



基于数据挖掘分析治疗奶牛乳房炎处方用药规律 及核心药物临床疗效验证

韩俊成¹, 吕建雨², 韩超², 赵卿宇², 魏媛媛², 张晓松², 陈卓², 陈婷婷²,
樊艺萌², 郝智慧^{1,2,3*}

(1. 新疆农业大学动物医学学院, 新疆草食动物新药研究与创制重点实验室, 乌鲁木齐 830052;
2. 中国农业大学动物医学院, 中兽医医药创新中心, 北京 100193; 3. 中国农业大学烟台研究院, 烟台 264670)

摘要: 本研究旨在挖掘治疗奶牛乳房炎处方的用药规律分析核心用药。本研究采用 Excel、GraphPad Prism 软件分析治疗奶牛乳房炎处方方剂基本信息, 用 IBM Spss Statistics 26.0、IBM Spss Modeler、Cytoscape 软件对方剂配伍中药性味归经、关联规则进行数据挖掘, 筛选出核心药物, 并对核心药物蒲公英的临床药效进行了验证。结果表明, 共纳入分析 239 首方剂、涉及 185 味中药, 药物总频次为 2 317, 核心药物蒲公英、当归、甘草、金银花、连翘频率 ≥ 100 次, 性味以寒性温性、苦、甘、辛味为主, 大多归肝、胃、肺经, 以蒲公英-紫花地丁、金银花药对组合置信度最高, 聚类分析分为 7 类, 蒲公英居于用药最核心位置。临床疗效试验表明, 核心药物蒲公英, 显著降低隐性乳房炎患牛乳汁体细胞数, 对奶牛隐性乳房炎具有良好的治疗效果。本研究挖掘出治疗奶牛乳房炎核心药物蒲公英, 并验证了蒲公英鲜品对奶牛隐性乳房炎的治疗作用, 为防治奶牛乳房炎的中兽药开发提供数据支持。

关键词: 数据挖掘; 奶牛乳房炎; 蒲公英; 用药规律; 临床疗效

中图分类号: S853.74

文献标志码: A

文章编号: 0366-6964(2026)02-1124-13

Data Mining-based Analysis of Prescription Drug Patterns and Clinical Efficacy Validation of Core Drugs for the Treatment of Mastitis in Dairy Cows

HAN Juncheng¹, LÜ Jianyu², HAN Chao², ZHAO Qingyu², WEI Yuanyuan², ZHANG Xiaosong²,
CHEN Zhuo², CHEN Tingting², FAN Yimeng², HAO Zhihui^{1,2,3*}

(1. College of Veterinary Medicine, Xinjiang Agricultural University/Xinjiang Key Laboratory of
New Drug Research and Development for Herbivorous Animals, Urumqi 830052, China;

2. Innovation Center of Chinese Veterinary Medicine, College of Veterinary Medicine,
China Agricultural University, Beijing 100193, China;

3. Yantai Research Institute, China Agricultural University, Yantai 264670, China)

Abstract: This study aimed to analyze the medication law of the core medication for the treatment of dairy cow mastitis prescription. This study used Excel and GraphPad Prism software to analyze the basic information of the prescription for the treatment of dairy cow mastitis. IBM Spss Statistics 26.0, IBM Spss Modeler, and Cytoscape software were used for analyzing the performance and

收稿日期: 2025-05-06

基金项目: 自治区重大科技专项(2023A02007-2-11); 山东省现代农业产业技术体系中草药体系营养与加工岗位(SDAIT-20-06); 中央本级重大增减支项目(2060302); 农业农村部中兽医生物学重点实验室开放基金(NYX2024006)

作者简介: 韩俊成, 主要从事兽医药理学与毒理学、中兽医医药研究, E-mail: hanjuncheng6@163.com

* 通信作者: 郝智慧, 主要从事中兽药药理学与毒理学、新兽药创制和兽医公共卫生相关研究, E-mail: haozhihui@cau.edu.cn

association of Chinese herbal medicines in the prescription. Data mining was conducted using association rules with IBM SPSS Statistics 26, IBM SPSS Modeler, and Cytoscape software to identify the core drugs. The clinical efficacy of the core drug dandelion was also validated. The results showed that a total of 239 prescriptions were included in the analysis, involving 185 different traditional Chinese medicines. The total frequency of drug use was 2 317. The core drugs identified were dandelion, angelica, licorice, honeysuckle and forsythia, with a frequency of ≥ 100 times. These drugs have different properties, including cold, warm, bitter, sweet, and pungent, and mainly belong to the liver, stomach, and lung meridians. The combination of dandelion-Zingiber officinale, honeysuckle drug pair had the highest confidence. Cluster analysis categorized the core drug into 7 groups, with dandelion being the most central drug in its use. Clinical efficacy tests demonstrated that the core drug, dandelion, significantly reduced the number of somatic cells in the milk of cows with subclinical mastitis and showed a good therapeutic effect on subclinical mastitis in dairy cows. In this study, dandelion was identified as the core drug for the treatment of dairy cow mastitis. This provides a reference for scientifically guiding the rational use of medication in the clinical treatment of dairy cow mastitis, as well as offering data support for the development of Chinese veterinary medicine for the prevention and treatment of dairy cow mastitis.

Keywords: data mining; dairy cow mastitis; dandelion; dosing pattern; clinical efficacy

* **Corresponding author:** HAO Zhihui, E-mail: haozhihui@cau. edu. cn

乳房炎是奶牛的主要疾病之一,按照奶牛临床症状分为临床型乳房炎和亚临床型乳房炎(隐性乳房炎)2类^[1]。奶牛临床型乳房炎的症状明显,乳汁质地和颜色均有眼观的变化,可见奶样稀薄或浓稠如奶酪、颜色浅黄或红褐,并且乳房呈现红肿、有硬块等^[2-3];奶牛隐性乳房炎,则较隐蔽不易被发现,乳房和乳汁的变化肉眼不可见,但会出现奶样中体细胞数(somatic cell count, SCC)升高,并易转成临床型乳房炎^[4]。我国每年因患奶牛乳房炎所导致的直接及间接的经济损失高达150亿~450亿元,达到奶牛场常见生产疾病总损失的38%,我国奶牛乳房炎总发病率为20%~70%,其中,隐性乳房炎发病率是临床型乳房炎的15倍~40倍,部分地区发病率达到65%以上^[5]。奶牛乳房炎的发生具有普遍性、高发性和难治愈性,给奶牛产业带来一系列不容忽视的经济损失,除了直接导致产奶量减少、乳汁品质下降,严重的还会引起奶牛繁殖力减退、死亡淘汰率升高等后果,严重制约着我国奶牛产业的发展^[6]。目前,奶牛乳房炎临床治疗方法主要包括肌肉注射、静脉注射或乳房灌注抗生素,但长期滥用抗生素,不仅引起抗生素超标产生残留,增加细菌耐药性,导致治疗效果降低,还会影响奶产品的质量,危及人类健康^[7-9]。中兽药能克服使用抗生素的一系列缺点,具有毒副作用较小、能够标本兼治、不易产

生药物抗药性、不易造成兽药残留等优点,并且许多中兽药及其活性成分具有消炎、抗菌、抗病毒和免疫调节等多重作用,在动物疾病治疗方面拥有独特的优势^[10]。因此,使用中兽药治疗奶牛乳房炎可从根本上提高牛奶品质,是奶产业健康发展的必然趋势^[11]。

中兽医理论学说认为奶牛发生乳房炎主要是奶牛产后肝郁气滞,进而引起胃热壅滞、乳汁瘀滞等的原因造成。中兽医基于整体观念,通过四诊合参,辨证组方,遣药施治。大量临床研究证实,中兽药治疗可以有效防治奶牛乳房炎,但鉴于兽医临证经验的差异性和中兽医的复杂性,各方剂的用药呈现较大的差异,且研究者多集中于病因研究和经验的总结,缺少对用药规律的深入探究,基于此,应用数据挖掘分析总结相关文献和兽医书籍中防治奶牛乳房炎处方用药规律,筛选出治疗奶牛乳房炎核心的药物及配伍规律。

根据数据挖掘筛选出的治疗奶牛乳房炎最核心药物为蒲公英,现有研究表明蒲公英鲜品的抗炎作用优于蒲公英干品^[12]。我国奶牛隐性乳房炎发病率相对较高^[13],因此以患隐性乳房炎的患病奶牛为试验对象,开展了蒲公英鲜品提取物对奶牛隐性乳房炎的临床效果研究,观察蒲公英鲜品提取物不同给药量治疗奶牛隐性乳房炎的效果,验证挖掘分

析结果,确证蒲公英鲜品提取物对奶牛隐性乳房炎的防治效果,为治疗奶牛乳房炎后续药物开发提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 药品与主要试剂 蒲公英鲜品提取物(批次为20230525)由中国农业大学中兽医创新中心研制;兰州隐性乳房炎诊断液(LMT)由中国农业科学院中兽医研究所药厂生产(批号:20230420)。

1.1.2 主要仪器设备 DHI乳成分分析仪(丹麦FOSS集团(中国)有限公司);迈瑞bc-2800vet全自动血液分析仪(深圳迈瑞公司);LDZS-30KB立式压力蒸汽灭菌器(上海申安医疗器械厂);JY502电子天平(上海浦春计量仪器有限公司);超低温冰箱(青岛海尔特种电器有限公司);SW-CJ-2FD型超净工作台(苏州净化公司);CU420型数显恒温水浴箱(上海一恒科技有限公司)。

1.2 方法

1.2.1 文献来源及检索方式 以“奶牛乳房炎”“奶牛乳腺炎”和“奶牛乳痈”为关键词,检索中国知网(CNKI)、万方数据库、维普期刊数据库(VIP)以及中国生物医学文献数据库(CBM)建库以来所有使用中兽药复方治疗奶牛乳房炎的临床文献,包括方剂名称、药物组成、功效主治等。

1.2.2 处方纳入与排除标准 纳入数据标准:1)符合所设定的检索范围。2)中兽药复方治疗奶牛乳房炎相关研究且临床显示有效。3)中兽药处方记录了详实的药材组成及用量。4)中兽药复方的功能主治必须是治疗奶牛乳房炎。

排除标准:1)除奶牛乳房炎外还合并其他非乳房炎相关的疾病。2)综述类的文献、动物及体外的实验研究、中兽药的药理机制研究、学术会议论文等文献。3)经临床治疗后中兽药复方无效或效果不明确的文献。4)中兽药复方药材组成不完整的文献。5)药物组成不明确,药名在《中国兽药典》《中国药典》和《中华本草》中均检索不到者。

1.2.3 数据规范方法

1.2.3.1 中药名称规范化:中兽药名称参照2020版《中国兽药典》和2020版《中国药典》及《中华本草》名称统一规范预处理,中药别名及俗称参考《中药别名速查大辞典》予以规范;如“大茴香”改为“八角茴香”,“杭白芍”改为“白芍”,“丹皮”改为“牡丹

皮”,“汉防己”改为“防己”等。名词忽略掉药材的炮制方法,如“炒白术”“炙白术”均统一规范成白术,但在《中国兽药典》中单列的炮制品除外。

1.2.3.2 中兽药药性规范化:关于中兽药药性的规范化处理按照2020年版的《中国兽药典》《中华人民共和国药典》和《中华本草》中明确记载的药性,如有药物的四气、五味、归经不同,均以上述两本药典为优先参考标准。

1.2.4 数据库建立 使用Excel 2019软件建立治疗奶牛乳房炎中药处方相关数据库,对所录入的中药进行频数统计,并对所有中药和高频中药的性味归经作分类分析;运用SPSS 26.0软件对处方进行聚类分析绘制树状图和SPSS Modeler18软件采用关联规则分析中的Apriori算法挖掘处方高频药物药对之间的配伍关系,设置支持度 $\geq 10\%$,置信度 $\geq 80\%$,并绘制关联网络图。

1.2.5 试验动物的选择、动物分组与处理 山东青岛某奶牛场选择年龄2~5岁,胎次2~4胎,体重650~750 kg,产奶量25~45 kg,产后21~70 d体细胞数量($> 50 \text{万} \cdot \text{mL}^{-1}$)相近,且均自然患有隐性乳房炎的32头荷斯坦奶牛作为受试动物,另选择8头体况、产奶量相近、隐性乳房炎检测呈阴性(体细胞数量 $< 40 \text{万} \cdot \text{mL}^{-1}$)的健康奶牛作为空白对照组,试验奶牛在试验期间的饲养管理方式与养殖场内其它牛群相同。将32头隐性乳房炎阳性的荷斯坦奶牛,按照年龄、胎次、产奶量和泌乳期相近的原则进行配对分组,随机分为4组,每组8头,分别为蒲公英鲜品提取物高剂量组[DH, $60 \text{g} \cdot (\text{d} \cdot \text{头})^{-1}$]、中剂量组[DM, $40 \text{g} \cdot (\text{d} \cdot \text{头})^{-1}$]、低剂量组[DL, $20 \text{g} \cdot (\text{d} \cdot \text{头})^{-1}$]、奶牛隐性乳房炎对照组(MC),8头健康奶牛为空白对照组(NC)。MC组不进行给药,3个试验组DL组、DM组、DH组分别按每头牛一次混饲20、40、60 g的蒲公英鲜品提取物。给药方法为在基础TMR日粮中分别添加受试药物,保证各组奶牛药物摄入完全。连续给药15 d,试验期为28 d。

1.2.6 隐性乳房炎判定标准 判定标准为经兰州隐性乳房炎诊断液(Lanzhou Mastitis Test, LMT)检测隐性乳房炎为阳性判定标准参考文献[14],并且乳汁检测体细胞数(somatic cell count, SCC)大于 $50 \text{万} \cdot \text{mL}^{-1}$,试验前未给任何药物治疗。

1.2.7 体细胞数目和牛奶乳脂含量检测 采用体细胞计数仪在第0、7、15、21和28天,用10 mL无

菌采样管收集 4 mL 的奶样,混合后于 50 mL 管,对牛奶中体细胞检测,统计各组体细胞数目变化,同时记录采样的牛号、乳汁颜色等信息,其余奶样用于检测乳汁的乳脂含量。

1.2.8 产奶量测定 在试验第 0、7、15、21 和 28 天准确测定各试验组每头奶牛全天的产奶量。

1.2.9 血常规检测 在试验第 0、7、15、21 和 28 天分别对各组试验牛尾根静脉采血肝素钠抗凝全血,全自动血细胞分析仪测定试验奶牛血常规。

1.2.10 临床疗效的判定 给药 15 d 中,按照乳汁中的体细胞数,结合 LMT 的检测和观察结果对蒲公英的治疗效果做出判定,标准分为治愈、有效、无效和复发(停药 14 d 内的检测结果),试验期间如果隐性乳房炎病例转成具有明显的临床症状(如奶样稀薄或浓稠如奶酪、颜色浅黄或红褐,乳房红肿、有硬块等)则判定转为临床性乳房炎,以治愈率、有效率、无效率和复发率为主要药效评价指标,综合评价受试药物对奶牛隐性乳房炎的防治效果。

1.2.11 数据处理与统计分析 应用 SPSS 26.0 软件中对各组试验数据进行组间数据的显著性检验。结果用“平均值 $\pm$ 标准误($\bar{x} \pm s_x$)”表示;组间相同的时间点或组内不同的时间点数据,采用 ANOVA 单因素方差分析和邓肯氏多重比较分析各试验组之间的差异性。

2 结果

2.1 文献检索药物纳入情况

根据“1.2.2”限定检索方式得到初筛文献 3 236 篇,再通过阅读文献题目及摘要,筛选后纳入符合要求的 629 篇,通过阅读全文,根据纳入及排除标准予以剔除不符合要求的文献,共纳入符合标准的中药处方 239 首,涉及 185 味中药,药物总频次为 2 317。

2.2 药物频次统计

对方剂组成药物的使用频次进行统计分析表明,使用频次大于 30 的中药有 24 味,其中使用频次居前 10 位分别为蒲公英(157)、当归(137)、甘草(122)、金银花(117)、连翘(111)、瓜蒌(79)、王不留行(66)、川芎(61)、紫花地丁(59)(表 1)。其中蒲公英、当归、甘草、金银花、连翘频率 ≥ 100 次,远超其他药物使用频次,为高频核心药物。

2.3 性味归经分析

对 185 味中药进行四气分析如图 1A,寒性药物出现的频次为 700,占比 30.21%;温性药物出现的

频次为 511,占比 22.05%;平性药物出现的频次为 468,占比 20.20%;三者总占比大于 70%。对 185 味中药进行五味分析见图 1B,苦味药出现频次为 1 160,占比 33.70%;甘味药物出现频次为 1 044,占比 30.33%;辛味药物出现频次为 843,占比 24.49%。归经分析表明 185 味药物共涉及全部十二条经脉见图 1C,其中归肝经药物最多(855 次,占比 20.22%);胃经药物出现频次为 1 094,占比 18.06%;肺经药物出现频次为 2 044,占比 17.63%;其后是归心、脾经,分别是 913 次及 695 次,占比分别为 15.07% 和 11.47%。

2.4 药物关联分析

采用 SPSS Modeler18 统计分析软件进行建模,运用 Apriori 算法进行高频药物的关联规则分析,参数设置为其最大前项数为 2,支持度 $\geq 10\%$,置信度 $\geq 80\%$,共得出 66 条药对与药组关联规则,前项与后项均有良好的相关性。使用 SPSS Modeler18 软件,进一步挖掘所有高频药物之间潜在的关联,设置其支持度 $> 15\%$,置信度 $\geq 85\%$ 进行筛选药物对,共筛选到药物组合 13 组,置信度最高的药物组合为蒲公英-紫花地丁、金银花药对组合,乳香-没药和当归-川芎、蒲公英次之;支持度较高的药物组合有蒲公英-金银花;蒲公英-连翘、金银花;蒲公英-金银花、甘草等(表 2)。通过药物相关网络图可以进一步分析中兽药复方治疗奶牛乳房炎中所有药物之间关联程度,药物之间链接线条越粗代表,颜色越深,药物与其他药物关系越紧密,临床治疗奶牛乳房炎用药时,这两种药物同时应用的可能性就会越大。蒲公英、当归、甘草和连翘这 4 味药物之间线条较粗,颜色较深,与其他的高频药物联系十分紧密,用药频率比较高,说明此 4 味为治疗奶牛乳房炎的核心治疗药物,导出药物关联规则强弱链接数据,取 3 倍中位数筛选核心数据,利用 Cytoscape 构建关联规则矩阵进一步关联分析(图 2)。据此可知,将支持度设为 15%、置信度设为 85% 时共得到 13 种核心药物组合,结合关联规则分析,涉及 10 味核心药物,其中蒲公英居于最核心位置。

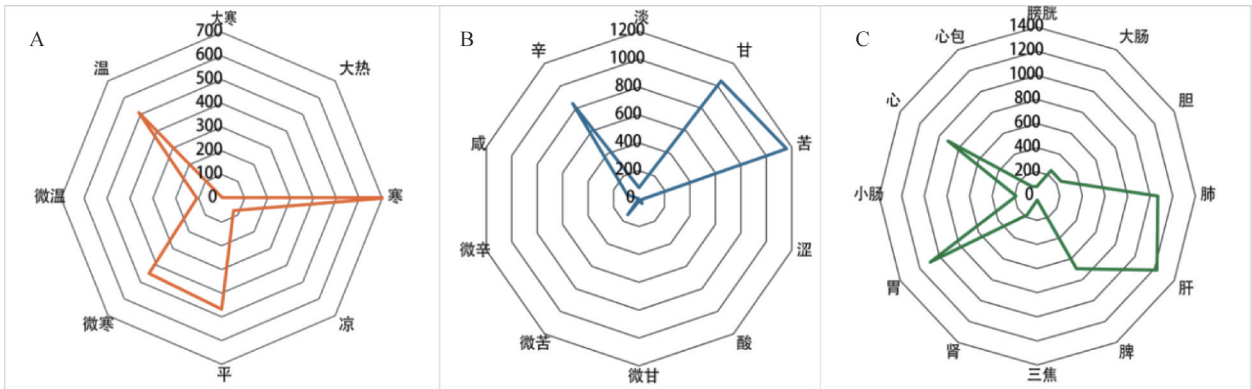
2.5 药物聚类分析

采用 SPSS 对使用频次排名 20 味高频中药进行聚类分析结果如图 3。距离类型为欧式距离,聚类方法为最长距离法,根据聚类结果,以分组距离 > 22 为界,将其聚为 6 类较为合适,可客观反映治疗奶牛乳房炎用药分类。第 I 类:乳香、没药;第 II

表 1 中药频次频率分布(使用频数≥30次)

Table 1 Frequency distribution of traditional Chinese medicine (Frequency of use ≥30 times)

序号 No.	中药 Traditional Chinese medicine	频次 Frequency	频率/% Frequency rate	序号 No.	中药 Traditional Chinese medicine	频次 Frequency	频率/% Frequency rate
1	蒲公英 Dandelion	157	65.69	13	青皮 Citrus reticulata	50	20.92
2	当归 Angelicae	137	57.32	14	柴胡 Bupleurum	48	20.08
3	甘草 Glycyrrhizae	122	51.05	15	赤芍 Paeoniae Radix Rubra	44	18.41
4	金银花 Honeysuckle	117	48.95	16	没药 Commiphora myrrha	44	18.41
5	连翘 Forsythia	111	46.44	17	天花粉 Trichosanthis Radix	40	16.74
6	瓜蒌 Trichosanthis	79	33.05	18	陈皮 Citri reticulatae	39	16.32
7	黄芪 Astragalus	75	31.38	19	通草 Tetrapanax papyrifer	39	16.32
8	王不留行 Vaccaria segetalis	66	27.62	20	穿山甲 Pangolin	38	15.9
9	川芎 Ligusticum chuanxiong	61	25.52	21	黄芩 Scutellaria baicalensis	38	15.9
10	紫花地丁 Viola yedoensis Makino	59	24.69	22	白芷 Angelica dahurica	36	15.06
11	皂角刺 Gleditsia sinensis	58	24.27	23	红花 Carthamus tinctorius	35	14.64
12	乳香 Boswellia carterii	54	22.59	24	白术 Atractylodes macrocephala	33	13.81



A. 奶牛乳房炎处方四气分析;B. 奶牛乳房炎处方五味分析;C. 奶牛乳房炎处方归经分析

A. The nature of prescriptions the treatment of dairy cow mastitis; B. The flavors of prescriptions the treatment of dairy cow mastitis; C. The channel tropism of prescriptions the treatment of dairy cow mastitis

图 1 239 首治疗奶牛乳房炎中药处方药物性味归经统计

Fig. 1 Statistics on the properties, flavours and Meridian tropism of 239 Chinese herbal prescriptions the treatment of dairy cow mastitis

类:黄芪、王不留行;第Ⅲ类:金银花、连翘、蒲公英、当归、甘草、瓜蒌、紫花地丁、川芎;第Ⅳ类:通草;第Ⅴ类:穿山甲;第Ⅵ类:赤芍;第Ⅶ类:青皮、柴胡、皂角刺、天花粉、陈皮。根据奶牛乳房炎的病因病理,

表2 239首治疗奶牛乳房炎中药处方药物关联规则(支持度 ≥ 0.15 ,置信度 ≥ 0.85)Table 2 Association rules for the drug combinations in 239 prescriptions the treatment of dairy cow mastitis (support ≥ 0.15 ; confidence ≥ 0.85)

序号 No.	后项 Latter	前项 Former	频次 Frequency	支持度百分比/% Support percentage	置信度百分比/% Confidence percentage	增益 Gain
1	蒲公英 Dandelion	紫花地丁、金银花 Viola yedoensis Makino, Honeysuckle	38	15.90	100.00	1.52
2	乳香 Boswellia carterii	没药 Commiphora myrrha	44	18.41	97.73	4.33
3	当归 Angelicae	川芎、蒲公英 Ligusticum chuanxiong, Dandelion	37	15.48	97.30	1.71
4	蒲公英 Dandelion	紫花地丁、连翘 Viola yedoensis Makino, Forsythia	37	15.48	97.30	1.48
5	当归 Angelicae	川芎、甘草 Ligusticum chuanxiong, Glycyrrhizae	36	15.06	97.22	1.71
6	当归 Angelicae	川芎 Ligusticum chuanxiong	61	25.52	93.44	1.64
7	蒲公英 Dandelion	紫花地丁 Viola yedoensis Makino	58	24.27	93.10	1.42
8	蒲公英 Dandelion	紫花地丁、甘草 Viola yedoensis Makino, Glycyrrhizae	37	15.48	91.89	1.40
9	甘草 Glycyrrhizae	陈皮 Citri reticulatae	39	16.32	89.74	1.76
10	蒲公英 Dandelion	金银花、当归 Honeysuckle, Angelicae	65	27.20	89.23	1.36
11	金银花 Honeysuckle	瓜蒌、连翘 Trichosanthis, Forsythia	42	17.57	85.71	1.75
12	蒲公英 Dandelion	金银花 Honeysuckle	117	48.95	85.47	1.30
13	蒲公英 Dandelion	连翘、当归 Forsythia, Angelicae	61	25.52	85.25	1.30

中兽医以清热解毒、活血化淤为治则,频次 ≥ 100 的高频核心药物均聚类到第Ⅲ类。金银花、连翘、蒲公英、紫花地丁清热解毒;瓜蒌清热化痰,利气散结;当归、川芎活血行气止痛;甘草调和诸药符合奶牛乳房炎的治则,频率最高的药物蒲公英的功效为清热解毒,消肿散结,利尿通淋,完全契合奶牛乳房炎的治则。

2.6 蒲公英鲜品提取物对各组奶牛的乳汁体细胞数的影响

添加蒲公英鲜品提取物后,结果表明(图4)给药前奶牛乳汁体细胞数乳腺炎组(MC)、低剂量组

(DL)、中剂量组(DM)和高剂量组(DH)间差异不显著(图4A)。第7天时DM和DH组的乳体细胞个数平均值降到 $50 \text{ 万} \cdot \text{mL}^{-1}$ 以下,显著低于MC组(图4B),第15天给药结束后,高、中、低剂量组以及空白对照组奶牛乳汁的体细胞数量达到正常水平,并与MC组相比差异极显著($P < 0.01$),中和高剂量组与NC比较,差异不显著($P > 0.05$)(图4C);停药后观察期,第21与28天各试验组均显著低于MC组。不管从乳体细胞的下降时间还是下降程度上蒲公英鲜品提取物高、中、低剂量均有降低乳汁体细胞数的效果,且高、中剂量作用效果更为明显。

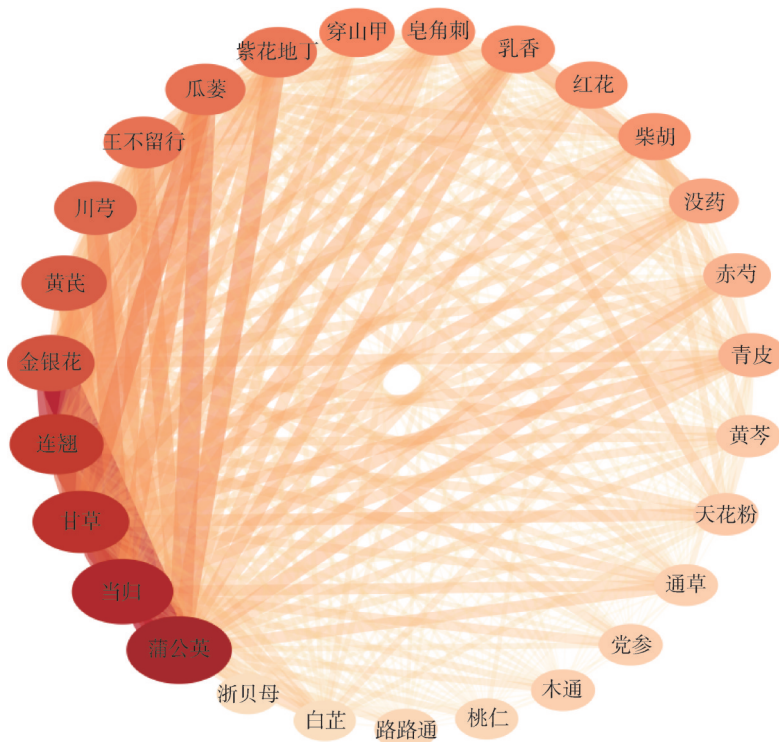


图2 治疗奶牛乳房炎中药核心药物关联规则网络可视化布局图
Fig. 2 Network visualisation layout of core drug association rules for the treatment of mastitis in dairy cows

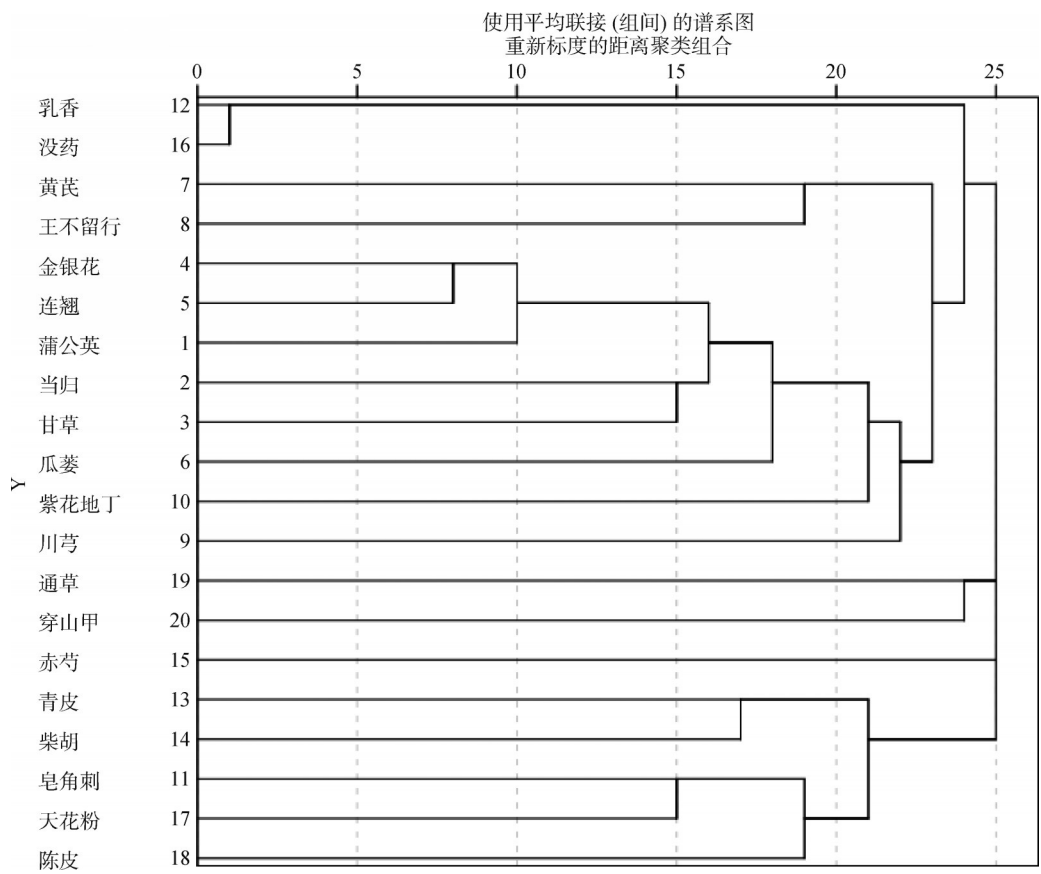
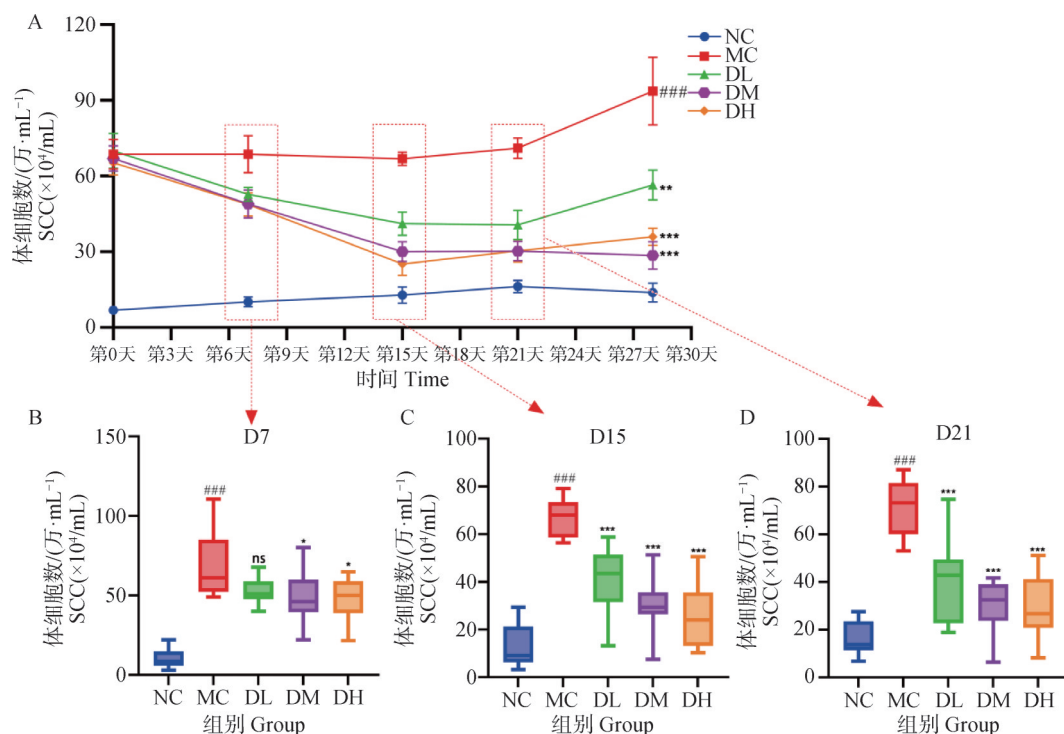


图3 治疗奶牛乳房炎中药处方高频药物聚类分析
Fig. 3 The cluster analysis tree of high frequency (Frequency ≥ 20) traditional Chinese medicines for the treatment of mastitis in dairy cows



A. 治疗前后各组奶牛乳汁体细胞的变化;B. 第7天各组奶牛的乳汁体细胞数;C. 第15天各组奶牛的乳汁体细胞数;D. 第21天各组奶牛的乳汁体细胞数;NC. 空白对照组;MC. 乳房炎组;DL. 低剂量组 $[20 \text{ g} \cdot (\text{d} \cdot \text{头})^{-1}]$;DM. 中剂量组 $[40 \text{ g} \cdot (\text{d} \cdot \text{头})^{-1}]$;DH. 高剂量组 $[60 \text{ g} \cdot (\text{d} \cdot \text{头})^{-1}]$ 。数值以 $\bar{x} \pm s_x (n=7)$ 表示;###. $P < 0.001$ (与空白对照组相比);**. $P < 0.01$, ***. $P < 0.001$ (与乳房炎组相比)

A. Changes of milk somatic cells in dairy cows before and after treatment; B. Somatic cell count of cows milk in various groups on day D7; C. Somatic cell count of cows milk in various groups on day D15; D. Somatic cell count of cows milk in various groups on day D21; NC. Blank control group; MC. Mastitis group; DL. Low-dose group (daily 20 g per head); DM. Medium-dose group (daily 40 g per head); DH. High-dose group (daily 60 g per head). Values are presented as $\bar{x} \pm s_x (n=7)$; ###. $P < 0.001$ (versus blank control group); **. $P < 0.01$, *** $P < 0.001$ (versus mastitis group)

图4 蒲公英鲜品提取物对奶牛隐性乳房炎乳汁中体细胞数的影响

Fig. 4 The effect of FDE pulvis on somatic cell count in the milk of dairy subclinical mastitis

2.7 蒲公英鲜品提取物对奶牛日产奶量的影响

添加蒲公英鲜品提取物散后,结果见表3,给药15 d后,高中低剂量组牛奶产量均高于给药前水平,但差异不显著。停药7和14 d后,高中低剂量组和NC组奶牛的日产奶量高于MC组,各高中低剂量试验组奶牛的日产奶量恢复到接近空白对照组水平,无显著性差异。试验结果说明蒲公英鲜品提取物散有恢复提高奶产量的作用,但差异不显著。

2.8 蒲公英鲜品提取物对奶牛乳汁中乳脂含量和奶牛血常规指标的影响

蒲公英鲜品提取物高、中、低剂量组与MC组以及NC组相比见表4,试验组与NC组的乳汁乳脂含量差异均不显著($P > 0.05$),结果表明蒲公英鲜品

提取物不会对乳脂含量造成不良影响,对乳成分含量无显著影响。连续给药15 d后,蒲公英鲜品提取物散高、中、低剂量组试验奶牛血液生理指标白细胞(WBC)、红细胞(RBC)、血红蛋白含量(HGB)、血小板(PLT)和淋巴细胞百分比(Lymph)指标与NC组相比差异不显著、MC组的血液生理指标差异均不显著($P > 0.05$),对受试奶牛的血液生理指标无影响。

2.9 蒲公英鲜品提取物对奶牛隐性乳房炎的治疗效果

蒲公英鲜品提取物对奶牛隐性乳房炎的疗效的判定结果见表5。7 d给药后,蒲公英鲜品提取物高、中、低剂量组以及MC组的治愈率分别为47.06%、23.53%、12.50%、11.11%,有效率分别

表 3 各组奶牛日奶产量记录结果($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$)

Table 3 The results of cows daily milk in various groups ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$) kg·d⁻¹

给药时间/d Administration time	空白对照组(NC) Blank control group (NC)	乳腺炎组(MC) Mastitis group (MC)	低剂量组(DL) Low-dose group (DL)	中剂量组(DM) Medium-dose group (DM)	高剂量组(DH) High-dose group (DH)
0	29.58±3.58	29.48±2.50	28.83±2.80	27.93±2.28	27.64±2.77
7	29.39±3.77	27.06±2.76	29.64±3.20	28.63±3.38	29.06±3.26
15	30.89±3.52	25.94±2.67	28.81±3.52	32.00±1.95	30.14±2.72
21	31.71±3.83	26.67±3.11	29.04±3.31	30.62±2.84	32.19±3.09
28	32.01±3.86	25.92±2.47	29.69±3.73	31.44±2.63	30.08±3.00

同行数据没有标字母者表示差异不显著($P>0.05$),下同

Numbers in the same row without letters are not significant difference ($P>0.05$), the same as following

表 4 各组奶牛的乳汁中乳脂含量($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$)

Table 4 Butterfat content of cows milk in various groups ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$) %

给药时间/d Administration time	空白对照组(NC) Blank control group (NC)	乳腺炎组(MC) Mastitis group (MC)	低剂量组(DL) Low-dose group (DL)	中剂量组(DM) Medium-dose group (DM)	高剂量组(DH) High-dose group (DH)
0	3.46±0.43	3.43±0.14	3.53±0.30	3.05±0.25	3.09±0.31
7	3.10±0.59	3.10±0.30	3.66±0.25	3.18±0.23	3.69±0.27
15	3.11±0.21	3.20±0.50	3.66±0.21	3.39±0.30	3.65±0.15
21	3.64±0.22	3.50±0.20	3.35±0.18	3.35±0.36	3.81±0.16
28	3.92±0.56	3.80±0.30	3.74±0.30	3.81±0.23	3.75±0.08

表 5 各试验组的药效结果

Table 5 The efficacy results of each experimental groups

组别 Group	给药时间/d Administration time	发病乳区数 Number of diseased mammary regions	治愈乳区数 Number of cured mammary regions	有效乳区数 Number of effective mammary regions	无效乳区数 Number of ineffective mammary regions	治愈率/% Cure rate	有效率/% Effective rate
乳腺炎组(MC) Mastitis group (MC)	7	18	2	3	15	11.11	16.67
	15	18	2	3	15	11.11	16.67
	21	18	2	4	14	11.11	22.22
	28	18	3	4	14	16.67	22.22
低剂量组(DL) Low-dose group (DL)	7	16	2	4	12	12.50	25.00
	15	16	6	8	8	37.50	50.00
	21	16	5	7	9	31.25	43.75
	28	16	4	6	10	25.00	37.50
中剂量组(DM) Medium-dose group (DM)	7	17	4	10	7	23.53	58.82
	15	17	11	13	4	64.71	76.47
	21	17	9	12	6	52.94	70.59
	28	17	6	9	8	35.29	52.94
高剂量组(DH) High-dose group (DH)	7	17	8	9	8	47.06	52.94
	15	17	10	12	5	58.82	70.59
	21	17	8	10	7	47.06	58.82
	28	17	7	10	7	41.18	58.82

为 25.00%、58.82%、52.94%、16.67%;给药 15 d 后,蒲公英鲜品提取物高、中、低剂量组有效率达到 70.59%、76.47%、50.00%;停药 7 d,蒲公英鲜品提取物高、中剂量组的有效率分别为 77.78%、58.82%,停药 14 d 后高剂量和中剂量组的有效率分别为 58.82%、52.94%,蒲公英鲜品提取物中剂量、高剂量治疗组治愈率较高,并且优于乳房炎对照组。

3 讨 论

3.1 治疗奶牛乳房炎处方用药频次及性味归经

奶牛乳房炎中兽医称为乳痈,多因饲养管理失宜,邪毒从乳头管或乳房伤口内侵,邪毒与积乳互结,乳络受阻而成病^[15]。对纳入数据库中 239 首治疗奶牛乳房炎中药处方挖掘分析,涉及 185 味中药,使用频次居前 10 位者分别是蒲公英、当归、甘草、金银花、连翘、瓜蒌、王不留行、川芎、紫花地丁其中蒲公英因具有清热解毒、消肿散结、利尿通淋的功效,自古即为治疗乳腺炎之要药,唐代的《新修本草》中就已记载蒲公英善治“乳痈肿”^[16]。高频药物清热解毒药(蒲公英、金银花、连翘、紫花地丁),活血化瘀药(王不留行、川芎)、清化热痰药(瓜蒌)等进行清热解毒、消肿散结、排脓解毒,活血化瘀符合奶牛乳房炎辨证论治的原则。明代陈实功《外科正宗》曰:“夫乳病者,乳房阳明胃经所司,乳头厥阴肝经所属,乳子之母,不能调养,以致胃汁浊而壅滞为脓,又有忧郁伤肝,肝气滞而结肿”,由此可见,乳房炎多因肝经之气、阳明之热互相郁结,使经络阻塞、气血运行失常而成^[17]。按中兽医脏腑经络学说,奶牛乳房属肝经、肺经。中兽医治疗则以解毒、开郁、理气、软坚散结等方式为主^[18]。在乳腺炎发病初期多表现为高热红肿,证属肝郁胃热、毒壅热盛成脓,因此多选用归经为肝、胃,性味为寒苦、寒甘的清热药来清除热毒,散结消肿。对方组成药物的性味进行统计分析,发现药性以寒性为主,其次为温性、平性等,药味以苦味为主,其次为甘味、辛味等,药物归经以肝经、胃经、肺经,心经为主,根据药性组合与功效的关系,其中蒲公英味苦、甘性,寒,归肝、胃经与奶牛乳房炎的治疗辩证完全契合。

3.2 治疗奶牛乳房炎处方组成药物的关联及聚类分析

对方组成药物进行关联组合分析,查找处方药物组成之间的频繁模式、关联、相关性或因果结

构。其中支持度表示 2 种药物同时出现的频率,置信度表示一种药物出现的前提下另外一种药物出现的概率^[19]。设置支持度 ≥ 0.15 、置信度 ≥ 0.85 ,筛选出 13 个药物关联,如“蒲公英-紫花地丁、金银花”“当归-川芎、蒲公英”、“蒲公英-紫花地丁、连翘”等,关联药物功效配伍涉及清热解毒、疏肝理气、活血化瘀药、同时辅以补益、补气升阳、扶正祛邪等,从对奶牛乳房炎数据挖掘结果来看,在治疗奶牛乳腺炎的处方中,蒲公英和金银花关联频次最高,蒲公英处于最核心的位置,可与诸多中药配伍使用治疗奶牛乳腺炎,这与吴德胜挖掘治疗奶牛乳房炎中药组方专利结果一致,蒲公英出现次数最多,是治疗奶牛乳房炎的核心药物^[20]。对治疗奶牛乳房炎中药处方组成的高频中药进行聚类分析,可将其聚类分组为 7 类第Ⅲ类:金银花、连翘、蒲公英、当归、甘草、瓜蒌、紫花地丁、川芎;以清热利湿、活血化瘀为主要特点,筛选出核心组方为蒲公英、当归、甘草、连翘、金银花、黄芪、川芎、王不留行、瓜蒌、紫花地丁均为治疗奶牛乳房炎的核心药物,根据奶牛乳房炎发病机理,中兽药相关理论,主要以清热、消炎、通络、消肿为主要治疗方法,通过补气、祛湿,使奶牛的体内达到动态平衡,进而实现对奶牛乳房炎的防治^[21]。通过聚类可以发现第Ⅲ类为清热解毒,活血药;第Ⅰ类具有活血消肿功效,第Ⅱ类:具有消肿排脓的功效;第Ⅳ类,第Ⅴ类则具有通经下乳的功效。第Ⅵ类散瘀止痛;第Ⅶ类具有舒肝解郁,排脓消肿,理气燥湿功效,聚类结果表明,治疗奶牛乳房炎上,以清热利湿、活血化瘀为主要用药特点。

3.3 蒲公英鲜品提取物治疗奶牛隐性乳房炎效果

临床治疗试验对核心药物蒲公英进行验证结果表明,蒲公英鲜品提取物对临奶牛隐性乳房炎均有很好的治疗效果,近年来,许多国家均已将奶牛乳汁中的体细胞数作为其乳房健康的评价标准^[22]。已有研究表明日粮中添加蒲公英显著增加了血液中 GSH-Px 和 SOD,降低了 MDA 等抗氧化相关指标的浓度,蒲公英通过提高奶牛血液的抗氧化酶活性,从而改善奶牛机体的血液代谢和免疫水平^[23]。从给药前后奶牛乳汁体细胞统计的结果来看,给药前患病奶牛的体细胞数与空白对照差异极显著($P < 0.01$),给药后患病奶牛乳汁中的体细胞数与治疗前显著降低($P < 0.01$),给药治疗第 28 天,高中剂量组患病奶牛乳汁中的体细胞数与健康组相比差异不显著($P > 0.05$),且低于 $50 \text{万} \cdot \text{mL}^{-1}$,说明对

患病奶牛给药治疗 15 d 后,体细胞数仍会降低,需要一定的时间来修复乳腺损伤,各剂量组对奶牛隐性乳房炎疗效均好于乳房炎组,但低于文献报道公英散等复方治疗效果推测可能由于收治的隐性乳房炎的奶牛属于自然发病,其发病原因多样,单方中药效果低于复方中药^[24-25]。但由于蒲公英对生长环境要求低、适应性强,栽培管理技术简单,种植产量高,在我国各地均有大规模人工栽植,培植成本低。与含有蒲公英的传统中药处方如英黄散、瓜蒌散、牛蒡汤等相比可作为养殖场中奶牛的日常保健,提高免疫力预防隐性乳房炎的药物,可极大的降低奶牛乳房炎的防控成本,具有相当可观的潜在经济价值。

乳房炎是奶牛乳房发生的炎症,蒲公英鲜品提取物具有较好的抗炎作用,本试验所筛选患隐性乳房炎奶牛均未出现全身症状,故测定治疗前后各组奶牛的血液生理生化指标白细胞(WBC)、红细胞(RBC)、血红蛋白含量(HGB)、血小板(PLT)和淋巴细胞百分比(Lymph)指标与空白对照组、乳房炎对照药物组相比无显著性差异($P>0.05$),各试验组之间的产奶量,乳脂率等指标也没有显著性差异($P>0.05$),这与之前报道蒲公英提取物及其复合酵母培养物对奶牛血液指标的影响血液指标影响不显著是一致的^[26],结果表明蒲公英鲜品提取物对受试奶牛的血液生理指标及乳汁产量和品质无影响。临床试验治愈率证明蒲公英鲜品提取物有很好的临床疗效,对奶牛的治愈情况进行统计发现,相比乳房炎组,蒲公英鲜品提取物对隐性乳房炎有更高的治愈率,高中剂量有效率分别达到 70.59%、76.47%。本研究添加蒲公英鲜品提取物 15 d 后,高、中、低剂量组体细胞数降至到正常水平,并且高、中剂量组显著低于乳房炎对照组,高、中剂量组之间差异不显著,说明蒲公英鲜品提取物对奶牛隐性乳房炎具有良好的治疗效果,但停药后治愈率有反复倾向,可能需要更长的添加时间。

4 结 论

综上所述,基于数据挖掘技术对治疗奶牛用药规律进行总结分析,发现其核心用药为蒲公英、当归、甘草、金银花、连翘,其中蒲公英是核心中的要药,可与诸多中药配伍使用治疗奶牛乳腺炎。临床疗效观察试验结果表明,蒲公英鲜品提取物显著降低隐性乳房炎患牛乳汁体细胞数,且添加蒲公英鲜

品提取物不会对乳脂率、奶产量以及血常规指标产生显著性影响。表明蒲公英鲜品提取物对奶牛隐性乳房炎具有良好的治疗效果,且对奶牛安全无毒,为临床中防治奶牛乳房炎提供了参考资料,同时为后续防治奶牛乳房炎的中兽药开发提供数据支持。

参考文献(References):

- [1] STANEK P, ŻÓŁKIEWSKI P, JANUŚ E. A review on mastitis in dairy cows research: Current status and future perspectives [J]. *Agriculture*, 2024, 14 (8): 1292.
- [2] 汪培嘉. 白头翁皂苷注射液对奶牛隐性乳房炎的治疗作用[D]. 扬州:扬州大学, 2023.
WANG P J. Therapeutic effect pulsatilla saponin injection on bovine subclinical mastitis[D]. Yangzhou: Yanzhou University, 2023. (in Chinese)
- [3] PEARCE S D, PARMLEY E J, WINDER C B, et al. Evaluating the efficacy of internal teat sealants at dry-off for the prevention of new intra-mammary infections during the dry-period or clinical mastitis during early lactation in dairy cows: A systematic review update and sequential meta-analysis[J]. *Pre Vet Med*, 2023, 212(3):105841.
- [4] COBIRKA M, TANCIN V, SLAMA P. Epidemiology and classification of mastitis [J]. *Animals (Basel)*, 2020, 10(12):2212.
- [5] 叶 雯, 麻 柱, 俞 英, 等. 我国奶牛乳房炎发病现状及防治措施[J]. *中国畜牧杂志*, 2023, 59(9):343-348.
YE W, MA Z, YU Y, et al. Incidence status of mastitis in dairy cows and its prevention and treatment measures in china [J]. *China Animal Husbandry & Veterinary Medicine*, 2023, 59 (9): 343-348. (in Chinese)
- [6] NELSON V K, NULI M V, AUSALI S, et al. Dietary anti-inflammatory and anti-bacterial medicinal plants and its compounds in bovine mastitis associated impact on human life: A comprehensive review [J]. *Microb Pathog*, 2024, 192(7):106687.
- [7] GODAZANDEH G, SHOJAEE L, ALIZADEH-NAVAEI R, et al. Corticosteroids in idiopathic granulomatous mastitis: a systematic review and meta-analysis[J]. *Surg Today*, 2021:51(12):1897-1905.
- [8] MORALES-UBALDO A L, RIVERO-PEREZ N, VALLADARES-CARRANZA B, et al. Bovine

- mastitis, a worldwide impact disease: prevalence, antimicrobial resistance, and viable alternative approaches[J]. *Vet Anim Sci*, 2023, 21(7):100306.
- [9] AJOSE D J, AJOSE D J, OLUWARINDE B O, ABOLARINWA T O, et al. Combating bovine mastitis in the dairy sector in an era of antimicrobial resistance: ethno-veterinary medicinal option as a viable alternative approach[J]. *Front Vet Sci*, 2022, 9(4):800322.
- [10] 刘国喜. 中兽药综合防治奶牛乳房炎研究进展[J]. 现代畜牧兽医, 2022, 15(9):74-77.
- LIU G X. Advances on traditional chinese veterinary drugs on comprehensive prevention and treatment of dairy cow mastitis [J]. *Modern Journal of Animal Husbandry and Veterinary Medicine*, 2022, 15(9):74-77. (in Chinese)
- [11] LOPES T S, FONTOURA P S, OLIVEIRA A, et al. Use of plant extracts and essential oils in the control of bovine mastitis [J]. *Res Vet Sci*, 2020, 131(4):186-193.
- [12] 张亚楠. 鲜蒲公英(冻干)饮片制备及清热解毒、消肿通淋药效研究[D]. 郑州:河南中医药大学, 2022.
- ZHANG Y N. Preparation of fresh dandelion (freeze-dried) decoction pieces and research on its efficacy characteristics for clearing away heat and detoxification, reducing swelling and dredging stranguria [D]. Zhengzhou: Henan University of Chinese Medicine, (in Chinese)
- [13] YANG J, TANG Y, LIU X, et al. Characterization of peripheral white blood cells transcriptome to unravel the regulatory signatures of bovine subclinical mastitis resistance[J]. *Front Gen*, 2022, 13(9):949850.
- [14] 王国庆. 防治奶牛隐性乳房炎中药“乳宁散”质控、毒理及药效学研究[D]. 兰州:中国农业科学院, 2013.
- WANG G Q. Study on the quality control, toxicology and pharmacodynamics of “Ru Ning San” for treatment or prevention of subclinical mastitis in dairy cows[D]. Lanzhou: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2013. (in Chinese)
- [15] 张晓东, 杨文娇, 孟 然, 等. 中草药饲料添加剂对奶牛乳房炎的影响研究进展[J]. 中国饲料, 2021, 57(9):1-6.
- ZHANG X D, YANG W J, MENG R, et al. Research progress on the effect of Chinese herbal feed additives on dairy cow mastitis[J]. *China Feed*, 2021, 57(9):1-6. (in Chinese)
- [16] 刘昊阳, 徐媛媛, 李 思, 等. 中医对奶牛乳痛的辨证论治及蒲公英的防治研究进展[J]. 动物医学进展, 2022, 43(11):108-113.
- LIU H Y, XU Y Y, LI S, et al. Progress on the syndrome differentiation and treatment of traditional chinese medicine on dairy cow carbuncle and the pharmacology of chinese herb dandelion [J]. *Progress in Veterinary Medicine*, 2022, 43(11):108-113. (in Chinese)
- [17] 乔 良. 裴晓华教授治疗乳痈临证经验述要[J]. 河南中医, 2014, 34(6):557-558.
- QIAO L. Professor Pei Xiaohua's clinical experience in treating breast carbuncle: A summary [J]. *Henan Traditional Chinese Medicine*, 2014, 34(6):557-558. (in Chinese)
- [18] 刘俊连. 中草药对奶牛乳房炎的治疗[J]. 兽医导刊, 2020, 10(23):107.
- LIU J L. Chinese herbal medicine for the treatment of bovine mastitis [J]. *Veterinary Orientation*, 2020, 10(23):107. (in Chinese)
- [19] 安玉秋, 王惠娟. 基于数据挖掘的中药治疗溃疡性结肠炎活动期用药规律分析[J]. 中国中医基础医学杂志, 2023, 29(7):1138-1143.
- AN Y Q, WANG H J. Analysis of medication patterns in treatment of active ulcerative colitis with Chinese medicine based on data mining [J]. *Journal of Basic Chinese Medicine*, 2023, 29(7):1138-1143. (in Chinese)
- [20] 吴德胜, 王伟然, 丁金雪, 等. 基于数据挖掘、网络药理和分子对接分析中药组方专利治疗奶牛乳房炎的作用机制[J]. 畜牧与兽医, 2024, 56(6):63-71.
- WU D S, WANG W R, DING J X, et al. Analysis of the mechanism of the national patented traditional chinese herbal compounds for the treatment of dairy cow mastitis based on data mining, network pharmacology and molecular docking [J]. *Animal Husbandry & Veterinary Medicine*, 2024, 56(6):63-71. (in Chinese)
- [21] 郑翠玲. 奶牛乳房炎的中药治疗探讨[J]. 今日畜牧兽医, 2020, 36(6):87-88.
- ZHENG L C. Discussion on traditional Chinese medicine treatment for bovine mastitis [J]. *Today Animal Husbandry and Veterinary Medicine*, 2020, 36(6):87-88. (in Chinese)
- [22] 弓瑞娟, 张 鹏, 魏琳琳, 等. 影响牛奶中体细胞数的因素及控制措施[J]. 中国动物保健, 2023, 25(10):83-84.
- GONG R J, ZHANG P, WEI L L, et al. Factors affecting somatic cell count in milk and control

- measures[J]. *China Animal Health*, 2023, 25(10): 83-84. (in Chinese)
- [23] 李 炎. 蒲公英对荷斯坦奶牛泌乳性能和健康状况的影响及机制研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2021.
- LI Y. Mechanisms and effects of dandelion addition on lactation performance and health status of Holstein dairy cows[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2021. (in Chinese)
- [24] 张 涛. 公英散治疗奶牛乳房炎的研究初探[J]. 中国乳业, 2020, 14(4): 73-75.
- ZHANG T. Preliminary study on the treatment of bovine mastitis with gongying powder [J]. *China Dairy*, 2020, 14(4): 73-75. (in Chinese)
- [25] 严 勇, 李新圃, 武小虎, 等. 中兽药乳黄消散治疗奶牛乳房炎的疗效与乳汁中细菌变化规律相关性研究[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 2020, 41(6): 73-77.
- YANG Y, LI X P, WU X H, et al. Study on the correlation between the therapeutic effect of ruhuangxiao powder on dairy mastitis and the change of bacteria in milk[J]. *Journal of Yangzhou University (Agricultural and Life Science Edition)*, 2020, 41(6): 73-77. (in Chinese)
- [26] 彭清洁, 蔡大亮, 姜 鹏, 等. 蒲公英提取物及其复合酵母培养物对奶牛隐形乳房炎的药效评价[J]. 中国饲料, 2024, 29(5): 166-171.
- PENG Q J, CAI D L, JIANG P, et al. The pharmacological evaluation of dandelion extract combined with yeast culture on subclinical mastitis in dairy cows[J]. *China Feed*, 2024, 29(5): 166-171. (in Chinese)

(编辑 白永平)