

燕麦青贮研究进展

李志强,冯 富

(中国农业大学草地研究所,北京 100193)

摘 要:燕麦既可调制干草也可制作青贮,但在西北、西南、华北、东北等高寒农牧区有些地区由于制作干草时处于阴雨天气不宜调制干草,只能进行青贮.燕麦青贮在动物生产中作为一种优良的青贮饲料具有适口性好、营养价值高、环境适应范围广等特点.就燕麦青贮时期、添加剂青贮、混合青贮、青贮饲喂效果进行了综述,促进燕麦青贮的利用和发展.

关键词:燕麦青贮;添加剂;混合青贮;饲喂效果

中图分类号:S816

文献标志码:A

文章编号:2095-4271(2018)01-0001-05

Research progress of oat silage

LI Zhi-qiang, FENG Fu

(Institute of Grassland Science, China Agricultural University, Beijing 100193, P. R. C.)

Abstract: Oats can not only make hay but also produce silage, however, in some Alpine pastoral areas of the Northwest, Southwest, North and Northeast of China, making oat hay is very difficult because of rainy weather, while making silage is easier. Oat silage as a good silage in animal production has the characteristics of good palatability, high nutrition and variable environmental suitability. This paper reviewed the harvest time of oat silage, additive silage, mixed silage and feeding effects of oat silage to promote the use and development of oat silage.

Key words: oat silage; additive; mixed silage; feeding effect

燕麦是禾本科、燕麦属的一年生植物^[1].燕麦有皮燕麦和裸燕麦之分,皮燕麦主要用于饲用;裸燕麦既可食用,又可饲用.燕麦是一种优良的粮饲兼用型作物.饲用燕麦作为一种优质禾本科牧草,具有营养价值高、消化率高、纤维的结构适宜、抗逆性强等优点.

在我国燕麦种植区,收获的燕麦既可用来调制干草,也可制作青贮饲料,但调制干草易受天气影响,由于降雨甚至会导致严重的养分损失^[2-3],青贮是在不适合调制燕麦干草时的一种更好的利用方式.大量研究表明,燕麦青贮不仅具有青绿多汁、适口性好、耐储藏等特点,还具有易收获、易调制、机械化程度高、天

气影响小等优点,对于高寒地区解决家畜饲料来源具有重要意义.

1 青贮时期

燕麦青贮时期的选择必须根据生产情况来决定,青贮最高产量和最佳青贮品质之间存在一定的矛盾,因此燕麦青贮时期的选择必须要把握好产量和品质之间的关系来实现最大经济效益. Mustafa (2003) 等研究表明燕麦青贮在孕穗期和蜡熟早期的青贮质量都很好.两个时期中性洗涤纤维(NDF)和酸性洗涤纤维(ADF)含量基本无差异而孕穗期的燕麦青贮含有更多粗蛋白(CP)和较少的淀粉^[4].孙小凡(2003)研究

收稿日期:2017-06-30

作者简介:李志强(1975-),男,汉族,副教授,博士,研究方向:牧草生产与加工利用. E-mail:lizhiqiang8888@163.com

基金项目:国家牧草产业技术体系(CARS-35);国家燕麦荞麦产业技术体系(CARS-8)

发现,燕麦的最佳青贮刈割期为抽穗后40d,粗蛋白含量随生长期的延长而降低,粗纤维含量随生长期的延长而增加。青贮与干草相比,粗蛋白、粗纤维、粗灰分、钙和磷的含量均有不同程度的提高,NDF和ADF含量则略有下降,干物质消化率有很大程度的提高^[5]。赵世锋(2005)等研究发现燕麦抽穗期虽然鲜草产量高,但干物含量低不适合青贮,乳熟期接近蜡熟期时干物质含量高,有利于青贮^[6]。Rezende(2012)等研究发现在一定范围内,燕麦的DM含量越高越有利于青贮^[7]。张越利(2012)和杨云贵(2013)等对燕麦青贮适宜的生育期的研究中发现适宜青贮的生育期主要是在抽穗、灌浆、乳熟期这三个时期,燕麦青贮的适宜时期应根据实际情况来确定^[8-9]。David(2010)等研究表明蜡熟期的燕麦青贮与抽穗期的青贮相比产量更高、发酵品质更好营养价值高^[10]。Paris(2015)等认为燕麦初花期的青贮效果要比盛花期的要好,并且在制作青贮之前进行萎蔫也有利于提高青贮的品质^[11]。Zamarchi(2014)研究发现,燕麦在盛花期比在初花期制作青贮时发酵pH和缓冲能值低但是营养价值更低^[12]。KELES(2014)等研究发现燕麦青贮就青贮质量而言的话孕穗期和蜡熟期之间基本无差异^[13]。

总而言之,制作燕麦青贮的最佳时期仍然在研究之中,并无定论。

2 添加剂青贮

2.1 化学添加剂

Tao Shao(2005)等研究发现燕麦青贮中添加葡萄糖、山梨酸能够降低pH、丁酸含量以及氨态氮的含量,并增加乙酸和乳酸含量,明显改善了燕麦青贮品质^[14]。燕麦添加2%和4%的甘蔗糖蜜时,青贮饲料具有较低的pH值及VFA和ADF含量,能取得良好的青贮效果^[15-16]。孙肖慧(2014)等研究发现,糖蜜及糖蜜加山梨酸钾燕麦青贮pH显著降低,乳酸含量显著升高,有效地改善了混合青贮发酵品质,单独添加糖蜜会加剧青贮饲料有氧暴露时腐败程度,单独添加山梨酸钾对发酵品质的改善效果不佳。山梨酸钾和糖蜜组合既可以有效提高燕麦和紫花苜蓿混合青贮的发酵品质,又能改善青贮饲料的有氧稳定性^[17]。覃方铨(2014)等研究表明,尿素和玉米粉对青贮燕麦的

NDF和ADF降解作用不显著,NDF及ADF含量较高,对提高燕麦青贮品质作用不明显^[18-19]。郭婷(2014)和葛剑(2015)等研究表明添加蔗糖可以降低粗纤维含量,2%蔗糖处理在降低青贮料pH值、氨态氮含量,提高乳酸生成量方面表现良好,0.4%甲酸对燕麦发酵品质的提升较明显^[20-21]。Kondo(2004)等研究发现添加绿茶渣能够使燕麦青贮pH和氨态氮含量降低,提高乳酸含量,改善燕麦青贮发酵品质^[22]。

在生产中添加糖等发酵促进剂还是添加甲酸等发酵抑制剂要根据青贮制作情况以及相应的成本和效果来选择最适宜的添加剂。

2.2 生物添加剂

张琳(2007)、热杰(2009)和覃方铨(2014)等研究乳酸菌添加剂对燕麦青贮品质的影响,结果表明乳酸菌燕麦青贮的气味、色泽和手感均优于普通燕麦青贮,提高了DM、CP含量,pH、NDF和ADF降低,乳酸含量增加,燕麦青贮品质得到了改善,有利于青贮饲料的长期保存^[18-19,23-24]。郭婷(2014)研究发现,乳酸菌在提高粗蛋白含量方面表现优异,纤维素酶则提高了粗脂肪和粗灰分含量,而乳酸菌在降低青贮料pH值、氨态氮含量,提高乳酸生成量方面表现良好,纤维素酶浓度为50mg/kg时,青贮效果良好^[20]。Nadeau(2007)等研究发现混合酸添加剂(1/3丙酸和2/3甲酸)比接种剂(植物乳杆菌、乳酸链球菌、屎肠球菌、乳酸片球菌、纤维素酶和苯甲酸钠)能更有效的降低燕麦青贮过程中淀粉和蛋白的降解和干物质的损失^[25]。Mahr-un-Nisa(2013)等研究表明燕麦青贮过程中添加1、2、3g/kg(DM)的纤维素酶能够在不影响消化率的情况下降低青贮过程中营养物质的损失和青贮中的纤维含量,并且青贮质量随着纤维素酶添加量的增加而改善^[26]。KELES(2014)等研究发现添加有机酸和乳酸菌能改善孕穗和蜡熟两个生育时期的青贮质量,延长生育期到蜡熟期增加了真蛋白和过瘤胃蛋白的含量^[13]。葛剑(2015)等研究发现,0.2%EM菌液在鲜贮条件下对青贮饲料发酵品质的效果更好^[21]。Zhang Jie(2015)等研究表明燕麦和箭筈豌豆的混合青贮中添加乳酸菌能搞提高乳酸菌和粗蛋白含量,添加丙酸和植物乳杆菌的混合添加剂既能改善青贮质量并能够提高有氧稳定性^[27]。

添加生物添加剂通常可以改善燕麦青贮品质,生产中主要使用的是乳酸菌或乳酸菌为主的混合添加剂.

3 燕麦与其它牧草混合青贮

燕麦属于禾本科作物,具有可溶性碳水化合物含量高良好的青贮特性,但也有研究表明,利用混合青贮方式有助于青贮原料间养分互补,改善青贮品质.

3.1 燕麦与箭筈豌豆

Garduño(2009)等研究认为燕麦和箭筈豌豆混合青贮后饲喂奶牛效果良好,并能够替换玉米青贮料而更经济^[28].陶延英(2007)等研究发现,捆裹青贮燕麦与箭筈豌豆混播草饲喂鲁西黄牛与饲喂自然风干的对比,饲喂效果更好^[29].曾植虎(2011)研究表明燕麦与箭筈豌豆混合青贮与干草相比提高了粗蛋白、粗灰分、钙、磷含量而降低了粗纤维含量^[30].张洁(2014)等对燕麦与箭筈豌豆(7:3)混合青贮可以获得较好的发酵品质,在此基础上添加乳酸菌制剂、山梨酸钾和糖蜜3种添加剂可使发酵品质进一步提高,添加效果为糖蜜>乳酸菌>山梨酸钾^[31].Chen Lei(2015)等研究发现用燕麦和箭筈豌豆的混合来替代全株玉米的全混合日粮青贮不会造成不良影响同时能够提高全混合青贮的CP含量和有氧稳定性,在38%燕麦和18%的箭筈豌豆条件下全混合青贮效果最好^[32].Jahangiri(2015)等发现在燕麦和箭筈豌豆在60:40时制作的青贮的综合质量指标更优^[33].

3.2 燕麦与苜蓿

紫花苜蓿与裸燕麦混合青贮可形成养分互补,提高营养价值,改善发酵品质.孙肖慧(2014)和李君凤(2014)等研究表明发现燕麦和紫花苜蓿以7:3比例混合青贮后,既能保证乳酸菌发酵,又能提高青贮饲料的CP含量,但蛋白质降解较多,添加3.5%乙醇或4%糖蜜均可获得优质青贮,添加0.4%的乙酸可改善青贮品质和有氧稳定性^[34-35].吴俊(2015)和葛剑(2015)等发现苜蓿与裸燕麦混合比例为1:2时青贮效果更优,添加2%蔗糖或0.0004%乳酸菌均可降低氨态氮含量,或者添加0.1%或0.2%的EM菌剂或0.4%甲酸有助于抑制不良发酵,提高发酵品质^[36-39].燕麦作为苜蓿的重要轮作和补播作物,进行

燕麦和苜蓿的混合青贮具有其独特的生产价值.

3.3 燕麦与其它牧草

顾雪莹(2011)等研究白花草木樨与燕麦混合青贮表明,单贮燕麦可得优良青贮饲料,但燕麦添加比例为70%的混贮效果较好,且燕麦添加比例为50%混贮的效果与70%的相近^[40].甘家付(2010)等研究了不同比例的燕麦秸秆与苇状羊茅、多年生黑麦草混合青贮发现与燕麦秸秆单独青贮相比,不同比例的燕麦秸秆混合青贮在不同程度上改善了青贮饲料发酵品质,但由于营养成分损失较多,仍未达到优质青贮饲料的标准^[41].张越利(2012)和郭婷(2014)等研究发现,燕麦和玉米混合可以制作品质较好的青贮,其中以3:7的混合比例为最佳,其次为5:5的混合比例,以7:3的比例混合制作青贮料容易失败.随着燕麦的比例增加,青贮料的粗蛋白和无氮浸出物含量逐渐降低,粗纤维、粗脂肪、粗灰分呈上升趋势,pH值均升高至4.7左右,氨态氮含量逐渐增加,乙酸质量分数比较低^[9,42].

4 燕麦青贮饲喂效果

祁果(2011)研究燕麦青贮饲喂幼龄绵羊时,饲喂青贮可显著增加绵羊日增重,经济效益明显^[43].谢小峰(2013)等发现燕麦青贮替代全株玉米青贮,能够提高奶牛产奶量.燕麦青贮能够提高奶牛养殖经济效益,虽然燕麦青贮成本高于玉米青贮,但由于奶牛产奶量提高,乳成分改善,使得牛奶价格升高,从而提高了奶牛养殖的经济效益^[44].Lassiter(1958)等发现在粗饲料中添加63%的燕麦青贮饲喂奶牛的效果要优于玉米青贮,而且产奶量和增重高于饲喂玉米青贮^[45].Bhandari(2008)等研究发现燕麦青贮切碎长度从19mm到6mm,青贮pH和VFA的含量越低,但是其它营养成分含量基本没有变化.长度减少增加了干物质采食量,但对产奶量、瘤胃发酵性能、采食方式和行为以及血液代谢这些主要的生理生化指标不会产生影响^[46].Gurdon(2015)等研究发现通过萎蔫及燕麦鲜草和燕麦秸秆混合青贮的处理来降低燕麦含水量进行青贮有利于改善圈养的绵羊的育肥和屠宰表现^[47].燕麦青贮用来饲喂家畜不仅能够维持动物的正常生长发育,同时对改善家畜的生产具有一定作用.

5 展望

随着燕麦青贮产业的发展,如何在大规模生产中加入添加剂,既能保证青贮效果,又不增加生产工序的繁琐程度,如何能够更好的利用燕麦普通青贮和混合青贮是生产中关注并需要解决的问题.制定统一的燕麦青贮质量评价标准来准确衡量青贮营养价值,有利于提高青贮质量和青贮产业的健康发展.

参考文献

- [1] 郭本兆. 中国植物志[M]. 第三分册第九卷. 北京: 科学出版社, 1993: 4-6.
- [2] 王成章, 陈桂荣. 饲料生产学[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1998: 285.
- [3] 阿依古丽·达嘎尔别克, 古丽努尔·阿曼别克, 海米提·亚库甫江, 等. 昭苏马场燕麦草地适时刈割及青贮调制研究[J]. 饲料研究, 2015(05): 66-68.
- [4] MUSTAFA A F, SEGUIN P. Effects of stage of maturity on ensiling characteristics and ruminant nutrient degradability of oat silage[J]. Archives of Animal Nutrition, 2003, 57(5): 347-358.
- [5] 孙小凡. 麦类作物青贮饲料营养价值研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2003.
- [6] 赵世锋, 田长叶, 陈淑萍, 等. 草用燕麦品种适宜刈割期的确定[J]. 华北农学报, 2005(S1): 132-134.
- [7] REZENDE A S C, FREITAS G P, COSTA M L L, et al. Nutritional composition of white oat (*Avena sativa* L.) with different levels of dry matter for use in the diet of horses[M]// Forages and grazing in horse nutrition. Wageningen Academic Publishers, 2012: 275-277.
- [8] 杨贵贵, 程天亮, 杨雪娇, 等. 3个燕麦品种不同收获期对青贮饲草营养价值的影响[J]. 草地学报, 2013(04): 683-688.
- [9] 张越利. 燕麦生育时期、品种及与玉米的混合比例对青贮品质的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2012.
- [10] DAVID D B D, NÖRNBERG J L, AZEVEDO E B D, et al. Nutritional value of black and white oat cultivars ensiled in two phenological stages[J]. Revista Brasileira De Zootecnia, 2010, 39(39): 1409-1417.
- [11] PARIS W, ZAMARCHI G, PAVINATO P S, et al. Black oat silage quality under ensiling phenological stages, particle size and prewilting[J]. Revista Brasileira de Saude e Producao Animal, 2015, 16(3): 486-498.
- [12] ZAMARCHI G, PAVINATO P S, MENEZES L F G, et al. Silage of white oat under nitrogen fertilization and pre-wilting[J]. Semina Ciências Agrárias, 2014, 35(4): 2185-2195.
- [13] KELEŞ G, COŞKUN B, İNAL F, et al. Conservation characteristics and protein fractions of cereal silages ensiled with additives at the booting and dough stages of maturity[J]. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 2014, 38: 285-294.
- [14] SHAO T, SHIMOJO M, WANG T, et al. Effect of additives on the fermentation quality and residual mono- and di-saccharides compositions of Forage Oats and Italian Ryegrass silages[J]. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 2005, 18(11): 1582-1588.
- [15] 杨桂英. 添加糖蜜对燕麦青贮品质的影响[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2009(03): 211-214.
- [16] 赵亮亮, 董宽虎, 张瑞忠. 添加不同水平糖蜜对燕麦青贮的影响, 草原与草坪[J]. 2007(05): 49-53.
- [17] 孙肖慧, 原现军, 郭刚, 等. 添加剂对西藏混合青贮发酵品质和有氧稳定性的影响[J]. 草地学报, 2014(06): 1353-1359.
- [18] 覃方铨, 赵桂琴, 焦婷, 等. 含水量及添加剂对燕麦捆裹青贮品质的影响[J]. 草业学报, 2014(06): 119-125.
- [19] 覃方铨, 赵桂琴, 焦婷, 等. 不同添加剂对青贮燕麦品质的影响[J]. 草原与草坪, 2014(01): 38-43.
- [20] 郭婷. 四种添加剂对燕麦青贮效果的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2014.
- [21] 葛剑, 杨翠军, 杨志敏, 等. 萎蔫处理和添加剂对裸燕麦青贮饲料品质的影响[J]. 中国粮油学报, 2015(09): 18-23.
- [22] KONDO M, KITA K, YOKOTA H. Feeding value to goats of whole-crop oat ensiled with green tea waste[J]. Animal feed science and technology, 2004, 113(1): 71-81.
- [23] 热杰. 乳酸菌添加剂对青藏高原燕麦青贮品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2009, 32: 15846-15847.
- [24] 张琳, 德科加. 青藏高原特种青贮牧草的品质评定试验[J]. 青海畜牧兽医杂志, 2007(01): 15-16.
- [25] NADEAU E. Effects of plant species, stage of maturity and additive on the feeding value of whole-crop cereal silage[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2007, 87(5): 789-801.
- [26] MAHR-UN-NISA, REHMAN A, SHAZAD M A, et al. Improving oat grass silage quality through using exogenous enzyme in cannulated buffalo bulls. [J]. Buffalo Bulletin, 2013, 32(1): 866-870.
- [27] ZHANG J, GUO G, CHEN L, et al. Effect of applying lactic acid bacteria and propionic acid on fermentation quality and aerobic stability of oats-common vetch mixed silage on the Tibetan plateau[J]. Animal Science Journal, 2015, 86(6): 595-602.
- [28] GARDUÑO-CASTRO Y, ESPINOZA-ORTEGA A, GONZÁLEZ-ESQUIVEL C E, et al. Intercropped oats-Common vetch silage in the dry season for small-scale dairy systems in the Highlands of Central Mexico [J]. Tropical Animal Health & Production, 2009, 41(5): 827-834.
- [29] 陶延英, 陶延胜. 捆裹青贮燕麦与箭筈豌豆混播草饲喂鲁西黄牛的增重效果试验[J]. 养殖与饲料, 2007(05): 71-72.
- [30] 曾植虎. 青贮燕麦与箭筈豌豆混播草饲喂肉羊试验[J]. 山东畜牧兽医, 2011, 32(7): 20.
- [31] 张洁, 原现军, 郭刚, 等. 添加剂对西藏燕麦和箭筈豌豆混合青贮发酵品质的影响[J]. 草业学报, 2014(05): 359-364.

- [32] CHEN L, GUO G, YU C, et al. The effects of replacement of whole-plant corn with oat and common vetch on the fermentation quality, chemical composition and aerobic stability of total mixed ration silage in Tibet[J]. *Animal Science Journal*, 2015, 86(1): 69-76.
- [33] JAHANGIRI H, NEJAD E T, TORABI M, et al. Evaluation of yield, Land Equivalent Ratio and silage quality related traits in oat and vetch intercropping[J]. *Journal of Crops Improvement*, 2015, 17(2): 373-384.
- [34] 孙肖慧, 原现军, 郭刚, 等. 添加乙醇和糖蜜对西藏地区燕麦和紫花苜蓿混合青贮发酵品质的影响[J]. *畜牧兽医学报*, 2014(03): 417-425.
- [35] 李君凤, 孙肖慧, 原现军, 等. 添加乙酸对西藏燕麦和紫花苜蓿混合青贮发酵品质和有氧稳定性的影响[J]. *草业学报*, 2014(05): 271-278.
- [36] 吴俊, 杨翠军, 刘贵河, 等. 不同添加剂对不同比例紫花苜蓿和裸燕麦混合青贮发酵品质的影响[J]. *中国奶牛*, 2015, 18: 41-43.
- [37] 葛剑, 杨翠军, 刘贵河, 等. 混合比例和添加 EM 菌剂对紫花苜蓿和裸燕麦混贮品质的影响[J]. *浙江农业学报*, 2015(12): 2093-2099.
- [38] 葛剑, 杨翠军, 刘贵河, 等. 添加剂和混合比例对裸燕麦和紫花苜蓿混贮品质的影响[J]. *草业学报*, 2015(06): 116-124.
- [39] 葛剑, 杨翠军, 杨志敏, 等. 紫花苜蓿和裸燕麦混贮发酵品质和营养成分分析[J]. *草业学报*, 2015(04): 104-113.
- [40] 顾雪莹, 玉柱, 郭艳萍, 等. 白花草木樨与燕麦混合青贮的研究[J]. *草业科学*, 2011(01): 152-156.
- [41] 甘家付. 西藏地区燕麦秸秆与苇状羊茅、多年生黑麦草混合青贮的研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2011.
- [42] 郭婷, 杨雪娇, 张越利, 等. 燕麦品种及其与全株玉米质量比对青贮效果的影响[J]. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 2014(09): 27-32.
- [43] 祁果. 捆裹青贮燕麦草饲喂幼龄绵羊增重效果对比试验研究[J]. *畜牧兽医杂志*, 2011(04): 111-112.
- [44] 谢小峰, 周玉明. 燕麦草青贮和全株玉米青贮对奶牛产奶量和乳成分的影响[J]. *畜牧与兽医*, 2013(09): 35-37.
- [45] LASSITER C A, HUFFMAN C F, DEXTER S T, et al. Corn versus oat silages as a roughage for dairy cattle[J]. *Journal of Dairy Science*, 1958, 41(9): 1282-1285.
- [46] BHANDARI S K, LI S, OMINSKI K H, et al. Effects of the chop lengths of alfalfa silage and oat silage on feed intake, milk production, feeding behavior, and rumen fermentation of dairy cows[J]. *Journal of Dairy Science*, 2008, 91(5): 1942-1958.
- [47] GURDOGAN F, ERISIR Z. The effect of whole-crop oat silage made from fresh oat dry-matter of which was raised by different methods on feedlot performance and carcass characteristics in sheep[J]. *Saglik Bilimleri Veteriner Dergisi, Firat Universitesi*, 2015, 29(2): 87-90.

(责任编辑: 李建忠, 付强, 张阳, 罗敏; 英文编辑: 周序林, 郑玉才)