

羊副结核病的致病特点及综合防控措施

吕妮¹, 李颖¹, 马永华², 胡清霞¹, 贺亚媚², 王玉龙², 邱存义¹,

张琰杰¹, 余辰霏¹, 王兴龙^{1,*}, 杨增岐^{1,★}

(1. 西北农林科技大学动物医学学院, 陕西杨凌 712100; 2. 汉中职业技术学院)

摘要:羊副结核病是由副结核分枝杆菌引起的一种以顽固性腹泻、肠粘膜显著增厚为主要临床特征的慢性传染病, 多呈现隐性感染, 该病潜伏期长, 传播迅速, 呈全球性分布, 对畜牧业的危害巨大。本文立足羊副结核病研究进展的实际情况, 梳理总结了目前学术界对羊副结核病病原学、流行病学、致病机制、临床诊断和免疫综合防控等方面的研究讨论, 为羊副结核病的诊断与防控提供了理论基础。在此基础上提出防控羊副结核病政府需制定有效政策, 养殖场需加强饲养管理, 形成科学有效的防控系统, 为我国畜牧业的可持续健康发展提供了理论支撑。

关键词:羊副结核病; 副结核分枝杆菌; 致病机制; 流行病学; 诊断防控

[中图分类号] S853.31 [文献标识码] A [文章编号] 1004-6704(2023)05-0113-05

Pathogenic Characteristics and Comprehensive Prevention and Control Measures of Sheep Paratuberculosis

LV Ni¹, LI Ying¹, MA Yonghua², HU Qingxia¹, HE Yamei², WANG Yulong², QIU Cunyi¹,
ZHANG Yanjie¹, YU Chenfei¹, WANG Xinglong^{1,*}, YANG Zengqi^{1,★}

(1. Northwest A&F University, Yangling Shaanxi 712100, China; 2. Hanzhong Vocational and Technical College)

Abstract: Paratuberculosis of sheep is a chronic infectious disease caused by Mycobacterium paratuberculosis with intractable diarrhea and significant thickening of intestinal mucosa as the main clinical features. Most of them present invisible infection. The disease has a long incubation period, spreads rapidly, and is globally distributed. Its harm to animal husbandry is huge. Based on the actual situation of the research progress of ovine paratuberculosis, this paper summarizes the current research and discussion on the etiology, epidemiology, pathogenic mechanism, clinical diagnosis and comprehensive immune prevention and control of ovine paratuberculosis. This provides a theoretical basis for the diagnosis and prevention of paratuberculosis in sheep. On this basis, it is proposed that the government needs to formulate effective policies for the prevention and control of paratuberculosis in sheep. Farms need to strengthen feeding management and form a scientific and effective prevention and control system, which provides theoretical support for the sustainable and healthy development of animal husbandry in China.

Key words: sheep paratuberculosis; Mycobacterium paratuberculosis; pathogenic mechanism; epidemiology; diagnosis, prevention and control

近几年来,副结核病已然成为当前社会关注的

热点话题,该病于 1895 年由 John 等首次发现,1906 年 Bang 人工感染犊牛成功并命名为副结核病,又称约内病(Jhone's disease)。目前,该病已经广泛流行于世界各国,随着时代发展必将对畜牧业的发展产生消极影响。羊副结核病又称为副结核肠炎,是由副结核分枝杆菌引起的一种主要以牛羊等反刍动物顽固性腹泻、逐渐消瘦和肠黏膜显著增厚为主要临床特征的慢性传染病。羊的养殖是农业农

[收稿日期] 2023-06-19

[基金项目] 国家绒毛用羊产业技术体系资助(CARS-39)

[作者简介] 吕妮(1999-),女,安徽淮北人,硕士,研究方向为动物细菌病研究,E-mail:1842835595@qq.com

*[通信作者] 王兴龙(1980-),男,山东成武人,博士,副教授,研究方向动物传染病防治。E-mail:wolong@nwsuaf.edu.cn;

★ 杨增岐(1963-),男,陕西岐山人,教授,博士生导师,主要从事动物传染病研究。

村畜牧业的重要组成部分,羊副结核疾病的发展,不仅直接影响畜牧业的发展,还会诱发各种矛盾和问题,直接影响到整个社会的发展。因此,在当前日益严峻的背景下,研究羊副结核疾病的诊断与防控具有急迫性和重要性。

已掌握的文献资料显示,近几年来,各相关学科的研究人员,对羊副结核病的问题进行了多角度的研究,在流行病学、病原检测、免疫诊断和疫病防治等方面取得了一系列的重要成果。本文立足羊副结核疾病发展的实际,梳理和总结了学术界对此话题的讨论,为诊断防控羊副结核奠定了理论基础,对促进畜牧业的发展具有一定的现实意义。

1 羊副结核病的病原学

1.1 羊副结核病的病原分类

羊副结核病的病原是副结核分枝杆菌,该菌与禽分枝杆菌有较多相似性,属禽分枝杆菌副结核亚种。目前针对羊副结核病的病原的共识是该病原分型主要有三种,其一是 I 型(羊型)、II 型(牛型)和 III 型(生物中间型)3 种亚型,它们均具有致病性,其中以 II 型菌株致病力最强,可以感染更多的易感宿主。

1.2 羊副结核病的病原特点

副结核分枝杆菌是一种革兰氏阳性耐酸杆菌,该菌为短杆菌,无鞭毛,不形成荚膜和芽孢,在病料和培养基上成丛排列,革兰染色阳性,在自然环境中可存活较长时间,对热较敏感,但是对外在环境的抵抗力较强,例如在粪便和土壤中能存活 11 个月,在牛乳和甘油盐水中可存活 10 个月。

此外,副结核分枝杆菌是一种细胞内寄生的抗酸革兰氏阳性菌,感染途径主要为消化道感染,且幼畜最为易感。早在 1936 年学者 Dunkin G W 指出 PARATYBERCULOSIS 是由一种微生物感染导致的,并且此致病微生物是一种耐酸性酒精的细菌。此外他点明这种疾病只在某些低等动物中传播,它不会传染给人类,晚期临床病例主要是通过患畜进行性消瘦并伴有持续性腹泻来确认的,这几乎不可能通过治疗手段来检查³。而国内对副结核病的研究最早在 1980 年,郭庆泰学者通过对 22 例自然病牛进行病理剖检,对牛副结核病病理变化进行研究,得出副结核分枝杆菌不仅分布在肠粘膜中也分布于浆膜中。学者洪都孜波拉提和魏玉荣在 2021 年为了解绵羊副结核病的病原学特征,对 PCR 检测阳性的绵羊肠系膜淋巴结样品开展细菌分离培养,对分离株进行形态观察,经 PCR 扩增该菌基因片段,结果表明该菌为首次在我国分离的绵羊源 II 型

MAP5,他的研究为进一步开展绵羊 MAP 病原学和流行病学调查提供了参考资料。

2 羊副结核病的流行病学

2.1 羊副结核病的传染源

羊副结核病的的主要传染源是患病动物和感染但未发病的带菌动物,其分泌的乳汁和排出的粪便、尿液等都可能污染环境、水源、生产用具而传播该病。学者张兴会在 2018 年,通过 ELISA 法跟踪检测了各年龄段感染羊只血清中的副结核分枝杆菌抗体变化水平,得出羊副结核的感染不在羔羊期,对于母羊,发病的集中阶段在妊娠后期及哺乳期,为今后更有效地检测及防控副结核病提供了参考。

2.2 羊副结核病的传播途径

羊副结核病既可以垂直传播也能水平传播,发病时间无明显季节性,但是多发于春秋两季。此外,副结核病在羊群之间的传播可能具有种属差异,学者 P. A. Windsor 在 2015 年指出,在澳大利亚,S 株主要引起绵羊或产纤维山羊的副结核病,C 株主要与奶山羊感染有关,到目前为止,只在婆罗门牛身上发现了野牛株,这种差异很大可能取决于它们的地理位置⁸。

2.3 羊副结核病的易感动物

在我国,第一例牛副结核病于 1955 年在内蒙古发现,此后陆续在东北、陕西、河北等地区发现该病。韩英武学者在 1987 年对牛羊副结核发病情况进行了调查,得出国内牛羊副结核病有不同程度的发生和流行,个别地方检出率高达 75%,各地牛羊副结核病呈地方流行性发生,分布面也愈来愈大。最初副结核疾病的研究多集中在牛、羊等反刍动物身上,随着对副结核病研究的深入,研究人员发现副结核分枝杆菌除了感染牛、羊等反刍动物之外,还能感染马、猪、鹿等哺乳动物和禽类。学者 Cocito. C 在 1994 年指出虽然目前兽医界主要关注牛、绵羊和山羊,但许多野生动物反刍动物(鹿、羚羊、山山羊、比翁、骆驼、骆驼和其他)也受到副结核病的影响。此外,副结核分枝杆菌在马和骡子中繁殖,使其成为无症状的脱落者,副结核分支杆菌的影响范围在逐渐扩大,严重影响了畜牧业的健康发展。

3 羊副结核病的致病机制

羊副结核病主要是由副结核分枝杆菌通过消化道感染而引起,幼畜最容易感染。肠道具有隔离肠腔内物质,防止致病性抗原侵入的结构主要是肠道上皮。副结核分枝杆菌侵入机体后,由于肠粘膜之

间的细胞屏障不紧密,副结核分枝杆菌通过缝隙进入肠粘膜和黏膜下层,增长繁殖,引起肠道的损害,损伤的部位最初在小肠,随着病情的发展逐渐蔓延至大肠。副结核分枝杆菌感染后,肠粘膜产生大量的类上皮样细胞抵抗感染,最终导致肠粘膜组织增生,增厚,形成皱褶,肠粘膜腺体由于压迫导而致萎缩。临床表现为影响动物机体的消化、吸收等正常功能,发病初期无明显临床症状,发病后临床上主要表现为腹泻、贫血、消瘦、营养不良、体重下降、生产力下降、嗜睡甚至死亡。

4 羊副结核病的诊断

4.1 羊副结核病的临床表现

羊副结核病是一种慢性消耗性疾病,以腹泻逐渐消瘦,肠粘膜增厚为特征。理论上病羊的临床表现表现为精神沉郁、食欲减退或废绝、被毛凌乱、腹泻严重、排出的粪便呈黑褐色或淡黄色并有腥臭味、混有气泡,有的病羊初期表现为间歇性腹泻,随着病情的发展变为顽固性腹泻,后期病羊粪便喷射状排出。但实际患副结核病的羊在临床上并没有明显的表现,学者 Muskens. J. 和 Bakker. D. 在 2001 年通过研究绵羊副结核病在牛副结核病流行病学中的可能作用,得出目前很难在羊群中追踪疑似副结核病的绵羊,因为患病的羊没有明显的临床症状,如严重腹泻,确诊绵羊副结核病的诊断需要额外的检测,例如血清学检测、皮试、粪便培养和尸检。除了外在临床表现外, Jones 在 1996 指出临床患病绵羊的非特异性症状是血清钙、总蛋白和白蛋白浓度降低。羊副结核大多呈隐性感染,临床上,患病绵羊或者山羊出现腹泻的情况并不常见,绵羊和山羊的肠道病变没有牛的肠道病变明显,山羊感染后,通常会出现体重减轻,极易被误诊或忽视,该病潜伏期长、传播迅速,常给养羊业造成极大的经济损失。

4.2 羊副结核病的诊断方法

副结核病广泛流行于世界各地,对畜牧业产生了非常严重的危害。由于羊副结核病在临床上大多呈隐性感染,病畜没有明显的临床症状,所以羊副结核病的诊断相对困难。目前,副结核病的诊断方法有临床诊断、剖检诊断、病原体分离、免疫学诊断和分子生物学诊断等。

5 羊副结核病的防控措施

5.1 加大羊副结核病的免疫力度

近几年来,国内外的多位学者对羊副结核病的免疫机制进行了系统的研究。学者 Stabel JR 在

2000 年证明副结核病的免疫方式是细胞免疫,他指出副结核疾病分期与宿主免疫,特别是细胞免疫密切相关,在疾病从潜伏的亚临床状态发展到更高级的临床状态的过程中, T 细胞亚群似乎都在对这种病原体的保护性免疫中发挥了一定的作用。此外还指出,在包括副结核分支杆菌在内的分枝杆菌感染中,干扰素- γ 是一种杀死细菌的细胞调节剂。随着科技的发展,副结核病的免疫机制不再局限于证明免疫方式是细胞免疫还是体液免疫,而是更深入的研究基因对免疫方式的影响, Anton Gossner 和 Craig Watkins 在 2017 年通过对回盲部淋巴引流病变的 TruSeq 分析,指出副结核病理与机体内免疫介导的基因和途径有关,导致不同病理形式副结核病发展的免疫事件不太可能发生在胃肠道黏膜内,而是发生在排出该组织的淋巴结。为了证明细胞免疫是否对羊副结核病起作用,学者 Hannah B. Pooley 对感染部位的 B 细胞功能和体液反应进行详细的检查,了解体液反应是否确实提供疫苗诱导的针对 MAP 的保护,最终推测, B 细胞功能的差异可能与接种羊暴露于 MAP 后的感染状态有关。

在国外多位学者研究羊副结核病免疫机制的背景下,国内的多位学者则把羊副结核病的免疫应答规律以及检测方法做为研究重点。学者张振在 2016 年详细论述了机体感染副结核后的免疫应答规律,指出研究患副结核病的羊的机体免疫应答,需要结合不同感染阶段的特征以及患畜年龄的实际情况灵活使用几种检测方法进行持续追踪。同年学者吴建勇通过验证新疆羊群是否存在副结核分枝杆菌的病原感染,为绵羊副结核分枝杆菌感染的病原学分子检测提供了技术手段也为下一步开展副结核分枝杆菌的分离鉴定及其追踪溯源提供了基础。由于我国目前没有商品化的疫苗,现阶段防控羊副结核病的大方向仍是疫苗免疫。学者丁仕豪在 2021 年以 MAP 重要抗原蛋白为对象,利用大肠杆菌 BL21 作为疫苗载体,借助 INP 表面展示平台构建表面展示载体疫苗,为新型副结核疫苗的研究奠定基础,为副结核病的防控提供有力的技术支撑。

5.2 加大政策支撑

总的来说,想要彻底防控疾病就应该全球一起行动,疫病防控离不开政府的支持。针对不同国家,不同种属, Whittington R 学者对 48 个国家副结核病防控情况进行总结,得出结论:要在全球范围内加强对副结核病的控制,就需要发挥领导作用,从商定的副结核病国际守则开始,说明控制的原则和方法,并且所有反刍动物畜牧业都必须参与进来,以防止

一个行业成为另一个行业的地图储藏库。

5.3 加强饲养管理

疾病的防控不是纸上谈兵,整体的原则确定之后,就需要将其落实到实处,学者 Conor G. McAlloon 在 2019 年指出农场内控制副结核病需要从场内控制和推动农场改革两方面进行。A. B. Garcia 和 L. Shalloo 学者认为防控副结核病应尽快将出现临床症状的动物、高脱落率的动物和超级脱落者从畜群中移走,同时改善生物安全和实施具有成本效益的疾病预防和控制措施,减少包括副结核病在内的几种传染病的引入和传播风险,这有利于改善动物健康、动物福利以及提高企业的盈利能力和可持续性。国内与其观点一致的是学者孟凡学,他在 2013 年指明及早发现阳性羊,采取果断的淘汰措施,是消灭本病的好方法。发现病羊和疑似患病羊,应及时与健康羊群隔离饲养,以减少环境的污染,对可疑羊采取隔离检疫。由于患副结核病的羊没有治疗意义,学者李宇刚在 2018 年指明羊副结核病的防控应该预防和治疗两方面同时进行,在目前还没有特效疗法的情况下,对开放性的病羊应采取扑杀处理的办法,防止散布传染。除了对病羊进行隔离或扑杀,Idris SM 学者在 2021 年指出切断 MAP 的传播几个新的办法,具体包括:喂养未受污染的初乳和牛奶替代品、将幼畜与成年羊分开饲养、将后代与母羊分开饲养、尽量减少受感染的成年山羊、绵羊和其他动物之间的接触、避免接触可能受感染的成年动物。从国外防控羊副结核病的发展趋势和研究现状来看,发达国家对羊副结核病的研究相对比较成熟,一般都有多个成功实验并且在临床应用上,积累了大量成熟的经验,这些宝贵的经验值得我们国家借鉴与学习。

6 羊副结核病的讨论

从我国目前副结核病的发展来看,相比于奶牛具有相对较多的血清学调查数据,在羊副结核病上的研究发展缓慢,国内对羊副结核病流行现状和病原学特征缺乏了解,从而影响该病检测方法的建立和防控措施的实施。理论研究目前主要还是局限于正在实施的羊副结核病的诊断和病原的检测上面,对于羊副结核病的治疗和羊副结核病的疫苗防控等问题的研究较少。

羊副结核病的研究是在畜牧业发展过程中不容忽视的一个问题。虽然众多学者对于羊副结核病进行了多方面的研究,但是,羊副结核病的研究中仍存在欠缺和不足的地方:目前国外已有商品化的副结

核分支杆菌抗体检测试剂盒用于牛副结核病的检测,但羊副结核病抗体检测方法经过多年的研究,仍未解决敏感性与特异性问题,还未能应用于临床诊断与检测。对于羊副结核分枝杆菌感染多采用传统的细菌分离培养或分子生物学检测等技术手段进行诊断,至今没有更方便、高效、快捷的诊断方法。并且在目前已有研究中,对羊副结核病的病原特征的研究较少,羊副结核病的流行现状和副结核分枝杆菌的疫苗防控这些问题仍然没有得到系统的论证甚至关注。目前羊副结核病疫苗对预防副结核病感染比较困难,预期会成为未来研究的热点,加快新型疫苗的研发,减少疫苗副作用及检测干扰是当前研究与应用中一个急迫的问题。通过上述总结分析,解决羊副结核分枝杆菌新型疫苗的问题对防控羊副结核病具有重要意义。

参考文献:

- [1] 林淑娟. 羊副结核病的诊断和防控措施 [J]. 畜牧兽医科技信息, 2017, (2): 45.
- [2] 程慧欣. 内蒙古部分地区羊副结核病的血清流行病学调查及病原学鉴定 [D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2020.
- [3] DUNKIN G W. Paratuberculosis of Cattle and Sheep: (Section of Comparative Medicine) [J]. Proc R Soc Med, 1936, 30(2): 83-90.
- [4] 郭庆泰. 牛副结核病病理变化的研究 [J]. 吉林农业大学学报, 1980 (2): 30-37.
- [5] 洪都孜·波拉提, 魏玉荣, 等. 绵羊副结核分枝杆菌的分离与分子分型 [J]. 中国预防兽医学报, 2021, 43 (2): 134-138.
- [6] 王淑娟, 杨为强, 宋梅, 等. 牛副结核病防控 [J]. 中国动物检疫, 2022, 39(8): 79-85.
- [7] 张兴会, 宋先忱, 王世泉, 等. 两种方法检测绒山羊副结核的效果分析 [J]. 中国草食动物科学, 2017, 37 (1): 38-40.
- [8] WINDSOR P A. Paratuberculosis in sheep and goats [J]. Vet Microbiol, 2015, 181(1-2): 161-169.
- [9] 韩英武, 崔宝库. 关于牛羊副结核发病情况的调查报告 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 1987, (9): 26-28.
- [10] COCITO C, GILOT P, COENE M, *et al.* -Paratuberculosis [J]. Clin Microbiol Rev, 1994, 7(3): 328-345.
- [11] 王磊. 一例羊副结核病的病理诊断 [J]. 现代农业, 2021, (6): 64-65.
- [12] 张慧丽. 羊副结核病诊治 [J]. 四川畜牧兽医, 2019, 46(4): 55.
- [13] J M, D B, J D B, *et al.* Paratuberculosis in sheep;

- its possible role in the epidemiology of [J]. *Vet Microbiol*, 2001, 78(2): 101-109.
- [14] JONES D G, KAY J M. Serum biochemistry and the diagnosis of Johne's disease (paratuberculosis) in sheep [J]. *Vet Rec*, 1996, 139(20): 498-499.
- [15] 李星星. 羊副结核病的诊断与防控 [J]. *养殖与饲料*, 2020, 19(10): 76-77.
- [16] JR S. - Transitions in immune responses to *Mycobacterium paratuberculosis* [J]. *Vet Microbiol*, 2000, 77(3-4): 465-473.
- [17] A G, C W, F C, *et al.* -Pathways and Genes Associated with Immune Dysfunction in Sheep Paratuberculosis [J]. *Sci Rep*, 2017, 7(46695).
- [18] HB P, ID O, DJ B, *et al.* -The humoral immune response is essential for successful vaccine protection [J]. *BMC Vet Res*, 2019, 15(1): 019-1972.
- [19] 张振. 牛副结核病诊断方法的建立及其初步应用 [D]. 济南: 山东农业大学, 2016.
- [20] 吴建勇, 吴星星, 杨学云, 等. 绵羊副结核病的病原学检测与分析 [J]. *新疆农业科学*, 2016, 53(8): 1562-1568.
- [21] 丁仕豪. 副结核分枝杆菌抗原蛋白表面展示载体疫苗的构建及其免疫效果评价 [D]. 北京: 中国农业科学院, 2021.
- [22] Whittington R, Donat K, Weber MF, *et al.* Control of paratuberculosis: who, why and how. A review of 48 countries. *BMC Vet Res*. 2019;15(1):198.
- [23] CG M, S R, C R, *et al.* - A review of paratuberculosis in dairy herds - Part 2: On-farm control [J]. *Vet J*, 2019, 246: 54-58.
- [24] AB G, L S. - Invited review: The economic impact and control of paratuberculosis in cattle [J]. *J Dairy Sci*, 2015, 98(8): 5019-5039.
- [25] 孟凡学, 宋华男. 羊副结核的临床与剖检病变及防控措施 [J]. *养殖技术顾问*, 2013(5): 104.
- [26] 李宇刚, 林明敏. 羊副结核病的诊断及防治措施 [J]. *畜牧兽医科技信息*, 2018(4): 70-71.
- [27] SM I, KH E, ID O, *et al.* - Paratuberculosis: The Hidden Killer of Small Ruminants [J]. *Animals*, 2021, 12(1).
- [28] 王福厚, 刘根新, 刘海霞, 等. 多菌株益生菌+中药制剂对羔羊免疫力的影响 [J]. *畜牧兽医杂志*, 2022, 41(6): 101-103.
- [29] 黄永堂. 小剂量动物疫苗不同免疫剂量对免疫效果影响试验的探讨 [J]. *畜牧兽医杂志*, 2022, 41(6): 104-105, 108.
- [30] 徐彬, 祁大芊, 田发益, 等. 一例犬乳头瘤病毒的诊断与治疗 [J]. *畜牧兽医杂志*, 2022, 41(6): 113-118.
- [31] 孙甲川. 一例边境牧羊犬皮肤肥大细胞瘤的诊治 [J]. *畜牧兽医杂志*, 2022, 41(6): 119-122, 125.
- [32] 李成东, 晁娟娟, 李宏. 汉阴县肉牛(羊)产业现状及发展建议 [J]. *畜牧兽医杂志*, 2022, 41(5): 62-64.
- [33] 李莉娜. 定西市草畜牧业发展现状与对策 [J]. *畜牧兽医杂志*, 2022, 41(5): 74-77.
- [34] 赵崇学, 杨彩虹, 张啸, 等. 武威市 2016 年—2020 年活鸡调运现状分析 [J]. *畜牧兽医杂志*, 2022, 41(5): 99-102.
- [35] 刘翠. 贡觉县畜牧业高效健康发展措施及建议 [J]. *畜牧兽医杂志*, 2022, 41(5): 103-106.
- [36] 李宏, 晁娟娟, 李秀眉. 陕西省畜牧技术推广体系发展现状与思考 [J]. *畜牧兽医杂志*, 2022, 41(5): 111-113, 117.
- [37] 吴雪利, 张飞, 张津, 等. 关中地区奶山羊产业高质量发展思路探析 [J]. *畜牧兽医杂志*, 2022, 41(5): 114-117.
- [38] 魁树兰. 永靖县肉牛产业发展建议 [J]. *畜牧兽医杂志*, 2022, 41(5): 118-119.
- [39] 郑爱华, 林萌萌, 张琰丽. 天水市奶牛业发展现状及对策 [J]. *畜牧兽医杂志*, 2022, 41(5): 120-122.
- [40] 杨树晶, 唐祯勇, 鲁岩. 四川省牦牛产业发展思考 [J]. *畜牧兽医杂志*, 2022, 41(5): 133-134, 138.
- [41] 曾存芳, 王敏. 秦岭山区生态环境保护下生态畜牧业发展的意见和建议 [J]. *畜牧兽医杂志*, 2022, 41(5): 135-138.
- [42] 贾文玉, 盛学吉, 贾晓峰, 等. 高台县罗城镇农村家庭后院养殖模式探索及推广应用 [J]. *畜牧兽医杂志*, 2022, 41(5): 149-150.
- [43] 王自科, 李积友, 马冬伍. 基于甘南牦牛产业提质增效关键环节之探析 [J]. *畜牧兽医杂志*, 2022, 41(5): 160-163.
- [44] 曹丽娟, 杨伟刚. 武威市肉牛产业现状和发展思路 [J]. *畜牧兽医杂志*, 2022, 41(5): 164-165.
- [45] 张勃, 王俊贤. 定西市蛋肉鸡产业调研及发展建议 [J]. *畜牧兽医杂志*, 2022, 41(5): 166-169, 173.
- [46] 靳新, 杨彩虹, 李兴荣, 等. 武威市 2016 年—2020 年活羊调运情况分析 [J]. *畜牧兽医杂志*, 2022, 41(5): 189-190, 192.
- [47] 罗联锋. 宝鸡市金台区畜牧业发展现状、存在问题及应对措施 [J]. *畜牧兽医杂志*, 2022, 41(5): 358-359.
- [48] 李玩生, 宋世斌, 孙甲川, 等. 宠物医护方向人才“2333”培养模式的探索与实践 [J]. *畜牧兽医杂志*, 2022, 41(5): 146-148.
- [49] 杨帆, 段俊红, 朱锋钊, 等. 双高建设专业岗位能力核心课程教学模式改革与创新 [J]. *畜牧兽医杂志*, 2022, 41(5): 231-234, 237.