基于DHI测定数据的府谷县奶牛泌乳性能与相关因素分析

赵 鹏，甄新燕

府谷县动物疫病预防控制中心，陕西府谷 719400

摘 要：[目的]本研究旨在通过分析2023年府谷县奶牛DHI测定数据，分析胎次、季节和泌乳阶段对产奶量、乳蛋白率、乳脂率、尿素氮和体细胞数的影响。[方法]选取5 家规模奶牛场荷斯坦泌乳牛记录的DHI数据信息13 289 条，采用SPSS 23.0软件按胎次、季节和泌乳阶段分组分析对产奶量和乳成分的影响。[结果]胎次、季节和泌乳阶段对产奶量和乳成分均产生显著影响（$P<0.05$）。冬季产奶量、乳脂率显著高于其他季节（$P<0.05$）；秋季乳蛋白率显著高于其他季节（$P<0.05$）；夏季尿素氮显著高于其他季节（$P<0.05$）；夏秋两季体细胞数显著高于其他季节（$P<0.05$）。1～45 d阶段产奶量显著高于其他各段（$P<0.05$）；乳蛋白率和乳脂率随着泌乳阶段延长呈升高趋势，>305 d显著高于其他阶段（$P<0.05$）；尿素氮和体细胞数在>305 d时，显著高于其他阶段（$P<0.05$）。随着胎次增加，产奶量呈先升后降趋势，第2胎时显著高于其他胎次（$P<0.05$）；乳蛋白率呈先升高降趋势，第2胎次显著高于其他胎次（$P<0.05$）；乳脂率呈先降后升趋势，第1胎次显著高于其他胎次（$P<0.05$）；尿素氮呈两头高中间低；体细胞数呈升高趋势。[结论]府谷县荷斯坦泌乳牛胎次、季节和泌乳阶段显著影响生产性能，应根据不同影响因子合理调节日粮营养和加强管理，运用DHI数据采取相应措施，提高奶牛生产性能和经济效益。

关键词：奶牛；DHI；胎次；季节；泌乳阶段；泌乳性能

文章编号：1671–4393（2025）04–0059–07 DOI:10.12377/1671–4393.25.04.11

中国乳业线上阅读

0 引言

DHI（Dairy Herd Improve，DHI）称为奶牛群改良或奶牛生产性能测定体系，是用于评估奶牛产奶性能的标准测量方法，被公认为“牛群改良唯一有效的方法”[1, 2]。作为全球奶业领域广泛认可的管理工具，自1992年我国开始运用这一方法以来，其科学性和有效性在奶牛场管理中得到充分展现[3]。DHI 测定包括牛奶体细胞数、产奶量、牛奶蛋白

作者简介：赵 鹏（1980–），男，陕西榆林人，本科，高级兽医师，研究方向为动物疫病；
甄新燕（1985–），女，陕西榆林人，本科，助理兽医师，研究方向为动物疫病。

质、脂肪、尿素氮等重要参数[4]。通过上述参数精准测定建立DHI报告，可以对奶牛群体和个体奶牛生产性能进行基础性分析，发现奶牛生产存在问题，及时为饲粮合理配制、饲养管理、选种选配、乳房炎防治提供参考，提高奶牛群生产性能、培育高产奶牛群，实现精细化管理。

影响DHI指标因素很多，包括环境压力、胎次、日龄、泌乳阶段、季节、饲养管理、营养水平等[5]。因此，有必要探究各因素对奶牛生产性能的影响。目前，我国山西[6]、湖南[7]、新疆[8]等奶牛场已有DHI检测相关报道，而DHI技术在府谷县奶牛场应用情况尚未见详细报道。本研究对2023年府谷县部分规模奶牛场DHI基础资料进行统计分析，按照不同胎次、季节和泌乳期分组，对DHI参数（包括产奶量、乳蛋白率、乳脂率、尿素氮、体细胞数）进行整理分析，通过观察其变化规律，探讨改善奶牛生产性能的方法，为提高府谷县奶牛饲养管理水平、泌乳性能和经济效益提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验时间、地点

试验于2023年1—12月在府谷县5 家奶牛场完成，试验奶牛均为荷斯坦品种。

1.2 数据来源

DHI软件为南京市丰顿奶牛生产性能测定分析系统（CNDHI V3.0），可采集、计算、跟踪分析DHI记录重要参数，形成测定牛群的DHI报告。本研究数据收集来自5 家奶牛场参试2 764 头荷斯坦泌乳牛记录DHI数据，主要包括泌乳阶段、胎次、季节、产奶量、乳蛋白率、尿素氮、乳脂率、体细胞数，剔除异常和不完整数据，共收集13 289 条。奶牛胎次分为1胎、2胎、3胎、4胎和≥5 胎，共5 个水平。季节划分为：3—5 月为春季、6—8 月为夏季、9—11月为秋季、12—2月为冬季。泌乳期分为1～45 d，46～100 d，101～200 d，201～305 d，＞305 d，共5 个水平。奶牛场均采用TMR饲喂，每日机械化挤奶早、中、晚3 次，对产后7 d至干乳期参试泌乳奶牛每月采集1 次，采样量为50 mL/头。

1.3 DHI 测定指标

府谷县种业中心配有使用挤奶厅分流流量计测定产奶量，采用全自动奶牛生产性能测定仪（Delta品牌，型号Combi Scope600hp测定牛奶脂肪、蛋白质、尿素氮和体细胞数等指标。

1.4 数据统计

在本研究中，笔者借助SPSS 23.0软件，对胎次、泌乳阶段以及季节变量与各DHI测定生产指标之间的关系进行单因素方差分析（ANOVA），以最小显著差异法（LSD）进行多重比较。在各相关性分析中计算胎次、泌乳阶段以及季节分别与产奶量、乳成分之间的Pearson相关系数，严格检验这些系数的显著性。结果以“平均值±标准差”表示，差异显著性判断标准以$P<0.05$表示。

2 结果与分析

2.1 DHI 测定指标描述性统计

在2023年1—12月期间，府谷县5 家规模奶牛场测定奶牛主要产奶性能结果见表1。平均产奶量为23.32 kg/d，乳脂率平均为3.51%，乳蛋白率平均为3.36%，体细胞数平均为18.28 ×10^4 个/mL，尿素氮平均为12.56 mg/dL。

表 1 奶牛 DHI 测定指标描述性统计表

项目	样本数（条）	最大值	最小值	平均值	标准差
产奶量（kg/d）	13 289	48.52	0.51	23.32	8.27
乳蛋白率（%）	13 289	4.78	2.03	3.36	0.42
乳脂率（%）	13 289	6.22	1.54	3.51	0.85
尿素氮（mg/dL）	13 289	23.79	1.83	12.56	3.45
体细胞数（×10^4 个/mL）	13 289	295.00	0.00	18.28	36.62

中国乳业线上阅读

2.2 不同季节对奶牛 DHI 测定指标统计与分析

由表2可知，季节对奶牛DHI测定指标有显著影响（$P<0.05$）。产奶量指标，冬季＞春季＞秋季＞夏季；乳蛋白率指标，秋季＞夏季＞冬季＞春季；乳脂率指标，冬季＞秋季＞夏季＞春季；尿素氮指标，夏季＞冬季＞春季＞秋季；体细胞数指标，夏季和秋季＞冬季和春季。

2.3 不同泌乳阶段对奶牛 DHI 测定指标的统计与分析

由表3可知，产奶量指标，1～45 d阶段＞46～100 d阶段＞101～200 d阶段＞201～305 d阶段＞＞305 d阶段；乳蛋白率指标，＞305 d阶段＞201～305 d阶段＞101～200 d阶段＞46～100 d阶段＞1～45 d阶段；乳脂率和体细胞数指标，均为＞305 d阶段＞201～305 d阶段＞101～200 d阶段＞46～100 d阶段和1～45 d阶段；尿素氮指标，＞305 d阶段＞201～305 d阶段和101～200 d阶段＞46～100 d阶段＞1～45 d阶段。

2.4 不同胎次对奶牛 DHI 测定指标的统计与分析

由表4可知，不同胎次对奶牛DHI测定指标有显著影响（$P<0.05$）。产奶量指标，第2胎次＞第3胎次＞第1胎次＞第4胎次＞≥5胎次，呈先升后降趋势；乳蛋白率指标，第2胎次＞第1胎次＞第3胎次、第4胎次和≥5胎次，呈先升后降趋势；乳脂率指标随着胎次增加呈先降后升趋势，第1胎次＞第4胎次和≥5胎次＞第2胎次、第3胎次；尿素氮指标，第1胎次、≥5胎次以上＞第4胎次＞第3胎次＞第2胎次；体细胞数指标随着胎次增加呈增加趋势，≥5胎

表 2 不同季节下奶牛 DHI 测定指标的统计

季节	样本数（条）	产奶量（kg）	乳蛋白率（%）	乳脂率（%）	尿素氮（mg/dL）	体细胞数（×10⁴ 个 /mL）
秋季	3 176	22.14 ± 8.39^{c}	3.40 ± 0.47^{a}	3.47 ± 0.02^{b}	10.93 ± 3.25^{d}	40.38 ± 20.58^{a}
夏季	3 635	19.51 ± 6.45^{d}	3.37 ± 0.42^{b}	3.41 ± 0.01^{c}	13.28 ± 3.83^{a}	37.57 ± 19.56^{a}
春季	3 105	24.48 ± 7.79^{b}	3.29 ± 0.41^{d}	3.36 ± 0.01^{d}	12.58 ± 2.87^{c}	34.43 ± 16.18^{b}
冬季	3 373	26.48 ± 8.62^{a}	3.34 ± 0.41^{c}	3.81 ± 0.01^{a}	13.08 ± 3.45^{b}	35.02 ± 17.12^{b}

注：同列数字肩标为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（$P<0.05$）。下同

表 3 泌乳阶段下奶牛 DHI 测定指标的统计

泌乳阶段	样本数（个）	产奶量（kg）	乳蛋白率（%）	乳脂率（%）	尿素氮（mg/dL）	体细胞数（×10⁴ 个 /mL）
1 ～ 45 d	4 728	26.60 ± 8.79^{a}	3.12 ± 0.39^{e}	3.35 ± 0.01^{d}	11.02 ± 3.29^{d}	36.70 ± 17.03^{d}
46 ～ 100 d	3 915	25.47 ± 7.15^{b}	3.23 ± 0.30^{d}	3.35 ± 0.01^{d}	13.00 ± 3.24^{c}	34.51 ± 15.85^{d}
101 ～ 200 d	2 106	20.64 ± 6.38^{c}	3.47 ± 0.34^{c}	3.59 ± 0.01^{c}	13.30 ± 3.43^{b}	37.29 ± 18.93^{c}
201 ～ 305 d	1 774	17.56 ± 6.54^{d}	3.78 ± 0.38^{b}	4.02 ± 0.02^{b}	13.27 ± 3.28^{b}	37.40 ± 22.38^{b}
＞ 305 d	766	13.91 ± 6.47^{e}	3.97 ± 0.39^{a}	4.25 ± 0.03^{a}	13.81 ± 3.41^{a}	44.15 ± 28.90^{a}

表 4 不同胎次对测试奶牛 DHI 测定指标的影响

胎次	样本数（个）	产奶量（kg）	乳蛋白率（%）	乳脂率（%）	尿素氮（mg/dL）	体细胞数（×10⁴ 个 /mL）
1	10 468	23.14 ± 7.08^{c}	3.34 ± 0.42^{b}	3.65 ± 0.01^{a}	12.82 ± 3.45^{a}	31.11 ± 14.74^{d}
2	4 139	24.41 ± 9.67^{a}	3.40 ± 0.44^{a}	3.43 ± 0.01^{c}	11.84 ± 3.36^{d}	39.07 ± 19.07^{c}
3	1 347	23.44 ± 9.88^{b}	3.30 ± 0.43^{cd}	3.43 ± 0.02^{c}	12.13 ± 3.44^{c}	46.48 ± 26.91^{b}
4	791	22.52 ± 9.73^{d}	3.31 ± 0.45^{c}	3.60 ± 0.03^{b}	12.45 ± 3.51^{b}	43.46 ± 27.81^{b}
≥ 5	900	20.73 ± 9.41^{e}	3.29 ± 0.43^{d}	3.59 ± 0.02^{b}	13.04 ± 3.57^{a}	52.24 ± 32.61^{a}

中国乳业线上阅读

次＞第3胎次、第4胎次＞第2胎次＞第1胎次。

2.5 奶牛 DHI 测定指标之间关系

由表5可知，产奶量与乳蛋白率、乳脂率、尿素氮、体细胞数呈极显著负相关（$P<0.01$）；乳脂率与乳蛋白率、尿素氮、体细胞数呈极显著正相关（$P<0.01$）；同时，乳蛋白率与尿素氮、体细胞数呈极显著正相关性（$P<0.01$）；然而，尿素氮与体细胞数关系不显著（$P>0.05$）。

表 5 奶牛 DHI 测定指标之间关系

	产奶量	乳蛋白率	乳脂率	尿素氮	体细胞数
产奶量	1	−0.464**	−0.311**	−0.114**	−0.192**
乳蛋白率		1	0.495**	0.167**	0.087**
乳脂率			1	0.338**	0.132**
尿素氮				1	−0.007
体细胞数					1

注：**为差异极显著（$P<0.01$）

3 讨论

3.1 季节对奶牛 DHI 测定指标的影响

产奶量是奶牛重要经济性状指标，而乳脂率、乳蛋白率、尿素氮和体细胞数是反映牛奶质量的关键参数。不同学者有关季节对产奶量、乳脂率、乳蛋白率、尿素氮和体细胞数影响研究结果差异较大。杨海峰等[9]报道，泌乳季节对荷斯坦牛日产奶量和乳成分均有显著影响，夏季产奶量最高，秋冬季乳蛋白率和乳脂率高于春夏季。刘燕飞[10]发现甘肃武威地区秋季产奶量最高，而春夏季最低。季节对乳脂率和乳蛋白率无显著影响。郑雅祺等[11]发现西安地区奶牛秋季产奶量最高为25.15 kg/d，且夏秋季乳脂率显著高于春冬季。冬季和春季对乳脂率高于夏季和秋季。本研究结果显示，季节对奶牛产奶量和乳质量有显著影响。冬季和春季产奶量高于夏季和秋季，秋季乳蛋白率最高，冬季乳脂率最高，夏季尿素氮最高，夏季和秋季体细胞数高于冬季和春季。这一结果与陈丽丽等[12]、王璐菊等[13]研究结果基本一致。原因可能与奶牛耐寒不耐热特性有关。府谷县冬季和春季气温一般−3～25 ℃，较适合奶牛体温，有利于泌乳性能，而夏季和秋季温度较高，产奶量相对较低，但乳脂率和乳蛋白率由于冬春季产奶量升高引起稀释效应导致两种指标低于夏秋季。夏季和秋季高温造成奶牛热应激、促使蛋白质和脂肪代谢下降，引起乳脂率降低、尿素氮含量升高[14, 15]，同时，乳房炎发病率较高，牛奶体细胞数随之增加。另外，奶牛饲料组成因不同季节带来的牧草结构变化，也是值得关注的因素。

3.2 泌乳阶段对奶牛 DHI 测定指标的影响

本研究中，日产奶量随着泌乳阶段延长逐渐下降，表明与泌乳天数呈明显负相关。这与雷芷琳等[16]报道产奶量先升后降存在差异。可能与本研究中头胎牛占比较高有关，相比经产牛，头胎牛更易受到环境和分娩应激，因此，应加强产后保健和饲粮营养成分平衡。乳蛋白率、乳脂率和尿素氮随着泌乳阶段延长呈逐渐升高趋势，泌乳阶段在＞305 d时，3 种指标均最高，且显著高于其他阶段，表明乳蛋白率、乳脂率和尿素氮与泌乳天数呈明显正相关。这与秦正君[17]研究结果不同，其报道乳蛋白率和乳脂率均随着泌乳天数延长呈先升后降趋势，而尿素氮呈先降后升趋势。张益宁等[18]统计分析2013—2016年陕西省某奶牛场DHI记录，发现不同泌乳阶段日产奶量、乳蛋白率、乳脂率、尿素氮无规律性变化，而调整日粮和提高饲养管理水平后，产奶量先升后降，蛋白率随泌乳时间逐步增加，乳脂率先降后升，＞305 d最高，尿素氮逐渐增加，这与本研究结果类似。由于前期泌乳阶段奶牛处于能量负平衡状态，消耗体脂生成乳脂，早期乳脂含量偏低，随着泌乳天数增加，能量和蛋白质摄入量增加和稳定，乳蛋白率和乳脂率逐渐升高[19]。上述不同研究结果差异与地理气候环境、日粮结构等因素有关。本研究显示，随着泌乳阶段延长，体细胞数呈先降后升趋势，46～100 d阶段最低，＞305 d最高。这与王若勇[19]研究结果一致。可能原因为：一是产奶量下降导致“浓缩效应”上升；二是泌乳阶段延长增加

中国乳业杂志上阅读

奶牛感染病原菌几率。

3.3 胎次对奶牛 DHI 测定指标的影响

本研究显示，不同胎次显著影响DHI测定指标，表现规律性。产奶量呈先升后降趋势，第2胎次最高，≥5 胎最低。这与许华钊[20]报道一致，其在分析广东地区规模化奶牛场DHI报告后发现，随着胎次增加，产奶量呈先升后降趋势，2 胎日产奶量最高为33.74 kg，表明泌乳奶牛1、2 胎次机体机能代谢旺盛，产奶量处于高位，随着胎次增多、年龄增大、机体衰老、采食量下降、营养代谢紊乱，泌乳性能逐渐下降，符合动物生长发育自然规律。刘廷玉等[21]、孔令旋等[22]研究结果显示，乳蛋白率随着胎次增加呈先升后降趋势，与本研究结果相同。有关胎次和乳脂率关系研究结果差别较大。廉红霞等[23]研究，不同胎次对乳脂率影响不显著，而吐尔逊古丽·肉孜阿洪等[24]研究，胎次对乳脂率有极显著影响。本研究乳脂率呈先降后升趋势，与魏琳琳等[25]研究结果类似。本研究中，随着胎次增加，尿素氮逐渐升高，体细胞数先降后升，这与不少学者研究结果[11, 16, 26]相似。

府谷县奶牛胎次与奶产量和乳成分规律性提示，应重视前3 胎次奶牛饲养管理，保持日粮合理，满足机体蛋白质和能量需要量，提高早期产犊奶牛产奶量和乳成分，促使产奶高峰维持在前3胎次内。同时，前4胎次、≥5 胎次产犊奶牛在淘汰病残奶牛基础上，合理分群，重点预防酮病和乳房炎。

3.4 测试奶牛 DHI 测定指标之间关系

深入分析数据发现，奶牛产奶量与乳蛋白率、乳脂率、尿素氮以及体细胞数之间存在极显著负相关（$P<0.01$）。具体而言，随着产奶量增加，乳蛋白率和乳脂率均呈下降趋势，同时尿素氮和体细胞数呈类似趋势。主要由于以体积计算乳蛋白率、乳脂率、尿素氮以及体细胞数，产奶量越高，其稀释作用越大[27]。然而，乳蛋白率与乳脂率之间，以及它们与尿素氮、体细胞数之间，均呈极显著正相关关系（$P<0.01$）。这意味着乳蛋白率与乳脂率升高通常伴随尿素氮和体细胞数上升。然而，尿素氮与体细胞数之间的相关性不显著（$P>0.05$），表明这两个指标之间的变化可能受其他独立因素影响。

参考文献

[1] Shock D A，LeBlanc S J，Leslie K E，et al.Exploring the characteristics and dynamics of Ontario dairy herds experiencing increases in bulk milk somatic cell count during the summer[J].Dairy Science，2015，98：3741–3753.

[2] 李臣，谷艳波，胡文昊，等.DHI报告在奶牛场饲养管理中的应用[J].吉林畜牧兽医，2020，41（1）：3–5.

[3] 张宇.基于DHI数据分析奶牛隐性乳房炎影响因素及乳房炎致病菌多重PCR检测方法的建立[D].杨凌：西北农林科技大学，2024.

[4] 王东辉，魏玉兵.DHI技术在奶牛场饲养管理中的应用[J].中国草食动物，2009，29（6）：25–27.

[5] Wu H，Yao S，Wang T，et al.Effects of Melatonin on Dairy Herd Improvement（DHI）of Holstein Cow with high SCS[J].Molecules，2021，26（4）：834.

[6] 杨继业，魏江斌，弓瑞娟，等.山西省奶牛生产性能测定（DHI）指标分析（2011—2022年）[J].中国奶牛，2023（12）：56–61.

[7] 何芳，罗阳，周望平，等.2009—2022年湖南省奶牛生产性能测定成效[J].中国奶牛，2023（11）：55–59.

[8] 刘莉，胡永青，李永青，等.新疆地区规模奶牛场DHI数据解读[J].中国奶牛，2021（11）：41–43.

[9] 杨海峰，刘永军，王德志，等.不同泌乳季节、胎次和泌乳阶段对奶牛产奶性能的影响[J].中国奶牛，2024（1）：19–25.

[10] 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.

[11] 郑雅祺，吴通，严彦平.西安地区胎次和季节对奶牛泌乳性能的影响[J].中国畜禽种业，2023，19（6）：137–140.

[12] 陈丽丽，赵康，夏敏，等.不同出生季节对天津地区荷斯坦牛泌乳性能的影响[J].畜牧兽医学报，2024，55（5）：1970–1977.

[13] 王璐菊，郭全奎，张勇.产犊季节及胎次对甘肃会宁地区荷斯坦牛产奶量的影响[J].中国奶牛，2015（16）：24–27.

[14] 刘潇怡，王迪铭，孙会增，等.泌乳盛期奶牛肝脏脂肪变性影响生产性能的代谢机制[J].浙江大学学报（农业与生命科学版），2024（5）：805–816.

[15] 张仕琦，赵圣国，郑楠，等.奶牛氮代谢及其营养调控的研究进展[J].动物营养学报，2023，35（7）：4119–4126.

[16] 雷芷琳，佘远航，郭建超，等.不同泌乳阶段和胎次对广东地区奶牛泌乳性能的影响及变化规律研究[J].中国奶牛，

中国乳业线上阅读

2024（4）：10–16.
[17] 秦正君.陕西省奶牛群体遗传改良效果研究[D].杨凌：西北农林科技大学，2018.
[18] 张益宁，金硕，李志君，等.2013—2019年陕西省某奶牛场奶牛不同季节和不同泌乳时期日产奶量及乳成分分析[J].中国兽医学报，2022，42（5）：1047–1052.
[19] 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]. 杨凌：西北农林科技大学，2019.
[20] 许华钊.广东地区规模化奶牛场DHI报告分析[D]. 广州：华南农业大学，2020.
[21] 黄萌萌，刘婷婷，何珊珊，等.奶牛生产性能测定实验室现场评审中发现的薄弱环节及改进措施[J].中国乳业，2024（9）：34–39.
[22] 孔令旋，雷放，邓铭，等.胎次和热应激程度对广州地区奶牛产奶量和乳成分的影响[J].畜牧与兽医，2019，51（1）：1–4.
[23] 廉红霞，周亚丽，高腾云.胎次对荷斯坦牛产奶量及乳脂率的影响[J].畜牧兽医杂志，2013，32（6）：26–28.
[24] 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，2015，173（4）：20–25.
[25] 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（19/20）：10–14.
[26] 金亚东，李艳艳，徐晓锋.胎次和泌乳阶段对奶牛体细胞数和乳损失量的影响[J].乳业科学与技术，2016，39（3）：9–13.
[27] 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.

Analysis and Research on Lactation Performance of Dairy Cows Based on DHI Measurement Results in Fugu

ZHAO Peng，ZHEN Xinyan
Fugu County Animal Epidemic Disease Prevention and Control Center，Fugu Shaanxi 719400

Abstract：[Objective] This study aimed to analyze the effects of parity，season，and lactation stage on milk yield，milk protein percentage，milk fat percentage，urea nitrogen，and somatic cell count by examining the Dairy Herd Improvement（DHI）data of dairy cows in Fugu County in 2023. [Methods] A total of 13，289 DHI records of Holstein lactating cows from five large-scale dairy farms were selected. The data were grouped and analyzed using SPSS 23.0 software to assess the impact of parity，season，and lactation stage on milk yield and milk composition. [Results] Parity，season，and lactation stage significantly affected milk yield and milk composition（$P< 0.05$）. Milk yield and milk fat percentage in winter were significantly higher than in other seasons（$P< 0.05$），while milk protein percentage in autumn was significantly higher than in other seasons（$P< 0.05$）. Urea nitrogen levels in summer were significantly higher than in other seasons （$P< 0.05$），and somatic cell counts in summer and autumn were significantly higher than in other seasons （$P< 0.05$）. Milk yield in the 1–45 d lactation stage was significantly higher than in other stages （$P< 0.05$）. Milk protein percentage and milk fat percentage increased with lactation stage，peaking significantly after 305 d （$P< 0.05$）. Urea nitrogen and somatic cell counts were significantly higher after 305 d compared to other stages （$P< 0.05$）. As parity increased，milk yield first rose and

中国乳业线上阅读

then declined，peaking significantly in the second parity （$P< 0.05$）. Milk protein percentage initially increased and then decreased，with the second parity being significantly higher than others （$P< 0.05$）. Milk fat percentage first decreased and then increased，with the first parity being significantly higher than others （$P< 0.05$）. Urea nitrogen levels were higher in early and late parities but lower in the middle，while somatic cell counts showed an upward trend with increasing parity. [Conclusion] Parity，season，and lactation stage significantly influence the production performance of Holstein lactating cows in Fugu County. Adjustments in dietary nutrition and management practices based on these factors，along with the application of DHI data for targeted measures，can enhance dairy cow productivity and economic efficiency.

Keywords：dairy cow；DHI；parity；season and lactation stage；iactation performance

▲上接58页

biological significance was integrated through metabolic pathways. [Result] The results showed that postpartum fat mobilization was enhanced，with significant increases in 3-hydroxybutyrate and acetone，indicating a risk of ketosis, glucose continued to decline，associated with increased demand for lactose synthesis, acetate and lactate increased，reflecting rumen fiber fermentation recovery and potential subacute acidosis risk，respectively, glycine and citrate initially increased and then decreased，participating in oxidative stress regulation and energy homeostasis transition，respectively. Further analysis revealed that postpartum metabolism in dairy cows exhibited a phased characteristic of fat mobilization-rumen recovery-milk component synthesis. [Conclusion] Based on these findings，it is recommended to implement strategies such as dietary optimization（increasing readily fermentable carbohydrates (35~40%) and balancing fiber），ketosis monitoring（blood ketone testing），and functional additives（e.g.，rumen-protected choline） to alleviate negative energy balance and ensure lactation performance. This study provided a metabolomics basis for precise nutritional interventions in postpartum dairy cows.

Keywords：dairy cow；postpartum metabolism；metabolomics；ketosis；negative energy balance

中国乳业线上阅读