

玉米秸秆饲用品质调控研究综述

宋淑珍, 宫旭胤, 刘立山

(甘肃省农业科学院畜草与绿色农业研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 玉米是畜牧业发展的主要饲料资源保障。综述了品种、自然条件、播种密度和水肥调控、收获时间、加工处理方式等因素对玉米秸秆饲用品质的调控效应。

关键词: 玉米秸秆; 饲用品质; 调控技术; 综述

中图分类号: S513 **文献标志码:** B **文章编号:** 1001-1463(2021)03-0086-04

doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2021.03.022

Research Progress on Regulated Measures of Feed Quality in Corn Straw

SONG Shuzhen, GONG Xuyin, LIU Lishan

(Institute of Animal & Pasture Science and Green Agriculture, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: Corn is the main feed resource guarantee for the development of animal husbandry. The effects of variety, natural condition, sowing density, water and fertilizer regulation, harvest time, processing and treatment on feeding quality of corn straw were reviewed.

Key words: Corn stalk; Feed quality; Regulated technology; Review

玉米是我国第一大粮食作物, 2018年总播种面积4 213万hm², 产量25 717.4万吨, 分别占我国粮食总播种面积和总产量的35.40%和39.09%^[1]。玉米除了直接食用和

作为工业原料外, 大部分用于畜禽养殖。据报道, 全世界约有65%的玉米作为饲料原料, 而发达国家高达80%, 我国则有70%以上的玉米用作饲料^[2]。玉米籽粒和秸秆都是

收稿日期: 2021-01-05

基金项目: 甘肃省现代农业科技支撑体系区域创新中心项目“高寒区饲草品种筛选与种养结合技术集成示范”(2019GAAS51)。

作者简介: 宋淑珍(1980—), 女, 甘肃通渭人, 副研究员, 博士, 主要从事动物脂肪代谢和肉品质研究工作。联系电话: (0931)7611727。Email: songshuzhen@gsagr.ac.cn。

- and bio-energy[J]. Journal of SAT Agricultural Research, 2005, 1(1): 1-8.
- [25] RAFAEL PARRELLA. Advance in developing sorghum as a feedstock for bioenergy production in brazil[R]. 首届全国高粱产业学术研讨会暨产品展览会会议报告, 山西: 太原, 2018.
- [26] 王显国, 薛建国, 刘贵波, 等. 褐色中脉高粱引种评价与利用[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2013.
- [27] JOHN H WIERSEMA, JEFF DAHLBERG. The nomenclature of *Sorghum bicolor* (L.) Moench(Gramineae)[J]. TAXON, 2007, 56(3): 941-946
- [28] 国际生物科学联盟栽培植物命名法委员会编. 国际栽培植物命名法规[M]. 靳晓白, 成仿云, 张启翔, 译. 8版, 北京: 中国林业出版社发行部, 2013.

(本文责编: 陈 伟)

优质的饲料原料，被称为“饲料之王”，籽实是主要的能量饲料，秸秆也是优质的粗饲料，是畜牧业赖以发展的主要饲料保障。研究表明，玉米秸秆的粗蛋白、无氮浸出物、消化率等和微量元素磷都高于小麦秸秆和稻草^[3-4]，是反刍动物的优质粗饲料，但玉米秸秆饲用品质受多种因素的影响。我们从玉米品种、栽培农艺措施、收割时间、加工储藏等对玉米饲用价值影响等方面进行了综述，以期为提高玉米秸秆饲用价值提供参考。

1 玉米品种对秸秆饲用品质的影响

玉米品种是影响其秸秆饲用营养价值的重要因素。冯鹏^[5]对内蒙古种植的 43 个玉米品种青贮品质的研究表明，pH、氨态氮、乳酸分别为 3.28 ~ 3.80、6.08% ~ 8.44%，1.98% ~ 3.74%，除了少数几个品种有显著差异外，其余差异不显著；玉米秸秆“白丁”的干物质、粗蛋白含量显著高于其他品种，而粗脂肪、中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、灰分等不受品种的影响。郝生燕等^[6]引进饲用、粮饲兼用型玉米品种 16 个在甘肃中部试种表明，不同玉米品种的生物产量、秸秆有机物含量存在差异，潘发明等^[7]的研究结果与此相同。郇书静等^[8]报道，玉米秸秆体外消化率、酸性洗涤纤维、中性洗涤纤维、可溶性糖含量显著受玉米品种的影响。

2 农艺措施对玉米秸秆饲用品质的影响

气候、土壤肥力、播种时间、播种密度、灌溉制度和收获时间等对玉米秸秆营养成分和饲用价值具有重要的影响^[9]。

2.1 自然条件

曹永强等^[10]的研究显示，平均气温、日照时数、降雨量和玉米产量的相关系数分别为 39.75、22.71 和 6.50，三者对玉米产量都有显著影响。李积军^[11]也认为，温度、降水、日照等是影响玉米生长的主要气象因子。左晓晴^[12]报道，温度、日较差、辐射

和降水量等气候因子对不同区域的玉米产量都有影响。Singh 和 Schiere^[13]研究发现，热带地区玉米秸秆的消化率较温带地区玉米秸秆的消化率、粗蛋白降低。所以，平均气温、辐射、降水量等自然气候因子均为影响玉米种植的重要因素。

2.2 播种密度和水肥调控

郇书静^[14]研究显示，种植密度对玉米秸秆的产量与饲用品质都具有显著的影响。在保苗 45 000 ~ 75 000 株 /hm² 时，陕单 8806 和郑单 958 的秸秆产量随种植密度的增加而降低，秸秆酸性洗涤纤维、中性洗涤纤维先增加后降低，体外消化率则先降低后升高，郑单 958 秸秆酸性洗涤纤维、中性洗涤纤维随种植密度增加而递增。孙继颖等^[15]的研究表明，种植密度与青贮玉米秸秆产量和分级指数呈抛物线的关系。

薄丽媛等^[16]分别按灌溉需水量的 100%、70% 和 40% 灌溉玉米，结果表明，在 3 个水平水分处理下，灌水量越多的处理玉米叶面积指数和最终地上生物量越高。黄秋婉等^[17]报道，东北三省玉米灌溉不仅可以提高产量和生物量，同时可以降低玉米产量变异系数。梁玉红等^[18]研究了灌溉对青贮玉米营养价值和发酵品质的影响，结果显示充分灌溉和节水 15% 灌溉的青贮玉米鲜草生物产量、干物质产量、产奶指数、株高、茎粗、穗位都极显著的大于节水 30% 灌溉的青贮玉米，节水灌溉 15% 可以提高青贮玉米的粗蛋白质、粗脂肪、粗灰分、水溶性碳水化合物的含量，降低粗纤维、酸性洗涤纤维、中性洗涤纤维的含量。董姗等^[19]认为，6 叶期、散粉期和灌浆期灌溉及 6 叶期、12 叶期、散粉期和灌浆期灌溉，相对于 6 叶期灌溉、6 叶期和 12 叶期灌溉可提高青贮玉米总鲜草产量和经济效益。

氮素对玉米籽粒、玉米秸秆产量及品质具有重要的影响。孙春燕^[20]报道，在施

270 kg/hm² 氮肥、保苗 75 750 株 /hm² 时, 可提高玉米产量和磷、钾素吸收。邵书静^[14] 的研究显示, 施氮肥 0 ~ 337.5 kg/hm² 时, 随着施氮量的增加, 玉米籽粒、秸秆产量、秸秆体外消化率表现为递增趋势, 秸秆酸性洗涤纤维和中性洗涤纤维含量则呈递减趋势, 说明在该试验条件下玉米秸秆饲用价值保持良好的氮肥施用量不应超过 337.5 kg/hm²。

2.3 收获时间

合理的收获时间也是保证玉米秸秆饲用价值的一个重要因素。研究表明, 青贮玉米乳熟期是饲用品质最佳时节, 而粮饲兼用玉米或者籽粒玉米为了兼顾籽粒质量宜在成熟后期或者成熟期收割。董臣飞等^[21] 研究了鲜食玉米采穗后不同时间段玉米秸秆干物质积累和饲用品质, 结果表明, 鲜食玉米在采穗后两周收割秸秆, 并且收割高度在倒 10 节以上有利于饲用品质的提高。

3 加工方式对玉米秸秆饲用品质的影响

根据不同的玉米秸秆类型, 进行适宜的加工处理, 既可以提高玉米秸秆的适口性, 又可以提高饲用价值^[22]。玉米秸秆的加工主要包括物理加工(切碎、膨化、揉丝等)、化学处理(碱化法、氨化法等)、生物处理法(青贮、黄贮等), 其中秸秆物理加工加生物处理是目前较为普遍的秸秆处理方式。

毛建红等^[23] 研究显示, 玉米秸秆青贮、玉米秸秆加活菌制剂青贮、玉米秸秆加复合酶制剂青贮均能显著降低秸秆中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、纤维素、半纤维素、木质素含量, 能有效破解玉米秸秆细胞壁的微观结构, 从而提高玉米秸秆的利用率和饲用价值。申爱华等^[24] 报道, 带穗玉米秸秆青贮显著提高粗蛋白含量, 降低了粗纤维含量。万学瑞等^[25] 报道, 在青贮饲料中添加异型乳酸菌组合、同型乳酸菌组合、同型 + 异型乳酸菌组合均能促进发酵, 改善青贮饲料发酵品质, 增加青贮过程和有氧暴露后饲

料中乳酸和乙酸含量, 减少好氧菌、酵母菌和霉菌数量, 减少粗蛋白损失。欧阳耀华等^[26] 研究了青贮和黄贮玉米秸秆在湘西黄牛上的饲喂效果, 结果表明, 青贮玉米秸秆中性洗涤纤维降解率、酸性洗涤纤维消化率分别为 65.12%、48.36%, 显著高于黄贮玉米秸秆的消化率, 青贮玉米秸秆组在瘤胃中能够更好地被微生物分解利用。李杰等^[27] 分别用玉米秸秆、玉米秸秆与青贮玉米秸秆按体积比 1 : 1 混合、青贮玉米秸秆饲喂 11 ~ 12 月龄西门塔尔杂交公牛 60 d 后, 玉米秸秆与青贮玉米秸秆按体积比 1 : 1 混合组、青贮玉米秸秆组较玉米秸秆组平均日增重分别增加 24.2%、44.0%, 胴体重分别增加 14.1%、26.1%, 这说明玉米秸秆青贮加工处理可以提高肉牛生长性能和屠宰性能, 提高其饲用价值^[28]。以上研究说明, 进行适当的加工处理可以提高玉米秸秆的消化率, 降低营养物质损失。

4 展望

玉米秸秆作为草食动物主要的粗饲料来源, 在促进草食动物发展中起着重要的支撑作用, 提高玉米秸秆的饲用价值, 是发展节粮型畜牧业和提高草食动物养殖效益的重要措施之一。近年来, 学者在玉米品种选择、秸秆加工调控等方面做了大量的研究工作, 并取得了一些列重大的进展。今后, 选育玉米秸秆产量和秸秆消化率双高的玉米品种任重道远, 有效破解玉米秸秆细胞壁的加工处理方法和添加剂是提高玉米秸秆饲用品质研究的关键。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国统计局. 中国统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2019.
- [2] 李德发, 宋国隆, 赵丽丹. 饲料工业对玉米的数量需求和质量要求[J]. 玉米科学, 2003 (S2): 83-87.
- [3] 冯仰廉, 陆治年. 奶牛营养需要和饲料成分[M]. 修订本: 3版. 北京: 中国农业出版

- 社, 2007.
- [4] 牛文娟. 主要农作物秸秆组成成分和能源利用潜力[D]. 北京: 中国农业大学, 2015.
- [5] 冯 鹏. 品种与栽培技术对玉米产量及青贮质量的影响[D]. 北京: 中国农业大学, 2011.
- [6] 郝生燕, 王国栋, 何振富, 等. 西北旱区 16 个饲用玉米引种筛选试验初报[J]. 中国草食动物科学, 2019, 39(1): 20-24.
- [7] 潘发明, 潘晓荣, 窦晓丽, 等. 6 个饲用玉米品种在陇东的引种表现[J]. 甘肃农业科技, 2019, 6: 33-37.
- [8] 邵书静, 张仁和, 史俊通, 等. 不同玉米品种秸秆饲用品质的研究[J]. 草业学报, 2009, 18(5): 80-85.
- [9] 孟亚轩, 巴永梅, 孙颖琦, 等. 气候变化对玉米种植区域的影响浅析[J]. 农业与技术, 2020, 40(21): 109-111.
- [10] 曹永强, 李玲慧, 路 洁, 等. 气候变化对辽宁省玉米产量的影响[J]. 中国农村水利水电, 2020(11): 132-137.
- [11] 李积军. 玉米种植气候条件及气象服务分析[J]. 种子科技, 2019, 37(10): 23.
- [12] 左晓晴. 气候变化对玉米产量的区域影响研究[J]. 科技资讯, 2017, 15(19): 116-117.
- [13] SINGH K, SCHIERE J B. Handbook for Straw Feeding Systems[M]. New Delhi, India: ICAR, 1995.
- [14] 邵书静. 品种、氮肥和种植密度对玉米产量与品质的影响[D]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学, 2010.
- [15] 孙继颖, 高聚林, 王志刚, 等. 不同类型青贮玉米饲用产量及营养价值对密度调控的响应[J]. 草地学报, 2019, 27(6): 1733-1742.
- [16] 薄丽媛, 赵 引, 毛晓敏, 等. 农田水盐运移与作物生长对亏水滴灌的响应和模拟研究[J]. 农业机械学报, 2021, 52(1): 248-255, 237.
- [17] 黄秋婉, 刘志娟, 杨晓光, 等. 东北三省西部春玉米适应气候变化的高产高效灌溉方案分析[J]. 中国农业科学, 2020, 53(21): 4470-4484.
- [18] 梁玉红, 郑 博, 刘齐光, 等. 灌溉对青贮玉米营养价值和发酵品质的影响[J]. 中国饲料, 2020(20): 20-24.
- [19] 董 姗, 王 皓, 贾倩民, 等. 灌溉模式与种植方式对河西地区青贮玉米生长、产量和经济效益的影响[J]. 草地学报, 2020, 28(4): 1111-1120.
- [20] 孙春燕. 密度与施氮量对全膜双垄沟播玉米产量的影响[J]. 甘肃农业科技, 2010(10): 39-40.
- [21] 董臣飞, 许能祥, 丁成龙, 等. 鲜食玉米采穗后不同植株部位饲用品质的变化及适宜收获方式研究[J]. 草业学报, 2019, 28(10): 166-177.
- [22] 史海涛, 杨军香, 田雨佳, 等. 玉米秸秆营养价值的开发利用——未充分开发利用的廉价资源[J]. 中国奶牛, 2012(17): 3-11.
- [23] 毛建红, 陶 莲, 刘 融, 等. 活菌制剂和复合酶制剂对青贮玉米秸秆化学组成及纤维微观结构的影响[J]. 动物营养学报, 2018, 30(7): 2763-2771.
- [24] 申爱华, 李保全, 周 蔚, 等. 带穗玉米秸秆青贮过程中 pH 和营养物质的变化规律[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(32): 105-107; 211.
- [25] 万学瑞, 豆思远, 李 玉, 等. 复合乳酸菌对全株玉米青贮及有氧暴露后微生物及饲料品质的影响[J]. 草业学报, 2020, 29(11): 83-90.
- [26] 欧阳耀华, 罗 阳, 田德清, 等. 青贮和黄贮玉米秸秆对湘西黄牛瘤胃体外发酵的影响[J]. 湖南畜牧兽医, 2020(3): 42-44.
- [27] 李 杰, 侯育武, 侯育浦, 等. 青贮玉米秸秆对肉牛生长性能和屠宰性能的影响[J]. 中国饲料, 2019(17): 55-57.
- [28] 何志刚, 唐亚亮. 饲用玉米品质控制要点[J]. 江西饲料, 2015(5): 27-29.

(本文责编: 陈 珩)