

分类号：
学 号：20182113021

密 级：公开
单位代码：10759

石河子大学

硕 士 学 位 论 文



卧床舒适度对奶牛生产性能及健康状况的 影响研究

| | |
|-------------|---------|
| 学 位 申 请 人 | 吴雨红 |
| 指 导 教 师 | 赛务加甫 教授 |
| | 陶岳 研究员 |
| 申 请 学 位 类 别 | 专业硕士 |
| 专 业 名 称 | 兽 医 |
| 研 究 领 域 | 兽医技术服务 |
| 所 在 学 院 | 动物科技学院 |

中国·新疆·石河子
2020年8月

分类号：
学 号：20182113021

密 级：公开
单位代码：10759

石河子大学

硕 士 学 位 论 文



卧床舒适度对奶牛生产性能及健康状况的影响 研究

| | |
|-------------|---------|
| 学 位 申 请 人 | 吴雨红 |
| 指 导 教 师 | 赛务加甫 教授 |
| | 陶岳 研究员 |
| 申 请 学 位 类 别 | 专业硕士 |
| 专 业 名 称 | 兽医 |
| 研 究 领 域 | 兽医技术服务 |
| 所 在 学 院 | 动物科技学院 |

中国·新疆·石河子

2020年8月

**Study on the effect of bed comfort on the performance and health
status of dairy cows**

A Dissertation Submitted to

Shihezi University

In Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master of Agriculture

By

Wu Yu-hong

(Master of Veterinary)

Dissertation SuPervisor: Prof. Sai Wu-jia-fu

August ,2020

石河子大学学位论文独创性声明及使用授权声明

学位论文独创性声明

本人所呈交的学位论文是在我导师的指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知，除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含其他个人已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中作了明确的说明并表示谢意。

研究生签名： 吴雨红

时间：2020年8月19日

使用授权声明

本人完全了解石河子大学有关保留、使用学位论文的规定，学校有权保留学位论文并向国家主管部门或指定机构送交论文的电子版和纸质版。有权将学位论文在学校图书馆保存并允许被查阅。有权自行或许可他人将学位论文编入有关数据库提供检索服务。有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

研究生签名： 吴雨红

时间：2020年8月19日

导师签名： 吴雨红

时间：2020年8月19日

中文摘要

奶牛舒适度是动物福利在奶牛养殖领域的直接体现，近年来随着社会文明的进步，动物福利的观念更加普及，奶牛舒适度也成为了研究热点。卧床舒适度是奶牛舒适度管理中不可或缺的一部分，卧床作为牛舍环境中与奶牛接触最频繁，最密切的组成部分，对奶牛生产性能的影响不言而喻。基于动物福利的要求，牧场应该为奶牛提供合理、舒适的卧床。卧床的垫料类型和尺寸等因素对泌乳牛的躺卧行为有很大影响，舒适的卧床可以激发奶牛生产潜能，对奶牛的生产性能和健康均有益处。对于奶牛来说，舒适的卧床应该具备如下条件：足够的长度和宽度，柔软舒适干燥的垫料，足够的前冲空间，奶牛起卧时没有障碍等。生产者应该牢固树立“以牛为本”的养殖理念，用心关注并提高奶牛生活环境的舒适性，方可达到提质增效的目的，奶牛行业才能可持续的、健康稳固的发展下去。

[目的]：研究不同卧床舒适度对奶牛的泌乳性能、繁殖性能以及健康状况的影响，揭示舒适度管理对牛场生产的重要性，为改善奶牛福利、提升奶牛生产性能提供依据，为后续的研究奠定基础。

[方法]：本试验选择石河子市周边某规模化奶牛场为试验牧场，选择 150 头泌乳天数相近、健康状况良好的成年中国荷斯坦奶牛分为三组，每组 50 头，分别圈养于 A、B、C 三个卧床舒适度不同的牛舍内，对三个牛舍内的卧床进行不同处理，A 牛舍无卧床作为对照组，B、C 牛舍卧床作为试验组，试验周期为 1 年。（1）使用肉眼观察、工具测量、亲身体验三种方法对三个牛舍卧床进行舒适度等级评定，根据舒适度等级从低到高分 1、2、3 三个等级。（2）记录并整理奶牛在不同卧床舒适度情况下的泌乳性能（日产奶量、乳脂率、乳蛋白率、总固形物、体细胞数（somatic cell count, SCC））数据，利用统计分析软件分析卧床舒适度对奶牛泌乳性能的影响。（3）记录并整理奶牛在不同卧床舒适度情况下的繁殖性能（总受胎率、产犊间隔、配种指数、产后首配天数）数据，利用统计分析软件分析卧床舒适度对奶牛繁殖性能的影响。（4）对三种等级卧床的垫料进行细菌计数，统计奶牛在不同卧床舒适度下的乳房炎、肢蹄病、子宫内膜炎的疾病发病率，分析卧床舒适度对上述三种奶牛疾病发病率的影响。

[结果]：（1）卧床基本情况：A 牛舍没有卧床；B 牛舍为沙子卧床，长度 225cm，宽度 110cm，高度 110cm，C 牛舍是干牛粪卧床，长度 245 cm，宽度 120 cm，高度 120 cm；两种卧床垫料厚度均为 15~20cm，牛床清洁度都较好；C 牛舍卧床表面具有 4°~ 7° 的角度，B 牛舍卧床表面无角度；C 牛舍卧床比 B 牛舍卧床柔软。卧床指标方面：C 牛舍卧床躺卧奶牛数量多于 B 牛舍卧床，差异显著（ $P < 0.05$ ），站立奶牛数量低于 B 牛舍卧床，差异显著（ $P < 0.05$ ）；C 牛舍卧床奶牛舒适度指标 CCI（92.55%，81.40%）

和卧床使用指标 SUI(88.67%, 74.47%)均高于 B 牛舍卧床, 卧床站立指标 SSI(7.45%, 18.60%) 低于 B 牛舍卧床。飞节损伤和牛体清洁度评分方面, C 牛舍卧床飞节损伤 0 分和清洁度 1 分奶牛所占比例高于 A、B 牛舍卧床, 差异显著 ($P < 0.05$), 整体均表现为 C 牛舍卧床 > B 牛舍卧床 > A 牛舍卧床。卧床舒适度等级结果: C 牛舍为 3 级卧床, B 牛舍为 2 级卧床, A 牛舍为 1 级卧床。(2) 泌乳性能方面: 2、3 级卧床奶牛的日产奶量明显高于 1 级卧床, 差异显著 ($P < 0.05$), 而 2 级和 3 级卧床间无明显差异 ($P > 0.05$); 1、3 级卧床的 SCC 高于 2 级卧床, 差异显著 ($P < 0.05$), 而 1 级和 3 级卧床间无显著差异 ($P > 0.05$); 卧床等级对乳脂率、乳蛋白率、总固形物无明显影响 ($P > 0.05$)。(3) 2、3 级卧床的总受胎率高于 1 级卧床, 差异显著 ($P < 0.05$), 而 2 级与 3 级卧床间差异不显著 ($P > 0.05$); 1 级卧床的产后首配天数高于 2、3 级卧床, 差异显著 ($P < 0.05$), 而 2 级与 3 级卧床间差异不显著 ($P > 0.05$); 卧床等级对配种指数和产犊间隔无明显影响 ($P > 0.05$)。(4) 不同等级卧床的细菌数量存在显著差异 ($P < 0.05$), 整体表现为 1 级 > 3 级 > 2 级; 卧床等级对乳房炎、子宫内膜炎有影响, 差异显著 ($P < 0.05$), 表现为 1 级 > 3 级 > 2 级; 卧床等级对肢蹄病的影响呈现出, 1 级卧床肢蹄病发病率高于 2、3 级卧床, 且差异显著 ($P < 0.05$), 2、3 级卧床间差异不显著 ($P > 0.05$)。

[结论]: (1) A 牛舍卧床舒适度等级为 1 级; B 牛舍卧床舒适度等级为 2 级; C 牛舍卧床舒适度等级为 3 级。(2) 卧床舒适度等级与奶牛产奶量呈显著正相关, 与牛奶中 SCC 呈负相关。(3) 卧床舒适度等级与总受胎率呈显著正相关, 与产后首配天数呈显著负相关, 对配种指数及产犊间隔无明显影响。(4) 卧床舒适度等级对乳房炎、子宫内膜炎以及肢蹄病均有显著影响。卧床舒适度不同所含的细菌数量有所不同, 细菌数量越多的卧床乳房炎、子宫内膜炎以及肢蹄病的发病率越高。

关键词: 卧床舒适度; 动物福利; 泌乳性能; 繁殖性能

Abstract

Cow comfort is a direct manifestation of animal welfare in the field of dairy farming, in recent years, with the progress of social civilization, the concept of animal welfare has become more popular, and cow comfort has also become a research hotspot. Bed comfort is an indispensable part of cow comfort management. As the most frequent and intimate component of cows in the environment of cowsheds, bed rest has a self-evident effect on the performance of cows. Based on animal welfare requirements, pastures should provide cows with reasonable and comfortable beds. Factors such as the type and size of the bedding on the bed have a great influence on the lying behavior of the lactating cow. A comfortable bed can stimulate the production potential of the cow and have benefits for the performance and health of the cow. For cows, a comfortable bed should have the following conditions: sufficient length and width, soft and comfortable dry bedding, enough forward space, and no obstacles when the cows get up. Producers should firmly establish the "breed-based" breeding concept, and pay attention to and improve the comfort of the dairy cow's living environment to achieve the purpose of improving quality and efficiency, so that the dairy industry can continue to develop in a sustainable, healthy and stable manner.

Objective: To study the impact of different bed comfort levels on milking performance, reproductive performance and health status of dairy cows, to reveal the importance of comfort management on dairy farm production, to provide a basis for improving dairy cow welfare and improving dairy cow production performance, and to provide follow-up research lays the foundation.

Method: In this experiment, a large-scale dairy farm around Shihezi city was selected as the experimental pasture. 150 adult Chinese Holstein cows with similar lactating days and good health were selected and divided into three groups of 50 cows in each group. In three cow houses with different bed comfort levels B and C, the beds in the three cow houses were treated differently. A cow house without a bed was used as a control group, and a cow bed B and C were used as a test group. The test period was 1 year . (1) Three methods of visual observation, tool measurement, and personal experience are used to evaluate the comfort level of three cowshed beds, and they are divided into three levels of 1, 2, and 3 according to the comfort level from low to high. (2) Record and collate the milking performance (daily milk production, milk fat rate, milk protein rate, total solids, somatic cell count (SCC)) data of cows under different bed comfort conditions, using statistical analysis software Analyze the effect of bed comfort on milk performance of dairy cows. (3) Record and collate data on the

reproductive performance of cows under different bed comfort conditions (total conception rate, calving interval, breeding index, first postpartum days), and use statistical analysis software to analyze the impact of bed comfort on cow reproductive performance . (4) Count the bacteria of the three levels of bed litter, count the incidence of mastitis, limb foot disease, and endometritis of cows under different bed comfort levels, and analyze the bed comfort level for the above three cow diseases The impact of morbidity.

result: (1) The basic situation of the bed: A cowshed has no bed; B cowshed is a sand bed, length 225cm, width 110cm, height 110cm, C cowshed is a dry cow dung bed, length 245cm, width 120cm, height 120cm; The thickness of the two bed mattresses is 15-20cm, and the cleanliness of the cow bed is good; the surface of the bed of the C cowshed has an angle of 4° to 7°, and the surface of the bed of the B cowshed has no angle; the bed of the C cowshed is better than the B cow The bed is soft. In terms of bed indexes: the number of cows lying in the C cow house is more than that in the B cow house, the difference is significant ($P<0.05$), the number of standing cows is lower than that of the B cow house, the difference is significant ($P<0.05$); the cows in the C cow house are lying on the bed The comfort index CCI (92.55%, 81.45%) and bed use index SUI (88.67%, 74.47%) were higher than the B cow house bed, and the bed standing index SSI (7.45%, 18.60%) was lower than the B cow house bed. In terms of hock joint damage and cattle body cleanliness scores, the proportion of cows with a hock joint injury of 0 points and cleanliness 1 score of cows is higher than that of A and B cow houses. The difference is significant ($P<0.05$), and the overall performance is C Cowshed bed>B cowshed bed>A cowshed bed. Results of bed comfort level: C cowshed is a level 3 bed, B cow is a level 2 bed, and A cow is a level 1 bed. (2) Lactation performance: The daily milk production of level 2 and 3 bed cows is significantly higher than that of level 1 bed, the difference is significant ($P<0.05$), and there is no significant difference between level 2 and 3 bed ($P>0.05$); The SCC of level 1, 3 bed is higher than that of level 2 bed, the difference is significant ($P<0.05$), but there is no significant difference between level 1 and 3 bed ($P>0.05$); bed grade has a relationship with milk fat rate, milk protein rate, total solids No obvious effect ($P>0.05$). (3) The total conception rate of level 2 and 3 bed is higher than that of level 1 bed, the difference is significant ($P<0.05$), and the difference between level 2 and 3 bed is not significant ($P>0.05$); the first postpartum allocation of level 1 bed the number of days is higher than that of level 2 and 3 bed, and the difference is significant ($P<0.05$), but the difference between level 2 and 3 bed is not significant ($P>0.05$); bed grade has no significant effect on the breeding index and calving interval ($P>0.05$) . (4) There are significant differences in the number of bacteria in different grades of bed rest ($P<0.05$), the overall performance is grade 1> grade 3> grade 2; bed grade has an effect on mastitis and

endometritis, the difference is significant ($P<0.05$), manifested as grade 1 > grade 3 > grade 2; the effect of bed grade on limb foot disease showed that the incidence of grade 1 bed limb foot disease was higher than that of grade 2, 3 bed, and the difference was significant ($P<0.05$), there was no significant difference between the grade 2 and 3 bed ($P>0.05$).

conclusion: (1) A cowshed bed comfort level is 1; B cowshed bed comfort level is 2; C cowshed bed comfort level is 3. (2) The bed comfort level is significantly positively correlated with milk production of cows and negatively correlated with SCC in milk. (3) The bed comfort level was significantly positively correlated with the total conception rate, and was significantly negatively correlated with the first postpartum days, and had no significant effect on the breeding index and calving interval. (4) The bed comfort level has a significant impact on mastitis, endometritis, and limb and foot disease. The number of bacteria in different bed comfort levels is different. The higher the number of bacteria, the higher the incidence of bed mastitis, endometritis, and limb foot disease.

Keywords: Bed comfort; Animal welfare; Production performance; Reproductive performance

目录

| | |
|---------------------------|-----|
| 中文摘要..... | I |
| Abstract..... | III |
| 目录..... | VI |
| 第一章 绪论..... | 1 |
| 1 中国奶牛业发展情况..... | 1 |
| 1.1 中国奶牛业的发展现状..... | 1 |
| 1.2 中国奶牛业存在的问题..... | 2 |
| 2 动物福利..... | 3 |
| 2.1 动物福利的概念..... | 3 |
| 2.2 动物福利的基本准则..... | 4 |
| 2.3 国际动物福利发展现状..... | 4 |
| 2.4 国内动物福利发展现状及存在的问题..... | 5 |
| 3 卧床舒适度对奶牛生产性能的影响..... | 6 |
| 4 卧床舒适度对奶牛健康的影响..... | 7 |
| 5 研究目的与意义..... | 7 |
| 第二章 试验部分..... | 9 |
| 试验一 卧床舒适度的评价..... | 9 |
| 1 材料..... | 10 |
| 1.1 主要仪器与设备..... | 10 |
| 1.2 试验牛场情况..... | 10 |
| 1.3 试验动物及管理..... | 10 |
| 1.4 干牛粪垫料的制作..... | 10 |
| 2 方法..... | 11 |
| 2.1 试验设计..... | 11 |
| 2.2 检测指标及方法..... | 11 |
| 2.3 数据处理与分析..... | 13 |
| 3 结果与分析..... | 13 |
| 3.1 卧床基本情况..... | 13 |
| 3.2 卧床指标的计算..... | 14 |
| 3.3 牛体清洁度和飞节损伤评分结果..... | 15 |
| 4 讨论..... | 16 |
| 5 小结..... | 17 |

| | |
|---------------------------------|----|
| 试验二 卧床舒适度对奶牛泌乳性能的影响..... | 18 |
| 1 材料..... | 18 |
| 1.1 主要仪器..... | 18 |
| 1.2 试验牛场情况..... | 18 |
| 1.3 试验动物及管理..... | 19 |
| 2 方法..... | 19 |
| 2.1 试验设计..... | 19 |
| 2.2 试验指标及测定方法..... | 19 |
| 2.3 数据处理与分析..... | 19 |
| 3 结果与分析..... | 20 |
| 3.1 固定效应对奶牛泌乳性能的影响分析..... | 20 |
| 3.2 卧床等级对奶牛日产奶量和牛奶成分的影响..... | 21 |
| 3.3 胎次与卧床等级的互作效应对日产奶量的影响..... | 22 |
| 3.4 胎次与卧床等级的互作效应对牛奶成分的影响..... | 23 |
| 4 讨论..... | 24 |
| 4.1 卧床等级对奶牛日产奶量的影响..... | 24 |
| 4.2 卧床等级对牛奶成分的影响..... | 25 |
| 5 小结..... | 26 |
| 试验三 卧床舒适度对奶牛繁殖性能的影响..... | 27 |
| 1 材料..... | 27 |
| 1.1 试验牛场情况..... | 27 |
| 1.2 试验动物及管理..... | 28 |
| 2 方法..... | 28 |
| 2.1 试验设计..... | 28 |
| 2.2 试验指标及测定方法..... | 28 |
| 2.3 数据处理与分析..... | 28 |
| 3 结果与分析..... | 29 |
| 3.1 固定效应对奶牛繁殖性能的影响分析..... | 29 |
| 3.2 卧床等级对奶牛繁殖性能的影响..... | 30 |
| 3.3 季节与卧床等级的互作效应对奶牛繁殖性能的影响..... | 30 |
| 4 讨论..... | 31 |
| 5 小结..... | 32 |
| 试验四 卧床舒适度对奶牛健康状况的影响..... | 33 |
| 1 材料..... | 33 |
| 1.1 试验牛场情况..... | 33 |

| | |
|---------------------------------|----|
| 1.2 试验动物及管理..... | 33 |
| 2 方法..... | 34 |
| 2.1 试验设计..... | 34 |
| 2.2 试验指标及测定方法..... | 34 |
| 2.3 数据处理与分析..... | 34 |
| 3 结果与分析..... | 35 |
| 3.1 固定效应对奶牛健康状况的影响分析..... | 35 |
| 3.2 不同等级卧床的细菌数以及疾病的发病率情况..... | 35 |
| 3.3 胎次与卧床等级的交互效应对奶牛健康状况的影响..... | 36 |
| 4 讨论..... | 37 |
| 5 小结..... | 38 |
| 第三章 全文总结..... | 39 |
| 参考文献..... | 40 |
| 致谢..... | 45 |
| 作者简介..... | 46 |

第一章 绪论

1 中国奶牛业发展情况

奶业发展从整体上看主要分为三个环节，生产原料奶、加工成为乳制品、成品进入市场。奶牛业属于奶业系统的一部分,主要包括奶牛繁育、奶牛饲养、疫病的防治和原奶生产^[1]。21 世纪初，我国奶业的迅猛发展为国民经济增加了动力，也因此得到了国家和社会各界的广泛关注。但与此同时，奶牛业的发展情况却不容乐观，奶业发展的源头就是奶牛的饲养，而我国奶牛业的发展并没有得到相关部门足够的重视，奶牛业的发展阻滞自然会减缓奶业迅速发展的势头。饲养奶牛是许多现代国家农业的核心行业^[2]。奶牛能够把饲草转化为牛奶和牛肉，这恰好又为下游的乳品和肉类加工产业链提供了原料，多样化的产品进入市场不仅带来了经济效益，而且满足了人们的生活需求。所以在很多西方的发达国家,其奶业的生产总值通常能达到畜牧行业总产值的三分之一左右,由此可见奶牛业发展的潜力巨大。

1.1 中国奶牛业的发展现状

与西方发达国家相比，我国奶牛业发展起步较晚，基础薄弱。鉴于中国早期的国情，国家对于粮食安全的长远考虑，一直以来实行的是“以粮为纲”的政策，在加上汉族人民与少数民族生活习惯的不同^[2]，对于牛奶依赖度很低，所以国家对于奶牛业发展并不重视。多数研究认为我国奶业发展整体可分为三个阶段^[3-4]：20 世纪 90 年代末之前的稳定增长时期是第一阶段，1978 年改革开放牛奶产量为 88.3 万 t，21 世纪初这一数据增加到 827.43 万 t，年平均增长率 10.70%；2000 年到 2008 年的快速增长时期是第二阶段，此时是我国奶业发展的关键时期，牛奶产量从 2000 年的 827.43 万 t 增加到 2008 年的 3 555.82 万 t，年平均增长率 19.99%；从 2008 年至今的转型升级时期是第三阶段，2008 年国内爆发了“三聚氰胺”事件，导致消费者对国产乳制品信心大减，奶农收益大幅减少，牛奶产量开始停滞不前。如今，我国许多农畜产品的生产总量在世界处于领先，人均占有量达到了世界平均水平，只有奶类还呈现净进口的状态^[5]。从 1949 年到现在，经过多年的发展，我国乳制品行业也由一个“弱势产业”成长为“朝阳产业”，乳制品产量增长迅猛，现已成为世界第三乳制品大国^[6-7]。

现阶段中国奶业发展主要有如下特征：一是国内牛奶产量增长乏力，奶产品进口量持续增长。2000 年-2007 年，中国牛奶产量从 827.4 万 t 增至 3525.2 万 t，整体涨幅明显，2008 年“三聚氰胺”事件后增长趋势戛然而止，之后中国牛奶产量呈在波动中缓慢上升的趋势，且 2016 年后有轻微下滑。有证据表明，2018 年中国牛奶总量达到 2 975

万 t，同比下降 2.1%，2019 年则稳定在 2 960 万 t，由此可见我国牛奶产量虽基本保持稳定，但增长乏力^[8]。进口方面，2000-2008 年间，中国乳制品的进口贸易量增速缓慢，但“三聚氰胺”事件后上升趋势明显，呈高速增长状态，并持续至今。海关数据表明，2008—2017 年，中国乳制品进口贸易量从 38.7 万 t 增长到 247.1 万 t，年平均增长率达 22.9%。近几年尤其是婴幼儿配方奶粉进口量增速最快，2017 年已经达到 29.6 万 t，同比增长 33.8%。出口方面，在 2000-2006 年间呈现稳定上升趋势，2007 年达到顶峰约为 13.46 万吨，随后同样因“三聚氰胺”事件的影响剧烈下滑，于 2009 年骤降至历史最低点的 3.68 万吨。总体来看，我国奶产品进出口贸易逆差持续增大，越来越依赖进口，国内牛奶产量持续低迷。二是规模化养殖逐渐成为主流模式，单产水平逐年增高。2008 年以来，奶牛养殖业表现出小规模、散户养殖迅速退出市场、大规模养殖的存栏数不断增加的趋势。2013 年全国奶牛存栏数 1493.9 万头，奶类产量 4100 万吨，相较于 2008 年奶牛存栏数增长了 21%，奶产量增长 6.5%。2013 年中国奶牛存栏占世界总量的 8%，奶类产量占世界总量的 5.4%^[9]。截至 2017 年，全国奶牛规模养殖占比达到 56%，比 2008 年增长了 36.5%。规模化养殖必然会带动奶牛个体生产水平的提高，2017 年，我国泌乳牛平均单产达到 7 t，比 2008 年提高了 45.83%。各种数据表明规模化养殖是今后奶牛养殖的必然趋势，国家也在积极出台政策、发放资金帮助我国奶牛业向现代化规模化转型。加快推进奶牛养殖规模化，对提高生产效率和饲养管理水平，提升乳制品质量，改善生态环境都有好处^[9]。因此，我国应该充分发挥区域优势，根据不同地区的土地、资源、饲料等实际情况，重点发展适度规模化养殖。三是种养加一体化是新的发展趋势。奶牛养殖发展涉及因素有很多，例如优质的配套饲草资源，适宜的地理位置，原奶的销售，良好的市场等，养殖业的健康发展每一环都很重要。研究发现目前我国奶业存在生产区域过于集中的现象，主要是由于生产资料在地域空间上的分布不均所导致。奶产量高的地区往往有优质的生产资源，而有的地区很适合奶牛养殖，但可能会因为周边没有配套的生产资源而阻碍其发展；另一种情况就是产销矛盾日益加深，养殖户只管生产牛奶，乳企只负责乳制品加工，生产和加工销售环节严重脱节导致市场需求得不到满足。此时要大力鼓励种植饲草，实现草畜配套，养殖企业需要注重品种选育，使牧场高产牛数量持续增加，推动发展现代化、优质化的奶牛养殖模式。乳企应响应国家政策，延伸产业链，推行种养加相结合的全产业链发展模式。

1.2 中国奶牛业存在的问题

虽然中国牛奶产量已经跃居全球第三位，但与其他奶业发达国家相比，在养殖现代化程度、奶牛个体生产水平、生产成本等方面存在较大差距，中国奶制品仍缺乏国际竞争力^[10]。目前中国奶业主要存在奶畜单产低、乳制品品种单一、人均消费量少、国际竞争力低、产业链利益联结机制不完善等问题。同奶业发达国家相比，2002 年我国奶牛存

栏量是美国的 75%，日本的 6.1 倍，但原奶产量占比不到美国的 17%，是日本的 1.55 倍，可以看出在奶牛单产方面，我国与世界奶牛业发达国家的水平还相距甚远^[11]。中国市场开放程度较高，成本和价格则成为影响产业竞争力的核心因素^[12]。2009—2014 年，我国生鲜乳收购价格持续增长，在 2011 年甚至比一些奶业发达国家和乳制品出口国家还高，导致国内乳制品进口量不断增加，加上消费者对国产乳品缺乏信心，我国奶业发展压力很大。研究表明，我国奶业产业链利益联结机制存在漏洞，即养殖环节承担风险过高，奶农利益无法得到有效保护。养殖环节是奶业产业链最薄弱的一环，主要表现为市场波动产生的风险和损失仅由养殖环节承担^[13]。

不难发现，中国具备奶业加速发展的基础条件，包括辽阔的土地和丰富饲料资源、充足的劳动力、巨大的国内市场需求等，如果这些资源能够被充分挖掘和利用起来，中国奶业的前途便是一片光明。

2 动物福利

2.1 动物福利的概念

从世界范围来看，动物福利并不是一个新兴的概念，早在 1976 年由著名的美国学者休斯首次正式提出。它是一种强调保证动物康乐的思想。世界动物卫生组织（OIE）在 2011 年出版的《陆生动物卫生法典》中指出，动物福利(Animal Welfare)是指动物能满足基本的天然需求以及能与周围环境和谐相处的状态。动物福利的基本原则是动物需求能够得到满足，而动物的需求主要分为：生存的需求、保持健康的需求及保证自由舒适的需求。实际生产中，人们通常只关注生命和健康的需求，忽略了动物对舒适生活的需求。甚至在建造养殖场时也是以人为中心，忽略了动物生存环境的舒适性，这样本末倒置的做法屡见不鲜。动物作为地球上的生物，也有生理和心理需要，如果这些需要遭到人类强行的改变或限制，会造成动物行为和生理的异样，甚至会影响动物的健康^[14]。

Brambell 认为：动物具有感知疼痛、压力、愤怒、恐惧、沮丧和快乐的能力^[15]。Baxter 的观点认为动物福利是由动物的主观感受所决定的^[16]。Broom 等人的研究指出动物福利就是动物适应其周围的环境后所保持的状态^[17]，这里所说的状态包括动物的感觉、自身健康、生理功能的状况以及动物是否受到威胁等。Fraser 提出，使极端的福利和牛场的生产利益达到平衡就是动物福利的目的^[18]。Brantas 也曾指出：“福利”只是相对的，因为利益与福利两者是不可分割的，想要清楚界定福利与利益之间的关系则还需要更进一步的研究^[19]。不难发现关于动物福利的定义有很多，但其核心内容都是动物与其所处环境的和谐一致，并保持健康。

研究证明，如果动物身心健康、生存环境舒适安全、不必遭受痛苦、恐惧和压力、营养充足并且天性能被自由表达，则说明达到了动物福利的要求。动物福利主要反映的

是动物的生存状况，它强调的是人与动物同样作为生态系统中的两个物种，动物也应该得到其应有的权益，得到人类的尊重。在世界发展的越来越快的今天，我们不能忘记人与自然的关系是永恒的主题，自然界中动物的生存状况理应得到人类世界更多的关注。

2.2 动物福利的基本准则

动物福利包括生理和精神两方面^[20]，其主要内容涉及五个方面：生理，环境，卫生，行为，心理。现在国际上公认的动物福利的标准，是由 OIE 提出的以下五大准则：①动物有免受饥渴的权力，给予动物基本生存所需的充足的食物和饮水；②动物有享受舒适生活的权力，为动物提供安全、卫生、舒适的休息场所，保证动物良好的睡眠和休息；③使动物享有良好的医疗条件，保证动物不会遭受不必要的疼痛，做好疾病的预防；④使动物免受痛苦、伤害和疾病，避免动物遭受精神上的痛苦和折磨，使动物免受恐吓，生产过程中禁止粗暴对待动物；⑤能够让动物自由表达天性，为动物提供足够的空间、适宜的环境，保证动物能与同类伙伴的正常生活和社交^[21]。

2.3 国际动物福利发展现状

在西方发达国家动物福利的观念已被民众普遍接受，从经济、文化、道德、宗教等许多层面都有所体现^[22]。近期国外相关的市场调查结果表明，普通消费者并不介意为农场进行动物福利改善所增加的成本买单，他们认为提升农场动物的福利能够为市场带来品质更高，更健康的肉类食品^[23]。

按标准动物可以分为农场动物、实验动物、伴侣动物、工作动物、娱乐动物和野生动物六类。农场动物是最先具有动物福利的动物，OIE 对农场动物的福利定义为：供人类使用和作为食物是农场动物的主要作用，在它们成为食品之前的饲养、运输和屠宰的过程中，其福利都至关重要。随着动物福利知识的传播与普及，其覆盖范围也日渐宽泛。动物福利起源于 18 世纪初，欧洲一些学者提出：人类应该去了解动物，学会与动物沟通，动物也具有情感，能感受痛苦，只是它们无法用语言表达自身的感受。英国是最早进行实践的国家，1822 年，禁止虐待动物的《马丁法令》在英国颁布，这是世界范围内第一部动物保护法令，首次用法律条文的形式明确了动物的利益，对今后动物福利的发展有深远影响^[24]。从那以后，英国又陆续出台十几部动物福利相关法律，对动物福利立法不断的发展完善，其保护范围已经基本涵盖了所有动物，内容也是最为具体详细，成为了世界上动物福利法律体系独立且最完备的国家。受到英国影响，欧洲各国的动物福利立法也开始陆续发展起来，欧盟成员国基本都制定了专门保护动物福利的法律法规，欧盟也颁布实施了一系列动物福利保护法规，要求成员国签署并共同遵守。相比之下，美国起步较晚，起初动物保护范围并不全面，仅局限于农场动物，随着国内动物保护组织的推动和美国民众动物福利意识的提升，美国动物福利立法得到快速发展。

国际组织也是推动动物福利发展的重要力量，例如活跃在全球 50 多个国家的世界动物保护协会(WSPA)，其主要任务是开展动物福利的教育培训、制定动物福利评价标准和宣传倡导可持续发展理念，与合作伙伴一起改善动物的处境。世界动物保护协会(WSPA)、世界动物卫生组织(OIE)、世界兽医协会(WVA)等国际组织正与主要国家的兽医协会开展积极合作，呼吁各国政府尤其是发展中国家积极推行动物福利相关措施，制定动物福利相关的法律，增强人们关于动物福利的意识。

总体来说，国外动物福利发展具有法律体系相对完善，法律威慑力以及可操作性较强的特点。国外动物福利的研究和立法紧密相连，能够互相促进，通过对现实问题的研究，将结论应用到生产和立法实践中，以此来推动动物福利研究，为动物福利发展形成良好环境^[20]。

2.4 国内动物福利发展现状及存在的问题

作为发展中国家，动物福利进入国内的时间较短，只有几十年。在传统观念中多数人认为，动物是人类的附属品，是服务于人类的，虽然它们具有生命，但只是被人类利用的一个“物”^[25]。也正是受到传统文化、风俗习惯的影响，导致我国民众普遍缺乏动物保护意识，所以在我们日常生活中经常发生人类虐待和残害动物的事件。例如残忍捕杀流浪狗，活剥动物皮毛，硫酸泼熊等。此外，一些商贩为了追求利益最大化，完全忽视了动物的福利，对动物施加一些残忍的行为，这些动物从饲养、运输到宰杀，痛苦贯穿着它们的一生。例如近几年的活牛注水，玉林狗肉节等。正是由于这些事件，让民众意识到动物所处的困境，让大家开始关注动物福利。

1989 年，我国出台了《中华人民共和国野生动物保护法》，这是我国第一部正式的以法律形式颁布的专门针对动物保护的^[25]，但其保护对象仅为一些濒危物种，除此之外的其他动物的安全和福利变的岌岌可危。关于动物福利法，我国存在诸多问题，第一是我国动物保护法的缺失。我国现阶段的法律体系中基本没有实质性的关于动物福利的法规，仅有几部单行法和一些条例，例如《野生动物保护法》、《动物检疫法》，以及《陆生野生动物保护实施条例》、《实验动物管理条例》等。由于这些法律中真正涉及到动物保护的内容不多，所以并不能达到保护动物福利的目的^[26]。我国至今没有一部专业的、系统的、独立的动物保护性法律，所以民众并不知道如何去保护动物。第二是受到保护的动物种类太少以及相关法律执行力度不高。除了珍稀野生动物外，目前我国没有纳入法律保护范围动物还有很多，例如工作动物、经济动物、实验动物、娱乐动物等。以《野生动物保护法》为例，该法存在原则性条款居多，可执行性不强的弊端。第三点是犯罪成本过低。根据我国现行法律的规定，只有非法捕杀国家重点保护动物，才会追究刑事责任。对于日常生活发生的虐待、残害普通动物的行为，当事人并不会受到过多处罚。由此可看出，我国动物福利相关法律体系尚不健全，国民整体对于动物的保

护意识比较薄弱，今后还有很长的路要走。

一般认为，动物福利是社会发展到一定阶段自然产生的伦理问题。目前看来，作为发展中国家，我国社会发展还没有到那个阶段。但值得注意的是，动物福利并不仅仅是伦理问题，它对食品安全有很大影响^[27]。可以看出动物福利的发展与人类息息相关，为动物谋福利也是在为我们自己谋福利。与西方欧美国家相比，我国在动物福利领域还存在许多短板，例如相关领域的科学研究滞后、没有统一的动物福利评价标准、动物福利法律体系不完善、国民缺乏动物福利意识等等，如不采取有效措施，动物福利问题将会限制我国畜牧业可持续发展和对外畜产品贸易的发展^[28]。

3 卧床舒适度对奶牛生产性能的影响

奶牛舒适度是动物福利的一个分支，指的是牧场遵从动物福利的基本原则，通过饲养管理水平的提高和基础硬件设施的改善让奶牛能够更加舒适的生活，进而最大限度的发挥其生产性能^[29]。奶牛舒适度作为一个概括性的概念，又可分为卧床舒适度、饮水舒适度、挤奶舒适度等，影响奶牛舒适度的主要是环境、饲养管理和营养等多种因素。奶牛生活的主要场所在牛舍之中，而卧床是奶牛主要的休息之地，卧床舒适度就显得极为重要，也成为近几年的研究热点。

进入成年期后的奶牛生产任务也会相应增加，例如配种、产奶、产犊等，这种情况下提高奶牛的舒适度显得刻不容缓，这不仅能够发挥奶牛生产潜能、延长动物的使用年限，同时还能提高牧场的经济效益^[30]。有研究表明，营养水平和遗传品质相差不大的两个牛群之间，由卧床舒适度的不同引起的奶牛年平均产奶量的差异可达上千公斤^[31]。一般情况下奶牛每天躺卧休息的时间应该达到 12~14h，因为躺卧行为可以增加奶牛乳房的血流量 24~28%^[32, 33]，若躺卧时间没有得到满足，奶牛生理机能会产生变化，最终对其健康状况和生产性能产生影响。有研究表明：躺卧休息的时间对奶牛促肾上腺皮质激素^[34]、生长激素^[35]的浓度产生影响，这也许意味着奶牛的躺卧时间减少是福利变差的信号，可能会对奶牛产生巨大的应激。有研究证明，奶牛的休息时间与产奶量可能存在着线性关系，奶牛躺卧时间每延长 1h，产奶量可增加 0.9~1.6kg^[36]。

由此可见，为奶牛营造良好环境，最大程度的减少外界对奶牛的刺激，避免奶牛应激，杜绝安全隐患等对牛场生产的重要性，是奶牛场管理经营者应该引起重视的问题。对牛场来说，有一套完善的牛群饲养管理方法，能够保证奶牛舒适度，促进奶牛生产潜能的发挥，提升生产效益，将牛场利益最大化，这才是牛场的发展之道。大量研究已经证明，卧床舒适度对奶牛生产性能有直接影响，我们能做的便是尽可能给奶牛提供舒适的牛床，尽可能的增加奶牛躺卧休息的时间，尽力减少外界环境对奶牛的刺激，在造成尽可能少的伤害的情况下，使奶牛的生产性能，生产寿命都有所增加^[37]。

4 卧床舒适度对奶牛健康的影响

随着奶牛养殖模式的变化，全球奶业竞争力的日趋激烈，如何提高奶牛单产日渐成为养殖户们关注的问题。经过近几十年的飞速发展，奶牛产奶量虽然已经有了质的飞跃，但发展过程中暴露出的关于奶牛健康和舒适度问题却始终被人们忽视。卧床舒适度问题对奶牛的影响通常表现为肢蹄病、乳房炎等疾病，这些疾病对奶牛的健康状况和生产性能有很大影响^[38]。

奶牛的乳房炎是指奶牛乳腺因受到理化因素刺激或微生物感染所发生的以红肿热痛为特征的炎性变化。乳房炎是一种严重影响奶牛健康的疾病，控制和治疗该病会花费巨大财力^[39]，还会造成牛场大量的奶损失。引起奶牛乳房炎的致病菌主要有埃希氏大肠杆菌、克雷伯氏杆菌、链球菌、葡萄球菌等。这些病菌能够从乳头进入乳房，在奶牛体内大量繁殖，并且释放毒素，对乳腺上皮细胞进行破坏，最终阻碍牛乳的合成，使奶牛产奶量降低。细菌通过生殖道进入子宫内可导致奶牛患子宫内膜炎，该病导致奶牛繁殖力显著降低^[40]。该病可降低奶牛 33.50%(产后 120 d 时)和 19.37%(产后 180 d 时)的受胎率^[41]。研究证明，一例子宫内膜炎奶牛会造成的经济损失可达 2333 美元，同时会使得奶牛的产犊间隔和淘汰率增加。有报道称，在德国如果奶牛患上子宫内膜炎病，它被淘汰的几率会增加 1.5 倍^[42]。子宫内膜炎感染初期还会导致奶牛产奶量降低^[43]。跛行是奶牛表现痛苦和福利条件不良的信号^[44]，属于奶牛常见疾病的一种，但难以处理^[45]。该病对奶牛的生长、繁殖^[46]，以及泌乳性能和健康状况产生不良影响。本病的发生会使牛场增加量成本，例如病牛淘汰，疾病治疗，牛奶损失等^[47]。Fauli 等研究认为，设计不合理的牛床和缺少垫料的牛床，会增加奶牛发生肢蹄病的可能性^[48]。

上述疾病均与卧床的舒适程度有关系，不良的卧床环境就会导致奶牛感染疾病，进而影响奶牛的产奶量，甚至会影响牛场经济效益。由此可见卧床舒适度对奶牛健康状况的重要性。牧场管理者应该为奶牛提供舒适的躺卧区域，尽可能保证奶牛免遭外来损伤和感染疾病，真正将奶牛福利工作落到实处。

5 研究目的与意义

本研究选择 150 头健康、泌乳天数相近的中国荷斯坦奶牛为试验对象，将其分为三组（每组 50 头）分别圈养于卧床舒适度不同的三栋牛舍内，收集奶牛在不同卧床舒适度情况下的泌乳性能（日产奶量、乳脂率、乳蛋白率、总固形物、SCC），繁殖性能（总受胎率、产后首配天数、配种指数、产犊间隔）数据以及乳房炎、肢蹄病、子宫内膜炎的疾病发病率，分析卧床舒适度对奶牛生产性能（泌乳、繁殖性能）以及健康状况的影响。希望通过本试验，揭示卧床舒适度与奶牛的生产性能和健康状况的联系，突显牛场

舒适度管理的重要性，让生产者更加关注奶牛舒适度；为改善奶牛福利、提升奶牛生产性能提供依据；为后续的研究奠定一定基础。

第二章 试验部分

试验一 卧床舒适度的评价

[摘要] **目的:** 以卧床舒适度为评价标准,对 A、B、C 三栋牛舍内不同处理的卧床进行评价,区分出舒适度等级。**方法:** (1) 通过肉眼观察或借助工具测量获得卧床尺寸、垫料类型、清洁度、垫料厚度、卧面角度数据,使用亲身体验方法(膝盖,躺卧测试)测定卧床硬度;(2) 定时观测奶牛躺卧行为并采集数据,计算卧床指标(奶牛舒适度指标,卧床站立指标,卧床使用率指标)。(3) 对试验奶牛进行牛体清洁度和飞节损伤评分。**结果:** (1) A 牛舍没有卧床; B 牛舍为沙子卧床,长度 225cm,宽度 110cm,高度 110cm, C 牛舍是干牛粪卧床,长度 245 cm,宽度 120 cm,高度 120 cm; 两种卧床垫料厚度均为 15~20cm,牛床清洁度都较好; C 牛舍卧床表面设置了 $4^{\circ} \sim 7^{\circ}$ 的角度, B 牛舍卧床表面无角度; C 牛舍卧床比 B 牛舍卧床柔软。(2) 在卧床指标方面, A 牛舍没有卧床作为对照组, C 牛舍卧床躺卧奶牛数量显著多于 B 牛舍卧床 ($P < 0.05$), 站立奶牛数量显著低于 B 牛舍卧床 ($P < 0.05$), 奶牛舒适度指标 CCI (92.55%, 81.40%) 和卧床使用指标 SUI (88.67%, 74.47%) 均高于 B 牛舍卧床,卧床站立指标 SSI (7.45%, 18.60%) 低于 B 牛舍卧床。(3) 飞节损伤和牛体清洁度评分方面, C 牛舍卧床飞节损伤 0 分和清洁度 1 分奶牛所占比例显著高于 A、B 牛舍卧床 ($P < 0.05$), 整体均表现为 C 牛舍卧床 > B 牛舍卧床 > A 牛舍卧床。**结论:** A 牛舍卧床舒适度等级为 1 级, B 牛舍卧床舒适度等级为 2 级, C 牛舍卧床舒适度等级为 3 级。

[关键词]: 舒适度等级; 卧床指标; 膝盖测试; 躺卧测试

奶牛舒适度的关注度虽然在上升,但它仍然是一个充满未知的概念,奶牛是否感到舒适,依靠肉眼观察不能轻易得出结论,需要以多种方法和手段相结合方式进行评估。有学者在进行了大量调查和试验研究的基础上,总结发明了系统的评估方法和指标。现在普遍使用的舒适度评分方法分别是:走马观花、肉眼观察、亲身体验以及监控录像^[49]。舒适度指标主要有奶牛舒适指标、卧床站立指标、卧床使用指标等。1985 年的一项研究中提出了动物需求指数(Animal needs index, ANI),其主要目的是评价牧场的条件对于奶牛舒适度产生的影响;而在 1994 年,也有学者提出了类似的动物需求指数(Tiergerechtheitsindex, TUI)用于评估奶牛舒适度。两个评估体系均被广泛应用到了牧场的舒适度评估当中,而舒适度的评估能帮助牧场管理者更好的了解奶牛的生产情况以及需要改进的地方,是牧场提质增效的有效方法。

卧床指标、飞节损伤以及牛体清洁度评分等方法也是奶牛舒适度评价常用的方法,多用于卧床舒适度的评价。三种方法通过对奶牛行为,卫生和健康状况进行观察,经过

计算或者评分，结果可以直接反映卧床的舒适度情况。

1 材料

1.1 主要仪器与设备

防护服，铁锹，卷尺等测量工具。

1.2 试验牛场情况

试验牛场圈舍为东西走向，整体为钢架结构，屋顶为双坡式且内外侧覆盖彩钢板，墙体为混凝土加砖块，墙面有窗户呈半开放式，圈舍与运动场相连，地面做防滑处理，清粪设备为改造的农用车。

卧床方面，牛舍内卧床结构为双列头对头自由式卧栏，有颈轨，底部浇筑水泥砂浆，上铺 10cm 干土，最后铺设有不同垫料，专人负责卧床维护，每天清理卧床保持干净平整，每月添加垫料两次。

1.3 试验动物及管理

本研究以石河子市周边某规模化奶牛场的 150 头泌乳天数相近，健康的成年中国荷斯坦奶牛为研究对象，将 150 头试验奶牛分为三组，每组 50 头，分别圈养于三栋独立的牛舍 A、B、C 中。

试验奶牛采用散栏饲养，卧床为双列头对头自由式卧栏，根据饲养标准（NRC）制定每日的饲料配比。采用全混合日粮（TMR）饲喂方式，每天早、中、晚饲喂 3 次，自由采食和饮水。每天挤奶 3 次，分别为早 6:00，中午 14:00，晚 21:00。疫苗免疫按常规免疫程序进行，所有试验动物均采用常规饲养管理。除卧床条件不同外，其他条件均一致。每天专人负责定时清理牛舍内粪便以及卧床的维护，保持牛舍环境卫生。

1.4 干牛粪垫料的制作

奶牛场的粪污问题一直是制约牧场发展的重要因素，但现在许多养殖场采用的将牛粪用作卧床垫料的模式很受欢迎，这为牧场减少了处理粪污的成本。牧场产生的牛粪一般含水量较高，需经过一定处理才可用作垫料。首先要使用固液分离技术对牛粪液进行筛分，实现干湿分离；分离后的液体经过无害化处理后还田，固体牛粪运到晒场进行晾晒，经太阳照射后，牛粪含水量达 30%~45%时结束晾晒，可用作牛床垫料。

2 方法

2.1 试验设计

三栋牛舍卧床分别作如下处理：A 牛舍不设置卧床，设为对照组；B、C 牛舍分别设置 60 个卧床并分别使用沙子和干牛粪垫料铺垫卧床，作为试验组，垫料铺设厚度均为 15~20 cm，C 牛舍卧床表面设置 4° ~ 7° 的角度。

卧床舒适度的评价主要采取肉眼观察、工具测量、亲身体验三组方法。首先通过观察和工具测量获得卧床尺寸和清洁度、垫料类型和厚度、卧面角度数据，同时采用亲身体验（膝盖、躺卧测试）测定卧床的软硬程度；其次定时观察奶牛行为并采集数据，计算卧床指标，包括奶牛舒适度指标、卧床站立指标、卧床使用率指标；定时对奶牛进行牛体清洁度和飞节损伤评分；最后根据以上所得数据对卧床舒适度的等级进行综合评定。

评价标准如下：干净宽敞、垫料柔软、奶牛趴卧比例高、卧床使用率高、牛体清洁度为 1 分以及飞节损伤为 0 分的奶牛所占比例最高的卧床舒适度等级评定为最高等级 3 级；各项指标次之则卧床舒适度等级评定为 2 级；各项指标最低则卧床舒适度等级评定为最低的 1 级。

2.2 检测指标及方法

2.2.1 卧床指标的测定

卧床情况可直接反应出卧床的舒适度情况，卧床舒适度的评估可以以奶牛在牛舍中的状态为依据进行，一般分为四种情况：躺在卧床上的牛 CLS (Cow Lying In Stall)；站在卧床上的牛 CSS (Cow Standing In Stall)；采食的奶牛 CF (Cow Feeding)；通道中未采食的奶牛 CNE (Cow Not Eating)。

奶牛舒适度指标的计算：卧床上躺卧的牛的数量/与卧床有接触的奶牛数量，接触卧床的奶牛指的是包括站立的和躺卧在卧床上的牛。奶牛舒适度 CCI (Cow Comfort Index) = $CLS / (CLS + CSS) \times 100\%$ 。

卧床站立指标的计算：站在卧床上的牛/接触卧床的奶牛的数量，站立在卧床上的牛是指四肢全部站立在卧床上，或者前肢站立在卧床上而后肢站立在通道上的牛。卧床站立指标 SSI (Stall Standing Index) = $CSS / (CLS + CSS) \times 100\%$ [91]。

卧床使用率的计算：在卧床上躺卧的奶牛数量 / (试验奶牛总数 - 采食奶牛的数量)。卧床使用指标 SUI (Stall Usage Index) = $CLS / (CNE + CSS + CLS) \times 100\%$ 。

卧床指标测定时间为每次挤奶结束后 1h，此时奶牛基本完成采食活动，需躺卧休息，能准确反应卧床舒适度情况。测定频率为每天 3 次，连续测定 3 天，最终结果用平均数 ± 标准差表示。

2.2.2 硬度测试

在每个试验牛舍内随机挑选 3~5 个卧床，测定卧床硬度。膝盖测试：模仿奶牛起卧动作，在卧床上重复站立-跪下-站立姿势 5 次，感受膝盖是否疼痛。躺卧测试：穿上防护服，采取侧卧，仰卧姿势在卧床上躺卧体验 1min，感受卧床硬度和舒适度，卧床垫料是否充足，有无石头等异物。硬度测试结果用较硬、适中、柔软三个水平表示。硬度测试与卧床指标测定一同进行。

2.2.3 牛体清洁度评分

评估牛体的清洁度可以更准确地反映和评估卧床的卫生状况，卫生状况良好的卧床对奶牛来说舒适度也更高。Cook 和 Reinemann^[90]综合后躯（包括后腿）和乳房卫生状况，制订了 1~4 分的评分标准（如表 1-1）。牛体清洁度评分每月进行 1 次，在奶牛挤奶结束后从奶厅回到牛舍过程中进行。

表 1-1 牛体清洁度评分标准

Table 1-1 Cattle cleanliness scoring standard

| 评分 Score | 后肢下部 Lower hind limbs | 乳房 Udder | 后躯（后肢上部和侧面） Hindquarters (upper and side of hind limbs) |
|-------------|--------------------------|-------------------|--|
| 1 分 | 后肢下部较少或没有粪便 | 没有粪便 | 整体干净，没有粪便 |
| 2 分 | 蹄冠部有少量牛粪斑点 | 乳头旁有零星牛粪斑点 | 有少量牛粪斑点 |
| 3 分 | 蹄冠上部有明显牛粪斑块，但能看到腿部毛发 | 乳房下半部明显有成片牛粪 | 明显的牛粪斑块 |
| 4 分 | 牛蹄上部有坚硬的成片牛粪斑块 | 整个乳房被牛粪污染，乳头被牛粪包裹 | 成片的牛粪污染 |

2.2.4 飞节损伤评分

飞节损伤评分是卧床舒适与否的直观体现，牛群建议至少有 80% 的评分为 0 分，少于 5% 的牛评分为 2 分或者 3 分^[91]。挤奶厅是飞节损伤评分的理想地点，每月评定 1 次，可与牛体清洁度同期进行。

表 1-2 飞节损伤评分标准

Table 1-2 Scoring standards of hock joint injury

| 飞节损伤评分 | 0 分 | 1 分 | 2 分 | 3 分 |
|--------|-----|--------------|--------------|-------------|
| 描述 | 正常 | 飞节掉毛 但无肿胀 | 飞节肿胀 但不掉毛 | 飞节掉毛 且肿胀 |

2.3 数据处理与分析

用 Excel 2007 对试验数据进行处理, 使用 SPSS 20.0 软件进行统计分析, 试验结果用平均数±标准差表示。

3 结果与分析

3.1 卧床基本情况

通过肉眼观察及工具测量对不同卧床舒适度进行评估, 评估结果如表 1-3。A 牛舍没有卧床; B 牛舍卧床为沙子卧床, 卧床长度 225cm, 宽度 110cm, 高度 110cm, C 牛舍是干牛粪卧床, 卧床长度 245 cm, 宽度 120 cm, 高度 120 cm, C 牛舍卧床尺寸大于 B 牛舍卧床; 两种卧床垫料铺设厚度均为 15~20cm, 牛床清洁度都较好; C 牛舍卧床表面设置了 4° ~ 7° 的角度, B 牛舍卧床表面平整无角度; 硬度测试结果 C 牛舍卧床比 B 牛舍卧床柔软。

表 1-3 不同处理卧床的基本情况

Table 1-3 Basic situation of different treatments in bed

| 卧床类型 Bed type | 卧床尺寸 Bed size | 垫料类型 Litter type | 垫料厚度 Bedding thickness | 卧面角度 Lying angle | 清洁度 Cleanliness | 硬度 Hardness |
|------------------|----------------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------------------|----------------|
| A 牛舍卧床 | - | - | - | - | - | - |
| B 牛舍卧床 | 长: 225cm 宽: 110cm 高: 110cm | 沙子 | 15~20cm | - | 较好 | 适中 |
| C 牛舍卧床 | 长: 245cm 宽: 120cm 高: 120cm | 干牛粪 | 15~20cm | 4° ~7° | 较好 | 柔软 |

3.2 卧床指标的计算

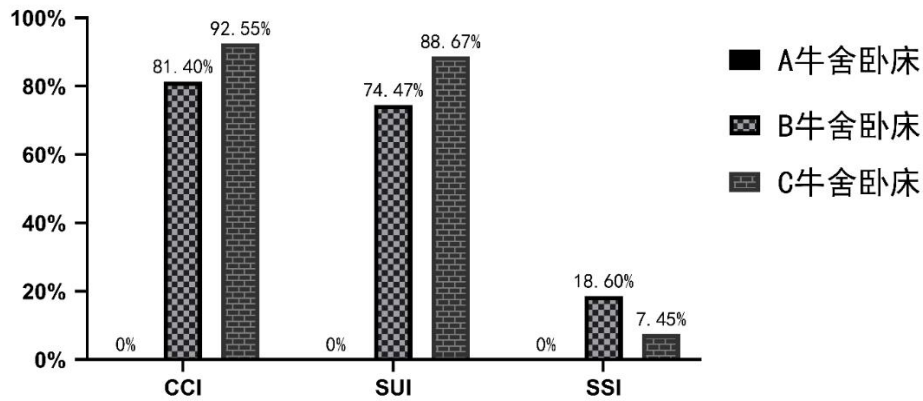
通常奶牛在牛舍中有四种状态：躺卧在卧床上，站立采食，站立在卧床上，站立未采食，而奶牛的躺卧行为可以直接反应卧床的舒适度情况。不同卧床舒适度下的奶牛躺卧情况如表 1-4 所示，A 牛舍为对照组，没有卧床；可看出卧床躺卧奶牛数量 C 牛舍卧床显著多于 B 牛舍卧床 ($P<0.05$)；站立在卧床上奶牛的数量，B 牛舍卧床显著多于 C 牛舍卧床 ($P<0.05$)；采食状态以及通道中未采食的奶牛数量上 B、C 牛舍卧床间无明显差异 ($P>0.05$)。

表 1-4 不同卧床舒适度下奶牛的躺卧情况

| 卧床指标 | A 牛舍卧床 | B 牛舍卧床 | C 牛舍卧床 |
|---------------|--------|-------------------|-------------------|
| 躺在卧床上的牛 CLS | - | 35±2 ^a | 44±1 ^b |
| 站在卧床上的牛 CSS | - | 8±1 ^a | 3±2 ^b |
| 采食的奶牛 CF | - | 3±2 | 2±2 |
| 通道中未采食的奶牛 CNE | - | 4±1 | 1±1 |

注：同行数据肩标不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters on the shoulder tag of peer data indicate significant differences ($P<0.05$)



奶牛舒适度指标 CCI (Cow Comfort Index) = $CLS / (CLS + CSS) \times 100\%$ 、卧床站立指标 SSI (Stall Standing Index) = $CSS / (CLS + CSS) \times 100\%$ 、卧床使用指标 SUI (Stall Usage Index) = $CLS / (CNE + CSS + CLS) \times 100\%$
 Cow comfort index CCI (Cow Comfort Index) = $CLS / (CLS + CSS) \times 100\%$, bed standing index SSI (Stall Standing Index) = $CSS / (CLS + CSS) \times 100\%$, bed use index SUI (Stall Usage Index) = $CLS / (CNE + CSS + CLS) \times 100\%$

图 1-1 卧床指标

Figure 1-1 Bed rest index

三栋牛舍的卧床指标的计算结果如图 1-1。A 牛舍没有卧床，仅作为对照组；奶牛

舒适度指标 CCI 是躺卧在卧床上的牛数量与牛舍内接触卧床牛数量的比值, C 牛舍卧床为 92.55%, 大于 B 牛舍卧床的 81.40%, 可见卧床的舒适度对奶牛的躺卧行为影响很大; 卧床站立指标 SSI 是指站立在卧床上的奶牛与接触卧床奶牛的数量比值, B 牛舍卧床是 18.60%, 高于 C 牛舍卧床的 7.45%, 卧床站立指标与卧床舒适度成负相关, 站立在卧床上的奶牛增多表明卧床舒适度变差; 卧床使用指标 SUI 是躺卧牛数量与奶牛总数扣除采食奶牛后的数量的比值, 可看出 C 牛舍卧床这一数值最高是 88.67%, B 牛舍卧床则为 74.47%, 说明 C 牛舍卧床使用率较高。

3.3 牛体清洁度和飞节损伤评分结果

不同卧床舒适度下试验奶牛的飞节损伤评分结果如表 1-5 所示。飞节损伤 0 分奶牛所占比例在三种类型卧床间均表现显著差异 ($P<0.05$), 呈现 C 牛舍卧床>B 牛舍卧床>A 牛舍卧床; 飞节损失 1 分和 3 分奶牛所占比例 C 牛舍卧床显著低于 A、B 牛舍卧床 ($P<0.05$), B 牛舍卧床低于 A 牛舍卧床但二者之间差异不显著 ($P>0.05$); 飞节损失 2 分奶牛所占比例 A 牛舍卧床显著高于 B、C 牛舍卧床 ($P<0.05$), B 牛舍卧床高于 C 牛舍卧床但二者差异不显著 ($P>0.05$)。

表 1-5 飞节损伤评分结果

| Table 1-5 Hock Joint Damage Score Results | | | | 单位: % |
|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 卧床类型 | 0 分 | 1 分 | 2 分 | 3 分 |
| A 牛舍卧床 | 51.26±2.32 ^a | 20.54±2.04 ^a | 14.74±1.78 ^a | 13.46±1.89 ^a |
| B 牛舍卧床 | 64.88±2.65 ^b | 16.35±2.12 ^a | 8.74±2.16 ^b | 10.03±1.87 ^a |
| C 牛舍卧床 | 80.13±2.17 ^c | 8.65±1.68 ^b | 6.44±1.56 ^b | 4.78±1.46 ^b |

注: 同列数据肩标不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$), 下同。

Note: Different lowercase letters on the shoulder of the same column indicate significant difference ($P<0.05$), the same below.

不同卧床舒适度下试验奶牛的牛体清洁度评分结果如表 1-6 所示。可看出清洁度 1 分奶牛所占比例 C 牛舍卧床显著高于 A、B 牛舍卧床 ($P<0.05$), B 牛舍卧床显著高于 A 牛舍卧床 ($P<0.05$); 清洁度 2 分奶牛 C 牛舍卧床显著低于 A、B 牛舍卧床 ($P<0.05$), A、B 牛舍卧床间差异不显著 ($P>0.05$); 清洁度 3 分奶牛所占比例 C 牛舍卧床显著低于 A、B 牛舍卧床 ($P<0.05$), B 牛舍卧床显著低于 A 牛舍卧床 ($P<0.05$); 清洁度 4 分奶牛所占比例 A 牛舍卧床显著高于 B、C 牛舍卧床 ($P<0.05$), B、C 牛舍卧床间差异不显著。

表 1-6 牛体清洁度评分结果

| 卧床类型 | Table 1-6 Cattle cleanliness score results | | | | 单位: % |
|--------|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|
| | 1 分 | 2 分 | 3 分 | 4 分 | |
| A 牛舍卧床 | 40.33±2.14 ^a | 16.54±1.89 ^a | 24.65±2.06 ^a | 18.48±1.84 ^a | |
| B 牛舍卧床 | 66.53±2.08 ^b | 16.78±2.07 ^a | 12.43±1.95 ^b | 4.26±1.79 ^b | |
| C 牛舍卧床 | 76.87±2.16 ^c | 12.32±2.06 ^b | 8.11±1.88 ^c | 2.7±1.86 ^b | |

4 讨论

卧床舒适度是牧场奶牛福利的重要内容, 定期对奶牛舒适度进行评价可及时发现不利于奶牛生产的影响因素, 并进行积极改进, 使奶牛生产得到保障。设计不合理的卧床会导致奶牛出现异常躺卧的现象, 延误奶牛躺卧的时间。研究表明, 相比于宽度 106cm 的卧床, 奶牛更喜欢躺卧在宽度为 116cm 的卧床上^[50]; 刘晓波认为, 自由卧栏要满足奶牛舒适度要求, 卧床长度至少为 215cm, 宽度至少为 115cm^[51], 由此可见卧床尺寸对奶牛舒适躺卧的重要性。除卧床尺寸外, 垫料类型也是奶牛舒适躺卧的重要一环。研究表明, 铺设干牛粪或沙子垫料的柔软卧床有提高奶牛日产奶量的作用, 并且可以减少肢蹄病的发生^[52]。奶牛在卧床上频繁的起卧行为难免会对自身造成一定伤害, 尤其是与卧床产生直接接触的肢蹄部位, 柔软的卧床垫料可以减少对奶牛肢蹄部位的磨损, 降低肢蹄病的发生概率。有研究证明, 奶牛的趴卧和起立行为主要被诸如趴卧时的接触面和卧床尺寸等自然环境因素所影响, 关于奶牛在趴卧前进行准备的时间, 其在没有垫料的牛床上花费的时间高于有垫料的牛床^[56]。有学者通过观察奶牛趴卧行为发现, 奶牛更喜欢趴卧在具有柔软垫料的卧床上, 柔软的垫料会增加奶牛的趴卧时间^[57], 奶牛的趴卧欲望更加强烈^[58]。卧床的长期维护也很重要。有研究表明, 如果卧床不能得到有效的维护, 卧床垫料的厚度每降低 1cm, 奶牛在卧床上的躺卧时间会相应的减少大约 10 min^[53], 这点值得引起管理者的重视。

本试验中三种不同处理卧床的舒适度评估结果显示: A 牛舍为对照组无卧床; 在卧床指标方面, C 牛舍卧床躺卧奶牛数量显著多于 B 牛舍卧床 ($P < 0.05$), 站立奶牛数量显著低于 B 牛舍卧床 ($P < 0.05$), 奶牛舒适度指标 CCI 和卧床使用指标 SUI 均高于 B 牛舍卧床, 卧床站立指标 SSI 低于 B 牛舍卧床, 其中原因可能是相比于 B 牛舍卧床, C 牛舍卧床更宽敞, 垫料更加柔软, 吸引了更多的奶牛躺卧, 而其卧床表面 $4^{\circ} \sim 7^{\circ}$ 的坡度对奶牛躺卧有积极影响, 奶牛喜欢在有坡度的表面站立和躺卧, 卧床表面呈现前高后低更利于奶牛起卧^[51]。飞节损伤和牛体清洁度评分方面, C 牛舍卧床飞节损伤 0 分和清洁度 1 分奶牛所占比例显著高于 A、B 牛舍卧床 ($P < 0.05$), 整体均表现为 C 牛舍卧床 > B 牛舍卧床 > A 牛舍卧床, 这可能是因为 C 牛舍卧床的干牛粪垫料更加柔软,

在奶牛起卧过程中有效保护了奶牛飞节，而 B 牛舍卧床的沙子垫料和 A 牛舍的地面硬度较大，可能导致奶牛飞节磨损严重；牛体清洁度方面，A 牛舍因为没有卧床，奶牛没有固定休息场所，身体接触粪污概率大大增加，B、C 牛舍虽然有卧床，但 C 牛舍卧床更加舒适，躺卧比例较高，可能粪便污染卧床概率较小，所以奶牛清洁度较高。

综上所述，卧床的尺寸、垫料类型以及柔软程度、卧床坡度是影响卧床舒适度的重要因素。奶牛更喜欢在柔软、宽敞、限制较少的卧床上趴卧，但这也并不能完全代表卧床越大越好，卧床尺寸仍需要根据奶牛的体型而定，不同阶段的奶牛适合的卧床也不尽相同且卧床舒适度对奶牛的生产性能的影响尚未可知，这需要在后续的相关研究中进行进一步的探讨。

5 小结

根据卧床基本情况、卧床指标、牛体清洁度和飞节损伤评分结果综合判定，三种不同处理卧床舒适度等级结果如下：A 牛舍卧床舒适度等级最低为 1 级；B 牛舍卧床舒适度等级中等为 2 级；C 牛舍卧床舒适度等级最高为 3 级。

试验二 卧床舒适度对奶牛泌乳性能的影响

[摘要] 目的：探究不同卧床舒适度对奶牛日产奶量、牛奶成分（乳蛋白率、乳脂率、总固形物含量、SCC）的影响。**方法：**1、每月定期进行2次奶产量的测定，并记录数据。2、使用专业仪器对牛奶中乳蛋白、乳脂、总固形物含量、SCC进行检测，每月1次。3、使用SAS 9.3软件的混合模型分析卧床舒适度对奶牛日产奶量以及乳成分的影响，其中考虑的影响因素有季节、胎次。**结果：**2、3级卧床奶牛的日产奶量显著高于1级卧床（ $P<0.05$ ），而2级和3级卧床间无明显差异（ $P>0.05$ ）；1、3级卧床下的体细胞评分显著高于2级卧床（ $P<0.05$ ），而1级和3级卧床间无显著差异（ $P>0.05$ ）；卧床等级对乳脂率、乳蛋白率、总固形物无明显影响。**结论：**卧床舒适度的提高可促进奶牛产奶量的提升以及牛奶中SCC的下降，提升牧场经济效益。

关键词：牛奶成分；SCC；乳蛋白；乳脂

资料表明，决定奶牛生产性能产生的因素主要有遗传基因、饲养水平以及外部环境，其中遗传因素占20%~30%，营养水平占40%~50%，余下的30%~40%由环境条件决定^[59]。能够看出，奶牛生产潜能的发挥主要由饲养管理水平和环境所决定。这里所说的环境包括影响机体的一切外界因素，而目前为止我们对这方面的研究重点便是卧床的环境。

卧床是牛舍环境中不可或缺的一部分，主要作用是保证奶牛得到充足且舒适的休息，奶牛每天在牛床上躺卧的时间约为12h~16h，因此提高奶牛生产性能的重要方法就是改善卧床的舒适度^[60]。邓先德等研究发现，不适合奶牛的卧床环境会明显减少奶牛每天的趴卧时间。在实际生产中饲养管理者不应该仅重视奶牛的健康和生理需要，奶牛对生活舒适度的需要更应该得到满足，这对动物疾病的减少，生产性能的提高至关重要^[61]。

1 材料

1.1 主要仪器

体细胞计数仪（南京欧熙科贸有限公司，LACTOSCAN），乳成分分析仪（杭州浙大优创科技有限公司，UL20AC-8），采样瓶等。

1.2 试验牛场情况

同试验一 1.2

1.3 试验动物及管理

同试验一 1.3

2 方法

2.1 试验设计

收集包括奶牛日产奶量、乳成分检测在内的泌乳性能的相关数据，根据卧床舒适度的评定结果，使用 SAS 9.3 分析卧床舒适度等级、季节、胎次因素对奶牛泌乳性能的影响。

2.2 试验指标及测定方法

2.2.1 泌乳性能的测定

泌乳性能检测指标包括日产奶量、乳脂率、乳蛋白率、总固形物、SCC。日产奶量是采集一天内所有挤奶班次的试验牛的奶产量数据。乳成分检测参照生产性能测定(DHI)标准进行采样，奶样要求早中晚比例 4:3:3 或者早晚比例 6:4 存放于专用采样瓶中，使用乳成分分析仪检测。SCC 使用体细胞计数仪检测。

日产奶量每月测定 2 次，间隔 15 天。乳成分检测每月定期进行 1 次。每次随机选择不同试验牛舍内试验动物的 15% 采集奶样进行乳成分检测。

2.3 数据处理与分析

2.3.1 数据处理

所有试验中获得的数据录入电脑，使用 Excel 2007 进行初步整理后，与牛群档案进行匹配，留作数据分析使用。

2.3.2 效应划分

根据新疆的气候特点，将季节效应划分为 4 个水平，分别为春季（3~5 月），夏季（6~8 月），秋季（9~11 月），冬季（12~2 月）；胎次效应按照奶牛的自然胎次划分为 5 个水平，包括一~四胎以及大于等于五胎；牛床效应按照舒适度等级划分为 3 个水平，从低到高用数字 1、2、3 表示。

由于在实际生产过程中奶牛 SCC 呈偏态分布，不便进行统计分析，需要将其转换成遵循正态分布的体细胞数评分(somatic cell score, SCS)的形式。具体转换方法参照美

国奶牛改良计划委员会确定的公式： $SCS = \log_2(SCC/10^5) + 3$ [62]。

2.3.3 数据分析模型

使用 SAS 9.3 软件，运用混合模型程序分析季节、胎次、卧床等级对奶牛泌乳性能、繁殖性能、健康情况的影响。模型如下：

- (1) 泌乳性能（SCS、日产奶量、乳脂率、乳蛋白率、总固形物）和繁殖性能（总受胎率、产犊间隔、配种指数、产后首配天数）以及健康状况（乳房炎、肢蹄病、子宫炎）

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + T_j + W_k + (ST)_{ij} + (SW)_{ik} + (TW)_{jk} + e_{ijk}$$

上式中： Y_{ijk} 表示目标观测值； μ 表示群体均值； S_i 表示季节效应 i ； T_j 表示胎次效应 j ； W_k 表示卧床等级效应 k ； $(ST)_{ij}$ 表示季节效应 i 和胎次效应 j 的交互； $(SW)_{ik}$ 表示季节效应 i 和卧床效应 k 的交互； $(TW)_{jk}$ 表示胎次效应 j 和卧床效应 k 的交互； e_{ijk} 表示随机残差。

分析固定效应对试验指标的影响时 F 检验显著水平为 $P < 0.20$ ，使用最小二乘法进行差异显著性检验时，t 检验的显著水平为 $P < 0.05$ 。

3 结果与分析

3.1 固定效应对奶牛泌乳性能的影响分析

各固定效应对奶牛泌乳性能影响的分析结果如表 2-1。从表中可看出，季节、卧床等级对日产奶量、乳脂率、乳蛋白率、总固形物含量、SCS 均有显著影响 ($P < 0.20$)；胎次对日产奶量 ($P < 0.01$)、乳脂率 ($P < 0.01$)、总固形物含量 ($P < 0.05$)、SCS ($P < 0.20$) 有显著影响，对乳蛋白率无明显影响 ($P > 0.20$)；季节和胎次的交互效应对日产奶量 ($P < 0.10$)、乳脂率 ($P < 0.10$)、总固形物含量 ($P < 0.20$) 有显著影响，对乳蛋白率、SCS 无明显影响 ($P > 0.20$)；季节和卧床的交互效应对日产奶量 ($P < 0.01$)、乳脂率 ($P < 0.01$)、总固形物含量 ($P < 0.01$) SCS ($P < 0.20$) 有显著影响，对乳蛋白率 ($P > 0.20$) 无影响；胎次和卧床的交互效应对日产奶量 ($P < 0.01$)、乳脂率 ($P < 0.20$) 有显著影响，对乳蛋白率、总固形物含量、SCS 无明显影响 ($P > 0.20$)。

表 2-1 固定效应对奶牛泌乳性能影响的分析

Table 2-1 Analysis of fixed effects on milk performance of dairy cows

| 效应 Effect | 日产奶量 (kg/d) Daily milk production | | 乳脂率 (%) Milk fat rate | | 乳蛋白率 (%) Milk protein rate | | 总固形物含量 (%) Total solid content | | SCS Somatic cell score | |
|--------------|--------------------------------------|---------|--------------------------|--------|-------------------------------|--------|-----------------------------------|---------|---------------------------|--------|
| | F 值 | P 值 | F 值 | P 值 | F 值 | P 值 | F 值 | P 值 | F 值 | P 值 |
| | 季节 | 3.34 | 0.1851 | 13.11 | 0.0012 | 5.54 | 0.081 | 60.24 | 0.0053 | 10.55 |
| 胎次 | 25.11 | 0.0015 | 9.52 | 0.0032 | 1.24 | 0.8644 | 3.6 | 0.0489 | 13.54 | 0.1892 |
| 卧床等级 | 33.65 | <0.0001 | 20.21 | 0.0008 | 17.89 | 0.0009 | 7.94 | 0.0013 | 12.66 | 0.0003 |
| 季节*胎次 | 21.33 | 0.0599 | 19.65 | 0.0566 | 1.55 | 0.4522 | 8.55 | 0.125 | 2.33 | 0.6621 |
| 季节*卧床等级 | 2.73 | 0.005 | 8.95 | 0.001 | 2.84 | 0.9865 | 26.55 | <0.0001 | 17.21 | 0.1288 |
| 胎次*卧床等级 | 6.33 | <0.0001 | 2.44 | 0.1165 | 0.84 | 0.9568 | 1.54 | 0.8865 | 3.88 | 0.7822 |

注: $P < 0.20$ 表示差异显著

Note: $P < 0.20$ means significant difference

3.2 卧床等级对奶牛日产奶量和牛奶成分的影响

通过对不同卧床舒适度下奶牛的日产奶量和牛奶成分进行分析,结果如表 2-2 所示。卧床舒适度等级对日产奶量和体细胞数有显著影响。2、3 级卧床下的日产奶量显著高于 1 级卧床 ($P < 0.05$), 2 级和 3 级卧床间无明显差异 ($P > 0.05$); 1、3 级卧床下的 SCS 显著高于 2 级卧床 ($P < 0.05$), 而 1 级和 3 级卧床间差异不显著 ($P > 0.05$); 卧床等级对牛奶中乳脂、乳蛋白、总固形物含量无明显影响。

表 2-2 不同卧床等级下奶牛日产奶量和牛奶成分的均值及标准误

Table 2-2 Average and standard errors of daily milk production and milk composition of cows in different bed-levels

| 卧床等级 Bed rest level | 日产奶量(kg/d) Daily milk production | 乳脂率 (%) Milk fat rate | 乳蛋白率 (%) Milk protein rate | 总固形物 (%) Total solid content | SCS Somatic cell score |
|---------------------------|--|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| 1 | 17.75±0.7 ^a | 3.43±0.03 | 2.98±0.04 | 11.51±0.15 | 3.82±0.02 ^a |
| 2 | 21.65±1 ^b | 3.61±0.06 | 3.15±0.05 | 12.05±0.12 | 3.2±0.04 ^b |
| 3 | 22.93±1.25 ^b | 3.66±0.04 | 3.23±0.03 | 12.50±0.10 | 3.61±0.05 ^a |

注：同列数据肩标不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$)，相同字母表示差异不显著 ($P>0.05$)，下同。

Note: Different lowercase letters on the shoulder of the same column indicate significant differences ($P<0.05$), and the same letters indicate no significant differences ($P>0.05$), the same applies below.

3.3 胎次与卧床等级的互作效应对日产奶量的影响

通过对胎次与卧床等级互作下的日产奶量进行分析，结果如表 2-3 所示。由表中内容可知，卧床等级对奶牛日产奶量有显著影响。胎次为一~四时：1 级卧床的日产奶量均显著低于 2 级卧床和 3 级卧床的日产奶量 ($P<0.05$)，但 2 级卧床和 3 级卧床的日产奶量差异并不显著 ($P>0.05$)；胎次大于四胎时，3 个等级卧床间的日产奶量均差异显著 ($P<0.05$)，其中 1 级卧床的日产奶量均显著低于 2 级卧床和 3 级卧床的日产奶量 ($P<0.05$)，2 级卧床的奶牛日产奶量显著低于 3 级卧床的日产奶量 ($P<0.05$)。

表 2-3 胎次与卧床等级交互下日产奶量的均值及标准误

Table 2-3 Mean value and standard error of daily milk production under the interaction of parity and bed level

单位: (kg/d)

| 卧床等级 Bed rest level | 胎次 Parity | | | | |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 一 | 二 | 三 | 四 | ≥五 |
| 1 | 15.14±0.56 ^a | 17.48±0.45 ^a | 18.63±0.62 ^a | 19.14±0.44 ^a | 18.34±0.55 ^a |
| 2 | 17.96±0.74 ^b | 21.44±0.58 ^b | 22.74±0.52 ^b | 23.78±0.62 ^b | 22.35±0.72 ^b |
| 3 | 18.26±0.67 ^b | 22.66±0.51 ^b | 23.87±0.68 ^b | 25.26±0.66 ^b | 24.62±0.53 ^c |

3.4 胎次与卧床等级的交互效应对牛奶成分的影响

通过对胎次与卧床等级效应交互下的牛奶成分进行分析, 结果如表 2-4 所示。可看出卧床舒适度等级对牛奶成分有一定影响。乳脂率方面: 胎次为一胎时, 3 级卧床和 2 级卧床的乳脂率无明显差别 ($P>0.05$), 但均显著高于 1 级卧床 ($P<0.05$), 其余胎次无明显差别; 乳蛋白率方面: 胎次为四胎时, 3 级卧床和 2 级卧床的乳蛋白率无明显差别 ($P>0.05$), 但均显著高于 1 级卧床 ($P<0.05$), 其余胎次无明显差别; 总固形物方面: 胎次为三胎时, 3 级卧床和 2 级卧床的总固形物含量显著高于 1 级卧床 ($P<0.05$), 胎次为四胎时, 3 级卧床的总固形物含量显著高于 2 级卧床和 1 级卧床 ($P<0.05$), 2 级卧床又显著高于 1 级卧床 ($P<0.05$); SCS 方面: 胎次为一胎和二胎时, 呈现 2 级卧床的 SCS 显著低于 3 级卧床和 1 级卧床 ($P<0.05$), 3 级卧床和 1 级卧床间无显著差异 ($P>0.05$), 胎次为三胎时, 呈现 2 级卧床的 SCS 显著低于 1 级卧床 ($P<0.05$), 3 级卧床与 2 级卧床和 1 级卧床差异不显著 ($P>0.05$)。

表 2-4 胎次与卧床等级交互下牛奶成分的均值及标准误

Table 2-4 Mean value and standard error of milk components under the interaction of parity and bed level

| 胎次 Parity | 卧床等级 Bed rest level | 乳脂率 (%) Milk fat rate | 乳蛋白率 (%) Milk protein rate | 总固形物 (%) Total solid content | SCS Somatic cell score |
|--------------|------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| 一胎 | 1 | 3.33±0.08 ^a | 2.80±0.03 | 11.45±0.18 | 3.75±0.02 ^a |
| | 2 | 3.62±0.07 ^b | 2.92±0.04 | 12.04±0.14 | 3.17±0.05 ^b |
| | 3 | 3.74±0.06 ^b | 3.10±0.07 | 13.10±0.12 | 3.57±0.03 ^{ac} |
| 二胎 | 1 | 3.45±0.05 | 3.02±0.01 | 11.22±0.11 | 3.82±0.08 ^a |
| | 2 | 3.58±0.02 | 3.06±0.03 | 11.78±0.16 | 3.31±0.01 ^b |
| | 3 | 3.55±0.04 | 3.11±0.04 | 12.14±0.09 | 3.66±0.02 ^{ac} |
| 三胎 | 1 | 3.48±0.06 | 3.10±0.02 | 11.15±0.13 ^a | 3.86±0.03 ^a |
| | 2 | 3.67±0.05 | 3.32±0.01 | 13.23±0.15 ^b | 3.33±0.07 ^b |
| | 3 | 3.65±0.02 | 3.33±0.03 | 12.64±0.12 ^b | 3.58±0.04 ^{ab} |
| 四胎 | 1 | 3.50±0.03 | 2.93±0.02 ^a | 10.88±0.18 ^a | 3.73±0.04 |
| | 2 | 3.63±0.05 | 3.22±0.03 ^b | 11.85±0.17 ^b | 3.52±0.05 |
| | 3 | 3.75±0.06 | 3.35±0.05 ^b | 12.88±0.19 ^c | 3.64±0.06 |
| ≥五胎 | 1 | 3.41±0.04 | 3.05±0.04 | 10.35±0.14 | 3.94±0.04 |
| | 2 | 3.58±0.06 | 3.21±0.04 | 11.33±0.15 | 3.65±0.06 |
| | 3 | 3.61±0.04 | 3.25±0.05 | 11.68±0.18 | 3.76±0.01 |

注：同一效应下同列数据肩标不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)，相同字母表示差异不显著 ($P > 0.05$)。

Note: Different letters on the shoulder of the same column of data under the same effect indicate significant differences ($P < 0.05$), and the same letters indicate no significant differences ($P > 0.05$).

4 讨论

4.1 卧床等级对奶牛日产奶量的影响

作为牛舍中的重要设施，卧床的舒适程度会对奶牛的产奶量以及疾病发病率产生影响^[66]。舒适的卧床更能吸引奶牛躺卧，躺卧时间的延长也意味着奶牛生产效益的提升。有研究发现正常奶牛每天躺卧休息的时间需达到 12~14h，躺卧行为具有加速乳房部位的血液循环、缓解肢蹄负担，增加牛奶产量的作用。Grant 等研究显示，延长奶牛躺卧时间 1h，会增加其产奶量 1.7 kg^[36]。Karakok 等对有牛床和无牛床的两组高产牛的日产

奶量变化进行对比后发现，有牛床的奶牛产奶量保持稳定，而无牛床的奶牛产奶量却显著下降^[63]，这表明舒适的卧床环境也许能够激发奶牛泌乳潜能。何月贤^[64]等以抬高式水泥床面作为奶牛卧床，并使用“干牛粪+锯木屑”作为新型奶牛卧床混合垫料，应用后明显提高了奶牛产奶量。有研究表明，奶牛每天在卧床上躺卧的时间占 50%~60%^[60]，若奶牛每天的躺卧休息时间由 9h 增加到 14h，日产奶量可以增加 5L^[65]。

由固定效应对奶牛泌乳性能的相关性分析结果来看，季节、胎次、卧床等级、季节和胎次的交互、卧床等级和季节的交互、胎次与卧床等级的交互均对日产奶量产生显著影响 ($P<0.20$)。分析卧床等级对日产奶量的影响可得出，2 级和 3 级卧床的日产奶量显著高于 1 级卧床 ($P<0.05$)。由此可看出，本实验中卧床等级对奶牛日产奶量有显著影响，随着卧床舒适度等级的提高奶牛产奶量也相应增加。这与李世歌^[20]对比 5 种舒适度卧床对不同血统含量的荷斯坦奶牛泌乳性能的影响，认为卧床舒适度的提升会带动奶牛产奶量的增长的结果相一致。其中原因可能是随着卧床舒适度提升，奶牛躺卧休息的时间相应延长，当奶牛在躺卧休息时，流经乳房的血液量比站立时提高 20%~25%，这也意味着奶牛的乳腺组织获得了更多乳成分前体物质，进而导致乳腺内牛奶的合成相应增加。其次，奶牛躺卧时反刍效率更高，舒适的卧床在增加奶牛躺卧时间的同时也提升了饲料转化率，进而促进奶产量增加。另外，相比于躺卧在卧床上，奶牛长时间的站立会对肢蹄部造成应激，从而降低奶产量。从胎次与卧床等级交互下奶牛产奶量的结果可看出，不同胎次下奶牛产奶量均表现出舒适度较高的卧床大于舒适度低的卧床，而随着胎次增加奶牛产奶量也呈现出先上升后下降的趋势，这可能与奶牛的生长发育规律有一定关系。

另外，从不同卧床等级下奶牛日产奶量的结果还可看出，卧床舒适度相近的 2、3 级卧床间奶牛产奶量并无明显差异 ($P>0.05$)。卧床等级相差较大时奶产量差异较明显，等级相近时奶产量无明显差异，证明卧床舒适度对奶牛产奶量的影响具有一定范围，是量变引起质变的过程。

4.2 卧床等级对牛奶成分的影响

牛奶成分的检测指标主要包括乳脂率、乳蛋白率、总固形含量以及 SCC，牛奶中乳蛋白和乳脂含量可反映奶牛的营养水平和瘤胃的健康状态，也可作为评估牛奶品质的重要指标^[69]。DHI 是奶牛生产性能测试体系，其中的 SCC 白细胞数量是 DHI 体系中的一个重要检测指标，其不仅可以反映奶牛乳房的健康问题，还可以作为分析奶损失的重要数据。有研究表明^[70]良好的环境能够降低奶牛乳头感染致病菌的风险，进而减少乳房炎，降低奶牛乳中 SCC。众多的研究表明，卧床的舒适度等级可以影响奶牛的产奶量，但对卧床等级是否影响牛奶质量还为知尚少。

由固定效应对奶牛泌乳性能的影响分析结果来看，除胎次对乳蛋白率无明显影响外

($P>0.20$)，季节、胎次、卧床因素对牛奶成分均有显著影响 ($P<0.20$)。从不同卧床等级下牛奶成分的结果可看出，随着卧床等级升高乳脂率、乳蛋白率、总固形物含量均有所上升，SCC 降低，但均无显著差异 ($P>0.05$)。这与师宏伟等选用舒适的卧床垫料，奶牛产奶量会有相应增加,但对乳品质量无明显影响结果相似^[68]。卧床舒适度等级对乳脂率、乳蛋白率、总固形物含量无显著影响的原因可能是躺卧时间较长的奶牛，采食量更高，导致乳中营养成分有所上升，但并未达到显著水平。SCC 下降的原因可能是与不同卧床垫料中滋生的细菌总数有关，1、3 级卧床相较于 2 级卧床更易滋生细菌，造成奶牛发生乳房炎的概率增大，进而导致牛奶中 SCC 增多。从胎次与卧床等级互动下的牛奶成分结果来看，卧床等级在个别胎次下对牛奶成分表现出显著影响，这可能与动物自身的机体状况有关，也说明卧床等级并不是影响牛奶成分的主要原因。

综合各方面的因素总结分析，卧床舒适度与奶牛乳脂率、乳蛋白率、总固形物呈一定正相关，但无显著影响；同时卧床的舒适度与牛乳中 SCC 呈负相关，但与不同等级卧床垫料具有一定关系。那么 SCC 与牛奶中的乳脂率、乳蛋白率以及总固形物之间是否存在相互影响的关系，需要我们在日后的研究中进行进一步的探讨。

5 小结

卧床舒适度的提高可显著促进奶牛产奶量的提升，降低牛奶中的 SCC，但对乳中乳蛋白率、乳脂率、总固形物无明显影响。

试验三 卧床舒适度对奶牛繁殖性能的影响

[摘要] 目的：研究卧床舒适度对奶牛繁殖性能（总受胎率、产犊间隔、配种指数、产后首配天数）的影响。**方法：**收集 150 头试验奶牛不同胎次的产犊、配种、妊娠等繁育数据，统计整理得到总受胎率、产犊间隔、配种指数、产后首配天数的数据，使用 SAS 9.3 软件的混合模型分析卧床舒适度对奶牛不同繁殖性能指标的影响，其中考虑的影响因素还有季节、胎次。**结果：**2、3 级卧床的总受胎率显著高于 1 级卧床 ($P<0.05$)，而 2 级与 3 级卧床间差异不显著 ($P>0.05$)；1 级卧床的产后首配天数显著高于 2、3 级卧床 ($P<0.05$)，而 2 级与 3 级卧床间差异不显著 ($P>0.05$)；卧床等级对配种指数和产犊间隔无明显影响 ($P>0.05$)。**结论：**卧床舒适度等级与总受胎率呈显著正相关，与产后首配天数呈显著负相关，对配种指数及产犊间隔无明显影响。

关键词：卧床舒适度；总受胎率；产犊间隔；配种指数；产后首配天数

在养牛生产中，通常人们是通过缩减母牛的非生产时间来提高其繁殖性能，例如缩短母牛产后至首次配种的时间间隔，注射激素诱导奶牛非自然发情等等，而在这个过程中奶牛的福利正在逐渐丧失，牧场动物们开始逐渐沦为“赚钱工具”。母牛繁殖性能是奶牛场生产中非常重要的环节，它是影响奶牛产奶量、生产性能等的关键因素，最终会影响牛场的经济效益。

近几十年，由于养殖户一味追求高生产性能，在奶牛品种选育时忽略了繁殖性能的重要性，很多国家出现奶牛繁殖性能整体下降的现象。Royal 等^[73]报道称，自 1975 年~1998 年，英国奶牛的一次配种受胎率平均每年都会下降 1 个百分点；在 1970~1999 年间，美国奶牛的受孕平均配种次数从由 1.75 次增长到了 3.0 次，而奶牛受胎率却明显下降，平均每年下降 0.45%^[74]。据国内某个牛场的调查显示，该牛场成年母牛的繁殖比率正不断下降，年繁殖率不足 70%^[75]。近年来奶牛繁殖力降低引起淘汰率上升，造成生产环节脱节，生产效率大幅下降，最终导致养殖户巨大的经济损失，这与人们过于执着的追求奶牛高产而忽视了最基本的奶牛的繁育性能有很大关系^[76]。

1 材料

1.1 试验牛场情况

同试验一 1.2

1.2 试验动物及管理

同试验一 1.3

2 方法

2.1 试验设计

收集整理 150 头试验奶牛的繁育数据，根据卧床舒适度的评定结果，使用 SAS 9.3 分析卧床舒适度等级、季节、胎次因素对奶牛繁殖性能的影响。

2.2 试验指标及测定方法

从牛场育种员处得到繁育数据，包括牛群档案以及每一胎次的产犊日期、配种日期和次数、孕检结果，统计整理并计算出总受胎率、产犊间隔、配种指数、产后首配天数。

产后首配天数是指从奶牛产犊后至首次配种间隔的天数；对胎次为 1 胎及以上而且已经参与配种的奶牛按照胎次分别进行统计。

产犊间隔是指奶牛连续两次产犊的间隔天数；对胎次为 1 胎以上而且经过妊娠检查确定受孕的奶牛按照胎次分别进行统计。

总受胎率是指一年内成功配孕母牛数占实际参与配种母牛数的百分比。对胎次为 1 胎及以上而且已经参与配种的奶牛按照胎次分别进行统计。对于一年内流产后再次配孕的奶牛，则年配孕母牛数加 1 头，实配母牛数加 1 头，以此类推。流产是指怀孕母牛妊娠期小于 220d 即妊娠中断。

配种指数是指一个胎次内奶牛从开始发情到配种受孕的配种次数，对胎次为 1 胎及以上且已经确定受孕的奶牛按照胎次分别进行统计。

2.3 数据处理与分析

2.3.1 数据处理

同试验二

2.3.2 效应划分

同试验二

2.3.3 数据分析模型

同试验二

3 结果与分析

3.1 固定效应对奶牛繁殖性能的影响分析

各固定效应与繁殖性能指标相关性的分析结果如表 3-1 所示。由表中可看出，季节除对总受胎率($P<0.01$)有显著影响外,对其他指标无显著影响;胎次对总受胎率($P<0.01$)、配种指数 ($P<0.20$)、产犊间隔 ($P<0.20$)、产后首配天数 ($P<0.20$) 均有影响;卧床等级对总受胎率 ($P<0.01$)、产后首配天数 ($P<0.20$) 均有影响;季节与胎次互作对总受胎率 ($P<0.10$)、产犊间隔 ($P<0.20$) 有影响,对配种指数和产后首配天数无明显影响 ($P>0.20$);季节与卧床等级互作对总受胎率 ($P<0.01$)、产犊间隔 ($P<0.10$)、产后首配天数 ($P<0.20$) 有显著影响,对配种指数无明显影响 ($P>0.20$);胎次与卧床的互作对总受胎率 ($P<0.01$)、产犊间隔 ($P<0.10$)、配种指数和产后首配天数 ($P<0.20$) 均有影响。

表 3-1 固定效应对奶牛繁殖性能影响的分析

Table 3-1 Analysis of the effect of fixed effects on reproductive performance of dairy cows

| 效应 Effect | 总受胎率 (%) Total conception rate | | 配种指数 (次) Breeding index | | 产犊间隔 (d) Calving interval | | 产后首配天数 (d) Number of days after delivery | |
|--------------|-----------------------------------|---------|----------------------------|--------|------------------------------|--------|---|--------|
| | F 值 | P 值 | F 值 | P 值 | F 值 | P 值 | F 值 | P 值 |
| | 季节 | 8.43 | 0.0023 | 6.33 | 0.3641 | 10.52 | 0.5811 | 15.42 |
| 胎次 | 11.56 | 0.0008 | 8.52 | 0.105 | 5.16 | 0.1644 | 12.65 | 0.1466 |
| 卧床等级 | 21.45 | 0.0065 | 18.21 | 0.5441 | 19.11 | 0.3488 | 8.22 | 0.1522 |
| 季节*胎次 | 13.61 | 0.0814 | 5.78 | 0.4655 | 2.54 | 0.1282 | 5.87 | 0.5254 |
| 季节*卧床等级 | 8.36 | <0.0001 | 6.45 | 0.7714 | 11.67 | 0.0758 | 22.44 | 0.1901 |
| 胎次*卧床等级 | 7.21 | <0.0001 | 10.24 | 0.1422 | 12.74 | 0.0868 | 6.45 | 0.1125 |

注: $P<0.20$ 表示差异显著

Note: $P<0.20$ means significant difference

3.2 卧床等级对奶牛繁殖性能的影响

不同卧床等级下奶牛繁殖性能指标的结果如表 3-2 所示。从表中可看出总受胎率、产后首配天数均显著受到卧床等级的影响。2、3 级卧床的总受胎率显著高于 1 级卧床 ($P<0.05$)，而 2 级与 3 级卧床间差异不显著 ($P>0.05$)；卧床等级对配种指数和产犊间隔无明显影响 ($P>0.05$)；2、3 级卧床的产后首配天数显著低于 1 级卧床 ($P<0.05$)，而 2 级与 3 级卧床间差异不显著 ($P>0.05$)。卧床等级对配种指数、产犊间隔无显著影响 ($P>0.05$)。

表 3-2 不同卧床等级下奶牛繁殖性能指标的均值及标准误

Table 3-2 Means and standard errors of reproductive performance indicators of cows at different bed levels

| 卧床等级 Bed rest level | 总受胎率 (%) Total conception rate | 配种指数 (次) Breeding index | 产犊间隔 (d) Calving interval | 产后首配天数 (d) Number of days after delivery |
|------------------------|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------|---|
| 1 | 51.73±1.87 ^a | 2.81±0.14 | 453.54±15.32 | 116.23±4.12 ^a |
| 2 | 66.67±1.54 ^b | 2.63±0.13 | 438.36±18.45 | 98.36±3.62 ^b |
| 3 | 69.34±1.48 ^b | 2.56±0.16 | 435.45±17.68 | 95.45±3.83 ^b |

注：同列数据肩标不同字母表示差异显著 ($P<0.05$)，相同字母表示差异不显著 ($P>0.05$)，下同。

Note: Different letters on the shoulder of the same column indicate significant differences ($P<0.05$), and the same letters indicate no significant differences ($P>0.05$), the same below.

3.3 季节与卧床等级的互作效应对奶牛繁殖性能的影响

季节与卧床等级互作下繁殖性能指标的结果如表 3-3 所示。可看出，总受胎率：四个季节均表现出 2 级卧床和 3 级卧床显著高于 1 级卧床 ($P<0.05$)，而 2 级卧床和 3 级卧床间差异不显著 ($P>0.05$)。配种指数：仅在秋季表现出 2 级卧床和 3 级卧床显著低于 1 级卧床 ($P<0.05$)，2 级卧床和 3 级卧床间差异不显著 ($P>0.05$)，其他季节无明显差异。产犊间隔：夏、秋两季表现出 2 级卧床和 3 级卧床显著低于 1 级卧床 ($P<0.05$)，2 级卧床和 3 级卧床间差异不显著 ($P>0.05$)；其他季节无明显差别。产后首配天数：仅在春季表现出 2 级卧床和 3 级卧床显著低于 1 级卧床 ($P<0.05$)，2 级卧床和 3 级卧床间差异不显著 ($P>0.05$)，其他季节无明显差异。

表 3-3 季节与卧床等级交互下繁殖性能指标的均值及标准误

Table 3-3 Mean value and standard error of reproductive performance index under the interaction of season and bed level

| 季节 Season | 卧床等级 Bed rest level | 总受胎率 (%) Total conception rate | 配种指数 (次) Breeding index | 产犊间隔 (d) Calving interval | 产后首配天数 (d) Number of days after delivery |
|--------------|------------------------|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------|---|
| 春季 | 1 | 56.45±1.35 ^a | 2.31±0.10 | 462.12±11.32 | 103.55±3.23 ^a |
| | 2 | 66.21±1.14 ^b | 2.13±0.12 | 451.45±13.54 | 92.62±2.98 ^b |
| | 3 | 70.32±1.55 ^b | 2.06±0.15 | 445.41±12.66 | 90.12±3.32 ^b |
| 夏季 | 1 | 50.65±1.22 ^a | 2.58±0.14 | 477.65±15.72 ^a | 108.49±2.88 |
| | 2 | 61.22±1.25 ^b | 2.40±0.20 | 460.24±14.55 ^b | 98.76±3.12 |
| | 3 | 65.11±1.22 ^b | 2.21±0.16 | 450.22±13.64 ^b | 95.51±3.46 |
| 秋季 | 1 | 60.68±1.54 ^a | 2.20±0.11 ^a | 455.77±10.56 | 100.85±3.66 |
| | 2 | 70.32±1.36 ^b | 1.81±0.13 ^b | 448.54±11.66 | 90.47±3.22 |
| | 3 | 73.78±1.21 ^b | 1.75±0.14 ^b | 440.55±12.71 | 85.52±2.96 |
| 冬季 | 1 | 56.79±1.46 ^a | 2.44±0.12 | 460.62±13.74 | 102.88±3.41 |
| | 2 | 65.78±1.25 ^b | 2.23±0.15 | 451.23±14.33 | 95.68±3.11 |
| | 3 | 71.45±1.33 ^b | 2.15±0.14 | 442.55±15.62 | 89.59±3.06 |

注：同一效应下同列数据肩标不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)，相同字母表示差异不显著 ($P > 0.05$)。

Note: Different letters on the shoulder of the same column of data under the same effect indicate significant differences ($P < 0.05$), and the same letters indicate no significant differences ($P > 0.05$).

4 讨论

近年以来，关于奶牛的选育和改良重点始终是产奶量^[82]，奶牛群体的健康水平和繁殖性能却被忽略，虽然奶牛产奶量呈现持续增长，但在全球范围内不可避免的发生了繁殖性能下降的现象^[83, 84]。当奶牛生活在不良环境中，其繁殖效率会低于理想环境，此时奶牛多表现为不发情或者不易受孕。有研究证明牧场的舒适度管理与奶牛繁育之间存在

显著的相关性^[77]。Smith 等人研究将在自由卧栏下饲养的奶牛与无牛床的圈养奶牛进行对比发现，前者空怀天数显著低于后者($P<0.05$)，奶牛配孕的平均配种次数也显著低于无牛床圈养奶牛($P<0.05$)^[78]。

由固定效应对奶牛繁殖性能的影响分析结果可看出，卧床等级对总受胎率、产后首配天数有显著影响 ($P<0.20$)，胎次对奶牛总受胎率、配种指数、产犊间隔、产后首配天数有显著影响 ($P<0.20$)，季节仅对总受胎率有显著影响 ($P<0.01$)。从不同卧床等级下奶牛繁殖性能指标的结果来看，卧床等级与总受胎率呈显著正相关，与产后首配天数呈显著负相关；随着卧床等级升高总受胎率有明显升高，产后首配天数却显著降低。

卧床等级对奶牛繁殖性能产生影响的原因可能有以下几点：第一对奶牛躺卧休息时间产生影响。已有研究表明，舒适的卧床更能吸引奶牛躺卧，奶牛柔软、清洁、宽敞的卧床躺卧欲望更高，奶牛躺卧休息时间延长更利于其身体机能恢复。尤其对于产后初期的母牛，一方面需要满足产奶需求，另一方面由于分娩消耗了大量能量，身体还未完全恢复，导致机体处于能量负平衡的状态，对奶牛子宫的恢复和卵巢活动产生显著影响^[79, 80]。此时奶牛需要足够的休息，产后恢复的状态将直接影响后续的配种和妊娠，而卧床作为奶牛休息的主要场所，其舒适度决定着奶牛的趴卧行为。第二是影响奶牛反刍，趴卧时奶牛反刍率最高，反刍能够提高饲料消化率，促进奶牛机体恢复，缩短奶牛产后首配时间。第三是妊娠奶牛躺卧在卧床上可增加子宫血流量，舒适的卧床可有效减少奶牛受伤几率，对胎儿的发育有利，降低奶牛流产率。由此可看出，本试验中卧床等级对总受胎率和产后首配天数的显著影响可能正是基于以上原因。关于配种指数和产犊间隔与卧床等级的关系，虽然随着卧床等级的升高，二者有下降趋势，但并无显著差异；从相关性分析中可看出卧床等级与二者并无明显相关性，但具体关系还需更加深入的研究。

5 小结

卧床舒适度等级与总受胎率呈显著正相关，与产后首配天数呈显著负相关，对配种指数及产犊间隔无明显影响；随着卧床等级升高总受胎率明显升高，产后首配天数显著降低。

试验四 卧床舒适度对奶牛健康状况的影响

[摘要] 目的：研究卧床舒适度对奶牛乳房炎、肢蹄病、子宫内膜炎疾病发病率的影响。**方法：**(1)对三种等级卧床进行细菌计数。(2)收集试验奶牛在不同卧床等级下的乳房炎、肢蹄病、子宫内膜炎疾病的发病率，使用分析软件 SAS 9.3 的混合模型分析卧床舒适度等级、胎次、季节因素与上述三种疾病发生的关系。**结果：**(1)不同等级卧床的细菌数量存在显著差异 ($P<0.05$)，表现为 1 级>3 级>2 级。(2)卧床等级对乳房炎、子宫内膜炎有显著影响 ($P<0.05$)，表现为 1 级>3 级>2 级；卧床等级对肢蹄病的影响表现为，1 级卧床肢蹄病发病率显著高于 2、3 级卧床 ($P<0.05$)，2、3 级卧床间差异不显著 ($P>0.05$)。**结论：**卧床舒适度等级对乳房炎、子宫内膜炎以及肢蹄病均有显著影响。卧床舒适度不同所含的细菌数量有所不同，细菌数量越多的卧床乳房炎、子宫内膜炎以及肢蹄病的发病率越高。

关键词：乳房炎；肢蹄病；子宫内膜炎；卧床舒适度

近几十年随着奶牛业的高速发展，奶牛养殖模式逐渐从粗放式转变为集约化，奶牛产奶量也有了质的飞跃。与此同时，发展过程中暴露出来的奶牛的健康和舒适度问题却没有引起重视。生产者一味的追求奶牛高产，却让奶牛生活在紧张和乏味的环境中，这也导致牛场奶牛的营养代谢性疾病、繁殖障碍性疾病发病率明显增加，这一系列问题对奶牛的健康状况产生了不利影响^[38]。大量研究表明，不适合奶牛的牛床环境会减少奶牛的趴卧时间，进而引起奶牛生产性能的降低。所以在牛场生产管理中我们不能仅关注奶牛表面外观的健康，更应该满足其内在的需要，这样才能够使奶牛免遭疾病，达到提高动物生产性能的目的^[61]。

1 材料

1.1 试验牛场情况

同试验一 1.2

1.2 试验动物及管理

同试验一 1.3

2 方法

2.1 试验设计

对三种不同等级的卧床进行细菌计数，收集整理 150 头奶牛在试验期间乳房炎、肢蹄病、子宫内膜炎疾病的发病情况，根据卧床舒适度的评定结果，使用 SAS 9.3 分析卧床舒适度等级、季节、胎次等因素对奶牛健康状况的影响。

2.2 试验指标及测定方法

试验期间每个月采集一次不同牛舍卧床的表层垫料，取样厚度为 5cm，取样时佩戴无菌手套，由于 A 牛舍没有设置卧床，则在牛舍内或运动场奶牛经常躺卧的地面随机选取 6 个点采集牛粪样本进行检测，B、C 牛舍分别随机选择 6 个卧床进行样本采集，采集的样本放入密封袋，排除袋内空气，放入 4℃ 冰箱待检。细菌计数操作步骤参考 GB/T 13093-2006 饲料中细菌总数的测定方法。

根据试验牛场兽医的疾病诊疗记录本，收集整理得到试验奶牛乳房炎、肢蹄病、子宫内膜炎的发病数据。若一头发病奶牛经治疗后痊愈，再次患病则发病数按照 2 例计算，以此类推。

本试验中的乳房炎是指临床型乳房炎。奶牛肢蹄病是奶牛四肢和蹄部疾病的总称。本试验中包括了腐蹄病、腕、附关节囊肿、蹄叶炎、指(趾)间皮肤赘生、肢蹄外部损伤在内的肢、蹄部疾病或损伤。

2.3 数据处理与分析

2.3.1 数据处理

同试验二

2.3.2 效应划分

同试验二

2.3.3 数据分析模型

同试验二

3 结果与分析

3.1 固定效应对奶牛健康状况的影响分析

通过对各固定效应与奶牛乳房炎、肢蹄病、子宫内膜炎的相关性进行分析，结果如表 4-1 所示。从表中可看出，季节对乳房炎 ($P<0.05$)、肢蹄病 ($P<0.10$)、子宫内膜炎 ($P<0.10$) 均有影响；胎次对乳房炎和子宫内膜炎 ($P<0.20$) 有影响，对肢蹄病无明显影响 ($P>0.20$)；卧床等级对乳房炎 ($P<0.05$)、肢蹄病 ($P<0.01$) 有显著影响；胎次和卧床等级的互作对乳房炎 ($P<0.10$)、子宫内膜炎 ($P<0.20$) 有影响，对肢蹄病无明显影响 ($P>0.20$)；季节和胎次的互作对乳房炎和子宫内膜炎有影响 ($P<0.20$)，对肢蹄病无明显影响 ($P>0.20$)；季节和卧床等级的互作对乳房炎和子宫内膜炎 ($P<0.10$)、肢蹄病 ($P<0.20$) 均有影响。

表 4-1 各固定效应与奶牛乳房炎、肢蹄病、子宫内膜炎的相关性分析

Table 4-1 Correlation analysis of each fixed effect and dairy cow mastitis, foot and foot disease, endometritis

| 效应 Effect | 乳房炎 Mastitis | | 肢蹄病 Limb and hoof disease | | 子宫内膜炎 Endometritis | |
|--------------|-----------------|--------|------------------------------|---------|-----------------------|--------|
| | F 值 | P 值 | F 值 | P 值 | F 值 | P 值 |
| | 季节 | 10.52 | 0.0445 | 16.62 | 0.0654 | 11.32 |
| 胎次 | 16.87 | 0.1845 | 9.28 | 0.5647 | 14.61 | 0.1246 |
| 卧床等级 | 9.78 | 0.0432 | 14.16 | <0.0001 | 10.75 | 0.2588 |
| 胎次*卧床等级 | 4.56 | 0.0954 | 15.22 | 0.3546 | 13.54 | 0.1429 |
| 季节*胎次 | 12.33 | 0.1955 | 8.16 | 0.8978 | 15.33 | 0.1466 |
| 季节*卧床等级 | 10.55 | 0.0944 | 11.85 | 0.1164 | 9.53 | 0.0744 |

注： $P<0.20$ 表示差异显著

Note: $P<0.20$ means significant difference

3.2 不同等级卧床的细菌数以及疾病的发病率情况

通过对不同等级卧床的细菌数量及奶牛疾病发病率情况统计分析，结果如表 4-2 所

示。不同等级卧床的细菌数量存在显著差异 ($P<0.05$), 表现为 1 级 > 3 级 > 2 级; 卧床等级对乳房炎、子宫内膜炎有显著影响 ($P<0.05$), 表现为 1 级 > 3 级 > 2 级; 卧床等级对肢蹄病的影响表现为, 1 级卧床肢蹄病发病率显著高于 2、3 级卧床 ($P<0.05$), 2、3 级卧床间差异不显著 ($P>0.05$)。

表 4-2 不同等级卧床的细菌数量以及奶牛疾病发病率的均值及标准误

Table 4-2 The average number and standard error of the number of bacteria in different levels of bed rest and the incidence of cow disease

| 卧床等级 Bed rest level | 细菌数量 Number of bacteria (10^8 CFU/g) | 乳房炎 (%) Mastitis | 肢蹄病 (%) Limb and hoof disease | 子宫内膜炎 (%) Endometritis |
|------------------------|---|-------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| 1 | 15.35±2.45 ^a | 17.21±0.02 ^a | 13.8±0.04 ^a | 9.65±0.01 ^a |
| 2 | 8.65±1.73 ^b | 9.03±0.03 ^b | 9.54±0.02 ^b | 7.32±0.01 ^b |
| 3 | 12.87±1.24 ^c | 11.24±0.04 ^c | 8.87±0.03 ^b | 8.33±0.04 ^c |

注: 同列数据肩标不同字母表示差异显著 ($P<0.05$), 相同字母表示差异不显著 ($P>0.05$), 下同。

Note: Different letters on the shoulder of the same column indicate significant differences ($P<0.05$), and the same letters indicate no significant differences ($P>0.05$), the same below.

3.3 胎次与卧床等级的互作效应对奶牛健康状况的影响

通过对胎次与卧床等级互作下奶牛疾病发病率进行统计分析, 结果如表 4-3 所示。子宫内膜炎、乳房炎: 胎次为四胎和大于四胎时, 不同卧床等级间乳房炎发病率差异显著 ($P<0.05$), 呈现 1 级 > 3 级 > 2 级, 其他胎次和卧床等级互作下乳房炎发病率无显著差别 ($P>0.05$)。肢蹄病: 胎次为三胎和大于四胎时, 1 级卧床的发病率显著高于 2 级卧床和 3 级卧床 ($P<0.05$), 而 2 级卧床和 3 级卧床间无明显差异 ($P>0.05$); 其他胎次和卧床等级互作下乳房炎发病率无显著差别 ($P>0.05$)。

表 4-3 胎次与卧床等级交互下奶牛疾病发病率的均值及标准误

Table 4-3 Mean and standard errors of cow disease incidence under the interaction of parity and bed level

| 胎次 Parity | 卧床等级 Bed rest level | 乳房炎 (%) Mastitis | 肢蹄病 (%) Limb and hoof disease | 子宫内膜炎 (%) Endometritis |
|--------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| 一 | 1 | 11.35±0.03 | 9.65±0.07 | 8.55±0.01 |
| | 2 | 7.23±0.05 | 8.06±0.03 | 6.21±0.03 |
| | 3 | 8.98±0.05 | 7.26±0.02 | 7.06±0.06 |
| 二 | 1 | 11.89±0.06 | 9.95±0.02 | 8.92±0.05 |
| | 2 | 8.24±0.07 | 8.43±0.04 | 6.78±0.02 |
| | 3 | 9.66±0.05 | 7.78±0.05 | 6.89±0.05 |
| 三 | 1 | 12.78±0.07 | 10.77±0.01 ^a | 7.89±0.06 |
| | 2 | 9.38±0.02 | 9.05±0.03 ^b | 7.26±0.04 |
| | 3 | 10.40±0.05 | 8.12±0.04 ^b | 7.15±0.03 |
| 四 | 1 | 15.78±0.06 ^a | 10.64±0.06 | 9.22±0.05 ^a |
| | 2 | 10.25±0.03 ^b | 8.95±0.05 | 7.54±0.02 ^b |
| | 3 | 12.67±0.02 ^c | 8.24±0.08 | 8.28±0.03 ^c |
| ≥五 | 1 | 16.34±0.04 ^a | 12.33±0.05 ^a | 10.65±0.05 ^a |
| | 2 | 10.78±0.05 ^b | 9.87±0.02 ^b | 7.65±0.04 ^b |
| | 3 | 13.34±0.06 ^c | 8.36±0.05 ^b | 8.81±0.01 ^c |

注：同一效应下同列数据肩标不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)，相同字母表示差异不显著 ($P > 0.05$)。

Note: Different letters on the shoulder of the same column of data under the same effect indicate significant differences ($P < 0.05$), and the same letters indicate no significant differences ($P > 0.05$).

4 讨论

卧床作为牛舍里的重要设施，其舒适度会对牛场疾病的发生产生影响^[66]。为奶牛提供舒适的躺卧区域，尽量避免奶牛遭受外来损伤和细菌感染，是奶牛福利的重要内容。

牛床在供奶牛使用时，应该尽量减少粪尿等排泄物在牛床上积聚，这样才能降低奶牛躺卧时感染细菌的可能性，不合理的卧床对奶牛的影响会直接表现为疾病。Clark 认为，奶牛生活在没有卧床或者卧床较短并且地面坚硬的牛舍里时，其发生乳房外伤和临床型乳房炎的概率会升高^[83]。Husfeldt 的研究认为，无垫料牛床的乳房炎发病率高于以固体粪料为垫料的牛床^[84]。Zdanowicz 等研究表明，卧床垫料对奶牛的乳房健康有直接影响^[33]，相比于有机材质的垫料，无机材质的牛床垫料引起乳房炎发病的概率更低^[85, 86]。有研究表明，铺设床垫的卧床发生肢蹄损伤的概率比无垫料的混凝土床面小的多^[87]。与铺设床垫的牛床相比，奶牛在深厚垫料牛床发生损伤的概率更小^[88, 89]。

从本试验中卧床等级与三种疾病发病率的分析结果来看，卧床等级对乳房炎、子宫内膜炎、肢蹄病有显著影响 ($P < 0.05$)。乳房炎和子宫内膜炎的发病率均表现出 1 级卧床 > 3 级卧床 > 2 级卧床，而肢蹄病发病率则表现为 1 级卧床 > 2 级卧床 > 3 级卧床。1 级卧床三种疾病发病率较高的原因可能是因为 A 牛舍没有卧床，奶牛没有固定的休息场所，奶牛被微生物感染的机率更大；由于没有舒适的卧床，奶牛站立时间延长，肢蹄负担较重，导致肢蹄病发病率也较高。2 级卧床乳房炎和子宫内膜炎发病率较低可能是因为使用了沙子垫料，使用沙子等干燥的卧床垫料有利于减少环境型乳房炎和子宫内膜炎的发生，其次无机材料不利于微生物生长，进一步降低了两种疾病发生的概率；2 级卧床肢蹄病发病率较高，可能的原因是沙子垫料硬度较大，对肢蹄的磨损程度较高所导致的。然而 2 级卧床与 3 级卧床肢蹄病发病率差异不明显，可能是由于 2 级卧床的垫料虽然硬度较大，但细菌数量较低，3 级卧床垫料柔软，但细菌数量较高造成的。从胎次与卧床等级互动下奶牛的乳房炎、肢蹄病、子宫内膜炎的发病率的结果来看，三种疾病的发病率均随着胎次增加而增加，其原因可能是奶牛随着胎次增多，机体恢复能力和抵抗力出现下降，进而患病风险增加所导致的。

综上所述，卧床等级对奶牛乳房炎、肢蹄病、子宫内膜炎发病率有明显影响，造成该结果的主要原因是不同等级卧床的细菌数量和硬度不同，细菌数量越多三种疾病的发病率越高，卧床垫料硬度越大引发肢蹄病的概率越大，由此提示在实际的奶牛饲养过程中卧床舒适度的重要性，为提升奶牛生产性能和牛场经济效益提供帮助。

5 小结

卧床舒适度等级对奶牛乳房炎、肢蹄病、子宫内膜炎发病率有显著影响，乳房炎和子宫内膜炎发病率呈现 1 级卧床 > 3 级卧床 > 2 级卧床，而肢蹄病发病率则表现为 1 级卧床 > 2 级卧床 > 3 级卧床。

第三章 全文总结

- 1、三种等级卧床的舒适度评估结果为：A 牛舍卧床舒适度等级最低为 1 级；B 牛舍卧床舒适度等级中等为 2 级；C 牛舍卧床舒适度等级最高为 3 级。
- 2、卧床舒适度等级与奶牛产奶量呈显著正相关，与牛奶中 SCC 呈负相关。
- 3、卧床舒适度等级与总受胎率呈显著正相关，与产后首配天数呈显著负相关，对配种指数及产犊间隔无明显影响。
- 4、卧床舒适度等级对乳房炎、肢蹄病有显著影响 ($P<0.05$)，对子宫内膜炎无明显影响 ($P>0.05$)；乳房炎发病率呈现 1 级卧床>3 级卧床>2 级卧床，而肢蹄病发病率则表现为 1 级卧床>2 级卧床>3 级卧床。

参考文献

- [1] 吴井峰. 中国奶牛业发展研究[D].山东大学,2005.
- [2] 田玉静.国外奶牛业的发展及其对中国的启示——以美国、日本为例[D].中国农业科学院;中国农业科学研究院,2001.
- [3] 韩磊,刘长全.中国奶业经济发展趋势、挑战与政策建议[J].中国畜牧杂志,2019,55(01):151-156.
- [4] 马莹.中国奶业发展现状与趋势[J].中国乳业,2015(07):3-4.
- [5] 程漱兰,姚莉,崔惠玲,等.WTO 背景下的中国奶业发展前景[J].农业经济问题,2002(03):9-16.
- [6] 王庆辉. 我国乳业国际竞争力提升研究[D].河南大学,2014.
- [7] 杨钰莹,王明利.深度分析:中国奶业发展之挑战——中国奶业面临的进出口贸易形势及其竞争力分析[J].价格理论与实践,2019(01):145-148.
- [8] 国家全方位规划布局下的中国奶业现状及发展之路[J].乡村科技,2017(27):8-9.
- [9] 李栋. 中国奶牛养殖模式及其效率研究[D].中国农业科学院,2013.
- [10] 班洪赞、周德、田旭.中国奶业发展情况分析:与世界主要奶业国家的比较[J].世界农业,2017(3).
- [11] 郭利亚,王玉庭,张养东,等.中国奶业发展现状及主要问题对策分析[J].中国畜牧杂志,2015,51(20):35-40.
- [12] 周宪锋. 中国奶业产业发展的问题及监管研究[D].华中科技大学,2010.
- [13] 杨伟民. 中国乳业产业链与组织模式研究[D].中国农业科学院,2009.
- [14] 杨莲茹,孔卫国,杨晓野,等.动物福利法的历史起源、现状及意义[J].动物科学与动物医学,2004(06):28-30.
- [15] Brambell F. Report of the Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals kept under Intensive Livestock Husbandry Systems[J].London, HMSO,1965.
- [16] Baxter M R. Ethology in environmental design for animal production[J].Applied Animal Ethology,1983,9(3-4):207-220.
- [17] Donald M. Broom. Animal welfare complementing or conflicting with other sustainability issues. 2019, 219
- [18] Fraser A F. Animal welfare practice: primary factors and objectives[J]. Applied Animal Behaviour Science. 1989, 22(2): 159-176.
- [19] Brantas G C. Animal welfare, productivity and profit[J]. Applied Animal Ethology.1975, 1(2): 205.
- [20] 李世歌. 牛床舒适度等级对泌乳牛泌乳性能、繁殖性能和健康状况的影响研究[D].甘肃农业大学,2014.
- [21] 马冠华.提高动物福利,促进畜牧业可持续发展[J].山东畜牧兽医,2012,33(03):62-64.
- [22] Mcglone J J. Farm animal welfare in the context of other society issues: toward sustainable systems[J].Livestock Production Science,2001,72:75-81.

- [23] Lusk J. The effect of proposition 2 on the demand for eggs in California[J].*Journal of Agricultural & Food Industrial Organization*,2010,8(8):3.
- [24] 尤晓霖. 英国动物福利观念发展的研究[D].南京农业大学,2015.
- [25] 冯少南. 动物福利的立法研究[D].安徽大学,2014.
- [26] 包军.中国畜牧业的“动物福利”[J].*农学学报*,2018,8(01):179-185.
- [27] 王常伟,顾海英.动物福利认知与居民食品安全[J].*财经研究*,2016,42(12):16-26+107.
- [28] 孙忠超. 我国农场动物福利评价研究[D].内蒙古农业大学,2013.
- [29] 李斌,韩印如,陈奕业,等.奶牛舒适度评估研究进展[J].*家畜生态学报*,2020,41(02):1-7.
- [30] 李庆玲,赖松家.奶牛舒适度评分体系及其影响因素[J].*中国乳业*,2019(02):44-47.
- [31] 李守忠.提高奶牛舒适度和采食量的措施[J]. *中国奶牛*,2007(3):47-50.
- [32] Metcalf J A, Roberts S J, Sutton J D. Variations in blood flow to and from the bovine mammary gland measured using transit time ultrasound and dye dilution[J]. *Research in veterinary science*. 1992, 53(1): 59-63.
- [33] Rulquin H, Caudal J P. Effects of lying or standing on mammary blood flow and heart rate of dairy cows: *Annales de zootechnie*[Z]. 1992: 41, 101.
- [34] Munksgaard L, Løvendahl P. Effects of social and physical stressors on growth hormone levels in dairy cows[J]. *Canadian Journal of Animal Science*. 1993, 73(4): 847-853.
- [35] Munksgaard L, Simonsen H B. Behavioural and Pituitary-adrenal axis responses of tethered cows or cows kept in pens with slatted floors[J]. *Acta Agriculturae Scandinavica A-Animal Sciences*. 1995, 45(2): 132-138.
- [36] Grant R. Taking advantage of natural behavior improves dairy cow performance: *Western Dairy Management Conference Proceedings*[Z]. 2007225-236.
- [37] House H K, Rodenburg J, Lang B R. The effect of neck rail and mounting rail position on cow behavior: *proc. 5th Int. Dairy Housing Conf., Am. Soc. Agric. Eng., St. JosePh, MI*[Z]. 2003147-154.
- [38] 崔琳. 奶牛对不同牛床垫料喜好选择影响的研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学, 2010.
- [39] Degraives F J, Fetrow J. Economics of mastitis and mastitis control.[J]. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*. 1993, 9(3): 421-434.
- [40] 努尔比亚·热麦提.奶牛子宫内膜炎的综合防治[J].*兽医导刊*,2020(09):31.
- [41] 薛红梅.奶牛子宫内膜炎的诊断与治疗[J].*畜牧兽医科技信息*,2019(06):40.
- [42] 张先忠.奶牛子宫内膜炎的综合防治[J].*中国畜禽种业*,2019,15(11):145.
- [43] 刘坤. 大型牛场奶牛繁殖性能调查及提高奶牛受胎率的研究[D].南京农业大学,2012.
- [44] Whay H R, Waterman A E, Webster A. Associations between locomotion, claw lesions and nociceptive threshold in dairy heifers during the Peri-Partum Period[J]. *The veterinary journal*. 1997, 154(2): 155-161.
- [45] Warnick L D, Janssen D, Guard C L, et al. The effect of lameness on milk

- production in dairy cows[J]. *Journal of dairy science*. 2001, 84(9): 1988-1997.
- [46] Collick D W, Ward W R, Dobson H. Associations between types of lameness and fertility[J]. *Veterinary Record*. 1989, 125(5): 103-106.
- [47] Weigler B J, Hird D W, Sischo W M, et al. Veterinary and nonveterinary costs of disease in 29 California dairies participating in the National Animal Health Monitoring System from 1988 to 1989.[J]. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1990, 196(12): 1945-1949.
- [48] Faull W B, Hughes J W, Clarkson M J, et al. Epidemiology of lameness in dairy cattle: the influence of cubicles and indoor and outdoor walking surfaces[J]. *Veterinary record*. 1996, 139(6): 130-136.
- [49] 宋亚攀, 孙丽萍, 郭爱珍, 等. 奶牛舒适度的评估[A]. 中国奶业协会.第五届中国奶业大会论文集[C]. 中国奶业协会: 中国奶牛编辑部, 2014.
- [50] C.B. Tucker,G. Zdanowicz,D.M. Weary. Brisket Boards Reduce Freestall Use[J]. *Journal of Dairy Science*,2006,89(7).
- [51] 刘晓波.保证奶牛舒适的自由卧栏设计[J].*饲料博览*,2017(06):55.
- [52] GASTELEN S V, WESTERLAAN B, HOUWERS D J, et al.A study on cow comfort and risk for lameness and mastitis relation to different types of bedding materials[J]. *Journal of Dairy Science*, 2011, 94(10):4878-4888.
- [53] DRISSLER M, GAWORSKI M, TUCKER C B, et al.Freestall maintenance:Effects on lying behavior of dairy cattle[J]. *Journal of Dairy Science*, 2005, 88(7): 2 381-2 387.
- [54] 黄雷,王丽丽,李彦猛,等.不同卧床垫料对奶牛趴卧行为的影响[J].*畜牧与兽医*,2016,48(01):67-70.
- [55] 罗杨,李锡智,马翀,等.两种卧床垫料对奶牛趴卧行为及健康状况的影响[J].*中国奶牛*,2018(03):14-17.
- [56] Muller, C., J. Ladewig, H. H. Thielscher, et al.1989. Behavior and heart rate of heifers housed in tether stanchions without straw. *Physiol. Behav.* 46:751-754.
- [57] Krohn, C. C., and L. Munksgaard. 1993. Behaviour of dairy cows kept in extensive (loose housing/pasture) or intensive (tie stall) environments. II.Lying and lying-down behaviour.*Appl.Anim.Behav. Sci.* 37:1 — 16.
- [58] Wierenga,H.K., and H.Hopster. 1990. The significance of cubicles for the behaviour of dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 26:309-337
- [59] 易国强. 进 121 奶牛日挤奶数对产奶量影响的试验报告[J]. *江西畜牧兽医杂志*, 1991, (2): 63-64.
- [60] Jensen M B, Pedersen L J, Munksgaard L. The effect of reward duration on demand functions for rest in dairy heifers and lying requirements as measured by demand functions[J]. *Applied Animal Behaviour Science*, 2005, 90 (3) : 207-217.
- [61] 邓先德, 程勤阳. 舍饲环境对奶牛蹄病影响的研究进展[J]. *农业工程学报*, 2008, 24(4): 307-312.

- [62] Shook G E. Genetic improvement of mastitist hroughselection on somatic cell count[J]. Veterinary Clinics ofNorth America Food Animal Practice, 1993, 9(3): 563-581.
- [63] Karakok S G, Uslucan B, Tapki I, et al. The effect of straw bedding usage in loose housing systems on behavior and milk production of holstein dairy cows[J]. Journal of Animal and Veterinary Advances, 2009, 8 (9) : 1 824-1 828.
- [64] 何月贤,王跃川,郭伟,等.舒适型奶牛卧床的改造及新型垫料的应用[J].中国乳业,2018(06):42-43.
- [65] Albright, J. L.and T. Grandin. Understanding dairy cattle behavior to improve handling and production[J]. J. Dairy Sci,1993, 76 (Suppl I):235.
- [66] 米法英,王翠芳,敖长金,等.动物福利对奶牛生产性能的影响[J].中国奶牛,2016(09):4-8.
- [67] 金晓东,邱殿锐,王丽丽,等.不同卧床垫料对奶牛生产性能的影响[J].当代畜牧,2015(30):4-7.
- [68] 师宏伟,李国林,杨杜录,等.不同卧床垫料对奶牛产奶性能的影响[J].中国奶牛,2012(16):26-27.
- [69] 翁春玲,刘太红,李馨. 利用 DHI 数据对奶牛乳蛋白率变化规律及影响因素的研究[J]. 中国奶牛,2015,02:41-44.
- [70] 韩苗苗, 王雅春, 张子淇, 等.夏季奶牛体表清洁度和乳头健康状况及其重要性初探[J].中国奶牛,2013(8):41-44.
- [71] 马承宝.环境舒适度与奶牛健康高产[J].中国乳业,2008(01):58-59.
- [72] 赵番番,葛建军,李红燕,等.新疆地区荷斯坦牛乳中体细胞评分对产奶量与乳成分的影响[J].中国畜牧兽医,2019,46(11):3323-3331.
- [73] Royal M.D, Darwash A.O, Flint A. P.F, et al..Declining fertility in dairy cattle: Changes in traditional and endocrine parameters of fertility[J]. Animal Science, 2000, 70: 487-501.
- [74] Lucy M.C. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end?[J]. J. Dairy Science, 2001, 84: 1277-1293.
- [75] 阚远征, 杨通广. 高产奶牛繁殖力的遗传选择[J]. 中国奶牛, 2008, 6: 32-34.
- [76] 吴俊静,杨利国,宴邦富,等.奶牛繁殖性能的分析研究[J].中国奶牛,2010(11):28-32.
- [77] García-Ispuerto I, López-Gatius F, Santolaria P, et al. Factors affecting the fertility of high producing dairy herds in northeastern Spain[J]. Theriogenology. 2007, 67(3): 632-638.
- [78] Smith J W, Ely L O. The influence of feeding and housing systems on production, reproduction, and somatic cell count scores of southern Holstein herds[J]. The professional Animal Scientist. 1997, 13(3): 155-161.
- [79] Beam S W, Butler W R. Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows.[J]. Journal of reproduction and fertility. Supplement. 1998, 54: 411-424.
- [80] Butler W R. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle[J]. Animal Reproduction Science. 2000, 60: 449-457.
- [81] 朱胜杰,孙祯保.季节·胎次与年单产水平对荷斯坦牛受胎率的影响[J].安徽农业科

学,2015,43(26):148-150.

[82] 陈婷婷,刘文娇,何洋,等.西南某规模化奶牛场全年繁殖效率及其影响因素[J].中国奶牛,2020(04):17-21.

[83] Clark J A. Environmental aspects of housing for animal production. proceedings of 31st Nottingham Easter School in Agricultural Science.[Z]. Butterworths., 1981.

[84] Husfeldt A W, Endres M I. Association between stall surface and some animal welfare measurements in freestall dairy herds using recycled manure solids for bedding[J]. Journal of dairy science. 2012, 95(10): 5626-5634.

[85] Fairchild T P, McArthur B J, Moore J H, et al. Coliform counts in various bedding materials[J]. Journal of dairy science. 1982, 65(6): 1029-1035.

[86] Hogan J S, Smith K L, Hoblet K H, et al. Bacterial counts in bedding materials used on nine commercial dairies[J]. Journal of dairy science. 1989, 72(1): 250-258.

[87] Haley D B, Rushen J, De passillé A M. Effects of softer flooring on behaviour, health and productivity of dairy cows in tie stall housing[J]. Proceedings of the 33rd International Society for Applied Ethology. KM Bøe, M. Bakken, and BO Braastad (eds.) Agricultural University of Norway. Lillehammer, NR. 1999: 127.

[88] Weary D M, Tazkun I. Hock lesions and free-stall design[J]. Journal of dairy science. 2000, 83(4): 697-702.

[89] Wechsler B, Schaub J, Friedli K, et al. Behaviour and leg injuries in dairy cows kept in cubicle systems with straw bedding or soft lying mats[J]. Applied animal behaviour science. 2000, 69(3): 189-197.

[90] Cook N B, D J Reinemann. A Tool Box for Assessing Cow, Udder and Teat Hygiene. 2012.

[91] 代栓军. 卧床舒适度及垫料卫生条件对奶牛健康和生产的影响[D]. 内蒙古民族大学, 2018.

致谢

时光飞逝，不知不觉已到了毕业季，两年来我在赛务加甫教授的悉心指导下完成了硕士毕业的相关试验研究以及论文撰写。在试验和撰写论文的过程中，老师对我无私的指导和帮助，不厌其烦的帮我修改论文给我参考建议。在此，谨向导师表示崇高的敬意和衷心的感谢。

感谢石河子市晟达牧业养殖合作社为我提供试验场地，感谢王银龙师哥以及牛场工作人员给予的配合和帮助。感谢我的同门张晓晓、袁利明以及李娜师姐对我的鼓励和帮助，感谢人畜共患病实验室提供的试验平台，感谢邵志然同学对我的支持，使我能克服实验中遇到的困难，顺利毕业。

感谢我生活学习的母校---石河子大学，给了我一个宽阔的学习平台，让我不断的吸取新知，充实自己。感谢所有授我以业的老师，没有你们的谆谆教诲，我没有这么大的动力和信心完成这篇论文。感恩之余，诚恳地请各位老师对我的论文多加批评指正，使我及时完善论文的不足之处。

最后，感谢所有为本论文的完成做出努力的老师、同学、朋友和亲人！

作者简介

吴雨红，男，生于1994年6月。籍贯四川省达州市，2013年考入塔里木大学动物科学学院，就读动物医学专业。2018年9月进入石河子大学动物科技学院攻读硕士，专业为兽医，研究方向为兽医技术服务。

在校研究生期间发表的文章

(1) 吴雨红,王银龙,李娜,袁利明,史新怀,赛务加甫.卧床舒适度对奶牛泌乳性能的影响研究[J].现代畜牧兽医,2020(05):20-24.

石河子大学硕士研究生学位论文

导师评阅表


| | | | |
|-------|-----|------|--------|
| 研究生姓名 | 吴雨红 | 学制 | 二年 |
| 专业 | 兽医 | 研究方向 | 兽医技术服务 |

学术评语：

该同学论文通过对不同处理卧床进行舒适度评价，根据奶牛在不同舒适度卧床的泌乳、繁殖性能及健康状况的数据，分析研究了卧床舒适度对奶牛生产性能和健康的影响，研究立足生产实际问题，研究结果为奶牛场的实际生产和饲养管理提供了指导。结果表明：卧床舒适度等级与奶牛产奶量呈显著正相关，与牛奶中体细胞数呈负相关；与总受胎率呈显著正相关，与产后首配天数呈显著负相关，对配种指数及产犊间隔无明显影响；对乳房炎、肢蹄病有显著影响 ($P < 0.05$)，对子宫内膜炎无明显影响 ($P > 0.05$)。该研究紧密结合生产实际，对解决生产实际问题具有重要科研和应用价值。研究工作内容涉及面广、工作量大，其中涉及包括动物繁殖学、动物行为学、养牛学、生物统计等多个学科。

该同学在研究中认真细致，掌握了操作方法、技巧和研究方法，论文研究设计科学合理，技术路线正确，数据真实可靠，分析合理，查阅文献资料面广，外文文献占 50% 以上，论文思路清晰，分析严谨，结论可信。通过研究工作和临床实践锻炼，达到了兽医专业硕士毕业的要求。该同学具备了一定的科研能力和临床操作能力，提高了自己的文字表达能力，为今后工作奠定了良好基础。

综上所述，本人认为该同学基础知识扎实，动手能力较强，熟悉研究内容，了解国内外研究动态，具备了一定的独立从事科研和临床工作的能力。达到了专业硕士学位论文毕业论文的水平。

指导教师签字：

2020 年 8 月 19 日