

黄河滩区 2 种禾本科牧草不同生育期氨基酸 瘤胃降解特性研究

刘太宇^{1,2}, 郑立², 乔宏兴¹, 刘庆华¹

(1 河南省高校动物营养与饲料工程技术研究中心, 河南 郑州 450011; 2 郑州牧业工程高等专科学校 畜牧工程系, 河南 郑州 450011)

【摘要】【目的】研究多年生黑麦草和紫羊茅不同生育期氨基酸的瘤胃降解特性。【方法】以 6 头装有永久瘤胃瘘管的小尾寒羊为试验动物, 用尼龙袋法测定不同生育期多年生黑麦草和紫羊茅在绵羊瘤胃降解前后粗蛋白、总氨基酸及各种氨基酸含量的变化。【结果】1) 除开花期外, 多年生黑麦草在各个生育期的粗蛋白及总氨基酸含量均高于紫羊茅; 2 种牧草都富含脯氨酸、谷氨酸、天冬氨酸、亮氨酸和缬氨酸, 而含硫氨基酸含量较低; 粗蛋白和总氨基酸含量均随生育期的延长呈下降趋势, 即在分蘖期最高, 在成熟期最低。2) 2 种牧草各氨基酸在分蘖期易降解, 而在成熟期不易降解。3) 2 种牧草中的甘氨酸、脯氨酸、酪氨酸、精氨酸、苏氨酸、赖氨酸和苯丙氨酸在瘤胃中较易降解 ($P < 0.05$); 多年生黑麦草中的天冬氨酸、丝氨酸、谷氨酸、缬氨酸、异亮氨酸和亮氨酸在瘤胃中不易降解 ($P < 0.05$), 紫羊茅中的丝氨酸、异亮氨酸和亮氨酸在瘤胃中不易降解 ($P < 0.05$)。【结论】2 种牧草的粗蛋白和氨基酸含量受品种和生育期影响较大, 氨基酸在瘤胃中的降解程度与牧草生育期有关。

【关键词】 生育期; 禾本科牧草; 氨基酸含量; 瘤胃降解

【中图分类号】 S816

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2011)02-0080-07

Study on the changes of amino acid profiles rumen degradation for 2 forage grasses at different growth stages in Yellow River

LIU Tai-yu^{1,2}, ZHENG Li², QIAO Hong-xing¹, LIU Qing-hua¹

(1 Engineering Technology Research Center of Animal Nutrition and Feed, Zhengzhou, Henan 450002, China;

2 Department of Animal Husbandry of Zhengzhou College of Animal Husbandry Engineering, Zhengzhou, Henan 450011, China)

Abstract: 【Objective】This research was to study the changes of amino acid profiles rumen degradation for ryegrass and red fescue. 【Method】Six sheep fitted with permanent ruminal cannulas were used to determine the degradation characteristics of crude protein (CP), total amino acid (TAA) and amino acid (AA) ruminal incubation by nylon-bag technique for 2 forage grasses at different growth stages. 【Result】1) The contents of CP/TAA of ryegrass were higher than that of fescue except at flowering period, 2 kinds of grass were rich in proline, glutamic acid, aspartic acid, leucine, low sulfur amino acid; crude protein, total amino acid content showed downtrend (It was the highest in tillering period and lowest in mature period) at growth period. 2) The amino acids of 2 kinds of grass degraded in the tillering stage easily, but not in the mature stage. 3) Two kinds of grass glycine, proline, tyrosine, arginine, threonine, lysine and phenylalanine were more prone to degradation in the rumen ($P < 0.05$); aspartic acid, serine, glutamic acid, valine, isoleucine and leucine were not prone to degradation in the rumen for ryegrass ($P < 0.05$), serine, isoleucine, and leucine were not prone to degradation in the rumen for red fescue ($P < 0.05$). 【Conclusion】2 kinds of grass

* [收稿日期] 2010-05-31

[基金项目] 国家农业科技成果转化资金项目(2009GB2D000229); 河南省重大科技攻关计划项目(092101110100); 郑州牧专博士科研启动基金(2008DSR006)

[作者简介] 刘太宇(1962—), 男, 河南淮阳人, 教授, 博士, 主要从事牛羊生产学研究。E-mail: liuty2008@126.com

[通信作者] 刘庆华(1965—), 男, 河南邓州人, 副教授, 硕士, 主要从事动物营养与饲料研究。E-mail: liuqinghua16899@sohu.com

crude protein and amino acids were affected by the great variety and growth stage; amino acid degradability in the rumen was related to the pasture growth periods.

Key words: growth stage; forage grass; amino acid content; rumen degradability

禾本科牧草是反刍动物的主要粗饲料,对其营养价值进行评定具有十分重要的意义。在反刍动物新蛋白体系中,以小肠可吸收蛋白质为核心来评价饲料的营养价值。小肠可吸收蛋白来源于3部分,即微生物蛋白、饲料未降解蛋白和内源蛋白。小肠可吸收蛋白质(氨基酸)营养调控的主要目标是提高进入小肠的氨基酸量并改进其平衡,而进入小肠的氨基酸量取决于瘤胃降解率及其氨基酸量,因而测定饲料蛋白质和氨基酸在瘤胃中的降解情况很有必要,这是评价饲料蛋白质营养价值的实质。因此,有必要对牧草粗蛋白和氨基酸在瘤胃中的降解情况进行评定。

目前,关于牧草营养成分在瘤胃降解情况的研究主要集中在粗蛋白和干物质上^[1],或者是某一种牧草不同生育期常规养分在瘤胃中的降解情况^[2],而关于不同生育期不同品质牧草的氨基酸在瘤胃中降解情况的研究还未见报道。

为此,本试验以黄河滩区常见的处于不同生育期的禾本科牧草——多年生黑麦草和紫羊茅为研究对象,对其在瘤胃中降解前后氨基酸氮含量及氨基酸组成的变化规律进行初步探讨,以期确定牧草的适宜收获期及牧草资源的利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验动物与饲养管理

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);日粮给量为1.3倍维持需要的饲养水平,每只每天400 g精料补充料和500 g干草。每天08:00和16:00饲喂2次,自由饮水。试验于2006-09-01—2008-01-20在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。

1.2 牧草样品来源与制备

在黄河滩区选择多年生黑麦草和紫羊茅2种禾本科牧草,分别在分蘖期、拔节期、开花期、成熟期4个生育期距地面3 cm刈割,在烘箱中120℃烘10~15 min,然后70℃烘9 h,再在室温条件下回潮24 h,用剪刀剪短至3 cm,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 试验方法

称取各生育期牧草样品5 g,放入质量恒定的尼

龙袋(孔径40 μm ,规格8 cm $\times$ 6 cm)中并标记。取8 cm长半软塑料管,在上面打4个孔,捆绑4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4根塑料管,分别于放入后0、6和16 h取出,将袋子连同塑料管放在自来水龙头下冲洗3~4 min,水清为止。然后在70℃烘箱中烘48 h,取出后放入干燥器中冷却30 min,称其质量。

1.4 测试指标与方法

1.4.1 粗蛋白(CP)含量的测定 按实验室常规分析方法^[3],分析各样品中的CP含量(用质量分数表示)。

1.4.2 氨基酸含量的测定 准确称取粉碎后过孔径0.36 mm筛的样品200~500 mg,置于酸水解管中,加10 mL 6 mol/L盐酸溶液(含体积分数0.5%巯基乙酸)进行水解,冷冻后抽真空,再充入氮气,封口,将试管放入110℃的烘箱中水解22~24 h,冷却后过滤到50 mL容量瓶中,并用无离子水稀释至刻度,过滤。准确取10 μL 样品液于5 mm $\times$ 50 mm小试管中,真空抽干,加入20 μL 衍生缓冲液,于混合器上振荡30 s,加入20 μL 衍生试剂,用封口膜封口,振荡30 s,在烘箱中60℃烘30 min,冷却后加入160 mL平衡缓冲液,振荡混合30 s。然后使用氨基酸自动分析仪(日立L-8800,日本)检测牧草中17种氨基酸的含量(用质量分数表示)。

1.5 数据处理

试验数据用“平均数 $\pm$ 标准差”表示。用SPSS 10.0软件对数据进行统计处理。

2 结果与分析

2.1 不同生育期多年生黑麦草和紫羊茅CP及氨基酸含量的变化

由表1可知,多年生黑麦草和紫羊茅CP及总氨基酸(TAA)含量在分蘖期、拔节期、开花期和成熟期均呈现逐渐降低的趋势;除开花期外,多年生黑麦草在各个生育期的CP及TAA含量均高于紫羊茅。氨基酸分析结果表明,2种牧草都富含Pro、Glu、Asp、Leu和Val,而含硫氨基酸含量较低。但氨基酸含量随不同生育期变化规律不尽相同。多年

生黑麦草的 Glu 和 Cys 含量随生育期的延长呈“高-低-高”的单峰变化,其他氨基酸含量则呈现逐渐降低的变化趋势;紫羊茅 Glu 和 Pro 含量随生育期的延长呈“高-低-高”的单峰变化,Arg、Gly、Leu、His 和 Lys 含量都随生育期的延长呈“高-低-高-低”的双

峰变化,其他大部分必需氨基酸和非必需氨基酸含量呈现逐渐降低的趋势。另外,2 种牧草 TAA 与 CP 含量比值(TAA/CP)都随生育期的延长呈“高-低-高”的单峰变化。

表 1 不同生育期多年生黑麦草和紫羊茅粗蛋白及氨基酸含量的变化

Table 1 Contents of CP and AA of perennial ryegrass and red fescue at different growth stages									%
项目 Item	多年生黑麦草 Perennial ryegrass				紫羊茅 Red fescue				
	分蘖期 Tillering stage	拔节期 Stem enlonge d stage	开花期 Flowering stage	成熟期 Mature stage	分蘖期 Tillering stage	拔节期 Stem enlonged stage	开花期 Flowering stage	成熟期 Mature stage	
粗蛋白 CP	19.69	15.63	10.65	8.20	16.45	14.53	12.92	7.91	
总氨基酸 TAA	18.47	13.15	9.58	7.62	15.29	12.55	10.60	7.02	
天冬氨酸 Asp	1.65	1.70	0.96	0.69	1.69	1.60	1.15	0.59	
谷氨酸 Glu	2.27	1.82	1.18	1.66	1.91	1.70	1.25	1.34	
丝氨酸 Ser	0.69	0.52	0.40	0.29	0.69	0.52	0.43	0.28	
精氨酸* Arg	1.00	0.61	0.61	0.41	0.81	0.61	0.62	0.33	
甘氨酸 Gly	1.03	0.54	0.51	0.38	0.84	0.53	0.62	0.37	
苏氨酸* Thr	0.87	0.63	0.50	0.33	0.72	0.63	0.47	0.28	
脯氨酸 Pro	2.27	1.77	0.67	0.58	1.29	1.57	0.65	0.77	
丙氨酸 Ala	1.42	1.03	0.87	0.45	1.20	1.03	1.02	0.44	
缬氨酸* Val	1.45	1.07	0.84	0.68	1.35	1.07	0.93	0.66	
蛋氨酸* Met	0.22	0.11	0.09	0.06	0.17	0.11	0.09	0.05	
胱氨酸 Cys	0.09	0.05	0.05	0.07	0.09	0.05	0.04	0.04	
异亮氨酸* Ile	0.95	0.57	0.46	0.31	0.65	0.57	0.50	0.25	
亮氨酸* Leu	1.62	0.86	0.81	0.54	1.27	0.73	0.88	0.48	
苯丙氨酸* Phe	1.06	0.63	0.43	0.42	0.84	0.63	0.58	0.38	
组氨酸* His	0.42	0.31	0.26	0.21	0.43	0.31	0.36	0.24	
赖氨酸* Lys	0.99	0.65	0.64	0.39	0.87	0.55	0.68	0.34	
酪氨酸 Tyr	0.51	0.34	0.34	0.20	0.47	0.34	0.33	0.18	
TAA/CP	93.80	84.13	89.95	92.93	92.95	86.37	82.04	88.75	

注: * 表示必需氨基酸。下表同。
Note: * Denotes EAA. The same is as follow.

2.2 不同生育期多年生黑麦草氨基酸的瘤胃降解

由表 2 可知,多年生黑麦草在分蘖期,除了 Ser、Cys 和 Thr 含量在瘤胃降解前后差异不显著($P>0.05$)外,其他氨基酸含量在瘤胃降解前后差异显著($P<0.05$);在拔节期,Asp、Ser、Gly、Thr、Val、Cys、Ile、Leu、Phe、Lys、Tyr 含量在瘤胃降解前后差异不显著($P>0.05$),其他氨基酸含量在瘤胃降解前后则差异显著($P<0.05$);在开花期,除了 Asp、Glu、Val、Met 含量在瘤胃降解前后差异显著外,其他氨基酸含量差异均不显著($P>0.05$);在成熟期,除了 Ser、Gly、Thr、Ala、Val、Ile、Leu、Tyr 含量在瘤胃降解前后差异不显著($P>0.05$)外,其他氨基酸含量在瘤胃降解前后差异显著($P<0.05$)。总体而言,各氨基酸在分蘖期易降解,而在成熟期则不易降解,这表明氨基酸在瘤胃中的降解程度与牧草生育期有关。另外,在各生育期,Asp、Ser、Glu、Val、Ile 和 Leu 都不易降解,说明这些氨基酸在瘤胃中有比

较好的抗降解作用。

2.3 不同生育期紫羊茅氨基酸的瘤胃降解

从表 3 可以看出,与降解前相比,各种氨基酸在瘤胃中降解后其含量呈下降趋势,除了分蘖期 Ile、His 及拔节期 Ile、Leu、His 含量在瘤胃降解前后差异不显著($P>0.05$)外,其他氨基酸含量在瘤胃降解前后差异显著($P<0.05$);在开花期,除了 Asp、Thr、Ile、Phe、Lys 含量在瘤胃降解前后差异显著($P<0.05$)外,其他氨基酸含量差异则不显著($P>0.05$);在成熟期,除了 Ser、Met、Ile、Leu 含量在瘤胃降解前后差异不显著($P>0.05$)外,其他氨基酸含量差异显著($P<0.05$)。表明在分蘖期和拔节期,氨基酸易降解,而在成熟期则不易降解,说明氨基酸在瘤胃中的降解程度与牧草生育期有关。而且在各生育期,Ser、Ile 和 Leu 都不易降解,说明这些氨基酸在瘤胃中有比较好的抗降解作用。

表 2 不同生育期多年生黑麦草氨基酸含量在瘤胃降解前后的变化

%

Table 2 AA profiles of residues after 0 h,6 h and 16 h ruminal incubation for perennial ryegrass at different growth stages

氨基酸种类 AA category	时间/h Incubation time	分蘖期 Tillering stage	拔节期 Stem elonged stage	开花期 Flowering stage	成熟期 Mature stage
天冬氨酸 Asp	0	1.15±0.02 a	0.97±0.02 a	0.82±0.01 a	0.50±0.01a
	6	1.12±0.05 a	0.83±0.04 a	0.80±0.02 a	0.54±0.01 b
	16	0.87±0.02 b	0.85±0.02 a	0.71±0.00 b	0.53±0.02 ab
谷氨酸 Glu	0	1.48±0.02 a	1.22±0.01 a	1.06±0.01 a	1.11±0.01 a
	6	1.41±0.06 a	1.06±0.04 b	1.01±0.03 ab	0.90±0.06 b
	16	1.11±0.03 b	1.04±0.02 b	0.94±0.01 b	0.66±0.01 c
丝氨酸 Ser	0	0.47±0.01 a	0.43±0.01 a	0.35±0.03 a	0.22±0.00 a
	6	0.49±0.03 a	0.37±0.01 a	0.34±0.01 a	0.23±0.01 a
	16	0.40±0.03 a	0.37±0.01 a	0.34±0.03 a	0.23±0.02 a
精氨酸 * Arg	0	0.74±0.00 a	0.58±0.01 a	0.48±0.02 a	0.36±0.02 a
	6	0.71±0.03 a	0.55±0.02 a	0.45±0.02 a	0.31±0.02 a
	16	0.52±0.01 b	0.48±0.01 b	0.48±0.01 a	0.25±0.01 b
甘氨酸 Gly	0	0.78±0.02 a	0.56±0.00 a	0.46±0.01 a	0.32±0.01 a
	6	0.73±0.03 a	0.48±0.02 a	0.45±0.01 a	0.32±0.00 a
	16	0.57±0.01 b	0.48±0.02 a	0.43±0.01 a	0.30±0.01 a
苏氨酸 * Thr	0	0.60±0.01 ab	0.55±0.01 a	0.45±0.08 a	0.30±0.00 a
	6	0.59±0.03 a	0.50±0.01 a	0.44±0.01 a	0.32±0.00 a
	16	0.80±0.06 b	0.50±0.01 a	0.42±0.01 a	0.30±0.01 a
脯氨酸 Pro	0	0.71±0.01 a	0.56±0.01 a	0.42±0.01 a	0.47±0.01 a
	6	0.64±0.02 a	0.46±0.01 b	0.40±0.02 a	0.38±0.02 b
	16	0.50±0.01 b	0.43±0.01 b	0.42±0.00 a	0.28±0.01 c
丙氨酸 Ala	0	0.93±0.02 a	0.72±0.01 a	0.60±0.01 a	0.37±0.00 a
	6	0.86±0.04 a	0.62±0.02 b	0.58±0.02 a	0.38±0.00 a
	16	0.67±0.02 b	0.61±0.01 b	0.56±0.01 a	0.35±0.01 a
缬氨酸 * Val	0	1.12±0.02 a	0.95±0.02 a	0.86±0.01 a	0.66±0.00 a
	6	1.05±0.04 a	0.99±0.04 a	0.82±0.01 b	0.69±0.01 a
	16	0.91±0.02 b	0.91±0.00 a	0.76±0.01 c	0.64±0.01 a
蛋氨酸 * Met	0	0.13±0.01 a	0.11±0.01 a	0.08±0.00 a	0.04±0.00 a
	6	0.13±0.01 a	0.10±0.01 a	0.08±0.00 a	0.05±0.00 b
	16	0.11±0.00 b	0.10±0.00 b	0.06±0.00 b	0.04±0.00 a
胱氨酸 Cys	0	0.05±0.00 a	0.04±0.01 a	0.03±0.01 a	0.04±0.01 a
	6	0.06±0.00 b	0.03±0.01 a	0.02±0.00 a	0.05±0.00 b
	16	0.04±0.01 a	0.03±0.01 a	0.02±0.00 a	0.04±0.00 b
异亮氨酸 * Ile	0	0.68±0.02 a	0.48±0.01 a	0.44±0.00 a	0.27±0.01 a
	6	0.64±0.03 a	0.44±0.02 a	0.43±0.01 a	0.29±0.01 a
	16	0.51±0.02 b	0.44±0.01 a	0.38±0.01 a	0.27±0.01 a
亮氨酸 * Leu	0	1.21±0.03 a	0.89±0.01 a	0.78±0.02 a	0.48±0.01 a
	6	1.10±0.05 a	0.82±0.03 a	0.74±0.03 a	0.49±0.01 a
	16	0.90±0.02 b	0.78±0.02 a	0.70±0.01 a	0.42±0.01 a
苯丙氨酸 * Phe	0	0.75±0.03 a	0.48±0.00 a	0.41±0.02 a	0.35±0.00 a
	6	0.74±0.05 a	0.45±0.01 a	0.39±0.02 a	0.31±0.01 a
	16	0.55±0.02 b	0.43±0.01 a	0.38±0.00 a	0.25±0.00 b
组氨酸 * His	0	0.26±0.01 a	0.27±0.00 a	0.22±0.01 a	0.17±0.01 a
	6	0.29±0.01 Aa	0.20±0.01 b	0.20±0.01 a	0.17±0.01 a
	16	0.21±0.01 b	0.21±0.01 b	0.18±0.00 a	0.13±0.01 b
赖氨酸 * Lys	0	0.75±0.01 a	0.56±0.00 a	0.53±0.01 a	0.33±0.00 a
	6	0.71±0.03 a	0.50±0.01 a	0.51±0.01 a	0.36±0.00 b
	16	0.59±0.02 b	0.50±0.01 a	0.49±0.00 a	0.35±0.01 b
酪氨酸 Tyr	0	0.36±0.01 a	0.35±0.01 ab	0.27±0.01 a	0.17±0.01 a
	6	0.37±0.01 a	0.30±0.01 Aa	0.26±0.01 a	0.17±0.01 a
	16	0.28±0.01 b	0.24±0.01 Bb	0.27±0.03 a	0.14±0.01 a
总氨基酸 TAA	0	12.17±0.24 a	9.72±0.12 a	8.26±0.12 a	6.16±0.09 a
	6	11.72±0.55 a	8.70±0.34 ab	7.92±0.24 a	5.96±0.16 a
	16	9.54±0.27 b	8.40±0.19 b	7.54±0.09 a	5.18±0.11 b

注:同种氨基酸同列数据后标不同小写字母者表示差异显著(P<0.05)。下表同。

Note:The different small letters in the same column mean significant difference within each AA(P<0.05). The same as follows.

表 3 不同生育期紫羊茅氨基酸含量在瘤胃降解前后的变化

%

Table 3 AA profiles of residues after 0 h,6 h and 16 h ruminal incubation for red fescue at different growth stages

氨基酸种类 AA category	时间/h Incubation time	分蘖期 Tillering stage	拔节期 Stem enlonged stage	开花期 Flowering stage	成熟期 Mature stage
天冬氨酸 Asp	0	1.66±0.01 a	0.92±0.01 a	0.86±0.03 a	0.40±0.00 a
	6	1.05±0.01 a	0.79±0.01 a	0.83±0.02 ab	0.35±0.01 b
	16	0.62±0.05 b	0.81±0.05 b	0.71±0.03 b	0.33±0.00 b
谷氨酸 Glu	0	1.39±0.01 a	1.16±0.02 a	1.07±0.04 a	0.98±0.01 a
	6	1.25±0.01 a	1.01±0.01 a	1.03±0.04 a	0.72±0.04 a
	16	0.73±0.06 b	0.99±0.06 b	0.89±0.05 a	0.58±0.04 b
丝氨酸 Ser	0	0.53±0.00 a	0.41±0.00 a	0.34±0.01 a	0.21±0.01 a
	6	0.48±0.01 a	0.35±0.01 a	0.35±0.02 a	0.19±0.01 a
	16	0.29±0.02 b	0.35±0.02 b	0.32±0.04 a	0.18±0.00 a
精氨酸* Arg	0	0.68±0.00 a	0.55±0.01 a	0.48±0.01 a	0.25±0.00 a
	6	0.61±0.01 a	0.52±0.01 a	0.44±0.02 a	0.19±0.01 b
	16	0.30±0.04 b	0.46±0.03 b	0.43±0.01 a	0.16±0.00 c
甘氨酸 Gly	0	0.71±0.00 a	0.53±0.00 a	0.50±0.02 a	0.28±0.00 a
	6	0.65±0.00 a	0.46±0.00 a	0.49±0.02 a	0.24±0.01 b
	16	0.37±0.03 b	0.46±0.02 b	0.44±0.02 a	0.21±0.01 c
苏氨酸* Thr	0	0.58±0.00 a	0.52±0.00 a	0.41±0.01 a	0.21±0.01 a
	6	0.53±0.00 a	0.48±0.00 a	0.39±0.01 b	0.18±0.01 b
	16	0.30±0.02 b	0.48±0.02 b	0.34±0.02 b	0.16±0.00 c
脯氨酸 Pro	0	0.63±0.01 a	0.53±0.01 a	0.42±0.02 a	0.43±0.01 a
	6	0.56±0.00 a	0.44±0.00 a	0.40±0.02 a	0.28±0.02 b
	16	0.33±0.03 b	0.41±0.03 b	0.38±0.01 a	0.24±0.01 b
丙氨酸 Ala	0	0.86±0.01 a	0.68±0.01 a	0.60±0.02 a	0.30±0.00 a
	6	0.76±0.00 a	0.59±0.00 a	0.58±0.02 a	0.25±0.01 b
	16	0.44±0.03 b	0.58±0.03 b	0.53±0.02 a	0.24±0.01 b
缬氨酸* Val	0	1.09±0.00 a	0.90±0.01 a	0.85±0.01 a	0.58±0.02 a
	6	1.09±0.01 a	0.94±0.01 a	0.84±0.03 a	0.62±0.01 b
	16	0.87±0.02 b	0.86±0.01 b	0.75±0.03 a	0.60±0.01 ab
蛋氨酸* Met	0	0.13±0.00 a	0.10±0.00 a	0.07±0.00 a	0.03±0.00 a
	6	0.14±0.00 a	0.10±0.00 a	0.07±0.00 a	0.03±0.00 a
	16	0.08±0.01 b	0.10±0.01 b	0.06±0.00 a	0.02±0.00 a
胱氨酸 Cys	0	0.05±0.00 a	0.04±0.00 a	0.03±0.00 a	0.03±0.00 a
	6	0.05±0.00 a	0.03±0.00 a	0.03±0.00 a	0.02±0.00 b
	16	0.02±0.00 b	0.03±0.00 b	0.03±0.00 a	0.01±0.00 b
异亮氨酸* Ile	0	0.55±0.00 a	0.46±0.00 a	0.44±0.01 a	0.19±0.00 a
	6	0.53±0.01 a	0.42±0.01 a	0.42±0.01 a	0.18±0.01 a
	16	0.37±0.08 a	0.42±0.07 a	0.19±0.00 b	0.17±0.00 a
亮氨酸* Leu	0	1.09±0.01 a	0.85±0.01 a	0.80±0.03 a	0.39±0.00 a
	6	1.03±0.01 a	0.78±0.01 a	0.75±0.03 a	0.35±0.01 a
	16	0.51±0.07 b	0.74±0.06 a	0.67±0.02 a	0.32±0.03 a
苯丙氨酸* Phe	0	0.74±0.03 a	0.46±0.02 a	0.54±0.02 a	0.32±0.01 a
	6	0.68±0.01 a	0.43±0.01 a	0.48±0.01 ab	0.26±0.01 a
	16	0.31±0.07 b	0.40±0.07 b	0.42±0.02 b	0.22±0.01 b
组氨酸* His	0	0.31±0.02 a	0.26±0.01 a	0.25±0.01 a	0.16±0.01 a
	6	0.27±0.00 a	0.19±0.00 a	0.26±0.02 a	0.13±0.01 ab
	16	0.21±0.08 a	0.20±0.06 a	0.24±0.00 a	0.11±0.01 b
赖氨酸* Lys	0	0.72±0.01 a	0.53±0.01 a	0.48±0.01 a	0.25±0.00 a
	6	0.67±0.01 a	0.48±0.01 a	0.46±0.01 a	0.22±0.01 b
	16	0.38±0.06 b	0.48±0.05 b	0.39±0.01 b	0.21±0.00 b
酪氨酸 Tyr	0	0.35±0.01 a	0.33±0.01 a	0.26±0.01 a	0.13±0.00 a
	6	0.38±0.01 a	0.29±0.01 a	0.22±0.01 a	0.12±0.00 b
	16	0.17±0.04 b	0.23±0.03 b	0.21±0.01 a	0.11±0.00 b
总氨基酸 TAA	0	12.07±0.05 a	9.23±0.06 a	8.40±0.34 a	5.14±0.02 a
	6	10.73±0.06 a	8.27±0.07 a	8.04±0.36 ab	4.33±0.16 b
	16	6.30±0.39 b	7.98±0.40 b	7.00±0.35 b	3.87±0.18 c

3 讨 论

目前,已有的针对牧草的研究大多集中在牧草的产量、品质^[4-5]和使用年限^[6]上,而对不同生育期牧草 CP 和氨基酸含量动态变化规律的研究还较少。Penkov 等^[7]研究了不同品种白三叶的 CP 和氨基酸含量,发现 TAA 和 CP 含量与品种有关,变异范围分别为 20.46%~22.67%和 22.92%~24.86%,但未研究 TAA 和 CP 含量随生育期的动态变化。裴彩霞等^[8]测定了苜蓿在分枝期、现蕾期、初花期、盛花期和结实期的 CP 含量,发现随着生育期的推进,CP 含量逐渐下降,但未测定氨基酸含量。Mayland 等^[9]比较了 4 种高羊茅中氨基酸含量在春季和夏季的变化,发现春季收获的高羊茅中 Met 含量显著高于秋季,而其他氨基酸含量无显著变化。本试验研究了 CP 和 TAA 含量在 2 种禾本科牧草分蘖期、拔节期、开花期和成熟期 4 个生育期的变化规律,发现 2 种禾本科牧草 TAA 含量随着生育期的延长几乎呈直线下降,这种变化趋势与其生长特性密切相关。

目前,关于饲料氨基酸瘤胃降解动态规律的研究主要集中在精料和粗饲料上,但研究结果却不尽相同。Huvelplund 等^[10]的试验表明,在瘤胃培养 16 h 后,饲料氨基酸组成未发生明显改变。Castro 等^[11]研究了瘤胃中豆粕氨基酸含量的动态降解规律,发现在瘤胃培养 16 h 后,Lys、His 降解率最高,而 Met 和支链氨基酸(Val、Ile、Leu)降解率最低,说明这 4 种氨基酸在瘤胃中有较好的抗降解能力。孙国君等^[12]研究了玉米青贮、芦苇等粗饲料在瘤胃降解 24 h 后氨基酸含量的变化,发现残渣中的氨基酸组成与原样相比发生了明显变化;玉米青贮残渣中 Met、Phe、Lys 含量高于原样,其他氨基酸含量低于原样;芦苇残渣中所有氨基酸含量均低于原样,且 Met、Phe 在各种饲料中表现出了明显的抗降解特性。但关于不同生育期禾本科牧草瘤胃降解前后氨基酸组成差异的研究还较少。刘大林等^[13]研究了豆科与禾本科牧草常规养分在山羊瘤胃内降解率的动态变化规律,但未分析氨基酸在瘤胃内降解的变化规律。

4 结 论

1)除开花期外,多年生黑麦草在各个生育期的 CP 及 TAA 含量均高于紫羊茅;2 种牧草都富含 Pro、Glu、Asp、Leu 和 Val,而含硫氨基酸含量较低;

CP 和 TAA 含量随生育期延长均呈下降趋势,即在分蘖期最高,在成熟期最低。这表明牧草的 CP 和氨基酸含量受品种和生育期影响很大。

2)2 种牧草各氨基酸在分蘖期易降解,而在成熟期则不易降解,这表明氨基酸在瘤胃中的降解程度与牧草的生育期有关。

3)2 种牧草中的 Gly、Pro、Tyr、Arg、Thr、Lys 和 Phe 在瘤胃中较易降解;多年生黑麦草中的 Asp、Ser、Glu、Val、Ile 和 Leu 在瘤胃中不易降解,紫羊茅中的 Ser、Ile 和 Leu 在瘤胃中不易降解,这些氨基酸在瘤胃中有较好的抗降解作用。

[参考文献]

- [1] 张永根,王志博,宋平,等.用粪液法与尼龙袋法测定牧草有机物和蛋白质降解率的比较研究[J].东北农业大学学报,2005,36(6):750-755.
Zhang Y G, Wang Z B, Song P, et al. Comparative study on nylon bag technique and fecal fluid method for determining organic matter and protein digestion [J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2005, 36 (6): 750-755. (in Chinese)
- [2] 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(16):92-97.
Dong K H, Hao C Y, Wang K. Trends of nutrient components and rumen degradability of perfoliate rosinweed (silphium perfoliatum) at different growth stages [J]. Chinese Journal of Grassland, 2007, 29(16): 92-97. (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] 刁其玉,冯仰廉.蛋白质饲料经瘤胃培养和小肠酶降解后的氨基酸模型[J].中国畜牧杂志,2002,38(3):5-7.
Diao Q Y, Feng Y L. The amino acid profile of protein feed-stuffs before and after ruminal incubation and subsequent degradation by intestinal enzymes [J]. Chinese Journal of Animal Science, 2002, 38(3): 5-7. (in Chinese)
- [5] Crooker B A, Clark J H, Shanks R D, et al. Effects of ruminal exposure on the amino acid profile of feeds [J]. Can J Anim Sci, 1987, 67: 1143.
- [6] 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.
- [7] Penkov D, Pavlov D, Mihovsky T. Comparative study of the amino acids true digestibility of different clover varieties in experiments with ganders [J]. Journal of central European Agriculture, 2003, 4: 191-198.
- [8] 裴彩霞,董宽虎,范华.不同干燥方法对苜蓿营养成分及其降解率的影响[J].四川草原,2005,112(3):5-7.
Pei C X, Dong K H, Fan H. Effect of drying methods on nutri-

- tion and its the rumen degradability of alfalfa [J]. Journal of Sichuan Grassland, 2005, 112(3): 5-7. (in Chinese)
- [9] Mayland H F, Martin S A, Lee J, et al. Malate, citrate, and amino acids in tall fescue cultivars: relationship to animal preference [J]. Agronomy, 2000, 92: 206-210. (in Chinese)
- [10] Huvelplund T M, Welsberg R, Slinger S J, et al. Estimation of the true digestibility dietary protein in the small intestine of ruminants by the mobile bag technique [J]. ACTA Agricultura Scandinavica, Section A, Animal Science, 1992, 42: 34-38.
- [11] Castro S I, Phillip L E, Lapierre H, et al. Ruminal degradability and intestinal digestibility of protein and amino acids in treated soybean meal products [J]. J Dairy Sci, 2007, 90: 810-822.
- [12] 孙国君, 潘晓亮, 祁风华, 等. 粗饲料氨基酸在瘤胃内降解规律研究 [J]. 中国饲料, 2003(15): 11-12.
- Sun G J, Pan X L, Qi F H, et al. Study on the degradation of amino acid of roughage in the rumen [J]. China Feed, 2003(15): 11-12. (in Chinese)
- [13] 刘大林, 赵国琦, 孙龙生, 等. 豆科与禾本科牧草在山羊瘤胃内降解率的动态变化规律 [J]. 中国草食动物, 2001, 3(3): 12-15.
- Liu D L, Zhao G Q, Sun L S, et al. The kinetic rules of rumen degradability of leguminous plants and grass in goats [J]. China Herbivores, 2001, 3(3): 12-15. (in Chinese)
- (上接第 79 页)
- [14] Boeckaert C, Vlaeminck B, Fievez V, et al. Accumulation of trans C_{18:1} fatty acids in the rumen after dietary algal supplementation is associated with changes in the butyrovibrio community [J]. Appl Environ Microbiol, 2008, 74(22): 6923-6930.
- [15] Kucuk O, Hess B W, Ludden P A. Effect of forage:concentrate ratio on ruminal digestion and duodenal flow of fatty acids in ewes [J]. J Anim Sci, 2001, 79(8): 2233-2240.
- [16] Sackmann J R, Duckett S K, Gillis M H, et al. Effects of forage and sunflower oil levels on ruminal biohydrogenation of fatty acids and conjugated linoleic acid formation in beef steers fed finishing diets [J]. J Anim Sci, 2003, 81(12): 3174-3181.
- [17] Troegeler M, Nicot M C, Bayourthe C, et al. Effects of pH and concentrations of linoleic and linolenic acid on extent and intermediates of ruminal biohydrogenation *in vitro* [J]. J Dairy Sci, 2003, 86: 4054-4063.
- [18] AbuGhazaleh A A, Jacobson B N. The effect of pH and polyunsaturated C₁₈ fatty acid source on the production of vaccenic acid and conjugated linoleic acids in ruminal cultures incubated with docosahexaenoic acid [J]. Anim Feed Sci Tech, 2007, 136(1/2): 11-22.
- [19] Fuentes M C, Calsamiglia S, Cardozo P W, et al. Effect of pH and level of concentrate in the diet on the production of biohydrogenation intermediates in a dual-flow continuous culture [J]. J Dairy Sci, 2009, 92(9): 4456-4466.
- [20] Van Q C D, Focant M, Deswysen D, et al. Influence of an increase in diet structure on milk conjugated linoleic acid content of cows fed extruded linseed [J]. Anima, 2008, 2(10): 1538-1547.