

วัตถุดิบอาหารสัตว์และข้อจำกัดการใช้

การผลิตอาหารสัตว์ในระดับผู้ประกอบการขนาดเล็กและขนาดใหญ่ต้องอาศัยปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญเหมือนกันคือวัตถุดิบอาหารสัตว์ ในกลุ่มผู้ผลิตขนาดเล็กอาจมีการเก็บวัตถุดิบในปริมาณไม่มากแต่ต้องจัดหาบ่อยครั้ง และอาจได้วัตถุดิบใหม่อยู่เสมอ โดยเฉพาะผลิตผลจากท้องถิ่นแต่ผู้ประกอบการขนาดใหญ่ การจัดหาและเก็บวัตถุดิบ การตรวจสอบเบื้องต้นถึงลักษณะเฉพาะ และที่มาของวัตถุดิบจึงเป็นเรื่องที่จำเป็น ซึ่งส่วนใหญ่มักพิจารณาทั้งลักษณะทางกายภาพและเคมีในเวลาเดียวกัน ทั้งนี้เพื่อให้อาหารสัตว์ที่ผลิตได้มีคุณภาพสม่ำเสมอ มีส่วนประกอบทางโภชนาตรงกับที่ได้จดทะเบียน และได้ผลตอบแทนที่ดีของสัตว์เมื่อใช้อาหารนั้นๆ

คุณสมบัติทางกายภาพของวัตถุดิบอาหารสัตว์

การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ เป็นการประเมินโดยอาศัยประสาทสัมผัสจากการมอง การดมกลิ่น การชิมรสชาติ และการสัมผัส นิยมตรวจสอบในขั้นตอนของการตรวจรับก่อนเข้าสู่โรงงานอาหารสัตว์ การตรวจสอบวิธีนี้ทำได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว เสียค่าใช้จ่ายน้อย แต่ต้องอาศัยทักษะ ความชำนาญ และ ประสบการณ์ของผู้ตรวจสอบ ทำให้ผู้เลี้ยงสัตว์สามารถนำไปใช้เพื่อประกอบการตัดสินใจในการคัดเลือกวัตถุดิบ เช่น ลักษณะของอาหารที่เกิดการหมัก การปลอมปน ความสด การปนเปื้อน การผ่าน-ไม่ผ่านความร้อน การไหม้ จับตัวเป็นก้อน มีกลิ่นเหม็นหืน หรือมีสีผิดปกติ ทั้งหมดนี้มีผลต่ออาหารสัตว์ที่ผลิตออกมาด้านความน่ากินและคุณค่าทางโภชนาต่อสัตว์ นอกจากนี้ใช้ประสาทสัมผัสดังกล่าวแล้ว การดูด้วยตาอาจจำเป็นต้องใช้แว่นขยายเพื่อให้เห็นส่วนประกอบต่างๆ ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยเฉพาะวัตถุดิบที่มีทั้งส่วนหยาบ และละเอียดปนกันอาจจำเป็นต้องคัดแยกส่วนที่ละเอียดออกจากส่วนที่หยาบ แต่ไม่นิยมบดให้ละเอียดเพราะจะทำให้คุณสมบัติเบื้องต้นของวัตถุดิบถูกแปรสภาพไป สำหรับตัวอย่างที่ต้องการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อาจจะต้องบดก่อน การสูมตัวอย่างและเก็บตัวอย่างเพื่อการตรวจสอบ ใช้ท่อปลายแหลมแทงกระสอบที่ใส่อาหารสัตว์ที่ตำแหน่งต่างๆ 5 จุดขึ้นไป และรวบรวมจากหลายๆกระสอบเพื่อเป็นตัวแทนวัตถุดิบในชุดนั้นๆ ลักษณะทางกายภาพที่ใช้ในการตรวจสอบ ได้แก่

1.รูปร่างของวัตถุดิบอาหารสัตว์ (shape)

รูปร่างของวัตถุดิบอาหารสัตว์บ่งบอกถึงลักษณะเฉพาะของวัตถุดิบเช่นมันเส้นหั่นด้วยมือหรือหั่นด้วยเครื่อง รำละเอียด กากจากการสกัดน้ำมันด้วยสารละลาย (solvent extraction) กากจากการหีบอัดด้วยสกรู (screw expelling) หรือใช้ไฮดรอลิก (hydraulic press) ซึ่งมีรูปร่างแตกต่างกัน

2. สี (colour)

สีของวัตถุดิบอาหารสัตว์บ่งบอกถึงวัตถุดิบแต่ละชนิดมีสีแตกต่างกัน เช่น รำมีสีน้ำตาลอ่อน ข้าวโพดบดมีสีเหลืองอมส้ม กากที่ผ่านการสกัดน้ำมันโดยใช้สกรูหีบอัดซึ่งเกิดความร้อนจะมีสีดำหรือน้ำตาลเข้ม และมีลักษณะเป็นมัน เช่นกากปาล์ม ส่วนกากที่ผ่านการสกัดน้ำมันแบบสารละลายจะมีสีจางและแห้ง เช่นกากถั่วเหลือง รำสกัดน้ำมัน

3. ความหนาแน่นของเนื้อ (density)

ความหนาแน่นของเนื้อของวัตถุดิบอาหารสัตว์ใช้จำแนกวัตถุดิบที่มีเยื่อใยสูง เช่น กากมะพร้าว กากเบียร์ กากปาล์มที่มีลักษณะฟวมจะมีความหนาแน่นต่ำ ส่วนวัตถุดิบส่วนที่เป็นเนื้อในเมล็ดที่ไม่มีเปลือกปน เช่นข้าวโพด กากถั่วลิสงจะมีความหนาแน่นสูง

4. กลิ่น (odour)

กลิ่นของวัตถุดิบอาหารสัตว์ใช้ในการแยกแยะวัตถุดิบได้เป็นอย่างดี เช่นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ผ่านความร้อนสูงมักมีกลิ่นไหม้ เช่น กากปาล์ม วัตถุดิบที่มีไขมันสูงและเก็บนานจะมีกลิ่นเหม็นหืน เช่นรำเก่า หรือกลิ่นเหม็นเขียวของวัตถุดิบที่ไม่ผ่านความร้อน เช่น เม็ดถั่ว กลิ่นเชื้อราที่เหม็นอับ กลิ่นเหม็นเปรี้ยวของวัตถุดิบที่หมัก บูด และกลิ่นวัตถุดิบใหม่ซึ่งมักหอม เช่น รำสด

5. รส (taste)

รสของวัตถุดิบอาหารสัตว์ใช้ในการทดสอบความขมเช่น กากเรปส์ด คาโนล่า หรือในวัตถุดิบที่ผ่านความร้อนสูงที่มีการไหม้ หรือวัตถุดิบที่มีความเฟื้อน ซึ่งลักษณะเหล่านี้ทำให้คุณภาพของวัตถุดิบอาหารสัตว์ลดลง

6. การสัมผัส (touch)

การตรวจสอบสัมผัสวัตถุดิบอาหารสัตว์สามารถบ่งบอกถึงความผิดปกติของวัตถุดิบ เช่น เป็นฝุ่นผงหยาบ หนืดเพราะมีน้ำมันมาก ชื้นเพราะไม่แห้งสนิท หรือเป็นเม็ดแข็ง เช่น กากปาล์มปนกะลาเป็นต้น

วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เข้าสู่โรงงานส่วนใหญ่โดยเฉพาะกลุ่มวัตถุดิบแหล่งโปรตีน มักผ่านการบดโดยเฉพาะกากที่สกัดน้ำมันทำให้เสียคุณสมบัติเฉพาะทางกายภาพ และยากต่อการแยกจากวัตถุดิบที่มีสีคล้ายกันทำให้ต้องตรวจทางเคมีหรือใช้กล้องจุลทรรศน์ (พันทิพา พงษ์เพียรจันทร์, 2542) สำหรับวัตถุดิบที่เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่เก็บไว้ในไซโล (silo) ที่มีลักษณะเป็นเมล็ด เช่น

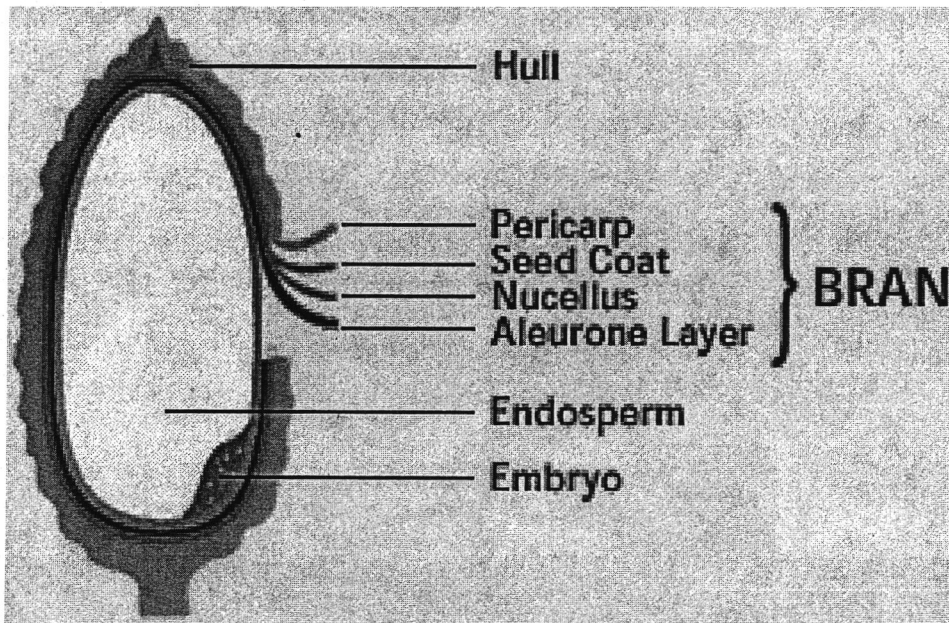
ข้าวโพดจะตรวจสอบความผิดปกติได้ง่าย เช่น กรณีเมล็ดลีบ มีเชื้อรา หรือมีแมลง การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพเหล่านี้ทำได้สะดวก และรวดเร็ว ถ้าตรวจพบการผิดปกติก็ไม่ต้องนำไปวิเคราะห์ทางเคมีอีก การตรวจ คุณลักษณะทางกายภาพด้วยประสาทสัมผัสจึงมีความจำเป็นในการตรวจคุณภาพของวัตถุดิบก่อนนำเข้า ผลิตในโรงงานอาหารสัตว์ แต่ผู้ตรวจสอบต้องมีทักษะความชำนาญและ ประสบการณ์

ลักษณะกายภาพและคุณสมบัติเฉพาะของวัตถุดิบแหล่งพลังงาน

วัตถุดิบอาหารสัตว์แหล่งพลังงานมักมีโปรตีนต่ำ ส่วนใหญ่เป็นธัญพืช เช่น ข้าวโพด (corn grain) และข้าวโพดบด (ground corn) และข้าวฟ่าง (sorghum) หรือผลพลอยได้ทางการเกษตร เช่น ปลายข้าว (broken rice) รำละเอียด (rice bran) และยังมีเศษวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเช่นกากน้ำตาล (molasses)

1. ปลายข้าว

เมล็ดข้าวจะมีส่วนที่เปลือกหุ้มอยู่ (hull) เมื่อสีข้าวส่วนเนื้อใน (kernel หรือ endosperm) หรือส่วนจมูกข้าว (embryo) (ภาพที่ 1) ส่วนที่หักจากากรสีจะนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ การตรวจดูปลายข้าวจึงทำได้ง่ายโดยดูจากแถบ (เปลือกหุ้ม) ที่ปนมา สีของปลายข้าวจะแตกต่างกัน ถ้าปลายข้าวเหนียวจะมีสีค่อนข้างทึบ ปลายข้าวเมื่อผ่านการนึ่งมีสีออกเหลืองหรือค่อนข้างใส ปลายข้าวเจ้ามีสีใสกว่าข้าวเหนียว และต้องไม่มีมอด หรือติดกันเป็นเส้นยาวเป็นโยหนอน มักมีกลิ่นเหม็นสาบ



ภาพที่ 1 เมล็ดข้าวเปลือก

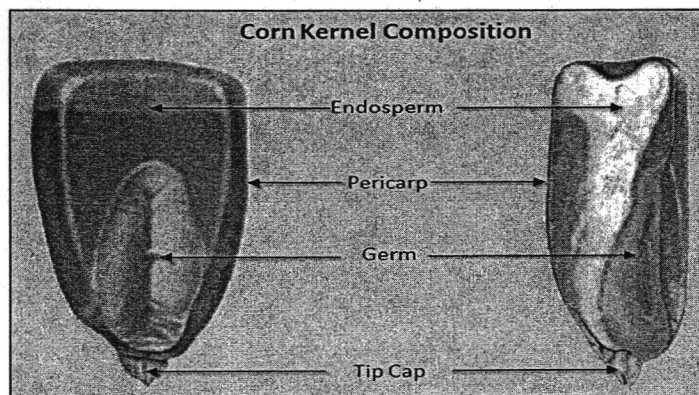
ที่มา : RITO, <http://www.ricebranoil.info/> (5 มิถุนายน 2550)

2. รำละเอียด

รำละเอียดเป็นส่วนที่ฉีกเปลือกนอก (pericarp) เข้าไปพร้อมกับส่วนของเนื้อในที่ถูกขัดสีเป็นฝุ่น รำละเอียดเป็นแหล่งที่ดีของวิตามินบีรวม เช่น ไทอามีน (thiamine) ไนอะซิน (niacin) กรดแพนโทธีนิก (pantothenic acid) และโคลีน (choline) และมีฟอสฟอรัสสูงแต่สัตว์กระเพาะเดี่ยวจะใช้น้อยเพราะขาดเอนไซม์ไฟเทส (phytase) รำมีคุณสมบัติเป็นยาระบายอ่อนๆมีลักษณะร่วนไม่จับตัวเป็นก้อน เนื่องจากรำมีไขมันสูงจึงจับกับแบบหลวมๆส่วนรำสกัดน้ำมันจะแห้งเป็นผง รำมีสีน้ำตาลอ่อน และมีกลิ่นหอมไม่เหม็นหืน หากมีสีขาวมากอาจมีไขมันต่ำปะหลัง ผสมหรือหากมีสีออกน้ำตาลและหยาบอาจมีการปนแกลบรด รำละเอียด จะมีส่วนผสมของปลายข้าวปนอยู่เสมอ แต่ไม่ควรมีมอดหรือไข่มอด การปนแกลบและมีมอดสามารถดูได้ชัดเจนขึ้นเมื่อใช้แว่นขยาย ซึ่งแกลบมีลักษณะเป็นลอนเรียงกันคล้ายเมล็ดข้าว โคลสีเหลือง

3. ข้าวโพด และข้าวโพดบด

ข้าวโพดที่บดแล้วจะยากต่อการตรวจสอบด้วยตาเปล่า และมีราคาแพงกว่าข้าวโพดที่ยังไม่ได้บด โรงงานอาหารสัตว์ส่วนใหญ่จึงนิยมซื้อข้าวโพดเป็นเมล็ด และนำมาเก็บในไซโลขนาดใหญ่ เมล็ดข้าวโพดควรเป็นเมล็ดขนาดใหญ่สมบูรณ์ ผิวเป็นมันวาว สีเหลืองหรืออมส้ม เมล็ดไม่ดิบแตก งอกหรือถูกมอดกัดกิน มีกลิ่นหอมไม่เหม็นอับ หรือกลิ่นยาฆ่าแมลง เมล็ดข้าวโพดควรแข็ง ไม่มีเชื้อราสีเขียวหรือสีดำ และไม่มีส่วนของขังข้าวโพด (corn cob) บดปน ข้าวโพดบดจะมีส่วนของแป้งสีขาว (white starch) ซึ่งนุ่มอ่อนและแป้งมีสีเหลือง (yellow starch) ซึ่งแข็ง (horny) ปนกัน ข้าวโพดต้องผ่านกระบวนการก่อนใช้เช่น บดและ บีบแตก (Church and Pond, 1988) สารสีเหลืองในข้าวโพดประกอบด้วยคริปโทแซนทิน (cryptoxanthin) และแซนโทฟิลล์ (xanthophylls) เป็นแหล่งของวิตามิน เอ และสารเพิ่มสีไข่แดงและผิวหนังของไก่ (ภาพที่ 2)

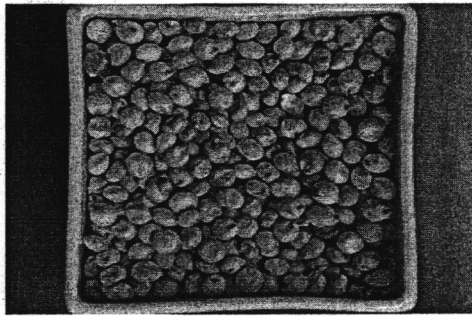


ภาพที่ 2 ส่วนประกอบเมล็ดข้าวโพด

ที่มา : CEC, <http://www.creationengineeringconcepts.org> (9 มีนาคม 2554)

4. ข้าวฟ่าง

ผู้ผลิตอาหารสัตว์นิยมซื้อข้าวฟ่างเป็นเมล็ดและนำมาบดเอง เมล็ดควรมีความสมบูรณ์ ไม่แตกหรือถูกแมลงกัดกิน มีเปลือกหุ้มเมล็ดปะปนปริมาณน้อย ข้าวฟ่างที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมมักเป็นชนิดเมล็ดสีขาวหรือลาย (ภาพที่ 3) สีเหลืองแดงอมส้ม ไม่มีรสขม และมีแทนนิน (tannin) ต่ำ ไม่นิยมใช้เมล็ดสีน้ำตาลเพราะมีแทนนินสูง สัตว์ไม่ชอบกิน และมีปัญหาในการย่อย นอกจากนี้ควรระวังข้าวฟ่างที่คลุกยาฆ่าแมลง ซึ่งอาจต้องมีการทดสอบทางเคมีเพื่อป้องกันปัญหาต่อสัตว์ ข้าวฟ่างประกอบด้วยแป้งชนิดแข็ง (hard dough) และชนิดนุ่ม (soft dough) ดังนั้นเมื่อบดจะเป็นผงเป็นส่วนใหญ่



ภาพที่ 3 เมล็ดข้าวฟ่าง

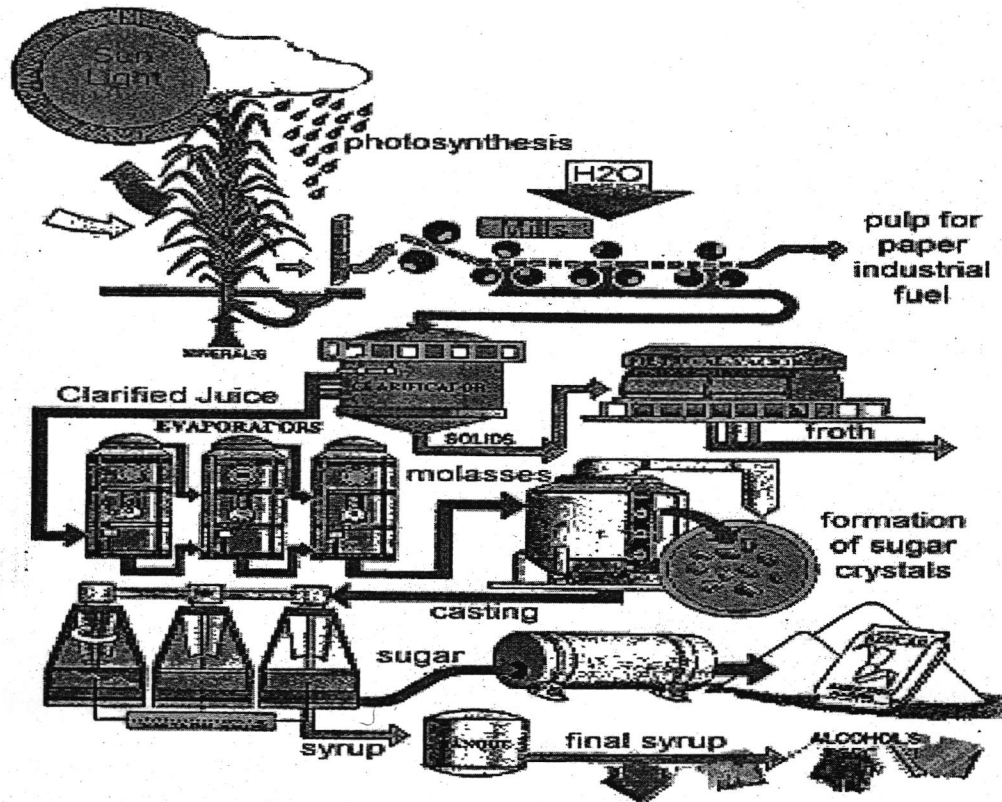
5. มันสำปะหลัง (cassava) มันเส้น (cassava chips) และมันอัดเม็ด (cassava pellets)

มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบที่ราคาถูกกว่าวัตถุดิบชนิดอื่นแต่มักมีปัญหาความบริสุทธิ์และการปลอมปน และปนเปื้อนเนื่องจากมันสำปะหลังถูกตากในลานให้แห้งจึงมักมีดิน ฟุน ทรา ยปะปนแต่ไม่ควรมียปริมาณมาก นิยมเรียกของมันเส้นถ้ามันเส้นคุณภาพดีจะสะอาดมีกลิ่นหอม ซึ่งมีทั้งแบบสับด้วยมือมีคุณภาพดีกว่ามันเส้นที่สับด้วยเครื่องจักรเพราะแบบสับด้วยมือไม่เป็นฟุนผง มันเส้นที่มีคุณภาพดีควรมีลักษณะแข็งหักได้ ถ้าเหนียวแสดงว่ามีความชื้นสูงและจับตัวเป็นก้อนไม่ควรมีรูมอดกัดกิน ไม่มีเชื้อราสีเขียวหรือ ดำ และไม่มียกลิ่นอับหรือเหม็นเปรี้ยวไม่มีลำต้นปะปน มันสำปะหลังที่ส่งออกไปขายยังต่างประเทศจะอัดเม็ด โดยใช้เครื่องอัดเม็ดและมักมีการปนกากปาล์มหรือคินขาว เพื่อช่วยให้อัดง่ายซึ่งต้องตรวจสอบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ ปัจจุบันยังมีการนำกากมันสำปะหลังจากอุตสาหกรรมแปรรูปมันสำปะหลังมาใช้ผสมอาหารกากมันสำปะหลังมีแป้งต่ำ เยื่อใยสูง มีกลิ่นเปรี้ยว อย่างไรก็ตามมันเส้นมีโปรตีน และไขมันต่ำ ตลอดจนมีสารพิษถ้าอยู่ในสภาพสด

6. กากน้ำตาล

กากน้ำตาลได้มาจากโรงงานน้ำตาล เป็นส่วนที่ไม่สามารถตกตะกอนเป็นผลึกน้ำตาลได้อีก โรงงานน้ำตาลหลังจากหีบอ้อย น้ำอ้อยจะถูกทำให้เป็นค่าโดยใช้ปูนขาว ดัมและกรองส่วนที่

เป็นน้ำใสจะถูกลดความดันทำให้ชั้นน้ำตาลจะตกตะกอนและถูกแยกออกส่วนที่เหลือเป็นของเหลวเหนียว คือกากน้ำตาล (ภาพที่ 4) ประกอบด้วยน้ำตาลมากกว่า 48 เปอร์เซ็นต์ สารอื่นๆและน้ำ กากน้ำตาลมีกลิ่นหอม เหนียวหนืด ไม่เหลวและมีรสหวาน ไม่มีกากเจือปน กากน้ำตาลในประเทศไทยเป็นน้ำตาลอ้อย มีน้ำหนักประมาณ 1.41 กิโลกรัม ต่อลิตร การปนน้ำในกากน้ำตาลจะทำให้เหลว เก็บได้ไม่นาน และมีเชื้อรา กากน้ำตาลต่างจากลำห้ำที่มาจากโรงงานสุราที่ใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบที่มีกลิ่นเปรี้ยว เหลว รสขมเพื่อนไม่ควรนำมาใช้ผสมอาหารสัตว์



ภาพที่ 4 กระบวนการผลิตน้ำตาลในโรงงาน

ที่มา : PSI, <http://gmrindustries.in/html/sugar-process.html> (15 กรกฎาคม 2553)

ลักษณะกายภาพและคุณสมบัติเฉพาะของวัตถุดิบแหล่งโปรตีนจากพืช

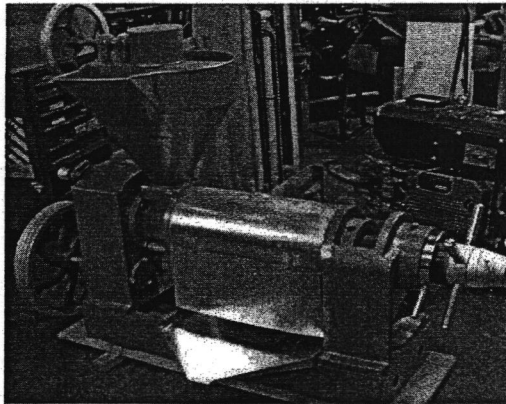
วัตถุดิบแหล่งโปรตีนจากพืชที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ส่วนใหญ่เป็นผลพลอยได้จากโรงงานสกัดน้ำมัน เช่นกากถั่วเหลือง (soybean meal) กากเมล็ดฝ้าย (cotton seed meal) และกากเมล็ดคูน (kapok seed meal)

1. กากถั่วเหลือง

กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนหลักจากพืชในสูตรอาหาร เป็นผลพลอยได้จากโรงงานสกัดน้ำมันส่วนใหญ่ใช้วิธีสกัดด้วยสารเคมี (solvent extract) เช่นเฮกเซน (hexane) และยังมี

การนำถั่วเหลืองผ่านกระบวนการเอกทรูด (extrude) โดยไม่แยกน้ำมันออกเรียกว่าถั่วเหลืองไขมันเต็ม (full fat soybean) การใช้ถั่วเหลืองไขมันเต็มมากในสูตรทำให้สุกรมีไขมันเหลว กากถั่วเหลืองที่ผ่านความร้อนจะถูกย่อยได้ดีกว่าเพราะสารทริปซิน อินฮิบิเตอร์ (trypsin inhibitor) ที่ยับยั้งการย่อยสลายโปรตีนถูกทำลายไปแต่ถ้าผ่านความร้อนที่สูงหรือไหม้จะทำให้การย่อยได้ของกากถั่วเหลืองลดลง การซิมกากถั่วเหลืองสามารถบอกถึงการสุก คิบ หรือไหม้ได้ค่อนข้างง่าย และยังคงตรวจสอบได้โดยวิธีเคมี กากถั่วเหลืองมีโปรตีนคุณภาพดี แต่มีซิสทีน (cystine) และเมไทโอนีน (methionine) น้อยกว่าปลาป่น

การสกัดน้ำมันแต่เดิมใช้วิธีหีบด้วยสกรู (screw press) (ภาพที่ 5) ได้กากถั่วเหลืองที่มีลักษณะเป็นแผ่นมีไขมันสูง แต่ปัจจุบันนิยมใช้การสกัดด้วยสารเคมี ซึ่งมักไม่มีการแยกเอาเปลือกถั่วออกก่อน กากถั่วเหลืองจะมีลักษณะเป็นเกล็ดบาง ไม่จับกันเป็นก้อนแต่แข็งกรอบไม่ร่วนและมักมีเปลือกปนแต่ก็แยกตัวจากกัน กากถั่วเหลืองควรมีกลิ่นหอม ไม่เหม็นหืนหรือเป็นฝุ่นไม่มีมอดและแมลง ส่วนถั่วเหลืองไขมันเต็มมีกลิ่นหอม มีลักษณะชุ่มน้ำมันเล็กน้อย และไม่ร่วน การปลอมปนรำละเอียดหรือข้าวโพดบดมักพบในกากถั่วเหลืองทั้งสองชนิด ซึ่งสามารถตรวจโดยวิธีเคมี หรือใช้กล้องจุลทรรศน์ ในช่วงที่กากถั่วเหลืองมีราคาแพงจะพบการปลอมปนค่อนข้างมากทั้งในกากถั่วเหลืองและถั่วเหลืองไขมันเต็ม



ภาพที่ 5 การอัดแบบหีบด้วยสกรู

ที่มา : Utterpower, <http://www.utterpower.com/> (15 กรกฎาคม 2553)

2. กากเมล็ดฝ้าย

กากเมล็ดฝ้ายคือเมล็ดฝ้ายที่แยกเอาปุ๋ยฝ้ายออกไปเหลือแต่ส่วนเมล็ดที่มีปุ๋ยฝ้ายติดอยู่บ้างเล็กน้อย ถ้าใช้แวนขยายจะเห็นใยฝ้ายติดอยู่ด้วย เมื่อนำไปสกัดน้ำมันจะได้กากเมล็ดฝ้ายที่ใช้เลี้ยงสัตว์ เมล็ดฝ้ายมีสารพิษกอสสิปอล (gossypol) การสกัดโดยผ่านความร้อน เช่น วิธีหีบด้วยสกรู ทำให้สารพิษกอสสิปอลรวมตัวกับกรดอะมิโนไลซีน (lysine) ทำให้สารพิษในกากเมล็ดฝ้ายลดลง

แต่ทำให้โปรตีนมีคุณภาพลดลง ถ้าไม่ผ่านความร้อนจะมีโปรตีนคุณภาพดีแต่มีสารพิษสูง กากเมล็ดฝ้ายมีสีน้ำตาลเกือบดำจากส่วนเปลือก และมีลักษณะมันขึ้นเป็นแผ่นถ้ามาจากการหีบน้ำมัน แต่ถ้าสกัดด้วยสารเคมีจะแห้ง กากฝ้ายที่ดีต้องมาจากเมล็ดฝ้ายสด ไม่มีราหรือมอดแมลง และผ่านความร้อนมาแล้ว โดยทั่วไปมักมีการปลอมปนเมล็ดนุ่นลงไปด้วยซึ่งจะทำให้คุณค่าลดลง แต่สังเกตได้โดยใช้แว่นขยายถ้าเป็นเมล็ดนุ่นจะไม่มีเส้นใยติดอยู่ในเปลือก (พันทิพา พงษ์เพ็ญจันทร์, 2542)

3. กากเมล็ดนุ่น (kapok seed meal)

เมื่อฝักนุ่นแก่จะนำมาแยกปุยนุ่นเพื่อใช้ประโยชน์ เมล็ดที่ได้นำไปสกัดน้ำมันและได้กากมาเลี้ยงสัตว์ เมล็ดนุ่นมีสารพิษไซโคลโพรปีนอยด์ (cyclopropenoid) จะสลายตัวเมื่อเก็บเมล็ดนุ่นนานเกิน 4 เดือนขึ้นไป เมล็ดนุ่นที่เก็บไว้จึงดีกว่าเมล็ดสด เมล็ดนุ่นมีเปลือกสีดำเข้มกว่าเมล็ดฝ้ายแต่ไม่มีเส้นใยติด แมลงไม่ชอบกิน และมีความน่ากินต่ำ กากนุ่นมีคุณภาพและโปรตีนต่ำกว่ากากฝ้ายและขาดทั้งกรดอะมิโนไลซีน เมทไธโอนีน และทริบโทเฟน (tryptophan) จึงไม่ค่อยนิยมใช้ในอาหารสัตว์กระเพาะเดี่ยว กากนุ่นมักถูกนำมาผสมกับเมล็ดฝ้ายทำให้กากฝ้ายมีคุณภาพต่ำลง การตรวจโดยใช้กล้องจุลทรรศน์จะสามารถใช้พิสูจน์การปลอมปน

4. กากมะพร้าว (coconut meal หรือ copra meal)

กากมะพร้าวได้มาจากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันมะพร้าว โดยนำเนื้อมะพร้าวมาผ่านกระบวนการหีบอัด เหลือเป็นกากมะพร้าวซึ่งมีไขมันชนิดอิ่มตัวเป็นส่วนใหญ่ ในกระบวนการหีบอัดทำให้เกิดความร้อนส่งผลให้กรดอะมิโนไลซีนถูกทำลาย กากมะพร้าวต่างจากกากมะพร้าวคั้นกะทิ ซึ่งใช้น้ำร่วมในการสกัดและต้องนำไปตากให้แห้งทำให้มีคุณภาพต่ำกว่าและมีกลิ่นเปรี้ยว กากมะพร้าวมีเชื้อไขสูง และฟามแต่มีกลิ่นหอมทำให้สัตว์ชอบกิน แต่มักขาดกรดอะมิโนเมทไธโอนีนและไลซีนจึงไม่ควรนำมาใช้เลี้ยงสัตว์กระเพาะเดี่ยว การเก็บกากมะพร้าวไว้นานจะทำให้หืนทำให้ไม่น่ากินและมีคุณภาพลดลง กากมะพร้าวต่างจากกากปาล์มที่กากมะพร้าวมีกลิ่นหอมและไม่มีกะลา (shell) ปน

5. กากปาล์ม (palm oil meal)

กากปาล์มมีสองชนิดคือกากปาล์มรวม (whole palm oil meal) เป็นผลปาล์มที่นำมาหีบอัดน้ำมันซึ่งรวมถึงเปลือกผลซึ่งเป็นเชื้อไข กะลาและเนื้อมะพร้าว ทำให้มีเชื้อไขสูง มีกะลาปน และมีโปรตีนต่ำจึงไม่นิยมนำมาทำอาหารสัตว์กระเพาะเดี่ยวการใช้กากปาล์มในอาหาร โคต้องนำมาบดผ่านตะแกรง 4 มิลลิเมตร เพื่อให้กะลามีขนาดเล็กลง กากปาล์มมีกลิ่นค่อนข้างเปรี้ยว และอับมี

ลักษณะขุ่นน้ำมัน ปัจจุบันเนื่องจากน้ำมันปาล์มเป็นที่ต้องการสูงเพื่อใช้ทำไบโอดีเซล จึงมีการนำกากปาล์มรวมทึบน้ำมันแล้วไปสกัดน้ำมันต่อโดยวิธีใช้สารละลายกากที่เหลือจะมีไขมันต่ำมากและเป็นผง ส่วนกากปาล์มอีกชนิดเป็นส่วนเฉพาะเนื้อในที่นำมาทึบน้ำมัน (palm kernel meal) จะมีสีขาวกว่า ไม่ค่อยมีกะลาและเปลือกปน มีโปรตีนสูงกว่า มีลักษณะฟามและขุ่นน้ำมัน กากปาล์มที่เหมาะสมกับการใช้เลี้ยงสัตว์คือกากปาล์มเนื้อใน กากปาล์มที่กองทิ้งไว้นานจะเกิดความร้อนมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยวสัตว์จะไม่ชอบกิน



ภาพที่ 6 กากปาล์ม (A) และกากปาล์มเนื้อใน (B)

6. กากเมล็ดทานตะวัน (sun flower meal)

กากเมล็ดทานตะวันเป็นผลผลิตจากการนำเมล็ดทานตะวันมาบดและผ่านความร้อนก่อนนำมาสกัดน้ำมันโดยวิธีใช้สกรูอัดทึบ หรือใช้สารเคมี กากทานตะวันที่มีคุณภาพดีควรเป็นเมล็ดที่สมบูรณ์และใหม่ ไม่ลึบหรือมีรอยแมลงเจาะกินและต้องผ่านการกระเทาะเปลือก กากทานตะวันที่ไม่กระเทาะเปลือกมีเยื่อใยสูงและฟาม มีสีดำเทาจากสีของเปลือก แม้เมล็ดทานตะวันไม่มีสารพิษและไม่ใช้ความร้อนในการทำละลายสารยับยั้งการย่อย แต่มีเยื่อใยสูงและมีกรดอะมิโนไม่ครบเช่นไลซีน กากที่ไม่กระเทาะเปลือกนิยมใช้ผสมอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง และชนิดกระเทาะเปลือกใช้เป็นอาหารสัตว์กระเพาะเดียว ถ้าเก็บกากทานตะวันไว้นานจะเหม็นหืนเช่นเดียวกับกากเมล็ดพืชอื่นๆ

7. กากถั่วลิสง (peanut oil meal)

กากถั่วลิสงมาจากกระบวนการทึบน้ำมันมีลักษณะเป็นเกล็ดหรือแผ่น ซึ่งบางครั้งแข็งจนหักไม่แตกและมีส่วนที่เป็นผงปนบ้างเล็กน้อย กากถั่วลิสงมีสีขาวอมน้ำตาล มีกลิ่นหอม มีเยื่อใยต่ำ การทึบน้ำมันทำให้กากถั่วลิสงถูกทำให้สุกและทำให้สารทริปซิน อินฮิบิเตอร์ถูกทำลาย เมล็ดถั่วลิสงที่มีความชื้นหรือตากไม่แห้งจะเกิดเชื้อรา *Aspergillus flavus* ซึ่งสร้างอะฟลาทอกซิน

(aflatoxin) ที่เป็นพิษต่อตับ เพราะมักไม่มีการคัดคุณภาพเมล็ดถั่วลิสงก่อนนำมาหีบอัดน้ำมันจึงพบสารพิษอยู่เสมอแต่ไม่ควรมีเกินกว่า 50 ppb ถั่วลิสงมีกรดอะมิโนไลซีน และเมทไธโอนีนต่ำจึงมีคุณภาพโปรตีนดีต่อกว่าถั่วเหลือง (McDonld *et al.* ,1988) และมีไขมันสูงจึงเกิดการหืนได้ง่ายเมื่อเก็บเป็นเวลานาน ถั่วลิสงโดยทั่วไปเป็นชนิดที่ไม่มีเปลือกหุ้มเมล็ดปน แต่บางครั้งมีการนำเมล็ดถั่วที่ไม่แยกเปลือกหุ้มสีแดงมาหีบน้ำมันทำให้มีโปรตีนลดลงและเยื่อใยเพิ่มขึ้น

8. กากงา (sesame oil meal)

เมล็ดงามีทั้งชนิดสีขาว ดำ หรือเหลือง กากงาส่วนใหญ่ได้มาจากกระบวนการหีบอัดน้ำมันงาโดยใช้สกรูและผ่านความร้อนจากการอัด ส่วนการหีบโดยใช้ไฮดรอลิกจะไม่เกิดความร้อน กากยังคงสภาพธรรมชาติมากที่สุด และได้กากงาสดที่กลิ่นค่อนข้างเหม็นเขียว มีเยื่อใยต่ำ สีของกากงาขึ้นอยู่กับชนิดของงา ถ้าใช้งาที่มาจากเมล็ดงาสีเข้มหรือสีดำจะได้กากงาที่มีสีเข้มหรือสีดำ และมีรสค่อนข้างขม เนื่องจากกรดออกซาลิก (oxalic acid) และกรดไฟติก (phytic acid) จึงทำให้มีความน่ากินลดลง กากงามีโปรตีนที่มีคุณภาพต่ำกว่าถั่วเหลืองเพราะมีกรดอะมิโนเมทไธโอนีนสูงกว่า แต่ไลซีนน้อยกว่า ไขมันในกากงามีกลิ่นหอมแตกต่างจากกากชนิดอื่นแต่จะเหม็นหืนถ้าเก็บไว้นาน

9. กากเรปส์ (rape seed meal) หรือคาโนลา (canola)

กากเรปส์เป็นวัตถุดิบนำที่เข้าจากประเทศ จีน อินเดีย และแคนาดา ส่วนใหญ่เป็นชนิดหีบด้วยสกรู กากเรปส์มีสาร กลูโคซิโนเลต (glucosinolate) แทนนิน และซิเนบพาย (sinapine) จึงทำให้มีรสขม สารในกากเรปส์มีผลต่อต่อมไทรอยด์ (thyroid) ทำให้เกิดโรคคอพอก และการเจริญเติบโตต่ำ การทดสอบรสขมจึงบ่งบอกคุณภาพของเรปส์ ปัจจุบันมีการปรับปรุงพันธุ์ให้สารเหล่านี้ลดลง เรียกว่าคาโนลา ซึ่งมีความน่ากินต่อสัตว์มากกว่า และมีความขมน้อยกว่าพันธุ์เดิม

10. กากเบียร์ (brewers' dry grains)

กากเบียร์เป็นผลพลอยได้จากการหมักเบียร์โดยใช้ข้าวบาร์เลย์มาแช่น้ำให้งอก แป้งในเมล็ดจะเปลี่ยนเป็นเดกซ์ทริน (dextrin) และน้ำตาลมอลโทส (maltose) จึงเรียกข้าวบาร์เลย์ที่งอกแล้วว่าข้าวมอลท์ (malt) เมื่อแยกเอาส่วนรากออกไปแล้วเมล็ดจะถูกอบแห้งเพื่อนำไปเข้าโรงงานหมักเบียร์ต่อไป ในกระบวนการหมักเบียร์ขั้นแรกข้าวมอลท์จะถูกผสมกับแป้งจากข้าวโพดหรือข้าวเจ้า เติมน้ำและเชื้อราบางชนิดและหมักต่อเพื่อให้เกิดเดกซ์ทรินและน้ำตาลมอลโทสแล้วต้มหลังจากกรองแล้ว ส่วนน้ำ (wort) จะนำไปต้มกับฮอปส์ (hops) และหมักกับยีสต์ให้เกิดแอลกอฮอล์

ฮอลล์เพื่อเป็นเบียร์ ส่วนกากที่แยกออกในรูปสด (wet brewers' grains) ซึ่งมีน้ำจะถูกนำไปอบแห้ง ได้กากเบียร์ กากเบียร์มีเปลือกของข้าวบาร์เลย์ปนมีเชื้อใยสูงแต่มีกลิ่นหอม หากมีกลิ่นเปรี้ยวหรือ อับแสดงว่าเป็น กากเบียร์ที่เน่าเสีย มีความน่ากินต่ำและมีสารพิษจากเชื้อรา กากเบียร์แห้งมีบાયพาส โปรตีน (bypass protein) ที่ดีสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องจึงนิยมใช้ในสูตรอาหารโค สำหรับกากจากการ หมักน้ำที่ได้จากการกรองกับยีสต์แล้วจะถูกทำให้แห้ง เรียกว่ากากยีสต์แห้ง (yeast brewers' dry) ประกอบด้วยยีสต์จำนวนมาก ทำให้มีโปรตีนสูง มีวิตามินบีรวมสูง และมีกลิ่นหอมสัตว์ชอบกิน จึง นิยมใช้ในสูตรอาหารสัตว์กระเพาะเคี้ยว (พันทิพา พงษ์เพียรจันทร์, 2539)

ลักษณะกายภาพและคุณสมบัติเฉพาะของวัตถุดิบแหล่งโปรตีนจากสัตว์

วัตถุดิบแหล่งโปรตีนจากสัตว์มีโปรตีนที่มีคุณภาพสูง และมีการย่อยได้ดีเหมาะสำหรับสัตว์ กระเพาะเคี้ยว สัตว์น้ำ และลูกสัตว์เคี้ยวเอื้อง แต่มีราคาแพงที่นิยมใช้มีหลายชนิด เช่น ปลาป่น (fish meal) ขนไก่ป่น (feather meal) แกลบกุ้ง (shrimp meal) และหางนมผง (skimmed milk)

1. ปลาป่น

ปลาป่นเป็นวัตถุดิบแหล่งโปรตีนที่มีคุณภาพสูงมีสีเทาปนน้ำตาล มีกลิ่นหอมเฉพาะ ประกอบด้วยเนื้อปลาเป็นส่วนใหญ่วางร่วมกับหัว เกล็ดและก้างปลา ปลาป่นมีกรดอะมิโนที่จำเป็น ครบจึงนิยมใช้ในอาหารสัตว์กระเพาะเคี้ยว และสัตว์น้ำ แต่ไม่นิยมใช้ในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง เพราะราคาแพง และจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักของสัตว์ดังกล่าวสามารถสังเคราะห์กรดอะมิโนที่จำเป็น ได้ เดิมปลาป่นในประเทศไทยผลิตโดยชาวประมงมีหลายชนิด โดยนำเอาปลาขนาดเล็กมาดลูด กลือแล้วตากแห้งเรียกว่า ปลาป่นเค็ม หรือปลาป่นกร่อยที่ใช้ปลาแช่น้ำเกลือแล้วตากแห้ง หรือปลา ป่นจืดที่ใช้ปลาสดต้มสุกแล้วตากให้แห้ง ตลอดจนมีการนำปลาป่นจืดอัดน้ำมันที่เอาปลาผาหนึ่งแล้ว หนีบอัดเอาส่วนเป็นน้ำที่มีน้ำมันปนด้วยออกไป ปัจจุบันการทำปลาป่นใช้การนึ่งแล้วระเหยน้ำออก โดยการอบ อุณหภูมิของการอบถ้าสูงกว่าจุดเดือดของน้ำจะทำให้การใช้ประโยชน์ของ โปรตีน ลดลงแต่จะดีในแง่ของสัตว์เคี้ยวเอื้องที่สามารถลดการทำลายโปรตีน โดยจุลินทรีย์ในกระเพาะ รูเมน ปลาป่นมีน้ำมันปลาปนด้วยจึงทำให้เก็บไม่ได้นานเพราะจะเหม็นหืนเช่นเดียวกับกากเมล็ด พืชน้ำมัน จึงมักมีการเติมสารกันหืนลงไป ปลาป่นที่คุณภาพต่ำอาจมาจากปลาเน่า มีเกลือมาก เกินไป หรืออาจมีการปลอมปนหัวปลา ทวาย เปลือกกุ้ง และอื่นๆ ซึ่งสามารถตรวจสอบโดยใช้ กล้องจุลทรรศน์หรือวิธีเคมี นอกจากนั้นปลาป่นที่ทำจากปลาเน่ามีกลิ่นเหม็นอาจปนเปื้อนด้วยเชื้อ ซาลโมเนลลา (salmonella) หรือมีสารฮิสตามีน (histamine) ซึ่งอันตรายต่อสัตว์

2. ขนไก่ป่น

ขนไก่ป่นที่นำมาเป็นอาหารสัตว์ต้องผ่านกระบวนการไฮโดรไลซ์ (hydrolyze) เสียก่อน โดยการนำขนไก่มาทำความสะอาดแล้วอบด้วยไอน้ำที่ความดัน 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้วนาน 30 นาทีถึง 1 ชั่วโมง จากนั้นนำมาทำให้แห้งแล้วบด ขนไก่จะย่อยและมีสีน้ำตาลอ่อน มีส่วนของเส้นใย ขน และก้านเห็นได้ด้วยตาเปล่าหรือใช้แว่นขยาย (ภาพที่ 3.31) ขนไก่ป่นที่ดีมีกลิ่นหอมไม่เหม็นเน่า การใช้ผสมอาหารสัตว์ประเภทเดียวกันจำเป็นต้องเสริมกรดอะมิโนไลซีน เมทไธโอนีน ฮิสทีดีน (histidine) และ ทริปโทเฟน เพราะมีปริมาณต่ำกว่ากากถั่วเหลือง และยังนำไปผสมอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ โปรตีนในขนไก่ป่นที่ผ่านกรรมวิธีมีการย่อยได้ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าโปรตีนจากแหล่งอื่นๆ แต่เนื่องจากขนไก่ป่นมีราคาถูกจึงมักถูกนำไปปลอมปนในปลาป่น ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้กล้องจุลทรรศน์และใช้สารเคมี

3. แกลบกุ้ง

แกลบกุ้งเป็นเศษเหลือจากการแยกเนื้อกุ้งในอุตสาหกรรมอาหารประกอบด้วยเปลือก กุ้ง หัวกุ้ง หางกุ้งและกุ้งที่ไม่ได้ขนาด เศษกุ้งจะถูกนำมาตากหรืออบแห้งแล้วป่นเพื่อนำมาเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ แกลบกุ้งที่คุณภาพดีจะมีสีส้ม กลิ่นหอม ไม่เหม็นเน่า ไม่มีแมลงและเชื้อรา ตลอดจนไม่มีทราย เปลือกหอยปนอยู่ แกลบกุ้งที่มีส่วนเนื้อมากจะมีคุณภาพดีกว่าซึ่งเป็นส่วนหัวกุ้ง และจะมีคุณภาพต่ำถ้ามีเปลือกปนมาก แกลบกุ้งมีกลิ่นเฉพาะคล้ายกุ้งแห้ง และมักมีรสเค็ม ในสัตว์ปีก สารให้สีในแกลบกุ้งช่วยทำให้สีผิวหนังและไข่มีสีสวยดีขึ้น ส่วน โปรตีนในแกลบกุ้งนั้นมีคุณภาพค่อนข้างดี

4. หางนมผง

หางนมผงเป็นส่วนของน้ำนมโคที่ผ่านการแยกเอาไขมันออกจนเหลือน้อยที่สุดแล้วนำมาทำให้แห้งโดยการสเปรย์ หางนมผงมีกลิ่นหอมของนมอ่อนๆ เพราะถูกแยกเอาไขมันซึ่งมีกลิ่นหอมออกไปแล้ว หางนมผงคุณภาพดีควรมีสีขาวครีม ไม่จับตัวเป็นก้อน ไม่มีเชื้อราหรือแมลงใช้เป็นแหล่งโปรตีนจากสัตว์ที่เหมาะสมกับลูกสัตว์ และเป็นแหล่งน้ำตาลแลคโตส (lactose) ซึ่งย่อยง่าย

ลักษณะทางกายภาพ และคุณสมบัติเฉพาะของสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน

สารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (non protein nitrogen, NPN) ส่วนใหญ่ที่นิยมใช้ผสมในอาหารสัตว์ที่กระเพาะคือยูเรีย (urea) ซึ่งมี N เป็นส่วนประกอบอยู่ 46% คิดเป็นโปรตีนประมาณ 280% ยูเรียที่พบทั่วไปเป็นสารสังเคราะห์เพื่อใช้เป็นปุ๋ย N สำหรับพืช (fertilizer grade) มี

ลักษณะเป็นเม็ดกลมสีขาวขุ่น ละลายน้ำง่าย และจะเย็นเมื่อละลายน้ำ ซึ่งไม่นิยมใช้ในต่างประเทศ สำหรับผสมอาหารสัตว์ แต่ใช้ยูเรียชนิด feed grade ที่ผลิตเป็นการเฉพาะ เพื่อให้ละลายน้ำได้ช้าลง โดยเคลือบด้วยแคชเชอริน หรือสารอื่น มีลักษณะเป็นเม็ดเล็กคล้ายน้ำตาลและละลายน้ำช้ากว่า แต่ถ้าทิ้งไว้ระยะหนึ่งจะละลายน้ำหมด ยูเรียถ้าผสมกับน้ำบางส่วนและใส่ถั่วดิบบดทิ้งไว้จะเกิดก๊าซแอมโมเนีย จึงใช้เป็นคุณสมบัติเพื่อแยกออกจากสาร NPN ที่เป็นพิษร้ายแรงต่อสัตว์ที่มีโปรตีนสูง เช่นกันคือ melamine ซึ่งจะไม่ละลายน้ำ และไม่เกิดแอมโมเนีย ยูเรียเกรดปุ๋ยอาจใช้ผสมในอาหารสัตว์ได้โดยอนุโลมแต่ควรมีการบดให้มีขนาดเล็กก่อน เพื่อให้สามารถกระจายในส่วนประกอบอาหารอย่างทั่วถึง

ข้อจำกัดการใช้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิด

วัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิดมีข้อจำกัดในการใช้ เนื่องจากมีสารพิษบางชนิด ขาดคุณสมบัติของโภชนะ มีราคาแพง หรืออาจมีผลต่อการผสมให้เข้ากันกับวัตถุดิบอื่น เช่น ข้าวโพดบด นิยมใช้ 0 – 40 เปอร์เซ็นต์ ระดับสูงสุด 80 เปอร์เซ็นต์ ถ้าใช้มากซากจะมีไขมันเหลว ใบกระถินป่น นิยมใช้ 4 – 5 เปอร์เซ็นต์ระดับสูงสุด 10 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีมิโมซินทำให้การเจริญเติบโตลดลง และวัตถุดิบอื่นๆ ดังตารางที่ 1

ข้อจำกัดการใช้วัตถุดิบที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือราคา โดยถ้าเทียบระหว่างภายในกลุ่มแหล่งโปรตีน หรือแหล่งพลังงาน จะเลือกชนิดที่มีความคุ้มทุนที่สุด เช่น กาก A มีโปรตีน 35% ราคา กิโลกรัมละ 9 บาท กาก B มีโปรตีน 40% ราคา กิโลกรัมละ 12 บาท

$$\text{ความคุ้มทุนกาก A} = 35/100 \times 1000/9 = 38.9$$

$$\text{ความคุ้มทุนกาก B} = 40/100 \times 1000/12 = 33.3$$

ดังนั้น กาก A จึงน่าสนใจกว่า ซึ่งวิธีการนี้หากใช้โปรแกรมทำสูตรอาหารที่ทำราคาต่ำสุด (least cost formulation) จะสามารถครอบคลุมไปถึงโภชนะตัวอื่นๆ ด้วย ซึ่งเป็นวิธีที่ทำได้ง่ายในปัจจุบัน

ตารางที่ 1 ระดับสูงสุดและต่ำสุดของวัตถุดิบที่ใช้ผสมอาหารสัตว์

วัตถุดิบ	ปริมาณที่นิยมใช้ (%)	ระดับสูงสุด (%)	เหตุผล
ข้าวโพดบด	0-40	80	ถ้าใช้มากซากจะมีไขมันเหลว
รำละเอียด	5-20	30	อาหารผสมฟามเป็นฝุ่น หินง่าย
มันสำปะหลัง (มันเส้น)	20-50	70	อาหารฟาม เป็นฝุ่น ต้องใช้ปลาป่นหรือกากถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นเพราะโปรตีนต่ำ
กากน้ำตาล	5-6	15	ผสมอาหารยาก ถ้าใช้มากสัตว์ถ่ายเหลว
กากถั่วลิสง	3-5	10	ถ้าใช้มากต้องใช้ปลาป่นเพิ่ม ขาดไลซีน เมไทโอนีน มีอะฟลาทอกซิน
ใบกระถิน	4-5	10	มี mimosine ถ้ามากจะเจริญเติบโตลดลง
กากเมล็ดฝ้าย	3-5	20	มี gossypol เป็นพิษต่อสัตว์กระเพาะเคี้ยว
กากมะพร้าว	10-15	20	ฟาม เยื่อใยสูง หินง่าย สัตว์กินอาหารลดลง ใช้มากซากจะมีไขมันแข็ง
กากปาล์ม	5-15	20	ฟาม เยื่อใยสูงมาก มีกะลาปน
กากนุ่น	3-5	15	สดๆมีสารพิษ cyclopropenoid มีผลต่อสัตว์กระเพาะเคี้ยว
กากเรปส์	5-15	20	มีสารพิษ glucosinolate และ tannic acid
ปลาป่น	3-7	10	ราคาแพง มีเกลือสูง อาจมี salmonella
ขนไก่ป่น	0-5	10	ขาดกรดอะมิโนที่จำเป็น ต้องเพิ่มปลาป่น ย่อยยาก
แคลบกุ้ง	5-10	15	มีเกลือสูง Ca และ P สูงเกินไป โปรตีนย่อยได้ต่ำ
กากเบียร์	15-20	25	เยื่อใยสูง พลังงานต่ำ มีไลซีนต่ำมาก
ยูเรีย (เฉพาะโค)	1-2	3	เป็นพิษ ต้องผสมกากน้ำตาลด้วย แรกตัวเร็วในกระเพาะ รสชาติเฝื่อนขม

ที่มา: สมคิด (ไม่ได้ตีพิมพ์)

ที่มา: สมคิด พรหมมา. 2550. เอกสารประกอบการสอนรายวิชาเทคโนโลยีอาหารสัตว์. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. 235 หน้า