

贮藏方式和时间对紫花苜蓿干草营养品质的影响

孙雷雷¹,赵桂琴¹,柴继宽¹,康晓强¹,刘富渊²

(1. 甘肃农业大学 草业学院/草业生态系统教育部重点实验室/甘肃省草业工程实验室/中美草地畜牧业可持续发展研究中心,甘肃 兰州 730070;2. 甘肃大业草产品研究所 有限责任公司,甘肃 酒泉 735000)

摘要:为探讨贮藏条件和贮藏时间对苜蓿干草品质的影响,以甘肃省酒泉市肃州区收获的第1茬紫花苜蓿草捆为材料,分别用露天贮藏、苫布贮藏和储草棚贮藏3种方式,研究贮藏0、30、60、90、150、210、270和360 d时苜蓿干草各营养指标的变化情况。结果表明:苜蓿干草的粗蛋白(CP)和粗脂肪(EE)含量随贮藏时间的延长呈明显下降趋势,粗灰分、中性洗涤纤维(NDF)和酸性洗涤纤维(ADF)含量显著增加,相对饲喂价值(RFV)则明显降低,苜蓿干草品质下降。3种贮藏方式中,露天贮藏下的干草营养物质损失最大,贮藏360 d蛋白质损失率是储草棚贮藏的1倍左右,粗灰分增加了17%,ADF和NDF分别增加了34.40%和27.70%,RFV下降了33.15%,干草品质最差。在甘肃河西地区,苜蓿干草捆最好在储草棚贮藏,时间控制在5个月内,以保证品质。

关键词:苜蓿干草;贮藏方式;贮藏时间;营养品质

中图分类号:S816.52 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2020)06-0033-06

DOI: 10.13817/j.cnki.cyyep.2020.06.005

紫花苜蓿(*Medicago sativa*)是全球最重要的多年生豆科牧草之一,具有较高的营养价值和经济价值,其主要利用方式为调制干草。在干草的生产过程中,苜蓿的收获、干燥及贮藏是确保在高产基础上获得优质草产品的关键,直接影响种植业和养殖业的效益^[1]。由于含水量低,苜蓿干草捆可以贮藏较长时间,为家畜提供优质粗饲料^[2]。然而在生产实际中,往往由于干草贮藏不当,造成营养物质流失、品质严重下降。

目前大多数苜蓿干草都贮藏在储草棚内,但仍有部分干草由于储草棚不足或没有储草棚而在露天贮藏,尤其是在冬春季干旱少雨的西北苜蓿产区,这种现象较为普遍。露天贮藏时,有的会在草垛顶部加一层

苫布,有的没有任何防护措施^[3]。

不同贮藏条件对苜蓿干草的品质有显著影响。郭江泽^[4]研究发现,在60 d的贮藏期内,凉棚下贮藏的草捆粗纤维、酸性洗涤纤维均与贮藏时间正相关。尹强^[5]认为,苜蓿草捆在贮藏过程中,各营养成分含量均会发生不同程度的变化;贮藏时间越长,草捆营养价值越低,霉变也越严重;当贮藏时间达到12个月时,草捆营养价值降至最低,霉变也最严重。刘鹰昊^[6]也认为随贮藏期的延长,储备库贮藏的干草捆常规营养成分含量持续下降。但低水分打捆贮藏下,苜蓿干草捆各营养指标含量在贮藏期内变化较小^[7]。

甘肃是全国第一大苜蓿生产省份,优质苜蓿干草生产主要集中在河西地区。张延林等^[8]发现,在不加防腐剂的情况下打捆,水分高于16%的苜蓿草捆均有发热霉变现象。在添加防腐剂的情况下打捆,苜蓿含水量低于27%时,不会发生霉变、腐烂等情况,可以储存。贮藏地的气候环境对干草的贮藏及品质的影响较大,并随贮藏时间的变化而变化。气候干燥的甘肃河西走廊是苜蓿商品草的主要基地,苜蓿干草的贮藏时间随市场行情而变化,目前关于这类地区贮藏方式和

收稿日期:2019-10-09; **修回日期:**2020-11-19

基金项目:十三五国家重点研发计划“干草低损耗高品质规模化生产及产品加工技术研究与示范”(2017YFD0502103)

作者简介:孙雷雷(1995-),男,江苏邳州人,硕士研究生。

E-mail:1663087630@qq.com

赵桂琴为通讯作者。

E-mail:zhaogq@gsau.edu.cn

贮藏时间对苜蓿干草品质的影响方面,报道较少。因此,本研究拟对河西地区苜蓿干草捆的贮藏方式和贮藏时间进行研究,探讨其对干草品质的影响,以期为河西地区苜蓿草产业发展提供参考。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

苜蓿干草贮藏地点位于甘肃省酒泉市肃州区甘肃大业牧草科技有限责任公司草产品研究所的场院内, E 98°29'、N 39°41'、海拔 1 360 m、年平均降水量 87.7 mm,年平均日照时数 3 033.4 h、年平均气温 7.3℃、7月最高平均气温 21.8℃,1月最低平均气温-9.7℃、低于 0℃的时间为 128 d。

1.2 试验材料

采用甘肃大业草产品研究所有限责任公司 2018 年收获的第 1 茬紫花苜蓿。经自然晾晒至含水量为 15%后进行打捆,打捆密度为 150 kg/m³。

设露天贮藏、苫布贮藏和储草棚贮藏 3 种贮藏方式。在干燥的水泥地面码垛,堆成尖顶方形垛,露天放置(露天贮藏),或在顶部加上苫布(苫布贮藏),或直接在就近的储草棚内码垛(储草棚贮藏)。分别在贮藏的第 0、30、60、90、150、210、270、360 d,用电动取样器在草垛的 4 个面分上、中、下 3 层取样,每层取 4 个样混

合,带回实验室分析。

1.3 测定指标及方法

粗蛋白(CP)、粗灰分、粗脂肪(EE)含量分别按凯氏定氮法、燃烧法、索氏提取法测定。中性洗涤纤维(NDF)和酸性洗涤纤维(ADF)含量均采用范氏纤维法测定^[9]。

相对饲喂价值(RFV)^[10]代表反刍动物对可消化干物质(DDM)的随意采食量(DMI),DDM 和 DMI 通过粗饲料的 NDF 和 ADF 含量计算。计算公式如下:

$$RFV = DMI \times DDM / 1.29$$

$$DMI(\%BW) = 120 / NDF(\%DM)$$

$$DDM(\%DM) = 88.9 - 0.779 \times ADF(\%DM)$$

1.4 数据处理

利用 Excel 2007, SPSS 19.0 专分析软件进行数据处理、方差分析及相关分析。

2 结果与分析

2.1 不同贮藏条件苜蓿干草各指标的方差分析

贮藏方式和贮藏时间对苜蓿干草的 CP、EE、粗灰分、NDF、ADF 含量和 RFV 的影响均达到极显著水平($P < 0.01$)。二者的互作对 NDF 含量无明显影响($P > 0.05$),但对其余指标的影响达到极显著水平($P < 0.01$)(表 1)。

表 1 不同处理下苜蓿干草各指标的方差分析

Table 1 Variance analysis of parameters of alfalfa hay under different treatment

变异来源		df	SS	MS	F	P
贮藏方式	CP	2	0.28	0.14	30.85	0.000
	EE	2	0.15	0.07	96.85	0.000
	粗灰分	2	0.10	0.05	19.28	0.000
	ADF	2	23.34	11.67	921.99	0.000
	NDF	2	14.67	7.33	39.69	0.000
	RFV	2	251.86	125.93	117.94	0.000
贮藏时间	CP	7	31.44	4.49	976.97	0.000
	EE	7	1.25	0.18	238.79	0.000
	粗灰分	7	10.48	1.50	571.15	0.000
	ADF	7	747.45	106.78	8437.25	0.000
	NDF	7	898.71	128.39	694.76	0.000
	RFV	7	14027.73	2003.96	1876.89	0.000
贮藏方式×贮藏时间	CP	14	1.41	0.10	21.94	0.000
	EE	14	0.04	0.00	3.77	0.000
	粗灰分	14	0.90	0.06	24.45	0.000
	ADF	14	18.41	1.31	103.90	0.000

续表 1

变异来源	df	SS	MS	F	P
NDF	14	2.77	0.20	1.07	0.407
RFV	14	77.84	5.56	5.21	0.000
CP	48	0.22	0.00		
EE	48	0.04	0.00		
粗灰分	48	0.13	0.00		
ADF	48	0.61	0.01		
NDF	48	8.87	0.18		
RFV	48	51.25	1.07		

2.2 不同贮藏条件对苜蓿干草 CP 含量的影响

随贮藏时间的延长,苜蓿干草的 CP 含量呈逐渐下降的趋势。贮藏期在 90 d 内,3 种贮藏方式下蛋白质含量变化无明显差异。随后差异逐渐加大,相较之下,储草棚贮藏的 CP 含量下降最慢,贮藏 90 d,CP 含量仍在 17% 以上;贮藏 270 d 时,CP 含量为 16.39%;贮藏 360 d 时,储草棚贮藏的苜蓿干草 CP 含量为 16.18%,露天贮藏和苫布贮藏的分别为 15.44% 和 15.97%,较刚贮藏时分别下降了 8.74%、14.51% 和 10.13%。露天贮藏 360 d,苜蓿干草 CP 含量最小($P < 0.05$)(图 1)。

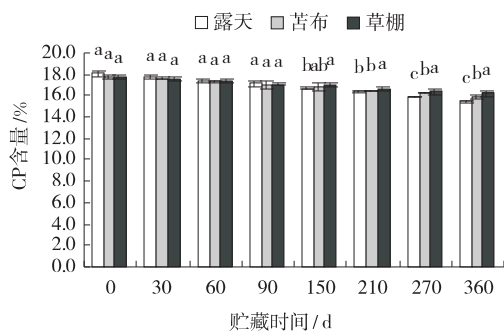


图 1 不同贮藏条件下苜蓿干草 CP 的含量

Fig. 1 Variation of CP content of alfalfa hay under different storage conditions

注:不同小写字母表示同一贮藏时间差异显著($P < 0.05$),下同

2.3 不同贮藏方式对苜蓿干草 EE 含量的影响

苜蓿干草捆的粗脂肪含量在贮藏期间也发生了较大变化。随着贮藏时间的延长,苜蓿干草的粗脂肪含量均呈逐渐下降的趋势。贮藏 30 d 时草棚贮藏方式下的 EE 含量与露天苫布有显著差异($P < 0.05$)。储草棚贮藏下 EE 含量在贮藏 90 d 时较刚贮藏时(0 d)有显著下降,降低了 7.73%,而这一变化在露天贮藏 30 d 和苫布贮藏 60 d 时就发生了。贮藏 150、210 d,

粗脂肪含量无明显变化。从 270 d,EE 含量进一步下降,露天贮藏 360 d 较 270 d 时下降了 4.35%,苫布贮藏下降了 5.26%,但储草棚贮藏下 EE 含量的变化较小,下降了 0.6%(图 2)。

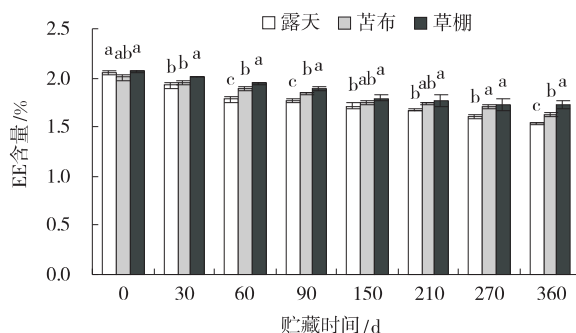


图 2 不同贮藏条件下苜蓿干草 EE 含量

Fig. 2 Variation of EE content of alfalfa hay under different storage conditions

2.4 苜蓿干草贮藏过程中粗灰分含量的动态变化

与 CP 含量和 EE 含量的变化趋势相反,粗灰分含量随着贮藏时间的延长明显增加(图 3)。150 d 贮藏时,苜蓿干草的粗灰分含量较 0 d 平均上升了 7.56%,但贮藏方式之间无显著差异。210 d 开始,粗灰分含量继续增加,而且露天贮藏与苫布、草棚贮藏方式之间有显著差异($P < 0.05$)。贮藏 360 d,露天贮藏下苜蓿干草粗灰分含量较苫布贮藏和储草棚贮藏分别高 4.10% 和 5.75%;储草棚贮藏下粗灰分含量最低(11.13%)。但 3 种贮藏方式,经过 360 d 的贮藏后粗灰分含量都小于 12.5%,符合我国草产品质量的行业标准^[11]。

2.5 苜蓿干草贮藏过程中 ADF 含量动态变化

随着贮藏时间的延长,苜蓿干草 ADF 含量呈逐渐增加趋势。贮藏 90 d,3 种贮藏方式下的 ADF 含量之间无明显差异,90 d 时露天贮藏的 ADF 含量较苫布和储草棚贮藏高,但差异不显著($P > 0.05$)。150 d 时,

露天贮藏的 ADF 含量显著高于其他两种方式;360 d 时露天贮藏 ADF 含量较苫布和储草棚贮藏分别高出 4.34% 和 5.57%。360 d 时露天贮藏下苜蓿干草的 ADF 由 34.01% 增至 45.71%, 增幅为 34.40%, 为 3 种贮藏方式中最高(图 4)。

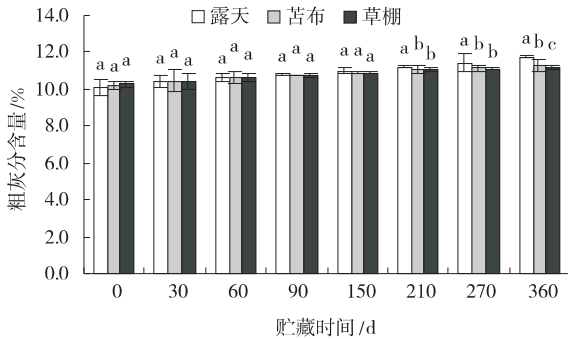


图 3 不同贮藏条件下苜蓿干草粗灰分含量

Fig. 3 Variation of crude ash content of alfalfa hay under different storage conditions

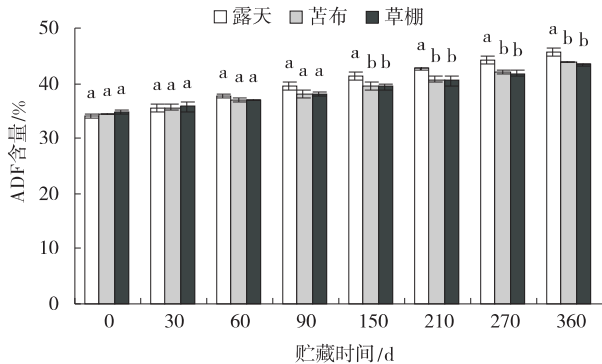


图 4 不同贮藏条件下苜蓿干草 ADF 含量

Fig. 4 Variation of ADF content of alfalfa hay under different storage conditions

2.6 苜蓿干草贮藏过程中 NDF 含量动态变化

NDF 含量与 ADF 的变化趋势基本一致, 均随贮藏时间的延长而增加(图 5)。贮藏 90 d 时, NDF 含量平均为 45.70%, 较贮藏 0 d 时(平均 41.28%)显著上升, 但 3 个贮藏方式之间差异不显著($P > 0.05$)。150~360 d, 贮藏方式之间差异逐渐拉大, 露天贮藏的苜蓿干草 NDF 均最高, 储草棚贮藏的最低。贮藏 360 d 时, NDF 平均含量达到最高值(52.12%), 较刚贮藏时增加了 26.26%。

2.7 苜蓿干草贮藏过程中 RFV 动态变化分析

随着贮藏时间的延长, 苜蓿干草的 RFV 呈下降趋势。贮藏 30 d, 各处理的 RFV 值较高, 均大于 130; 随后明显下降, 到 150 d 时, 苜蓿干草的 RFV 较刚贮藏时平均下降了 18.73%。贮藏 360 d, RFV 降至最低

(平均 97.16), 只有刚贮藏时的 69.43%, 下降了 30.57%。3 种贮藏方式在 60 d 贮藏期 RFV 值差异不显著($P > 0.05$), 随后露天贮藏下的苜蓿干草 RFV 一直较其他方式降低($P < 0.05$)。贮藏 360 d, 露天贮藏下的 RFV 只有 93.51, 苫布贮藏和储草棚贮藏的分别为 97.79 和 100.18(图 6)。

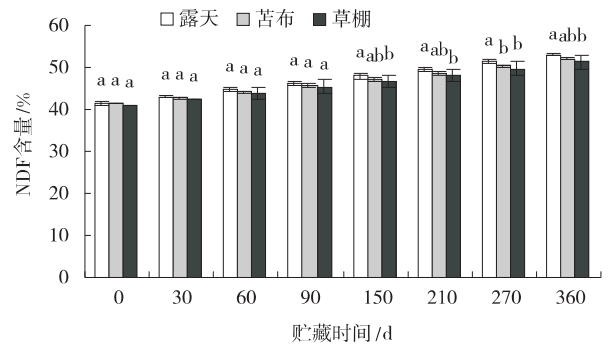


图 5 不同贮藏条件下苜蓿干草 NDF 含量

Fig. 5 Variation of NDF content of alfalfa hay under different storage conditions

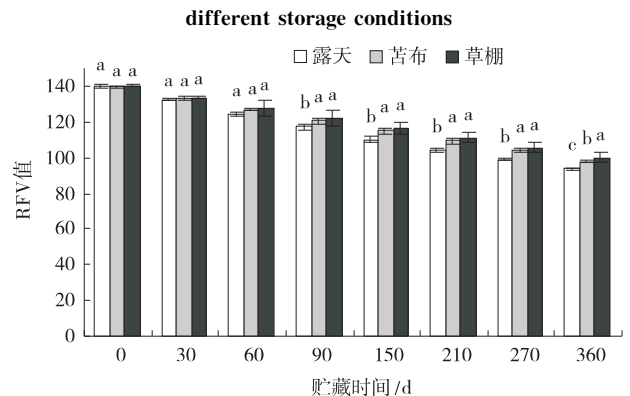


图 6 不同贮藏时间苜蓿干草 RFV 值

Fig. 6 Variation of RFV content of alfalfa hay under different storage conditions

3 讨论

粗蛋白含量的多少是评定苜蓿质量优劣的主要指标^[12]。贮藏条件与苜蓿干草粗蛋白含量变化的相关性一直是国内外研究的热点。Goto 等^[13]发现, 苜蓿草捆粗蛋白的含量会随贮藏期的延长而降低。Paster 等^[14]试验得出, 在高湿度条件下贮藏苜蓿干草, 蛋白质的含量会随贮藏期的延长而降低。本试验结果也表明, 即使在河西走廊比较干燥的环境下, 无论用何种方式贮藏, 苜蓿干草中粗蛋白含量仍然随贮藏时间的增加而显著下降。但在贮藏的 60 d 内, 粗蛋白含量无明显变化, 90 d 时有所下降, 但与刚贮藏时差异并不显著。随着贮藏时间的进一步延长, 苜蓿粗蛋白含量显

著下降。贮藏 360 d, 苜蓿干草蛋白质损失率为 8.74%~14.51%。储草棚贮藏下蛋白质损失最小, 贮藏 360 d 苜蓿干草的蛋白质含量仍然有 16.18%; 而露天贮藏由于日晒雨淋等原因, 蛋白质损失最大(14.51%), 这与范美超等^[15]的研究结果相似。

粗灰分是指样品灼烧后所剩的残渣, 可作为衡量牧草中无机矿物质含量的指标^[16], 其含量在植株体内变化不大, 但往往由于收获打捆时受泥土污染或晾晒、贮藏时受到沙尘天气的影响而含量过高。根据我国豆科牧草干草质量等级标准, 当干草粗灰分含量超过 12.5% 时, 为不合格产品^[11]。本试验结果表明, 苜蓿干草的粗灰分含量会随贮藏时间的延长而增加。贮藏 360 d, 苜蓿干草的粗灰分含量显著上升, 但都小于 12.5%, 为合格产品^[11]。贮藏方式对粗灰分含量有明显影响, 露天贮藏的苜蓿干草由于暴露在外环境下, 其粗灰分含量在贮藏后期显著高于苫布贮藏和储草棚贮藏。

NDF 作为植物中主要的纤维类物质, 一般由半纤维素、纤维素和木质素组成。通常情况下 ADF 和 NDF 含量的多少是衡量植物消化品质的一个重要指标。NDF 的降解率较低, 降解速度也较慢, 干草中 NDF 含量与反刍动物瘤胃容积充满度及日粮采食量有关, NDF 含量过高, 会限制反刍家畜的采食量, 降低对粗饲料的利用率。而 ADF 含量直接影响家畜对牧草的消化率, ADF 含量越高, 饲草的消化率越低^[17]。从质量标准来看, 优质豆科牧草的 NDF 含量一般占干物质的 50% 以下, ADF 含量占干物质的 40% 以下^[18]。牧草从调制到家畜利用, 一般都要贮藏一段时间, 期间的贮藏条件和贮藏时间对 NDF 和 ADF 含量都有显著影响。本试验结果表明, 无论哪种贮藏方式, 苜蓿干草的 NDF 和 ADF 含量都随贮藏时间的延长逐渐增加, 且露天贮藏增加的幅度较苫布贮藏和储草棚贮藏大。露天贮藏期间, 降水对 NDF 和 ADF 含量的影响很大。在为期一年的贮藏过程中, 贮藏地的年降水量不到 100 mm, 但仍然显著影响了露天贮藏下苜蓿干草的各项品质指标。有研究表明, 中度雨淋尽管只轻微降低苜蓿的 CP 水平, 但由于会导致 NDF 和 ADF 含量的显著增加, 从而大大降低了苜蓿干物质的消化率^[19]。

RFV 是代表反刍动物对饲料的可消化干物质的随意采食量^[10], 是衡量苜蓿干草品质的重要指标^[20]。RFV 值越高, 干草品质越好。本研究中, 由于贮藏条

件和时间的影响, ADF 和 NDF 发生了很大变化, 显著影响了干物质的采食量和可消化干物质含量, 进而影响了苜蓿干草的 RFV 值, 随着贮藏时间的延长而显著下降, 由刚贮藏时的 139.95 下降至 360 d 的 97.16。刘鹰昊^[6]也发现, 随着贮藏时间的延长, 干草捆的 CP 和 RFV 含量显著下降, 这与本研究结果一致。不同贮藏条件对苜蓿干草的 RFV 值也有影响, 尤其是在贮藏后期, 伴随着 NDF 和 ADF 的增加, 不同贮藏方式下的 RFV 变化显著, 露天贮藏下的苜蓿干草 RFV 均最低, 360 d 较 0 d 下降了 33.15%。

4 结论

随着贮藏时间的延长, 苜蓿干草 CP 含量下降、ADF 和 NDF 含量上升、RFV 值下降, 品质降低。3 种贮藏方式, 以储草棚贮藏的苜蓿干草品质最佳, 苫布贮藏次之, 露天贮藏最差。在甘肃河西地区, 苜蓿干草捆最好在储草棚贮藏, 时间控制 5 个月以内, 以保证品质。

参考文献:

- [1] 侯百枝, 蔡海峡, 杨浩哲. 紫花苜蓿的收获、干燥及贮藏[J]. 农业网络信息, 2006(9):100-102.
- [2] Wilkins R J. The preservation of forage[M]// Orskov E R. Feed Science. Amsterdam: Elsevier Science Publ BV, 1988:231-255.
- [3] 商业部粮食储藏考察团. 赴澳大利亚粮食储藏技术考察报告(续)[J]. 粮油仓储科技通讯, 1986(1):29-36.
- [4] 郭江泽. 苜蓿青干草在调制和贮藏过程中的质量变化规律研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2009.
- [5] 尹强. 苜蓿干草调制贮藏技术时空异质性研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2013.
- [6] 刘鹰昊. 苜蓿干草捆品质对加工方式与贮藏条件响应机制的研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2018.
- [7] 张晓娜. 贮藏方法对苜蓿干草营养品质的影响[J]. 草地学报, 2013, 21(6):1169-1175.
- [8] 张延林. 甘肃河西地区苜蓿干草调制添加防腐剂试验研究[A]// 中国畜牧业协会草业分会. 第四届中国草业大会论文集, 2016:6.
- [9] 杨胜. 饲料分析及饲料质量检测技术[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1999.
- [10] 成启明, 格根图, 尹强, 等. 苜蓿干草捆安全贮藏条件的研究[J]. 草业学报, 2018, 27(5):190-200.
- [11] NY/T 1574-2007, 豆科牧草干草质量分级[S]. 北京: 中华人民共和国农业部, 2007.

- [12] 何云,霍文颖,张海棠,等. 紫花苜蓿的营养价值及其影响因素[J]. 安徽农业科学,2007,35(11):3243-3244+3259.
- [13] Goto M E, Simada E, Sugawara K. The relation between palatability and chemical composition of herbage cultivated in the shading condition[J]. Bulletin of the Faculty of Agriculture, 1986, (72):81-85.
- [14] Paster N, Lisker N. The nutritional value of moldy grains for broiler chicks[J]. poultry science, 1982, 61(11):47-54.
- [15] 范美超,贾玉山,成启明,等. 苜蓿干草捆贮藏过程中的营养物质含量动态变化研究[J]. 畜牧与饲料科学, 2019,40(5):44-48.
- [16] 刘兴波. 天然牧草养分对草地利用强度与加工方式的响应[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2015.
- [17] 马春晖,韩建国,李鸿祥,等. 一年生混播草地生物量和品质以及种间竞争的动态研究[J]. 草地学报,1999(1):62-71.
- [18] 王根旺. 紫花苜蓿干草调制过程营养物质变化规律及干草调制技术[J]. 甘肃农业,2005(2):93.
- [19] Collins M. Wetting and maturity effects on the yield and quality of legume hay[J]. Agron J, 1983, 75:523-527.
- [20] 南丽丽,师尚礼,郭全恩,等. 甘肃荒漠灌区播量和行距对紫花苜蓿营养价值的影响[J]. 草业学报,2019,28(1):108-119.

Effects of storage methods and time on the nutritional quality of alfalfa hay

SUN Lei-lei¹, ZHAO Gui-qin¹, CHAI Ji-kuan¹, KANG Xiao-qi¹,
LIU Fu-yuan²

(1. College of Grassland Science, Gansu Agricultural University/Key Laboratory for Grassland Ecosystem of Ministry of Education/Pratacultural Engineering Laboratory of Gansu Province/Sino-U. S. Centers for Grazing Land Ecosystem Sustainability, Lanzhou 730070, China; 2. Gansu Daye Forage Product Institute Co., Ltd., Jiuquan 735000, China)

Abstract: In order to explore the effects of storage method and time on alfalfa hay quality, the first cut and baled alfalfa in Suzhou District of Jiuquan City of GanSu province was used as materials. The variations of nutritional index were investigated after 0, 30, 60, 90, 150, 210, 270 and 360 days of storage by three storage methods including storage shed store, open areas store with or without tarp cover. Results showed that within one year of storage, the content of crude protein (CP) and ether extract (EE) of alfalfa hay reduced, while the content of crude ash, neutral detergent fiber (NDF), and acid detergent fiber (ADF) increased significantly, and RFV value decreased remarkably, therefore, alfalfa hay quality declined. Among three storage methods, open area store caused greatest nutrient loss; during 360 days of storage, its CP loss was one time higher than that of storage shed store, crude ash increased 17%, ADF and NDF increased 34.40% and 27.70% respectively, while RFV reduced 33.15%, leading to the poorest hay quality. Thus, in Hexi area, alfalfa hay should be stored in storage shed within 5 months to keep quality.

Key words: Alfalfa hay; storage method; storage time; nutritional quality