

网络出版时间:2013-08-26 17:57

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20130826.1757.034.html>

紫羊茅不同生长阶段营养成分及其瘤胃降解动态研究

刘太宇, 郑立, 李梦云, 刘庆华, 邓红雨

(郑州牧业工程高等专科学校, 河南 郑州 450011)

【摘要】 **【目的】**研究不同生长阶段紫羊茅营养成分及其绵羊瘤胃降解动态。**【方法】**以紫羊茅为研究对象, 分别测定其 4 个不同生长阶段(分蘖期、拔节期、开花期、成熟期)的营养成分含量;同时选择装有永久性瘤胃瘘管的小尾寒羊 6 只,测定紫羊茅各生长阶段常规营养成分的瘤胃降解动态。**【结果】**1)不同生长阶段紫羊茅各营养物质的含量差异显著($P<0.05$);随着生长阶段的推进,粗蛋白(CP)和 Ca 含量呈下降趋势,中性洗涤纤维(NDF)、酸性洗涤纤维(ADF)含量呈升高趋势;P 含量却在分蘖期、拔节期差异不显著,开花期含量较高。2)分蘖期、拔节期、开花期和成熟期紫羊茅的总氨基酸(TAA)含量分别为 15.29%, 12.55%, 10.60% 和 7.02%, 17 种氨基酸含量随着紫羊茅生长阶段的推进逐渐降低,且分蘖期最高,成熟期较低;总必需氨基酸/总氨基酸(TEAA/TAA)、总必需氨基酸/非必需氨基酸(TEAA/NEAA)呈现高-低-高-低趋势, TAA/CP 呈现高-低-高趋势。3)紫羊茅营养成分在瘤胃中降解的难易程度有极显著差异($P<0.01$);随着生长阶段的推进,紫羊茅营养成分的有效降解率极显著下降($P<0.01$),都在分蘖期最高,成熟期最低。**【结论】**综合紫羊茅不同生长阶段营养成分含量及瘤胃降解动态,建议在开花期对紫羊茅刈割利用。

【关键词】 生长阶段;紫羊茅;瘤胃降解率

【中图分类号】 S543

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2013)09-0033-05

Nutrients and sheep rumen degradation dynamics of red fescue at different growth stages

LIU Tai-yu, ZHENG Li, LI Meng-yun, LIU Qing-hua, DENG Hong-yu

(Zhengzhou College of Animal Husbandry Engineering, Zhengzhou, Henan 450011, China)

Abstract: **【Objective】** The study investigated the nutrients and sheep rumen degradation dynamics of red fescue at different growth stages. **【Method】** Nutrient contents of red fescue at four different growth stages, tillering stage, jointing, flowering and maturity were measured, rumen degradation dynamic of different childbearing period nutrients in 6 Small Tail Han sheep with permanent ruminal cannulas was determined. **【Result】** 1) Nutrient contents of red fescue at different growth stages were different ($P<0.05$). CP and Ca contents decreased as the advance of the growth period while contents of DM, NDF and ADF increased. P contents at flowering period were high and that at tillering stage and jointing stage had no significant difference. 2) TAA contents of red fescue at tillering stage, jointing stage, flowering stage and maturity stage respectively were 15.29%, 12.55%, 10.60%, 7.02%, respectively. 17 amino acids gradually decreased as the advance of growth with the highest contents at tillering stage, and the lowest contents at ma-

【收稿日期】 2012-10-24

【基金项目】 河南省重大科技攻关项目(092101110100);河南省世行贷款生态畜牧业项目(WX2010-166-1-1);郑州牧业工程高等专科学校科技创新团队项目(2011014003);郑州市重点科技攻关项目

【作者简介】 刘太宇(1962—),男,河南淮阳人,教授,博士,主要从事反刍动物营养调控研究。E-mail:liuty2008@126.com

【通信作者】 邓红雨(1974—),男,黑龙江穆棱人,博士,主要从事牛学研究。E-mail:denghongyu2004@126.com

ture stage. Values of TEAA/TAA and TEAA/NEAA exhibited a “high-low-high-low” trend and values of TAA/CP exhibited a “high-low-high” trend. 3) The degrees of difficulty in degrading red fescue nutrients in the rumen were significant different ($P<0.01$). With the postponement of fertility, the degradation rates of the nutrients gradually decreased ($P<0.01$) with the lowest level in tillering stage and the highest in the maturity stage. 【Conclusion】 Considering the nutrients of red fescue in different growth stages, rumen degradation dynamics and crop yield balance, mowing of red fescue in the flowering stage was recommended.

Key words: growth period; red fescue; rumen degradability

紫羊茅(Red fescue)又名红狐茅,属禾本科羊茅属,为多年生草本植物,为冷季型草坪草,广泛分布于北半球温寒地带,在我国长江流域以北各省均有分布。紫羊茅具有短的根茎及发达的须根,在气温达 4℃时,种子开始萌发;生长较适宜的温度为 10~25℃,当气温过高时,则会影响其再生力和产草量。紫羊茅适口性良好,牛、羊、兔、鹅等各种家畜都喜食,在供给家畜青饲料方面有良好的价值。紫羊茅粗蛋白占干物质的 21%,粗纤维只有 24.6%,其有机质消化率较羊茅高 10%^[1]。紫羊茅主要用于放牧,亦可用以调制干草。近年来,许多学者先后从引种栽培、高产、营养成分、施肥、饲喂技术、转基因等方面对紫羊茅进行了研究^[2],但尚未见对其不同生长阶段营养物质变化动态及瘤胃降解动态的报道。为此,本试验对不同生长阶段紫羊茅的营养物质及其在绵羊瘤胃内的降解动态趋势进行了研究,旨在为紫羊茅适宜收获时间的确定及合理利用提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地在黄河滩郑州段,地理位置处于东经 112°42′~114°14′和北纬 34°16′~34°58′,属北温带大陆性季风气候,冷暖适中、四季分明,春季干旱少雨,夏季炎热多雨,秋季晴朗日照长,冬季寒冷少雨,年平均气温在 14~14.3℃。郑州年平均降雨量 640.9 mm,无霜期 220 d,全年日照时间约 2 400 h。

1.2 样品的制备

分别在紫羊茅分蘖期、拔节期、开花期、成熟期 4 个生长阶段,离地面 3 cm 刈割,在烘箱中于 120℃烘 10~15 min,然后在 70℃烘 9 h,在室温条件下回潮 24 h,用剪刀剪成 3 cm 小段,剪碎后混合,用粉碎机粉碎过孔径 1 mm 筛,装入棕色广口瓶密封保存备用。

1.3 瘤胃降解动态试验

试验于河南省高校动物营养与饲料工程技术研究中心试验场进行,预试期 15 d。选择体况良好、体

质量相近((30±5) kg)的装有永久性瘤胃瘘管的小尾寒羊 6 只,分成 3 组,每组 2 只。试羊日粮给料量为 1.3 倍维持需要量,每只每天给予 400 g 精料补充料和 500 g 优质干草,每天 08:00 和 16:00 分 2 次饲喂,自由饮水。

将孔径 40 μm 的上海尼龙绸布裁成长×宽为 8 cm×6 cm 的尼龙袋,边用涤纶线双线缝合,散边用烙铁烫密封,标号,用自来水浸泡冲洗后,65℃烘干至恒质量备用。称取牧草样品 5 g 左右,放入已知恒质量的尼龙袋中,标记,取长 8 cm 半软塑料管,在上面打 2 个孔,捆绑 2 个尼龙袋作为平行样。将捆有尼龙袋的塑料管于早晨饲喂后 2 h 投入瘤胃,管的另一端用尼龙绳固定在瘘管上,每只羊瘤胃内放入 7 根塑料管,培养 6,12,16,24,36,48 和 72 h(测定氨基酸时,培养 6 和 16 h),之后取出袋子连同塑料管放在自来水龙头下冲洗,直至尼龙袋中流出的水清澈明亮无味为止。放入 65℃烘箱中烘至恒质量,然后放入干燥器中冷却 30 min,称质量备用。

1.4 测定指标与方法

按实验室常规分析方法^[3]测定样品中的干物质(DM)、粗蛋白(CP)、钙(Ca)和磷(P)含量;氨基酸(AA)含量采用酸水解法测定;中性洗涤纤维(NDF)和酸性洗涤纤维(ADF)含量参照 Van Soest 等^[4]的方法测定。结果均用质量分数(%)表示。

1.5 待测饲料营养成分有效降解率的计算

待测饲料营养成分(DM、CP、NDF)的有效降解率(P)根据 Ørskov 等^[5]提出的公式计算:

$$dp=a+b(1-e^{-c(t)}),$$

$$P=a+(b\times c)/(c+k).$$

式中: dp 为 t 时段的降解率; a 为快速降解部分, b 为慢速降解部分, c 为 b 的降解常数,根据最小二乘法可将每种饲料的 a 、 b 、 c 解出; t 为饲料在瘤胃中的停留时间; k 为外流速度,由方程 $k=-0.024+0.179\times(1-e^{-0.278\times L})$ 解出,其中 L 为饲养水平^[6]。

1.6 数据处理

利用 SAS 8.2 对试验数据进行统计处理。

2 结果与分析

2.1 紫羊茅不同生长阶段营养成分含量的动态变化

由表 1 可知,不同生长阶段紫羊茅的 CP、NDF、

ADF、Ca、P 含量差异大多达显著水平($P<0.05$),CP 和 Ca 含量随着紫羊茅生长阶段的推进呈现下降趋势,NDF、ADF 含量随着紫羊茅生长阶段的推进呈现上升趋势,P 含量呈高-低-高-低的变化趋势。

表 1 不同生长阶段紫羊茅营养成分的含量(质量分数)

Table 1 Nutritive contents of red fescue at different growth stages

营养成分 Nutrient component	分蘖期 Tillering stage	拔节期 Stemelongation stage	开花期 Flowering stage	成熟期 Ripening stage
干物质 DM	91.77±0.03 b	91.66±0.10 c	93.26±0.01 a	93.33±0.02 a
粗蛋白 CP	16.45±0.30 b	14.53±0.15 a	12.92±0.27 c	7.91±0.14 d
酸性洗涤纤维 ADF	27.78±0.64 d	30.96±0.13 c	38.23±1.19 b	40.09±0.94 a
中性洗涤纤维 NDF	51.19±1.55 c	55.59±1.78 b	65.76±1.86 a	67.36±0.66 a
钙 Ca	0.38±0.02 a	0.34±0.02 a	0.31±0.01 b	0.30±0.07 b
磷 P	0.10±0.02 b	0.09±0.00 b	0.11±0.00 a	0.07±0.00 c

注:同行数据后标不同大写字母者表示差异极显著($P<0.01$);标不同小写字母者表示差异显著($P<0.05$)。下表同。
Note:The different uppercase letters in the same row indicate very significant difference ($P<0.01$) and the different lowercase letters mean significant difference ($P<0.05$). The same below.

2.2 紫羊茅不同生长阶段氨基酸含量的动态变化

紫羊茅不同生长阶段氨基酸的动态变化见表 2。由表 2 可知,紫羊茅的总氨基酸(TAA)含量在分蘖期、拔节期、开花期和成熟期分别为 15.29%,12.55%,10.6%和 7.02%,17 种氨基酸含量随着紫

羊茅生长阶段的推进总体呈降低趋势,分蘖期最高,成熟期较低,TEAA/TAA、TEAA/NEAA 呈现高-低-高-低的双峰变化,TAA/CP 呈现高-低-高的变化趋势。

表 2 不同生长阶段紫羊茅的氨基酸含量(质量分数)

Table 2 Contents of AA in red fescue during different growth periods

项目 Item	分蘖期 Tillering period	拔节期 Stemenlonged period	开花期 Flowering period	成熟期 Mature period
赖氨酸* Lys	0.87	0.55	0.68	0.34
蛋氨酸* Met	0.17	0.11	0.09	0.05
精氨酸* Arg	0.81	0.61	0.62	0.33
亮氨酸* Leu	1.27	0.73	0.88	0.48
苏氨酸* Thr	0.72	0.63	0.47	0.28
缬氨酸* Val	1.35	1.07	0.93	0.66
异亮氨酸* Ile	0.65	0.57	0.50	0.25
苯丙氨酸* Phe	0.84	0.63	0.58	0.38
组氨酸* His	0.43	0.31	0.36	0.24
甘氨酸 Gly	0.84	0.53	0.62	0.37
脯氨酸 Pro	1.29	1.57	0.65	0.77
丙氨酸 Ala	1.20	1.03	1.02	0.44
天冬氨酸 Asp	1.69	1.60	1.15	0.59
谷氨酸 Glu	1.91	1.70	1.25	1.34
丝氨酸 Ser	0.69	0.52	0.43	0.28
酪氨酸 Tyr	0.47	0.34	0.33	0.18
胱氨酸 Cys	0.09	0.05	0.04	0.04
总氨基酸 TAA	15.29	12.55	10.60	7.02
总氨基酸/粗蛋白 TAA/CP	92.95	86.37	82.04	88.75
总必需氨基酸/总氨基酸 TEAA/TAA	46.50	41.52	48.21	42.88
总必需氨基酸/非必需氨基酸 TEAA/NEAA	0.87	0.71	0.93	0.75

注:“*”表示必需氨基酸。
Note:“*” denotes EAA.

2.3 紫羊茅不同生长阶段营养成分在绵羊瘤胃中降解的难易程度

紫羊茅不同生长阶段营养成分在绵羊瘤胃中降

解的难易程度见表 3。由表 3 可知,不同生长阶段紫羊茅营养成分在瘤胃中的有效降解率有极显著差异($P<0.01$)。随着生长阶段的推进,紫羊茅各营

营养成分的有效降解率均逐渐下降,都在分蘖期最高,高趋势,DM 和 NDF 有效降解率总体呈下降趋势。成熟期最低。快速降解部分中,CP 有效降解率呈升

表 3 不同生长阶段紫羊茅营养成分在绵羊瘤胃中的有效降解率

Table 3 Rumen effective degradability of nutrition components in red fescue during different growth periods					%
项目 Item	指标 Index	分蘖期 Tillering period	拔节期 Stemenlonged period	开花期 Flowering period	成熟期 Mature period
粗蛋白 CP	<i>a</i>	45.24±0.46 B	42.580±2.09 C	49.040±1.59 Ab	50.920±0.74 Aa
	<i>b</i>	46.00±1.15 Ba	53.480±1.99 A	42.940±2.65 B	36.645±0.03 C
	<i>c</i>	7.39±1.65 A	5.015±0.75 Ba	4.585±0.57 Ba	4.320±0.74 Ba
	<i>P</i>	77.66±1.79 Aa	75.800±1.04 ABb	74.810±1.29 Bb	72.380±0.77 C
中性洗涤纤维 NDF	<i>a</i>	4.90±0.10 B	10.48±0.42 A	1.05±0.28 D	3.81±0.44 C
	<i>b</i>	67.33±4.51 Bb	72.90±1.42 ABa	74.19±1.59 Aa	76.54±4.70 Aa
	<i>c</i>	2.54±0.26 A	1.37±0.01 C	2.21±0.05 B	0.84±0.02 D
	<i>P</i>	35.55±0.23 A	33.20±1.02 Ba	32.34±0.07 Ba	20.44±1.78 C
干物质 DM	<i>a</i>	33.560±0.15 Aa	33.450±0.44 Aa	22.410±0.18 Bb	21.675±0.79 Bc
	<i>b</i>	39.075±1.94 Bb	44.140±2.25 Ba	56.730±1.89 A	35.915±2.56 C
	<i>c</i>	3.930±0.65 A	2.045±0.27 Ca	2.745±0.13 B	2.040±0.12 Ca
	<i>P</i>	55.510±0.34 A	51.170±0.08 Ba	49.360±0.39 Bb	36.140±2.37 C

注:*a*. 快速降解部分;*b*. 慢速降解部分;*c*. *b* 的降解常数;*P*. 有效降解率。
Note:*a* indicates fast degradation part;*b* means slow degradation part;*c* means degradation constant;*P* indicates effective rumen degradation rate.

3 讨 论

随着紫羊茅生长期的延长,植株变老,NDF、ADF 含量显著升高,而 CP、Ca 含量则逐渐下降,这与严学兵^[7]、裴彩霞等^[8]、黄锋华等^[9]和董宽虎等^[10]的研究结果较为一致。

本研究中,TAA 含量总体上随着紫羊茅发育期的推进呈下降趋势。这种变化趋势与紫羊茅的生长特性密切相关,随着植物的发育,营养物质在植物组织中有一个沉积的过程,且谷氨酰胺合成酶是 NH₄ 同化生成氨基酸过程中的关键酶,Gordon 等^[11]研究表明,白三叶种植 50 d 时的谷氨酰胺合成酶活性达到最大值。

饲草中各营养成分在瘤胃中降解的难易程度有明显差异^[12],刘太宇等^[13]研究表明,随着白三叶生长阶段的推进,DM、CP、NDF 的瘤胃有效降解率呈明显下降趋势,CP 与 DM 的有效降解率接近,NDF 的有效降解率最低。董宽虎等^[10]研究表明,在串叶松香草不同生长阶段,NDF 和 ADF 的有效降解率明显低于 CP、DM、OM,ADF 的有效降解率明显低于 NDF,且 DM 与 OM 的有效降解率变化规律相似。聂芙蓉等^[14]研究表明,随着生长阶段的推进,串叶松香草 DM、CP 和 NDF 的瘤胃有效降解率均呈明显的下降趋势,其中 CP 与 DM 的有效降解率相当(71%~86%),NDF 的有效降解率最低(51%~66%),这与本试验结果一致。

4 结 论

1)不同生长阶段紫羊茅各营养物质的含量有显著差异($P<0.05$)。随着生长阶段的推进,CP 和 Ca 含量呈下降趋势,而 DM、NDF、ADF 的含量呈升高的趋势。P 含量在分蘖期、拔节期差异不显著,开花期含量较高。

2)紫羊茅的 TAA 含量在分蘖期、拔节期、开花期和成熟期分别是 15.29%,12.55%,10.60%和 7.02%。17 种氨基酸含量随着紫羊茅生长阶段的推进几乎呈逐渐降低趋势,且分蘖期最高,成熟期较低。TEAA/TAA、TEAA/NEAA 呈现高-低-高-低双峰变化,TAA/CP 呈现高-低-高的变化趋势。

3)紫羊茅营养成分在瘤胃中的降解难易程度有极显著差异($P<0.01$)。随着生长阶段的推进,紫羊茅营养成分的有效降解率逐渐下降($P<0.01$),且分蘖期最高,成熟期最低。综合紫羊茅不同生长阶段营养成分、瘤胃降解动态及产量的兼顾性,建议在紫羊茅开花期对其进行刈割利用。

[参考文献]

[1] 郑立,刘太宇,刘庆华,等.黄河滩区 9 种常规牧草不同生育期营养动态分析[J].郑州牧业工程高等专科学校学报,2012,32(4):1-5.
Zheng L,Liu T Y,Liu Q H,et al. Dynamic analysis of nutrition at the different growth stages of nine types of conventional forage on the Yellow River beach [J]. Journal of Zhengzhou College of Animal Husbandry Engineering, 2012, 32(4): 1-5. (in

- Chinese)
- [2] 陈 涛,李 健,白史且,等.紫羊茅新品系抗旱性比较研究[J].草业与畜牧,2011(9):1-6.
Chen T,Li J,Bai S Q,et al. Comparative research on drought resistance of *Festuca rubra* L. strains [J]. Prataculture & Animal Husbandry,2011(9):1-6. (in Chinese)
- [3] 杨 胜.饲料分析及饲料质量检测技术[M].北京:北京农业大学出版社,1996.
Yang S. The technology of analysis and quality test of feed [M]. Beijing:Press of Agricultural University of Beijing,1996. (in Chinese)
- [4] Van Soest P J,Robertson J B,Lewis B A. Methods for dietary fiber,neutral fiber, and nonstarch poly saccharides in relation to animal nutrition [J]. Journal of Dairy Science,1991,74:3583-3597.
- [5] Ørskov E R,McDonald L. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to the rate of passage [J]. Journal of Agricultural Science Cambridge,1979,92:799-803.
- [6] 冯仰廉,莫 放.反刍动物蛋白质营养的新体系[M].北京:中国农业科技出版社,1994:65-83.
Feng Y L,Mo F. The new system of protein nutrition for ruminants [M]. Beijing:Press of Agricultural Technology of China,1994:65-83. (in Chinese)
- [7] 严学兵.牦牛对高寒牧区天然草地和人工草地牧草消化性的研究[D].兰州:甘肃农业大学,2000.
Yan X B. Digestibility of natural and cultivated grasslands by yaks in alpine past oral region [D]. Lanzhou:Gansu Agricultural University,2000. (in Chinese)
- [8] 裴彩霞,董宽虎,范 华.不同刈割期和干燥方法对牧草营养成分含量的影响[J].中国草地,2002,24(1):32-37.
Pei C X,Dong K H,Fan H. Effect of different harvest time and drying methods on nutrient as water soluble carbonhydrates of herbage [J]. Grassland of China,2002,24(1):32-37. (in Chinese)
- [9] 黄锋华,董宽虎.白羊草灌丛草地优势种牧草营养物质及瘤胃降解动态研究[J].中国草地学报,2006,28(6):18-22.
Huang F H,Dong K H. Study on nutrients of dominant species of forage and dynamics of the rumen degradability in old world bluestem shrub rangeland [J]. Chinese Journal of Grassland,2006,28(6):18-22. (in Chinese)
- [10] 董宽虎,郝春艳,王 康.串叶松香草不同生育期营养物质及瘤胃降解动态[J].中国草地学报,2007,29(6):92-97.
Dong K H,Hao C Y,Wang K. Trends of nutrient components and rumen degrad ability of perfoliate rosinweed (*Silphium perfoliatum*) at different growth stages [J]. Chinese Journal of Grassland,2007,29(6):92-97. (in Chinese)
- [11] Gordon A J,James C L. Enzymes of carbohydrate and amino acid metabolism in developing and mature nodules of white clover [J]. J Exp Bot,1997,48:895-903.
- [12] Fougere F,Rudulier D L,Streeter J G. Effects of salt stress on amino acid, organic acid, and carbohydrate composition of roots,bacteroids, and cytosol of alfalfa(*Medicago sativa* L.) [J]. American Society of Plant Biologists,1991,96:1228-1236.
- [13] 刘太宇,李梦云,聂芙蓉,等.白三叶不同生育期营养成分及其绵羊瘤胃降解动态研究[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2009,37(6):34-38.
Liu T Y,Li M Y,Nie F R,et al. Nutrient components and rumen degradability dynamics of white clover at different growth stages [J]. Journal of Northwest A&F University: Nat Sci Ed,2009,37(6):34-38. (in Chinese)
- [14] 聂芙蓉,刘太宇,李梦云,等.串叶松香草不同生育期营养成分及其绵羊瘤胃降解动态研究[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2009,37(5):69-73.
Nie F R,Liu T Y,Li M Y,et al. Trend of nutrient components and rumen degradability of cluster leaf rosinweed at different growth stages [J]. Journal of Northwest A&F University: Nat Sci Ed,2009,37(5):69-73. (in Chinese)