

黄河滩区 6 种牧草不同生育期粗蛋白 和氨基酸含量的动态分析

刘太宇^{1,2}, 聂芙蓉², 刘庆华², 李梦云², 王艳玲¹, 宋素芳²

(1 河南农业大学 牧医工程学院, 河南 郑州 450002; 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】研究黄河滩区 6 种牧草不同生育期粗蛋白(CP)和氨基酸含量的动态变化规律。【方法】以黄河滩区 2 种禾本科牧草(多年生黑麦草和紫羊茅)、2 种豆科牧草(紫花苜蓿和白三叶)、1 种紫草科牧草(聚合草)和 1 种菊科牧草(串叶松香草)为研究对象,分别对其分蘖期、拔节期、开花期和成熟期等 4 个不同生育期的粗蛋白和氨基酸含量进行测定与分析。【结果】6 种牧草总氨基酸(TAA)含量总体上随生育期的发展呈下降趋势,其中 2 种禾本科牧草几乎呈直线下降,而其他 4 种牧草 TAA 含量呈现“高一低一高一低”的双峰变化趋势,且 2 种豆科牧草 TAA 最高,2 种禾本科牧草的 TAA 最低;2 种禾本科牧草的 TAA/CP 随生育期的发展呈“高一低一高”的变化趋势,峰值出现在分蘖期,其他 4 种牧草的 TAA/CP 峰值出现在开花期。2 种豆科牧草的总必需氨基酸/非必需氨基酸呈“低一高一低”的单峰变化趋势;其他 4 种牧草呈“高一低一高一低”的双峰变化趋势,峰值出现在开花期。【结论】综合考虑 TAA、赖氨酸(Lys)以及 TAA/CP 和产量认为,苜蓿、白三叶、多年生黑麦草、紫羊茅和串叶松香草的最佳收割期为开花期,而聚合草为成熟期。

【关键词】 牧草;生育期;氨基酸;粗蛋白

【中图分类号】 S54 【文献标识码】 A 【文章编号】 1671-9387(2009)01-0011-06

Dynamic analysis of contents of crude protein and amino acids in 6 kinds of forages in different growth periods

LIU Tai-yu^{1,2}, NIE Fu-rong², LIU Qing-hua², LI Meng-yun²,
WANG Yan-ling¹, SONG Su-fang²

(1 College of Animal Husbandry and Veterinary, He'nan Agricultural University, Zhengzhou, He'nan 450002, China;
2 Animal Science Department, Zhengzhou College of Animal Husbandry & Engineering, Zhengzhou, He'nan 450011, China)

Abstract: 【Objective】The research studied the dynamic pattern of amino acids in 6 kinds of forages in different growth periods in Yellow River beach regions. 【Method】6 kinds of forages (Alfalfa, White clover, Ryegrass, Red fescue, Cup plont, Common comfrey) were seleted to determine and analyze the contents of crude protein and amino acids in 4 different growth periods in Yellow River beach regions. 【Result】The contents of amino acid reduced with the growth of 6 kinds of forages as a whole, and the amino acids contents of 2 kinds of gramineous forages almost linearly decreased, the others emerged two-peak (high-low-high-low) dynamic pattern, and the TAA of 2 kinds of leguminous forages were the highest; the TAA of 2 kinds of gramineous forages were the lowest; the TAA/CP of 2 kinds of gramineous forages were single-peak (high-low-high) dynamic pattern; the peak value appeared in tillering stage, the others were in flowering stage. The TEAA /NEAA of 2 kinds of leguminous forages showed single-peak (low-high-low) dy-

* [收稿日期] 2008-02-28
[基金项目] 国家自然科学基金项目(30371049); 河南省重点科技攻关项目(0422011100)
[作者简介] 刘太宇(1962—),男,河南淮阳人,教授,在读博士,主要从事牛羊生产学研究. E-mail: zzcsh2008@126.com
[通信作者] 王艳玲(1962—),女,河南内黄人,教授,博士,博士生导师,主要从事动物生长发育与泌乳调控技术研究.
E-mail: wangyanling1@yahoo.com

amic pattern,the others were two-peak (high-low-high-low) dynamic pattern and the peak value reached in blossoming stage.【Conclusion】Analyzing synthetically the above index and yield,the author considered the optimal harvesting time for Alfalfa,White clover,Ryegrass,Red fescue and cup plont was the flowering stage,however the optimal reaping stage of Common comfrey was the maturing stage.

Key words: forage;growth period;amino acid;crude protein

粗蛋白和氨基酸含量是评价饲料和牧草饲用价值的重要指标。黄河滩区人工种植牧草的饲用价值受其生育期影响很大,进而直接影响到高产反刍家畜的健康状况和生产效率。但目前国内对于牧草营养价值的研究,多集中于单一牧草某一时期的粗蛋白、粗纤维、粗脂肪、粗灰分及氨基酸含量等方面^[1],或者是牧草营养成分随季节的动态变化^[2],而对多种常见牧草粗蛋白和氨基酸含量随其生育期动态变化规律的报道较少。为此,本研究以适宜黄河滩区人工种植的牧草为对象,探讨分属于 4 科的 6 种牧草在 4 个不同生育期的氨基酸动态变化规律,以期合理、高效地利用黄河滩区人工牧草资源、促进畜牧业持续发展和生态建设提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 试验地概况与供试牧草 试验地设在黄河滩区郑州段牧草基地,地理位置处于 35°12′~35°17′N 和 113°03′~113°06′E,海拔 60 m。年平均气温 14.4℃,7 月份平均和最高气温分别为 27.4 和 39.6℃;1 月份平均和最低气温分别为 -0.4 和 -25℃,≥10℃积温为 4 800℃;年平均日照 2 400 h;年均降水量 640 mm,且主要集中在 7~9 月;无霜期 210 d,初霜期在 11-15,终霜期在翌年 3 月下旬。试验地土壤为潮土或褐土,质地中壤或者粘壤,有机质含量为 120~140 g/kg,pH 值为 7~7.5。供试牧草包括 2 种禾本科牧草(多年生黑麦草和紫羊茅)、2 种豆科牧草(紫花苜蓿和白三叶)、1 种紫草科牧草(聚合草)和 1 种菊科牧草(串叶松香草),共 6 种。

1.1.2 样品的制备 分别在 6 种牧草的分蘖期、拔节期、开花期和成熟期于离地面 3 cm 刈割,在烘箱中 120℃烘烤 10~15 min,然后在 70℃烘烤 9 h,于室温条件下回潮 24 h,剪短成 3 cm 小段,剪碎后混匀,粉碎过孔径 1 mm 的筛,装入棕色广口瓶,密封保存备用。

1.2 测试指标与方法

1.2.1 牧草常规营养成分分析 采用常规分析方法^[3]测定各样品的干物质(DM)和粗蛋白(CP)含

量,结果用质量分数(%)表示。

1.2.2 牧草氨基酸含量的测定 准确称取粉碎过孔径 0.36 mm 筛的样品 200~500 mg,加入酸水解管中,再加入 10 mL 6 mol/L 的盐酸溶液(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℃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线,过滤。准确取 10 μL 样品液于 5×50 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,放入 60℃烘箱中烘烤 30 min,冷却后加入 160 mL 平衡缓冲液,振荡混合 30 s。然后用氨基酸自动分析仪(日立 L-8800,日本)测定牧草中 17 种氨基酸的含量,结果用质量分数(%)表示。

1.3 数据处理

用 Excel 和 SPSS. 10.0 软件对试验数据进行统计处理。

2 结果与分析

2.1 多年生黑麦草和紫羊茅养分及氨基酸含量随生育期的变化

从表 1 可以看出,多年生黑麦草和紫羊茅的 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;17 种氨基酸中,除谷氨酸含量随生育期的发展呈现“高一低一高”的变化趋势外,其他氨基酸均呈逐渐降低的趋势;TAA/CP 呈“高一低一高”变化趋势,TEAA/TAA 和 TEAA/NEAA 均呈“高一低一高一低”的双峰变化趋势。

2.2 苜蓿和白三叶养分及氨基酸含量随生育期的变化

由表 2 可看出,苜蓿和白三叶的 CP 及 TAA 在整个生育期均呈现“高一低一高一低”的双峰变化趋势;2 种牧草都富含 Asp、Glu、Ala 和 Leu,而含硫氨基酸含量较低;2 种牧草的氨基酸含量变化规律不尽相同。苜蓿的大部分必需氨基酸(如 Arg、Thr、Leu、Phe、Lys)部分非必需氨基酸(如 Ser、Gly)均随

生育期的发展呈逐渐降低的趋势;2 种含硫氨基酸 Met 和 Cys 呈现“低—高—低”的单峰变化趋势;其他氨基酸含量呈“高—低—高—低”的双峰变化趋势。白三叶的 Asp 含量随生育期的发展呈“高—低—高”的单峰变化趋势;Glu、His 和 Met 含量呈逐渐降低的趋势;其他大部分必需氨基酸和非必需氨基酸均呈“高—低—高—低”的双峰变化趋势。由表 2 还可看出,2 种牧草的 TAA/CP 和 TEAA/NEAA 均随生育期的发展呈“低—高—低”的单峰变化趋势。

表 1 不同生育期多年生黑麦草和紫羊茅的 DM,CP 和氨基酸含量的变化

Table 1 Contents of CP and AA of perennial ryegrass and red fescue in different growth periods								%
指标 Index	多年生黑麦草 Perennial ryegrass				紫羊茅 Red fescue			
	分蘖期 Tillering period	拔节期 Stem elonged period	开花期 Flowering period	成熟期 Mature period	分蘖期 Tillering period	拔节期 Stem elonged period	开花期 Flowering period	成熟期 Mature period
干物质 DM	92.54	91.23	93.01	90.04	91.77	91.63	93.26	93.33
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	0.68	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	0.5	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
总氨基酸/粗蛋白 TAA/CP	93.80	84.13	89.95	92.93	92.95	86.37	82.04	88.75
总必需氨基酸/总氨基酸 TEAA/TAA	46.35	41.18	48.23	43.68	46.50	41.52	48.21	42.88
总必需氨基酸/非必需氨基酸 TEAA/NEAA	0.86	0.70	0.93	0.78	0.87	0.71	0.93	0.75

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

表 2 不同生育期苜蓿和白三叶 DM、CP 和氨基酸含量的变化

Table 2 Contents of CP and AA of alfalfa and white clover in different growth periods								%
指标 Index	苜蓿 Alfalfa				白三叶 White clover			
	分蘖期 Tillering period	拔节期 Stem elonged period	开花期 Flowering period	成熟期 Mature period	分蘖期 Tillering period	拔节期 Stem elonged period	开花期 Flowering period	成熟期 Mature period
干物质 DM	92.62	91.01	92.76	92.33	91.01	92.06	91.53	93.63
粗蛋白 CP	35.34	26.18	27.69	18.65	26.18	22.34	26.66	21.66
总氨基酸 TAA	26.10	21.07	21.58	15.85	21.87	18.81	22.82	16.74
天冬氨酸 Asp	4.89	2.60	2.67	2.83	2.60	2.48	3.01	4.35
谷氨酸 Glu	2.74	2.53	2.67	1.72	2.73	2.17	2.11	1.63
丝氨酸 Ser	1.26	1.03	0.89	0.81	1.04	0.75	1.12	0.77
精氨酸 Arg*	1.46	1.24	1.21	0.76	1.34	1.07	1.31	0.68
甘氨酸 Gly	1.32	1.26	1.22	0.84	1.27	1.10	1.34	0.77
苏氨酸 Thr*	1.21	1.04	1.02	0.76	1.14	0.93	1.15	0.71
脯氨酸 Pro	1.55	1.10	1.07	1.14	1.10	0.96	1.17	1.16

由表 3 可以看出,分蘖期、拔节期、开花期和成熟期串叶松香草的总氨基酸含量分别 22.51%, 15.57%, 16.45% 和 13.93%, 呈现“高一低一高一低”的变化趋势; 17 种氨基酸中, Ala 和 His 含量逐渐降低, Asp、Cys 和 Lys 含量“高一低一高”的变化趋势, 其他氨基酸含量均呈现“高一低一高一低”的双峰变化趋势; TAA/CP 和 TEAA/NEAA 呈现“高一低一高一低”的双峰变化趋势。

分蘖期、拔节期、开花期和成熟期聚合草的总氨基酸含量分别是 24.47%, 14.03%, 15.57% 和 10.57%, 呈现“高一低一高一低”的变化趋势; Asp 含量逐渐降低; Cys 呈“高一低一高”的变化趋势; 其他氨基酸含量均呈“高一低一高一低”的双峰变化趋势; TAA/CP 呈“低一高一低”的单峰变化趋势, TEAA/NEAA 呈“高一低一高一低”的双峰变化趋势。

2.4 6 种牧草总氨基酸和赖氨酸含量随生育期的动态变化

图 1 表明, 6 种牧草总氨基酸含量总体上均随

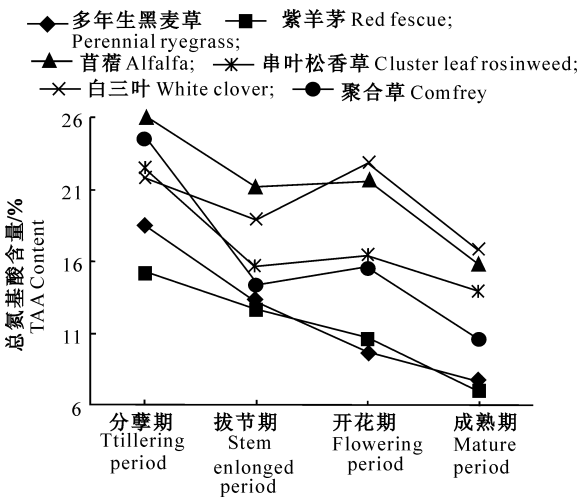


图 1 6 种牧草总氨基酸含量随生育期的动态变化
Fig.1 Dynamic changes of TAA in six forages in four growing periods

3 讨论

目前,关于牧草营养价值评定的研究主要集中在常规养分指标上,如粗蛋白、酸性洗涤纤维和中性洗涤纤维等^[4-5],对牧草中总氨基酸和各种游离氨基酸含量的研究报道不多。Fougere 等^[6]研究表明,天门冬氨酸、谷氨酰胺、丙氨酸、 γ -氨基丁酸和脯氨酸是紫花苜蓿植株中含量较多的氨基酸。本试验结果表明,苜蓿和白三叶均富含 Asp、Glu、Ala 和

生育期的发展呈下降趋势,均在分蘖期最高,成熟期最低,其中多年生黑麦草和紫羊茅氨基酸含量随生育期的发展几乎呈直线下降,而苜蓿、白三叶、串叶松香草和聚合草的总氨基酸含量随生育期的发展呈现“高一低一高一低”的双峰变化趋势,开花期的总氨基酸含量高于拔节期。根据牧草的氨基酸含量,认为 6 种牧草的最佳收割期为开花期。开花期白三叶和苜蓿总氨基酸含量最高,串叶松香草和聚合草的次之,多年生黑麦草和紫羊茅最低。

赖氨酸是家畜第一限制性氨基酸,也是评价牧草品质的重要指标之一。图 2 表明,多年生黑麦草、紫羊茅和苜蓿中赖氨酸含量在分蘖期最高,成熟期最低;白三叶中赖氨酸含量在开花期最高,成熟期最低;串叶松香草和聚合草赖氨酸含量在分蘖期最高,开花期最低,而在成熟期又有所增加,呈现“高一低一高”的变化趋势。综合考虑牧草的赖氨酸含量和产量,最终确定苜蓿、白三叶、多年生黑麦草、紫羊茅和串叶松香草的最佳收割期为开花期,而聚合草为成熟期。

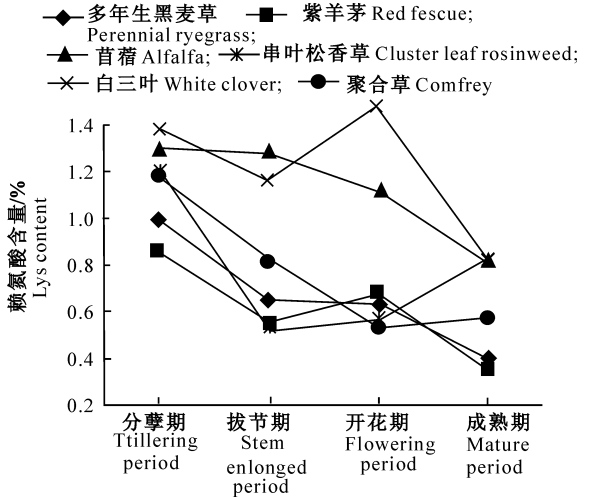


图 2 6 种牧草赖氨酸含量随生育期的动态变化
Fig.2 Dynamic changes of Lys in six forages in four growing periods

Leu,而含硫氨基酸含量较低。Penkov 等^[7]研究了不同品种白三叶的氨基酸和粗蛋白含量,发现其总氨基酸和粗蛋白含量与品种有关,分别为 20.46%~22.67% 和 22.92%~24.86%,这与本试验结果较为一致,但 Penkov 等没有研究总氨基酸和粗蛋白含量随生育期发展的动态变化。王昭兰等^[8]分析了盛花期苜蓿的氨基酸含量,结果表明盛花期苜蓿的总氨基酸平均含量为 13.78%,较本试验结果(21.58%)偏低,这可能是由于苜蓿品种不同所致。

目前,关于牧草氨基酸含量随其生育期动态变化的研究很少。廖云华等^[9]测定了叶丛期和抽茎期串叶松香草的 17 种氨基酸含量,发现叶丛期总氨基酸含量(18.92%)大于抽茎期(17.82%),其中除叶丛期 Lys 和 Cys 显著高于抽茎期外,其他氨基酸含量叶丛期和抽茎期变化不大。Mayland 等^[10]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蛋氨酸含量显著高于秋季,而其他氨基酸含量无显著变化。魏小红等^[2]研究了高寒地区几种牧草氨基酸含量随季节的动态变化。本试验研究了 6 种牧草粗蛋白和氨基酸含量随生育期发展的动态变化规律,结果发现 6 种牧草总氨基酸含量总体上随生育期的发展呈下降趋势,即在分蘖期最高,在成熟期最低。刘浩荣等^[11]在油菜中的试验表明,游离氨基酸含量在苗期到抽薹期逐渐升高,抽薹期以后明显下降。本试验仅对牧草生育期的养分含量进行了测定,关于牧草苗期氨基酸及其他养分含量的变化规律尚待进一步研究。

4 结 论

通过对黄河滩区 6 种牧草不同生育期粗蛋白和氨基酸含量动态的研究,可得出如下结论。

1) 6 种牧草 TAA 含量总体上随生育期的发展呈下降趋势,其中 2 种禾本科牧草 TAA 含量几乎呈直线下降,而其他 4 种牧草 TAA 含量随生育期呈现“高一低一高一低”的双峰变化趋势;2 种豆科牧草 TAA 含量最高,2 种禾本科牧草 TAA 含量最低。

2) 2 种禾本科牧草的 TAA/CP,随生育期的发展呈“高一低一高”的单峰变化趋势,高峰值出现在分蘖期,其他 4 种牧草的 TAA/CP 高峰值出现在开花期。

3) 2 种豆科牧草的 TEAA/ NEAA 呈“低一高一低”单峰变化趋势,其他 4 种牧草呈“高一低一高一低”的双峰变化趋势,高峰值出现在开花期。

综合考虑牧草的总氨基酸、Lys 含量及 TAA/CP 和产量,认为苜蓿、白三叶、多年生黑麦草、紫羊茅和串叶松香草的最佳收割期为开花期,而聚合草为成熟期。

[参考文献]

[1] 刘青广,田丽萍,姜 红,等.苜蓿叶蛋白中氨基酸的含量及营

养分析[J].河南工业大学学报:自然科学版,2005,26(2):36-39.

Liu Q G,Tian L P,Jiang H,et al. The content of amino acid in the leaf protein of alfalfa and its nutritive analysis [J]. Journal of Henan University of Technology: Natural Science Edition, 2005,26(2):36-39. (in Chinese)

[2] 魏小红,王 静,马向丽,等.高寒地区牧草碳水化合物及氨基酸含量季节动态研究[J].草业学报,2005,14(3):94-99.

Wei X H,Wang J,Ma X L,et al. Seasonal dynamics of carbohydrate and amino acid in alpine meadow of Qinghai - Tibetan Plateau [J]. Acta Pratacul Turae Sinice, 2005, 14(3): 94-99. (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] Rutter S M,Orr R J,Yarrow N H,et al. Dietary preference of dairy cows grazing ryegrass and white clover [J]. J Dairy Sci, 2004,87:1317-1324.

[5] Smit H J,Tamminga S,Elgersma A. Dairy cattle grazing preference among six cultivars of perennial ryegrass [J]. Agron., 2006,98: 1213-1220.

[6] Fougere F,Rudulier D L,Streeter J G. Effects of asalt 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.

[7] Penkov D,Pavlov D,Mihovsky T. Comparative study of the amino acid's true digestibility of different clover variefies in experiments with ganders [J]. Journal of central European Agriculture,2003,4:191-198.

[8] 王昭兰,杜建材,李青丰. 12 份苜蓿种质材料的氨基酸分析[J].中国草地,2004,26(1):28-33.

Wang Z L,Du J C,Li Q F. Amino acid analysis of 12 alfalfa materials [J]. Grassland of China,2004,26(1):28-33. (in Chinese)

[9] 廖云华,朱小彤.串叶松香草的饲用价值[J].贵州农业科学,1994(6):49-51.

Liao Y H,Zhu X T. Feeding value of silphium perfoliatym [J]. Guizhou Agricultural Sciences,1994(6):49-51. (in Chinese)

[10] 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.

[11] 刘浩荣,宋海星,刘代平,等.油菜茎叶可溶性糖与游离氨基酸含量的动态变化[J].西北农业学报,2007(1):84-87.

Liu H R,Song H X,Liu D P,et al. Dynamics changes of soluble sugar and free amino acid contents in stem and leaf of different oilseed rape varieties [J]. Acta Agriculture Boreali-ocidentalalis Sinica,2007(1):84-87. (in Chinese)