عوامل ضد تغذیه‌ای در منداب و فرآورده‌های آن

گردآوری: هرمز منصوری - عضو هیأت‌علمی موسسه‌تحقیقات دامپروری کرج

چکیده

منداب [1] یکی از دانه‌های روغنی است که دانه آن به طور متوسط حدود ۴۲/۵ درصد روغن دارد. پس از استحصال روغن از دانه منداب، کنجاله باقیمانده که به طور متوسط حدود ۳۸ درصد پروتئین خام دارد به عنوان مکمل پروتئینی در تغذیه دام مورد استفاده قرار می‌گیرد.. گونه‌هایی از منداب که به عنوان گیاهان روغنی کشت می‌شوند.

***Brasica napus** و **Brasica campestris** هستند که مقدار روغن موجود در دانه آنها حدود ۴۰ تا ۴۶ درصد است. روغن ارقام مختلف منداب کم و بیش حاوی مقداری اسیداروسیک [2] است که فاقد ارزش غذائی بوده و در حدود ۲۶ درصد اسیدهای چرب روغن منداب را شامل می‌شود. منداب همچنین حاوی مقدار نسبتاً زیادی ماده گواترزا بنام گلوکوزینولیت [3] است. گلوکوزینولیت‌ها تحت تاثیر آنزیم **Myrosinase** تجزیه شده و ترکیباتی را آزاد می‌کنند که این ترکیبات جذب و تثبیت ید را کاهش داده و تغییراتی را در بافت غده تیروئید به وجود می‌آورند. این تغییرات نهایتاً کار این غده را در تولید هورمون تیروکسین دچار اختلال می‌نماید. حضور سیناپین [4] در کنجاله منداب نیز سبب کاهش خوشخوراکی جیره غذایی می‌شود و مهمترین منبع تری‌متیل آمین [5] می‌باشد که مصرف بیش از حد معمول آن در جیره غذای طیور سبب تولید بوی نامطبوع در تخم مرغهای با پوسته قهوه‌ای رنگ می‌شود.*

بنابراین متوجه می‌شویم که منداب نیز مانند اغلب دانه‌های روغنی دارای ترکیبات ضدتغذیه‌ای می‌باشد و برای به حداکثر رساندن بازده غذایی و جلوگیری از عوارض سوء ناشی از تغذیه آن، یا بایستی قبل از مصرف این مواد ضدتغذیه‌ای را خنثی نمود و یا با اصلاح نبات رقمی تولید کرد که در آن مواد مورد بحث به حداقل برسد و یا اساساً چیزی تولید نشود.

مقدمه

منداب یکی از دانه‌های روغنی خاص مناطق معتدل و سردسیربوده که امروزه در بیش از ۳۰ کشور دنیا در سطح وسیع کاشته می‌شود. در بین گیاهان روغنی روغن منداب پس از روغن سویا، آفتابگردان، بادام زمینی و پنبه دانه مقام پنجم را در دنیا داراست و کنجاله حاصل از آن نیز به طور وسیعی در تغذیه دام و طیور مورد استفاده قرار می‌گیرد. دانه‌های روغنی علی‌رغم آنکه به عنوان منبع تامین کننده پروتئین و انرژی از اهمیت زیادی برخوردارند ولیکن اغلب ترکیبات مضری نیز دارند که می‌توانند بازده مورد استفاده قرار گرفتن مواد غذایی را تحت تاثیر قرار دهند. از جمله این ترکیبات می‌توان به ترکیبات فنولی و مانع شونده‌های تریپسین [6] موجود در سویا و همچین فیتات‌ها [7] گوسیپول و اسیدهای چرب حلقوی سیکلوپروپنوئید [8] پنبه دانه را اشاره نمود. منداب نیز همانند سایر دانه‌های روغنی دارای ترکیبات مضری است که اگر نسبت آنها در جیره غذایی از حدی بالاتر رود رشد و تولید دام را تحت تاثیر قرار می‌دهند. از این ترکیبات می‌توان اسید اروسیک و گلوکوزینولیت و سیناپین را نام برد که باید قبل از مصرف خنثی شده و یا با اصلاح نژاد ارقامی را که حاوی نسبت کمتری از این ترکیبات هستند بدست آورد.

تحقیقات زیادی برای تولید ارقامی از منداب که گلوکوزینولیت یا اسید اروسیک کمتری دارند انجام شد تا اینکه در سال ۱۹۶۷ اولین رقم منداب با گلوکوزینولیت کم تولید گردید و سرانجام در سال ۱۹۷۴ رقمی از گونه *B. napus* تولید گردید که هم مقدار گلوکوزینولیت و هم اسیداروسیک آن کم بود و در سال ۱۹۷۸ بین تولید کنندگان و کارخانه‌های روغن‌کشی و دولت کانادا توافق شد که برای مشخص کردن ارقام با گلوکوزینولیت و اسیداروسیک کمتر نام کانولا انتخاب شود.

روغن منداب

بررسی تولید سالانه و مصرف سرانه روغن در دهه ۷۵-۱۹۷۴ تا ۸۵-۱۹۸۴ نشان می‌دهد که در الگوی مصرف روغن تغییر حاصل شده و به‌تدریج از سهم مصرف روغن با منشاء حیوانی کاسته و به سهم مصرف روغن گیاهی اضافه شده است.

در سال ۷۵-۱۹۷۴ از مجموع تولید ۴۴ میلیون تن روغن در دنیا، سهم روغن از منابع حیوانی ۳۵٪ و روغن گیاهی ۶۵٪، و در سال ۸۰-۱۹۷۹ از مجموع تولید ۵۶/۵ میلیون تن روغن در دنیا سهم روغن از منابع حیوانی ۳۲٪ و روغن گیاهی ۶۸٪ و در سال ۸۵-۱۹۸۴ از مجموع تولید ۶۶/۸ میلیون تن سهم روغن از منابع حیوانی ۲۸٪ و روغن گیاهی به ۷۲٪ رسیده است. در این میان سهم روغن منداب در مقایسه با کل تولید جهانی (در سال ۷۵-۱۹۷۴ معادل ۶٪ و در سال ۸۵-۱۹۸۴ معادل ۹٪ کل روغن تولیدی شده در دنیا) افزایش چشمگیری را نشان می‌دهد و مهمتر آن است که در این مدت ده ساله، تولید روغن منداب ۱۳۸٪ افزایش داشته است و پس از منداب، روغن

خرما با ۷۳٪ افزایش مقام دوم را داشته است. در حال حاضر کانادا، فرانسه و آلمان غربی عمده‌ترین قطبهای تجارت جهانی روغن کانولا با اسید اروسیک پائین هستند.

روغن کانولا مانند سایر روغنهای گیاهی فاقد کلسترول است. از آنجایی که مصرف کلسترول زیاد در جیره غذائی رابطه مثبتی با افزایش کلسترول در خون که ممکن است منجر به بروز بیماریهای قلبی شود دارد، این مسئله از نقطه نظر تغذیه انسانی بسیار حائز اهمیت است. یکی دیگر از خصوصیات روغن کانولا، داشتن مقدار کمی اسید چرب اشباع شده و مقدار نسبتاً زیادی اسیدهای چرب غیر اشباع با یک پیوند دوگانه مثل اسید اولئیک و مقدار متوسطی اسیدهای چرب اشباع با پیوند دوگانه مثل لینولئیک و لینولنیک است.

اسیدهای چرب اشباع نشده با چند پیوند دوگانه‌ای مانند اسید لینولنیک و لینولئیک در بدن سنتز نمی‌شوند و برای رشد و توسعه بدن نیز ضروری هستند. همچنین اسید لینولنیک از تجمع پلاکتها در رگهای خونی جلوگیری می‌نماید.

تحقیقات اخیر نشان داده است که در کاهش کلسترول خون اسیدهای چرب و غیر اشباع با یک پیوند دوگانه خیلی موثرتر از اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه هستند.

اسیدهای چرب منداب

اسیدهای چرب از یک گروه کربوکسیل COOH- و یک زنجیر هیدروکربن تشکیل شده‌اند. اسیدهای چرب را به وسیله ماهیت زنجیرهای هیدروکربنی آنها از یکدیگر مشخص می‌نماید. طول این زنجیره‌های کربنی می‌تواند از ۴ تا ۲۴ اتم کربن تغییر نماید. همچنین اسید چرب می‌تواند به صورت اشباع شده، اشباع نشده با یک پیوند دوگانه و یا به صورت اشباع نشده با چند پیوند دوگانه [۱۰] باشند.

بیشترین اسیدهای چرب موجود در روغنها و چربیهای خوراکی، اسیدهای چرب با ۱۸ اتم کربن می‌باشند که عبارتند از اسید استئاریک (اسید چرب اشباع شده با ۱۸ اتم کربن)، اسید اولئیک (اسید چرب اشباع نشده با یک باند دو گانه)، اسید لینولئیک (اسید چرب اشباع نشده با ۲ پیوند دوگانه) و اسید لینولنیک (اسید چرب اشباع نشده با ۳ پیوند دوگانه).

مقدار اسیداروسیک (۲۲:۱) در روغن منداب زیاد است و چون این اسید چرب از نظر تغذیه‌ای ارزشی ندارد، مقدار آن در واریته‌های اصلاح شده منداب به طور قابل توجهی کاهش داده شده است.

اسیداروسیک یک اسید چرب غیر اشباع ۲۲ کربنی است که دارای یک باند مضاعف است و نام علمی آن Cis-13- docosenic acid است. وقتی که به موشهای تازه از شیر گرفته جیره‌های حاوی روغن منداب (به ویژه از گونه *B. napus*) خورانده می‌شود، در ماهیچه قلب آنها چربی رسوب می‌کند و پس از مدت یک هفته مقدار چربی که در عضلات قلب رسوب می‌کند ۳ تا ۴ برابر چربی قلب در حالت عادی است. با ادامه مصرف این جیره‌ها علاوه بر اینکه اندازه این ذرات چربی بزرگتر می‌شود عوارض دیگری نیز مانند به وجود آمدن بافتهای فیبری در داخل ماهیچه قلب و تحت تاثیر قرار گرفتن فعالیتهای بیوشیمیائی قلب نیز بروز می‌نماید. سنتز ATP هم مختل می‌شود.

کاهش مقدار اسیداروسیک در واریته‌های اصلاح شده منداب منجر به افزایش قابل توجه اسیداولئیک ($C^{18:1}$) همراه با مقدار کمی افزایش در اسیدلینولئیک ($C^{18:2}$) و اسیدلینولنیک ($C^{18:3}$) گردیده است.

از هیدرولیز گلوکوزینولیت به وسیله آنزیم Myrosinase (که این آنزیم هم در دانه منداب وجود دارد) در pH خنثی، در مجاورت آب، گلوکز و سولفات از هم جدا شده و ترکیبات گواترزای آزاد (Aglucan) مانند آب: اکسازولیدین تیون (Oxazolidinethione)، ایزوتیوسیانات‌های (Isothiocyanat) مختلف و تیوسیانات‌ها (Thiocyanate) آزاد می‌شوند.

جدول شماره ۱- درصد بعضی از اسیدهای چرب مهم روغنهای گیاهی تصفیه شده (کانادا).

اسید چرب	منداب	کانولا	سویا	ذرت	بادام‌زمینی	آفتابگردان	زیتون	خرما	پنبه‌دانه
اسید پالمیتیک ۱۶:۰	۴	۴	۹	۱۱	۱۱	۷	۱۴	۴۲	۲۰
اسید استاریک ۱۸:۰	۲	۲	۵	۲	۳	۵	۲	۴	۲
اسید اولئیک ۱۸:۱	۳۴	۵۵	۴۵	۲۷	۴۶	۱۹	۶۴	۳۸	۲۴
اسید لینولئیک ۱۸:۲	۱۷	۲۶	۳۷	۵۹	۲۹	۶۶	۱۶	۹	۴۲
اسید لینولنیک ۱۸:۳	۷	۱۰	۳	۱	۱	جزئی	-	جزئی	۲
اسید اروسیک ۲۲:۱	۲۶	جزئی	جزئی	جزئی	جزئی	-	-	-	-

ترکیب اسیدهای چرب در روغن کانولا مشابه روغن بادام زمینی و روغن زیتون است جزاینکه اسیدپالمتیک آن کمتر و اسیدلینولنیک آن بیشتر است (جدول شماره ۱).

در حالی که حذف تمامی اسیداروسیک از کانولا ممکن است امکان پذیر نباشد ولی حضور مقدار کم آن در روغن ممکن است اثرات مفیدی هم بهمراه داشته باشد، چنانچه می‌تواند از فعالیت آنزیم Lipoxygenase سویا و بادام زمینی جلوگیری کند. چون این آنزیم اسیدهای چرب غیر اشباع را اکسیده کرده و باعث ترشیدگی و فساد در دانه‌های روغنی می‌شود، نامطلوب است و این امر می‌تواند توجیه کننده عدم حضور آنزیم Lipoxygenase در منداب با اسیداروسیک زیاد (۵۴ درصد) و منداب با اسیداروسیک کم (۲۲ درصد) باشد. بر این اساس می‌توان گفت که حضور اسیداروسیک در روغن منداب ممکن است توجیه کننده کیفیت‌نگهداری بهتر آن در مقایسه با روغن سویا باشد.

عوامل ضدتغذیه‌ای در منداب

گلوکوزینولیت‌ها در کنجاله منداب

مصرف کنجاله منداب مانند سایر کنجاله‌ها دارای مسائلی است که قبل از مصرف آنها به عنوان غذای حیوانات، باید بر طرف گردند. در سالهای اخیر تحقیقات زیادی در این زمینه صورت گرفته و بدون شک در آینده هم ادامه خواهد داشت. بخشی از اثرات سوئی که در هنگام مصرف کنجاله منداب در غذای دامها بروز می‌نماید در نتیجه وجود تیوگلوکوزیدها [۱۱] در دانه منداب است.

آزمایشات تغذیه‌ای نشان داده است که تیوگلوکوزید کامل (دست نخورده) مضر نیست بلکه بیشتر محصولات حاصل از تجزیه آن با آب مضرند.

تیوگلوکوزید → Myrosinase (رطوبت) → Oxazolidinethione / Isothiocyanate / Thiocyanate / Nitrile

تحت بعضی شرایط هیدرولیز مانند شرایط اسیدی (pH پایین) نیتریل‌ها هم تولید می‌شوند که ممکن است خیلی سمی‌تر از محصولات معمولی باشند، هر چند که تیروئید هم اولین عضوی نیست که تحت تاثیر آن قرار می‌گیرد.

اکسازولیدین‌تیون (Goitrin, Hydroxy, Butenyl isothiocyanate) عمدتاً باعث بزرگ شدن‌غده تیروئید می‌شود. اما اثرات مشخص isothiocyanates و نیتریل‌ها هنوز بدرستی مشخص نشده است. مقدار تیوگلوکوزید در واریته‌های مختلف متفاوت است. ارقام چربی گرفته گونه *B. napus* حاوی ۱-۰/۵٪ اکسازولیدین‌تیون است در حالی که ارقام گونه *B. campestris* فقط ۰/۳-۰/۲٪ از آن دارد. مقدار Isothiocyanate در هر دو گونه حدود ۰/۵٪ است.

در ارقام اصلاح شده منداب که مقدار گلوکوزینولیت آنها کمتر است، گلوکوزینولیت‌هایی که دارای زنجیر جانبی Butenyl و Pentenyl باشند به طور چشمگیری کاهش پیدا کرده‌اند.

در سال ۱۹۷۸ McGregor گزارش کرد که Indolyl glucosinolate به مقدار قابل توجهی در کنجاله منداب بروز می‌کند و اختلاف کمی بین ارقام پر گلوکوزینولیت و کم گلوکوزینولیت از این نظر وجود دارد. این ترکیبات تیوسیانات تولید می‌کنند.

ماهیت و مقدار گلوکوزینولیت‌ها در کنجاله منداب به وسیله Thies (۱۹۸۰) بررسی گردید و هفت ترکیب گلوکوزینولیت که در کنجاله منداب قابل توجه شناخته شده‌اند در جدول ۲ آمده است.

از آنجایی که محصولات حاصل از هیدرولیز گلوکوزینولیت برای حیوانات مضرند، از این جهت خیلی مهم است که در فرآیند منداب برای تولید روغن و کنجاله، قبل از آنکه مقدار قابل توجهی هیدرولیز صورت بگیرد، آنزیم Myrosinase را باید با حرارت دادن غیر فعال نمود. برای به حداقل رساندن تجزیه گلوکوزینولیت باید موارد زیر را در نظر داشت:

الف- وقتی که دانه منداب له می‌شود آنزیم در معرض تماس با گلوکوزینولیت‌ها قرار می‌گیرد.

رطوبت دانه در این مرحله باید بین ۶ تا ۱۰٪ باشد چون در رطوبت بیش از ۱۰٪ هیدرولیز خیلی سریع صورت می‌گیرد و در رطوبت کمتر از ۶٪ هم آنزیم دراثر حرارت به کندی غیر فعال می‌شود. برای موثر بودن فرآیند، رطوبت ۸/۵ - ۸٪ ترجیح داده می‌شود. در خلال مرحله پختن هیچ رطوبتی چه به صورت بخار یا به صورت آب نباید به دانه اضافه شود و بهمین دلیل است که در مناطق مرطوب، مقدار زیادی از گلوکوزینولیت تجزیه می‌شود.

ب- وقتی دانه له شده وارد دیگهای پخت می‌شود، درجه حرارت باید در حداقل زمان ممکنه به ۹۰-۸۰ رسانده شود زیرا افزایش تدریجی درجه حرارت سرعت هیدرولیز آنزیمی را ترشح می‌بخشد ولی وقتی که درجه حرارت از یک حدی بالاتر رفت آنزیم Myrosinase غیر فعال می‌شود.

ج- درجه حرارت در دیگهای پخت و در مرحله جدا کردن حلال از کنجاله[12] نباید از ۱۱۰-۱۰۵°c تجاوز کند چون در این صورت خطر خسارت دیدن کیفیت پروتئین در درجه حرارت‌های زیاد پیش می‌آید. فرآیند منداب ممکن است منجر به کاهش اسیدهای آمینه گردد که حساس‌ترین آنها لیزین است. در این حالت دو نوع خسارت ممکن است پیش آید:

۱- در حالت اول اسید آمینه‌ها ممکن است به شکلی با ترکیبات دیگر پیوند شوند که در دستگاه گوارش نمی توانند به وسیله آنزیمها هیدرولیز شوند اما به وسیله هیدرولیز اسیدی آزاد می‌شوند.

۲- در حالت دوم، اسید آمینه به طور غیر قابل برگشتی تغییر کرده و با هیدرولیز اسیدی هم آزاد نمی‌شود.

مراحل مختلفی از فرآیند که پروتئین ممکن است خسارت ببیند عبارتند از: پختن، روغن‌گیری با فشار و جدا کردن حلال از کنجاله که میزان خسارت وارده به زمان، درجه حرارت، رطوبت، قندهای احیا کننده موجود و احتمالاً سایر ترکیباتی که در دانه وجود دارند، بستگی دارد.

یک روش ساده برای نشان دادن انجام فعالیت آنزیم Myrosinase در کنجاله منداب که بوسیله W. thies و Robbelen کانادا در موسسه اصلاح نباتات آلمان ابداع و در موسسه تحقیقاتی Soskatoon کانادا اصلاحاتی روی آن انجام شد به شرح زیر است:

حدود ۵۰-۴۰ میلیگرم از کنجاله را از دیگ پخت برداشته و در یک شیشه کوچک که گنجایش آن ۲ میلی لیتر است ریخته و بر روی آن ۰/۵ میلی‌لیتر بافر فسفات با pH خنثی اضافه می‌کنند و در آن را می‌بندند و اجازه می‌دهند که حداقل یک ساعت و یا در طول شب به همان حالت باقی بماند. سپس چند قطره از این محلول را روی نوار زرد رنگ مخصوصی که برای آنالیز قند ادرار بکار برده می‌شود[13]، می‌ریزند و یا یک رشته از نوار را در شیشه حاوی محلول فرو می‌برند و پس از نیم دقیقه تغییر رنگ را مشاهده می‌کنند. اگر رنگ زرد نوار باقی بماند، نشان دهنده آن است که آنزیم غیر فعال شده و مقدار کمی (یا هیچ) گلوکز از طریق هیدرولیز گلوکوزینولیت آزاد شده است. اما اگر رنگ نوار سبز شد نشان دهنده آن است که مقداری آنزیم به صورت فعال باقی مانده و یا مقدار زیادی گلوکوزینولیت قبل از آنکه آنزیم غیر فعال شده باشد، تجزیه شده است. (به نقل از Bell ۱۹۸۴).

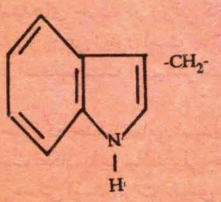
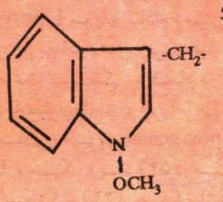
با این حال باید تا کیدکرد که این روش خیلی دقیق نبوده و برای تشخیص مقادیر خیلی کم فعالیت آنزیمی طراحی نشده است بلکه مقدار قابل توجه از گلوکز را که ممکن است در دیگ پخت قبل از آنکه آنزیم کاملاً غیر فعال شود، آزاد شده باشد، نشان می‌دهد.

گواترزائی کنجاله منداب

ظاهراً اولین شواهد در مورد اثرات گواترزائی منداب در سال ۱۹۴۱ بر روی موش صحرائی و به دنبال آن در سال ۱۹۶۵ در مورد خوک و طیور مشاهده و مورد بررسی قرار گرفت. اما تا سال ۱۹۷۳ که شواهدی در مورد اثرات گواترزائی منداب در گاوهای نر در حال رشد ارائه گردید، تصور نمی‌شد که اثر گواترزائی در نشخوارکنندگان هم دیده شود.

اغلب (اگر نه همه) گلوکوزینولیت‌هایی که در منداب یافت می‌شوند ممکن است ترکیبات گواترزا تولید کنند، هر چند که ممکن است نحوه عمل آنها با هم متفاوت باشد.

به طور کلی اثر گواترزائی ارقام *B. napus* بیشتر از ارقام *B. campestris* است که مربوط به بیشتر بودن L-5-Vinyl oxazolidin thione محتوی آن است. این ماده حدود ۱/۵ درصد *B. napus* را تشکیل می‌دهد ولی در *B. campestris* حدود ۰/۲ درصد است. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که اکسازولیدین‌تیون، انواع ایزوتیوسیانات، تیوسیانات و برخی نیتریل‌ها به طور متفاوتی قادرند که جذب ید و نسبت T۳:T۴ را کاهش داده و تغییراتی را در بافت غده تیروئید به وجود آورند. یعنی این ترکیبات گواترزا کار غده تیروئید را در تولید هورمون تیروکسین دچار اختلال کرده و برای جبران کمی ترشح تیروکسین، اندازه غده تیروئید بزرگتر شده و باعث عارضه گواتر می‌شوند، از این جهت این مواد را گواترزا گویند. از طرف دیگر نشان داده شده است که خوراندن تیروئید خشک شده[14] یا تزریق L تیروکسین‌ها منجر به کاهش نسبت غده تیروئید به وزن بدن در طیور می‌شود.

نام سیستماتیک	R	وزن مولکولی: گلوکوزینولیت	وزن مولکولی: آگلوکان	گلوکوزینولیت
2-OH-3-butenyl-	$CH_2=CH-CHOH-CH_3$	428	266	Progoitrin
3-butenyl-	$CH_2=CH(CH_2)_2-$	412	250	Gluconapin
4-Pentenyl-	$CH_2=CH-(CH_2)_3-$	426	264	Glucobrossicanapin
Napoleiferin	$CH_2=CH-CH_2-CHOH-CH_2-$	442	280	2-OH-4pentenyl-
3-indolyl-methyl-		487	325	Glucobrassicin
1-Methoxy-3-indolyl-methyl		517	355	Neoglucobrassicin

جدول شماره ۲- گلوکوزینولیت‌های اصلی در کنجاله منداب حاصل از *B. campestris* و *B. napus*

ترکیبی از چند محصول حاصل از هیدرولیز گلوکوزینولیت ممکن است اثر مشخص‌تری بر روی اندازه و عمل غده تیروئید داشته باشند تا اثر هر کدام از این محصولات به تنهایی. ظاهراً خود گلوکوزینولیت سمی نبوده اما نشان داده است که چندین گونه میکروبی که در دستگاه گوارش حضور دارند، سیستم آنزیمی مناسبی برای هیدرولیز آن دارند. بعضی از علفهای هرز هم که همراه منداب برداشت می‌شوند دارای آنزیم Myrosinase هستند، مثل دانه خردل که اگر فرآیند نشده به مصرف برسد دارای Myrosinase فعال است و به همین دلیل است که علی‌رغم از بین بردن Myrosinase با حرارت باز هم اثرات گواترزائی دیده می‌شود (شمای شماره ۱).

عمل تیروئید در گاوهای شیری در عکس‌العمل به مصرف کنجاله منداب با کنترل هورمون TRH ارزیابی شده است. کنجاله منداب غنی از گلوکوزینولیت باعث افزایش میزان TSH[16] شده در حالی که کنجاله منداب با گلوکوزینولیت کم باعث چنین تغییری نمی‌شود همچنین با اندازه گیری هورمون TRH معلوم شده که کنجاله منداب با گلوکوزینولیت کم، اثری روی غده تیروئید ندارد اما سبب افزایش تیوسیانات در شیر و کاهش ید در خون و شیر می‌شود. هیپرپلازی[17] و هیپرتروفی[18] سلولهای بافت پوششی عده تیروئید در خوکهای تازه از شیر گرفته شده‌ای که با جیره‌های حاوی ۱۰٪ و ۲۰٪ دانه کاملاً آسیاب شده منداب تغذیه شده‌اند، مشاهده می‌گردد. با افزایش منداب در جیره، تیروکسین و ید متصل شده به پروتئین (P. B. I)[19] رو به کاهش گذاشته و میزان تیوسیانات خون هم افزایش می‌یابد. Clandinin در ۱۹۸۶ رابطه‌ای کاملاً قوی بین اکسازولیدن تیون و نسبت وزن تیروئید پیدا کرد. مطالعات دیگری نیز برای مشخص کردن اینکه آیا این تغییر اندازهٔ غده تیروئید اثری بر روی فرآیندهای متابولیکی بدن دارد یا نه انجام شده است.

از آنجایی که تغییر در آناتومی کلی غده تیروئید ممکن است روی ترشح هورمون تیروکسین که کنترل کننده نسبت متابولیکی بدن است، اثر بگذارد و نیز از آنجایی که همراه با تیروکسین اکسیژن نیز برای متابولیسم مواد مغذی و تولید انرژی در بدن لازم است. Bell یادآور شد که تغذیه جیره‌های حاوی ۲۰٪ کنجاله منداب در موش باعث کاهش رشد شده و متوسط میزان مصرف اکسیژن هم حدود ۱۴٪ کاهش می‌یابد. در سال ۱۹۸۰ اثر گلوکوزینولیت و ترکیبات مربوط به آن در تولید نوزادان ناقص الخلقه[20] مورد بررسی قرار گرفت. در حالی که allyl isothiocyanate باعث افزایش تلفات جنین و کاهش وزن آن در موش می‌شد ولی در تولید نوزادان ناقص‌الخلقه نقشی نداشت.

با این همه محققین دریافتند که نیتریلهای خاصی باعث هیپرپلازی در غده تیروئید شده و این اثر در خوکهای ماده غیر آبستن خیلی مشخص بوده است. کوششهای زیادی برای از بین بردن، جدا کردن یا مقابله کردن با گلوکوزینولیت در کنجاله منداب به عمل آمده است. از آن جمله: استخراج، پختن مرطوب همراه و بدون یونهای Na و یا NH_4 یا آهن و تخمیر که هیچکدام از این روشها تا کنون اقتصادی نبوده‌اند.

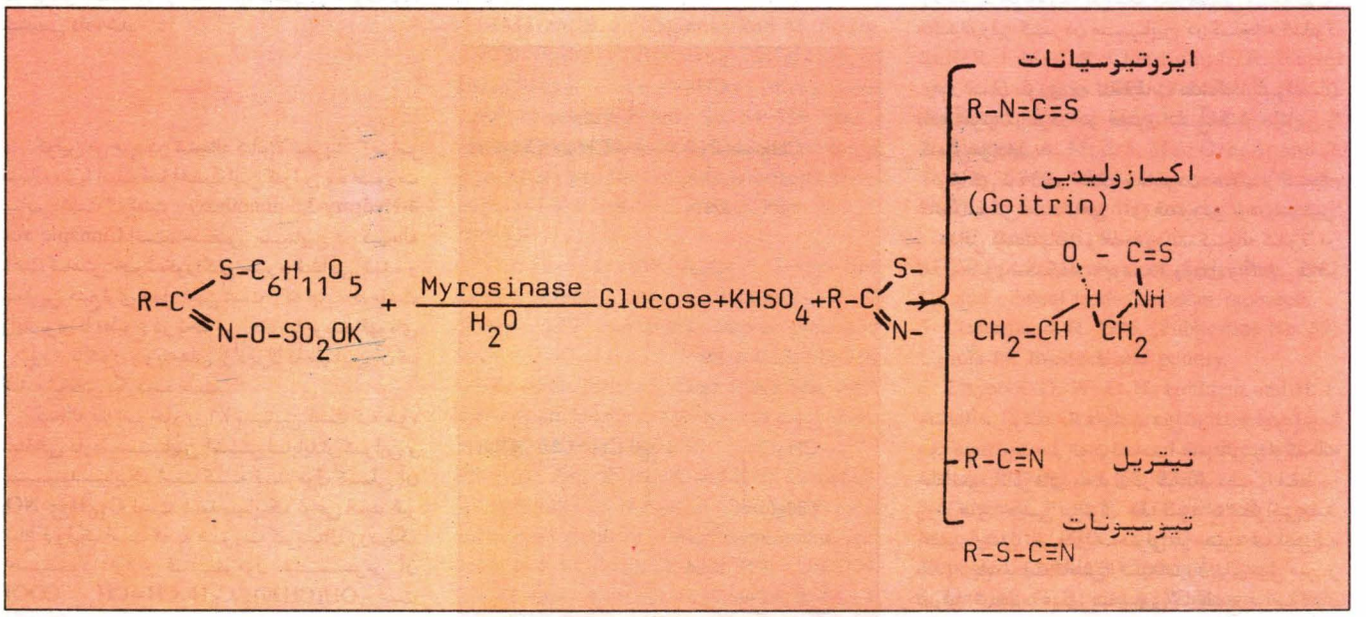
عوامل ضد تغذیه‌ای در کنجاله کانولا

میزان گلوکوزینولیت در کنجاله کانولا فقط حدود $\frac{1}{3}$ مقدار آن در کنجاله منداب با گلوکوزینولیت بالایی است که قبلاً در کانادا کشت می‌شد و یا کمتر از $\frac{1}{10}$ مقداریست که در کنجاله منداب اروپایی وجود دارد. از این نظر متوسط تجزیه ۱۵ نمونه کانولا در دانشگاه آلبرتا در کانادا مقدار ۱/۲۷mg/gr (۱۰/۷ μmol/gr) گلوکوزینولیت را نشان می‌دهد. در حالی که طبق گزارش Bell (۱۹۷۶) این مقدار در کنجاله منداب از گونه *B. napus* ۸/۵ و در گونه *B. campestris* ۶/۳ میلیگرم در هر گرم می‌باشد. در حالی‌که گلوکوزینولیت موجود در کانولا باعث مقدار خیلی کمی افزایش اندازه غده تیروئید شده و انتقال ید به داخل شیر و تخم مرغ را به طور جزئی کاهش می‌دهد. این اثرات از نظر عملی در تغذیه دام و طیور به عنوان اثرات معنی داری مورد توجه قرار نمی‌گیرند. اثرات گواترزایی کنجاله کانولا به دلیل مقدار کم گلوکوزینولیت محتوی آن بسیار کمتر از کنجاله منداب است. حتی وقتی که مقداری مواد گواترزا در اثر تخریب ناقص آنزیم Myrosinase در کنجاله آزاد شود و یا آنزیم در اثر وارد شدن دانه کامل به داخل کنجاله وارد آن شود، تاثیر آن بر روی طیور خطرناک وجدی نیست.

از عوارض مصرف زیاد گلوکوزینولیت، کاهش مصرف خوراک وراندمان آن، بزرگ شدن غده تیروئید و کاهش هورمون تیروکسین در گردش خون است.

اثر گلوکوزینولیت در شیر، گوشت و تخم‌مرغ

گزارش شده است وقتی که جیره‌های حاوی صفر درصد، ۲۰٪ و ۳۵٪ کنجاله منداب غنی از گلوکوزینولیت را به گاوهای شیرده خورانده و متعاقب آن، شیر این گاوها را همراه با جیره‌هایی که مقدار ید آنها کم بود به موش صحرایی تغذیه نمودند در نتیجه در موش‌های صحرایی بزرگ شدن غده تیروئید، مصرف ید در ۲۴ ساعت و کاهش پروتئین متصل به ید



شمای شماره ۱- تجزیهٔ خودبخود فرآورده‌های گلوکوزینولیت در کنجاله منداب

دیده شد. نتیجه گرفته شد که کم بودن مقدار ید در شیر باعث عکس‌العمل غده تیروئید در موش گردیده است.

افزودن یدات پتاسیم (KIO_3) به جیره غذایی این موشها باعث تخفیف این اثرات گردید. در شیر گاوهای تغذیه شده با کنجاله منداب تیوسیانات دیده شد.

همچنین Pape و همکارانش در سال ۱۹۷۹ مقدار قابل توجهی از گلوکوزینولیت کامل، Isothiocyanate Aglucone و یا Oxazolidine thione در شیر گاوهای تغذیه شده با کنجاله منداب پیدا نکردند اما تیوسیانات معدنی و مقادیر جزئی از نیتریل [۲۱] را در شیر اندازه گیری کردند. پیدا شدن تیوسیانات در شیر گاوهای تغذیه شده با کنجاله منداب ممکن است در اثر Indolyl-glucosinolate باشد که از آن تیوسیانات تولید می‌شود و همچنین تیوسیانات می‌تواند از ایزوتیوسیانات هم بوجود آید. درگاوهای تغذیه شده با کنجاله منداب، کلیه‌ها، چربی، عضلات و جگر فاقد مقدار قابل توجهی از مواد گواترزا بودند. شواهدی در مورداثر غیر مستقیم خوردن گلوکوزینولیت روی کیفیت لاشه (که به صورت نسبت گوشت لخم (خالص) به چربی بیان می‌شود) در خوکهای جوان در حال رشد در دست می‌باشد.

وقتی که کنجاله منداب، ترکیب پروتئینی عمده جیره یا تنها منبع پروتئینی است، تفاوتی که معمولاً در غذای مصرفی روزانه، اضافه وزن روزانه و کیفیت لاشه بین خوکهای ماده جوان و نرهای تخمی وجود دارد هنگام تغذیه با کنجاله منداب این تفاوت از بین می‌رود.

March و همکارانش (۱۹۷۲) در تخم مرغ تولید شده به وسیله مرغهایی که در جیره آنها کنجاله منداب گنجانده شده بود اثری از مواد گواترزا یا تیوسیانات پیدا نکردند. اما آنها در جنین حاصل از چنین‌تخم مرغهایی، بزرگ شدن غده تیروئید را مشاهده کردند که این امر به دلیل مقدار ناچیز ید در تخم مرغ سبب افزایش جذب ید توسط مادری که تیروئید آن بزرگتر شده بود و غلظت ید در خون آنها کاهش پیدا کرده بود، تشخیص داده شد.

سیناپین

کولین موجود در کنجاله کانولا تقریباً ۳ برابر کنجاله سویا است اما اغلب این کولین به صورت سیناپین است که استر 4-Hydrozy-3,5-dimethoxy-Cinnapic acid است. حضور سیناپین در کنجاله باعث کاهش خوشخوراکی جیره غذایی شده و مهمترین منبع‌تری متیل آمین است (که این ماده باعث تولید بوی نا مطبوع در تخم مرغ‌های با پوسته قهوه‌ای می‌شود). تاکنون واریته‌های از کانولا که سیناپین آن کم باشد مشخص نگردیده است.

کنجاله منداب حاوی ۱٪ سیناپین است که مزه تلخی دارد. سیناپین استر ناپایدار کولین و اسیدسیناپیک است که فرمول کلی آن $C_{16}H_{25}NO_6$ است. اسیدسیناپیک نوعی اسید غیر اشباع فنولیک است که به صورت کریستال زردرنگ وجود دارد و فرمول عمومی آن $OH(CH30)_2\text{-}C_6H_2CH{=}CH\ \ COOH$ است (شکل ۲).

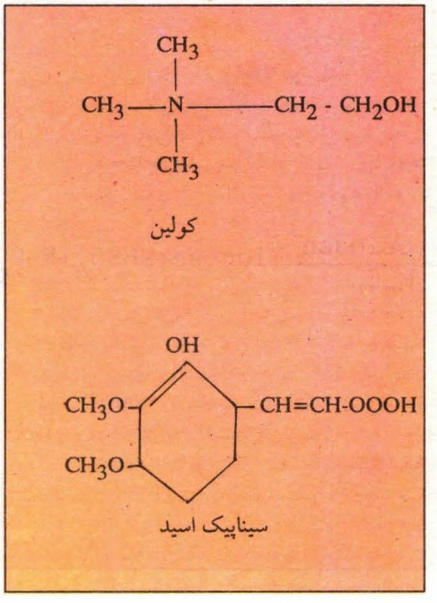
لازم به یادآوریست که وقتی کنجاله منداب با کانولا در جیره مرغان تخمگذار با پوسته تخم‌مرغ قهوه‌ای رنگ ترکیب می‌شود تخم مرغهایی با بوی نا مطبوع تولید می‌شود در حالی که این امر در کانادا که اغلب مرغان تخمگذار از نوع پوسته سفید رنگ هستند کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد، اما در کشورهایی که اغلب مرغان تخم مرغهای با پوسته قهوه‌ای رنگ تولید می‌نمایند مسئله مهمی است. در چنین مناطقی باید کنجاله کانولا به مقدار کمتر در جیره ترکیب شود. در مورد مرغهایی که تخم مرغ با پوسته سفیدرنگ تولید می‌کنند فقط یک مورد گزارش شده که مصرف کنجاله کانولا منجر به تولید تخم مرغهای نامطبوع بشود که آنهم در مورد لگهورن قهوه‌ای بوده است. اما تاکنون هیچ موردی گزارش نشده است که لگهورن سفید با پوسته تخم مرغ سفید بوی نامطبوع ماهی داشته باشد.

Hobson, Frohock و همکاران (۱۹۷۷) و Mueller و همکاران (۱۹۸۰) گزارش کردند که سیناپین که در حدود ۱/۵٪ در کنجاله کانولا وجود دارد عاملی است که باعث تولید بوی نامطبوع در تخم مرغهای با پوسته قهوه‌ای می‌شود. Coh و همکارانش (۱۹۷۹) نشان دادند که برای اجتناب از تولید تخم مرغ با بوی نامطبوع در مرغانی که رنگ پوسته آنها قهوه‌ای رنگ است، میزان سیناپین موجود در جیرهٔ آنها نباید از ۱٪ تجاوز کند.

یعنی به طور عملی در جیره چنین مرغهایی مقدار کنجاله کانولا نباید از ۵٪ بیشتر باشد.

تحقیقات Pearson و Fenwick (۱۹۸۰) در بررسی علت تولید بوی نامطبوع در تخم مرغهای با پوسته قهوه‌ای رنگ‌نشان می‌دهد که این بو در اثر وجود تری‌متیلامین در چنین مرغهایی می‌باشد که احتمالاً

شکل ۲



در نتیجه دو عامل می‌باشد:

۱- تبدیل شدن سیناپین به تری‌متیلامین (T. M. A) به وسیله باکتریهای موجود در سکوم (روده کور)طیور تخمگذار و عدم توانایی مرغ در اکسیده کردن‌تری‌متیلامین (T. M. A) جذب شده به یک اکسیدتری‌متیلامین بدون‌بو.

۲- عدم توانایی طیور در متابولیسم (T. M. A) به علت فعالیت کم غیر عادی آنزیم تری‌متیلامین اکسیداز در جگر مرغهای با تخم مرغ پوسته قهوه‌ای با بوی نامطبوع براساس بررسیهای انجام شده به وسیله Pearson (۱۹۷۹) متوسط فعالیت آنزیم (T. M. A) اکسیداز در جگر مرغان با پوسته قهوه‌ای رنگ ۰/۴۱ و در مرغان با تخم مرغ پوسته سفید ۳/۹۶ نانومل در هر میلیگرم پروتئین در هر ۳۰ دقیقه است.

۳- در سال ۱۹۷۹ به وسیله Pearson وهمکاران پیشنهاد شد که مواد گواترزای موجود در کنجاله منداب ممکن است به عنوان عامل دیگر مختل کننده متابولیسم (T. M. A) در مرغان با تخم مرغ قهوه‌ای باشد.

آنها مشاهده کردند که همبستگی مثبتی ($r = +0/46$) بین میزان بزرگ شدن غده تیروئید و مقدار (T. M. A) در تخم مرغ پوسته قهوه‌ای وجود دارد و ترکیب کردن مواد گواترزای مصنوعی (5-Vinyl-2-Oxazolidinethione) در جیره مرغان تخمگذار باعث فعالیت (T. M. A) اکسیداز و تولید تخم مرغ پوسته قهوه‌ای با بوی نامطبوع ماهی می‌شود.

یک راه حل برای مقابله با تولید تخم مرغ پوسته قهوه‌ای با بوی نامطبوع ممکن است هیدرولیزکردن سیناپین در کنجاله کانولا باشد. Goh نشان داد که وقتی سیناپین هیدرولیز شده و در جیره مرغان تخمگذار ترکیب می‌شود بوی نامطبوع تولید نمی‌کند. این آزمایش منجر به پیدایش یک متد عملی ساده برای هیدرولیز کردن سیناپین در کنجاله کانولا شد.

چون همان طوری که تحقیقات دانشگاه آلبرتانشان داده، آمونیا کی‌کردن در حضور آب، $\frac{2}{3}$ مقدار سیناپین را کاهش می‌دهد.

آمونیا کی‌کردن در خلال جدا کردن حلال از کنجاله کانولا ممکن است راهی برای هیدرولیز کردن سیناپین با حداقل قیمت باشد و محدودیت کنجاله کانولا در تغذیه طیور تخمگذار با پوسته قهوه‌ای رنگ برطرف شود.

تانن‌ها

عمدتاً در پوسته دانه یافت می‌شوند. از این رو با جدا کردن پوسته می‌توان قسمت اعظم تانن را از کنجاله جدا نمود. تانن‌های محلول در گیاهک دانه را فقط با روش‌های خاصی می‌توان جدا نمود. به نظر می‌رسد حضور چنین تانن‌های محلولی در جیره غذایی به مقدار زیاد، باعث کاهش اکسیداسیون تری‌متیل‌آمین و تولید تخم‌مرغهای با بوی نامطبوع در ماکیان می‌شود.

پاورقی

1- Rapeseed
2- Erosic acid
3- Glucosinolate
4- Sinapine
5- Trimethylamine
6- Trypsine inhibitor
7- Phytate
8- Cyclopropenoid
9- Mono unsaturated fatty acid
10- Poly unsaturated fatty acid
11- Thioglucoside
12- desolventizing
13- Test Tape
14- Throdin
15- Thyrotropin Releasing Hormone
16- Thyroid Stimulating Hormone
17- Hyperplasia: افزایش اندازه بافت‌ها در اثر افزایش شماره سلولها، در حالی که هر یک از سلولها اندازه طبیعی خود را دارند مثلاً هنگامی که بخشی از روده پستانداران را بر می‌دارند بقیه آن هیپرپلازی نشان می‌دهد.
18- Hypertrophy: افزایش اندازه بافت در اثر افزایش اندازه عناصر فردی (سلولها یا رشته‌های کئوالان) بدون آنکه تعداد یاخته‌ها افزایش یا کاهشی را نشان دهد مثل ماهیچه ورزشکاران یا ماهیچه رحم در اواخر آبستنی.
19- Protein- Bond- Iodin (P. B. I).
20- Teratogenicity
21- Nitril

منابع مورد استفاده

1- Bell. J. M. 1984. Nutrients and toxicants in rapeseed meal, a review. J. Anim. Sci. Vol 58, NO 4.

2- Bell. J. M; d. R. Clandinin; L. R. Wetter and C. G. Young. 1969. (Publication No. 3). Rapeseed meal for livestock and poultry.

3- Blokely, A. M; d. I. Mac Gregor and B. Jowsey. 1960. Whole rapeseed as energy source in finishing diet for roaster turkey. Can. J. Anim. Sci. 40: 67-70.

4- Canada Department of Agriculture. 1967. Oil and oilmeal from Canadian rapeseed.

5- Clandinin. d. R. 1986. (Publication No. 59). Canola for livestock and poultry.

6- Claypool. D. W; C. H. Hoffman and H. P. Adams. 1985. Canola meal, cottonseed and soybean meal as protein supplement for Calves. J. Dairy. Sci. 68: 67:70.

7- Downey. P. K; S. G. Powlowski and J. MacAnsh. 1970. (publication No8). Rapeseed, Canada'S Cinderella Crop.

8- fenwick, G. R; and A. W. Pearson. 1980. Rapeseed meal in reactions for laying chickens. A review, of the effect on egg quality. J. Sci. Food Agri. 31: 515-525.

9-Ciovannetti, A and J. M. Bell. 1972. Research on rapeseed meal. Canada Department of Agriculture (Publication No. 61)

10- Coh. Y. K; A. R. Robblee and D. R. Clandinin. 1985. Influence of glucosinolate and free oxasolidinthione in a laying diet containing constant amount of Sinapine on the thyroid size and hepatic trimethylamine oxidase activity of brown-egg layers. Can. J. Anim. Sci. 65: 921-927.

11- Goh. Y. K; A. R. Robblee and d. R. Clandinin. 1983. Influence of glucosinolate and free oxazolodinethione in a laying diet containing a constant amount of Sinapine on trimethylamine content and fishy odor of eggs from brown-shelled egg layer. Can. J. Anim. Sci. 63: 671-676.

12- Goh, Y. K; D. R. Cladinin and A. R. Robblee. 1979. The effect of level of Sinapine in laying ration on the incidence of fishy odor in eggs from brown-shelled egg loyers. Can. J. Anim. Sci. 59: 313-316.

13- Hobson Frohock, A; G. R. Fenwick; R. K. heaney and R. F. Curtis. 1977. Rapeseed meal and egg taint association with Sinapine. British Poultry Sci. 18: 539-541.

14- Leeson. S; J. D. Atteh and Summers. 1987. Effect of increasing dietary levels of full-fat Canola on performance. nutrient retention and bone mineralization. poultry. Sci. 66:875-880.

15- March, B. E; T. Smith and M. Sodig. 1972. Factors affecting estimates of metabolizable energy values of rapeseed meal for poultry. Poultry Sci. 54: 538: 546.

16- McGregor, D. I. 1978, Thiocyanate ion, a hydrolysis product of glucosinolates from rape and mustard seed. Can. J. Plant sci. 58: 795-800.

17- Mueller, M. M; E. B. Ryl; T. Fenton and D. R. Clandinin. 1980. Cultivar and growing location difference on the Sinapine content of rapeseed meal. Can. J. Anim. sci. 58: 579-583.

18- Nwokolo Emmanuel and Jeong Sim. 1989. Barley and full-fat canola seed in layer diets. Poultry. Sci. 68: 1485-1489.

19- Pape, A; J. R. Ingalls and L. D. Campbell. 1979. Studies on the effect of rapeseed meal on thyroid status of cattle, glucosinolate and Iodin content of milk. J. Nuri. 109: 1129-1139.

20- Pearson, A. W; G. R. Fenwick and E. J. Butler. 1979. Rapeseed meal goitrogens and egg taint. British Poultry sci. 20: 168-174.

21- Proudfoot. F.G; H. W. Hulan and MacRae. 1985. Effect of feeding poultry diets supplemented with rapeseed meal as a primary protein source to juvenile and adult meat breed genotype. Can. J. Anim. Sci. 63:957-985.

22- Shires. A; J. R. Thamson; B. V. Turner and Kennedy. 1987. Rate of passage of corn meal and corn-soybeen meal diets through the gastrointestinal tract of broiler and white leghorn chickens. Poultry. Sci. 66: 286-298.