

绒山羊非长绒期埋植褪黑激素对其产绒性能和 血浆褪黑激素浓度的影响

刘影 张欢 段涛 武子元 李炎 张微*

(中国农业大学 动物科学技术学院,北京 100193)

摘要 为研究内蒙古绒山羊非长绒期埋植褪黑激素对其产绒性能和血浆褪黑激素浓度的影响,采用完全随机试验设计方法,将18只体重基本一致、上一年产绒量较为接近的3周岁内蒙古绒山羊半同胞母羊,随机分为2组,一组为对照组,另一组为试验组,每组9只羊。试验组于抓绒后在羊颈部皮下2次埋植褪黑激素(5月中旬和7月中旬),试验期共5个月。试验开始后逐月观察山羊绒生长情况;当埋植组或对照组开始长绒时,剪取绒毛样品用于生长量和细度测量;每月采集血样分析血浆褪黑激素含量。结果表明:1)埋植组大部分绒山羊6月底羊绒已经长出体表,7月底所用试验羊均已长绒,而对照组8月底大部分羊开始长绒,直至9月底才全部长绒。2)7月底,当对照组还没有长绒时,埋植组羊绒平均长度达34.95 mm;9月底,当对照组全部长绒,平均羊绒长度达到22.45 mm时,埋植组羊绒平均长度已达57.51 mm,显著高于对照组($P < 0.05$);埋植褪黑激素对羊绒细度无影响($P > 0.05$)。3)对照组从6月起无论白天还是黑夜褪黑激素浓度均逐渐升高,至8月达到最大水平,埋植组在7月达到最高浓度,后缓慢下降至自然水平。在6和7月份,埋植组白天和夜晚血浆褪黑激素含量均显著高于对照组($P < 0.05$),而8和9月份2组间差异不显著($P > 0.05$),但8月份埋植组有高于对照组的趋势。因此,内蒙古绒山羊抓绒后,按2 mg/kg(BW)的剂量分2次埋植褪黑激素,可提高血浆中褪黑激素的浓度并诱导山羊绒提前萌发,并且不会影响细度。

关键词 内蒙古绒山羊; 褪黑激素; 产绒性能; 血浆褪黑激素浓度; 非长绒期

中图分类号 S826.9;S815.2

文章编号 1007-4333(2019)03-0065-07

文献标志码 A

Effects of melatonin implantation during cashmere non-growing period on the production performance and plasma melatonin concentration of Inner Mongolian cashmere goats

LIU Ying, ZHANG Huan, DUAN Tao, WU Ziyuan, LI Yan, ZHANG Wei*

(College of Animal Science and Technology, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract The study was conducted to investigate the effects of melatonin implantation on cashmere yield, length, fibre diameter and plasma melatonin concentration of Inner Mongolia cashmere goats during the cashmere non-growing period. Eighteen 3-year-old, female, half-sib, Inner Mongolian cashmere goats with similar weight and cashmere yield in the previous year were randomly assigned to two groups ($n=9$) including a control group and a melatonin implantation group that was implanted with melatonin on May 15th and July 21st, respectively. Cashmere growth was observed, and the cashmere fibre samples and blood samples were collected monthly following implantation until the end of the experiment on September 29th, 2014. The results showed that: 1) Melatonin implantation on May 15th initiated cashmere growth ahead of schedule in June and the cashmere growth in all of the melatonin-treated goats was initiated in July. 2) The average length of cashmere in melatonin implantation group was 34.95 mm in June. However, the growth

收稿日期: 2018-05-07

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项资金资助(CARS-39)

第一作者: 刘影, 硕士研究生, E-mail: yingscorpion1@163.com

通讯作者: 张微, 副教授, 主要从事反刍动物营养与饲料研究, E-mail: wzhang@cau.edu.cn

of cashmere in control group was not initiated. When the length of cashmere in control group was just up to 22.45 mm, the treatment group reached 57.51 mm, which was significant higher than the former ($P < 0.05$). The administration of melatonin had no influence in cashmere fibre diameters ($P > 0.05$). 3) The concentration of melatonin of control group increased to its maximum in August from June and July of the melatonin implantation group, which decreased to normal level in August. The melatonin concentrations of melatonin implantation group both in the daytime and nighttime were significantly higher than those in control group in June and July ($P < 0.05$), and there was no difference in August and September ($P > 0.05$). The data indicated that melatonin implantation after combing could increase plasma melatonin concentration significantly and induce cashmere growth.

Keywords Inner Mongolia cashmere goat; melatonin; cashmere production performance; plasma melatonin concentration; non-growing period

内蒙古绒山羊是季节性长绒羊,其绒毛的生长和脱落均有明显的季节性特征。一年之中绒山羊的被毛生长由于受到光照的影响而发生周期性变化^[1]:夏至前后,日照时间由长变短时,绒毛开始萌发,进入生长阶段;至冬至前后,日照时间由短变长,绒毛生长逐渐停止,毛囊进入休止期;至翌年春分前后绒毛自然脱落。光照对绒毛的生长调控是通过调节内分泌腺松果腺的活动起作用的,而松果腺的主要分泌物为褪黑激素,血浆中的褪黑激素浓度在白天较低,而到了夜间保持在一个较高的水平,且褪黑激素的分泌周期与羊绒的生长周期较为一致,因此认为褪黑激素是连接光照和绒毛生长的重要通路^[2-4]。

国内外研究表明,在山羊绒非生长期,外源褪黑激素具有诱导山羊绒生长,提高羊绒产量的效果,但存在脱绒及二次生绒的现象^[3,5-7]。为使得诱导产生的长绒期与自然的长绒期衔接,避免脱绒和二次生绒,本实验室前期研究了非长绒期内褪黑激素埋植时间对山羊绒生长性能的影响,结果表明,4和6月2次埋植褪黑激素能够有效诱导山羊绒生长,诱导产生的长绒期与自然长绒期衔接,且无提前脱绒,能显著提高山羊绒生产性能^[8]。

虽然该研究取得了显著效果,但研究机制还有待探究,因此,本试验拟通过研究绒山羊非长绒期埋植褪黑激素对产绒性能和血浆褪黑激素浓度的影响,旨在验证抓绒后2次埋植褪黑激素诱导非长绒期长绒的效果,并对其诱导机理进行初步探讨,为低产绒山羊在生产中的增产增效提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

褪黑激素埋植剂及埋植器械购自北京康泰生物科技有限公司。

1.2 试验动物及饲养管理

本试验选用18只体况良好、体重相近、年龄相近的3周岁内蒙古绒山羊半同胞母羊作为试验动物。试验羊未脱离牧户羊群,按照羊场的日常饲养管理制度进行饲养管理,采用放牧加补饲的饲养方式(7—12月份完全放牧,1—6月份放牧并补饲一定的精料)。

1.3 试验设计

本试验采用完全随机试验设计,将试验羊随机分为2组:对照组(Control)和褪黑激素埋植组(Treatment),试验组于抓绒后2次埋植褪黑激素(5月中旬和7月中旬各埋植1次),埋植剂量为2 mg/kg 体重(Body weight, BW)。试验开始后逐月观察山羊绒生长情况。当埋植组或对照组开始长绒时,在试验羊左侧肩胛处紧贴皮肤剪取1块约3 cm×3 cm的绒毛样品,用于生长量和细度测量;并于每月底通过颈静脉采集10:00和24:00的血样10 mL,EDTA抗凝,3 500 r/min离心15 min吸取上层血浆并保存在-20℃冰柜中,用于分析血浆褪黑激素浓度。

1.4 测定指标及方法

山羊绒伸直长度采用钢板直尺法,将直尺置于黑绒板上,用2把镊子从毛根部逐根抽出纤维,夹住每根纤维两端拉直到弯曲刚刚消失,在直尺上测量绒纤维伸直长度。细度利用CU-6纤维细度分析仪测定(北京和众视野科技有限公司)。

血浆中褪黑激素浓度采用褪黑激素放射免疫试剂盒及r-911全自动放免技术仪进行测定,具体测定在北京华英生物科技研究所进行。

1.5 统计分析

所有数据用Excel 2007初步整理,后用SPSS 18.0软件包(The SPSS for Windows)按单因素方差分析进行统计分析,均值的多重比较采用

Duncan 法,数值采用平均值±标准误的表示方法, $P < 0.05$ 为差异显著。

2 结果与分析

2.1 外源褪黑激素处理对内蒙古绒山羊羊绒萌发时间的影响

试验羊羊绒萌发时间情况见图 1。5 月 15 日开始试验后,逐月观察羊绒生长情况,结果发现:在 6 月底,首次观测到埋植组有 7 只羊羊绒已经萌发长出体表,7 月底则全部萌发;而对照组在 8 月底仅有 6 只开始长绒,直至 9 月底才全部长绒。因此,埋植组要比对照组的长绒时间提前 2 个月。此外,从 5 月 15 日试验开始直到 9 月 29 日试验结束所有试验羊均未发生脱绒和二次生绒现象。

2.2 外源褪黑激素处理对内蒙古绒山羊绒毛生长的影响

埋植褪黑激素对山羊绒生长性能的影响见表 1。7 月底,当对照组还没有长绒时,埋植组羊绒

平均长度达 34.95 mm;9 月底,当对照组全部长绒,平均羊绒长度达到 22.45 mm 时,埋植组羊绒平均长度已达 57.51 mm,显著高于对照组 ($P < 0.05$)。此外,埋植褪黑激素对山羊绒细度没有影响 ($P > 0.05$)。

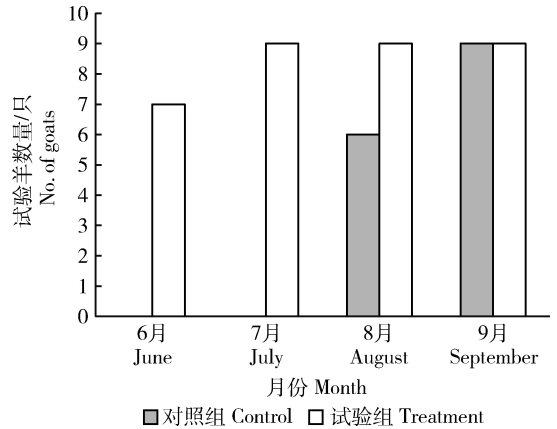


图 1 羊绒萌发时间情况

Fig. 1 Cashmere initiation time

表 1 埋植褪黑激素对内蒙古绒山羊绒毛累积长度和细度的影响

Table 1 Effects of melatonin implantation on the cashmere length and fiber fineness of Inner Mongolia cashmere goats

项目 Item	7 月份长度/mm Length in July	9 月份长度/mm Length in September	9 月份细度/ μm Diameter in September
埋植组 Treatment	34.95±4.32 a	57.51±5.25 a	14.57±0.21
对照组 Control	0 b	22.45±1.54 b	14.97±0.17

注:同列数字不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$),相同字母或无字母表示在 0.05 水平上无显著差异。下表同。

Note: Different letters within the same row represent significant differences at $P < 0.05$ level while same letters mean no significant differences. The same below.

2.3 外源褪黑激素处理对内蒙古绒山羊血浆中褪黑激素含量的影响

外源褪黑激素处理对内蒙古绒山羊白天血浆中褪黑激素含量的影响见表 2 和图 2。外源褪黑激素处理对内蒙古绒山羊夜晚血浆中褪黑激素含量的影

响见表 3 和图 3。由图 2 和图 3 可知,夜晚褪黑激素的水平高于白天。从整体上来看,对照组褪黑激素浓度无论白天还是夜晚,从 6 月起开始升高,至 8 月达到最大值,后保持在这一浓度,埋植组在 7 月达到最大值后,开始缓慢下降至自然水平。

表 2 埋植褪黑激素对内蒙古绒山羊白天血浆中褪黑激素浓度的影响

Table 2 Effects of melatonin implantation on melatonin concentration in plasma of Inner Mongolia cashmere goats in the daytime

	Inner Mongolia cashmere goats in the daytime				pg/mL
白天 Daytime	6 月 June	7 月 July	8 月 August	9 月 September	
埋植组 Treatment	51.60±2.65 a	54.82±1.75 a	51.67±2.49	47.61±2.06	
对照组 Control	43.47±1.53 b	46.01±1.49 b	47.81±1.87	46.99±1.94	

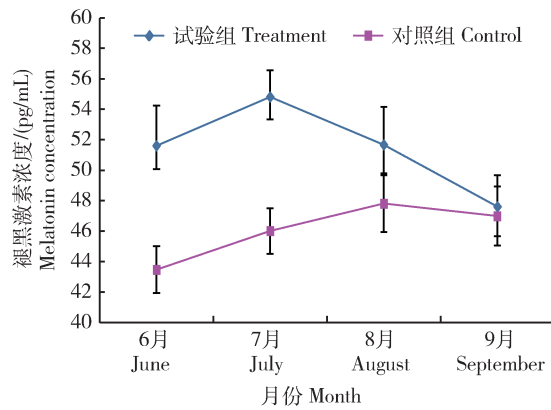


图2 埋植褪黑激素处理对内蒙古绒山羊白天血浆中褪黑激素含量的影响

Fig. 2 Effects of melatonin implantation on the melatonin concentration in plasma of Inner Mongolia cashmere goats in the daytime

表3 埋植褪黑激素对内蒙古绒山羊夜晚血浆中褪黑激素浓度的影响

Table 3 Effects of melatonin implantation on melatonin concentration in plasma of Inner Mongolia cashmere goats at night

处理 Treatment	Inner Mongolia cashmere goats at night			
	6月 June	7月 July	8月 August	9月 September
埋植组 Treatment	81.61±2.41 a	85.74±1.59 a	82.55±1.95	74.87±2.05
对照组 Control	74.69±1.65 b	76.59±1.71 b	78.29±2.08	77.32±2.51

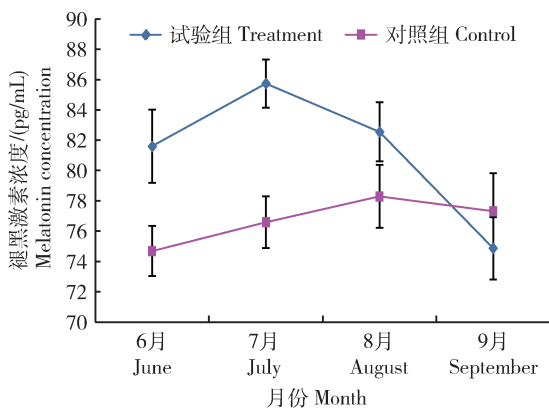


图3 埋植褪黑激素对内蒙古绒山羊夜晚血浆中褪黑激素含量的影响

Fig. 3 Effects of melatonin implantation on melatonin concentration in the plasma of Inner Mongolia cashmere goats at night

从表2和表3可以看出,在6和7月份,埋植组白天和夜晚血浆褪黑激素含量均显著高于对照组 ($P < 0.05$),而8和9月份2组间差异不显著 ($P > 0.05$)。

3 讨论

3.1 外源褪黑激素对内蒙古绒山羊绒毛累积长度和细度的影响

O'Neill等^[9]研究发现,在春天埋植褪黑激素可以促进山羊长绒,不仅1年可以抓2次绒,且80%的个体2次的绒长度均达到4.0 cm。Klören等^[10]在非生绒期(7和10月2次埋植)对澳大利亚绒山羊埋植褪黑激素后发现,埋植后能促进山羊在非长绒期长绒,但埋植组最终长度与对照组相比差异并不显著。柳建昌等^[6]在5月底对60只内蒙古阿白绒山羊进行褪黑激素埋植试验时发现,在8月底试验组羊绒已长至3.0 cm,而对照组不足1.0 cm。以上研究结果说明,不同品种绒山羊非长绒期埋植褪黑激素均能不同程度的诱导长绒,但羊绒产量受到绒山羊品种及褪黑激素施用时间的影响。在本研究中,埋植组在9月底的平均绒长比对照组高出35.06 mm,且2组间山羊绒细度无差异。因此,在抓绒后2次埋植褪黑激素,能促使内蒙古绒山羊在非生绒期长绒,在进入正常长绒模式之前,能

有效提高羊绒的绝对长度,并且不影响羊绒细度。

Klören 等^[10]认为,停止施用褪黑激素后,由于血浆中褪黑激素浓度下降,会引起机体认为的长日照反应,导致生长停止(即脱绒和二次生绒)。基于此,本实验室分析认为如果在非长绒期与长绒初期适当时间内埋植褪黑激素,使得血浆褪黑激素水平在自然褪黑激素大量分泌前不降低,可能会使诱导产生的长绒期与自然长绒期衔接,避免脱绒及二次生绒。本研究结果表明在抓绒后2次埋植褪黑激素能有效提高羊绒的长度,并且在9月底试验结束前并未出现脱绒和二次生绒现象,因此推测,抓绒后2次埋植褪黑激素在一定程度上将提高次年的山羊绒的抓绒量。

羊绒细度是影响羊绒品质的重要指标之一,已有褪黑激素对山羊绒细度的影响的研究结果不一致。有研究表明在西班牙绒山羊^[11]和澳大利亚杂交羊^[5]上使用褪黑激素会使山羊绒变粗;而对内蒙古绒山羊施用褪黑激素对山羊绒细度没有影响^[8,12],也有降低山羊绒细度的报道^[13,14]。上述研究结果不一致,可能与山羊品种及埋植阶段有关。本试验设计在非产绒期埋植,且埋植剂量理论上在2个月时间内释放完毕,从而使诱绒期与正常长绒期相衔接,并不影响最终羊绒的品质。

3.2 外源褪黑激素对内蒙古绒山羊绒毛萌发的影响

贾志海^[15]研究了非长绒季节通过改变光周期和用褪黑激素处理对绒山羊生产性能的影响,结果表明,短光照可以诱发山羊长绒,即使在长光照下埋植褪黑激素也可诱使山羊长绒,因此缩短光照与埋植褪黑激素具有相似的效果,都能使山羊绒提前萌发。牛一兵等^[16]发现,在放牧条件下,短光照组与自然光照组虽然绒毛生长模式相同,均为慢—快—慢,但是快速生长时间由正常的11月份提前至8月下旬,故绒毛在8—11月份生长速度高于对照组,绒毛长度增加10.9%且不影响绒毛正常生长模式。在本试验中,7月底埋植组羊绒已长出3~4 cm,而对照组山羊的羊绒尚未萌发。柳建昌等^[7]在非生绒期对3个不同品种的绒山羊进行大群埋植试验,埋植组都较对照组提早2个月萌发,与本试验结果一致,说明持续埋植褪黑激素能有效促进羊绒提前进入生长期,从而诱发二次生绒。Nixon 等^[18]研究发现在春季进行外源褪黑激素处理能促进次级毛囊提早由休止期进入兴盛期,从而使绒毛提早萌发。因

此,埋植褪黑激素有可能是通过增加次级毛囊活性,维持次级毛囊处在兴盛期的时间,从而增加前期长绒速率。

3.3 外源褪黑激素对内蒙古绒山羊血浆中褪黑激素浓度的影响

由于光照是通过光信号作用于神经系统,经神经调节传至松果体,使松果体分泌褪黑激素,进而调控绒山羊羊绒的生长,因此光照是调控褪黑激素分泌的重要因素^[1]。夏至前后,光照开始由长变短,由此诱发褪黑激素的分泌,这时无论是埋植组还是对照组,褪黑激素的分泌均开始增加。对照组从6月份起血浆中褪黑激素浓度有所升高,但各月份间没有显著差异,而羊绒的萌发是从8月份才开始,一方面可能是褪黑激素的分泌有阈值效应,另一方面可能是留存效应,即褪黑激素分泌后在机体中需要一定时间的留存期,才能启动羊绒的萌发。而试验组在5月中旬埋植褪黑激素后,血浆中褪黑激素水平一直维持在比较高的水平,因此在6月底才能启动大部分羊绒的萌发,但具体的诱发机制还需要进一步探讨。

黑夜有促使褪黑激素分泌的特性。陈玉林和张小辉^[19]在对同羊、滩羊及小尾寒羊成年母羊血浆褪黑激素的昼夜变化规律时发现:夏至时,同羊、滩羊及小尾寒羊在白天的褪黑激素含量依次为29.56、36.38和33.41 pg/mL;夜晚依次为108.57、129.17、117.17 pg/mL。与本试验结果相一致,无论是埋植组还是对照组,夜晚的褪黑激素浓度均高于白天。此外,本试验白天对照组褪黑激素浓度变化区间为43.47~47.81 pg/mL,而埋植组在47.61~54.82 pg/mL之间变化,夜间均在80.00 pg/mL左右变化。岳春旺等^[12]同样在内蒙古羊上做了6月褪黑激素埋植试验,结果表明,对照组在6、7、8月份白天血浆中褪黑激素含量依次为19.88、21.89和31.49 pg/mL,埋植组依次为20.51、49.80、63.22 pg/mL。虽然均是用内蒙绒山羊,且埋植时间较为相似,但可能是由于激素测定方法的不同以及年份环境的差异造成数值的差异。王林枫^[20]在对内蒙绒山羊进行褪黑激素处理后发现,对照组在夜间血浆中褪黑激素含量约为106.09 pg/mL,而经过褪黑激素处理后达到357.86 pg/mL。常子丽^[14]通过对受试羊血浆中褪黑激素含量的测定发现,在自然光照条件下,对照组夜间血浆中褪黑激素含量7~30 pg/mL,平均为17.34 pg/mL,埋植褪黑激

素以后,血浆中褪黑激素含量增加到 180.61 pg/mL,平均升高 9.42 倍,明显增加了血浆中的褪黑激素浓度。本试验中对照组血浆中褪黑激素含量远远高于而埋植组的浓度又远远低于常子丽^[14]的试验结果,另外,埋植组和对照组褪黑激素含量均低于王林枫^[20]的试验结果,这可能是由于测定方法以及所处自然环境不同所导致。岳春旺^[12]的部分试验与本试验在试验设计和试验条件上最为相似。因此,综合以上研究表明,血浆中褪黑激素浓度与试验环境、试验方法、动物品种以及检测方法等有很大关系。

4 结 论

内蒙古绒山羊抓绒后,按 2 mg/kg(BW)的剂量于抓绒后 2 次埋植褪黑激素,能提高血浆中褪黑激素的浓度、诱导山羊绒提前萌发、提高羊绒长度、不影响羊绒细度,且没有脱绒现象,因此能有效提高全年羊绒产量。

参考文献 References

- [1] McDonald B J, Hoey W A, Hopkins P S. Cyclical fleece growth in cashmere goats [J]. *Australian Journal of Agricultural Research*, 1987, 38(3): 597-609
- [2] Todini L, Terzano G M, Borghese A, Debenedetti A, Malfatti A. Plasma melatonin in domestic female Mediterranean sheep (Comisana breed) and goats (Maltese and Red Syrian) [J]. *Research in Veterinary Science*, 2011, 90(1): 35-39
- [3] Dicks P, Russel A J F, Lincoln G A. The effect of melatonin implants administered from December until April, on plasma prolactin, triiodothyronine and thyroxine concentrations and on the timing of the spring moult in cashmere goats [J]. *Animal Science*, 1995, 60(2): 239-247
- [4] Teh T H, Jia Z H, Ogden K D. The effects of photoperiod and melatonin implant on cashmere production [J]. *Journal of Animal Science*, 1991, 69: 496
- [5] Klören W R L, Norton B W. Melatonin and fleece growth in Australian cashmere goats [J]. *Small Ruminant Research*, 1995, 17(2): 179-185
- [6] 柳建昌, 桂荣, 赵青山. 褪黑素对内蒙阿白山羊在非生绒季节促绒生长及绒产量的影响 [J]. *动物学杂志*. 1994, 29(3): 46-50
Liu J C, Gui R, Zhao Q S. Effects of melatonin on the cashmere growth and production White cashmere goats [J]. *Chinese Journal of Zoology*, 1994, 29(3): 46-50 (in Chinese)
- [7] 柳建昌, 尹协镇, 方天祺. 褪黑素对中国绒山羊在非生绒期促绒生长与绒产量的影响 [J]. *动物学杂志*. 1998, 33(3): 9-13
Liu J C, Yin X Z, Fang T Q. Effect of melatonin on the cashmere growth and production of Chinese White goats [J]. *Chinese Journal of Zoology*, 1998, 33(3): 9-13 (in Chinese)
- [8] 初文生, 刘影, 段春辉, 张欢, 许建海, 刘少峰, 刘少卿, 张微. 内蒙古绒山羊非生绒期内褪黑激素埋植时间对山羊绒生产性能的影响 [J]. *中国农业大学学报*. 2015, 20(3): 121-128
Chu W S, Liu Y, Duan C H, Xu J H, Liu S F, Liu S Q, Zhang W. Effect of melatonin implantation time on cashmere production of Inner Mongolia cashmere goats during the cashmere non-growing period [J]. *Journal of China Agricultural University*, 2015, 20(3): 121-125 (in Chinese)
- [9] O'Neill K, Litherland A J, Hamilton G. Melatonin for cashmere production in breeding does [J]. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 1992, 52: 161-164
- [10] Klören W R L, Norton B W. Melatonin and fleece growth in Australian cashmere goats [J]. *Small Ruminant Research*, 1995, 17(2): 179-185
- [11] Wuliji T, Litherland A, Goetsch A L, Sahlü T, Puchala R, Dawson L J, Gipson T. Evaluation of melatonin and bromocryptine administration in Spanish goats II. Effect on seasonal cashmere growth, yield and fiber characteristics of does [J]. *Small Ruminant Research*, 2003, 49(1): 41-49
- [12] 岳春旺, 张微, 孔祥浩, 刘海英, 贾志海. 褪黑激素对内蒙古白绒山羊产绒性能的影响 [J]. *中国畜牧杂志*. 2007, 43(7): 32-34
Yue C W, Zhang W, Kong X H, Liu H Y, Jia Z H. Effect of melatonin on cashmere performance in Inner Mongolia White cashmere goats [J]. *China Journal of Animal Science*, 2007, 43(7): 32-34 (in Chinese)
- [13] 王林枫, 卢德勋, 孙海洲, 赵秀英, 珊丹. 光照和褪黑激素对内蒙古绒山羊氮分配和产绒性能的影响 [J]. *中国农业科学*. 2006, 39(5): 1004-1010
Wang L F, Lu D X, Sun H Z, Zhao X Y, Shan D. Effects of photoperiod and melatonin on nitrogen partitioning and cashmere growth in Inner Mongolia White cashmere goats [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2006, 39(5): 1004-1010 (in Chinese)
- [14] 常子丽. 持续埋植褪黑素对绒山羊绒毛生长特性和相关基因影响的研究 [D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2010
Chang Z L. Study on effect of constant-release melatonin implants on the cashmere growth traits of cashmere goats and related gene [D]. Huhht: Inner Mongolia Agricultural University, 2010 (in Chinese)

- [15] 贾志海. 不同光周期和褪黑激素对绒山羊生产性能影响[J]. 中国畜牧杂志, 1995, 31(4): 8-10
Jia Z H. Effect of photoperiod and melatonin on cashmere production[J]. *Chinese Journal of Animal Science*, 1995, 31(4): 8-10 (in Chinese)
- [16] 牛一兵, 贾志海, 卢德勋, 郭宝林, 孔祥浩, 王润莲. 放牧条件下绒山羊绒毛季节性生长变化规律的研究[J]. 动物营养学报, 2005(2): 33-37
Niu Y B, Jia Z H, Lu D X, Guo B L, Kong X H, Wang R L. Study on dynamic change of cashmere growth of grazing cashmere goats[J]. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2005(2): 33-37 (in Chinese)
- [17] 岳春旺, 孙茂红, 朱晓萍, 张微, 孔祥浩, 贾志海. 外源褪黑激素对绒山羊皮肤脱碘酶活性的影响[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2011, 39(6): 49-54
Yue C W, Sun M H, Zhu X P, Zhang W, Kong X H, Jia Z H. Effect of melatonin on the monodeiodinase activity in skin of cashmere goats[J]. *Journal of Northwest A & F University: Natural Science Edition*, 2011, 39(6): 49-54 (in Chinese)
- [18] Nixon A J, Choy V J, Parry A L, Pearson A J. Fiber growth initiation in hair-follicles of goats treated with melatonin[J]. *Journal of Experimental Zoology*, 1993, 267(1): 47-56
- [19] 陈玉林, 张小辉. 不同绵羊品种褪黑激素的季节性及昼夜变化规律研究[J]. 家畜生态学报, 2005, 26(1): 35-38
Chen Y L, Zhang X H. The seasonal and diurnal changes of blood melatonin in different breeds of sheep[J]. *Ecology of Domestic Animal*, 2005, 26(1): 35-38 (in Chinese)
- [20] 王林枫. 光照和埋植褪黑激素对内蒙古白绒山羊含氮物质分配和产绒性能的影响及调控的研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2005
Wang L F. Effects of photoperiod and implanted melatonin on nitrogenous compounds partitioning, cashmere growth and its manipulation in Inner Mongolia White cashmere goats[D]. Huhht: Inner Mongolia Agricultural University, 2004 (in Chinese)

责任编辑: 杨爱东