

DOI:10.11829/j.issn.1001-0629.2017-0462

阴法庭,张风华.饲料油菜与玉米秸秆混合青贮营养品质.草业科学,2018,35(7):1790-1796.

Yin F T, Zhang F H. Nutritional quality of silage made with different ratios of forage rape and corn stalks. Pratacultural Science, 2018, 35(7):1790-1796.

饲料油菜与玉米秸秆混合青贮营养品质

阴法庭¹, 张风华^{1,2}

(1.石河子大学农学院,新疆 石河子 832003; 2.石河子大学绿洲生态农业重点实验室,新疆 石河子 832003)

摘要:以盛花期刈割收获的饲料油菜(*Brassica napus*)与玉米(*Zea mays*)秸秆为原料,按不同比例混贮;通过营养品质分析,探讨二者混贮的适宜配比。结果表明:1)饲料油菜不能单独调制青贮饲料;2)混贮处理后的粗蛋白(CP)、粗脂肪(EE)、酸性洗涤纤维(ADF)、中性洗涤纤维(NDF)、粗灰分(Ash)含量均介于饲料油菜与玉米秸秆单贮之间,营养品质均得到显著改善,达到提高青贮品质的目的;3)饲料油菜与玉米秸秆7:3混贮处理的CP、EE含量显著高于玉米秸秆单贮与3:7的混贮处理,而ADF与NDF含量显著低于玉米秸秆单贮与3:7的混贮处理($P < 0.05$);4)混贮处理的pH较玉米秸秆单贮与饲料油菜单贮处理显著降低($P < 0.05$),其中7:3混贮处理的pH最低;5)饲料油菜与玉米秸秆7:3混贮处理的V-Score青贮发酵品质得分显著高于玉米秸秆单贮与3:7的混贮处理。综合比较分析发现,以饲料油菜与玉米秸秆7:3的混贮处理较好,可作为较佳的混贮配比模式。

关键词:饲料油菜;玉米秸秆;混贮;营养品质

中图分类号:S816.15 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-0629(2018)07-1790-07^{*}

Nutritional quality of silage made with different ratios of forage rape and corn stalks

Yin Fa-ting¹, Zhang Feng-hua^{1,2}

(1.College of Agronomy, Shihezi University, Xinjiang Province, 832003, Xinjiang, China;

2.Key Laboratory of Oasis Ecology Agriculture of Xinjiang, Shihezi University, 832003, Xinjiang, China)

Abstract: In this study, feed rapeseed harvested in the blooming stage and the corn stalk were used as raw materials and mixed-storage at different proportions to find their optimal ratio by analyzing nutrient quality. The results indicate that feed rape cannot be individually prepared for silage. After mixed-storage processing, the content of CP, EE, ADF, NDF, and Ash ranged between those of feed rapeseed and corn stalks for single storage. Nutritional quality was significantly improved and achieved the purpose of improving silage quality. The content of CP and EE in treatment III (7:3 rape-corn stalk ratio) was significantly higher than that in treatment IV (3:7 rape-corn stalk ratio), while the content of ADF and NDF was significantly lower than that of treatment II (0:10 rape-corn stalk ratio), and treatment IV ($P < 0.05$). The pH value of mixed storage was significantly lower than that of individual corn stalk and rape storage ($P < 0.05$), the lowest pH value was observed in treatment III. The score of V-Score in treatment III (7:3 rape-corn stalk ratio) was significantly higher than that in treatment IV (3:7 rape-corn stalk ratio). By comprehensive comparison, we conclude that treatment III with 7:3 rape-corn stalk ratio should be the preferable mixing ratio.

* 收稿日期:2017-09-14 接受日期:2018-02-09

基金项目:公益性行业(农业)科研专项项目“北方一熟区耕地培肥与合理农作制”(201503120);兵团科技攻关与成果转化项目“绿洲盐渍化土壤生态修复关键技术与示范”(2016AD022);国家重点研发计划课题“玛纳斯河流域盐碱地治理模式及棉花林果产业示范”(2016YFC0501406)

第一作者:阴法庭(1991-),男,山东泰安人,在读硕士生,主要从事干旱区作物营养与生理研究。E-mail:820174369@qq.com

通信作者:张风华(1970-),女,新疆石河子人,博导,教授,博士,主要从事绿洲生态与环境研究。E-mail:zfh2000@126.com

Key words: feeding rape; corn stalk; mixed-storage process; nutritional quality

Corresponding author: Zhang Feng-hua E-mail: zfh2000@126.com

当前,得益于我国畜产品需求的快速增长,新疆北疆地区畜牧产业得到快速发展,成为推动地区经济增长的新亮点,但是天然牧场因过度放牧导致不断退化,进入冬季后北疆地区漫雪严寒,饲料短缺成为制约畜牧业经济发展的重要阻碍。饲料油菜(*Brassica napus*)又名双低(低芥酸、低硫代葡萄糖甙)油菜,具有耐寒性强、生长迅速、营养价值高等特点^[1-2]。近年来,北疆地区麦后复种饲料油菜面积不断增大,其鲜草产量可达 75 000 kg·hm⁻²。饲料油菜属于高蛋白型饲草,无氮浸出物和钙含量较高,具有高脂肪、低纤维的特点,是一种新型的优质饲草^[3]。玉米(*Zea mays*)作为北疆地区传统的粮食作物之一,在粮食生产中占有重要地位,其秸秆一直作为重要的畜牧饲料^[4]。但是玉米秸秆组成结构复杂、坚韧,纤维含量高,粗蛋白等营养物质含量低,适口性较差;秆茎叶上自然附着的乳酸菌较少,影响生物可降解性,直接青贮会引起异常发酵,甚至造成变质^[5]。饲料油菜产草量高,鲜嫩多汁,营养丰富,青贮后不仅能较好地保持其营养特性,减少养分损失,而且柔软多汁,气味酸香,适口性好,能够刺激家畜消化液的分泌和胃肠道蠕动,从而增强了消化

功能,提高了饲草料的利用率^[6-7]。目前饲料油菜的生产利用方式以饲草为主,青贮利用研究较少;而玉米秸秆单独作为饲料直接饲喂,适口性差,品质低。研究表明,干玉米秸秆与含湿量高的生物质原料进行混贮能够获得良好的贮存效果^[8]。

基于此,本研究探讨了饲料油菜与玉米秸秆不同混合比例下青贮营养品质,旨在探究最佳配比,为调制品质优良的饲料油菜青贮饲料提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

试验样品采集于 2016 年 9 月 28 日,在石河子市钟家庄镇七场进行。试验地位于 85°40' E, 44°45' N。青贮原料分别为盛花期(2016 年 9 月 28 日)刈割收获后的饲料油菜(华油杂 62 号)与收获后的玉米(新饲玉 11 号)秸秆。青贮原料营养成分如表 1 所列。饲料油菜与玉米秸秆的营养物质差异显著($P < 0.05$),除干物质含量外,饲料油菜的粗蛋白、粗脂肪和粗灰分含量显著高于玉米秸秆($P < 0.05$),而中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维含量则显著低于玉米秸秆($P < 0.05$)。

表 1 青贮原料营养成分(干物质)

Table 1 Chemical properties of raw material for ensiling (DM)

原料 Material	干物质 DM/%	粗蛋白 CP/%	中性洗涤纤维 NDF/%	酸性洗涤纤维 ADF/%	粗脂肪 EE/%	粗灰分 Ash/%
饲料油菜 Feed rapeseed	15.04±0.09b	15.16±0.12a	42.59±0.88b	33.21±0.60b	6.41±0.35a	12.59±0.22a
玉米秸秆 Corn straw	50.74±0.52a	5.96±0.07b	67.70±0.52a	43.50±0.05a	3.53±0.02b	9.48±0.13b

同列不同小写字母表示不同原料差异显著($P < 0.05$)。

Different lowercase letters within the same column indicate significant difference at the 0.05 level. DM, dry matter; CP, crude protein; NDF, neutral detergent fibre; ADF, acid detergent fibre; EE, ether extract.

1.2 试验设计

为充分发挥饲料油菜高蛋白、高脂肪、低纤维的营养特性,解决麦后饲料油菜存贮与加工利用的问题,设计饲料油菜为主、玉米秸秆为辅的青贮方案;试验共设 4 个处理,将饲料油菜和玉米秸秆分别按照 10:0(I)、0:10(II)、7:3(III)和 3:7(IV)的百分比混合成青贮饲料,探究饲料油菜与玉米秸秆单贮及 7:3(III)与反比例下 3:7(IV)模式下青贮营养品质差异。

1.3 青贮调制

饲料油菜刈割后与玉米秸秆分别进行青贮前粉碎

处理(切短至 1~2 cm),单贮时分别称取饲料油菜和玉米秸秆各 1.5 kg,混合时按照不同比例分别称取粉碎后的饲料油菜与玉米秸秆各自所需重量(总重 1.5 kg),将其混合均匀后装入青贮袋内,并进行真空处理。为保证材料附着乳酸菌的发酵,将进行试验预处理,将装袋的试验材料放入恒温箱中发酵前 7 d(32℃左右),随后试验室环境(23~30℃)下发酵 60 d,期间(发酵后 3、7、15、30、60 d)随机开封,每个处理各 3 袋。

1.4 测定项目及方法

1.4.1 指标测定方法 pH:取青贮饲料鲜样 20 g,加

入 180 mL 蒸馏水,制成青贮饲料浸出液,用酸度计测定浸出液的 pH^[9]。干物质(DM):用烘箱烘干法测定,在 65 °C 下烘干 48 h^[9]。粗蛋白(CP):采用凯氏定氮法测定^[10]。中性洗涤纤维(NDF)和酸性洗涤纤维(ADF):采用范氏洗涤纤维法测定^[10]。采用索氏提取法测定粗脂肪(EE)含量^[11]。采用 550 °C 灼烧法测定粗灰分(Ash)含量^[12]。氨态氮(NH₃-N):采用苯酚一次氯酸比色法进行含量测定^[13]。挥发性脂肪酸(VFA):使用 HITACHI 高效液相色谱测定浸出液的乳酸、乙酸、丙酸和丁酸含量^[14]。进样量 10 μL、柱温 50 °C、波长 210 nm,流动相采用 0.2% 的磷酸,流速为 1 mL · min⁻¹。

1.4.2 青贮品质评定 青贮发酵品质评价选用 V-Score 评分体系^[15],V-Score 评分体系是依据青贮饲料中的 NH₃-N 与 VFA 中的乙酸、丙酸、丁酸含量进行计算得分,并将各项得分相加获得最终评价分数。一般分为 4 个标准:其满分为 100 分,80 分以上为良好,60~80 分为一般,60 分以下为差。各指标评分标准如表 2 所列。

表 2 V-Score 评分体系
Table 2 V-Score system

指标含量 Content/%	计算式 Formula	
	X _N	Y _N
	≤5	50
氨态氮(占总氮)	5~10	60-2×X _N
NH ₃ -N/TN	10~20	80-4×X _N
	>20	0
乙酸+丙酸	≤0.2	10
(DM/%)	0.2~1.5	(150-100×X _A)/13
AA+PA	>1.5	0
丁酸(DM/%)BA	0~0.5	40-80×X _B
	>0.5	0
V-Score: Y=Y _N +Y _A +Y _B		

1.5 数据分析

数据处理采用 SPSS 17.0 软件进行统计分析,用平均值±标准差表示测定结果,同时分别对同一混合比例不同青贮时间处理、同一青贮时间不同混合比例处理进行单因素方差分析,并用 Duncan 法对各测定数据进行多重比较;采用 Excel 2016 制图。

2 结果分析

2.1 不同混贮处理青贮营养品质分析

4 个不同处理的 DM 含量均随青贮时间变化呈现出下降趋势($P < 0.05$)。在整个发酵期,处理 II 和 IV

的 DM 含量显著高于处理 I 与 III ($P < 0.05$);在发酵期第 60 天,处理 II 的 DM 含量最高,为 48.35,处理 I 的 DM 含量最低,为 13.57,处理 III 与 IV 的 DM 含量介于处理 I 与 II 之间(表 3)。

从整个发酵过程来看,各处理的 CP 含量随青贮时间的推移,均呈现出先缓慢下降,后趋于稳定;而不同处理的 EE 含量随时间变化明显,在发酵初期(0~7 d)呈现明显的下降趋势,然后趋于平缓(7~60 d)。在发酵后 60 d,处理 I 的 CP 与 EE 含量最高,分别为 12.98% 和 3.07%;而处理 III 的 CP 与 EE 含量显著高于处理 IV ($P < 0.05$),较处理 II 分别提高了 3.68% 和 1.01%。

随青贮时间的变化,4 个不同处理的 NDF 含量较发酵初期明显下降,且差异显著($P < 0.05$);ADF 含量在整个发酵过程中除处理 I 与处理 II 外,均呈现出先下降后趋于平缓的趋势;处理 I 与处理 II 在发酵后 60 d 的 ADF 含量较第 30 天上升。在发酵后 60 d 时,处理 II 的 NDF 与 ADF 含量最高,分别为 66.40% 和 40.70%,处理 I 的含量最低,分别为 36.24% 和 26.87%;混贮处理中,处理 III 的 ADF 含量与 NDF 含量显著低于处理 IV ($P < 0.05$)。

在发酵初期(0~3 d),各处理的 Ash 含量差异显著($P < 0.05$)。随着青贮过程的进行,各处理之间的 Ash 含量差异性越来越小,在发酵期第 60 d 时,处理 I、III、IV 的 Ash 含量差异不显著($P > 0.05$)。青贮结束后,处理 I 的 Ash 的含量最高,为 12.34%,处理 II 的含量最低,为 10.73%,处理 III 与 IV 的含量介于处理 I 与 II 之间。

综上,由整个青贮过程中不同处理的营养品质变化可以得出,处理 III 的 DM 含量较处理 I 显著增加($P < 0.05$),同时 CP 与 EE 含量显著高于处理 II 与 IV ($P < 0.05$),而 NDF 与 ADF 含量显著低于处理 II 与 IV ($P < 0.05$),在各处理中最优。

2.2 不同处理青贮饲料的发酵品质分析

随着青贮时间的变化,各处理的 pH 均呈现下降趋势(表 3)。在发酵期第 60 天,各处理的 pH 均降到 4.2 以下,其中处理 I、IV 之间 pH 差异不显著($P > 0.05$);处理 III 在青贮时间 60 d 时出现 pH 最低值(3.56);处理 II 的 pH 为 4.19,显著高于其他处理($P < 0.05$)。

青贮 60 d 时,各处理的青贮质量评分均在 80 以上,表现良好,其中饲料油菜单贮(处理 I)的质量评分最高,为 89.88;混贮处理中以处理 III 得分较高,为 87.16(表 4)。

表 3 青贮过程中不同混贮处理营养品质变化(干物质)

Table 3 Changes of different treatments and silage time on raw material chemical properties(DM)

青贮时间 Silage time/d	处理 Treatment	干物质 DM/%	粗蛋白 CP/%	中性洗涤纤维 NDF/%	酸性洗涤纤维 ADF/%	粗脂肪 EE/%	粗灰分 Ash/%	pH
0	I	15.04±0.09d	15.16±0.12a	42.59±0.88d	33.21±0.60c	6.41±0.35a	12.59±0.22a	5.98±0.04b
	II	50.74±0.52a	5.96±0.07d	67.70±0.52a	43.50±0.05a	3.53±0.02c	9.48±0.13d	6.66±0.23a
	III	27.75±0.20c	11.11±0.03b	57.23±0.29c	41.12±0.28b	4.54±0.25b	11.11±0.25b	6.18±0.07b
	IV	45.23±0.47b	7.54±0.07c	66.33±0.42b	43.12±0.47a	3.03±0.02d	10.41±0.13c	6.46±0.16a
3	I	14.80±0.03d	14.19±0.06a	38.21±0.26d	32.90±0.04c	4.51±0.04a	12.47±0.26a	4.76±0.10c
	II	49.33±0.93a	5.58±0.02d	67.70±1.21a	42.26±0.43a	2.97±0.08c	10.05±0.16d	6.06±0.09a
	III	26.62±0.32c	9.90±0.00b	53.94±0.40c	38.34±0.75b	3.48±0.09b	11.65±0.17b	5.65±0.17b
	IV	41.29±0.46b	7.57±0.00c	63.57±0.28b	42.27±0.55a	2.70±0.06d	10.92±0.21c	5.65±0.17b
7	I	14.33±0.11d	13.83±0.04a	39.50±0.52d	33.80±0.09d	3.74±0.03a	12.67±0.16a	4.19±0.01d
	II	49.01±0.27a	5.23±0.01d	67.96±0.54a	42.66±0.11a	2.19±0.08d	10.42±0.42c	5.80±0.04a
	III	26.58±0.34c	9.71±0.06b	54.08±0.07c	36.00±0.41c	3.36±0.04b	11.57±0.08b	4.63±0.03c
	IV	40.03±0.38b	6.69±0.01c	64.92±0.26b	42.10±0.49b	2.60±0.08c	11.63±0.06b	5.09±0.04b
15	I	14.16±0.17d	13.78±0.01a	39.35±0.19d	33.71±0.27d	3.52±0.10a	12.91±0.03a	3.91±0.03b
	II	48.76±0.22a	5.24±0.04d	69.75±0.84a	42.70±0.08a	2.00±0.07d	11.68±0.04c	4.89±0.06a
	III	22.84±0.07c	9.65±0.13b	51.69±0.68c	36.41±0.97c	2.94±0.05b	12.39±0.25b	3.59±0.02d
	IV	39.21±0.21b	6.69±0.02c	62.41±0.29b	40.65±0.43b	2.18±0.03c	11.64±0.17c	3.73±0.03c
30	I	13.74±0.68d	13.50±0.04a	39.00±0.64d	25.06±0.17c	3.31±0.13a	12.58±0.42a	3.44±0.09c
	II	48.45±0.45a	5.05±0.02d	67.17±0.20a	40.28±1.79a	1.64±0.03c	11.18±0.12c	4.70±0.09a
	III	22.58±0.02c	8.62±0.06b	50.12±0.46c	34.61±0.22b	2.48±0.05b	11.83±0.05b	3.55±0.02c
	IV	39.30±0.02b	6.66±0.05c	60.16±0.11b	39.71±0.16a	2.09±0.05d	11.35±0.17c	3.76±0.10b
60	I	13.57±0.05d	12.98±0.03a	36.24±0.20d	26.87±0.82d	3.07±0.05a	12.34±0.55a	3.72±0.05b
	II	48.35±0.12a	4.86±0.10d	66.40±0.24a	40.70±1.15a	1.56±0.09d	10.73±0.10b	4.19±0.06a
	III	22.36±0.04c	8.54±0.05b	48.71±0.23c	32.77±0.15c	2.57±0.06b	12.10±0.23a	3.56±0.02c
	IV	36.68±0.36b	6.14±0.10c	59.09±0.28b	36.01±0.19b	1.78±0.15c	12.00±0.06a	3.70±0.07b

同列不同小写字母表示同一青贮天数不同混贮处理间差异显著($P<0.05$)。

Different lowercase letters within the same column indicate significant difference among different treatments for the same silage time at the 0.05 level.

表 4 不同处理组的 V-Score 青贮质量评价

Table 4 V-Score of alfalfa/maize silage

处理 Treatment	氨态氮(占总氮) NH ₃ -N/TN		乙酸+丙酸 AA+PA		丁酸 BA		总分 Score	等级 Grade
	含量	得分	含量	得分	含量	得分		
	Content/%	Scores	Content/%	Score	Content/%	Score		
I	8.69	42.63	0.52	7.57	0.00	39.68	89.88	良好 Good
II	6.88	46.25	1.83	0.00	0.01	38.88	85.13	良好 Good
III	8.63	42.75	0.84	5.05	0.00	39.36	87.16	良好 Good
IV	8.55	42.91	1.34	1.26	0.01	39.12	83.29	良好 Good

3 讨论

3.1 不同混贮处理对青贮料营养成分的影响

青贮原料是决定青贮能否成功的基础^[16]。在本研究中,处理 I、III、IV 随青贮时间的变化,DM 含量明显下降;这是由于本研究所用青贮原料是在饲料油菜

盛花期刈割收获调制的,其含水量较高,随发酵过程中微生物代谢消耗,导致其最后 DM 含量损失相对较高^[17]。在整个发酵过程中处理 III 的含水率一直处于 65%~75% 之间,DM 含量较处理 I 得到显著提升($P<0.05$),而适宜的含水率也是保证发酵成功的重要条件^[18]。刘建新等^[19]研究证明,白菜(*Brassica ra-*

pa)、油菜等含水量较高的青贮料宜采用与玉米秸秆混合青贮,以提高 DM 含量。

NDF 与 ADF 是作为常规评价纤维品质优良的重要指标。一般认为,ADF 含量越高,其动物消化率越低;ADF 含量越低,动物择食消化吸收越好,饲草的喂养价值越高^[20]。本研究中随着混贮料中饲料油菜比例的增加,各混贮处理的 NDF 与 ADF 含量都呈现下降趋势,混贮处理中以处理Ⅲ的 ADF 和 NDF 含量最低。有研究^[21-22]报道,青贮料中若 NDF 和 ADF 含量较高,一般选择添加适量纤维素酶通过降解来降低其含量。

CP 是饲料营养价值的重要评价指标。饲料中 CP 含量高,则表明该饲料的品质优良,含量越低,品质越差^[23-24]。本研究中,随着青贮时间的推移,各处理 CP 含量均较青贮原料有所降低,这是因为蛋白质是微生物获取能量的基础,发酵初期,青贮料中各类微生物活动频繁,消耗了大量能量。发酵期结束后,处理Ⅲ的 CP 与 EE 含量显著高于其他混贮处理($P < 0.05$),较处理Ⅱ分别提高了 3.68% 和 1.01%,这表明不同饲草混贮后可以达到优劣互补,营养平衡;王林等^[25]的研究也证明,将不同饲草混贮后,各处理的营养品质均得到改善,可以达到优质青贮的目的。

3.2 不同混贮处理对青贮料发酵品质的影响

pH 是评价青贮发酵好坏的重要指标,青贮饲料的 pH 值越低,发酵品质越好^[26]。pH < 4.2 时青贮饲料质量为优等,4.2~4.5 为良好,4.6~5.0 为一般,pH > 5.0 为劣等^[27]。本研究发现,随着整个青贮发酵过程的进行,不同处理 pH 均呈现出逐渐降低趋势,在发酵期第 60 天时均低于 4.20。这是因为青贮初期各类微生物活动活跃,微生物代谢消耗了青贮原料中的碳水化合物,从而产生大量的酸,导致 pH 快速下降。这一点在杨云贵等^[28]的研究中得到证实。Kaiser 等^[29]指出,牧草青贮饲料中 pH 因不同牧草的不同化

学成分而受到影响,同时还与青贮时牧草本身的含水量和植物的缓冲能有关。适宜水平的可溶性碳水化合物含量是克服高缓冲能、确保青贮发酵品质的前提条件^[30]。本研究中处理Ⅲ的 pH 显著低于其他处理($P < 0.05$),这是由于处理Ⅰ的可溶性碳水化合物与 CP 含量较高,缓冲能高,而玉米秸秆可溶性碳水化合物与 CP 含量较低,缓冲能低两个处理都不易形成最佳的 pH 状态,而随着饲料油菜在混贮中所占比例的增加,有效降低了 pH。

一般品质优等的青贮饲料的丁酸含量应低于 0.1%,而氨态氮占总氮的比例应低于 10%^[31],青贮过程中,各类微生物活动消耗降解蛋白质产生氨态氮,青贮料中的 $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ 含量越高,说明蛋白质降解越多^[32];而蛋白质是动物获取植物能量的重要来源,蛋白质被大量降解直接影响了动物的采食量和饲草利用率^[33]。在 V-Score 青贮发酵品质评价体系中,本研究各处理的 $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ 的比例均低于 10%,丁酸含量均低于 0.1%,评分等级均在良好以上,混贮处理中以处理Ⅲ得分最高,为 87.16。V-Score 青贮发酵品质评价体系采用了 $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ 及有机酸含量的指标,能较为准确地反映青贮饲料的发酵品质,这与孙小龙等^[34]的研究相一致。

4 结论

饲料油菜与玉米秸秆混合青贮能够显著提高营养价值和发酵品质,较好地解决了饲料油菜单贮干物质含量低及玉米秸秆直接饲喂营养价值低的问题。通过综合考虑青贮营养品质及 V-Score 评分,当饲料油菜与玉米秸秆 7:3 混贮时,CP 与 EE 含量显著提高,NDF、ADF 含量与 pH 显著降低,V-Score 评分较高,青贮效果最佳,可作为北疆地区饲料油菜与玉米秸秆混合青贮方案。

参考文献 References:

- [1] 黎咏蜀.饲用油菜栽培技术及营养价值研究.重庆:西南大学硕士学位论文,2014.
Li Y S. Research on cultivation techniques and nutritional value of forage oilseed. Master Thesis, Chongqing: Southwest University, 2014. (in Chinese)
- [2] 郭丛阳,王天河,杨文元,华和春.河西地区麦后复种饲用(绿肥)油菜栽培技术及效益分析.草业科学,2008,25(3):90-92.
Guo C Y, Wang T H, Yang W Y, Hua H C. Growing technology and profit analyzation of grazing (or green manure) *Brassica napus* grown after harvesting wheat in Hexi Corridor. Pratacultural Science, 2008, 25(3): 90-92. (in Chinese)
- [3] 杨祁峰,滕怀渊,牛菊兰.饲用双低油菜华协 1 号营养成分含量动态及营养价值研究.草业学报,2003,12(2):87-92.
Yang Q F, Teng H Y, Niu J L. Studies on nutrient content dynamics and nutritive value of Huaxie 1 forage rape. Acta Pratacultural Sinica, 2003, 12(2): 87-92. (in Chinese)
- [4] 韩鲁佳,阎巧娟,刘向阳.中国农作物秸秆资源及其利用现状.农业工程学报,2002,18(3):87-91.

- Han L J, Yan Q J, Liu X Y, Hu J Y. Straw resources and their utilization in China. *Transactions of the CSAE*, 2002, 18(3): 87-91. (in Chinese)
- [5] 贾晶霞, 梁宝忠, 王艳红, 赵永亮, 李建东. 不同汽爆预处理对干玉米秸秆青贮效果的影响. *农业工程学报*, 2013, 29(20): 192-198.
- Jia J X, Liang B Z, Wang Y H, Zhao Y L, Li J D. Effect of steam explosion pretreatment on ensiling performance of dry corn stover. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2013, 29(20): 192-198. (in Chinese)
- [6] 公美玲. 玉米秸秆青贮过程中的营养动态研究. 泰安: 山东农业大学硕士学位论文, 2013.
- Gong M L. Study on the nutrient dynamic of corn stalks in silage. Master Thesis. Taian; Shandong Agricultural University, 2013. (in Chinese)
- [7] 郭丛阳, 王天河. 饲用油菜青贮技术规程. *草业科学*, 2008, 25(4): 86-87.
- Guo C Y, Wang T H. Technical rules for the silage of oil and vegetables. *Pratacultural Science*, 2008, 25(4): 86-87. (in Chinese)
- [8] 任海伟, 王聪, 窦俊伟, 李志忠, 李金平, 孙永明. 玉米秸秆与废弃白菜的混合青贮品质及产沼气能力分析. *农业工程学报*, 2016, 32(12): 187-194.
- Ren H W, Wang C, Dou J W, Li Z Z, Li J P, Sun Y M. Mixed ensiling quality of maize straw with waste cabbage and biogas production potential analysis. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2016, 32(12): 187-194. (in Chinese)
- [9] 许庆方. 影响苜蓿青贮品质的主要因素及苜蓿青贮在奶牛日粮中应用效果的研究. 北京: 中国农业大学博士学位论文, 2005.
- Xu Q F. Studies of the factors of affecting alfalfa silage quality and the utilization of alfalfa silage in dairy cows diet. PhD Thesis. Beijing: China Agricultural University, 2005. (in Chinese)
- [10] 杨胜. 饲料分析及饲料质量检测技术. 北京: 中国农业大学出版社, 1999: 19-61.
- Yang S. Feed Analysis and Quality Inspection Technology. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 1999: 19-61. (in Chinese)
- [11] 张丽英. 饲料分析及饲料质量检测技术. 北京: 中国农业大学出版社, 2003: 46-75.
- Zhang L Y. Feed Analysis and Quality Inspection Technology. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2003: 46-75. (in Chinese)
- [12] 单贵莲, 薛世明, 徐柱, 初晓辉. 不同调制方法紫花苜蓿干草干燥特性及干草质量的研究. *草业学报*, 2008, 17(4): 102-109.
- Shan G L, Xue S M, Xu Z, Chu X H. Drying characteristics and hay quality of medicago sativa by different hay making methods. *Acta Prataculturae Sinica*, 2008, 17(4): 102-109. (in Chinese)
- [13] Broderica G A, Kang J H. Automated simultaneous determination of ammonia and amino acids in ruminal fluid and in vitro media. *Journal of Dairy Science*, 1980, 33(1): 64-75.
- [14] 许庆方, 周禾, 玉柱, 李胜利, 韩建国, 白春生, 薛艳林, 白景隆. 贮藏期和添加绿汁发酵液对袋装苜蓿青贮的影响. *草地学报*, 2006, 14(2): 129-133.
- Xu Q F, Zhou H, Yuzhu, Li S L, Han J G, Bai C S, Xue Y L, Bai J L. The effect of different storage time and dilution previous fermented juice on bagged alfalfa silage. *Acta Agrestia Science*, 2006, 14(2): 129-133. (in Chinese)
- [15] 自给饲料品质评价研究会. 粗饲料品质评价方法. 东京: 日本草地畜产种子协会, 2001: 82-87.
- Self-feed Quality Evaluation Research. Forage Quality Evaluation Manual. Tokyo: Japan Grassland Livestock Seed Association, 2001: 82-87. (in Chinese)
- [16] 关皓, 张明均, 宋珊, 郭旭生, 干友民. 添加剂对不同干物质含量的多花黑麦草青贮品质的影响. *草业科学*, 2017, 34(10): 2157-2163.
- Guan H, Zhang M J, Song S, Guo X S, Gan Y M. Effect of additives on the quality of ryegrass silage with different dry matter content. *Pratacultural Science*, 2017, 34(10): 2157-2163. (in Chinese)
- [17] 王旭哲, 岳亚飞, 张凡凡, 马春晖. 全株玉米青贮营养品质的紧实度效应. *草业科学*, 2016, 33(9): 1893-1900.
- Wang X Z, Yue Y F, Zhang F F, Ma C H. The compaction effect of nutritional quality of whole plant corn silage. *Pratacultural Science*, 2016, 33(9): 1893-1900. (in Chinese)
- [18] 琚泽亮, 赵桂琴, 覃方铨, 焦婷. 含水量对燕麦及燕麦+箭筈豌豆裹包青贮品质的影响. *草业科学*, 2016, 33(7): 1426-1433.
- Ju Z L, Zhao G Q, Qin F C, Jiao T. Effect of different moisture contents on fermentation quality of baling silage of monoculture oat and oat and common vetch mixture. *Pratacultural Science*, 2016, 33(7): 1426-1433. (in Chinese)
- [19] 刘建新, 杨振海, 叶均安, 史占全, 吴跃明. 青贮饲料的合理调制与质量评定标准. *饲料工业*, 1999, 20(3): 4-7.
- Liu J X, Yang Z H, Ye J A, Shi Z Q, Wu Y M. Reasonable modulation and quality evaluation criteria of silage feed. *Silao Feed*

- Industry Magazine, 1999, 20(3): 4-7. (in Chinese)
- [20] 李向林, 张新跃, 唐一国, 何峰, 张坚中. 日粮中精料和牧草比例对舍饲山羊增重的影响. 草业学报, 2008, 17(2): 85-91.
Li X L, Zhang X Y, Tang Y G, He F, Zhang J Z. Effect of concentrate-forage ratio in diet on liveweight gain of stall-fed goats. Acta Prataculturae Sinica, 2008, 17(2): 85-91. (in Chinese)
- [21] 席兴军, 韩鲁佳, 原慎一郎, 野中和久. 添加乳酸菌和纤维素酶对玉米秸秆青贮饲料品质的影响. 中国农业大学学报, 2003, 8(2): 21-24.
Xi X J, Han L J, HARA Shin-ichiro, NANAKA Kazuhisa. Effects of lactobacillus and cellulase on the quality of corn stover silage. Journal of China Agricultural University, 2003, 8(2): 21-24. (in Chinese)
- [22] Selmer OLSEN I. Enzymes as silage additives for grass clover mixtures. Grass Forage Science, 1994, 49: 305-315.
- [23] 许宇薇. 不同微生物制剂及其组合处理对微贮稻草营养价值的影响评定. 南昌: 江西农业大学硕士学位论文, 2012.
Xu Y W. Study on effect of three microbial preparations and their combinations on nutritive value of Micro-storage rice straw. Master Thesis. Nanchang: Jiangxi Agricultural University, 2012. (in Chinese)
- [24] 吴晓杰, 韩鲁佳, 刘贤. 不同切碎方式对全株玉米青贮饲料品质影响的试验研究. 农业工程学报, 2006, 22(5): 215-217.
Wu X J, Han L J, Liu X. Effects of different mechanical processes on the quality of whole-plant corn silage. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2006, 22(5): 215-217. (in Chinese)
- [25] 王林, 孙启忠, 张慧杰. 苜蓿与玉米混贮质量研究. 草业学报, 2011, 20(4): 202-209.
Wang L, Sun Q Z, Zhang H J. A study on quality of mixed silage of alfalfa and corn. Acta Prataculturae Sinica, 2011, 20(4): 202-209. (in Chinese)
- [26] 郭旭生, 周禾, 刘桂霞. 苜蓿青贮过程中蛋白的分解及抑制方法. 草业科学, 2005, 22(11): 46-50.
Guo X S, Zhou H, Liu G X. Proteolysis in alfalfa silage and its inhibiting method. Pratacultural Science, 2005, 22(11): 46-50. (in Chinese)
- [27] 刘桂要. 玉米秸秆青贮过程中微生物、营养成分及有机酸变化规律的研究. 杨凌: 西北农林科技大学硕士学位论文, 2009.
Liu G Y. Studies on the changes of microorganism, nutrients and organic acid during ensiling for corn straw. Master Thesis. Yangling: Northwest A & F University, 2009. (in Chinese)
- [28] 杨云贵, 张越利, 杜欣, 刘桂要, 曹社会. 2种玉米青贮饲料青贮过程中主要微生物的变化规律研究. 畜牧兽医学报, 2012, 43(3): 397-403.
Yang Y G, Zhang Y L, Du X, Liu G Y, Cao S H. Study on the major microorganism changes during the silage processing of two kinds of corn silage. Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica 2012, 43(3): 397-403. (in Chinese)
- [29] Kaiser E, Weib K, Krause R. Beurteilung skriterien fur die quality on grass silage. Proceedings of the Society for Nutritional Physiology, 2000(9): 94-101.
- [30] 李向林, 万里强. 苜蓿青贮技术研究进展. 草业学报, 2005, 14(2): 9-15.
Li X L, Wan L Q. Research progress on medicago sativa silage technology. Acta Prataculturae Sinica, 2005, 14(2): 9-15. (in Chinese)
- [31] 许庆方, 玉柱, 李志强, 韩建国, 聂志东, 孙娟娟, 单战. 苜蓿、玉米青贮饲料有氧稳定性研究. 草地学报, 2007, 15(6): 519-524.
Xu Q F, Yuzhu, Li Z Q, Han J G, Nie Z D, Sun J J, Shan Z. A study on aerobic stability of alfalfa and corn silage. Acta Agrestia Science, 2007, 15(6): 519-524. (in Chinese)
- [32] 朱玉环, 廉美娜, 郭旭生. 藏嵩草绿汁发酵液提高苜蓿青贮发酵品质. 农业工程学报, 2013, 29(5): 199-206.
Zhu Y H, Lian M N, Guo X S. Improve fermentation quality of alfalfa silage by addition of fermented juice prepared from *Kobresia littledalei*. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2013, 29(5): 199-206. (in Chinese)
- [33] 王旭哲, 贾舒安, 马春晖. 紧实度对青贮玉米有氧稳定期发酵品质、微生物数量的效应研究. 草业学报, 2017, 26(9): 156-166.
Wang X Z, Jia S A, Ma C H. Fermentation quality and microbial quantity during aerobic storage of corn silage. Acta Prataculturae Sinica, 2017, 26(9): 156-166. (in Chinese)
- [34] 孙小龙, 周禾, 李平, 玉柱. 苜蓿与玉米秸秆混贮研究. 草业学报, 2009, 18(5): 86-92.
Sun X L, Zhou H, Li P, Yuzhu. A study on mixed silage of alfalfa and maize straw. Acta Prataculturae Sinica, 2009, 18(5): 86-92. (in Chinese)

(责任编辑 王芳)