

棘豆的毒性、危害及防治

李 泉, 李俊年, 陶双伦, 丁宇晶, 何 岚, 王 铮

(吉首大学生物资源与环境科学学院, 湖南 吉首 416000)

摘要:综述了棘豆 *Oxytropis* 主要有毒成分苦马豆素(Swainsonine)的来源、毒性原理、对家畜危害及防治办法的研究进展。棘豆中苦马豆素主要来源于内生菌(endophyte)的代谢产物,其含量与根瘤菌固氮作用有密切关系,而与遗传无关。苦马豆素通过血液转运到中毒牲畜各个组织器官中,累积到一定量后即可抑制甘露糖苷酶(mannosidase)活性,使细胞产生空泡而变性,进而影响到家畜的免疫健康、精神行为、消化吸收、生长繁殖和引种。目前的预防手段有:轮牧法、隔离法和厌食法;治疗手段主要为灌服药剂治疗。

关键词:棘豆;苦马豆素;毒性;危害;防治

中图分类号: S452

文献标识码: A

文章编号: 1001-0629(2009)04-0099-07

* 1 棘豆 *Oxytropis* 隶属豆科蝶形花亚科,多为草本、半灌木或矮灌木,多年生,在北美与黄芪 *Astragalus* 被合称为疯草。全世界约有 300 余种,我国约分布有 150 余种,北美约 22 种,其中可导致家畜中毒的约 20 种。棘豆生境较广,常见于山坡草地、林下路旁、河谷滩地及砂地,且多呈片状集中分布。棘豆广泛分布于我国西北、华北、西南牧区,尤其以青海、陕西、甘肃等省区危害最重,属于我国“三大灾害毒草”之一。目前全国棘豆分布面积已达 400 万 hm^2 ,较密集生长区就有 30 万 hm^2 ,一些地区覆盖面积已高达 70%~90%,分布强度超过 250 株/ m^2 ^[1]。

多种棘豆易引起家畜中毒并表现出明显的临床症状,被称之为疯草病(locoism)。我国主要有毒棘豆品种是分布面积最大的甘肃棘豆 *O. kansuensis*、黄花棘豆 *O. ochrocephala* 和小花棘豆 *O. glabra*^[2],北美地区则是蓝伯氏棘豆 *O. lambertii* 和绢毛棘豆 *O. sericea*。棘豆对马的危害最大,也最易使马产生嗜吃性,其次为羊和牛。与动物幼体食物选择倾向易受母体影响的惯例不同,Pfister 等^[3]发现羔羊是否采食棘豆受母羊的影响极小,牛羊幼体对棘豆的采食更易受到种群中同伴的影响,通过社群学习选择采食棘豆,从而使幼畜采食棘豆的可能性大增。棘豆蔓延速度极快,与可食牧草激烈争夺生境,据张聪等^[4]报道,黄花棘豆每年以 2% 的速度蔓延,3 年发展成当地优势

种。棘豆的迅速蔓延造成牧场严重退化,形成典型的“生态经济病”,进一步制约了草地畜牧业发展。据统计,我国因棘豆造成的经济损失在 2000 年已达到 28 亿元之巨,且每年以 4.5% 速度递增^[4];美国每年也因棘豆造成超过 2.34 亿美元的经济损失^[5]。为此,就棘豆主要有毒成分苦马豆素(Swainsonine)的来源、毒性、危害及防治措施等方面进行了综述,以期今后的研究工作提供详尽的科学依据。

1 棘豆的主要有毒成分

先前,棘豆有毒成分被认为是其富含的硒或有毒的硝基次生化化合物,但试验表明此 2 种物质引起家畜中毒的临床症状与典型棘豆中毒症状不符,且棘豆硒含量在牧草硒含量允许范围之内^[6],因而排除硒和硝基次生化化合物是棘豆主要有毒成分的可能性。此外,喻梅辉等^[7]从小花棘豆中分离出一种溶血毒素(毒蛋白,相对分子质量 27×10^3),高努^[8]从黄花棘豆中分离出另一种溶血毒素(相对分子质量 60×10^3),但经测定也都不是棘豆的主要有毒成分^[9]。

现今研究表明,棘豆的主要有毒成分是生物

* 收稿日期:2008-05-05

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30570285);湖南省自然科学基金项目(05JJ40033);湖南省教育厅重点资助项目(03A037)

作者简介:李泉(1982-),男(壮族),湖南岳阳人,在读硕士生,主要从事动物资源与生态研究。

E-mail: coriah@163.com

通信作者:李俊年 E-mail: junnianl@163.com

碱(alkaloids),目前已分离得到 20 余种:喹啉里西定类(quinolizidine alkaloids)8 种,吲哚里西定类(Indolizidine alkaloids)2 种,喹啉类(quinoline alkaloids)1 种,有机酰胺类(organic amide)12 种,其它类 2 种^[10]。其中,吲哚里西定类生物碱苦马豆素是造成家畜中毒的主要物质。苦马豆素广泛存在于各种有毒棘豆中,由 Colegate 在 1979 年首次从棘豆中成功分离出,浓度均较低:黄花棘豆中苦马豆素含量只有 0.012%(干质量,下同),惟独绢毛棘豆中含量较高,约为 0.05%^[11]。棘豆中苦马豆素含量并非恒定不变,Ralps 等^[12]1999 年在美国新墨西哥州采集的蓝伯氏棘豆中苦马豆素含量为 0.006%,而 2002 年再次检测却未发现有苦马豆素(或是低于检测下限 0.001%);Gardner 等^[13]检测新墨西哥州、科罗拉多州和犹他州绢毛棘豆苦马豆素含量分别为 0.097%、0.062%和 0.046%,由此推测棘豆中苦马豆素的含量与遗传无关,而与其生长的环境因素密切相关。

2 棘豆有毒成分来源

苦马豆素属于植物次生代谢化合物(plant secondary compounds,PSC),因此过去人们认为其合成机制与植物的代谢活动紧密相关。然而,继在禾本科植物中发现可合成苦马豆素内生菌后,在棘豆中也发现有类似作用的内生菌。据 McLain 等^[14]试验证明,小鼠饲喂棘豆内生菌后出现典型棘豆中毒症状。Braun 等^[15]培养棘豆内生菌时发现其代谢产物中有苦马豆素,总含量为 471~18 000 $\mu\text{g/g}$,证明棘豆内生菌可产生大量苦马豆素。研究发现,美国西南地区蓝伯氏棘豆苦马豆素含量大于 0.01%时,有极高概率感染内生菌,更证明了内生菌是有毒棘豆中苦马豆素的重要来源。对棘豆内生菌进行孢子形态结构和 DNA 序列对照分析的结果表明,这些内生菌极可能是埃里砖格孢属 *Embellisia* spp. 的几个种。

有毒棘豆除根部外的地上部分都可分离出埃里砖格孢属内生菌,花、茎、种子、叶分离概率分别为:100%、97.2%、93.1%和 72.9%^[15]。虽无法从所有棘豆中成功分离出内生菌,尤其在检测不到苦马豆素(不含或低于检测临界值 0.001%)的棘豆中,但 PCR 扩增技术检测的结果表明:每种

棘豆都有埃里砖格孢属内生菌存在,只是由于诸多原因无法在棘豆中大量繁殖并合成可检测浓度的苦马豆素。由于埃里砖格孢属内生菌的普遍存在,无毒棘豆仍可能含有低于检测临界值的苦马豆素,具有潜在毒性。埃里砖格孢属内生菌通过附着种皮感染下一代棘豆,如种皮脱落,则无法传染。适度的降水和较低 pH 值适宜其生存及合成苦马豆素,高温和缺乏营养则正好相反^[16]。

最新研究表明棘豆根瘤固氮作用与苦马豆素含量有密切关系。全球有 21 种棘豆有固氮根瘤菌,分别属于根瘤菌属和中慢生根瘤菌属^[17]。Valdez 等^[18]试验表明,绢毛棘豆在缺氮土壤环境中,有根瘤与无根瘤的苦马豆素含量相比由 0.084%平均提高到 0.114%,最高甚至达到 0.175%。但根瘤菌并不能合成苦马豆素,只是向埃里砖格孢属内生菌提供了合成苦马豆素的氨基酸原材料:根瘤菌利用空气中 N_2O_4 合成门冬氨酸等几种氨基酸,经过棘豆叶绿体转化成赖氨酸后被埃里砖格孢属内生菌利用,生成多种生物碱代谢产物,其中就包括苦马豆素。这也很好的解释了叶绿素多的棘豆茎叶苦马豆素含量较高和固氮作用加强的开花期棘豆毒性最强的原因。如果当地土壤并不缺氮,根瘤菌对苦马豆素含量的影响将会减至很小。

3 棘豆有毒成分毒性

3.1 苦马豆素在家畜体内的分布和代谢

苦马豆素结构稳定,干燥多年的棘豆仍可造成家畜中毒。其具有水溶性,极易被家畜吸收,通过血液转运蓄积在各个组织器官,造成慢性中毒。Stegelmeier 等^[19]在公羊饲料中添加 1 mg/(kg·d)苦马豆素(按单位体质量,下同),30 d 后测得脾脏、肝脏、肾脏和胰腺中苦马豆素浓度较高,其中脾脏和肝脏中浓度最高,分别达到 $(2\ 660 \pm 448)$ ng/g 和 $(2\ 659 \pm 523)$ ng/g;骨骼肌、血浆、大脑、心脏含量较低,其中心脏最低,为 (188 ± 71) ng/g。短期且轻量的棘豆中毒,家畜可通过肝脏和肾脏线粒体酶系统的氧化、还原、水解作用,将苦马豆素降解为可溶性小分子化合物,再与葡萄糖醛酸或硫酸等内源性化合物络合,然后自尿液或胆汁排出体外^[20]。据 Ashley 等^[21]报

道,羊饲喂 0.4 mg/(kg·d)苦马豆素 21 d,经过 40 d 自然恢复期后血浆中检测不到苦马豆素。

3.2 苦马豆素的毒性原理 苦马豆素的毒性主要表现在对多种甘露糖苷酶活性的特异性抑制上。苦马豆素可在细胞溶酶体的酸性环境中离子化,由于其阳离子与甘露糖阳离子的半椅状空间结构极其相似,因此与甘露糖苷酶有着高度亲和性而极易与之结合,从而抑制甘露糖苷酶的活性。其中,对高尔基体甘露糖苷酶 II (Golgi mannosidase II)活性的抑制,使多种酶糖基化作用和糖蛋白合成异常,尤其对糖蛋白类激素和膜受体合成的抑制对家畜损害最大。而对溶酶体 α -甘露糖苷酶(lysosomal α -mannosidase)活性的抑制不仅会使富含甘露糖的低聚糖无法正常水解为低分子单糖,还会使糖蛋白的合成发生异常并产生大量富含甘露糖的混合天冬酰胺低聚糖。富含甘露糖的低聚糖大量在溶酶体聚集,造成甘露糖苷过多症(mannosidosis)和溶酶体贮存病(lysosomal storage disease),引起溶酶体肿胀,形成电镜下可见的细胞空泡^[22-25]。另据张洁等^[26]报道,苦马豆素可破坏线粒体氧化酶系统,使线粒体吸水肿胀,成为细胞形成空泡的又一原因。细胞空泡现象广泛存在于棘豆中毒家畜的组织器官中,是使家畜受害的主要原因。苦马豆素还能轻微抑制平滑肌低密度脂蛋白受体的表达,使胆固醇进入平滑肌细胞受阻,从而影响其正常功能。小剂量的苦马豆素就可使动物出现显著中毒症状,因而按化学物质急性毒性分级,属剧毒或接近剧毒级的化合物^[27]。棘豆中苦马豆素含量大于 0.001%水平就可造成家畜中毒^[13]。

3.3 苦马豆素对家畜的影响

3.3.1 苦马豆素对家畜组织器官的影响 对棘豆中毒家畜进行解剖,发现各主要组织器官发生病变。虽然各种家畜对苦马豆素的耐受性不同,但总体来说各组织器官都有以下病变——脾脏:轻微肿大、柔软;细胞出现空泡。淋巴结:切面有稀薄液体流出;网状细胞空泡变性。脑和脊髓:实质水肿、部分位置充血;部分胶质细胞和锥体细胞空泡变形,甚至缩小、消失,小脑浦顷叶氏细胞更会出现尼氏小体溶解、消失的现象。消化道:肠粘膜

和肠肌层血管有空泡现象。肝脏:肿大,颜色变淡呈土黄色;细胞多发生颗粒、空泡变性,甚至破裂(肝小叶中央最为明显)。肾脏:肾小球增生变大,髓质有红细胞浸润;近曲肾小管上皮细胞多发生空泡变性。睾丸:萎缩、重量减轻,曲精管扩张或萎缩;睾丸曲精细管生殖上皮细胞和附睾管上皮细胞浆空泡化。心脏:色淡而柔软,局部心肌横纹消失,肌纤维肿胀、断裂,肌束间毛细血管扩张充血。血管:毛细血管扭曲变形^[5,28]。

3.3.2 苦马豆素对家畜免疫、健康的影响 家畜的免疫系统最先受到苦马豆素的影响。苦马豆素进入家畜体内后,巨噬细胞(macrophage)等免疫细胞会迅速产生免疫反应,通过吞噬作用将苦马豆素包裹,避免其进入其它组织细胞,因而最易聚集苦马豆素而形成空泡变性。据 Richards 等^[29]报道,母羊少量饲喂 340 g/d 棘豆,21 d 后测得血浆中免疫球蛋白 G(immunoglobulin G)的浓度为 16.0 mg/mL,与 12.9 mg/mL 的正常水平相比有明显提高,表明苦马豆素的毒性已激活母羊的免疫系统。然而 71 d 后,检测到淋巴细胞数量显著减少,证明母羊免疫系统已被破坏。免疫系统的损坏直接造成家畜的免疫力下降,患病几率上升。苦马豆素还可使高海拔地区(2 120~3 090 m)的牛患高山综合症(high mountain disease),症状以充血性右心衰竭为主^[30]。

3.3.3 苦马豆素对家畜神经系统的影响 家畜神经中枢细胞由于苦马豆素而空泡变性,使神经冲动的产生和传导受到抑制。因此在精神状态方面,家畜初期出现短暂精神亢奋,随后转为精神沉郁、目光呆滞、反应迟缓、常卧伏、不愿活动,中毒较深可能会神经过敏、易激怒。在运动方面则表现出整体协调能力丧失,早期站姿异常、头部低垂,后期全身肌肉水平震颤、步态蹒跚,严重者起立困难、易摔倒,乃至肌肉麻痹、窒息^[14-15,26]。此外,由于视神经系统遭到破坏,家畜可能出现视力障碍^[31]。

3.3.4 苦马豆素对家畜消化、吸收的影响 进食棘豆后,家畜肠道糖苷酶活性即受到苦马豆素的抑制,对碳水化合物的消化能力下降。苦马豆素还能导致瘤胃中助消化微生物的群落结构改变和

活力降低,使反刍类家畜的消化能力全面下降^[32]。同时,苦马豆素不仅引起肠粘膜和肠肌层血管细胞空泡变性,使肠道吸收能力大幅下降,还能抑制糖蛋白类载体的合成,阻碍某些营养物质进入肠上皮细胞。Obeidat 等^[33]在苦马豆素 24 h 急性中毒试验中发现,公羊血浆中 Fe 浓度以 1.23 mg/(L·h)的速度迅速下降,并在停止后恢复。消化和吸收率的下降使家畜进食量大减,只有正常量的 68%~80%。由于棘豆中毒属于慢性中毒,一段时间内不但不会影响家畜进食量,反而会因棘豆的高蛋白含量^[34]而有短暂长膘现象。但毒性发作后,家畜即由于营养不足体质量反比正常个体低,且体质虚弱,直接影响到家畜的长膘量和出栏率。

3.3.5 苦马豆素对家畜繁殖的影响

公畜:苦马豆素造成睾丸组织损坏,导致间质细胞分泌睾酮等性激素减少及精原、精母细胞数量下降,造成精子生成显著减少,畸形,活力下降,公畜性欲下降,不孕个体数量上升。其中对精子生成的影响最为显著,每天进食棘豆 0.42 kg,2 个月后公畜精子数只有正常个体的 29%。且呈线性关系,进食棘豆越多,精子减少越严重^[35]。

母畜:首先,苦马豆素对子宫的损坏可导致母畜不孕。其次,苦马豆素不仅造成胎盘损坏,使之无法为胎儿提供足够营养物质;还可以通过胎盘进入胎儿体内,直接危害胎儿的发育和健康^[36],造成弱胎、畸形胎、死胎。最后,苦马豆素还可引起孕畜羊水过多,子宫兴奋,导致早产、难产和流产(流产率可高达 30%)^[37]。顺利产下的幼畜也因先天发育不良而存活率下降。据报道,青海英得尔种羊场约 2 万头种羊因受棘豆毒害,1996 年春仅繁殖存活 1 409 只羔羊^[38]。

3.3.6 苦马豆素对家畜生长的影响 棘豆可显著影响幼畜的生长,Ortiz 等^[35]报道,棘豆中毒羔羊的体质量平均比正常个体低 5.9 kg,体质量增加量也只有正常个体的 67.9%。原因是苦马豆素对幼畜有如下毒害作用:① 使幼畜先天发育不良。② 使幼畜营养物质摄入严重不足。③ 改变某些营养元素的代谢,例如促使肝细胞大量分泌铁传递蛋白,使铁聚集于肝脏而无法转运到其它

器官组织。④ 抑制三碘甲状腺氨酸、甲状腺素等生长发育类激素的合成及分泌。⑤ 抑制脂蛋白的合成,使细胞无法正常分裂生长。⑥ 其降解过程消耗大量葡萄糖和能量。此外,幼畜在哺乳期就从中毒母畜乳汁中食入苦马豆素,也是影响生长的重要原因^[39]。

3.3.7 苦马豆素对家畜引种的影响 土著畜种对棘豆有一定的识别能力,一般不采食或在牧草缺乏时期才少量采食,且对其毒性有一定的抵抗能力。而引进的优良畜种则缺乏识别当地有毒棘豆的能力,对其毒性抵抗力亦差,极易采食而中毒,使引进畜种难以在当地生存^[40]。

4 棘豆中毒的防治对策

4.1 棘豆中毒的预防 在棘豆密度较低的地区,由于土著家畜通常不采食黄花棘豆,可采用轮牧法防止牧草被过量啃食,家畜无草可食而采食棘豆。对于棘豆密集区则采用隔离法,防止家畜进入采食棘豆。人工厌食法也有良好效果:饲喂家畜棘豆时灌服 190~250 mg/kg LiCl 或注射 0.3 mg/kg 阿朴吗啡(饲喂后 30 min 内注射),2 d 共 4 次^[41-42],即可使家畜产生对棘豆的条件反射性厌食。灌服 LiCl 效果较好,Pfister 等^[43]试验表明,马匹经过厌食处理后,对牧场中棘豆的啃食次数只占总啃食次数的 0.5%,厌食效果持续 30 d,而对于牛等不敏感家畜则是大于 3 年,且无副作用。但此方法对于已中毒的家畜效果不明显,原因是家畜神经中枢已被苦马豆素损坏,厌食的条件反射难以形成或保持^[44]。

4.2 棘豆中毒的治疗 棘豆中毒属于慢性中毒,家畜采食后若能在毒性发作之前及时发现,并迅速隔离防止再次采食,家畜能通过自身解毒能力自行排毒,并在 1 个月后逐渐恢复受损的组织器官。如发现较晚,家畜已出现中毒症状,则应隔离饲喂青草补以精饲料,饮足清水,然后灌服治疗药剂。目前疗效较好的药方有:取 200 g 甘草和 500 g 绿豆,加水煎煮,每日灌服 2 次,每次 50~70 mL;或将 300 mL 25%葡萄糖液、20 mL 维生素 C 和 0.5 g 氢化可的松混合,每日静脉注射 2 次,持续 1~3 d^[45]。此外,每天注射 50 mg 维生素 E 和 10 mg 硒混合液 2 mL,持续 14 d,对公畜

睾丸的损伤恢复具有益效果^[29]。

5 结语

我国天然草原约占国土面积的40%,是环绕东北、华北和西部最大的绿色屏障,是我国生态系统的重要组成部分,也是国民经济的重要基础^[46]。然而,棘豆由于繁殖力强,生长迅速,蔓延极快,不仅严重抑制牧草的生长,降低牧场的载畜量,威胁牧场物种多样性和生态系统平衡;还造成家畜中毒,使之免疫力、健康状况下降,生长发育不良,减膘,繁殖力下降,甚至死亡。棘豆对生态环境和畜牧业造成巨大损失,现已引起相关部门的高度重视,积极展开防除工作^[47]。对于已经中毒的家畜,虽有治疗方法减轻毒害,但仍缺乏特效药,尤其家畜损坏的神经系统无法完全恢复。因此,对于家畜棘豆中毒的防治,主要还是以预防为主,防患于未然。

尽管棘豆危害严重,但只要控制在适当范围之内,对维持物种多样性、生态系统稳定性和防沙固土是有积极作用的^[48]。棘豆的蛋白质(12.6%~15.2%)、钙、磷含量较高,营养价值相当于中上等苜蓿牧草。经过0.29%工业盐酸处理消除生物碱等有毒物质后,采用间歇饲喂法饲喂家畜,可作为一种优质廉价饲料,前景广阔^[49-50]。此外,多种棘豆可以入药,具有麻醉、止痛、利尿、消炎等药效^[51];棘豆中的苦马豆素能抑制小鼠癌细胞的生长,甚至将其杀死,而对正常细胞则无影响^[52],是优良的抗癌新药。

参考文献

- [1] 席琳乔,马丽萍. 草地毒草棘豆的研究现状及进展[J]. 草原与草坪,2003(3):19-22.
- [2] 陆元彪,周翰信,殷显智. 海北藏族自治州草原毒草棘豆、狼毒调查报告[J]. 四川草原,1995(4):29-31.
- [3] Pfister J A, Price K W. Lack of maternal influence of lamb consumption of locoweed (*Oxytropis sericea*) [J]. J. Anim Sci., 1996, 74(2): 340-344.
- [4] 张聪,邹军荣. 西部草原疯草问题的调查报告[J]. 陕西农业科学,2002(10):34-35.
- [5] 杨小平. 动物棘豆属疯草中毒的临床症状[J]. 武汉科技学院学报,2002,15(3):25-28.
- [6] 赵爱桃,崔慰贤,郭思加,等. 宁夏山地草原毒草黄

花棘豆及其防治途径[J]. 中国草地,1998(1):67-69,73.

- [7] 喻梅辉,窦强. 小花棘豆溶血毒素的分离纯化及其性质的研究[J]. 生物化学与生物物理学报,1985,17(4):495.
- [8] 高努. 黄花棘豆溶血毒素的提取及性质研究[D]. 兰州:兰州大学,1989.
- [9] 路英华,李平. 黄花棘豆种子有毒成分分析[J]. 生物化学与生物物理学报,1993,25(6):603-609.
- [10] 李玉林,廖志新,杜玉枝,等. 棘豆属植物化学成分研究概况[J]. 天然产物研究与开发,2002,14(5):75-78.
- [11] 曹光荣,李绍君,段得贤,等. 黄花棘豆有毒成分的分析[J]. 中国兽医科技,1988(3):41-43.
- [12] Ralphs M H, Welsh S L, Gardner D R. Distribution of locoweed toxin swainsonine in populations of *Oxytropis lambertii* [J]. J. Chem. Ecol., 2002, 28(4):701-707.
- [13] Gardner D R, Molyneux R J. Analysis of swainsonine: extraction methods, detection, and measurement in populations of locoweeds (*Oxytropis* spp.) [J]. J. Agric. Food Chem., 2001, 49(10):4573-4580.
- [14] McLain-Romero J, Creamer R, Zepeda H, et al. The toxicosis of *Embellisia* fungi from locoweed (*Oxytropis lambertii*) is similar to locoweed toxicosis in rats[J]. J. Anim. Sci., 2004, 82(7):2169-2174.
- [15] Braun K, Romero J, Liddell C, et al. Production of swainsonine by fungal endophytes of locoweed[J]. Mycol. Res., 2003, 107(8):980-988.
- [16] Ralphs M H, Creamer R, Baucom D, et al. Relationship Between the Endophyte *Embellisia* spp. and the Toxic Alkaloid Swainsonine in Major Locoweed Species (*Astragalus* and *Oxytropis*) [J]. J. Chem. Ecol., 2008, 34(1):32-38.
- [17] De Faria S M, Lewis G P, Sprent J I, et al. Occurrence of nodulation in the Leguminosae [J]. New Phytologist, 1989, 111:607-619.
- [18] Valdez Barillas J R, Paschke M W, Ralphs M H, et al. White locoweed toxicity is facilitated by a fungal endophyte and nitrogen-fixing bacteria[J]. Ecology, 2007, 88(7):1850-1856.
- [19] Stegelmeier B L, James L F, Panter K E, et al. Tissue swainsonine clearance in sheep chronically poi-

- soned with locoweed (*Oxytropis sericea*) [J]. J. Anim Sci., 1998, 76(4): 1140-1144.
- [20] Varel R H, Jung H J. Influence of forage phenolics on ruminal fibrolytic bacteria and in vitro fiber degradation[J]. Appl Environ Microbiol, 1986, 52(2): 275-280.
- [21] Ashley A K, Custis M, Ashley R, et al. Toxicokinetic profile of swainsonine following exposure to locoweed (*Oxytropis sericea*) in naive and previously exposed sheep[J]. N. Z. Vet. J., 2006, 54(1): 34-40.
- [22] 杨鸣琦, 曹光荣. 苦马豆素的毒性、代谢与用途[J]. 动物医学进展, 1997, 18(4): 20-25.
- [23] Dorling P R, Colegate S M, Colegate S M. Inhibition of lysosomal α -mannosidase by Swainsonine an indolizidine alkaloid isolated from Swainsona canescens[J]. Biochem J., 1980, 191: 649-651.
- [24] Michael J P. Indolizidine and quinolizidine alkaloids [J]. Nat. Prod. Rep., 2008, 25(1): 139-165.
- [25] Loretto A P, Colodel E M, Gimeno E J, et al. Lysosomal storage disease in *Sida carpinifolia* toxicosis; an induced mannosidosis in horses [J]. Equine. Vet. J., 2003, 35(5): 434-438.
- [26] 张洁, 刘绪川, 张国伟, 等. 棘豆属植物及其有毒成分的中毒病理学研究[J]. 华南农业大学学报, 1997, 18(2): 100-104.
- [27] 江苏新医学院. 中药大辞典[M]. 上海: 上海人民卫生出版社, 1977: 2818.
- [28] Hafez S A, Caceci T, Freeman L E, et al. Angiogenesis in the caprine caruncles in non-pregnant and pregnant normal and swainsonine-treated does [J]. Anat. Rec. (Hoboken), 2007, 290(7): 761-769.
- [29] Richards J B, Hallford D M, Duff G C. Serum luteinizing hormone, testosterone, and thoxine and growth responses of ram lambs fed locoweed (*Oxytropis sericea*) and treated with vitamin E/selenium[J]. Theriogenology, 1999, 52(6): 1055-1066.
- [30] 于珊, 秦宝福. 苦马豆素国内外研究进展[J]. 农业资源与环境, 2006(6): 63-67.
- [31] 王凯, 何宝祥, 羊秀措. 家兔试验性黄花棘豆中毒的临床及病理学观察[J]. 中国兽医科技, 1995, 25(2): 26-27.
- [32] 李俊年. 黄花棘豆对藏系绵羊食物消化率的作用[J]. 中国畜牧杂志, 2002, 38(3): 33-34.
- [33] Obeidat B S, Strickland J R, Vogt M L, et al. Effects of locoweed on serum swainsonine and selected serum constituents in sheep during acute and subacute oral/intraruminal exposure[J]. J. Anim Sci., 2005, 83(2): 466-477.
- [34] 李建科. 中国棘豆属植物开发利用研究现状及前景评述[J]. 草与畜杂志, 1997(4): 3-5.
- [35] Ortiz A R, Hallford D M, Galyean M L, et al. Effects of locoweed (*Oxytropis sericea*) on growth, reproduction, and serum hormone profiles in young rams[J]. J. Anim Sci., 1997, 75(12): 3229-3234.
- [36] 丁伯良, 王建辰, 薛登民, 等. 甘肃棘豆及中毒奶山羊尿液、胎水、胎儿胎盘中苦马豆素的检验[J]. 草地学报, 1994, 2(2): 66-72.
- [37] 姚拓, 杜文华, 康天芳. 棘豆属植物的危害性及其控制对策初探[J]. 草业科学, 2003, 20(6): 45-48.
- [38] 纪亚君, 王柳英. 青海草地棘豆属有毒植物的研究概况[J]. 四川草原, 2004(8): 10-12.
- [39] Taylor J B, Strickland J R. Appearance and disappearance of swainsonine in serum and milk of lactating ruminants with nursing young following a single dose exposure to swainsonine (locoweed; *Oxytropis sericea*) [J]. American Society of Animal Science, 2002, 80: 2476-2484.
- [40] 李玉玲. 棘豆毒草的危害和生物防治途径[J]. 青海草业, 1998, 7(4): 35-36.
- [41] Houpt K A. Imprinting training and conditioned taste aversion [J]. Behavioural Processes, 2007, 76: 14-16.
- [42] Houpt K A, Zahorik D M, Swartzman-Andert J A. Taste aversion learning in horses [J]. J. Anim Sci., 1990, 68: 2340-2344.
- [43] Pfister J A, Stegelmeier B L, Cheney C D, et al. Conditioning taste aversions to locoweed (*Oxytropis sericea*) in horses [J]. J. Anim Sci., 2002, 80(1): 79-83.
- [44] Pfister J A, Stegelmeier B L, Cheney C D, et al. Effect of previous locoweed (*Astragalus* and *Oxytropis* species) intoxication on conditioned taste aversions in horses and sheep [J]. J. Anim Sci., 2007, 85(7): 1836-1841.

- [45] 王烈琴. 绵羊黄花棘豆中毒[J]. 中国兽医杂志, 2003, 39(9): 54.
- [46] 赵有益, 龙瑞军, 林慧龙, 等. 草地生态系统安全及其评价研究[J]. 草业学报, 2008, 17(2): 143-150.
- [47] 刘加文. 中国草业现状及当前的主要任务[J]. 草业科学, 2008, 25(2): 1-5.
- [48] 杨渺, 李贤伟, 马金星. 生态恢复和经济发展悖论中毒害草的地位及悖论解决途径[J]. 生态学杂志, 2005, 24(10): 1177-1181.
- [49] 王凯. 青海省三种常见棘豆主要营养成分研究[J]. 青海大学学报, 1998, 16(2): 5-6.
- [50] 罗文新. 有毒植物的饲用开发[J]. 青海畜牧兽医杂志, 1994, 24(2): 35-37.
- [51] 马松江. 青海海西草原有毒植物及其经济价值[J]. 草业科学, 2008, 25(5): 98-103.
- [52] Long L, Li Q. The effect of alkaloid from *Oxytropis ochrocephala* on growth inhibition and expression of PCNA and p53 in mice bearing H₂₂ Hepatocellular Carcinoma[J]. Yakugaku Zasshi, 2005, 125(8): 665-670.

Research progress on toxicity, harm and prevention of *Oxytropis*

LI Quan, LI Jun-nian, TAO Shuang-lun, DING Yu-jing, HE Lan, WANG Zheng

(College of Biology and Environmental Sciences, Jishou University, Jishou 416000, China)

Abstract: The research progress on the source, toxicology, harm to livestock and prevention and treatment methods of Swainsonine, which was the main toxic component of *Oxytropis*, was reviewed in this paper. The swainsonine mainly originated from the metabolism of *Oxytropis* endophyte, and its concentration was related with the nitrogen fixation of nodule, but not genetic characteristics. Swainsonine was transported to the tissue organ of livestock by blood and inhibited mannosidase activity when accumulated to a certain degree, which leads to the degeneration of cells in the form of cavitation. Then, the immune, health, mental behavior, digestion, absorption, growth, propagation and introduction of livestock were influenced. At present, the preventive methods were rotational grazing, isolation and anorexia, and the main treatment to this disease was to treat the livestock with medicine.

Key words: *Oxytropis*; Swainsonine; toxicity; harm; prevention and treatment

新疆伊犁召开草原生物灾害发生趋势分析会

3月23日,新疆伊犁州治蝗办召开“伊犁州草原生物灾害发生趋势分析会”,州直各县(市)、牧场草原站领导、技术人员和新疆农业大学、州技术学院的有关专家参加了会议。

参会专家对2009年伊犁州草原生物灾害发生趋势报告展开了讨论,根据调查分析,近几年气候变化较大,2008年鼠虫害及毒害草越冬基数较大,2009年伊犁州草原生物灾害将是中度偏重发生,部分区域可能严重发生。

预计2009年伊犁州草原生物灾害危害总面积128万hm²,其中鼠害危害面积34.5万hm²,主要优势种害鼠为鼯形田鼠、普通田鼠、天山黄鼠,主要发生在高山草原和高山草甸;虫害危害面积约33.3万hm²,包括蝗虫危害30.6万hm²,其他害虫危害面积2.7万hm²,主要优势种害虫为意大利蝗、西伯利亚蝗、亚洲飞蝗、白边切夜蛾、伪步甲,主要发生在中哈边境区域、农牧交错区以及远冬草地;毒害草危害面积60.3万hm²,主要优势种为乌头、橐吾、狼毒等,毒害草基本覆盖了整个草地,重点区域在高山草原。