊岚动物卫生与产品质量监督站，山东青岛 266223
3 山东省青岛市即墨区田横动物卫生与产品质量监督站，山东青岛 266212

摘 要：[目的]探讨奶山羊不同泌乳月份体细胞数（SCC）变化，分析SCC与主要乳成分之间的相关性。[方法]2024年随机选取208 头泌乳奶山羊，在3月、7月和10月分别采集乳样，检测SCC以及脂肪、蛋白质、乳糖等主要成分，用SPSS软件分析数据。[结果]3月SCC显著低于7月（$P<0.05$）。SCC与蛋白呈极显著正相关（$P<0.01$），与脂肪和非脂固形物呈正相关但不显著（$P>0.05$），与乳糖和尿素氮呈极显著负相关（$P<0.01$），与总固形物呈显著正相关（$P<0.05$）。[结论]建议在3月测定SCC和乳成分，作为评估羊乳品质的标准，有助于提升羊乳的整体品质。

关键词：奶山羊；体细胞数（SCC）；乳成分；相关性

文章编号：1671–4393（2025）09–0091–06 DOI:10.12377/1671–4393.25.09.14

## 0 引言

哺乳动物的乳汁包含多种细胞和成分，其中体细胞（Somatic cell count，SCC）是由乳腺黏膜脱落的上皮细胞及白细胞（巨噬细胞、淋巴细胞等）组成[1]。这些细胞作为乳房健康和乳汁质量的评估指标，有助于乳腺炎的早期发现与控制。SCC检测是筛选乳品质量和乳腺炎亚临床形式的最有效手段[2]。SCC受季节、胎次、泌乳阶段及品种影响，低SCC代表更好的乳品质和更长的保质期，反映乳腺健康。在山羊乳中，SCC更易受生理及非传染性因素影响，且因含有更多上皮细胞及其碎片，通常高于牛奶，故牛奶SCC标准不适用于山羊[3]。

当前，关于SCC与乳成分影响的研究大多聚焦于奶牛生产领域，而对于奶山羊SCC与羊乳成分之间关系的探讨则相对有限。为此，2024年3月、7月和10月，分别收集泌乳奶山羊的生鲜羊奶，测定其

基金项目：青岛市科技惠民示范专项项目（24–1–8–xdny–2）

作者简介：刘 刚（1976–），男，山东即墨人，本科，高级兽医师，研究方向为畜牧兽医及技术；
孙 强（1979–），男，山东即墨人，本科，高级兽医师，研究方向为畜牧兽医及技术；
于 团（1975–），男，山东即墨人，本科，高级兽医师，研究方向为畜牧兽医及技术。

中国乳业线上阅读

SCC以及脂肪等关键乳品质指标，深入分析SCC变化对乳成分的具体影响。本试验旨在为利用SCC评估奶山羊乳房健康状态，提升奶山羊羊乳品质提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 奶山羊生鲜乳来源

2024年3、7、10月，在山东东部地区部分奶山羊场随机选取泌乳期奶山羊208 只，早晚各采集1 次，先弃去前3 把乳，每个乳区各采集5～10 mL生鲜羊乳，以增加样品代表性和试验结果准确性，装入采样品混匀，加0.03 mg重铬酸钾防止羊乳腐败，样品置于保温箱（低于4 ℃）保存，送山东省畜产品质量安全中心实验室检测。

### 1.2 SCC 和乳成分测定

利用牛博士Ⅲ精密型体细胞检测仪[精密型3120，华诚睿光（北京）科技发展有限公司]检测SCC；乳成分体细胞检测联机（Bently，美国）检测羊乳脂肪率、蛋白率、乳糖率、总固形物、非脂率、尿素氮。

### 1.3 SCC 分组

参考李卫娟等[4]方法，根据检测出的SCC将试验山羊分成5组，并按照西北农林科技大学动物医学院的标准隐性乳房炎，即每毫升乳中SCC在50 万以下判为阴性；50万～100 万之间判为可疑；100 万以上判为阳性（表1）。

表 1 试验山羊 SCC 分组

| 组别 | 体细胞数（万个 /mL） | 样本数（n） |
|---|---|---|
| A | ＜ 50 | 78 |
| B | 50~100（含 50） | 38 |
| C | 100~200（含 100） | 30 |
| D | 200~500（含 200） | 34 |
| E | ≥ 500 | 28 |

### 1.4 数据分析

先用Excel软件初步整理数据，数据以“平均值 ± 标准差”表示，以不同泌乳时间和乳体细胞数为主要考虑因素，采用SPSS 22.0统计软件单因素方差分析差异显著性，LSD法（Least significant difference，最小显著差异法）多重比较各组间差异。以$P<0.01$为差异极显著、$P<0.05$为差异显著性判断标准。采用Pearson相关性分析乳体细胞数与乳蛋白、乳脂等主要乳成分之间相关性。

## 2 结果

### 2.1 不同泌乳月份对 SCC 的影响

2024年3月、7月、10月的平均乳体细胞数分别为（175.80 ± 446.45）（471.46 ± 703.18）（180.09 ± 228.34）万个/mL。其中，7月SCC显著高于3月和10月，分别高出168.2%（$P<0.05$）和161.8%（$P<0.05$）。而10月的SCC虽然略高于3月，

表 2 2024 年 3、7 和 10 月 SCC 变化

| 月份 | A 组样本比例（%） | B 组样本比例（%） | C 组样本比例（%） | D 组样本比例（%） | E 组样本比例（%） | 样本数（n） | 阳性率（%） | 平均 SCC（万个 /mL） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 48.5（32/66） | 18.2（12/66） | 15.2（10/66） | 10.6（7/66） | 7.6（5/66） | 66 | 33.3（22/66） | 175.80 ± 446.45$^{b}$ |
| 7 | 23.6（17/72） | 15.3（11/72） | 12.5（9/72） | 25.0（18/72） | 23.6（17/72） | 72 | 61.1（44/72） | 471.46 ± 703.18$^{a}$ |
| 10 | 41.4（29/70） | 21.4（15/70） | 15.7（11/70） | 12.9（9/70） | 8.6（6/70） | 70 | 37.1（26/70） | 180.09 ± 228.34$^{bc}$ |
| 合计 | 78 | 38 | 30 | 34 | 28 | 208 | 44.2 | — |

注：同列数据肩标不同大写字母表示差异极显著（$P<0.01$），不同小写字母表示差异显著（$P<0.05$），无字母或字母相同表示无统计学意义。下同

中国乳业线上阅读

但两者的差异不显著（表2）。

以SCC＞1×10$^6$ 个/mL作为亚临床乳房炎的阳性判断标准，发现7月的奶山羊感染亚临床乳房炎最严重，其次是10月和3月。值得注意的是，在3月和10月，随着SCC的升高，奶山羊感染亚临床乳房炎的比例逐渐下降；然而，在7月，这一比例却呈现出两头高中间低的趋势。

### 2.2 不同泌乳月份对乳成分的影响

7月乳脂率和总固形物均极显著高于3、10月（$P$＜0.01）；7月蛋白率显著高于3、10月（$P$＜0.05）；3月乳糖率极显著高于7月（$P$＜0.01），显著高于10月（$P$＜0.05）。3个月的非脂率、尿素氮之间无统计学意义（表3）。

### 2.3 不同 SCC 对乳成分的影响

乳脂率随着SCC增大而升高，E组极显著高于A组（$P$＜0.01），D组显著高于A组（$P$＜0.05）；蛋白率随着SCC增大而升高，E组极显著高于其他组（$P$＜0.01）；乳糖率随着SCC增大而降低，E组极显著低于其他组（$P$＜0.01），D组极显著低于A、B、C组（$P$＜0.01）；总固形物随着SCC增大而升高，D组显著高于A、B组（$P$＜0.05），E组极显著高于A组（$P$＜0.01）；尿素氮随着SCC增大而降低，E组显著低于A组（$P$＜0.05）。各组非脂率无统计学意义（表4）。

### 2.4 SCC 与乳成分相关性分析

SCC与乳蛋白为极显著正相关性（$P$＜0.01），与脂肪、非脂固形物为正相关性、但不显著，与乳糖、尿素氮为极显著负相关性（$P$＜0.01），与总固形物为显著正相关（$P$＜0.05）。由此分析，羊乳SCC升高会引起乳蛋白、乳脂肪、总固形物含量高于正常水平，尿素氮含量较正常水平下降，而对非脂固形物含量影响偏小（表5）。

## 3 讨论

### 3.1 不同泌乳月份对 SCC 的影响

SCC受多因素影响，包括品种差异，其中奶山羊的SCC远高于牛奶，这主要因为羊奶含更多中性粒细胞、非白细胞（如上皮细胞）等[5]。此外，羊场管理因素（如挤奶技术、胎次、饲养条件、季节变化、泌乳阶段及疾病流行等）对SCC有显著影响。

本试验中，发现7月的SCC显著高于3月和10月，这或与饲养管理、季节和胎次相关。调查被测奶山羊场发现，7月夏季天气炎热潮湿，圈舍卫生条件较差，导致乳房炎等疾病感染率上升；同时，

表 3 不同月份乳成分变化

| 月份 | 乳脂率（%） | 蛋白率（%） | 乳糖率（%） | 总固形物（%） | 非脂率（%） | 尿素氮（mg/100 mL） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 4.12±1.13$^{B}$ | 3.21±0.56$^{b}$ | 4.87±0.66$^{Aa}$ | 13.74±1.60$^{B}$ | 9.06±0.61 | 22.32±4.28 |
| 7 | 5.65±1.99$^{A}$ | 3.72±1.24$^{a}$ | 4.13±0.74$^{Bb}$ | 15.96±3.11$^{A}$ | 9.14±1.12 | 23.43±5.18 |
| 10 | 4.48±1.42$^{B}$ | 3.62±0.21$^{ab}$ | 4.12±1.04$^{ABb}$ | 14.45±1.99$^{B}$ | 9.03±0.60 | 24.45±2.48 |

表 4 不同 SCC 对乳成分的影响

| 组别 | SCC（万个/mL） | 乳脂率（%） | 蛋白率（%） | 乳糖率（%） | 总固形物（%） | 非脂率（%） | 尿素氮（mg/100 mL） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 23.96±13.12 | 4.37±1.13$^{Bb}$ | 3.07±0.35$^{B}$ | 4.67±0.2$^{7Aa}$ | 14.16±1.70$^{Bb}$ | 9.13±0.55 | 24.19±3.19$^{a}$ |
| B | 74.53±16.45 | 4.61±1.05$^{ABab}$ | 3.19±0.47$^{B}$ | 4.36±0.37$^{Aa}$ | 14.28±1.76$^{ABb}$ | 8.89±0.65 | 23.96±3.24$^{ab}$ |
| C | 149.59±35.48 | 5.34±1.25$^{ABab}$ | 3.20±0.22$^{B}$ | 4.34±0.21$^{Aa}$ | 15.20±1.80$^{ABab}$ | 8.86±0.32 | 23.99±2.62$^{ab}$ |
| D | 321.33±81.56 | 5.53±1.84$^{ABa}$ | 3.48±0.65$^{B}$ | 4.01±0.57$^{Bb}$ | 15.70±3.00$^{ABa}$ | 8.96±0.75 | 22.89±3.37$^{ab}$ |
| E | 1 319.58±780.24 | 5.57±3.09$^{Aa}$ | 4.74±1.89$^{A}$ | 3.12±1.36$^{Cc}$ | 16.21±4.71$^{Aa}$ | 9.38±1.52 | 21.25±8.32$^{b}$ |

中国乳业线上阅读

表 5 SCC 与乳成分相关性分析

| 项目 | 乳蛋白 | 脂肪 | 乳糖 | 总固形物 | 非脂固形物 | 尿素氮 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 乳体细胞数 | 0. 655** | 0.132 | −0.704** | 0.204* | 0.171 | −0.456** |

注：**表示极显著相关（$P<0.01$），*表示显著相关（$P<0.05$）

7月的泌乳奶山羊多为3 胎次以上，占比较大。以上结果与前人研究报道相似[6~8]，即山羊乳SCC随胎次增加而上升，且乳汁中的SCC评分在秋季和夏季较高，冬季和春季相对较低。本研究结果提示，为改善乳品质，应根据季节和胎次调整SCC的阈值管理措施。

### 3.2 不同泌乳月份对乳成分的影响

本试验泌乳月份与乳成分关系显示，SCC最高的7月正值夏季，乳脂率、总固形物均极显著高于3、10月；蛋白率最高，其中显著高于3月，高于10月；而乳糖率极显著低于3月。这主要是乳成分变化除了受月份（季节）作用外，还与胎次、泌乳阶段、乳腺炎等感染性和非感染性因素有关。夏季高温应激可导致奶山羊代谢紊乱，影响乳糖合成，进而降低乳糖率；同时脂肪和蛋白质合成相关酶活性增强，促进乳脂和乳蛋白沉积。高胎次奶山羊在泌乳后期易出现乳腺功能衰退，增加乳房炎风险，导致SCC升高并伴随乳成分异常。此外，挤奶卫生条件差和管理不当进一步加剧细菌感染，使乳糖下降、体细胞上升。上述因素共同作用致使7月乳品质下降。因此，为维持乳成分稳定与提升乳品质量，应加强夏季防暑降温措施，优化圈舍通风与清洁管理，降低热应激与病原菌滋生风险。同时，对高胎次奶山羊实施分群管理，强化乳房健康监控，适时调整泌乳后期饲养方案，有助于控制SCC上升，减缓乳糖下降趋势，保障乳品质全年稳定性。

### 3.3 SCC 对乳成分的影响

乳脂作为乳的关键营养成分，是衡量奶价与质量的重要指标。本试验发现，乳脂率随SCC增加而上升，尽管最高SCC的E组与最低的A组之间正相关但不显著，与宁晓波等[9]研究结果相吻合，即乳脂率与SCC评分无显著相关性，但均呈上升趋势。然而，凌浩等[10]发现山羊乳中SCC与乳脂含量显著负相关这可能因为SCC增加意味着乳腺炎风险上升，导致产奶量下降，乳脂因浓缩效应而相对增加；同时，乳房内脂肪水解酶活性增强，分解乳脂肪的三甘油酯，使游离脂肪酸含量增加，加之羊乳本身短链脂肪酸含量高，共同促使乳脂率随SCC升高而上升[11]。

乳蛋白合成与乳腺组织机能紧密相关，涉及从血液中摄取的氨基酸、脂肪酸和葡萄糖等前体物质。本试验显示，SCC与乳蛋白极显著正相关，与凌浩等[10]、李卫娟等[4]研究结果一致，原因可能是在乳腺炎状态下，免疫体系激活，免疫球蛋白大量分泌进入羊乳，而酪蛋白变化不大。但需注意，高SCC虽使乳蛋白升高，却导致必需氨基酸含量下降[12]。因此，乳腺炎对羊乳质量和产量的负面影响不容忽视。

SCC与乳糖呈极显著负相关，这可能与乳腺炎导致采食量下降、营养不足及乳腺组织机能损伤有关，减少来自血液的葡萄糖供应及乳糖合成与渗透[13，14]。同时，SCC与乳尿素氮呈极显著负相关，这可能与乳腺炎相关细菌脲酶降解尿素有关，导致乳尿素氮含量降低。对于羊乳中的总固形物质，SCC与其呈显著正相关。这与李卫娟等[4]研究结果一致，可能与乳蛋白、乳脂含量增加有关。

## 4 小结

综上所述，奶山羊SCC不仅反映乳腺健康状况，还与羊乳质量密切相关。SCC受多种因素影响，导致乳成分变化，如乳脂肪、蛋白和总固形物含量升高，乳糖、乳尿素氮降低。SCC与乳蛋白极显著正相关，与脂肪、非脂固形物正相关但不显

中国乳业线上阅读

著，与乳糖、尿素氮极显著负相关，与总固形物显著正相关。奶山羊生产中，应加强SCC监测，采取有效措施预防和控制乳腺炎，提高羊乳品质。

**参考文献**


[1] 凌浩，李莉，李鑫垚，等.山羊奶体细胞的产生及对产奶量和品质影响的研究进展[J].动物营养学报，2019，31（11）：4959–4966.

[2] Petzer I M，Karzis J，Donkin E F，et al.Somatic cell count thresholds in composite and quarter milk samples as indicator of bovine intramammary infection status[J].Onderstepoort Journal of Veterinary Research，2017，84（1）：1–10.

[3] Poutrel B，De Cremoux R，Ducelliez M，et al.Control of intramammary infections in goats：Impact on somatic cell counts[J].Animal Science，1997，75（2）：566–570.

[4] 李卫娟，胡钟仁，刘琴，等.萨能奶山羊乳体细胞数与乳汁成分变化的研究[J].中国畜牧兽医，2013，40（9）：175–179.

[5] Smistad M，Inglingstad R A E，Skeie S.Seasonal dynamics of bulk milk somatic cell count in grazing Norwegian dairy goats[J].JDS Communications，2023，5（3）：205–209.

[6] 王若勇，沙小飞，毛宏伟，等.泌乳天数、胎次、乳成分与牛奶体细胞数关系分析[J].中国牛业科学，2018，44（6）：27–30.

[7] 汪湛，窦红，赵康.奶牛体细胞评分与乳成分及季节的关系[J].中国奶牛，2012（18）：51–52.

[8] 宋维政，侯鑫.体细胞数与乳成分、胎次、产奶量及季节之间关系的研究[J].中国乳业，2010（3）：40–42.

[9] 宁晓波，郭殿芝，韩丽云.体细胞评分与牛奶品质及产奶量的相关性分析[J].中国奶牛，2022（2）：16–19.

[10] 凌浩，张佩华.湖南地区山羊奶体细胞数分析及其对乳成分的影响[J].中国乳业，2019（8）：80–84.

[11] 卢世杰，吴红翔，习学勇，等.奶牛乳房炎对主要牛奶成分的影响[J].中国奶牛，2019（5）：27–32.

[12] 金亚东，李艳艳，徐晓锋.奶牛乳中体细胞数对乳产量及乳成分的影响[J].中国乳品工业，2016，44（6）：28–31.

[13] 朱云菲，贾聚晨，赵天夺，等.miR–182对牛乳腺上皮细胞中乳糖合成的影响[J].中国乳品工业，2023，51（1）：32–35，46.

[14] 詹经纬，童津津，熊本海，等.奶牛乳腺健康与乳中体细胞数之间关系的研究进展[J].动物营养学报，2021，33（3）：1299–1305.


# Study on the Correlation between Somatic Cell Count and Milk Composition of Dairy Goats in Different Lactating Months


LIU Gang[1]，SUN Qiang[2]，YU Tuan[3]

[1]Jimo District Animal Husbandry Development Service Center，Qingdao Shandong 266200

[2]Duanbolan Animal Health and Product Quality Supervision Station，Jimo District，Qingdao Shandong 266223

[3]Tianheng Animal Health and Product Quality Supervision Station，Jimo District，Qingdao Shandong 266212



**Abstract**：[Objective]This study aimedto investigate the changes in somatic cell count（SCC）of dairy goats across different lactation months and analyze the correlation between SCC and major milk components.[Method] In 2024，208 lactating dairy goats were randomly selected.Milk samples were collected in March，July，and October to measure SCC，as well as major milk components such as milk fat，protein，and lactose.Data analysis was conducted using SPSS software.[Result]The results showed that SCC in March was significantly lower than that in July（$P<0.05$）.SCC had a highly significant positive correlation with milk protein（$P<0.01$），a positive but non-


中国乳业线上阅读

significant correlation with fat and non-fat solids（$P$>0.05），a highly significant negative correlation with lactose and urea nitrogen（$P$<0.01），and a significant positive correlation with total solids（$P$<0.05）.[Conclusion]It is recommended to measure SCC and milk components in March as standards for assessing the quality of goat milk，which can help improve the overall quality of goat milk.

**Keywords**：dairy goat；somatic cell count；milk component；correlation

▲上接90页

[1]Agricultural Information Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081
[2]Lijin County Animal Disease Prevention and Control Center, Dongying, Shandong 257447
[3]Boehringer Ingelheim Animal Health （Shanghai） Co.,Ltd.,Shanghai 200040

**Abstract**: Pain management in dairy cows is a crucial aspect of modern dairy farming for improving animal welfare and production efficiency. This article systematically reviews assessment methods for pain in dairy cows, the rational selection of anti-inflammatory and analgesic drugs, and comprehensive management strategies for common painful procedures and diseases. Studies have shown that pain can lead to abnormal behavior, increased physiological stress, and reduced production performance in dairy cows. Internationally, various behavioral indicator-based pain assessment tools （such as the Dairy Cow Pain Scale） have been developed to provide a scientific basis for pain identification. In terms of pharmacological treatment, the use of highly selective COX-2 nonsteroidal anti-inflammatory drugs （e.g., meloxicam） is recommended, with strict adherence to milk withdrawal and drug withdrawal periods. For common issues such as dehorning, castration, hoof diseases,dystocia, and mastitis,multimodal analgesic protocols should be implemented, combining local anesthesia with systemic analgesics, while emphasizing the timing and standardization of procedures. International dairy quality programs such as the U.S. FARM and Canada’s proAction have made pain management a mandatory requirement. China’s dairy industry should also accelerate the implementation of relevant standards to enhance dairy cow health and farming efficiency through scientific analgesia.

**Keywords**：dairy cow；pain assessment；anti-inflammatory analgesia；nonsteroidal anti-inflammatory drugs；meloxicam；animal welfare；pain management；dairy farming

中国乳业线上阅读