สารพิษในพืชอาหารสัตว์

กลุ่มงานวิเคราะห์ อาหารสัตว์
กองอาหารสัตว์

คำนำ

สารพิษในพืชอาหารสัตว์ มีความสำคัญต่อการเลี้ยงสัตว์เป็นอย่างมาก เพราะจะเป็นข้อจำกัดต่อการนำพืชอาหารสัตว์ชนิดนั้น ๆ ไปใช้ประโยชน์ ถ้าสัตว์กินเข้าไปในปริมาณที่มากเกินไปก็อาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ตัวสัตว์ได้ ดังนั้นจึงได้มีการรวบรวมเอกสารเกี่ยวกับสารพิษในพืชอาหารสัตว์เล่มนี้ขึ้นมา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักวิชาการ เจ้าหน้าที่ที่ทำหน้าที่ส่งเสริมด้านการปศุสัตว์ รวมทั้งเกษตรกรได้นำไปใช้ประกอบในการพิจารณาถึงความเหมาะสมเพื่อนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ต่อไป

(นายจีระวัชร์ เข็มสวัสดิ์)
ผู้อำนวยการกองอาหารสัตว์
2538

สารพิษในพืชอาหารสัตว์

จัดทำโดย

กฤษณา ศรีสรรพกิจ

ศศิพร คุนาพงษ์กิติ

กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารสัตว์

กองอาหารสัตว์

สารพิษในพืชอาหารสัตว์

สารพิษในพืชอาหารสัตว์ หมายถึงสารบางชนิดที่มีอยู่ในพืชอาหารสัตว์ ที่สัตว์กินเข้าไปแล้วจะไม่เกิดประโยชน์ต่อร่างกายสัตว์ แต่จะเกิดการสะสมในร่างกายจนทำให้สัตว์เกิดอาการผิดปกติ เนื่องจากความเป็นพิษของสารเหล่านั้น

สารพิษในพืชอาหารสัตว์ มีความสำคัญต่อการเลี้ยงสัตว์เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารพิษตามธรรมชาติ เช่น กรดไฮโดรไซยานิก มิโมซีน ออกซาเลท และไนเตรท ไนไตรท์ ที่สะสมอยู่ในพืชอาหารสัตว์ นอกจากนี้ สารพิษที่เกิดขึ้นในพืชอาหารสัตว์อาจมาจากสาเหตุอื่น ๆ ได้อีก เช่น การใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ถ้าใส่ในปริมาณมากเกินไปอาจมีผลทำให้การสะสมของกรดไฮโดรไซยานิก และไนเตรทสูงขึ้น จนอาจถึงระดับที่เป็นพิษต่อสัตว์ได้ หรือช่วงเก็บเกี่ยวเมล็ดพืชซึ่งยังมีความชื้นสูง การเก็บรักษาเมล็ดธัญพืชหากไม่เหมาะสมก็อาจเกิดเชื้อราต่าง ๆ ที่สามารถผลิตสารพวกไมโคท็อกซิน เช่น อัฟลาท็อกซิน หรืออาจเกิดขึ้นจากเชื้อแบคทีเรีย และโปรโตซัวบางชนิด ซึ่งในปีหนึ่ง ๆ ทำให้เกิดผลเสียหายแก่อุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ปีละไม่น้อยทีเดียว โดยเฉพาะเชื้อรานั้นชอบอากาศร้อนชื้นเช่นประเทศไทยมาก ดังนั้นจึงต้องระมัดระวังการระบาดของเชื้อราให้ดี มิฉะนั้นแล้วจะเกิดปัญหาเรื่องสารพิษขึ้นได้ (เยาวมาลย์, 2521)

พืชอาหารสัตว์บางชนิดถึงแม้จะมีคุณค่าทางโภชนะสูง เช่น กระถินมีโปรตีน 27.26% ผักโขมมีโปรตีน 23.90% และแคบ้านมีโปรตีน 25.60% แต่มีขีดจำกัดในการนำมาใช้ เนื่องจากพืชเหล่านี้มีสารพิษสะสมอยู่ เช่น มีสารมิโมซีนในกระถิน สารไนเตรท, ไนไตรท์ ในผักโขม เป็นต้น (กอบแก้ว, 2535)

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณสารพิษในพืชอาหารสัตว์ จำแนกออกได้ดังนี้

1. **ชนิดพืช** พืชอาหารสัตว์แต่ละชนิด แต่ละพันธุ์จะมีปริมาณสารพิษแตกต่างกันไป

2. **ระยะการตัด หรืออายุของพืช** ในพืชที่กำลังเจริญเติบโตจะมีสารพิษในระดับที่สูงกว่าพืชที่เจริญเติบโตเต็มที่ หรือพืชที่แก่แล้ว

3. **ระดับปุ๋ย** การใส่ปุ๋ยที่มีปริมาณไนโตรเจนสูง จะมีผลทำให้ปริมาณกรดไฮโดร-ไซยานิก และไนเตรทในพืชมีระดับที่สูงขึ้นด้วย

4. **สภาพของพืช** การตัดให้สัตว์กินพืชสด ๆ สัตว์จะได้รับกรดไฮโดรไซยานิกในปริมาณที่สูงกว่าเมื่อทำให้แห้ง เช่นในหญ้าซอทั้มแห้ง หรือมันสำปะหลังตากแห้ง จะมีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกลดลง ซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์

5. **ปริมาณของสารพิษ** ปริมาณของสารพิษที่จะเป็นอันตรายต่อสัตว์ขึ้นอยู่กับน้ำหนักตัวของสัตว์ด้วย เช่นในพืชที่มีปริมาณสารพิษสูง ๆ ถ้าสัตว์ที่มีน้ำหนักตัวมากกินพืชในปริมาณน้อยก็ไม่เป็นอันตราย แต่ถึงแม้พืชบางชนิดที่มีปริมาณสารพิษน้อย แต่สัตว์กินเข้าไปในปริมาณมากก็อาจเป็นพิษต่อสัตว์ได้

สารพิษในพืชอาหารสัตว์ที่สำคัญมีดังต่อไปนี้

กรดไฮโดรไซยานิก (Hydrocyanic acid, HCN)

กรดไฮโดรไซยานิก เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า กรดพรัสสิก (Prussic acid) มีอยู่ในพืชอาหารสัตว์บางชนิด เช่น หญ้าซอทั้ม, หญ้าเพ็ก, หญ้าซูแดกซ์ และมันสำปะหลัง เป็นต้น ปรกติไม่อยู่ในรูปของกรดไฮโดรไซยานิกอิสระ แต่จะอยู่ในรูปสารประกอบของ cyanogenetic gluco side เมื่อสัตว์กินพืชที่มีสารตัวนี้เข้าไป จะถูกน้ำย่อยซึ่งอยู่ในกระเพาะอาหารของสัตว์ หรืออยู่ในพืชชนิดอื่นที่สัตว์กินเข้าไปเปลี่ยน cyanogenetic glucoside นี้ให้เป็นกรดไฮโดรไซยานิก ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ และเป็นพิษ สัตว์จำพวกวัว ควาย และแกะ จะได้รับพิษจากกรดไฮโดรไซยานิกได้มากกว่าในม้าและหมู เพราะสัตว์กระเพาะรวมมีเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยกลูโคไซด์ได้ด้วย (Morrison, 1961)

กรดไฮโดรไซยานิก ปกติเป็นแกสที่ไม่มีสีที่อุณหภูมิห้อง ใช้ประโยชน์โดยตรงในลักษณะแกสหรือของเหลว ใช้เป็นยาฆ่าแมลงได้ดี เป็นพิษต่อสัตว์ทุกชนิด พืชจะมีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกสูงสุดในระยะเริ่มแรกของการเจริญเติบโต เมื่อพืชเจริญเติบโตเต็มที่ ปริมาณของกรดไฮโดรไซยานิกจะลดลง ความเข้มข้นของปริมาณแร่ธาตุในดินมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกเช่นเดียวกัน การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่

มากเกินไปทำให้ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกเพิ่มขึ้น ในดินที่มีความชื้นต่ำ มีฟอสฟอรัสต่ำ แต่มีไนโตรเจนสูงจะทำให้ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกในพืชเพิ่มขึ้น ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์จะมีกรดไฮโดรไซยานิกสูงกว่าดินที่ไม่อุดมสมบูรณ์ ในพืชต้นเดียวกัน ส่วนยอดจะมีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกสูงสุด รองลงมาคือ ใบ ต้น ราก ก้านใบ หัวและเปลือกตามลำดับ ส่วนของก้านและกิ่งจะมีน้อยที่สุด หญ้าหรือพืชที่มีการเจริญเติบโตช้า มีลักษณะแคระแกรน เหี่ยวเฉา หรือได้รับการฉีดพ่นหรือปนเปื้อนด้วยยาปราบวัชพืชพวก 2,4-ดี จะมีกรดไฮโดรไซยานิกอยู่ในปริมาณสูงกว่าหญ้าหรือพืชทั่ว ๆ ไป

ลักขณาและคณะ (2527) ได้ศึกษาความเข้มข้นของกรดไฮโดรไซยานิกในหญ้าซอกั้มดำ และข้าวฟ่างที่ตัดเมื่ออายุต่าง ๆ กัน พบว่าปริมาณของกรดไฮโดรไซยานิก ในข้าวฟ่างสูงกว่าในหญ้าซอกั้มทุกระดับของอายุพืช และในใบมีปริมาณสูงกว่าในลำต้นทั้งข้าวฟ่าง และหญ้าซอกั้มเกี่ยวกับอายุการตัดนั้น ทั้งข้าวฟ่างและหญ้าซอกั้มที่ตัดเมื่ออายุ 30 วัน ต่างก็มีปริมาณของกรดไฮโดรไซยานิกสูงกว่าเมื่อตัดที่อายุ 45 วันและ 60 วัน แสดงว่า หญ้าที่อยู่ในระยะที่กำลังเจริญเติบโตจะมีปริมาณของกรดไฮโดรไซยานิกสูงกว่าเมื่อหญ้าเติบโตเต็มที่แล้ว

สำหรับระดับของกรดไฮโดรไซยานิก ที่สามารถทำให้เกิดอาการเป็นพิษในสัตว์จะขึ้นอยู่กับปริมาณของกรดไฮโดรไซยานิกที่สัตว์ได้รับ และขึ้นอยู่กับน้ำหนักตัวของสัตว์ด้วย

พืชอาหารสัตว์ที่พบว่ามีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกสูงได้แก่ หญ้าซอกั้ม, ข้าวฟ่าง, มันสำปะหลัง, หญ้าซูแดกซ์, หญ้าโคไร เป็นต้น

การเลี้ยงสัตว์ในทุ่งหญ้าซอกั้ม เพื่อความปลอดภัยควรให้สัตว์จำนวนน้อย เข้าไปกินหญ้าในครั้งแรกก่อน เมื่อเห็นว่าไม่เกิดพิษหรืออาการผิดปรกติกับสัตว์ จึงปล่อยสัตว์ส่วนที่เหลือให้เข้าไปแทะเล็มในทุ่งหญ้าต่อไป

การให้อาหารจำพวกแป้ง เช่น ข้าวโพด หรือ เมล็ดหญ้าซอกั้ม ซึ่งเป็นแหล่งน้ำตาลกลูโคสแก่สัตว์เคี้ยวเอื้องก่อนที่จะปล่อยให้สัตว์เข้าไปแทะเล็มทุ่งหญ้าซอกั้ม จะเป็นการป้องกันการเกิดพิษจากกรดไฮโดรไซยานิก เนื่องจากแป้งจะถูกเปลี่ยนเป็นกลูโคสในทางเดินอาหาร และกลูโคสเป็นตัวขัดขวางการเกิดกรดไฮโดรไซยานิกทำให้ความเป็นพิษน้อยลง- (Morrison, 1961)

มันสำปะหลังเป็นพืชที่ได้รับความสนใจเกี่ยวกับสารพิษชนิดนี้มาก หัวมันสำปะหลังพันธุ์ขม จะมีระดับของกรดไฮโดรไซยานิกสูงถึง 530 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่เมื่อนำหัวมันสำปะหลังมาทำมันเส้น แล้วผึ่งแดดให้แห้ง ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกจะถูกย่อยและระเหยไปในอากาศ เมื่อนำไปเลี้ยงสัตว์จึงไม่เป็นอันตราย

อาการที่เกิดจากพิษของกรดไฮโดรไซยานิกคือ ทำให้กล้ามเนื้อขาดออกซิเจน หายใจขัด ตัวสั่น ชักกระตุก ในสัตว์ที่ได้รับสารพิษนี้เข้าไปในปริมาณมาก อาจถึงตายอย่างรวดเร็วภายใน 2-3 นาทีหลังจากที่ได้รับสารโดยที่ไม่สามารถรักษาได้ทัน ระดับต่ำสุดของกรดไฮโดรไซยานิกที่สามารถทำให้เกิดความเป็นพิษต่อสัตว์คือ 2.315 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม และถ้าสัตว์ได้รับปริมาณกรดไฮโดรไซยานิก 4 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม จะทำให้เกิดพิษรุนแรงต่อสัตว์ และอาจจะทำให้สัตว์ตายได้ (Jones และคณะ, 1977) ถ้าพบว่าสัตว์ได้รับพิษจากกรดไฮโดรไซยานิก การเสริมอาหารด้วยกากน้ำตาล (Molasses) ผสมน้ำ ก็จะช่วยบรรเทาอาการเป็นพิษได้บ้าง

ตัวอย่างปริมาณของกรดไฮโดรไซยานิก ในพืชอาหารสัตว์

ชนิดของพืชอาหารสัตว์	ปริมาณ HCN ที่พบ (ppm.)		จำนวนตัวอย่าง
	ต่ำสุด	สูงสุด	
หญ้าซอกี้ม	1.14	30.34	92
หญ้าซูแดกซ์	0.95	15.43	448
ข้าวฟ่างลูกผสม	1.03	12.32	13
ถั่วมะแฮะ	3.79	5.68	4
หญ้าโคไร	1.04	3.73	5
กระถินณรงค์	1.80	3.00	10
ใบประดู่	2.62	2.70	3
หญ้ากัมบ้า	1.09	1.86	8
หญ้ารูซี่	0.45	1.46	4

ที่มา : กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์

ข้าวฟ่าง

ไนเตรท (Nitrate)

ปัจจุบันได้มีการศึกษาความเป็นพิษของไนเตรทในสัตว์เคี้ยวเอื้องที่เลี้ยงด้วยพืชหลายชนิดที่มีไนเตรทสะสมในปริมาณมาก พบว่าสัตว์จำพวกโค กระบือ จะได้รับความเป็นพิษมากกว่าในแกะ ปรกติไนเตรทโดยตัวของมันเองจะไม่เป็นพิษต่อสัตว์ แต่ความเป็นพิษของไนเตรทเกิดขึ้นเนื่องจาก ไนเตรทจะถูกเปลี่ยนให้เป็นไนไตรท์ (Nitrite) ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม เช่น ในกระเพาะรูเมนซึ่งมีจุลินทรีย์เป็นตัวช่วยในการเปลี่ยนแปลงนี้ (Mc.Donald, 1988) ไนไตรท์เป็นพิษต่อร่างกายสัตว์โดยตรง เพราะเมื่อไนไตรท์ทำปฏิกิริยากับฮีโมโกลบินในเลือด จะได้เมธฮีโมโกลบิน สารนี้เมื่อจับกับออกซิเจนแล้วจะไม่ยอมปล่อยให้กับเซลล์ของร่างกาย ทำให้ไม่สามารถส่งผ่านออกซิเจนได้ทำให้เกิดโรคที่เรียกว่า เมทฮีโมโกลบินีเมีย เลือดจะมีสีน้ำตาลไหม้ เนื่องจากมีเมธฮีโมโกลบินมากเกินไป อวัยวะอื่น ๆ เช่น ม้าม, ตับ, หัวใจ, ปอด และไต อาจเปลี่ยนสีได้ ร่างกายจะขาดออกซิเจนจนอาจถึงตายได้ นอกจากนี้ไนไตรท์ยังทำหน้าที่เป็นตัวต่อต้านขบวนการใช้ประโยชน์ของไวตามินเอ สัตว์จะแสดงอาการขาดไวตามินเอ (พันทิพา, 2535)

ไนเตรทที่มีอยู่ในพืชอาจเกิดจากกระบวนการทางธรรมชาติ เช่น การตรึงไนโตรเจน การดูดซึมโดยตรงจากดินหรือปุ๋ยเคมี หรือทั้งสองอย่าง ส่วนไนไตรท์ที่พบในพืชตามธรรมชาตินั้น เกิดจากการเปลี่ยนแปลงไนเตรทให้เป็นไนไตรท์

ไนไตรท์ยังอาจรวมตัวกับสารพวกเอมีน หรือเอไมด์กลายเป็นสารประกอบไนโตรโซ ซึ่งจัดว่าเป็นพิษต่อร่างกายสัตว์อย่างร้ายแรง เพราะเป็นสารก่อมะเร็ง และอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่าง ๆ ทางพันธุกรรมด้วย (ศิรินัดดาและวัลลี, 2528)

พืชหลายชนิดสะสมไนเตรทไว้ในลำต้นและใบ ซึ่งอาจมีปริมาณมากพอที่จะทำให้เกิดการเป็นพิษได้เมื่อสัตว์กินพืชนั้น ๆ เข้าไป หรืออาจเกิดพิษจากการที่สัตว์กินน้ำ หรืออาหารที่มีไนเตรทเจือปนอยู่

ปรกติจะพบปริมาณไนเตรทในหญ้าต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ปริมาณไนเตรทที่พบในพืชจะเปลี่ยนแปลงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น

1. **ระยะการเจริญเติบโตของพืช** คือพืชที่อยู่ในระยะต้นอ่อน และกำลังเจริญเติบโต จะมีปริมาณไนเตรทสูงกว่าพืชต้นแก่

2. **ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้** ถ้าใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากจะทำให้พืชมีปริมาณไนเตรทสะสมมากขึ้นด้วย

3. **ในพื้นที่ที่แห้งแล้ง** จะทำให้ปริมาณไนเตรทในพืชเพิ่มขึ้นด้วย

พืชอาหารสัตว์ที่มีปริมาณไนเตรทสูง ได้แก่ ข้าวฟ่าง เถามันเทศ ผักโขม ไมยราบไร้หนาม ทองหลางใบมน ข้าวโพด ข้าวโอ๊ต เป็นต้น

การใช้เมล็ด หรือต้นข้าวโพดสำหรับเลี้ยงสัตว์ หรือนำข้าวโพดมาทำหญ้าหมักสำหรับเลี้ยงสัตว์อาจเป็นพิษต่อสัตว์ได้ เนื่องจากปริมาณไนเตรทและไนไตรท์สูง ข้าวโพดเป็นพืชตระกูลหญ้าที่มีแนวโน้มว่าจะสะสมไนเตรท จากการวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทในข้าวโพดตั้งแต่ต้นอ่อนจนถึงต้นแก่นั้น ปริมาณไนเตรทจะสะสมที่ก้านใบมาก และมีอัตราสูงสุดก่อนที่ข้าวโพดจะมีช่อดอก ปริมาณไนเตรทจะลดลงเมื่อข้าวโพดติดฝัก ระยะที่เป็นอันตรายต่อสัตว์คือระยะที่ข้าวโพดกระทบแล้ง ซึ่งจะมีสารไนเตรทที่ก้านใบมากถึง 8 เปอร์เซ็นต์ (จุรีรัตน์, 2526)

ถ้าทำพืชหมักจากข้าวโพด ขบวนการหมักที่ผิดปรกติ จะเกิดแกส Nitrogen dioxide และ Nitrogen tetroxide ที่เป็นพิษต่อสัตว์ ซึ่งเกิดจากแบคทีเรียเปลี่ยนสารไนเตรทไปเป็นแกส Nitrogen dioxide และ Nitrogen tetroxide ที่เป็นแกสสีเหลืองมีกลิ่นฉุน แกสเหล่านี้จะอยู่ชั้นบนของพืชหมัก พืชหมักถูกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล แกส Nitrogen dioxide ซึ่งหนักกว่าอากาศ จะไหลลงไปสะสมที่ก้นบ่อหมัก สัตว์ที่อยู่ในบริเวณนั้นที่ได้รับแกสอาจถึงตายได้

ปัญหาของสารพิษที่เกิดจากไนเตรท อาจแก้ไขได้ดังนี้

1. หลีกเลี่ยงการเก็บเกี่ยวหญ้าให้สัตว์กินในระยะที่หญ้าเริ่มฟื้นตัวจากการกระทบแล้ง

2. ไม่ควรเก็บเกี่ยวหญ้าในระยะที่ยังไม่เจริญเติบโตเต็มที่

3. ไม่ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจำนวนมากในช่วงแล้ง การแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอาจช่วยแก้ปัญหานี้ได้ โดยแบ่งครึ่งหนึ่งของปุ๋ยใส่ตอนปลูก และอีกครึ่งหนึ่งใส่หลังจากตัดครั้งแรก ซึ่งเป็นการลดปริมาณการสะสมสารไนเตรทและเพิ่มผลผลิตด้วย

Blood และคณะ (1979) พบว่าปริมาณต่ำสุดของไนเตรทที่มีผลต่อสัตว์ คือ

หมู 19-21 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม

แกะ 40-50 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม

โค กระบือ 88-110 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม

อาการของสัตว์ที่เกิดจากสารพิษไนเตรท คือ เดินโซเซ หายใจเร็ว หอบ และอาจถึงตายได้เนื่องจากหัวใจขาดออกซิเจน

ตัวอย่างปริมาณของไนเตรท ในพืชอาหารสัตว์

ชนิดของอาหารสัตว์	ปริมาณไนเตรทที่พบ (ppm.)		จำนวนตัวอย่าง
	ต่ำสุด	สูงสุด	
ข้าวฟ่างลูกผสม (แห้ง)	921.00	3594.00	13
ข้าวฟ่างลูกผสม (สด)	181.89	566.94	13
เถามันเทศ (แห้ง)	231.52	1526.44	5
เถามันเทศ (สด)	35.64	218.33	5
หญ้าโคไร	190.00	662.00	5
ต้นตดหมูตดหมา	2.27	387.47	79
ทองหลางใบมน	55.00	322.00	12
ข่อย (ใบและก้าน)	15.00	187.00	5
ต้นเดือยแห้ง	7.06	25.78	2

ที่มา : กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์

ไมยราบยักษ์

มิโมซีน (Mimosine)

มิโมซีนเป็นสารพิษพวกกรดอะมิโนที่อยู่เป็นอิสระ ไม่ได้รวมอยู่กับคาร์โบไฮเดรต หรือไม่ได้รวมกันเป็นโปรตีน สังเคราะห์ได้จากกรดอะมิโนไลซีน มิโมซีนมีชื่อทางเคมีชื่อ (B - (N-(3-hydroxy-4oxopyridyl) amino propionic acid) มิโมซีนจะสลายตัวไปเป็น 3,4-dihydroxypyridine หรือ DHP กับเซรีนหรือกรดไพรูวิค และแอมโมเนีย มิโมซีนจะถูกย่อยสลายได้ด้วยกรดเกลือเจือจาง

พบสารมิโมซีนในกระถิน **(Leucaena spp.)** ทุกพันธุ์และยังพบในไมยราบพื้นเมือง **(Mimosa pudica)** จะพบมิโมซีนในใบอ่อนและเมล็ดของกระถิน โดยจะพบในใบอ่อนมากกว่าใบแก่ หน้าที่ของมิโมซีนยังไม่ทราบแน่นอน

Ter Meulen และคณะ (1979) พบว่ามิโมซีนสามารถถูกดูดซึมได้บริเวณกระเพาะและลำไส้เล็กของหนู อีกทั้งมีการขับถ่ายออกทางปัสสาวะ สารมิโมซีนและสาร DHP ที่หนูได้รับมีผลไปขัดขวางการจับตัวของไอโอดีนของต่อมไทรอยด์ ทำให้ประสิทธิภาพลดลงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งทำให้สัตว์เกิดโรคคอหอยพอก มิโมซีนยังมีผลทำให้การเจริญเติบโตของเซลล์ การแบ่งตัวของเซลล์ และการสร้าง DNA ลดลง อัตราการสร้างโปรตีนคอลลาเจนลดลง ทำให้เกิดผลเสียหายหลายประการด้วยกันคือ เส้นเลือดแตก โปรตีนถูกขับถ่ายออกมาทางปัสสาวะ และผนังมดลูกทะลุ สำหรับอาการที่แสดงภายนอกนั้น พบว่ามิโมซีนมีผลทำให้หนูเกิดอาการขนร่วง อัมพาต ตาเป็นต้อกระจก การเจริญเติบโตลดลง และความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำลง

ความเป็นพิษของมิโมซีนจะมีผลทั้งสัตว์กระเพาะเดี่ยว เช่น ไก่ สุกร ม้า กระต่าย และสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น โค กระบือ สำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง ภายในกระเพาะรูเมนมีแบคทีเรียที่สามารถเปลี่ยนมิโมซีนให้เป็น DHP ซึ่งเมื่อถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิตจะมีผลต่อต่อมไทรอยด์ ทำให้การผลิตฮอร์โมนไทรอกซีนน้อยลง เป็นผลให้ต่อมไทรอยด์ขยายตัว ก่อให้เกิดโรคคอหอยพอกในที่สุด นอกจากนี้มิโมซีนยังมีผลทำให้ประสิทธิภาพการย่อยเยื่อใยของแบคทีเรียในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้องลดลง

สัตว์ที่แสดงอาการเป็นพิษของมิโมซีนจะไม่ตาย และหากงดอาหารที่มีมิโมซีน อาการเป็นพิษจะจางหายไปเอง แต่ในสัตว์แรกเกิดถ้าได้รับสารนี้มากเกินไปอาจตายได้ ดังนั้นอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์ทั่ว ๆ ไป ควรผสมกระถินในปริมาณจำกัด คือ ในอาหารสุกร ไม่ควรเกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารโคไม่ควรเกิน 50 เปอร์เซ็นต์ และสัตว์ปีกไม่ควร เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในสูตรอาหารสุกร ถ้าใช้ใบกระถินแห้งแช่น้ำสามารถใช้ได้ใน ระดับสูงถึง 25 เปอร์เซ็นต์ (อุทัย, 2531)

วิธีการที่สามารถลดปริมาณมิโมซีนในกระถิน มีหลายวิธี เช่น

1. การตากใบกระถินเป็นเวลา 1-3 วันจะทำให้ปริมาณมิโมซีนลดลงถึง 40 เปอร์เซ็นต์

2. เมื่อนำใบกระถินไปนึ่ง 1-3 ชั่วโมง จะทำให้ปริมาณมิโมซีนลดลงถึง 30 เปอร์เซ็นต์

3. การนำใบกระถินแห้งมาแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง สามารถลดปริมาณสารพิษ มิโมซีนได้มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์

4. การเพิ่มเฟอรัสซัลเฟตในสูตรอาหารที่มีใบกระถิน ก็จะลดพิษของมิโมซีน ลงได้ โดยสารมิโมซีนสามารถรวมตัวกับธาตุเหล็กใน gastrointestinal tract ทำให้ ความเป็นพิษลดลง แต่ต้องไม่ใช้ในปริมาณที่มากเกินไป

กระถิน

มันสำปะหลัง

ยูเรีย (Urea)

ยูเรียเป็นสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (non-protein nitrogen) มีลักษณะเป็นของแข็ง ผลึกสีขาว สามารถนำมาผสมในอาหารสำหรับเลี้ยงโค กระบือ ซึ่งเป็นสัตว์กระเพาะรวมได้ เป็นการลดจำนวนวัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีนให้น้อยลง ทำให้สามารถลดต้นทุนค่าอาหารโค กระบือลงได้บ้าง

ยูเรียจะถูกย่อยด้วยเอนไซม์ยูรีเอสของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ทำให้เกิดแกสแอมโมเนีย ในการใช้ยูเรียผสมในอาหารโค กระบือ ต้องใช้ร่วมกับวัตถุดิบแหล่งพลังงานอื่นๆ คือวัตถุดิบที่เป็นแป้ง และน้ำตาลในปริมาณสูง ได้แก่เมล็ดธัญพืชพวกข้าวโพด ข้าวฟ่าง ปลายข้าว รำ และสามารถใช้ร่วมกับน้ำตาลได้ดี วัตถุดิบพลังงานสูงเหล่านี้จะเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากยูเรียได้มากขึ้น เมื่อยูเรียลงสู่กระเพาะรูเมนก็จะถูกน้ำย่อยของจุลินทรีย์เปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย แล้วจุลินทรีย์จะเปลี่ยนแอมโมเนียเป็นโปรตีนอีกทีหนึ่ง ในกรณีที่มียูเรียมาก ขบวนการนี้เกิดขึ้นได้ง่ายและรวดเร็ว จนทำให้เกิดแกสแอมโมเนียจำนวนมาก และซึมเข้าสู่กระแสโลหิต ทำให้เลือดมีสภาพเป็นด่าง สัตว์จะแสดงอาการเป็นพิษ

อาการที่เกิดจากพิษของยูเรียในโค กระบือ คือท้องอืด กล้ามเนื้อสั่น หายใจขัด และดิ้นทุรนทุราย ถ้าเกิดอาการรุนแรงอาจถึงตายได้

ระดับความเป็นพิษของยูเรียไม่สามารถระบุจำนวนที่แน่นอนในสัตว์แต่ละชนิดได้ เช่น แกะที่ได้รับยูเรีย 8.5 กรัม/วันก็อาจตายได้ ในขณะที่สัตว์บางชนิดสามารถกินยูเรียได้ถึง 100 กรัม/วัน โดยไม่เกิดอันตรายแต่อย่างใด โดยทั่วไปอาการเป็นพิษของยูเรียเกิดขึ้นเมื่อมีระดับแอมโมเนียในเลือดสูงถึง 10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และเมื่อมีระดับแอมโมเนียในเลือดสูงถึง 30 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จะทำให้สัตว์ถึงตายได้ (Morrison, 1959)

ออกซาเลท (Oxalate)

ออกซาเลทเป็นสารพิษที่ขัดขวางการใช้ประโยชน์ของแร่ธาตุในพืช เกิดขึ้นตามธรรมชาติ พบในพืชสีเขียวบางชนิดที่อยู่ในระยะกำลังเจริญเติบโต เมื่อพืชมีอายุมากขึ้นปริมาณออกซาเลทจะลดลง ส่วนใหญ่จะรวมตัวอยู่ในรูปของเกลือโปแตสเซียม หรือแคลเซียมออกซาเลท เมื่อสัตว์กินเข้าไปจะทำให้โปแตสเซียมและแคลเซียมไม่สามารถถูกดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้ ทำให้สัตว์มีอัตราการเจริญเติบโต และการสะสมธาตุแคลเซียมและโปแตสเซียมลดลง ทำให้ปริมาณแคลเซียมในเลือดต่ำ ในสัตว์กระเพาะรวม จุลินทรีย์ในกระเพาะสามารถย่อยแคลเซียม และโปแตสเซียมที่ถูกจับยึดในช่วงที่เข้าสู่ทางเดินอาหาร จึงทำให้ลดความเป็นพิษลงได้บ้าง

ในพืชอาหารสัตว์ส่วนใหญ่ไม่ค่อยพบออกซาเลท แต่มีหญ้าชนิดหนึ่งที่พบว่ามีออกซาเลทมากคือหญ้าซีตาเรีย **(Setaria sphacelata)** มีออกซาเลทมากถึง 7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นพิษต่อโค กระบือ และม้า เนื่องจากหญ้าซีตาเรียเจริญเติบโตได้ทั้งในที่แห้งแล้งและชื้นแฉะ สัตว์ชอบกิน ทนต่อการแทะเล็มของสัตว์ ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนได้สูง มีการสะสมแอมโมเนียไนโตรเจนในระยะแรกของการเจริญเติบโต และมีปริมาณการสะสมของไนโตรเจนสูงกว่าพืชชนิดอื่น ๆ หญ้าซีตาเรียซึ่งมีประโยชน์ต่อสัตว์มาก แต่เนื่องจากหญ้าซีตาเรียมีปริมาณออกซาเลทมาก จึงอาจหลีกเลี่ยงปัญหาของสารพิษออกซาเลทโดยการไม่ปล่อยให้สัตว์เข้าไปแทะเล็มทุ่งหญ้าซีตาเรียเป็นเวลานานติดต่อกัน และควรทำทุ่งหญ้าผสมเพื่อลดปริมาณหญ้าซีตาเรีย

นอกจากหญ้าซีตาเรียแล้ว ยังพบออกซาเลทในผักโขม กระถิน ในผักบางชนิดเช่น ทะหล่ำปลี ใบชะพลู ถ้าสัตว์ได้รับออกซาเลทในปริมาณมากเกินไป จะทำให้กระเพาะอาหาร และลำไส้เกิดความระคายเคือง ที่สำคัญคือ จะทำให้เกิดตะกอนของแคลเซียมออกซาเลทในเลือด ทำให้แคลเซียมในเลือดต่ำ กล้ามเนื้ออ่อนเพลีย และเป็นอัมพาตได้ในที่สุด และถ้าสัตว์ยังได้รับออกซาเลทต่อไปแม้ปริมาณน้อยก็จะทำให้ไตถูกทำลาย และเป็นผลให้เกิดก้อนนิ่วในท่อปัสสาวะได้

Blood และคณะ (1979) พบว่าปริมาณออกซาเลทต่ำสุด ที่สามารถทำให้เกิดพิษกับสัตว์ คือ

โค กระบือ	685	กรัม (กรดออกซาลิก/วัน)
แกะ	6	กรัม (กรดออกซาลิก/วัน)
ม้า	450	กรัม (โซเดียมออกซาเลท/วัน)

นอกจากสารพิษต่าง ๆ ที่มีในพืชอาหารสัตว์แล้ว สัตว์ยังอาจได้รับพิษจากการบริโภคสารอาหารบางอย่างเกินความต้องการอีกด้วย ดังนี้

1. โปรตีนที่เกินความต้องการ และความเป็นพิษของโปรตีน

การที่สัตว์ได้รับโปรตีนเกินความต้องการ นอกจากจะไม่เป็นผลดีทางเศรษฐกิจแล้ว ยังทำให้สัตว์กินอาหารได้น้อยลง อัตราการเพิ่มน้ำหนักลดลง การทดลองในสุกรรุ่น พบว่า สุกรมีขนหยาบ ไม่เป็นเงา (ลักษณะขน บ่งบอกถึงสุขภาพของสัตว์) โปรตีนที่เกินความต้องการจะถูกร่างกายขับออก หรือเผาผลาญทั้งในรูปของยูเรียสำหรับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม และในรูปของกรดยูริกในพวกสัตว์ปีกและสัตว์เลื้อยคลาน โดยทั้งสองรูปแบบจะออกมาในรูปของปัสสาวะ ซึ่งเป็นเหตุให้ตับ ไตของสัตว์ต้องทำงานหนักขึ้น ในสุกร พบว่าการทำงานของเอนไซม์หลายตัวใน adipose tissue ที่เกี่ยวกับการสังเคราะห์กรดไขมันจะลดลง นอกจากนี้ยังพบว่า ในเลือดและเนื้อเยื่อต่าง ๆ จะมีความเข้มข้นของแกสแอมโมเนีย (NH_3) อยู่สูง เป็นผลให้สัตว์ต้องการน้ำมากขึ้น ระดับของแกสแอมโมเนียในเลือดสูงจะทำให้ความเป็นกรดด่าง (pH) ในเลือดสูงขึ้น เลือดจะเป็นด่าง แล้วอาการ

ผิดปรกติอื่น ๆ จะตามมา นอกจากนี้ ความเป็นพิษของกรดอะมิโนบางชนิด เช่น ไลซีนที่มีมากเกินความต้องการ จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง ซึ่งต้องแก้ไขโดยการให้กรดอะมิโนอาร์จีนีนเพิ่มขึ้น จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตดีขึ้น นอกจากนี้อาร์จีนีนยังสามารถลดพิษของไลซีนได้ เนื่องจากสูตรโครงสร้างของกรดอะมิโนสองชนิดนี้คล้ายกัน (พันทิพา, 2535)

2. แร่ธาตุที่เป็นพิษ (Toxic elements)

แร่ธาตุบางชนิดมีความจำเป็นต่อร่างกายของสัตว์ แต่สัตว์ต้องการในปริมาณน้อย เช่น แมงกานีส, เหล็ก, ทองแดง, ไอโอดีน, สังกะสี, โคบอลท์, โมลิบดินัม, ซีลีเนียม และโครเมียม ถ้าสัตว์ได้รับเข้าไปมากเกินไปจะเป็นอันตรายต่อสัตว์ถึงตายได้ ดังนี้

ทองแดง (Cu) ถ้ามีในปริมาณที่มากเกินความต้องการในอาหารสัตว์ติดต่อกัน จะเกิดการสะสมในร่างกายตามเนื้อเยื่อโดยเฉพาะที่ตับ และเป็นพิษต่อร่างกาย ไม่แนะนำให้เสริมทองแดงแก่แกะ เมื่อแกะยังไม่แสดงอาการขาด

โคบอลท์ (Co) การให้โคบอลท์ในระดับเกินความต้องการจะเป็นพิษต่อสัตว์ แต่ช่วงของความปลอดภัยระหว่างความต้องการของสัตว์กับระดับความเป็นพิษจะอยู่ห่างกันมาก พิษของโคบอลท์จะไม่เกิดกับสัตว์ที่เลี้ยงในฟาร์ม ระดับที่เป็นพิษของโคบอลท์สำหรับวัว คือ 40-50 มิลลิกรัมโคบอลท์/100 ปอนด์ น้ำหนักตัว/วัน

แมงกานีส (Mn) ระดับที่เป็นพิษของแมงกานีสจะสูงกว่าระดับความต้องการของสัตว์หลายเท่า ดังนั้นจึงไม่ค่อยเป็นปัญหาเกี่ยวกับการสะสมแมงกานีสที่ให้มากเกินไปในแต่ละวัน แต่ที่ระดับ 125 มิลลิกรัม/กิโลกรัม พบว่าจะไปทำให้การสังเคราะห์ฮีโมโกลบินในลูกสุกรเล็กลดน้อยลง ทั้งนี้เพราะแมงกานีสไปขัดขวางการทำงานของธาตุเหล็ก แต่ที่ระดับ 1,250 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีผลทำให้การเจริญเติบโตของสัตว์ลดลง ในการเสริมแมงกานีส มักเสริมในรูปของแมงกานีสซัลเฟต ($MnSO_4$) หรือ แมงกานีสไดออกไซด์ (MnO_2) แหล่งของแมงกานีสที่มีอยู่มากคือ รำ

ซีลีเนียม (Se) ซีลีเนียมเป็นธาตุที่ต้องระมัดระวังความเป็นพิษ ในท้องที่บางแห่งที่เป็นหินมาก จะมีพวกซีลีเนียมสะสมอยู่มาก สัตว์ที่ได้รับซีลีเนียมมากเกินไปทำให้เกิดโรค alkaline และ blind stagger

Alkaline เป็นโรคเรื้อรังเนื่องจากสัตว์กินพืชที่มีซีลีเนียม 10-30 ppm. โรคนี้เกิดทั้งในม้า วัว และแกะ อาการคือขนร่วง ในม้า ขนบริเวณคอ หาง แผงคอจะร่วง ในวัวขนบริเวณหางจะร่วง ส่วนในหมูจะร่วงทั้งตัว

Blind stagger เป็นโรคเฉียบพลันเนื่องจากพิษของซีลีเนียม พบในวัว แกะ ภายหลังจากกินวัชพืชจาก **Astragalus bisulcatus** ซึ่งมีซีลีเนียมถึง 4,000 ppm. สัตว์จะตายทันที

ถ้ามีซีลีเนียม 0.5 ppm. ในน้ำหรือน้ำนม หรือ 5 ppm. ในอาหาร จะเป็นอันตรายต่อสัตว์ สาเหตุที่ขนสัตว์ร่วงเพราะซีลีเนียมจะไปแทนที่ซัลเฟอร์ (S) ในกรดอะมิโนที่นำมาสร้างขน เขา กีบ และทำให้กีบเน่าหลุด

สารประกอบบางชนิดของ Arsenic เช่น Arsenilic กับ Arsenic acid สามารถช่วยบรรเทาพิษของซีลีเนียมได้ กรดทั้งสองชนิดนี้ใช้เป็นอาหารเสริมในหมู และไก่ ทำให้สัตว์โตเร็ว และแก้โรคท้องบางชนิด ทำหน้าที่คล้ายยาปฏิชีวนะ

โมลิบดินัม (Mo) ในดินที่มีโมลิบดินัมสูงเกินไป ทำให้หญ้ามีโมลิบดินัมสูงตามไปด้วย เป็นผลให้สัตว์ได้รับโมลิบดินัมในระดับสูง ซึ่งโมลิบดินัมจะไปขัดขวาง ไม่ให้นำทองแดงไปใช้ประโยชน์ได้เต็มที่ ทำให้ร่างกายสัตว์ขาดทองแดง แม้ว่าจะได้รับทองแดงในอาหารอย่างเพียงพอ พืชที่มีโมลิบดินัม 2-25 ppm. ก็สูงพอที่จะทำให้เกิดโรคนี้ได้ ถ้ามีโมลิบดินัมสูงเกินไป แก้ได้โดยเพิ่มทองแดงในอาหารให้มากๆ ปัญหานี้เกิดในสัตว์เคี้ยวเอื้องในทางปฏิบัติแล้ว ไม่เคยมีในสัตว์กระเพาะเดี่ยว พวกซัลเฟตจะช่วยลดฤทธิ์ของโมลิบดินัม โดยทำให้โมลิบดินัมถูกขับออกมาทางปัสสาวะ ทำให้ปริมาณของโมลิบดินัมในเลือดลดลง (พันทิพา, 2535)

การตรวจสารพิษในพืชอาหารสัตว์

กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ มีการวิเคราะห์หาสารพิษในพืชอาหารสัตว์ คือ วิเคราะห์หาปริมาณกรดไฮโดรไซยานิก, ไนเตรท, ไนไตรท์, มิโมซีน, ออกซาเลท และยูเรีย โดยให้บริการแก่เกษตรกรที่มีความประสงค์ที่จะทราบถึงความเป็นพิษของพืชอาหารสัตว์ที่ใช้ และร่วมกับนักวิชาการที่ทำงานวิจัยเกี่ยวกับสารพิษในอาหารสัตวิและในพืชอาหารสัตว์ ดังนั้น หากนักวิชาการ หรือเกษตรกรที่มีความประสงค์ที่จะวิเคราะห์หาสารพิษต่าง ๆ ให้ส่งตัวอย่างมาวิเคราะห์ที่กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารสัตว์ โดยตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์หากรดไฮโดรไซนานิก ไนเตรทและไนไตรท์ จะต้องจัดเตรียมตัวอย่าง ดังนี้

ตัวอย่างสด นำตัวอย่างมาสับให้ละเอียด ขนาดความยาวไม่เกิน 5 มิลลิเมตร แล้วสุ่มเก็บตัวอย่างที่สับแล้วอย่างน้อย 500 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกที่ปิดปากถุงสนิท และควรเก็บไว้ในตู้เย็น

สำหรับตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์หาสารพิษอื่น ๆ ให้ส่งตัวอย่างในสภาพแห้ง โดยจัดเตรียมตัวอย่าง ดังนี้

ตัวอย่างแห้ง ผึ่งตัวอย่างให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง แล้วบดให้ละเอียด ขนาดประมาณ 0.05 นิ้ว สุ่มเก็บตัวอย่างที่บดแล้วอย่างน้อย 100 กรัม ใส่ถุงพลาสติกที่ปิดปากถุงสนิท

นำตัวอย่างส่งมาที่กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ เพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กอบแก้ว คงตรงสิน. 2535. พืชอาหารสัตว์เขตร้อน. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 259 น.

จุรีรัตน์ สัจจิพานนท์. 2526. สารพิษในอาหารสัตว์. เอกสารวิชาการ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ. 4 น.

ทวี แก้วคง. 2527. วิชาโภชนศาสตร์เบื้องต้น และการให้อาหารสัตว์. วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตนครศรีธรรมราช, นครศรีธรรมราช. 242 น.

พันทิพา พงษ์เพียจันทร์. 2535. หลักการอาหารสัตว์ เล่ม 1 โภชนะ. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 207 น.

เยาวมาลย์ ค้าเจริญ. 2521. คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 162 น.

ลักขณา วุฒิปราชญ์อำไพ, วิเชียร ชำนาญทอง, ชาญชัย มณีดุลย์ และแสงอรุณ สมุทรักษ์. 2527. การศึกษาหาความเข้มข้นของกรดไฮโดรไซยานิกในหญ้าซอกั๋มและข้าวฟ่างโดยการตัดที่อายุต่าง ๆ กัน. เอกสารวิชาการ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ. 5 น.

ศิรินัดดา มีนะกนิษฐ และวัลลี สุวจิตตานนท์. 2528. ไนเตรทและไนไตรท์ในผัก. ว.สงขลานครินทร์. ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 เมษายน-มิถุนายน 2528, 159-164.

สุมนทิพย์ บุนนาค. 2526. การศึกษาปริมาณมิโมซีนและโปรตีนในไมยราบยักษ์ และกระถินยักษ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

อุทัย คันโธ. 2531. สารพิษและสารขัดขวางโภชนะที่พบในวัตถุดิบอาหารสัตว์. บทความเสนอในที่ประชุมวิชาการ เรื่องสารเจือปนในอาหารสัตว์ ณ สถาบันวิจัยสุขภาพสัตว์และผลิตสัตว์แห่งชาติ. 28 น.

Blood, D.C., J.A.Handerson and O.M.Ratostite. 1979. *A text of disease in cattle, sheep and horse.* Fifth Edition. Philadelphia. 1025 pp.

Joans, R.J. 1990. *Management of Anti-nutritive factors with special reference to Leucaena, pp. 216-231. In Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. Edited by Ross C. Gutteridge and H.Max Shelton. Department of Agriculture. The University of Queenland, Australia.*

Joens, M.L., Booth and L.E. Mc Donald. 1977. Veternary Pharmacology and Therapeutics 4th E.D. P.1164 The Iowa State University Press.

Liner, I.E. 1969. Toxic Constituents of Plant Foodstuffs. University of Minesota. 500 pp.

_____ 1974. *Toxic Constituents of Animal Foodstuffs.* University of Minesota. 222 pp.

Mc.Donald, P., R.A.Edwards and J.F.D.Greenhalgh. 1992. *Animal Nutrition.* Fourth Edition. New York. U.S.A. 543 pp.

Morrison, F. 1959. *Feed and Feeding.* Twenty-second edition. Clinton. Iowa. U.S.A. 1165 pp.

Ter. Meulen, U., S. Struck, E.Shulke, and E.A. El Harith, E.A. 1979. Trop. Anim. Prod. 4:113.