بررسی وضعیت سمیت گیاه سماق سمی در تغذیه بز شیرده

مترجم: بهمن ایلامی
کارشناس دامپروری مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان فارس

بز شیری که در ایستگاه US Davis از سماق سمی تغذیه می‌کند.

پیشگفتار مترجم

سماق *(Rhus coriaria)*، درختچه‌ای است کوچک به ارتفاع ۱ تا ۵ متر، برگها مرکب از ۹ تا ۱۵ برگچه، پوشیده از کرک و دندانه‌دار، گلهای آن به رنگ سبز مجتمع به صورت خوشه‌های مخروطی، به طول ۲۰ تا ۲۵ سانتیمتر، میوه‌اش کوچک، شفت به رنگ قرمز قهوه‌ای پولپ ترش مزه و قابض است.

مادهٔ سمی گیاه Toxicodendron نامیده می‌شود و به فراوانی در شیرابه مجاری مذکور یافت می‌شود. ماده سمی مذکور در دانه گرده و گلها نیز وجود دارد و به همین دلیل است که در زمان گرده افشانی در ساکنین محل رویش گیاه به صورت مختلف ایجاد ناراحتی می‌کند. میوه تازه سماق مسمومیت ایجاد می‌کند به همین جهت میوه خشک شده آن به مقدار کم به صورت چاشنی اغذیه به کار می‌رود. میوه آن به حالت کاملا" رسیده مورد استفاده حیوانات قرار می‌گیرد. مصرف برگ آن توسط گوسفند و بز با ایجاد ناراحتی‌های شدید مانند اختلالات گوارشی منجر به مرگ می‌گردد. محل رویش آن تهران، فارس (در شمال غرب شیراز در ارتفاعات ۲۳۰۰ متری)، خراسان، گیلان، مازندران (در ارتفاع ۱۰۰۰ متری) است.

از سمیت گونه‌های مورد بحث در مقاله فوق، تا بحال در ایران گزارشی داده نشده است.

بزهای شیری که از سماق سمی تغذیه می‌کنند، مقادیر قابل تشخیصی از ماده اصلی سم یعنی یوروشیول [1] را به شیر یا ادرار منتقل نمی‌کنند. مقدار این محرک سمی روغنی در کود بز، کمتر از ۹ درصد غلظت آن در برگهای سماق سمی پیدا شده است. این امر حاکی از چیست؟ کشاورزانی که از بزهای شیری جهت از بین بردن سماق سمی استفاده می‌کنند، هیچ گونه نگرانی از وجود آلودگی در شیر بزها نخواهند داشت. مطالعات بیشتر در دست اقدام است.

بیشتر مردم کالیفرنیا با عارضه دردناک سستی و ضعیف بودن پوست همراه با تاول یا آماس پوست (Dermatitis) آشنا هستند که این پدیده ناشی از تماس با سماق سمی (Poison oak) است. در ایالات متحده سه گونه بومی از جنس Toxicodendron که اغلب قادر به ایجاد آماس پوست هستند، ذکر گردیده است: سماق سمی پاسیفیک *(Toxicodendron diversilobum)* بیشتر در ساحل غربی اقیانوس آرام، پیچک سمی آمریکایی *(T. radicans)* در شرق کوههای راکی و سماق سمی *(T. vernix)* که در مردابهای جنوب وجود دارند.

مواد فعالی که باعث درماتیت می‌شوند، خانواده‌ای از اولئورزینها (Oleoresins) را تشکیل می‌دهند که کلا" به عنوان یوروشیول مورد اشاره و توجه قرار می‌گیرند. درماتیت نتیجه یک واکنش آلرژیک است که توسط یوروشیول به‌تنهائی ایجاد نمی‌گردد، بلکه بیشتر به علت ترکیب یوروشیول با پروتئین‌های پوست خود بیمار می‌باشد.

یوروشیول سماق سمی مرکب از حلقه‌های کاتکول [(Catechol $C_{15}H_{14}O_6$ $4H_2O$)] با زنجیره‌های هیدروکربن جانبی در سه وضعیت است. بیشتر یوروشیول موجود در سماق (۹۸٪) دارای زنجیره‌های ۱۷ کربنی جانبی بلند با یک، دو یا سه باند دوگانه است (شکل ۱). یک نوع حلقه اکسیده شده کاتکول عمل باند شدن را انجام می‌دهد، در حالی که زنجیر بلند جانبی به پوست کمک می‌کند تا این ماده سمی را جذب نماید. به نظر می‌رسد که زنجیره‌های اشباع نشده نسبت به زنجیره‌های اشباع شده، واکنشهای شدیدتری را باعث می‌گردند.

کنترل سماق سمی

ریشه کنی سماق تنها راه مؤثر برای جلوگیری از تماس افراد با آنست. از نقطه نظر تئوری، بیرون آوردن و کندن تمامی گیاه از خاک و سوزاندن آن بهترین روش ریشه کنی است، اما به دلیل هزینه زیاد و تماس کارگران با دود بی‌نهایت خطرناک حاصل از یوروشیول، این کار عملی نیست. به دلیل وجود عوامل متعدد محدود کننده مثل محدودیت‌های قانونی، خطرات زیست محیطی و بهداشتی و هزینه زیاد استفاده از علف کشها از قبیل Glyphosate (Roundup) یا Triclopyr (Garlon)، ظاهرا" کنترل بیولوژیکی بهترین راه کاهش این گیاهان سمی است. 2,4-D، به تنهائی، بر روی سماق سمی به خوبی اثر نمی‌کند و استعمال 2,4,5-T دیگر قانونی نیست.

از بزها برای بازکردن مزارع چرا جهت حیوانات اهلی دیگر و کنترل علف هرز استفاده به عمل آمده است. از بین رفتن برگ علفهای هرز در اثر چرا که باعث کاهش ذخیره کربوهیدرات در گیاه می‌گردد، سرانجام منجر به مرگ گیاه می‌شود. برای کنترل سماق سمی و همچنین احیاء مراتع با هزینه کم می‌توان از بزها استفاده کرد. این موضوع می‌تواند با اعمال مدیریت

صحیح، بدون اینکه به سایر گونه‌های گیاهی و یا محیط زیست صدمه وارد آید، انجام گردد.

به دلیل اینکه مکانیسم اثر یوروشیول بلع شده توسط بزها ناشناخته است، نوعی نگرانی برای سلامتی مردمی که از فرآورده‌های بزهای شیرده (که از سماق سمی تغذیه می‌شوند) مصرف می‌کنند، وجود دارد. این نگرانی به علاوه عقاید مرسوم آمریکاییها در ارتباط با تغذیه بزهای شیری از سماق سمی و مقاوم بودن آنها، منجر به آزمایش فرضیه‌های ذیل می‌شود.

۱- یوروشیول یا مواد متابولیکی آن در شیر،ادرار و مدفوع بزهایی که سماق سمی مصرف می‌کنند، یافت می‌شود.

۲- بزهای شیری که سماق سمی را مصرف می‌کنند، یوروشیول غیراشباع را به مواد متابولیکی اشباع شده تبدیل می‌کنند.

آزمایش ۱: استفاده از سماق سمی به عنوان مکمل

به شش بز شیری در ایستگاه UC Daivis، علاوه بر غذای روزانه به مقدار ۲ کیلوگرم پلیت ذرت و یونجه، به مدت سه روز از سماق سمی کاملاً رشد کرده به صورت انتخاب آزاد، تغذیه شد. مواد گیاهی برای این آزمایش از پلاتهای تحقیقاتی تکثیر نسل بلوط از ایستگاه مرتعی سیرا Sierra Foothill Range Field station جمع‌آوری و به ایستگاه دامپروری آورده شد و در زیر یک پوشش تا زمان تغذیه بزها، ذخیره گردید. شاخه و برگها وزن شدند و به بزها داده شد و غذای مصرف نشده (غالباً شاخه) در صبح روز بعد وزن شد. کل غذای مصرف شده (برگهای تازه) بدون هیچ مکملی، تغذیه می‌شدند.

هر روز صبح باقیمانده غذا وزن گردید و آغل تمیز می‌شد و بزها با دست دوشیده می‌شدند. مقدار شیر تولیدی در هر بار دوشش رکورد برداری می‌شد و یک روز در میان از آن نمونه‌برداری می‌گردید، به علاوه اولین و آخرین روز آزمایش نمونه‌های برگ تازه جهت تعیین مقدار یوروشیول جمع‌آوری می‌شد و برگها در حرارت ۱۵۸ درجه فارنهایت کوره خشک شده و جهت تعیین ارزش غذایی آن نگهداری می‌شدند. نمونه‌های برگ تازه و شیر تا زمان آنالیز شدن به صورت منجمد در حرارت ۲۸ درجه فارنهایت برای شش بز، ۸۴۰ گرم در روز بود.

بزها دوبار در روز دوشیده می‌شدند و شیر یک روز در میان نمونه گیری و در حرارت ۲۸ درجه فارنهایت منجمد می‌شد و برای تجزیه یوروشیول به وسیله روش کروماتوگرافی مایع[۲] (HPLC) و طیف سنجی مادون قرمز (infrared spectroscopy) به آزمایشگاههای شیمی گیاهی و سم شناسی در UC Irvine فرستاده شد.

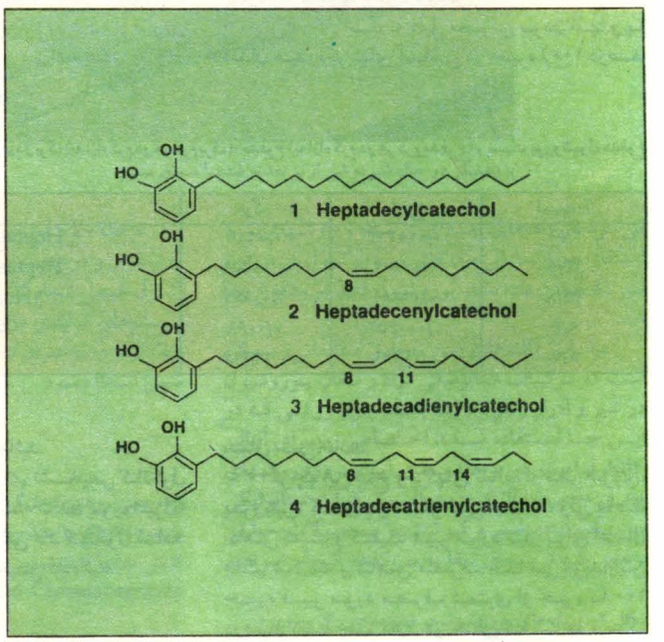
آزمایش (۲): سماق سمی به عنوان صد درصد جیره

چهار بز شیرده از ایستگاه UCD به صورت جداگانه در آغلهای افراشته (که بلندتر از سطح زمین قرار داشتند) در ایستگاه مرتعی سیرا (SFRFS) به مدت ۱۰ روز نگهداری شدند. شاخه و برگ سماق سمی از هر روز صبح مزرعه قبلی (در آزمایش اول) جمع‌آوری می‌شد. بزها به صورت انفرادی به میزان ۱/۷ کیلوگرم در روز از بریده‌های تازه سماق سمی نگهداری می‌شد. در روز هفتم آزمایش اقداماتی جهت جمع‌آوری ادرار (Catheterized) و قرار دادن کیسه‌های مدفوع برای جمع‌آوری کل مدفوع در مدت ۴۸ ساعت، انجام شد. مدفوع و ادرار تا موقع تجزیه به صورت منجمد نگهداری می‌شد.

برگها و مدفوع به وسیله استون (۱۵ ml/g) به مدت ۴ روز تجزیه (عصاره گیری) شدند. عصاره خام با کاغذ whatman # 1 فیلتر (صافی) شد. ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره صاف شده در حرارت اتاق به وسیله بخار نیتروژن خشک گردید. پس مانده روغنی شکل در ۱۰ میلی‌لیتر از متیلن کلراید حل گردید و با بخار رطوبت‌گیری شد. ماده باقیمانده به وسیله هگزان، آب و استونیتریل خالص شد. بر روی نمونه‌های شیر و ادرار، مرحله اولیه تجزیه با استون و متیلن کلراید انجام گرفت. محلول تصفیه شده در یک استوانه فشنگی (C_{18} Cartridge column) تزریق شد و قبل از تجزیه با روش HPLC در UCD از صافی گذرانده شد.

محلول رقیق شده متانول به آب (۹۰ به ۱۰) به وسیله پمپ waters 510 HPLC از طریق ستون فاز معکوس کربن نشاندار C_{18} با سرعت ۱/۲ میلی‌لیتر در دقیقه پمپ شد. " آشکارساز ماوراء بنفش " (waters (450 بر روی طول موج ۲۷۵ نانومتر تنظیم شده بود. زمان ضبط شده کروماتوگرافی با استانداردهای مشابه یوروشیول که از آزمایشگاه UC Irvine تهیه شده بودند، مقایسه می‌شد (بایستی یادآوری نمود که قبلاً به وسیله روش IR و GC در طیف سنج توده‌ای Mass spectrometry شناسایی می‌شدند).

برگهای خشک آسیاب شده و برای تعیین ماده خشک، خاکستر، ازت، عصاره‌اتری، NDF, ADF، سلولز، لیگنین، کلسیم و فسفر براساس روشهای



شکل ۱- ساختمان شیمیائی مشابه‌های یوروشیول سماق سمی

Rhus toxicodendron: شاخه گلدار

جدول ۱: ترکیب شیمیایی ۵ نمونه از برگهای سماق سمی براساس درصد مادهٔ خشک

ID#	DM	Ash	N	EE	ADF	NDF	Cell	Lig	Ca	P
۷۴	۹۳/۵	۹/۳۹	۳/۴۷	۸	۱۳/۵	۲۰/۴	۱۰/۴	۳/۴	۱/۲	۰/۶۰
۷۵	۹۴/۶	۶/۹۵	۲/۹۱	۶/۹	۱۶/۷	۲۳/۷	۱۲/۷	۳/۸	۱/۲	۰/۴۰
۷۶	۹۵/۵	۷/۰۲	۳/۰۸	۷/۵	۱۱/۳	۲۰/۲	۹/۸	۲/۴	۱/۴	۰/۳۸
۷۷	۹۳/۴	۶/۹۵	۳/۱۸	۷	۱۳/۷	۲۰/۱	۱۱/۲	۲/۹	۱/۱	۰/۵۹
۷۸	۹۴/۶	۶/۹۲	۳/۲۳	۶/۸	۱۲/۹	۲۰/۷	۱۰	۲/۹	۱/۲	۰/۳۶
میانگین	۹۴/۳	۶/۸۵	۳/۱۷	۷/۲	۱۳/۶	۲۱	۱۰/۸	۳/۱	۱/۲	۰/۴۶

DM= مادهٔ خشک N= نیتروژن EE= عصارهٔ اتری ADF= Acid Detergent Fiber
NDF= Neutral Detergent Fiber Cell=سلولز Lig=لیگنین Ca=کلسیم P= فسفر

استاندارد مورد استفاده در آزمایشگاه تغذیه علوم دامی UC Davis مورد تجزیه قرار گرفتند.

نمونه‌های ادرار برای تعیین کاتکول مورد تجزیه قرار گرفتند که با استفاده از روش کروماتوگرافی لایه نازک TLC[3] و ورقه‌های KC_{18} F و مخلوط ۹۵:۵ آب و متانول به عنوان حلال انجام گرفت و با $FeCl_3$ یک درصد اسپری گردید. کاتکول Heptadecatrienyl به دست آمده از UC Irvine به عنوان کاتکول استاندارد مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج

در شیر بزهای آزمایش شماره ۱ که به مدت سه روز و به میزان ۷ درصد جیره، از شاخ و برگ سماق سمی بالغ تغذیه شده بودند، یوروشیول دیده نشد. به همین دلیل، در آزمایش شماره۲، برنامه بر اساس تغذیه با جیره پرواری با استفاده از صد درصد شاخ و برگ سماق سمی بود.

جدول (۱) ترکیب شیمیایی پنج نمونه خشک از شاخ و برگهای جوان (رویش فصلی در ۲ یا ۳ هفته اول) با قسمتهای کوچک از شاخه‌ها (همان قسمتهایی از ساقه گیاه که به وسیله بزها مصرف شده بودند) را نشان می‌دهد. پروتئین خام نمونه‌ها بین ۱۸ تا ۲۲ درصد و به طور متوسط ۱۹/۸ درصد بود. متوسط ADF ۱۳/۵ درصد (بین ۱۱ تا ۱۷ درصد) بوده و با جودوسر (یولاف) قابل مقایسه است. برگها همچنین مقدار زیادی کلسیم (۱/۲ درصد) و فسفر (۰/۴۶ درصد) دارند که از این جهت شبیه به علوفه لگومینه می‌باشد.

غذای مصرف شده بسیار کم بود (۰/۰۶۶±۰/۶۴۵ کیلو) و شیر تولیدی (۰/۱۹۱±۰/۸۱۰ کیلو) در زمان آزمایش با سماق سمی، کمتر از شیر تولیدی در زمان قبل از آزمایش بود. مصرف غذا و شیر تولیدی در مدت ده روز آخر آزمایش رو به کاهش بوده است.

جدول (۲) غلظت هر کدام از مشابه‌های یوروشیول را نشان می‌دهد. کل یوروشیول موجود در برگها ۳/۲۱ درصد و در مدفوع ۰/۲۸ درصد و نسبت یوروشیول مدفوع به یوروشیول برگ ۸/۷ درصد بوده است.

شکل (۲) درصد غلظت هر کدام از مشابه‌های یوروشیول در نمونه‌های برگ و مدفوع را نشان می‌دهد. مشابه‌های اشباع شده شماره ۲ و ۳ در مدفوع بیشتر از برگها دیده شد. غلظت مشابه شماره۴ با حلقه‌های اشباع نشده در مدفوع، فقط ۱/۵ درصد مقدار آن در برگها بود.

هنگامی که مشابه‌های یوروشیول شماره ۴، ۳، ۲ و ۱ در سطح استاندارد و در عصاره برگهای سماق سمی در زمانهای ۹/۴۹، ۱۲/۵۸، ۱۷/۷۴ و ۲۰/۹۴ دقیقه به ترتیب، کروماتوگرافی شدند، مطلقاً نقاط ماکزیمم (peaks) دیده نشد. کمترین حد یوروشیول تشخیص داده شده ۱۱۷ نانوگرم بود که از طریق محاسبه به دست آمد. این میزان معادل ۰/۲۱۸ نانوگرم در هر میلی‌لیتر شیر می‌باشد.

نمایش کیفی TLC برای تشخیص کاتکول (شاخص مواد حاصله از شکسته شدن یوروشیول) در نمونه‌های ادرار جواب منفی داد. کاتکول شاهد به آسانی در ۰/۰۲۳ mg/ul تشخیص داده شد.

جدول ۲: غلظت مشابه‌های یوروشیول در برگ (به ازاء گرم در هر گرم برگ)، مدفوع (به ازاء گرم در هر گرم مدفوع) و نسبت یوروشیول مدفوع به برگ

	برگ	مدفوع	نسبت ٪
Heptadecatrienylcatechol(4)	۰/۰۲۰۹	۰/۰۰۰۳۱۳	۱/۵۰
Heptadecatrienylcatechol(3)	۰/۰۰۲۵۹	۰/۰۰۱۰۲	۹۳/۵
Heptadecenylcatechol(2)	۰/۰۰۱۷۷	۰/۰۰۰۸۱	۴۵/۸
Heptadecylcatechol(1)	۰/۰۰۶۸	۰/۰۰۰۶۵۲	۹/۶
مقدار کل	۰/۰۳۲۰۶	۰/۰۰۲۷۹	۸/۷

بحث

در این آزمایشها بزها با شاخ و برگ سماق سمی تغذیه شدند. اما یوروشیول فقط در مدفوع تشخیص داده شد. درصد کل یوروشیول محاسبه شده برای هر کدام از مشابه‌ها، در مدفوع افزایش داشت، بجز مشابه شماره ۴ که حلقه‌های اشباع نشده زیادی دارد. یک توضیح برای کمیابی نسبی یوروشیول اشباع نشده، بیوهیدراسیون[4] (اشباع شدن) یوروشیول در محیطهای شدیداً[5] احیاء شده شکمبه یا روده کوچک است. توضیح احتمالی دیگر، اکسیداسیون بیشتر و منحط شدن (کاهش بیولوژیک) یوروشیول غیراشباع‌تر می‌باشد.

کل یوروشیول ناپدید شده روزانه ۲۰/۱۷ گرم به دست آمده که براساس جمع‌آوری مدفوع در ۴۸ ساعت می‌باشد. این بدان معنی است که ۹۰ درصد از یوروشیول در مجرای معدی روده‌ای (Gasterointestinal) به ترکیبات دیگر شکسته شده (کاتابولیسم)، یا اینکه جذب شده است. اگر جذب شده باشد، یوروشیول به کجا می‌رود؟ آن می‌تواند:

۱- به وسیله آنزیمهای بافتی شکسته شود (برای مثال تیروزیناز جهت شکستن کاتکولهای دیگر و فنلها شناخته شده).

۲- گلوکورونیده شده و از طریق ادرار دفع شود (روش تجزیه عصاره‌ای که در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفته ماده حاصله متابولیکی را درصورت وجود نمی‌تواند تشخیص دهد).

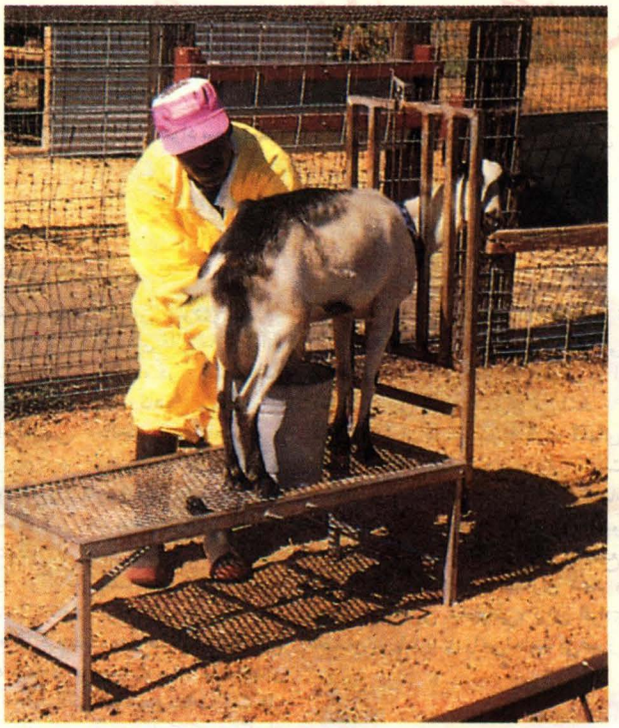
۳- در صورت وجود در جایی از بافتهای بدن احتباس شود.

کاهش شیر تولیدی در آزمایش دوم احتمالاً ناشی از کاهش مصرف غذاست. همین بزها بعد از انجام آزمایش در آغل، شاخه و برگ بیشتری از سماق سمی بالغ را قبول کردند و سه رأس از آنها در سال قبل از آزمایش، برگ بالغ را در یک جیره حاوی یونجه قبول کرده بودند. کاهش مصرف غذا در این آزمایش ممکن است به دلیل محبوس بودن آنها و یا فقدان هیدروکربنهای اساسی در جیره (۱۰۰ درصد سماق سمی) باشد.

اگر چه این شاخ و برگهای نابالغ، از نظر انرژی، پروتئین، کلسیم و فسفر غنی هستند، ولی باعث کاهش کمیت و کیفیت فیبر مورد نیاز برای اعمال عادی شکمبه و کاهش مصرف غذا می‌شوند. این جیره فیبر مورد مصرف کمتری از جیره با ۱۰۰ درصد دانه جو دارد. در حالی که شاخه و برگ به‌دست آمده از فصل بعد، فیبر بیشتری دارد و یک منبع علوفه‌ای درازمدت جهت افزایش مصرف این گونه‌های چرا شونده با ارزش غذایی زیاد، می‌بایست همزمان با آنها مورد تغذیه قرار گیرد.

نتیجه

این مطالعه نتیجه یک فاز از یک پروژه چهار مرحله‌ای است. روی هم رفته هدف پروژه، تهیه یک سیستم کنترل بیولوژیکی کامل و کم هزینه جهت کنترل سماق سمی به وسیله چرای بزهاست. هدف اختصاصی این مطالعه این است که آیا یوروشیول و یا سایر مواد حاصل از آن در شیر، ادرار و مدفوع بزهایی که از سماق سمی مصرف می‌کنند، پیدا

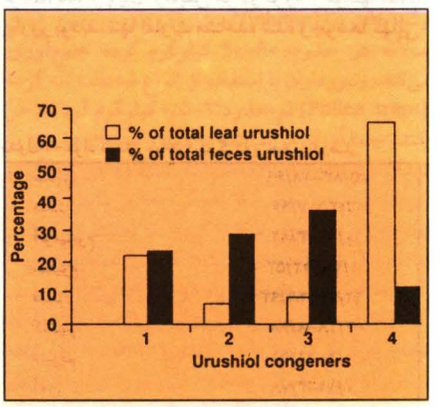


پژوهشگر در حال شیردوشی از بز تغذیه شده با سماق سمی

می‌شود. از داده‌های جمع‌آوری شده و روشهای‌مورد استفاده در آزمایش مقدماتی، یوروشیول در ادرار و شیر تشخیص داده نشد. یوروشیول فقط در مدفوع پیدا شد.

براساس یافته‌های این تحقیق مقدماتی، ممکن است که ترکیبات متابولیکی آزاد و فعال یوروشیول در شیر و ادرار وجود داشته باشد، چون روشی که در این جا استفاده شده، اختصاصی و برای آنالیز کاتکول است. در مرحله بعدی این پروژه روشهای بهتری جهت دنبال کردن عواقب ترکیبات متابولیکی یوروشیول در شیر و گوشت، و محصولات حذفی بزهایی که از سماق تغذیه می‌کنند، انجام خواهد

شکل ۲- مشابه‌های یوروشیول در نمونه‌های برگ و مدفوع



شد. مرحله سوم این مسئله را بررسی خواهد کرد که چه مقدار و در چه زمانی از سماق سمی چرا شود تا کنترل طبیعی انجام گیرد. مرحله پایانی ایجاد و توسعه سیستم‌های تولیدی درازمدت و تجارتی عملی که در آنها، از بزها به عنوان کنترل بیولوژیکی برای سماق سمی استفاده شود.

پاورقی

1- Urushiol
ماده سمی روغنی که از گیاهان خانواده سماق (Rhus) گرفته می‌شود و از یک یا چند ریشه فنل با یک زنجیره اشباع نشده ۱۵ کربنی تشکیل شده است.

2- High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

3- Thin Layer Chromatography (TLC)

4- Biohydration

منبع مورد استفاده

Kouakou, B. et al 1992. Dairy goats used to clear poison oak do not transfer toxicant to milk. California Agriculture. Vol 46. Number 3 pp: 3-6.

بقیه از صفحه ۹۱

۴- در سایر موارد، از قبیل اثرات سمی آن روی حیوانات و گیاهان، صرفه اقتصادی و اولویتهای استفاده از این مواد نیز پژوهش شود.

منابع مورد استفاده

۱- موسوی، فرهاد و احمد شایان، ۱۳۶۴. "آب بیشتر برای مناطق خشک" تکنولوژیهای نوید بخش و فرصتهای پژوهشی - مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ترجمه از متن انگلیسی، ۱۶۰ ص.

2- Belt, G.H., J.G. King and H.F. Haupt, 1977. "Augmenting summer streamfllow by use of silicone antitranspiration", Water Resour. Res. 13(2), 267-272.

3- Davenport,C. David and Robert M. Hagan, 1975. "Role of antitranspirants in arid agriculture", Reprinted from physiological aspects of dryland farming (edited by U.S. Gupta), Oxford & IBH Publishing Co., New Delhi.

4- Davenport,C. David and Robert M. Hagan, and Martin E. Paul, 1969. "Antitranspirants research and its possible application in hydrology", Water Resour. Res., vol.5,No.3.

5- Hart, G.E., J.D. Schultz, and G.B. Coltharp, 1968. "Controlling water use by aspen with phenylmercuric acetate", Trans. Amer. Geoprys. Union. 49,679.

6- Hopkins, W.J., Bentley, and R.M. Rice, 1961. Research and a land management model for southern california watersheds".12pp. U.S. Dept. Agr. Forest Serv. Pacific Southwest Forest and Range Expt. Sta. Misc. paper 56.

7- McGraw-Hill, Yearbook of Science and Technology, 1970. "Antitranspirants".

8- Patric, J.H., 1959. "Sulfor diuxide as a defoliant of chaparral plants".

9- Rowe, P.B., 1963. "Streamflow increases after removing woodland riparian vegetation from a Southern watershed", J. Forestry, 61, 365-370.

10- Turner, N.C., and P.E. Waggoner, "Effects of changing stomatal width in a red pine forest on soil water content, leaf water potential, bole diameter, & growth", Plant Physiol., 43, 973-978.

11- Waggoner, P.E., and Ben-Ami Bravdo, 1967. "Stomat and hydrologic cycle", Proc. Nat. Acad. Sci., U.S.,57, 1096-1102.

12- Waggoner, P.E., and J.D. Hewlett, 1965. "Test of transpiration inhibition on a forested watershed", Water Resour. Res. 1(13), 391-396.