

不同时期四倍体刺槐叶片氨基酸营养及其生物量初步分析

张国君, 李云, 刘书文, 姜金仲, 田砚亭

(北京林业大学 林木花卉遗传育种教育部重点实验室, 北京 100083)

摘要: 测定了廊坊地区饲料型四倍体刺槐叶粉 4 个不同时期的粗蛋白质含量及 18 种氨基酸组分, 用氨基酸分 (AAS) 和必需氨基酸指数 (EAAI) 对其氨基酸营养进行评价, 并结合其生物量对最佳刈割时期进行了分析。结果表明, 饲料型四倍体刺槐叶粉 4 个时期的粗蛋白、18 种氨基酸总量和 12 种必需氨基酸含量均较高, 且呈现随着时间的推移而逐渐下降的趋势; 其必需氨基酸分 (AAS) 均较高, 氨基酸组成较平衡; 对牛、猪、鸡、鸭、鹅、草鱼、对虾和羊 8 种动物的必需氨基酸指数 (EAAI) 4 个时期之间无差异, 均大于 0.86, 可作为这些动物的优良植物饲料蛋白源; 在 7 月中下旬其生物量和营养达到了最佳结合点, 适宜采摘或刈割。

关键词: 四倍体刺槐; 叶粉; 氨基酸; 生物量; 营养评价

中图分类号: S792.27 文献标识码: A 文章编号: 1000- 7091(2006) 增刊- 0086- 05

Preliminary Analysis of Nutrition of Amino Acids in the Powder of Tetraploid Black Locust Leaves and Its Biomass Accumulation at Different Stages

ZHANG Guo-jun, LI Yun, LIU Shu-wen, JIANG Jin-zhong, TIAN Yan-ting

(Key Laboratory of Genetics and Breeding of Forest tree and Ornamental Plants

Ministry of Education, Beijing 100083, China)

Abstract: The contents of crude protein and 18 kinds of amino acids in the powder of tetraploidy black locust for fodder leaves at four stages, from which Langfang, Hebei Province, were determined. Their value for feeding were evaluated by means of amino acid scores (AAS) and essential amino acid index (EAAI). The results showed that the crude protein content, the eighteen essential amino acids and the twelve essential amino acids in the powder of tetraploidy black locust for fodder leaves were highly at the four stages, and along with the time process, they were all descending gradually. Moreover, their essential amino acid score (AAS) were also highly and their amino acid were balanceable. And their essential amino acid index (EAAI) of cattle, pig, chicken, duck, goose, fish, prawn and sheep were higher than 0.86, therefore they can be the excellent fodder of these animals. Furthermore, its biomass and nutrition both reached the high point in the middle or latter ten days of a month when were appropriate for picking or cradling.

Key words: Tetraploidy black locust; Powder of leaves; Protein; Amino acid; Nutritional evaluation

饲料型四倍体刺槐 (Tetraploidy *Robinia pseudoacacia* L.) 是北京林业大学从韩国引入到我国的刺槐优良无性系。自 1997 年将其引入以来, 刘涛、李春燕等^[1,2] 对其叶片营养成分进行了初步分析研究, 肯定了其作为饲料树种的引种价值。但是, 其营养

成分会随着刈割时期的不同而有所变化。那么其不同刈割时期叶片的营养成分尤其是蛋白质含量和氨基酸营养如何变化呢? 何时刈割其营养和生物量达到最佳结合点呢? 目前关于饲料型四倍体刺槐叶片不同时期氨基酸营养及结合生物量的研究均未见报

收稿日期: 2006- 08- 12

基金项目: 科技部农业科技成果转化资金项目 (03EFN216700307); 国家林业局林业科学技术推广项目 (2003- 5- 2)

作者简介: 张国君 (1980-), 男, 河北邯郸人, 在读硕士, 主要从事林木生物技术方面的研究; 李云为通讯作者。

道。因此,本研究分析了不同时期饲料型四倍体刺槐叶粉的粗蛋白质含量及氨基酸组分,并在此基础上,依据世界卫生组织和粮农组织(WHO/ FAO) 提出的氨基酸评分模式^[3],利用必需氨基酸组分及必需氨基酸指数对其营养价值和饲用价值进行评定,并结合其生物量确定了最佳采摘或刈割时期,从而为实际生产提供一定的理论依据。

1 材料和方法

1.1 自然概况

试验地设在廊坊地区香河县,位于北纬 39° 36′ ~ 39° 51′,东经 116° 52′ ~ 117° 11′,燕山山脉南麓,潮白河冲洪积平原扇缘向冲积平原过渡的交接地带,土壤以褐土和潮土为主,典型暖温带大陆性气候,年平均气温 11.1℃,总降雨量为 905.1 mm,年蒸发量 1 681.9 mm,相对湿度平均为 58%,全年日照时数平均为 2 870 h,年平均无霜期 183 d。

1.2 试验材料

测试的饲料型四倍体刺槐叶片采样时间为 2004 年 7 月 15 日、7 月 30 日、8 月 15 日和 10 月 5 日,试验林为 2003 年春天定植并于 2004 年春天平茬后当年萌生的林分。在试验林内每次随机取 3 个小区,小区面积为 2 m²,每小区 10 株,离地面 10 cm 剪取植株,称总重;摘取每小区内植株的全部叶片,称叶重,混匀后用四分法分别取 500 g 鲜叶,预先干

燥处理后得风干样品备用。

1.3 测定方法^[4]

水分用直接干燥法(GB/T 6435- 1986) 测定;粗蛋白质用凯氏法(GB/T 6432- 1994) 测定;氨基酸用氨基酸自动分析仪法测定(GB/T 18246- 2000)。

1.4 计算

氨基酸分(AA S) = (受验蛋白质第一限制氨基酸含量)/(WHO/ FAO 评分模式要求的相应氨基酸含量) = 1 g 受试蛋白质中氨基酸的毫克数 × 100/ 评分模式中的氨基酸毫克数。

必需氨基酸指数(EAA I) =
$$\sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \frac{aai}{AAI}}$$

公式中 aai 为受验蛋白质中某必需氨基酸占必需氨基酸总量的百分数,AA I 为参比蛋白中该必需氨基酸占必需氨基酸总量的百分数,n 为比较的必需氨基酸数目。

2 结果与分析

2.1 不同时期饲料型四倍体刺槐叶粉的粗蛋白和氨基酸含量

饲料型四倍体刺槐叶粉的粗蛋白和氨基酸含量见表 1。从表 1 可以看出:在 4 次采样时期内,随着时间的推移,饲料型四倍体刺槐叶粉的粗蛋白质含量逐渐降低,依次为 28.82%、24.46%、22.54% 和 18.23%,7 月 15 日比 7 月 30 日、8 月 15 日和 10 月 5 日分别高 18%、28% 和 58%。

表 1 不同时期饲料型四倍体刺槐叶粉的氨基酸含量

Tab. 1 Content of amino acids in the powder of tetraploidy black locust leaves at different stages					%				
项目 Item	07- 15	07- 30	08- 15	10- 05	项目 Item	07- 15	07- 30	08- 15	10- 05
粗蛋白质 CP	28.82	24.46	22.54	18.23	蛋氨酸 Met [*]	0.47	0.34	0.34	0.29
天冬氨酸 Asp	2.20	1.80	1.47	1.42	异亮氨酸 Ile [*]	0.98	0.73	0.69	0.62
苏氨酸 Thr [*]	1.01	0.79	0.74	0.67	亮氨酸 Leu [*]	1.85	1.41	1.34	1.17
丝氨酸 Ser	1.01	0.81	0.78	0.71	酪氨酸 Tyr	0.94	0.72	0.72	0.65
谷氨酸 Glu	3.49	1.91	1.79	1.60	苯丙氨酸 Phe [*]	1.42	1.00	0.94	0.87
脯氨酸 Pro	1.06	0.87	0.84	1.04	赖氨酸 Lys [*]	1.55	1.19	1.15	1.01
甘氨酸 Gly	1.09	0.86	0.81	0.72	组氨酸 His	0.59	0.46	0.44	0.37
丙氨酸 Ala	1.21	0.97	0.92	0.82	精氨酸 Arg	1.31	0.94	0.87	0.74
半胱氨酸 Cys	0.28	0.24	0.22	0.22	色氨酸 Trp [*]	0.36	0.28	0.24	0.22
缬氨酸 Val [*]	1.35	1.15	1.06	0.99					

注: * . 必需氨基酸

饲料蛋白质问题归根到底是氨基酸问题。饲料蛋白质是由哪些氨基酸组成的,以及这些氨基酸的比例如何,这是评定饲料蛋白质营养价值的关键。由表中数据可知:饲料型四倍体刺槐叶粉 4 个时期内均含 18 种氨基酸,必需氨基酸之和(E) 与氨基酸总量(T) 的比值(E/ T) 依次等于 0.41、0.42、0.42 和

0.41;必需氨基酸之和(E) 与非必需氨基酸之和(N) 之比(E/ N) 依次等于 0.68、0.72、0.73 和 0.70;均接近 WHO/ FAO 提出的 E/ T 应为 0.40、E/ N 应在 0.6 以上的参考蛋白模式。但 4 个不同时期的各种氨基酸含量、氨基酸总量(T)、必需氨基酸之和(E) 及非必需氨基酸之和(N) 随着时间的先后顺序均呈下降

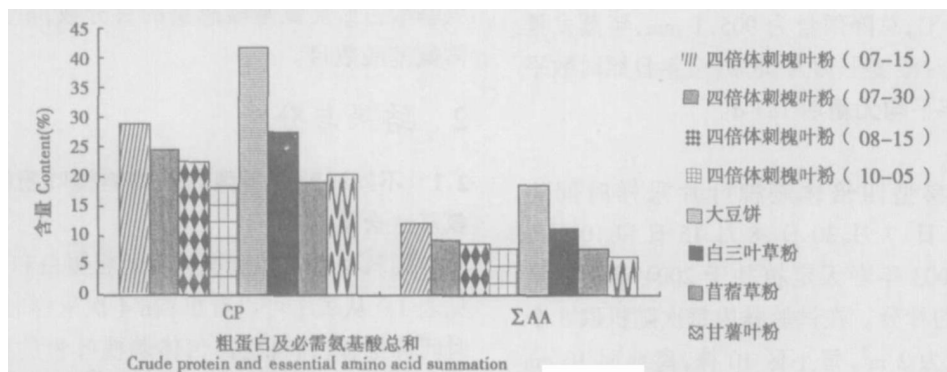
趋势; 7 月 15 日较后 3 个时期氨基酸总量(T) 分别高 35%, 44% 和 57%, 必需氨基酸之和(E) 分别高 30%, 38% 和 54%。可见, 饲料型四倍体刺槐叶片在 7 月 15 日的氨基酸营养明显高于其他 3 个时期。

2.2 不同时期饲料型四倍体刺槐叶粉的粗蛋白和必需氨基酸含量与常见饲料的比较

饲料型四倍体刺槐不同时期叶粉和常见饲料^[5,6]的粗蛋白和 12 种必需氨基酸含量变化见图 1。由图可知: 饲料型四倍体刺槐叶粉 4 个时期的粗蛋白和 12 种必需氨基酸含量变化趋势一致, 均随着时间的推移而下降; 其粗蛋白在 7 月 15 日高于白三叶草粉, 前 3 个时期均高于苜蓿草粉和甘薯叶粉, 甚至在 10 月 5 日的叶片变色期与苜蓿草粉相差无几; 其 12 种必需氨基酸含量 4 个时期内均高于苜蓿草

粉和甘薯叶粉, 在 7 月 15 日高于白三叶草粉; 4 个时期的粗蛋白和 12 种必需氨基酸含量均低于大豆饼。可见, 饲料型四倍体刺槐叶粉 4 个时期的蛋白营养高于甘薯叶粉, 高于苜蓿草粉或与之相当, 低于大豆饼; 尤其在 7 月 15 日, 饲料型四倍体刺槐叶粉的蛋白营养明显高于苜蓿草粉和甘薯叶粉, 与白三叶草粉相当, 仅低于大豆饼。所以, 饲料型四倍体刺槐林刈割时期越早其营养含量越高。

另外, 刘涛等研究表明四倍体刺槐叶片营养高于普通刺槐, 而普通刺槐叶粉已被国内外众多学者证明了其作为畜禽饲料的适宜性^[7,8]和较其它饲料的优越性^[9,10]。因此, 饲料型四倍体刺槐叶粉适合作为动物的饲料。



必需氨基酸总和: $\Sigma AA = \text{Arg} + \text{His} + \text{Ile} + \text{Leu} + \text{Lys} + \text{Met} + \text{Cys} + \text{Phe} + \text{Tyr} + \text{Thr} + \text{Trp} + \text{Val}$;

中国饲料号: 大豆饼, 5_10_0241; 白三叶草粉, 1_05_0073; 苜蓿草粉, 1_05_0074; 甘薯叶粉, 5_06_0005

Essential amino acid summation: $\Sigma AA = \text{Arg} + \text{His} + \text{Ile} + \text{Leu} + \text{Lys} + \text{Met} + \text{Cys} + \text{Phe} + \text{Tyr} + \text{Thr} + \text{Trp} + \text{Val}$; CFN: Soybean meal,

5_10_0241; White clover meal, 1_05_0073; Alfalfa meal, 1_05_0074; Leaf powder of sweet potato, 5_06_0005

图 1 不同时期饲料型四倍体刺槐叶粉与常见饲料粗蛋白和必需氨基酸含量的比较

Fig. 1 Comparison of total contents of crude protein and essential amino acids in the powder of tetraploidy black locust for fodder leaves at different stages and familiar fodders

2.3 不同时期饲料型四倍体刺槐叶粉的氨基酸分(AAS)和氨基酸指数(EAAI)

了解形成蛋白质的氨基酸组分和含量以后, 就可以确定其限制性氨基酸, 计算其必需氨基酸分和必需氨基酸指数等生物学效价。而生物学价值的不全价性是由于必需氨基酸含量低而引起的, 根据这种分析就可以按照必需氨基酸的含量用一种饲料的氨基酸补充另一种饲料的氨基酸含量, 就能进一步补加适当的氨基酸以弥补缺陷, 并相应提高蛋白质的生物学价值。

饲料型四倍体刺槐叶粉和几种植物性蛋白源的必需氨基酸分(AAS)见图 2。从图 2 可以看出: 4 个时期饲料型四倍体刺槐叶粉的 10 种必需氨基酸和半必需氨基酸含量中, 蛋氨酸+胱氨酸、异亮氨酸均低于模式谱, 而赖氨酸、色氨酸、缬氨酸和苯丙氨酸

+ 酪氨酸均高于或接近于模式谱和其他常见饲料; 另外, 经过计算, 蛋氨酸+胱氨酸(含硫氨基酸)均为第一限制氨基酸, 异亮氨酸均为第二限制氨基酸; 赖氨酸的含量至少比苜蓿草粉高 13%, 比甘薯叶粉高 60%, 而赖氨酸是动物生长的第一位的必需氨基酸; 色氨酸的含量至少比白三叶草粉高出一倍; 必需氨基酸分(AAS)均明显高于白三叶草粉、甘薯叶粉, 高于苜蓿草粉或与之相当, 仅低于大豆饼。而苜蓿草粉已是公认的优质饲料^[11, 12], 由此可见, 饲料型四倍体刺槐叶粉无论在生长季节还是在叶片变色期, 其蛋白质品质均较优, 氨基酸组成较平衡, 若与含硫氨基酸饲料合理搭配, 可作为优质的蛋白饲料。

必需氨基酸指数(EAAI)反映了饲料蛋白源的必需氨基酸组成与饲养对象的必需氨基酸组成的拟合程度, 因而, 可以更加准确、科学地可以评价饲料

蛋白源的营养价值^[13]。饲料型四倍体刺槐叶粉的必需氨基酸指数(EAAI)与几种畜禽的拟合程度见表2。根据冯东勋标准,当n=6~12时(n为比较的必需氨基酸数目):EAAI>0.95为优质蛋白源,0.86<EAAI≤0.95为良好蛋白源,0.75≤EAAI≤0.86

为可用蛋白源,EAAI<0.75为不适蛋白源。由表2可知(其所含氨基酸数据来源于文献[14]),饲料型四倍体刺槐叶粉4个时期内饲养牛、猪、鸡、鸭、鹅、草鱼和对虾时均属优质饲料,仅饲喂羊时为良好饲料。

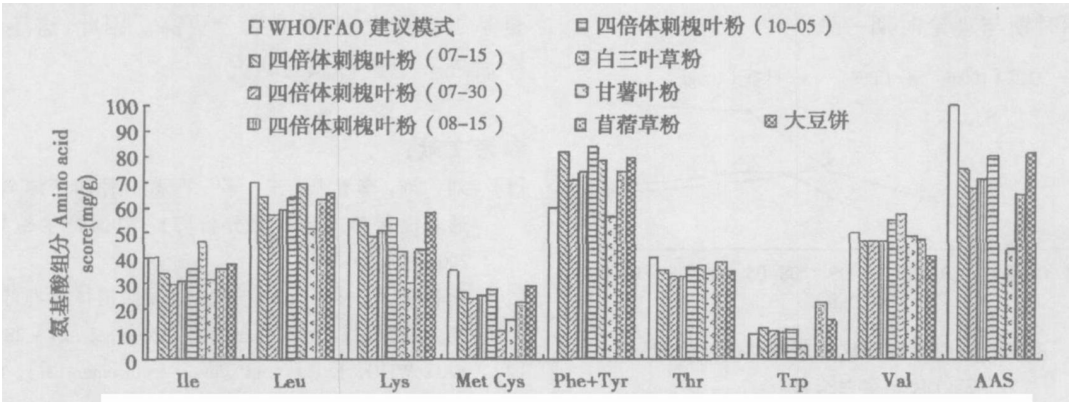


图2 不同时期饲料型四倍体刺槐叶粉必需氨基酸的构成与WHO/FAO建议模式的比较

Fig. 2 Comparison of composing of essential amino acids in the powder of tetraploidy black locust for fodder leaves and propositional mode by WHO/FAO at different stages

表2 不同时期饲料型四倍体刺槐叶粉的EAAI值

Tab. 2 Essential amino acid index of the powder of tetraploidy black locust for fodder leaves at different stages								
项目 Items	牛* Cattel	猪* Pig	鸡* Chicken	鸭* Duck	鹅* Goose	草鱼* Fish	对虾* Prawn	羊* Sheep
资料编号	B12067	B12050	B13005	B13018	B13003	B17003	B19001	B12104
EAAI(07- 15)	0.998	1.003	1.009	1.004	0.995	1.025	1.058	0.922
EAAI(07- 30)	1.010	1.009	1.015	1.010	0.991	1.031	1.064	0.921
EAAI(08- 15)	1.000	1.005	1.011	1.006	0.990	1.027	1.060	0.924
EAAI(10- 05)	1.009	1.009	1.015	1.010	0.984	1.031	1.064	0.919
结论 Conclusion	优质	优质	优质	优质	优质	优质	优质	良好

2.4 不同时期饲料型四倍体刺槐的生物量

饲料型四倍体刺槐4个不同时期叶片的蛋白质营养虽然存在一定的差异,但普遍较高,仅依据其营养很难确定其最佳的刈割或叶片采摘时期。因此,需要兼顾营养和生物量来考虑。饲料型四倍体刺槐不同时期的生物量见表3。

从表3可以看出,饲料型四倍体刺槐叶片在7月份生长迅速,8月份生长减缓,每小区叶量在8月

15日达2.560 kg,比7月15日和7月30日分别高44%和2%;枝生长量和总生物量随着时间的推移,逐渐增加;叶枝比在7月份逐渐增大,7月30日达到2.2,8月份开始下降,8月15日就下降到了1.3,较7月30日下降了近41%;株高在8月中旬前生长迅速,其后生长减缓。可见,饲料型四倍体刺槐的刈割时期太早或太晚生物量均达不到最佳。

表3 不同时期饲料型四倍体刺槐林线的生物量

Tab. 3 Biomass accumulation of tetraploidy black locust for fodder at different stages						
项目 Items	总重(kg/小区) Gross weight	叶重(kg/小区) Leaf weight	枝重(kg/小区) Branch weight	叶枝比 Leaf/ Branch	平均株高(m) Average high	CP(%)
07- 15	2.617	1.782	0.834	2.1	1.29	28.82
07- 30	3.633	2.513	1.119	2.2	1.36	24.46
08- 15	4.581	2.560	2.021	1.3	1.96	22.54
10- 05	4.834	2.045	2.790	0.7	2.02	18.23

理论上,最佳刈割时期应是较高营养和较高生物量的交叉时期。但实际生产中,还应考虑其刈割后第二茬到秋末的生长情况,避免刈割时期太晚使

其生长势较弱,影响营养回流养根,从而影响其来年年生长。饲料型四倍体刺槐不同时期的生物量及粗蛋白质变化曲线如图3所示。4月5日为饲料型四倍

体刺槐在廊坊地区的发芽时间。由图 3 曲线可以看出,在廊坊地区,饲料型四倍体刺槐叶片的粗蛋白变化曲线在 7 月中旬与总生物量曲线相交,在 7 月下旬与叶片生物量相交。依此分析并结合当年秋末和来年春天观测情况得出,其最佳刈割时期为 7 月中下旬,实际时期与理论时期一致。

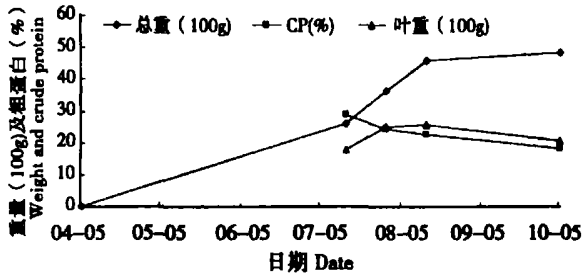


图 3 不同时期饲料型四倍体刺槐林的生物量及叶片粗蛋白含量

Fig. 3 Biomass accumulation of tetraploidy black locust for fodder and contents of crude protein in its leaves at different stages

3 结论与讨论

本试验用饲料型四倍体刺槐叶粉 4 个时期的粗蛋白含量分别为 28.82%, 24.46%, 22.54% 和 18.23%; 均含有 18 种氨基酸, E/ T 及 E/ N 均接近 WHO/FAO 提出的 E/ T (0.40) 及 E/ N (0.6 以上) 参考蛋白模式; 尤其在 7 月 15 日, 其粗蛋白含量较后 3 个时期分别高 18%, 28% 和 58%, 必需氨基酸之和 (E) 较之分别高 30%, 38% 和 54%。

饲料型四倍体刺槐叶粉 4 个时期的粗蛋白含量及必需氨基酸之和均高于甘薯叶粉, 高于苜蓿草粉或与之相当, 低于大豆饼; 在 7 月中下旬, 其蛋白营养明显高于苜蓿草粉和甘薯叶粉, 低于大豆饼。

饲料型四倍体刺槐叶粉 4 个时期的 10 种必需氨基酸和半必需氨基酸含量中, 蛋氨酸+ 胱氨酸、异亮氨酸低于 WHO/FAO 模式要求; 必需氨基酸分 (AAS) 均明显高于白三叶草粉、甘薯叶粉, 与苜蓿草粉相当, 低于大豆饼; 必需氨基酸指数 (EAAI) 表明其作为牛、鸡、鸭等 7 种动物的饲料时均为优质, 对羊为良好。

饲料型四倍体刺槐叶量在 7 月底和 8 月中旬达到高峰, 叶枝比在 7 月中下旬达到高峰。

综合各项指标可知, 饲料型四倍体刺槐在 7 月中下旬的粗蛋白质和氨基酸含量均高, 蛋白质品质较优, 氨基酸组成较平衡, 并且其生物量达到了较大产量。因此, 在廊坊地区, 两年生饲料型四倍体刺槐

林的适宜刈割时期为 7 月中下旬。这与我们引种后几年观测的时期基本一致, 也正是我们为何直接从 7 月中旬开始取样的原因。

上述分析是以一年刈割饲料型四倍体刺槐一次为基础的, 如果一年刈割 2 次, 甚至 3, 4 次, 其生物量是否会更大, 营养是否会更高。因此, 这还有待于今后进一步进行试验研究。

参考文献:

- [1] 刘涛, 李春燕, 王莉. 西藏引种四倍体刺槐与普通刺槐营养成分对比分析[J]. 中国野生植物资源, 2004, 23(2): 46.
- [2] 李春燕, 王祥森. 林芝地区引种四倍体刺槐叶片营养成分初报[J]. 中国林副特产, 2005, 2: 27-28.
- [3] FAO/WHO. Energy and protein requirement[R]. Report of Joint. FAO/WHO. Geneva: WHO, 1973: 63.
- [4] 农业部畜牧兽医局. 饲料工业标准汇编[M]. 北京: 中国标准出版社, 2002: 70-94.
- [5] 中国饲料数据库情报中心. 中国饲料成分及营养价值表[J]. 中国饲料, 2000, (23): 24-29.
- [6] 中国饲料数据库情报中心. <http://www.chinafeedbank.com.cn/>. 2004.
- [7] Barrett, Robert Patrick. Agronomic methods for growing black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) as a perennial forage crop[J]. DALB 55/02, 1994: 236.
- [8] Tiwari A K, Singh P, Biswas J C. Effect of feeding Robinia leaves on immune response in broiler rabbits[J]. Indian Journal of Animal Nutrition, 1996, 13(4): 234-237.
- [9] Ainalis A B, Tsouvaras C N. Forage production of woody fodder species and herbaceous vegetation in a silvopastoral system in northern Greece[J]. Agroforestry Systems, 1998, 42(1): 1-11.
- [10] Singh P, Verma A K, Chaudhary L C, et al. Performance of broiler rabbits fed on robinia (*Robinia pseudoacacia*) leaves as a sole source of roughage[J]. Indian Journal of Animal Sciences, 1999, 69(1): 63-65.
- [11] Cheeke P R, Harris D J, Patton N M. Utilization of black locust (*Robinia pseudoacacia*) leaf meal by rabbits[R]. Nitrogen Fixing Tree Research Reports, 1984, 2: 31.
- [12] Raharjo Y C, Cheeke P R, Patton N M. Effect of cecotrophy on the nutrient digestibility of alfalfa and black locust leaves[J]. Journal of Applied Rabbit Research, 1990, 13(2): 56-61.
- [13] 冯东勋, 赵保国. 利用必需氨基酸指数 (EAAI) 评价新饲料蛋白源[J]. 中国饲料, 1997, (7): 10-13.
- [14] 杨月欣, 王光亚, 潘兴昌. 中国食物成分表 2002 [M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2002: 106-267.